

# TECNOLÓGICO DE ESTUDIOS SUPERIORES DE COACALCO

---

## DISEÑO Y DESARROLLO DE UNA ESTACIÓN DE ENTRENAMIENTO A ESCALA PARA EL ROBOT IRB 120

Informe Técnico de Residencia Profesional.

Para obtener el título de:

Ingeniero Mecatrónico  
Con especialidad:  
Automatización de Procesos

Presenta

Saucedo Soto Julio César  
201910291

Asesor:

Ing. José Antonio Valladares Farías

Coacalco de Berriozábal, Mayo, 2024

## Índice

|                                            |    |
|--------------------------------------------|----|
| RESUMEN .....                              | 11 |
| CAPITULO I GENERALIDADES DEL PROYECTO..... | 12 |
| INTRODUCCIÓN .....                         | 13 |
| DESCRIPCIÓN DE LA EMPRESA.....             | 14 |
| MISIÓN .....                               | 15 |
| VISIÓN.....                                | 15 |
| VALORES .....                              | 15 |
| BREVE HISTORIA DE LA EMPRESA.....          | 16 |
| PROBLEMA PARA RESOLVER.....                | 17 |
| OBJETIVOS.....                             | 18 |
| Objetivo general .....                     | 18 |
| Objetivos específicos .....                | 18 |
| JUSTIFICACIÓN .....                        | 19 |
| CAPITULO II MARCO TEÓRICO.....             | 20 |
| ROBOT IRB 120 DE ABB.....                  | 21 |
| CONTROLADOR IRC5 COMPACT .....             | 23 |
| FLEXPENDANT .....                          | 25 |
| CODIGO RAPID.....                          | 27 |
| TIPOS DE MOVIMIENTOS .....                 | 28 |

## TECNOLÓGICO DE ESTUDIOS SUPERIORES DE COACALCO

|                                               |    |
|-----------------------------------------------|----|
| Lineal.....                                   | 28 |
| Joint.....                                    | 29 |
| Circular .....                                | 29 |
| ESTACIONES DE TRABAJO PARA EL IRB 120 .....   | 30 |
| APLICACIONES DE LOS ROBOTS.....               | 32 |
| Soldadura.....                                | 32 |
| Manipulación de piezas .....                  | 35 |
| Aplicación de material .....                  | 36 |
| Mecanizado.....                               | 37 |
| Control de Calidad .....                      | 37 |
| SEGURIDAD .....                               | 38 |
| Normativas.....                               | 38 |
| Barreras físicas y protecciones.....          | 39 |
| GRIPPER O VENTOSA.....                        | 41 |
| Gripper.....                                  | 41 |
| Ventosa.....                                  | 41 |
| Ventajas del gripper y de la ventosa.....     | 42 |
| Desventajas del gripper y de la ventosa ..... | 43 |
| VENTOSA Y EYECTOR DE VACIO EN LÍNEA .....     | 44 |

## TECNOLÓGICO DE ESTUDIOS SUPERIORES DE COACALCO

|                                                            |     |
|------------------------------------------------------------|-----|
| COMPRESOR DE AIRE .....                                    | 46  |
| CAPITULO III DESARROLLO .....                              | 47  |
| INGENIERÍA INVERSA DE LA ESTACIÓN DE TRABAJO .....         | 48  |
| DIBUJOS Y PROPUESTAS DE PIEZAS EN SOLIDWORKS .....         | 50  |
| CONSTRUCCIÓN DE HERRAMIENTAS Y PIEZAS .....                | 61  |
| ALTA DE HERRAMIENTA EN EL SOFTWARE ROBOTSTUDIO DE ABB..... | 65  |
| Consideraciones previas: .....                             | 65  |
| Pasos .....                                                | 66  |
| CONEXIÓN DE VENTOSA A IRC5 COMPACT .....                   | 72  |
| CREACIÓN DE PUNTOS, TRAYECTORIAS Y CÓDIGO .....            | 76  |
| Consideraciones previas .....                              | 76  |
| Pasos .....                                                | 76  |
| RUTINA I RECTANGULO .....                                  | 97  |
| Pasos: .....                                               | 97  |
| CAPITULO IV RESULTADOS .....                               | 120 |
| CAPITULO V CONCLUSIONES .....                              | 124 |
| COMPETENCIAS DESARROLLADAS .....                           | 126 |
| AE2.....                                                   | 127 |
| AE6.....                                                   | 127 |
| FUENTES DE INFORMACIÓN .....                               | 128 |

## TECNOLÓGICO DE ESTUDIOS SUPERIORES DE COACALCO

|                                                  |     |
|--------------------------------------------------|-----|
| ANEXOS .....                                     | 131 |
| CODIGO 1 RECTANGULO.....                         | 132 |
| CODIGO 2 LETRAS.....                             | 136 |
| CODIGO 3 ESCALERA, MOVIMIENTO DE FIGURAS.....    | 140 |
| CODIGO 4 MOVIMIENTO DE FIGURAS 4 LOCACIONES..... | 143 |
| CODIGO 5 ORIENTACIÓN DE PIEZAS.....              | 146 |
| CODIGO 6 BOTONES.....                            | 152 |
| CODIGO 7 DOS BOTONES CUATRO TRAYECTORIAS .....   | 155 |
| CODIGO 8 RAMPA .....                             | 161 |
| CODIGO 9 PILA DE CUBOS .....                     | 163 |
| CODIGO 10 APILADO .....                          | 169 |
| PLANOS.....                                      | 173 |

## ÍNDICE DE IMÁGENES Y FIGURAS

|                                                                            |    |
|----------------------------------------------------------------------------|----|
| Ilustración 1 IRB120 .....                                                 | 21 |
| Ilustración 2 IRB 120 Ejes del manipulador .....                           | 22 |
| Ilustración 3 IRB 120 Área de trabajo sin restricciones .....              | 22 |
| Ilustración 4 IRB 120 Radio de giro del robot.....                         | 23 |
| Ilustración 5 IRC5 Compact .....                                           | 24 |
| Ilustración 6 IRC5 Compact cableado y distribución de pines.....           | 25 |
| Ilustración 7 FlexPendant .....                                            | 26 |
| Ilustración 8 FlexPendant distribución de botones .....                    | 27 |
| Ilustración 9 Estructura de código RAPID.....                              | 28 |
| Ilustración 10 Movimiento Lineal .....                                     | 28 |
| Ilustración 11 Movimiento Joint.....                                       | 29 |
| Ilustración 12 Movimiento Circular .....                                   | 29 |
| Ilustración 13 Estación de trabajo individual IRB 120 .....                | 30 |
| Ilustración 14 Estación de trabajo tipo célula IRB120.....                 | 31 |
| Ilustración 15 Soldadura por puntos .....                                  | 33 |
| Ilustración 16 Robot soldador por puntos y puntos de soldadura.....        | 34 |
| Ilustración 17 Robot de soldadura por arco Arc Mate 50 iB/L3 .....         | 34 |
| Ilustración 18 Robot Paletizador Nivel básico CHRONOS RPL-1000 SERIES..... | 35 |
| Ilustración 19 Robot aplicador de pintura .....                            | 36 |
| Ilustración 20 Gripper .....                                               | 41 |
| Ilustración 21 Ventosa.....                                                | 41 |
| Ilustración 22 Ventosa modelo ZPT20BN-B5.....                              | 44 |
| Ilustración 23 Partes de la válvula antirretorno .....                     | 45 |
| Ilustración 24 Compresor de aire modelo 5130 de la marca Lion Tools .....  | 46 |
| Ilustración 25 Toma de medidas de mesa perfiles .....                      | 48 |
| Ilustración 26 Toma de medidas tornillos de sujeción.....                  | 48 |
| Ilustración 27 Toma de medidas de ventosa .....                            | 49 |
| Ilustración 28 Toma de medidas del tornillo M5.....                        | 49 |
| Ilustración 29 Dibujo SolidWorks base de perfiles.....                     | 50 |
| Ilustración 30 Dibujo SolidWorks de acrílicos .....                        | 50 |
| Ilustración 31 Dibujo SolidWorks base de perfiles superior .....           | 51 |
| Ilustración 32 Dibujo SolidWorks base de perfiles superior vista 2 .....   | 51 |
| Ilustración 33 Dibujo SolidWorks base de soporte del IRB 120 .....         | 52 |
| Ilustración 34 Dibujo SolidWorks Ensamble .....                            | 52 |
| Ilustración 35 Dibujo SolidWorks propuesta 1.....                          | 53 |
| Ilustración 36 Dibujo SolidWorks propuesta final .....                     | 53 |
| Ilustración 37 Orificios tornillos M5 .....                                | 54 |
| Ilustración 38 Vista frontal .....                                         | 54 |
| Ilustración 39 Sujetador de ventosa pieza 2 propuesta 1.....               | 55 |
| Ilustración 40 Sujetador de ventosa pieza 2 propuesta 2.....               | 55 |
| Ilustración 41 Impresiones sujetador de ventosa, fallos.....               | 56 |
| Ilustración 42 Sujetador de ventosa pieza 2 propuesta final .....          | 57 |
| Ilustración 43 Dibujo SolidWorks Ensamble sujetador de ventosa.....        | 57 |
| Ilustración 44 Dibujo SolidWorks piezas pentágono y ovalo .....            | 58 |

## TECNOLÓGICO DE ESTUDIOS SUPERIORES DE COACALCO

|                                                                                |    |
|--------------------------------------------------------------------------------|----|
| Ilustración 45 Dibujo SolidWorks pieza cubo 50x50x50 mm .....                  | 58 |
| Ilustración 46 Dibujo SolidWorks escalera .....                                | 59 |
| Ilustración 47 Dibujo SolidWorks rampa .....                                   | 59 |
| Ilustración 48 Dibujo SolidWorks contenedor de cubos .....                     | 60 |
| Ilustración 49 Dibujo SolidWorks contenedor de figuras pentágono y ovalo ..... | 60 |
| Ilustración 50 Impresión 3D de piezas .....                                    | 61 |
| Ilustración 51 Sujetador de ventosa y ventosa montada.....                     | 61 |
| Ilustración 52 Cubos de madera en diferentes colores .....                     | 62 |
| Ilustración 53 Rampa de madera .....                                           | 62 |
| Ilustración 54 Contenedor de cubos de madera.....                              | 63 |
| Ilustración 55 Contenedor de figuras pentágono y ovalo .....                   | 63 |
| Ilustración 56 Escalera de madera.....                                         | 64 |
| Ilustración 57 Configuración de SolidWorks medidas.....                        | 65 |
| Ilustración 58 SolidWorks origen .....                                         | 66 |
| Ilustración 59 SolidWorks ventaja de guardado.....                             | 66 |
| Ilustración 60 Carga de pieza a RobotStudio.....                               | 67 |
| Ilustración 61 Pieza cargada en RobotStudio .....                              | 67 |
| Ilustración 62 Pestaña modelado .....                                          | 68 |
| Ilustración 63 Opción crear herramienta.....                                   | 68 |
| Ilustración 64 Información de herramientas (paso 1 de 2).....                  | 69 |
| Ilustración 65 Información de herramientas (paso 2 de 2).....                  | 70 |
| Ilustración 66 Información de herramienta (paso 2 de 2) verificación.....      | 70 |
| Ilustración 67 Montaje de herramienta a IRB 120 .....                          | 71 |
| Ilustración 68 Cuadro de actualizar posición.....                              | 71 |
| Ilustración 69 Herramienta montada en IRB 120.....                             | 71 |
| Ilustración 70 Entradas y Salidas IRC5 Compact.....                            | 72 |
| Ilustración 71 Conexiones de alimentación, salidas y entradas.....             | 72 |
| Ilustración 72 PLC Siemens LOGO .....                                          | 73 |
| Ilustración 73 Clemas.....                                                     | 73 |
| Ilustración 74 Conexiones de clemas a PLC.....                                 | 74 |
| Ilustración 75 Diagrama de salidas y conexiones Q1 Y Q2.....                   | 74 |
| Ilustración 76 Conexiones físicas de salidas Q1 Y Q2 .....                     | 75 |
| Ilustración 77 Vista general de conexiones de PLC a IRC5 Compact .....         | 75 |
| Ilustración 78 Pestaña Trayectorias y puntos .....                             | 76 |
| Ilustración 79 Ventana Modificar objeto de trabajo .....                       | 77 |
| Ilustración 80 Parámetros y programación de trayectorias.....                  | 77 |
| Ilustración 81 Punto inicio en objeto de trabajo wobj0.....                    | 78 |
| Ilustración 82 Opciones de puntos.....                                         | 78 |
| Ilustración 83 opción Crear punto .....                                        | 79 |
| Ilustración 84 Menú crear punto .....                                          | 79 |
| Ilustración 85 Vista parcial de punto .....                                    | 80 |
| Ilustración 86 Punto creado.....                                               | 80 |
| Ilustración 87 Pestaña Trayectorias y puntos .....                             | 81 |
| Ilustración 88 Puntos de destino .....                                         | 81 |
| Ilustración 89 Renombramiento de puntos de destino .....                       | 82 |
| Ilustración 90 Creación de trayectorias .....                                  | 82 |
| Ilustración 91 Trayectoria main.....                                           | 83 |

## TECNOLÓGICO DE ESTUDIOS SUPERIORES DE COACALCO

|                                                                              |     |
|------------------------------------------------------------------------------|-----|
| Ilustración 92 Trayectoria Path_10 .....                                     | 83  |
| Ilustración 93 Configuración de movimientos de robot.....                    | 83  |
| Ilustración 94 Selección de puntos .....                                     | 84  |
| Ilustración 95 Trayectoria Path_10 .....                                     | 84  |
| Ilustración 96 Menú de edición de movimientos .....                          | 85  |
| Ilustración 97 Menú modificar de instrucción .....                           | 86  |
| Ilustración 98 Menú edición de movimientos, opción insertar acción .....     | 87  |
| Ilustración 99 Ventana Crear instrucción de acción .....                     | 88  |
| Ilustración 100 Submenú Plantillas de instrucciones.....                     | 88  |
| Ilustración 101 Ventana Argumentos de instrucción .....                      | 89  |
| Ilustración 102 Valor Time 1.....                                            | 89  |
| Ilustración 103 Ventana WaitTime .....                                       | 89  |
| Ilustración 104 Trayectoria .....                                            | 90  |
| Ilustración 105 Simulación de trayectoria .....                              | 90  |
| Ilustración 106 Llamada de trayectoria .....                                 | 91  |
| Ilustración 107 Llamado de trayectoria .....                                 | 91  |
| Ilustración 108 Pestaña RAPID .....                                          | 91  |
| Ilustración 109 Opción Sincronizar .....                                     | 91  |
| Ilustración 110 Ventana Sincronizar con RAPID .....                          | 92  |
| Ilustración 111 Pestaña lateral Controlador .....                            | 92  |
| Ilustración 112 Vista de procedimientos en RAPID.....                        | 93  |
| Ilustración 113 Código RAPID .....                                           | 93  |
| Ilustración 114 Menú para edición de código RAPID .....                      | 94  |
| Ilustración 115 Ventaja Guardar como .....                                   | 94  |
| Ilustración 116 Parte inferior ventana Guardar como .....                    | 95  |
| Ilustración 117 Administrador de archivos de ruta de guardado de código..... | 95  |
| Ilustración 118 Código guardado .....                                        | 96  |
| Ilustración 119 RobotStudio ventana general .....                            | 97  |
| Ilustración 120 Pestaña modelado.....                                        | 97  |
| Ilustración 121 Pestaña modelado, opción solida .....                        | 97  |
| Ilustración 122 Opciones de Solidos .....                                    | 98  |
| Ilustración 123 Menú Crear Tetraedro.....                                    | 98  |
| Ilustración 124 Rectángulo en estación de trabajo .....                      | 99  |
| Ilustración 125 Adición de controlador.....                                  | 99  |
| Ilustración 126 Ventana Añadir nuevo sistema.....                            | 100 |
| Ilustración 127 Estado de controlador Reiniciando .....                      | 100 |
| Ilustración 128 Estado de controlador Iniciado .....                         | 101 |
| Ilustración 129 Programar punto .....                                        | 101 |
| Ilustración 130 Mensaje ABB RobotStudio .....                                | 102 |
| Ilustración 131 Opciones de puntos.....                                      | 102 |
| Ilustración 132 Crear punto.....                                             | 102 |
| Ilustración 133 Menú crear punto.....                                        | 103 |
| Ilustración 134 Vista preliminar de punto .....                              | 103 |
| Ilustración 135 Menú Crear punto .....                                       | 104 |
| Ilustración 136 Puntos creados .....                                         | 104 |
| Ilustración 137 Pestaña Trayectorias y puntos .....                          | 105 |
| Ilustración 138 Puntos creados .....                                         | 105 |

## TECNOLÓGICO DE ESTUDIOS SUPERIORES DE COACALCO

|                                                                                 |     |
|---------------------------------------------------------------------------------|-----|
| Ilustración 139 Puntos creados renombrados.....                                 | 106 |
| Ilustración 140 Crear trayectoria .....                                         | 106 |
| Ilustración 141 Trayectoria main .....                                          | 107 |
| Ilustración 142 Trayectoria path_10.....                                        | 107 |
| Ilustración 143 Parámetros de trayectorias .....                                | 107 |
| Ilustración 144 Selección de puntos .....                                       | 108 |
| Ilustración 145 Trayectoria .....                                               | 108 |
| Ilustración 146 Menú edición de trayectoria.....                                | 109 |
| Ilustración 147 Menú Modificar instrucción.....                                 | 110 |
| Ilustración 148 Menú de trayectoria opción insertar instrucción de acción ..... | 111 |
| Ilustración 149 Menú Crear instrucción de acción.....                           | 112 |
| Ilustración 150 Submenú plantillas de instrucciones .....                       | 112 |
| Ilustración 151 Parámetro Time .....                                            | 113 |
| Ilustración 152 Parámetro Time 1 .....                                          | 113 |
| Ilustración 153 Parámetros finales.....                                         | 113 |
| Ilustración 154 Rutina creada .....                                             | 114 |
| Ilustración 155 Rutina.....                                                     | 115 |
| Ilustración 156 Simulación de trayectoria .....                                 | 115 |
| Ilustración 157 Llamado trayectoria Path_10.....                                | 116 |
| Ilustración 158 Llama trayectoria .....                                         | 116 |
| Ilustración 159 Pestaña RAPID .....                                             | 116 |
| Ilustración 160 Opción Sincronizar .....                                        | 117 |
| Ilustración 161 Ventana Sincronizar con RAPID .....                             | 117 |
| Ilustración 162 Pestaña lateral Controlador .....                               | 118 |
| Ilustración 163 Trayectorias .....                                              | 118 |
| Ilustración 164 Código RAPID .....                                              | 119 |
| Ilustración 165 Estaciones.....                                                 | 121 |

## ÍNDICE DE TABLAS

|                                                            |    |
|------------------------------------------------------------|----|
| Tabla 1 Organigrama de la empresa .....                    | 14 |
| Tabla 2 Áreas de movimiento.....                           | 21 |
| Tabla 3 IRB 120 Radio de giro .....                        | 23 |
| Tabla 4 Tabla comparativa ventajas gripper y ventosa ..... | 42 |
| Tabla 5 Tabla de desventajas gripper y ventosa .....       | 43 |

## RESUMEN

En el laboratorio de robótica ubicado en el edificio CCAI dentro del Tecnológico de Estudios Superiores de Coacalco (TESCo) se encuentran 4 brazos robóticos (IRB120, IRB1520ID, IRB 14000 – YuMi, IRB 360 de ABB) de los cuales destaca para el presente trabajo el modelo IRB 120 el cual cuenta con una tarjeta DSQC 652, dicha tarjeta contiene un total de cuatro grupos de entradas y salidas digitales (I/O), es decir que contiene un total de 16 entradas digitales divididas en dos grupos además de 16 salidas digitales divididas en dos grupos, con lo anterior el objetivo del proyecto es habilitar las entradas y salidas digitales de este modo poder construir una estación de paletizado haciendo uso de un Controlador Lógico Programable (PLC) para accionar una electroválvula la cual se activara en un momento preciso para sujetar un objeto a través de una ventosa diseñada en el software SolidWorks para su posterior impresión.

El ABB IRB 120 es un robot articulado con 6 grados de libertad compacto y rápido que se utiliza para aplicaciones de montaje y manejo de materiales. Además, se ha utilizado en la automatización de una estación de paletizado robotizada con Siemens Logo, el cual tendrá como tarea el accionar una electroválvula la cual estará conectada a una herramienta denominada ventosa, esta se encargará de agarrar un objeto previamente definido.

# CAPITULO I GENERALIDADES DEL PROYECTO

## INTRODUCCIÓN

El robot ABB IRB 120 es un robot que cuenta con 6 grados de libertad, su diseño esta principalmente orientado para una producción flexible y compacta. Es ideal para aplicaciones de manipulación de materiales y montaje además de proporcionar una solución ágil, compacta y ligera con un control superior y una precisión de trayectoria. Tiene una carga útil de 3 kg y un alcance horizontal de 580 mm.

El robot IRB 120 se encuentra conectado a un controlador de la misma marca ABB, el IRC5 Compact el cual es una versión compacta del controlador de robots IRC5 de ABB. Ofrece las capacidades del potente controlador IRC5 en un formato compacto. Cuenta un sistema de I/O de 16 entradas y 16 salidas.

A lo largo del siguiente trabajo se llevó a cabo el diseño y desarrollo de varias estaciones de entrenamiento a escala para el robot IRB 120 con propósitos educativos; se crearon prácticas para el aprendizaje y familiarización con la operación de brazos robóticos, las diferentes prácticas de la estación de trabajo contienen diferentes niveles de complejidad los cuales ayudaran a desarrollar habilidades en la operación y programación del robot IRB120.

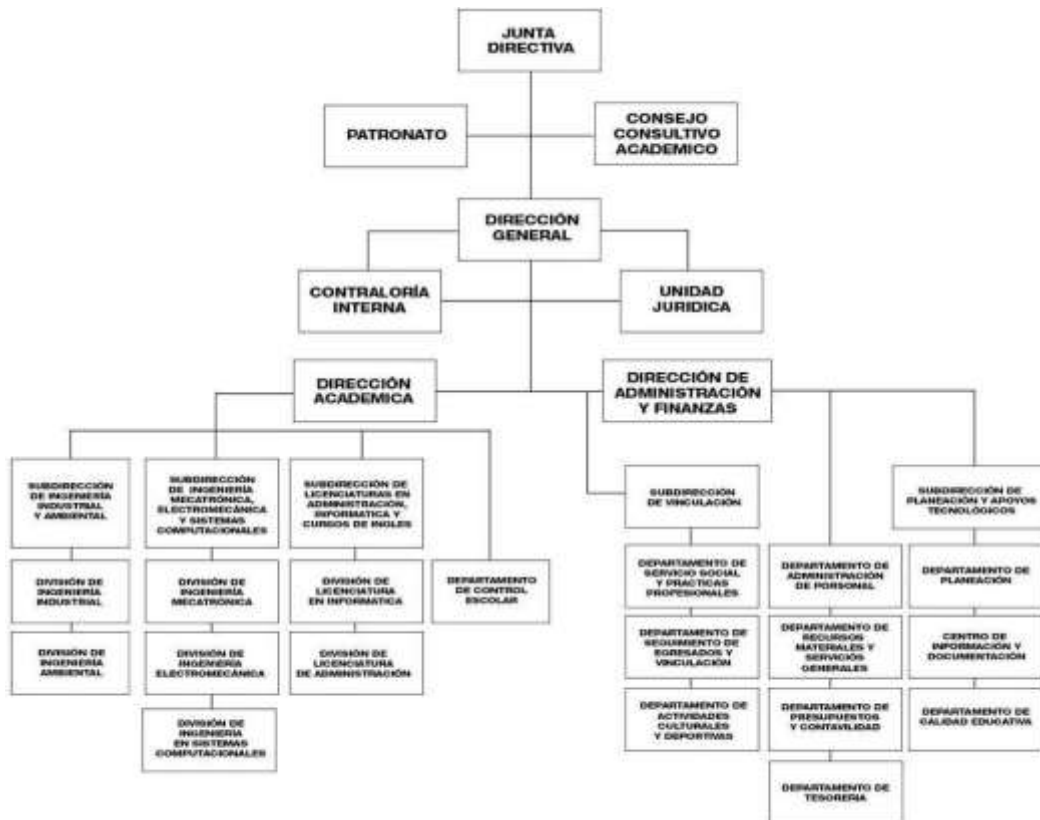
# TECNOLÓGICO DE ESTUDIOS SUPERIORES DE COACALCO

## DESCRIPCIÓN DE LA EMPRESA

Tecnológico de Estudios Superiores de Coacalco

Coacalco de Berriozábal, Estado de México

Tabla 1 Organigrama de la empresa



El TESCo se sitúa como uno de los Tecnológicos más equipados al contar con 30 Talleres y Laboratorios, además de cuatro Edificios de Aulas, dos Unidades Académicas de Talleres y Laboratorios, Unidad de Estudios de Posgrado e Investigación, Centro de Información y Documentación, Auditorio, Cafetería, Edificio de Control Escolar, dos Explanadas, dos Estacionamientos, Campo de Fútbol, Áreas Deportivas y Áreas Verdes cabe mencionar que las instalaciones albergan una Biblioteca Digital y un Centro Comunitario Digital; además el TESCo cuenta con una Incubadora de Empresas.

# TECNOLÓGICO DE ESTUDIOS SUPERIORES DE COACALCO

## MISIÓN

Es una institución pública de Educación Superior Tecnológica que forma de manera integral profesionales e investigadores, creativos e innovadores, capaces de resolver problemas de su ámbito laboral y de apoyar el desarrollo tecnológico; a través de la oferta de programas educativos de licenciaturas y posgrado reconocidos por su calidad, con un enfoque de responsabilidad social basado en valores y respeto al medio ambiente.

## VISIÓN

Consolidarse como una institución pública de Educación Superior Tecnológica que fomenta la investigación básica, aplicada y el desarrollo tecnológico vinculado con las empresas e instituciones nacionales o internacionales a través de sus alumnos, egresados, profesores e investigadores enfocados en las áreas de automatización y control, manufactura avanzada y desarrollo sustentable.

## VALORES

A fin de guiar y orientar las acciones cotidianas del personal, el TESCO define los siguientes valores institucionales:

1. **El ser humanos.** La existencia de institución justifica sólo si los resultados de sus trabajos inciden en el mejoramiento de la calidad de vida de las personas.
2. **El espíritu de servicio.** Es la actitud que debe distinguir al personal del TESCO por el profesionalismo en su desempeño.
3. **El liderazgo.** Es la capacidad que debe de caracterizar al personal del Tecnológico para integrarse en la conducción innovadora, visionaria, participativa y comprometida.

## TECNOLÓGICO DE ESTUDIOS SUPERIORES DE COACALCO

4. **El trabajo en equipo.** Es el proceso que se realiza de manera armónica, en el que las actitudes multiplican los logros en la consecución de objetivos comunes y se propicia el desarrollo de las personas.
5. **La calidad.** Es la cultura compartida por el personal del TESCo que lo motiva a transformarse de ser y hacer las cosas con los más altos estándares de servicio.

### BREVE HISTORIA DE LA EMPRESA

En 1996, la zona noreste del Estado de México en la que se sitúa el municipio de Coacalco manifestaba una considerable demanda de educación superior con la oferta existente, además, la problemática de la educación se reflejaba en la demanda no atendida, en la actualidad de la enseñanza y en la falta de vinculación entre los procesos productivos y los procesos educativos.

Considerando lo anterior y dentro del Programa para la Modernización Educativa, el 26 de agosto de 1996, el Gobierno Federal del Estado de México firmaron el Convenio para la Creación , Operación y el Apoyo Financiero del Tecnológico de Estudios Superiores de Coacalco. Con base en dicho convenio, a través del Decreto No. 158 emitido por el Ejecutivo Estatal y aprobado por la H. "LII" Legislatura del Estado de México, el 4 de septiembre de 1996 se creó el Tecnológico de Estudios Superiores de Coacalco, Organismo Público Descentralizado del Gobierno del Estado de México, con personalidad jurídica y patrimonio propio, con un presupuesto integrado por aportaciones iguales de los Gobiernos Federal y Estatal, con la atribución de impartir educación superior preponderantemente tecnológica y humanística en las áreas industrial y de servicios, así como educación de superación académica alterna y de actualización para su comunidad y de los sectores industrial y social.

## TECNOLÓGICO DE ESTUDIOS SUPERIORES DE COACALCO

### PROBLEMA PARA RESOLVER

En el Tecnológico de Estudios Superiores de Coacalco, en el Centro de Cooperación Académica (CCA) el cual fue creado en el año 2018, en este edificio se encuentra el laboratorio de robótica, en el cual en el año 2020 llegó el robot IRB 120 de ABB, dicho robot no ha podido ser utilizado para prácticas en el ámbito educativo, esto derivado principalmente de la falta de personal capacitado, así como de la ausencia de los insumos de trabajo necesarios.

Actualmente, no se cuenta suficiente personal educativo o estudiantes capacitados en la operación y programación del robot IRB 120, por ende, esto ha impedido su integración en los programas de estudio.

Además, aunque se han presentado solicitudes ante la institución para la adquisición de los diferentes insumos, la institución no ha sido capaz de adquirirlos debido a los altos costos que de estos mismos.

## OBJETIVOS

### *Objetivo general*

- Desarrollar una estación de trabajo didáctica para el robot IRB 120.

### *Objetivos específicos*

- Investigar diferentes estaciones de trabajo didácticas existentes del robot IRB 120.
- Realizar ingeniería inversa de la mesa de trabajo actual
- Diseñar una estación de trabajo didáctica.
- Construir una estación de trabajo.
- Probar el funcionamiento de la estación de trabajo.
- Desarrollar un manual introductorio sobre el uso del software Robot Studio.
- Desarrollar practicas propuestas para el aprendizaje del robot.

## JUSTIFICACIÓN

De acuerdo con el FUMEC y la Dirección General de Industria: Líneas generales para una estrategia de Fortalecimiento de la Industria Automotriz en el Estado de México (2012-2020), se estableció que en el Estado de México la industria automotriz representaba 10% del sector industrial estatal, esto colocándolo en el tercer lugar después de Coahuila (15.7%) y Puebla (14.0%), este sector se caracteriza principalmente por hacer uso de brazos robóticos los cuales desempeñan un papel importante en este sector, ya que mejoran la automatización, la calidad, la productividad, la seguridad y la flexibilidad en la fabricación de vehículos.

Las estaciones de trabajo con equipos robotizados suelen ser bastante comunes en los ámbitos industriales, esto debido a que suelen desempeñar un papel logístico fundamental al momento.

Por otro lado, a nivel educacional se busca que estos sistemas puedan ser utilizados con el propósito de que los diferentes estudiantes pongan a prueba gran parte de su formación teórica buscando resolver un problema bajo condiciones realistas además de que al momento de desarrollar una estación de trabajo, los estudiantes buscan una forma de ver en simultáneo el comportamiento de diferentes equipos como lo son robots, sensores, motores y cualquier otra herramienta que sea necesaria para llevar a cabo la tarea deseada.

Con estas estaciones se busca que los estudiantes desarrollen experiencia enfrentando diferentes desafíos además de que estos busquen una armonía entre los diferentes elementos de la estación de trabajo.

## CAPITULO II MARCO TEÓRICO

## TECNOLÓGICO DE ESTUDIOS SUPERIORES DE COACALCO

### ROBOT IRB 120 DE ABB

El robot IRB 120 (Ver Ilustración 1) es un robot fabricado por ABB, diseñado para aplicaciones de alta precisión, puede manipular objetos de hasta 3 kg de manera eficiente y segura. Esto lo hace adecuado para tareas que involucran componentes y productos de tamaño pequeño y mediano.



*Ilustración 1 IRB120*

El robot IRB 120 cuenta con 6 ejes, en la tabla siguiente se especifican los tipos y áreas de movimiento de los ejes de acuerdo con la información del fabricante.

*Tabla 2 Áreas de movimiento*

| EJE | Tipo de Movimiento      | Área de movimiento                                                                                                                                                                           |
|-----|-------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1   | Movimiento de Rotación  | De +165° a -165°                                                                                                                                                                             |
| 2   | Movimiento del brazo    | De +110° a -110°                                                                                                                                                                             |
| 3   | Movimiento del brazo    | De +70° a -110°                                                                                                                                                                              |
| 4   | Movimiento de la muñeca | De +160° a -160°                                                                                                                                                                             |
| 5   | Movimiento de doblado   | De +120° a -120°                                                                                                                                                                             |
| 6   | Movimiento de giro      | De +400° a -400° (de forma predeterminada)<br>De +242 a -242 revoluciones como máximo<br>(respecto a este último puede ampliarse mediante el cambio de valores de parámetros en el software) |

## TECNOLÓGICO DE ESTUDIOS SUPERIORES DE COACALCO

La Ilustración 2 muestra cada uno de los ejes del robot, en la misma se ve reflejado cada posible movimiento en las direcciones positivas y negativas..

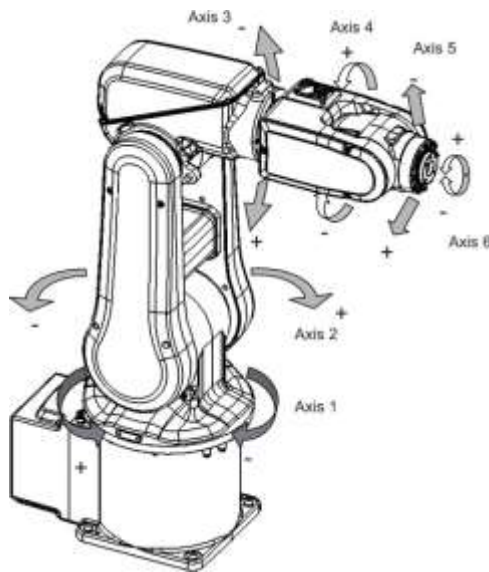


*Ilustración 2 IRB 120 Ejes del manipulador*

En su rango, el IRB 120 puede extenderse hasta 580 mm sin restricciones (Ver Ilustración 3), lo que permite el acceso a varias áreas de trabajo de la estación de trabajo y movimientos precisos en espacios reducidos.

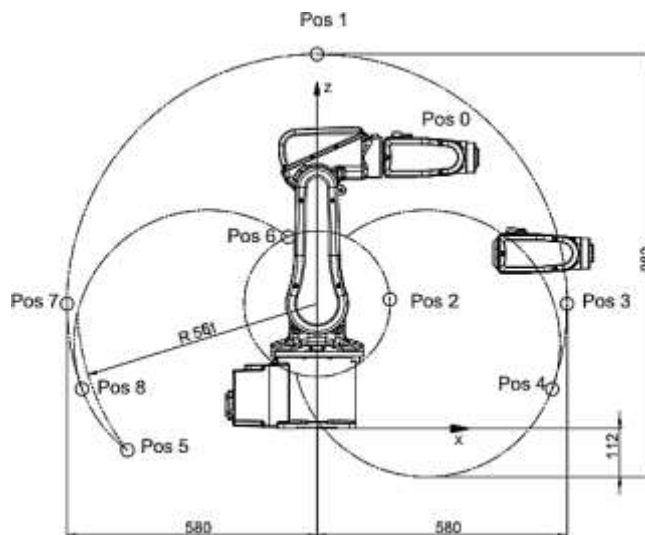


*Ilustración 3 IRB 120 Área de trabajo sin restricciones*

Además de que el IRB 120 tiene un radio de giro de 165° de giro como se muestra en la figura 4:

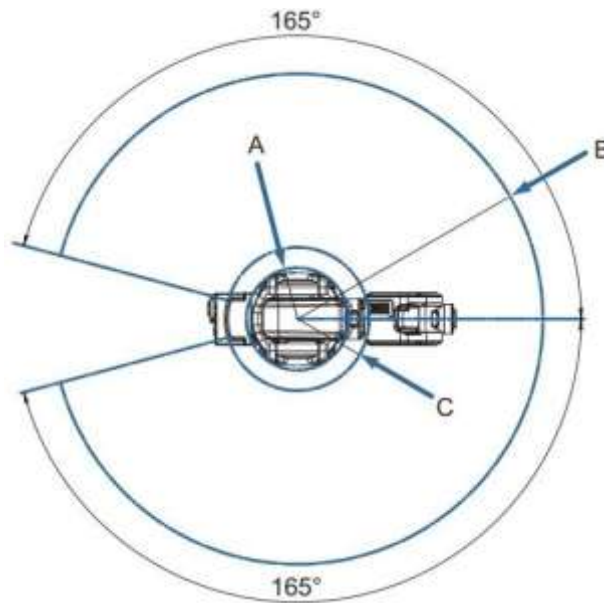


*Ilustración 4 IRB 120 Radio de giro del robot*

|         | Posición A                  | Posición B | Posición C |
|---------|-----------------------------|------------|------------|
| IRB 120 | R121 (Radio de giro mínimo) | R580       | R169.4     |

*Tabla 3 IRB 120 Radio de giro*

## CONTROLADOR IRC5 COMPACT

El robot IRB 120 se encuentra conectado a un controlador IRC5 Compact (Ver ilustración 5), este controlador es una versión compacta del IRC5, si llegara a realizar una comparación entre ambos controladores, el IRC5 Compact tiene un diseño compacto y liviano sin embargo es necesario mencionar que pesar del tamaño compacto del IRC5 Compact no se tienen problemas con el rendimiento ya que este se encuentra equipado con una unidad de tratamiento central (CPU) que puede proporcionar un rendimiento eficiente y rápido.



*Ilustración 5 IRC5 Compact*

El IRC5 Compact ofrece opciones de comunicación y conectividad compatible con los protocolos de comunicación como Ethernet/IP y Modbus TCP, para la comunicación bidireccional con otros dispositivos, como sensores, PLC y sistemas de control.

Este controlador IRC 5 Compact cuenta con un total de 16 entradas y 16 salidas digitales en una tarjeta DSQC 652, estas mismas se encuentran divididas en un total de 4 grupos "InputGroup0" e "InputGroup1" para las entradas mientras que para las salidas se encuentran definidos como "OutoutGroup0" y "OutputGroup1".

Para poder usar las E/S (Entradas y Salidas) el controlador IRC5 Compact debe de estar dada de alta y configurada la tarjeta DSQC 652 en el componente drag&bot.

Mientras que para el cableado se debe de seguir el siguiente diagrama en donde los XS12 Y XS13 hacen referencia a las entradas, mientras que los XS14 Y XS15 hacen referencia a las salidas (Ver ilustración 6).

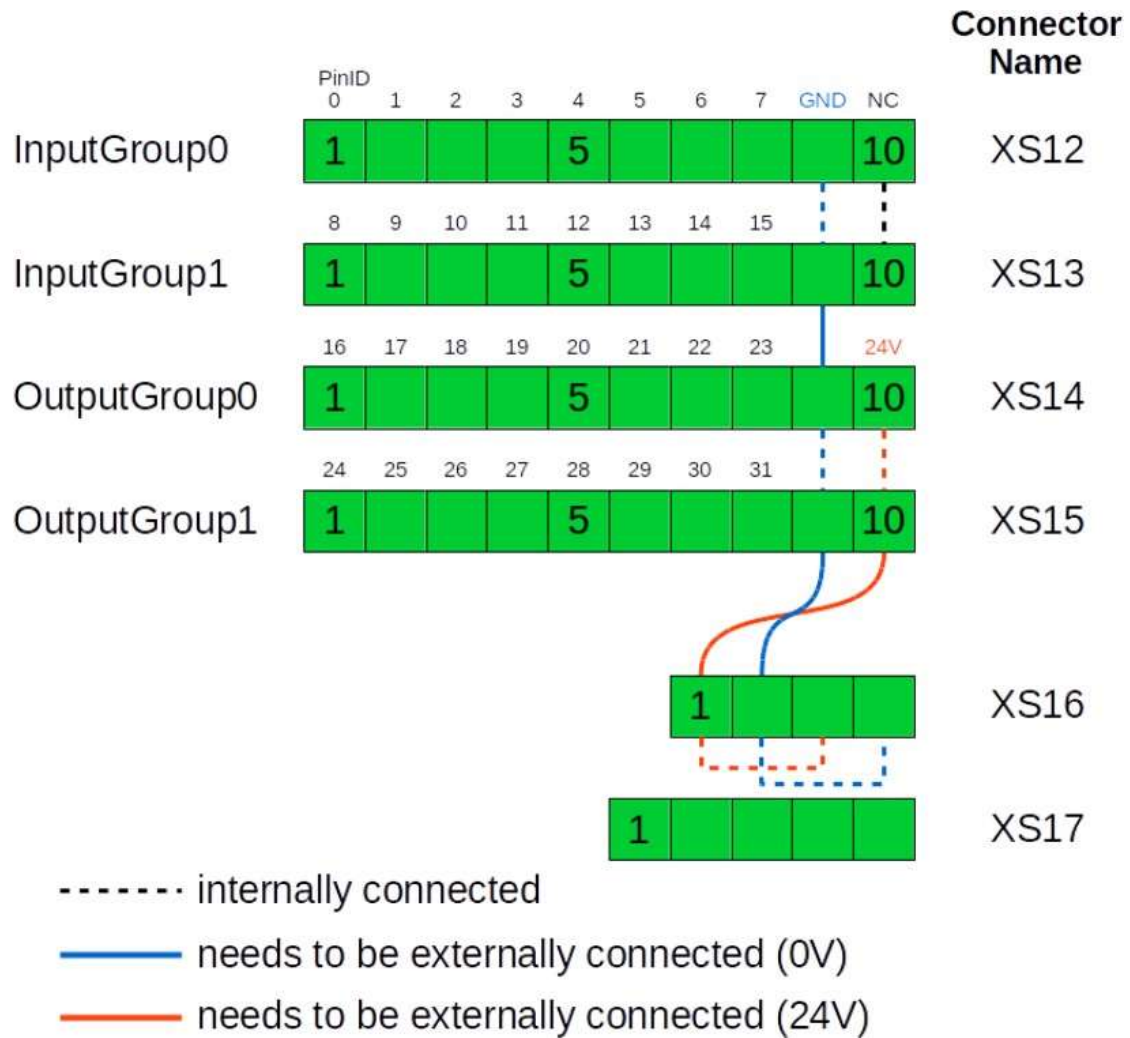


Ilustración 6 IRC5 Compact cableado y distribución de pines

Una vez realizada la parte de cableado para energizar las entradas y salidas de la tarjeta, estas mismas ya se pueden utilizar apenas se den de alta en el Flexpad del robot o en el software del robot.

## FLEXPENDANT

El FlexPendant (Ver ilustración 7) es el dispositivo utilizado para controlar y programar los diferentes robots desarrollados por ABB, estos dispositivos están diseñados para ser ergonómicos y permita al usuario supervisar la tarea que el robot este realizando de manera intuitiva y eficiente.



*Ilustración 7 FlexPendant*

Este dispositivo se conecta al controlador IRC 5 o su versión Compact, gracias a la conexión de estos dispositivos se pueden realizar diferentes acciones como:

- Visualización en tiempo real
  - Nos muestra información de la ejecución del código, los estados de las entradas y salidas, posición de los diferentes ejes, alarmas y mensajes de error.
- Programación
  - Con este dispositivo se pueden crear y editar el programa se cargue al robot.
- Almacenamiento
  - En este dispositivo se pueden almacenar y gestionar los diferentes programas, con esto solo es necesario el cargar un programa y ejecutar, esto mejora en gran medida la eficiencia con la cual se trabaja con el robot.

## TECNOLÓGICO DE ESTUDIOS SUPERIORES DE COACALCO

- Acceso remoto:
  - Es posible tener el acceso al robot y controlarlo desde otra ubicación, esto es especialmente útil para la solución de problemas.



*Ilustración 8 FlexPendant distribución de botones*

### CODIGO RAPID

El lenguaje de programación RAPID conocido así por su acrónimo en inglés “Robot Application Programming Interface Description” (Descripción de la Interfaz de Programación de Aplicaciones de Robot), es un lenguaje específico diseñado por ABB, con el objetivo de controlar los diferentes robots desarrollados por ABB.

El lenguaje RAPID se usa para programar los diferentes robots ABB en una variedad de aplicaciones tanto industriales como educativas, desde ensamblaje, soldadura manejo de materiales, paletización hasta la creación de estaciones a escala con propósitos educativos. Se caracteriza por brindar a los diferentes usuarios una flexibilidad y control sobre el comportamiento del robot, lo que permite el desarrollo de aplicaciones personalizadas adaptadas a los requisitos específicos de cada industria o aplicación.

## TECNOLÓGICO DE ESTUDIOS SUPERIORES DE COACALCO

Su estructura de programación es muy similar a la del lenguaje C, y otros tipos basados en este, los programas RAPID se organizan en jerarquías de módulos, procedimientos y subrutinas. De manera similar que otros lenguajes de programación de alto nivel, el lenguaje RAPID permite el realizar operaciones matemáticas, creación y manipulación de variables, así como el control de E/S, además debido a que este lenguaje se encuentra principalmente orientado a la manipulación del robot, cuenta con la capacidad de poder realizar comunicaciones a través de diferentes protocolos industriales como lo son PROFIBUS, Modbus, Ethernet/IP. La estructura de la línea de movimiento (Ver ilustración 9) se puede dividir en dos partes, instrucción y parámetros, está a su vez cuenta con diferentes parámetros.

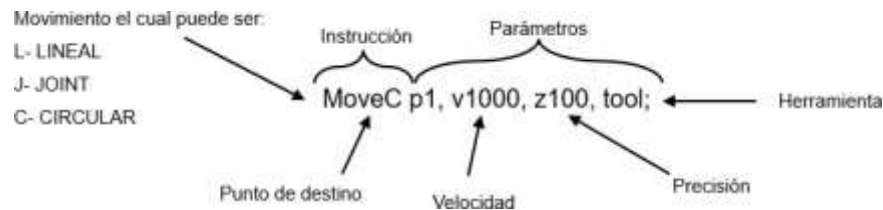


Ilustración 9 Estructura de código RAPID

### TIPOS DE MOVIMIENTOS

#### Lineal

El movimiento lineal (Ver ilustración 10) es donde el robot se mueve del punto A al punto B siguiendo una línea recta, este movimiento suele suponer un gran esfuerzo en los motores del robot ya que todos se mueven de manera simultánea .



Ilustración 10 Movimiento Lineal

### *Joint*

De acuerdo con el fabricante este movimiento también es llamado movimiento articulado (Ver ilustración 11), el cual hace referencia a que cada articulación del robot se mueve individualmente, este movimiento a diferencia del movimiento lineal no genera esfuerzo en los motores del robot y es el que se suele recomendar al momento de generar las trayectorias, dentro del software este movimiento se podrá apreciar con una línea punteada.



*Ilustración 11 Movimiento Joint*

### *Circular*

Este movimiento hace uso de dos puntos para generar una trayectoria circular, esta trayectoria circular es considerada un movimiento continuo entre los dos puntos (Ver ilustración 12).

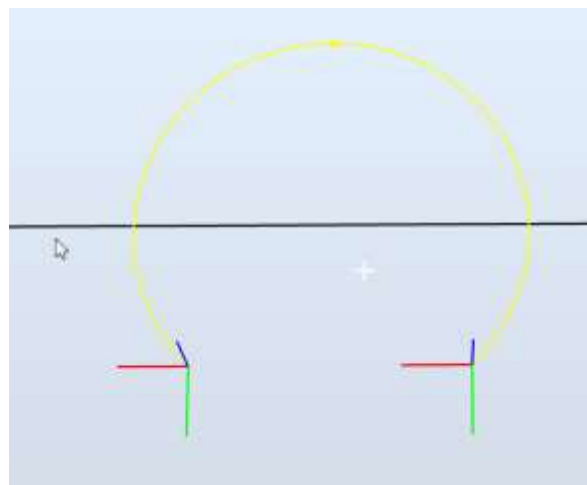


*Ilustración 12 Movimiento Circular*

## ESTACIONES DE TRABAJO PARA EL IRB 120

Al momento de realizar una estación de trabajo se debe de visualizar cuales son las necesidades específicas del proceso de fabricación junto con las tareas que deberá de realizar, existen 3 tipos de configuraciones de estaciones más comunes que sean realizado.

La primera es la estación de trabajo individual (Ver ilustración 13), la cual se caracterizará por realizar una tarea en específico, esta requiere que el robot tenga equipada una herramienta especializada para llevar acaba la tarea designada, como su nombre lo menciona esta configuración se caracteriza por no necesitar de otro tipo de equipos o herramientas para llevar a cabo su tarea designada.

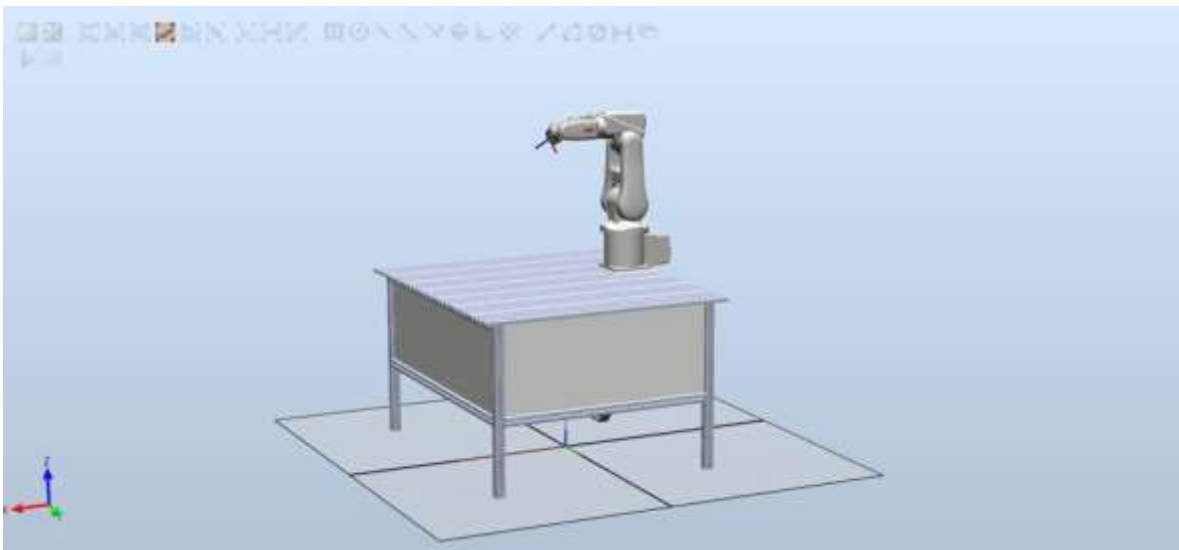


*Ilustración 13 Estación de trabajo individual IRB 120*

## TECNOLÓGICO DE ESTUDIOS SUPERIORES DE COACALCO

El segundo tipo de estación más utilizada es la de Célula (Ver ilustración 14) de producción en donde se llega a realizar una combinación de diferentes equipos, como lo son los sensores, bandas transportadoras entre otros con el objetivo de desarrollar parte o un proceso completo de fabricación.

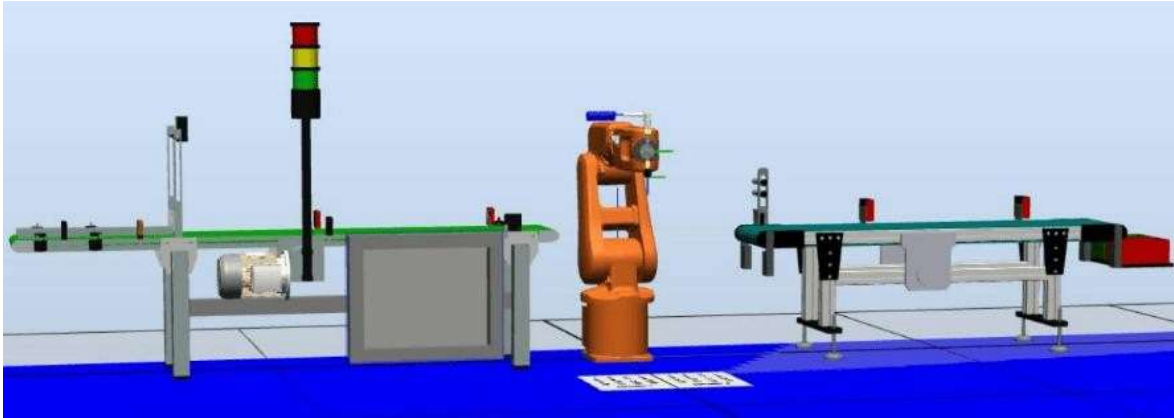


*Ilustración 14 Estación de trabajo tipo célula IRB120*

La tercera configuración consiste en una línea de producción, la cual se caracterizará por ser una configuración de varias estaciones de trabajo, en donde cada una de las estaciones de trabajo realizara una tarea específica en el proceso, todas y cada una de las estaciones de trabajo se encuentran en perfecta sincronía para mantener un flujo continuo de producción.

Al momento de realizar una configuración de una estación de trabajo se deberán de tomar los siguientes aspectos en cuenta:

- Eficiencia del flujo de trabajo
- Coordinación de operaciones
- Ergonomía
- Seguridad
- Optimización del espacio

## APLICACIONES DE LOS ROBOTS

*“En el campo industrial se pueden distinguir diez principales sectores de aplicación de la robótica:*

- Industria de la alimentación*
- Industria textil*
- Industria de la madera y el mueble*
- Industria del papel e imprenta*
- Industria química y plástica*
- Industria del vidrio y la cerámica*
- Industria metalúrgica*
- Industria de la electrónica y electricidad*
- Industria de la ingeniería del control, medida y óptica*
- Industria del automóvil*

*En lo que respecta a los tipos de aplicaciones se pueden diferenciar en cinco posibilidades:*

- Soldadura*
- Manipulación de piezas (ensamblado, carga de máquinas, paletización, ...)*
- Aplicación de material (pintura y sellado)*
- Aplicación de mecanizado (corte, rectificado, desbarbado, pulido, ...)*
- Aplicaciones de control de calidad (medición, inspección y verificación)”*

(Mellado Arteche, 2011).

### *Soldadura*

La soldadura es el proceso de unión de dos piezas a través del uso del calor buscando crear una conexión fuerte y permanente entre las piezas unidas, se pueden distinguir tres tipos de soldadura:

- Arco eléctrico
- Gas
- Láser

Sin embargo, los procesos tradicionales de soldadura no son una forma correcta de distinguirlos entre sí cuando se habla en términos de robótica, esto nos lo deja ver el autor Mellada en su libro Robótica además de hacer dos distinciones entre aplicaciones.

*“Desde el punto de vista de la robótica, la mayo distinción no corresponde al proceso propio de la soldadura, sino al control que hay que ejercer sobre la misma desde el punto de vista del robot. Por eso se pueden distinguir dos tipos de aplicaciones de soldadura, la soldadura por puntos y la soldadura continua. La diferencia fundamental entre ambas es que el primer caso se realizan soldaduras en puntos independientes, mientras que en el segundo caso se realizan soldaduras a lo largo de trayectorias continuas.”* (Mellado Arteche, 2011).

Para la soldadura por puntos es altamente utilizada principalmente debido a su eficiencia y precisión, esta hace uso de aplicación de corriente eléctrica a través de electrodos los cuales deberán de ejercer presión para unir las piezas (Ver ilustración 15).

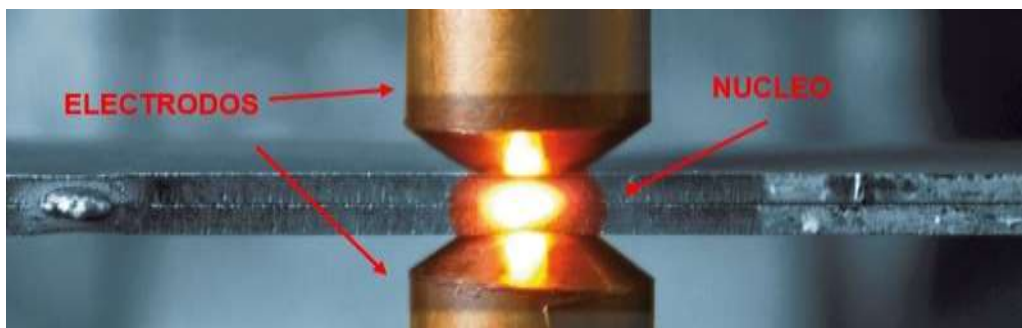


*Ilustración 15 Soldadura por puntos*

De acuerdo con Industrial Physics nos habla que los campos dominantes donde se usa este método de soldadura son la industria aeroespacial y la automovilística.

*“La soldadura por puntos es un método de unión dominante en la fabricación de automóviles y aeroespacial. Un vehículo moderno típico, por ejemplo, contiene miles de soldaduras por puntos que experimentan una serie de cargas estáticas, de impacto y de fatiga a lo largo de la vida del vehículo. La calidad de estas soldaduras*

*es intrínsecamente importante para la durabilidad y la seguridad de la estructura final del automóvil o del sector aeroespacial.” (Industrial Physiscs, 2022).*



*Ilustración 16 Robot soldador por puntos y puntos de soldadura*

Mientras que para la soldadura continua es principalmente dominada por el uso de arco eléctrico principalmente haciendo uso del gas inerte también conocido como Soldadura de arco con gas inerte o MIG (Metal Inert Gas), este proceso utiliza un electrodo consumible en forma de alambre continuo, un gas inerte y en algunos casos un gas activo para porteger la soldadura de la contaminación ambiental (Ver ilustración 17).

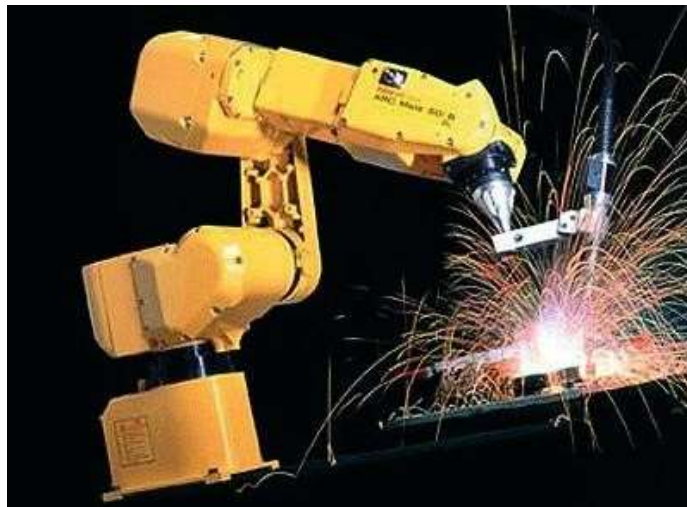


*Ilustración 17 Robot de soldadura por arco Arc Mate 50 iB/L3*

### *Manipulación de piezas*

La manipulación de piezas en el ámbito robótico se hace uso de una herramienta de sujeción (gripper o ventosa), con la cual se traslada del punto A al punto B en los escenarios menos complejos, estas manipulaciones en casos concretos se encuentran con una serie de problemas al momento de realizar el agarre de las piezas, principalmente cuando se habla de grandes pesos y tamaños, haciendo que durante la manipulación de estas se deba tomar en cuenta los posibles obstáculos del área de trabajo (Ver ilustración 18).

Dentro de la manipulación de piezas el autor Mellada distingue 3 tipos:

- Carga y descarga de maquinas
- Paletizado y embalaje
- Montaje y ensamblado



*Ilustración 18 Robot Paletizador Nivel básico CHRONOS RPL-1000 SERIES*

### *Aplicación de material*

Dentro de esta categoría tal y como el nombre lo indica hace referencia al aplicado de pintura, selladores, adhesivos, esmaltes entre otras sustancias, sin embargo, el autor Mellada en su libro Robótica, hace mención en la distinción de aplicación en material de pasta frente a la aplicación por rocío o pulverizado (Ver ilustración 19).

*“Aplicación de material de pasta, se dispone de una herramienta especial sobre la que se puede controlar el flujo de salida. Sin embargo, el caso con mayor uso de la robótica es el de la aplicación de material por pulverizado o rocío para recubrimiento de superficies con una mezcla líquida para decoración, protección o adhesivo.”(Mellado Arteché, 2011).*



*Ilustración 19 Robot aplicador de pintura*

### *Mecanizado*

Se hace referencia a los trabajos como pulido, corte, fresado, entre otros, el uso de robots en este tipo de tareas se hace con el propósito de aumentar la precisión y eficiencia de la tarea, estos procesos suelen clasificarse según su tipo de mecanizado sin embargo el autor Mellado en su libro Robótica nos indica que los métodos de mecanizado se pueden dividir en cuatro tipos cuando se habla de robots.

#### *“Mecanizado superficial*

*Se realiza un proceso sobre una superficie completa. La resolución se realiza mediante un mecanizado de una trayectoria que barre por completo la superficie a mecanizar, pero el campo de actuación de la herramienta es más amplio.*

#### *Mecanizado de trayectoria*

*Consiste en la operación sobre una pieza siguiendo una trayectoria específica. Puede ser de muchos tipos, resaltando principalmente el corte, teniendo en cuenta que los demás procesos como desbarbado o fresado en el fondo son aplicaciones de corte.*

#### *Mecanizado Puntual*

*Se debe resaltar las aplicaciones de taladros y punzado, pero raramente se utilizan robots para estos casos.*

*Otros tipos de mecanizado”* (Mellado Arteché, 2011).

### *Control de Calidad*

*“Las aplicaciones de control de calidad son de medición inspección o verificación por lo que básicamente se trata de desplazar un sensor específico cerca o en contacto con la pieza a controlar mientras que sistema de control especial se encarga de analizar los datos obtenidos por el sensor. ”* (Mellado Arteché, 2011).

## SEGURIDAD

Al momento de trabajar con equipos robotizados como el IRB 120 dentro de las estaciones de trabajo se deben de considerar aspecto que garanticen la seguridad de los operadores y el entorno de trabajo.

### *Normativas*

Con el objetivo de crear un entorno seguro para la manipulación de quipos robotizados el IRB 120 cumple con las normas internacionales a cargo de la Organización Internacional de Normalización o abreviada como ISO por sus siglas en inglés (International Organization for Standardization), las normas de seguridad son concretamente:

- ISO 10218 Robots y Dispositivos Robotizados
  - De acuerdo con el Comité de Seguridad de las máquinas en esta norma se describen los peligros básicos y las situaciones de riesgos identificados en estos sistemas y proporciona los requisitos para eliminar o reducir adecuadamente el riesgo asociado a estos peligros.
- ISO 13849 Seguridad funcional
  - En esta norma se detallan los pasos que deben de seguirse con el objetivo de evaluar y reducir los riesgos de la máquina, para eso en esta norma nos indica los 6 pasos a seguir los cuales son:
    - Paso 1 Definición y requisitos de las funciones de seguridad
    - Paso 2 Determinación del nivel de presentaciones requerido (PL)
    - Paso 3 Configuración y realización técnica de las funciones de seguridad
    - Paso 4 Determinación del nivel de prestaciones y análisis cuantitativo
    - Paso 5 Verificación
    - Paso 6 Validación

## TECNOLÓGICO DE ESTUDIOS SUPERIORES DE COACALCO

De acuerdo con el país donde este manejando el equipo robotizado este deberá de cumplir con las normas nacionales donde se encuentre, para el caso del IRB 120 del proyecto actual con ubicación en México, se deberá de cumplir con las Normas Oficiales Mexicanas, las normas a las cuales se encuentra sujeto son:

- NMX-J-813-2-ANCE-2021 Robot y Dispositivos Robóticos-Requisitos de seguridad para robots industriales-parte 2: sistemas robóticos e integración (“DOF - Diario Oficial de la Federación”)
  - Esta norma tiene detalla los diferentes peligros y las situaciones peligrosas que se identifican en estos sistemas además de proporcionar los requisitos para eliminar o reducir los riesgos que se asocian a los diferentes peligros descritos.
- NXM-J-782-ANCE-2020 Robots y dispositivos robóticos-Robots Colaborativos-requisitos de seguridad
  - Esta norma especifica los requisitos de seguridad para los sistemas robóticos industriales, colaborativos y el entorno de trabajo- (“DOF - Diario Oficial de la Federación”)
  - Aunque esta norma aplica únicamente para el área industrial los principios de seguridad que se presentan en esta norma pueden llegar a ser útiles en otras áreas de la robótica.

### *Barreras físicas y protecciones*

El uso de barreras físicas son clave para garantizar la seguridad en la estación de trabajo del robot IRB 120 esto ya que estas medidas se encargarán de prevenir accesos no autorizados o evitar colisiones mientras está en operación el robot.

Existen diferentes tipos de barreras físicas de seguridad entre ellas tenemos:

- Valla de seguridad
  - Una de las principales medidas de seguridad es el instalar una valla de seguridad alrededor de la estación de trabajo para evitar que personas no autorizadas entren en el área donde está funcionando el

## TECNOLÓGICO DE ESTUDIOS SUPERIORES DE COACALCO

robot IRB 120. Estas vallas deben ser lo suficientemente fuerte y sólidas para evitar la entrada accidental o intencionada.

- Cortina de luz
  - Una cortina de luz es un sensor óptico que emite un haz de luz en un lugar específico. Detiene automáticamente el robot si un objeto bloquea el haz. Estas cortinas de luz están ubicadas en áreas que requieren un contacto frecuente con el robot, lo que garantiza una interacción segura con el operador y mantiene la protección adecuada.
- Dispositivo de parada de emergencia
  - El dispositivo de parada de emergencia es un elemento clave para detener rápidamente el robot en caso de un accidente peligroso. Estos dispositivos deben colocarse estratégicamente en las estaciones de trabajo y ser de fácil acceso para los operadores. Cuando uno de estos dispositivos se activa, el movimiento del robot se detiene inmediatamente, evitando cualquier situación de peligro.
- Protección adicional
  - Según los requisitos de seguridad específicos de la aplicación, es posible que se requiera protección adicional.
  - Estos pueden incluir el blindaje físico de áreas peligrosas, como protectores de seguridad para partes móviles del robot, cubiertas retráctiles para herramientas o pinzas y sistemas de bloqueo para garantizar que los protectores no se puedan quitar o modificar fácilmente.

Al momento de seleccionar algún tipo de barrera física se debe de tomar muy en cuenta que esta cuente con un diseño basado en una previa evaluación de riesgos de la estación de trabajo, además de mantener estas barreras en perfectas condiciones para mantener su funcionalidad y efectividad.

## GRIPPER O VENTOSA

### *Gripper*

El gripper también conocido como pinza, es un dispositivo cuyo propósito es el agarrar un objeto, los gripper suelen ser los más utilizados en los brazos robóticos debido a la variedad de aplicaciones que pueden realizar ya que estas no solo se limitan a agarrar o sostener un objeto, sino que también pueden ensamblar objetos (Ver ilustración 20).

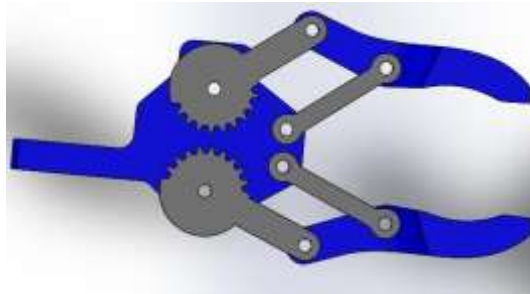


*Ilustración 20 Gripper*

### *Ventosa*

La ventosa es un dispositivo que se utiliza para sujetar objetos haciendo uso de una bomba de vacío con la cual agarrara el objeto a manipular, esta suele ser de un material de goma el cual busca crear una zona de vacío al momento de entrar en contacto con la superficie del objeto a manipular (Ver ilustración 21).



*Ilustración 21 Ventosa*

*Ventajas del gripper y de la ventosa*

En la siguiente tabla comparativa se muestran las ventajas del gripper y de la ventosa.

| GRIPPER                                                                                                                                                    | VENTOSA                                                                                                                                                                                                                                     |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Se caracteriza por ser capaz de adaptarse a objetos de tamaño pequeño, mediano y grande además de ser capaz de soportar objetos de peso elevado.           | Es capaz de adaptarse a cualquier objeto con una superficie plana gracias a que crea un sello hermético entre la ventosa y la superficie del objeto                                                                                         |
| Este puede ser diseñado con diferentes características de agarre para ayudar a que el objeto a manipular sea más seguro y estable durante su manipulación. | Debido a que utiliza la presión negativa para agarrar el objeto, se crea un agarre fuerte y confiable con el que se puede manipular el objeto.                                                                                              |
| Suelen ser los más utilizados en la industria debido a la velocidad y precisión que poseen.                                                                | Ya que la ventosa usa el vacío para agarrar el objeto, este agarre es suave por lo que es ideal para manipular objetos frágiles como vidrio, cerámica entre otros, es decir debido a que no ejerce una fuerza excesiva no dañara el objeto. |

*Tabla 4 Tabla comparativa ventajas gripper y ventosa*

*Desventajas del gripper y de la ventosa*

En la tabla siguiente se muestran las desventajas de cada uno.

| GRIPPER                                                                                                                                                                                                                 | VENTOSA                                                                                                                                                                                                                                                 |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Aunque es capaz de adaptarse a objetos de diferentes tamaños, la forma del objeto suele ser una limitante al momento de agarrar el objeto, es decir que se le suele dificultar el tomar objetos con formas irregulares. | De acuerdo con el peso del objeto a manipular en ocasiones llega a ser necesario hacer uso de más de una ventosa, esto con el objetivo de garantizar que el agarre sea el más estable posible.                                                          |
| Al momento de manipular objetos frágiles es necesario el adaptar el gripper con el propósito de no dañar el objeto en cuestión esto provocando un aumento de costo de tiempo y dinero.                                  | Debido a que utiliza el vacío para generar el agarre y el sello hermético, se debe de garantizar que la bomba de vacío, así como la manguera no contenga ningún tipo de daño o impureza que pudiera comprometer el agarre entre la ventosa y el objeto. |
| De acuerdo con el diseño del gripper en algunos casos se puede ver comprometida la fuerza de agarre, esto principalmente cuando se trata de manipular objetos con algún tipo de superficie resbaladiza.                 | Las ventosas suelen ser sensibles cuando entren en contacto con ambientes de húmedas o superficies con algún tipo de suciedad además de que la temperatura suele afectar la capacidad de agarre del sello hermético.                                    |

*Tabla 5 Tabla de desventajas gripper y ventosa*

## VENTOSA Y EYECTOR DE VACIO EN LÍNEA

Una ventosa es un dispositivo que sujeta y manipula un objeto creando un vacío parcial en su superficie. Se basa en el principio de la presión atmosférica y el efecto de succión, que se produce al excluir el aire entre la superficie de la ventosa y el objeto adsorbido. Para el desarrollo de este proyecto se hará uso de una ventosa de vacío ZOT(B) de entrada vertical (Ver ilustración 22).

- Modelo: ZPT20BN-B5
- Diámetro:20mm
- Forma de ventosa: Fuelles
- Material: NBR
- Conexión de alimentación: Rosca Hembra M5
- Conexión vertical; Sin telescopio



*Ilustración 22 Ventosa modelo ZPT20BN-B5*

Además de la ventosa también es necesario el uso de una válvula antirretorno o eyector de vacío, este es un dispositivo mecánico que utiliza los principios de la dinámica de fluidos para crear un vacío extrayendo aire y otros gases de un área definida. A diferencia de las bombas de vacío tradicionales que usan un mecanismo de desplazamiento positivo, los eyectores de vacío no tienen partes móviles y crean un vacío parcial usando una corriente de alta velocidad de aire comprimido o gas.

La válvula antirretorno utilizada en este proyecto contiene las siguientes características (Ver ilustración 23):

- Eyector de vacío en línea -90 kPa conexión 1/8" SMC
- Diámetro de boquilla: 0.5mm
- Presión máxima de vacío: -90 kPa
- Tamaño de conexión: 1/8"
- Rango de temperatura de funcionamiento: -5 a 50 °C (sin congelación)
- Fluido: Aire
- Material de tubo aplicable: FEP, PFA, nylon, nylon flexible, poliuretano
- Rango de presión de trabajo: 0.1 a 0.6 MPa
- Presión de alimentación estándar: 0.45 MPa

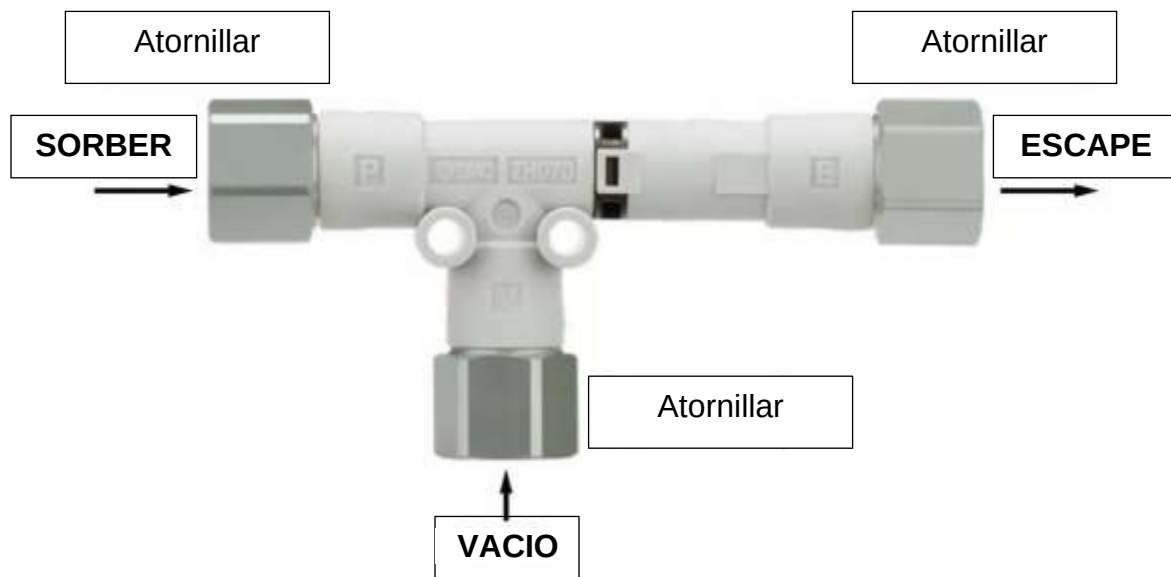


*Ilustración 23 Partes de la válvula antirretorno*

## COMPRESOR DE AIRE

Esta máquina está diseñada para tomar el aire o gas del ambiente para almacenarlo en un depósito y de este modo poder accionar herramientas neumáticas. Se utilizó un compresor de aire con las siguientes características (Ver ilustración 24):

- Marca: Lion Tools
- Modelo 5130
- Voltaje: 12 V
- Largo de la manguera: 1M
- Caudal de aire: 12 l/min
- Presión máxima: 200 psi
- Incluye manómetro



*Ilustración 24 Compresor de aire modelo 5130 de la marca Lion Tools*

## CAPITULO III DESARROLLO

## INGENIERÍA INVERSA DE LA ESTACIÓN DE TRABAJO

Para comenzar con el desarrollo del proyecto es necesario el tomar medidas para realizar su posterior dibujo en el software SolidWorks, para esto comenzaremos tomando las medidas de la mesa sobre la cual se va a encontrar soportado toda la estación (Ver ilustración 25).



*Ilustración 25 Toma de medidas de mesa perfiles*

Además de la mesa se tomaron las medidas de la base sobre la cual se encuentra soportado el robot IRB120, de esta base se tomaron en cuenta las medidas de cada una de las posiciones de los tornillos de sujeción (Ver ilustración 26).



*Ilustración 26 Toma de medidas tornillos de sujeción*

## TECNOLÓGICO DE ESTUDIOS SUPERIORES DE COACALCO

Otra de las piezas importantes a tomar en cuenta para las medidas y de las más importantes es la ventosa, esta sobre la cual se diseñará la ventosa (Ver ilustración 27).

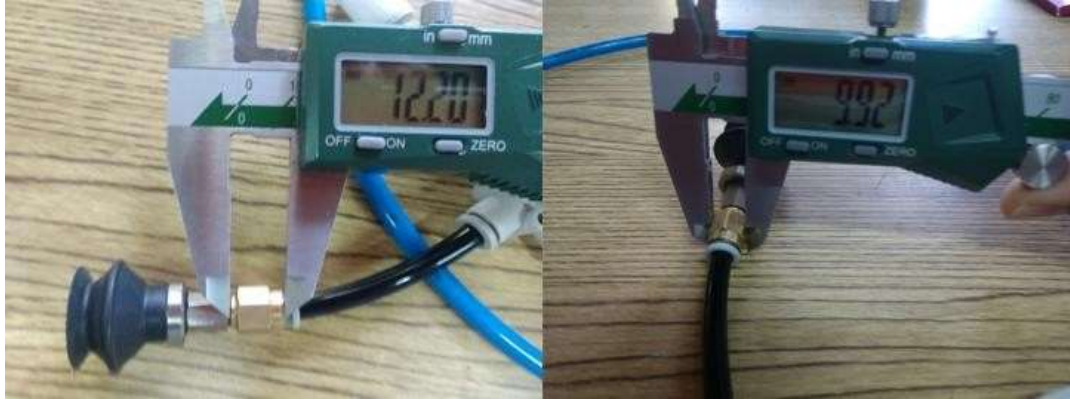


*Ilustración 27 Toma de medidas de ventosa*

Para el diseño del soporte de la ventosa que servirá de unión entre el robot IRB 120 y la ventosa es necesario el conocer las medidas de los tornillos que se encargaran de mantener fijo el soporte de la ventosa con la cabeza del eje 6 del robot (Ver ilustración 28).



*Ilustración 28 Toma de medidas del tornillo M5*

## DIBUJOS Y PROPUESTAS DE PIEZAS EN SOLIDWORKS

Ahora que se tienen las medidas de todos los objetos, podemos comenzar a dibujar los objetos en el software SolidWorks, se comenzo diseñando la mesa de perfiles (Ver ilustración 29).

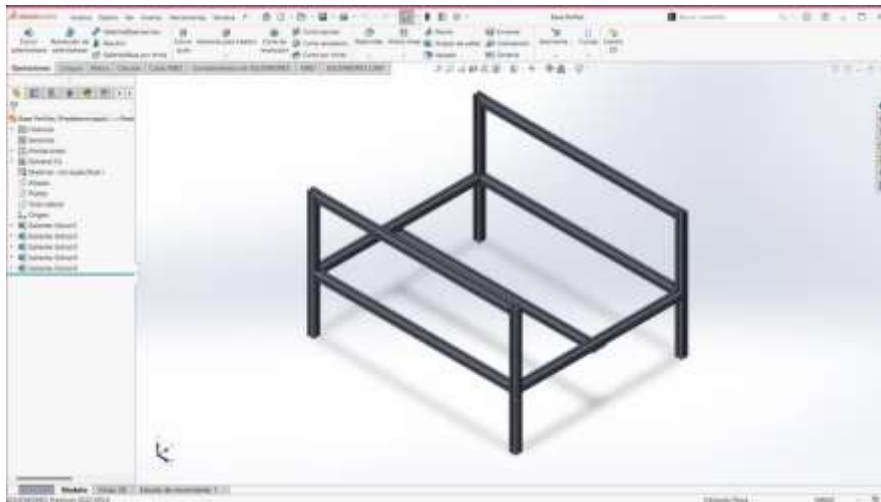


*Ilustración 29 Dibujo SolidWorks base de perfiles*

Ya que se tiene dibujada la mesa de perfiles también se dibujó cada uno de los 3 acrílicos los cuales sirven para cubrir la parte baja de la mesa, los laterales y el frente de la misma base de perfiles (Ver ilustración 30).

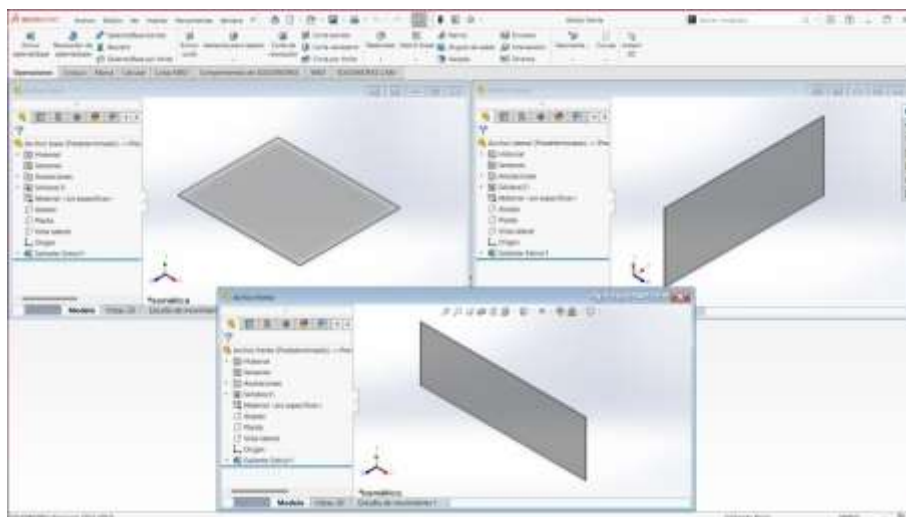


*Ilustración 30 Dibujo SolidWorks de acrílicos*

## TECNOLÓGICO DE ESTUDIOS SUPERIORES DE COACALCO

Para la parte faltante de la mesa, se dibujó una de las partes para después realizar una matriz de operaciones y de este modo completar el diseño de la parte superior (Ver ilustración 31).

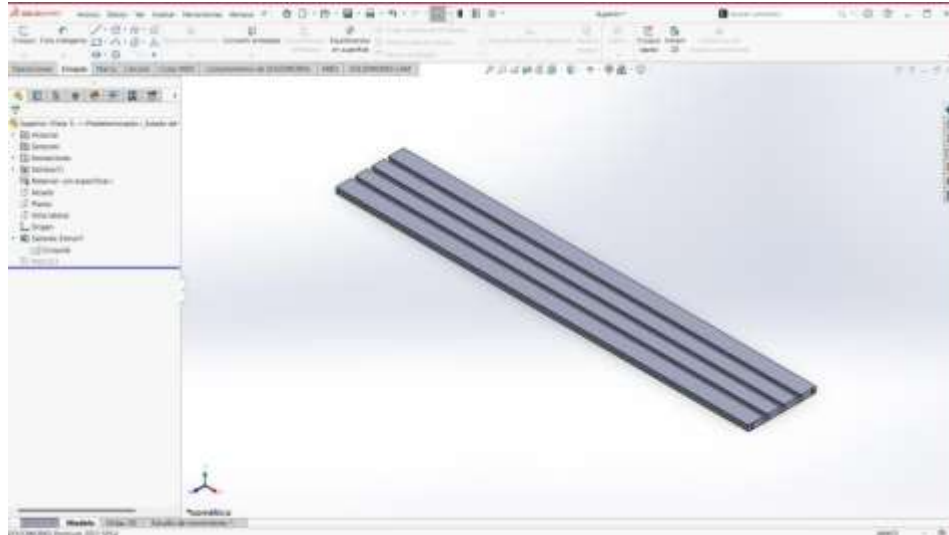


*Ilustración 31 Dibujo SolidWorks base de perfiles superior*

Una vez que se dibujó una de las piezas el resto de la parte faltante como se mencionó se realizó con una matriz de operaciones y de este modo se completó el diseño de la parte superior (Ver ilustración 32).

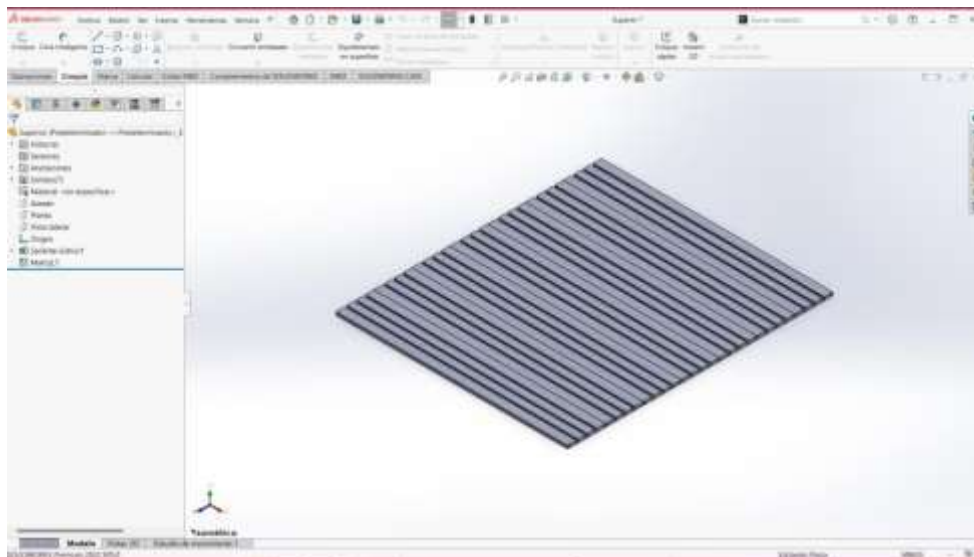


*Ilustración 32 Dibujo SolidWorks base de perfiles superior vista 2*

## TECNOLÓGICO DE ESTUDIOS SUPERIORES DE COACALCO

Con las piezas completas que conforman la mesa se puede comenzar a dibujar el soporte sobre el cual se encuentra unido el robot IRB 120 con la mesa (Ver ilustración 33).

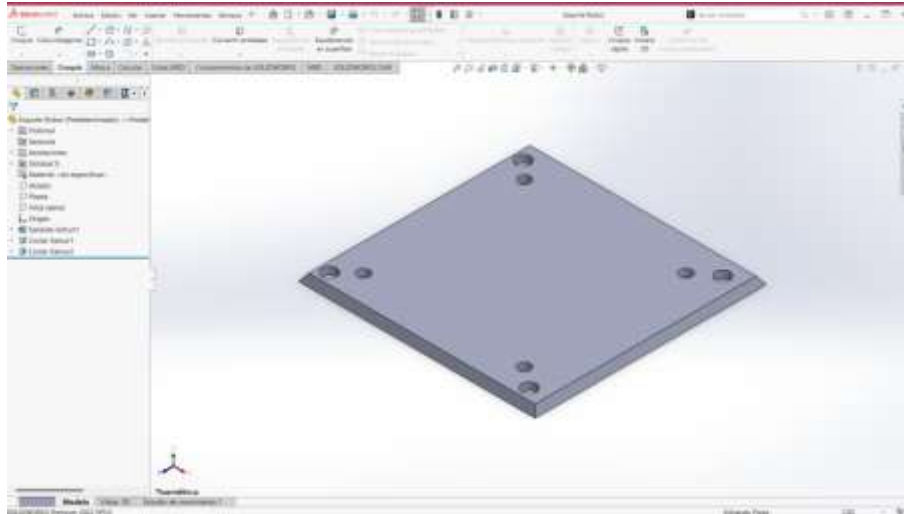


*Ilustración 33 Dibujo SolidWorks base de soporte del IRB 120*

Para el dibujo de esta pieza en concreto, se utilizó el apoyo del manual del robot IRB 120 para tener la referencia de la posición de los orificios internos.

Una vez que se completaron los dibujos de todas las piezas se procedió a realizar el ensamble de todos los elementos.(Ver ilustración 34).

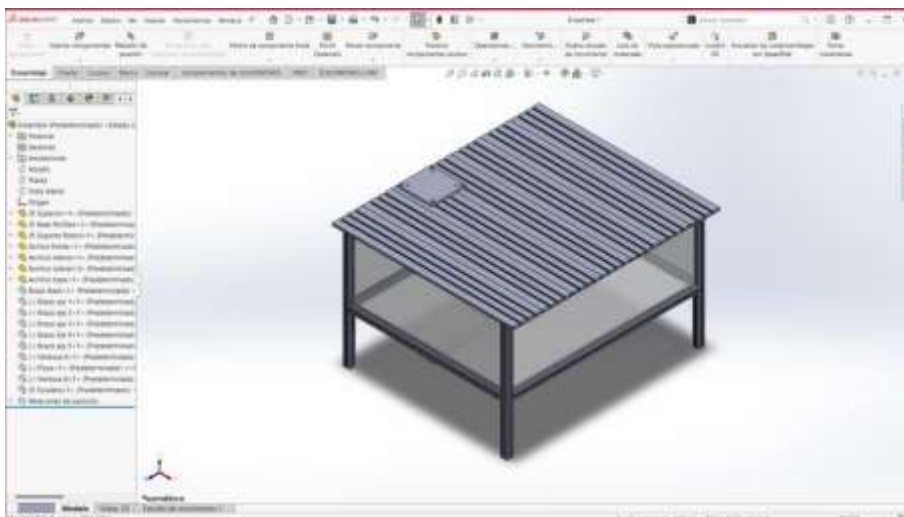


*Ilustración 34 Dibujo SolidWorks Ensamble*

## TECNOLÓGICO DE ESTUDIOS SUPERIORES DE COACALCO

Para el diseño de la pieza del soporte que servirá de unión entre el robot IRB 120 y la ventosa se comenzó realizando una propuesta que tuvo un error de diseño el cual consistió en la ruptura de la pieza durante su impresión en 3D (Ver ilustración 35).

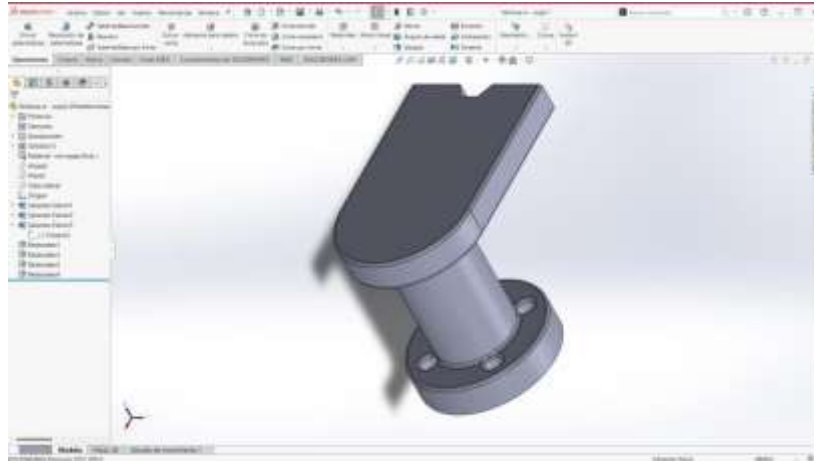


*Ilustración 35 Dibujo SolidWorks propuesta 1*

Debido a esto se realizó una segunda propuesta de diseño, la cual cambio completamente la parte de fijación de la pieza, es necesario el mencionar que tanto en la primera propuesta como en la segunda el soporte se encuentra dividido en dos partes y los cambios solo se realizaron en la parte principal del cuerpo del soporte (Ver ilustración 36).

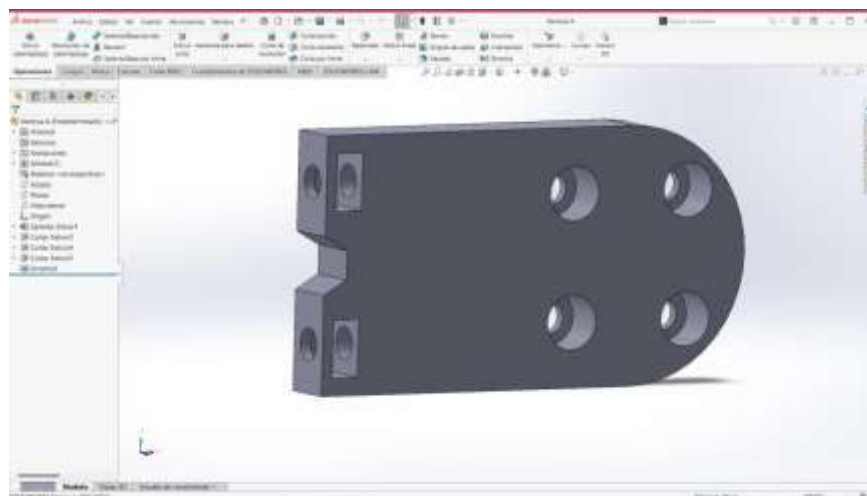


*Ilustración 36 Dibujo SolidWorks propuesta final*

Como se puede apreciar en la imagen, se pueden apreciar un total de cuatro orificios los cuales tienen como objetivo el ser utilizado para colocar los tornillos M5 que servirán para fijar la parte del soporte al eje 6 del robot (Ver ilustración 37).

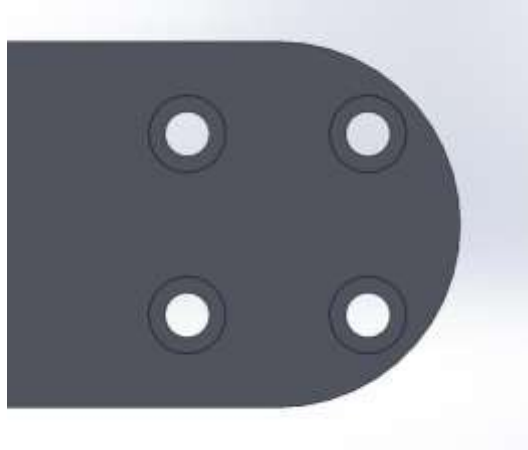


*Ilustración 37 Orificios tornillos M5*

Además, en la parte frontal de la pieza se pueden apreciar dos rectángulos los cuales tienen el objetivo de permitir la entrada de dos tuercas las cuales se encargaran de fijar la segunda parte del sujetador de la ventosa, mientras que la parte hexagonal es el lugar donde se pondrá la ventosa (Ver ilustración 38).

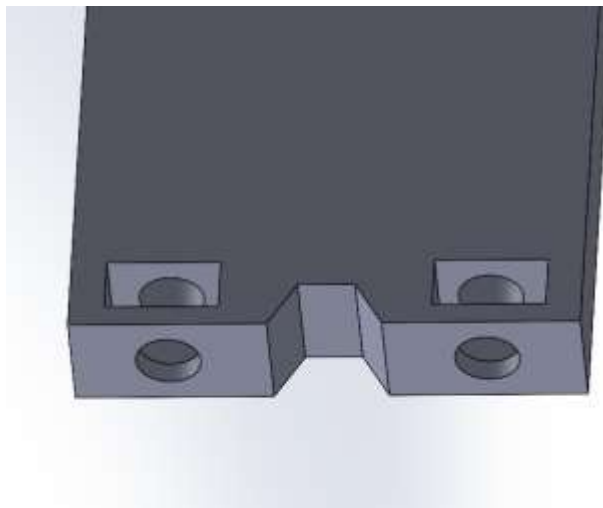


*Ilustración 38 Vista frontal*

## TECNOLÓGICO DE ESTUDIOS SUPERIORES DE COACALCO

Para la segunda parte del sujetador la propuesta inicial consistió en realizar una pieza sencilla con el objetivo de sujetar la ventosa esta pieza solo contaría con dos orificios para la entrada de los tornillos además del hexágono para permitir la entrada de la ventosa (Ver ilustración 39).

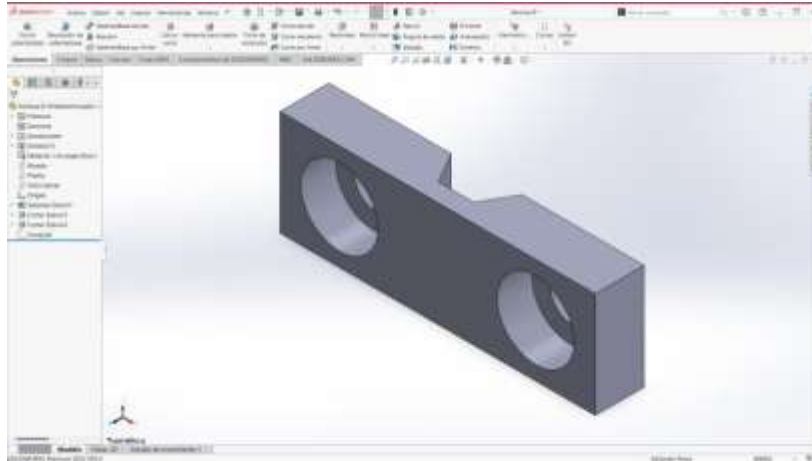


*Ilustración 39 Sujetador de ventosa pieza 2 propuesta 1*

La propuesta inicial sufrió un cambio en la parte central debido al poco espesor con el que contaría haría que la pieza sufriera alguna fractura debido a su poca resistencia, por lo que la solución consistió en aumentar el espesor en 7 mm (Ver ilustración 40).

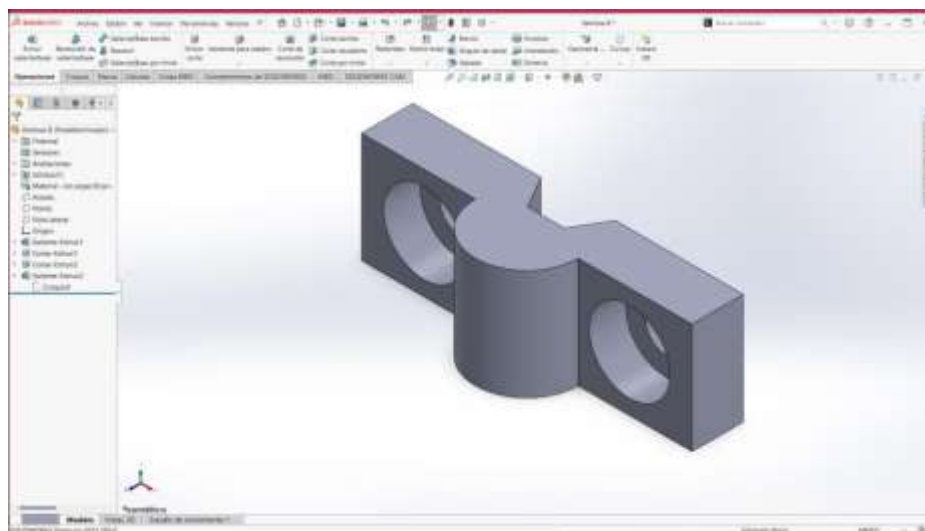


*Ilustración 40 Sujetador de ventosa pieza 2 propuesta 2*

## TECNOLÓGICO DE ESTUDIOS SUPERIORES DE COACALCO

Tras haber realizado los ajustes pertinentes estas correcciones a la pieza se procedieron a realizar una nueva impresión de las piezas, durante esta parte de impresión del proyecto se realizó la impresión de la pieza un total de cuatro veces adicionales, esto derivado de que al momento de realizar la impresión las medidas no coincidían con los diferentes componentes que se le adaptarían por lo que fue necesario el repetir la impresión con las correcciones a las medidas

En la imagen siguiente se puede apreciar las diferentes impresiones previas que se realizaron, entre los errores se puede apreciar la rotura de las piezas. Así como la localización de los orificios de sujeción (Ver ilustración 41).



*Ilustración 41 Impresiones sujetador de ventosa, fallos*

## TECNOLÓGICO DE ESTUDIOS SUPERIORES DE COACALCO

Durante las correcciones realizadas la parte del cuerpo principal del soporte de la ventosa no sufrió cambios en su forma, solo en las medidas por lo que se siguió viendo de la misma forma.

Por otro lado, la segunda parte del sujetador sufrió diferentes cambios con el propósito de hacer que las medidas coincidieran y se evitaran partes de debilidad en la pieza sobre la que pudiera sufrir algún tipo de fractura (Ver ilustración 42).

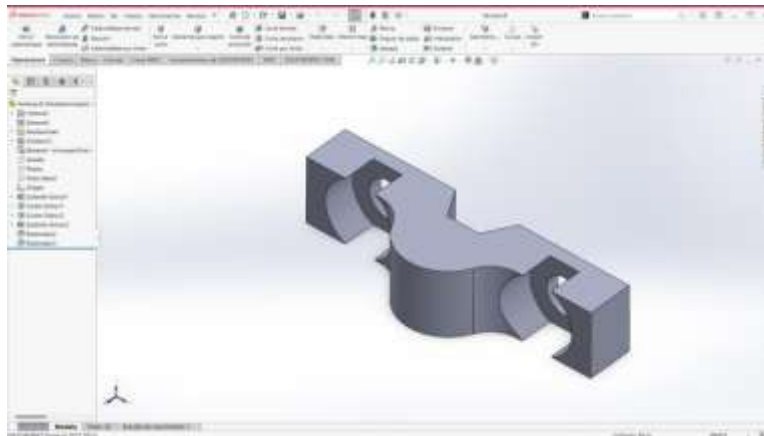


*Ilustración 42 Sujetador de ventosa pieza 2 propuesta final*

Tras realizar todas las correcciones y ajustar el diseño de la propuesta se puede visualizar en la siguiente imagen como quedara el modelo final del soporte de la ventosa (Ver ilustración 43).

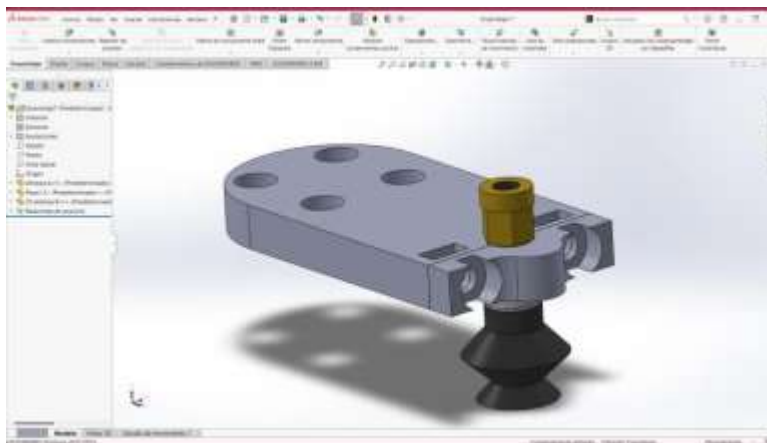


*Ilustración 43 Dibujo SolidWorks Ensamble sujetador de ventosa*

## TECNOLÓGICO DE ESTUDIOS SUPERIORES DE COACALCO

Además de realizar el diseño de la ventosa, se necesita dibujar las piezas que la ventosa manipulara dentro de la rutina, para esto se tomaron medidas de cada una de las figuras, para este caso fueron dos, un pentágono y un ovalo (Ver ilustración 44).

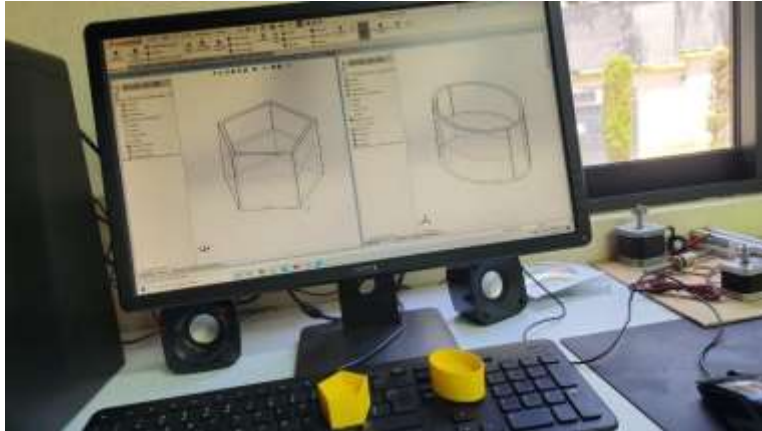


*Ilustración 44 Dibujo SolidWorks piezas pentágono y ovalo*

Dentro de las propuestas de los complementos de la estación está el uso de cubos, para el desarrollo de prácticas con este, el cubo propuesto se realizará de madera, este se encuentra unido por una serie de pestañas que facilitaran su armado, el cubo se diseñó para que tuviera medidas de 50x50x50 milímetros (Ver ilustración 45).

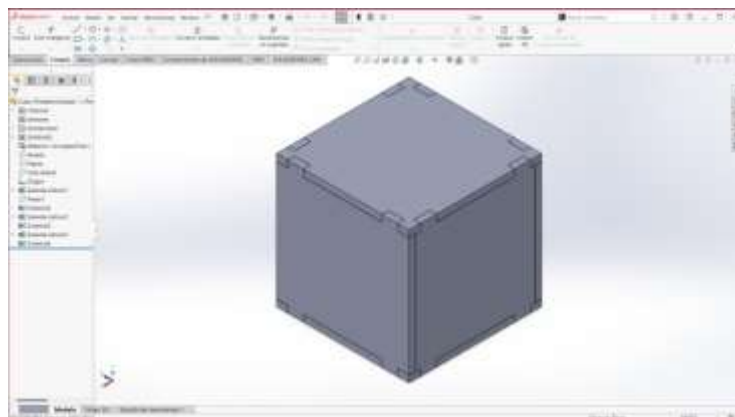


*Ilustración 45 Dibujo SolidWorks pieza cubo 50x50x50 mm*

## TECNOLÓGICO DE ESTUDIOS SUPERIORES DE COACALCO

Se propuso el diseño de una escalera, el propósito de esta es calera es el desarrollar una práctica donde se deberá de subir una pieza a través de cada escalón, la escalera consta con un total de 4 niveles, su diseño está pensado para ser realizada en madera por lo que cuenta con pestañas que servirán de unión (Ver ilustración 46).

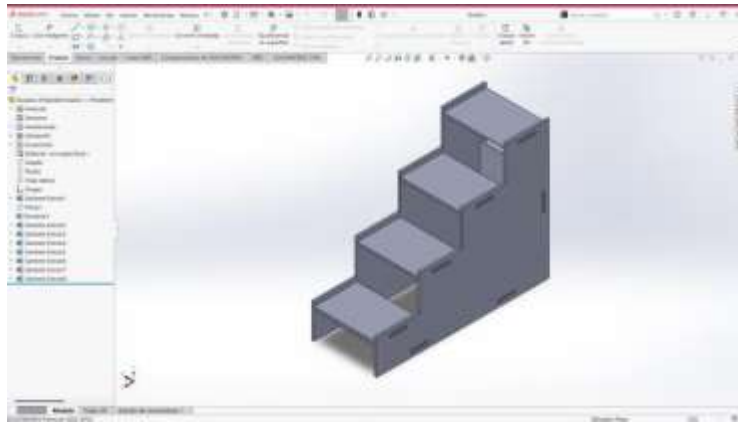


*Ilustración 46 Dibujo SolidWorks escalera*

Además de la escalera se realizó el diseño de una rampa, con un ángulo de  $43.78^\circ$ , el propósito de esta rampa es generar una práctica donde se tenga que buscar el mover el IRB 120 para tomar una pieza en un ángulo y altura diferente, la rampa tendrá capacidad para un total de 5 cubos, además en la parte lateral se tiene un espacio para poder colocar un sensor de presencias (Ver ilustración 47).

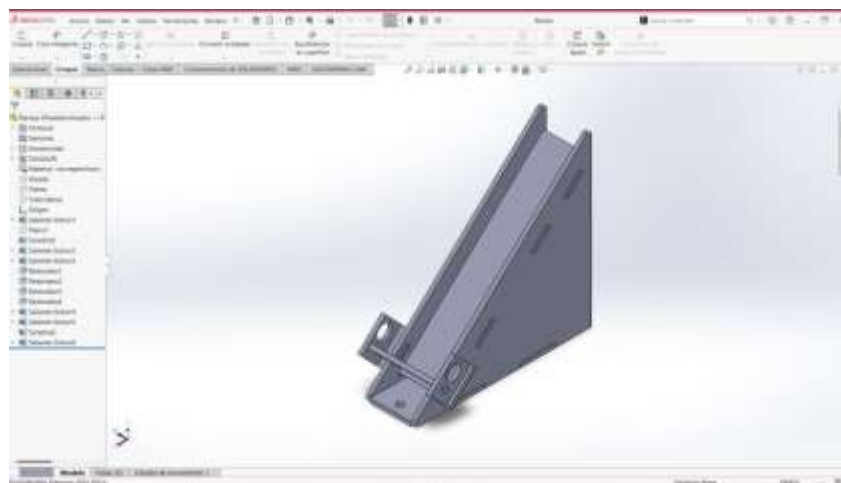


*Ilustración 47 Dibujo SolidWorks rampa*

## TECNOLÓGICO DE ESTUDIOS SUPERIORES DE COACALCO

Se propuso el diseño de una caja contenedora de cubos, cuyo propósito es generar una práctica en donde al tomar un cubo el IRB 120 se deberá de poner en posición para dejar caer los cubos y estos se apilen dentro de la caja contenedora (Ver ilustración 48).

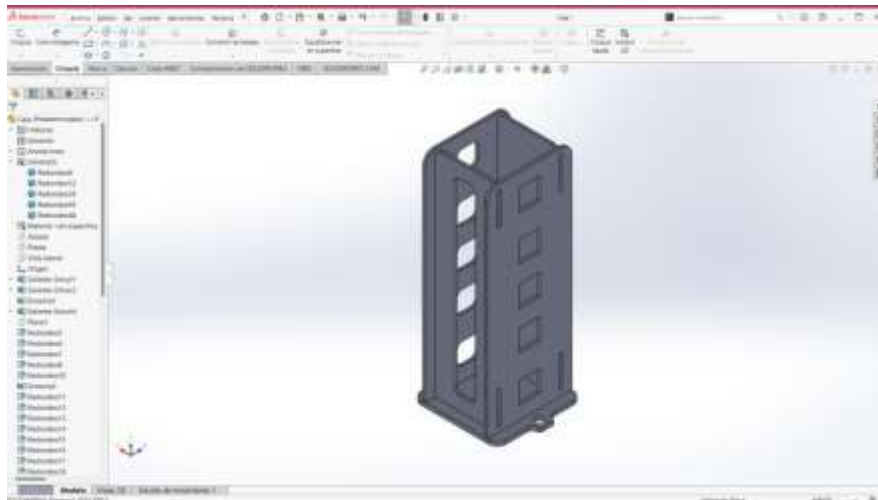


*Ilustración 48 Dibujo SolidWorks contenedor de cubos*

En el caso del pentágono y el óvalo se diseñó una caja contenedora para estas dos figuras, cada una tendrán su propio espacio designado, el círculo será el espacio para el depósito del pentágono mientras que el espació restante será para el depósito del óvalo (Ver ilustración 49).

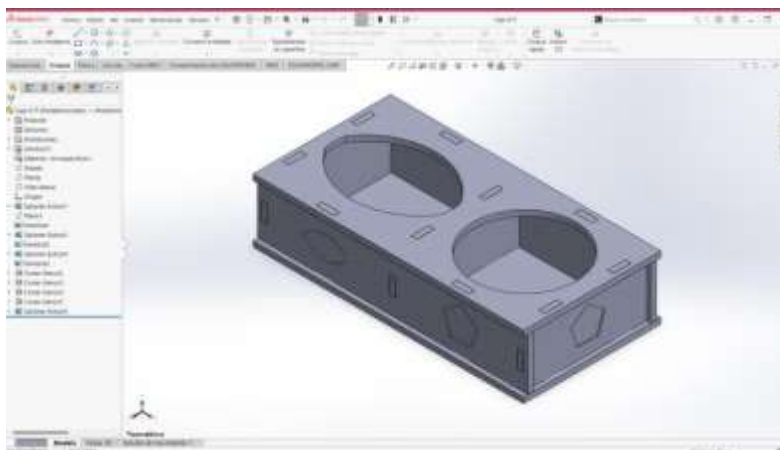


*Ilustración 49 Dibujo SolidWorks contenedor de figuras pentágono y ovalo*

## CONSTRUCCIÓN DE HERRAMIENTAS Y PIEZAS.

Tras haber verificado que las medidas fueran las correctas se puede comenzar a realizar la impresión en 3D de esta pieza (Ver ilustración 50).



*Ilustración 50 Impresión 3D de piezas*

Tras finalizar el proceso de impresión de la pieza se procedió a realizar el montaje de las piezas junto con la ventosa, esto con el propósito de verificar que esta herramienta quedara en las mejores condiciones posibles (Ver ilustración 51).



*Ilustración 51 Sujetador de ventosa y ventosa montada*

## TECNOLÓGICO DE ESTUDIOS SUPERIORES DE COACALCO

Se construyeron y pintaron un total de cinco cubos, dos rosas, dos rojos y uno negro, si utilizaron tres colores diferentes con el propósito de verificar si la ventosa es capaz de agarrarlos a todos por igual (Ver ilustración 52).



*Ilustración 52 Cubos de madera en diferentes colores*

Se realizo el ensamble de la rampa además de colocarle tronillos, rondana y su respectiva turca con la que se fijara a la mesa de la estación de trabajo (Ver ilustración 53).



*Ilustración 53 Rampa de madera*

## TECNOLÓGICO DE ESTUDIOS SUPERIORES DE COACALCO

En el caso de la caja contenedora, cuando se terminó el ensamble de esta se colocaron los respectivos tornillos para ser fijada a la mesa de la estación de trabajo del IRB 120 (Ver ilustración 54).



*Ilustración 54 Contenedor de cubos de madera*

Para la caja contenedora del pentágono y óvalo, se ensamblaron un total de tres cajas (Ver ilustración 55).



*Ilustración 55 Contenedor de figuras pentágono y ovalo*

## TECNOLÓGICO DE ESTUDIOS SUPERIORES DE COACALCO

La escalera fue construida en madera con sus respectivos cuatro niveles, , el espacio entre los escalones es el suficiente para la colocación del óvalo y el pentágono, la escalera no cuenta con ningún tipo de espacio para la fijación de esta a la mesa, esto derivado a que el movimiento de esta es casi nulo cuando se interactúa con el IRB 120 (Ver ilustración 56).



*Ilustración 56 Escalera de madera*

Todas las piezas cuentan con sus respectivos planos los cuales se encuentran adjuntos en la parte anexos.

## ALTA DE HERRAMIENTA EN EL SOFTWARE ROBOTSTUDIO DE ABB

### *Consideraciones previas:*

Antes de dar de alta una herramienta se debe de asegurar que el SolidWorks este la configuración de medidas en milímetros, esto lo podemos verificar en la esquina inferior del software (Ver ilustración 57).

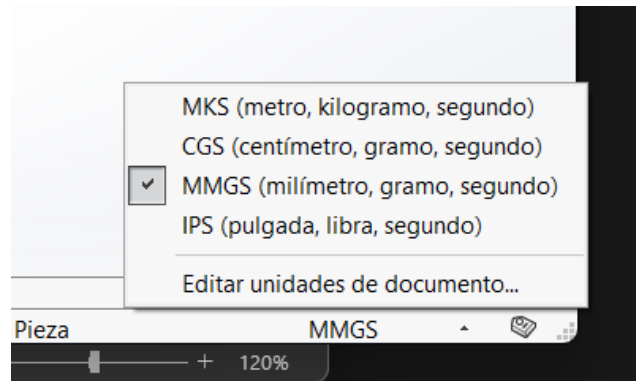


*Ilustración 57 Configuración de SolidWorks medidas*

Esto es importante ya que, si se llega a exportar una herramienta en cualquier otro tipo de unidades diferentes a los milímetros, el software no hará la conversión, ejemplo si se exporta una herramienta como 2.5 centímetros, el software RobotStudio tomará la medida como 2.5 milímetros.

Otra configuración necesaria que se debe de tomar en cuenta ante de comenzar a exportar una herramienta en el software RobotStudio es respecto al “0” o “origen” dentro de SolidWorks, ya que el RobotStudio toma como origen el mismo origen como SolidWorks.

## TECNOLÓGICO DE ESTUDIOS SUPERIORES DE COACALCO

Al momento de realizar el diseño o ensamble en SolidWorks se debe tomar que todo se realice en base al 0 mejor conocido como origen y se tomen medidas positivas ya que si se llegaran a tener coordenadas negativas la pieza puede ubicarse en zonas fuera del área de trabajo en SolidWorks (Ver ilustración 58).

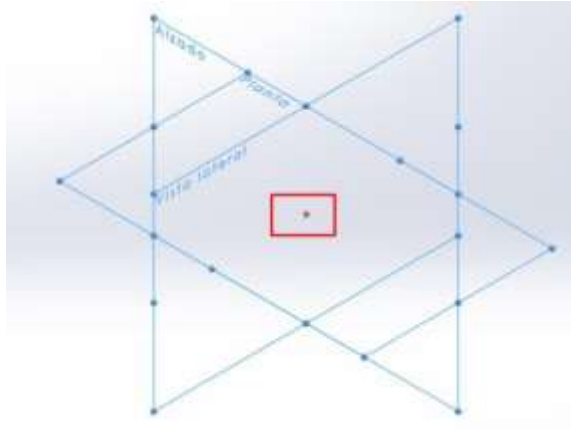


Ilustración 58 SolidWorks origen

### Pasos

Paso 1: Una vez que se tiene en el software SolidWorks la pieza o ensamble que se a dar de alta en el software RobotStudio, debemos de guardarla con el formato ACIS con extensión “.sat” (Ver ilustración 59).

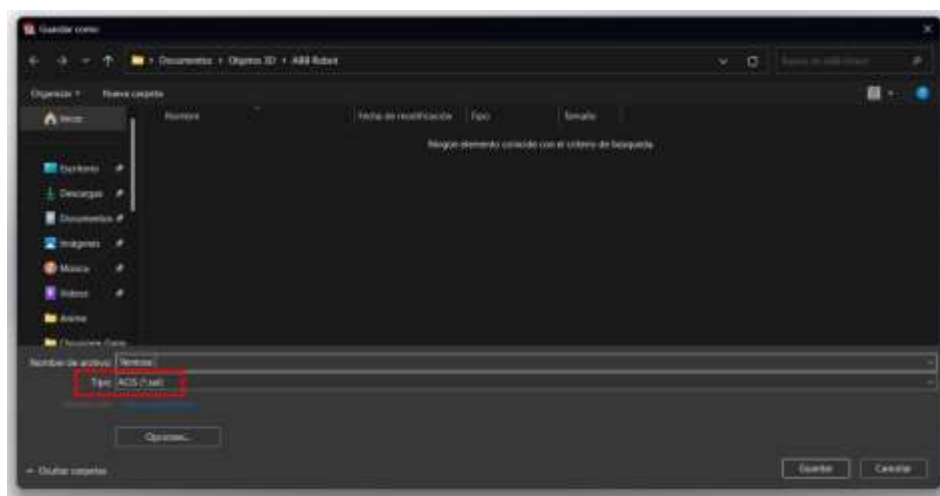


Ilustración 59 SolidWorks ventana de guardado

## TECNOLÓGICO DE ESTUDIOS SUPERIORES DE COACALCO

Paso 2: Cuando la pieza se encuentre guardada con el nombre que se desee, se debe de exportar la pieza al software RobotStudio, para esto basta con tomar la pieza en el formato .sat y arrastrarla al área de trabajo del RobotStudio asegurándose de que esta sea soltada fuera del área de trabajo para garantizar que el software la posicione en el origen (Ver ilustración 60).

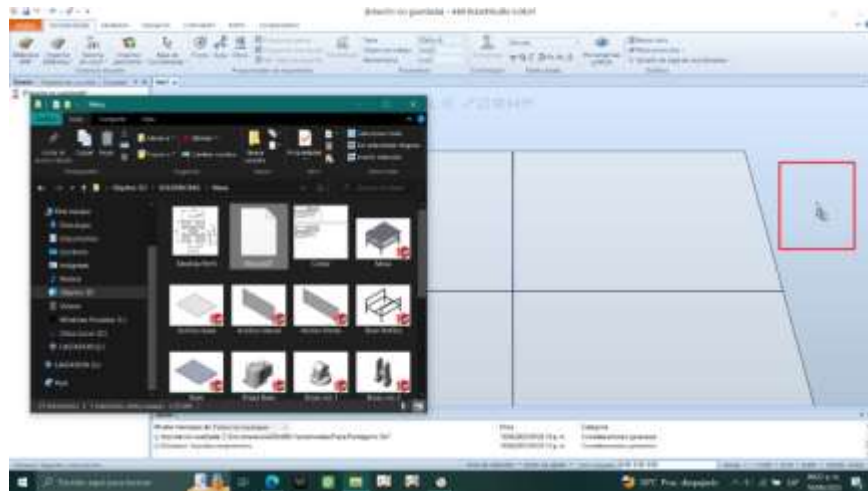


*Ilustración 60 Carga de pieza a RobotStudio*

Paso 3: En este se debe de asegurar que la pieza se encuentre orientada y alineada de manera correcta con el origen del software, en caso contrario se deberá de repetir el proceso hasta que la orientación y el origen sean los correctos (Ver ilustración 61).

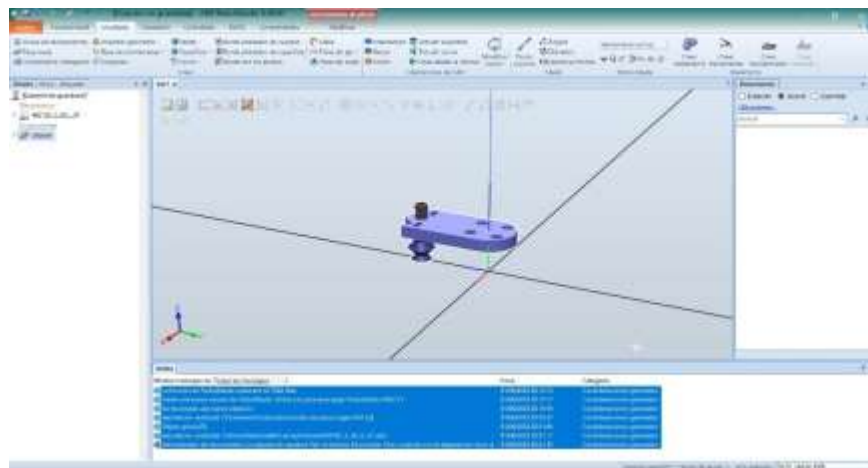


*Ilustración 61 Pieza cargada en RobotStudio*

## TECNOLÓGICO DE ESTUDIOS SUPERIORES DE COACALCO

Antes de proseguir con los pasos siguientes se debe tener en cuenta la posición de cual será centro de la pieza ya que es diferente el centro de la pieza y el centro de referencia de movimiento de la pieza, este centro suele ser la principal con la que interactuara nuestra herramienta con los objetos y este es sumamente importante.

Otros datos opcionales que se pudieran llegar a requerir, pero nos son obligatorios son el peso de la herramienta en kilogramos, así como la posición de su centro de gravedad y su momento de inercia.

Paso 4: Dentro de las pestañas superiores del software se debe de buscar la opción de modelado (Ver ilustración 62).

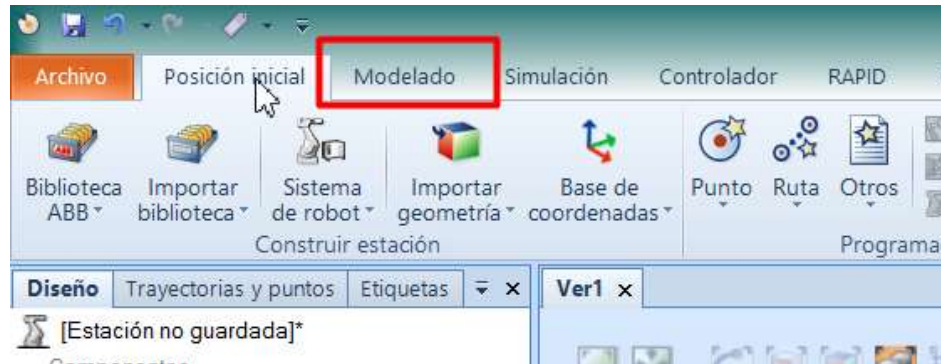


Ilustración 62 Pestaña modelado

Paso 5: A continuación, en esa misma pestaña se deberá de buscar la opción “Crear Herramienta” la cual se encuentra en la subcategoría “Mecanismo” (Ver ilustración 63).



Ilustración 63 Opción crear herramienta

Paso 6: En este paso comenzaremos llenando la información de nuestra herramienta, para eso primero comenzaremos dando un nombre a la herramienta, en segundo en el apartado “Selección componente:” se debe de cambiar la opción por “Usar existente” y en este deberemos de buscar la pieza que importamos (Ver ilustración 64).

En caso de que no se tengan los datos como masa, centro de gravedad o momento de inercia estos podran ser omitidos.

Ilustración 64 Información de herramientas (paso 1 de 2)

Cuando se complete los campos con la información correcta respecto a nuestra herramienta se podrá dar al botón siguiente para continuar con el siguiente paso.

## TECNOLÓGICO DE ESTUDIOS SUPERIORES DE COACALCO

Paso 7: Para este paso en la información de posición y orientación, señalado en un recuadro rojo de la siguiente imagen, en estos recuadros a rellenar se debe de ser sumamente cuidadoso ya que en este se colocará el centro de referencia de nuestra pieza (Ver ilustración 65).

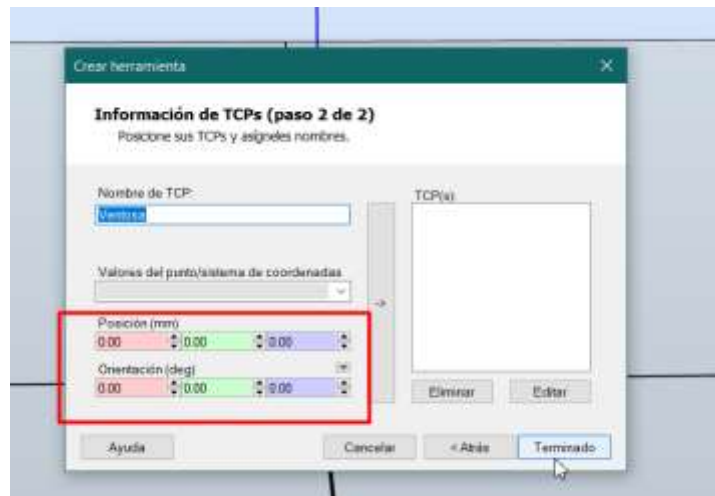


Ilustración 65 Información de herramientas (paso 2 de 2)

Paso 8: Una vez rellenada la información podemos pasar la herramienta al cuadro de nombre "TCP(s)", esto se logra dando clic a la flecha que se encuentra en el centro de la venta, cuando la herramienta se encuentre en ese apartado se puede pulsar el botón de "Terminado".

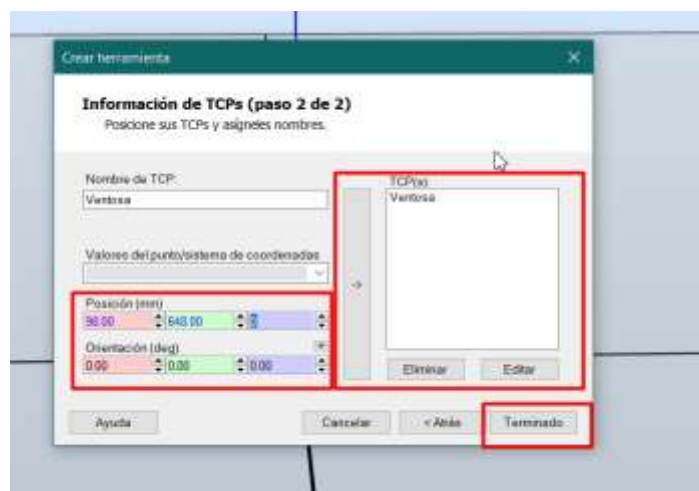


Ilustración 66 Información de herramienta (paso 2 de 2) verificación

## TECNOLÓGICO DE ESTUDIOS SUPERIORES DE COACALCO

Paso 9: Para garantizar que la herramienta se encuentra configurada de manera correcta en el apartado de diseño se debe de tomar la herramienta recién creada y arrastrarla al robot IRB 120 para su montaje (Ver ilustración 67).

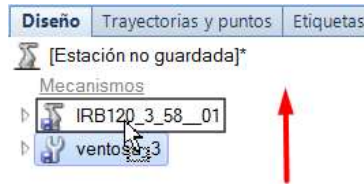


*Ilustración 67 Montaje de herramienta a IRB 120*

Esto hará que nos aparezca el siguiente recuadro donde se podrá leer el mensaje “¿Desea actualizar la posición de ventosa\_3?”, al cual se deberá de pulsar el botón de “Sí” (Ver ilustración 68).

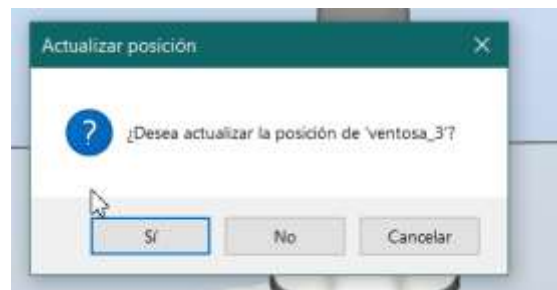


*Ilustración 68 Cuadro de actualizar posición*

Finalmente se podrá visualizar la herramienta montada en el robot con el centro o área de referencia donde se configuro en el paso 8 (Ver ilustración 69).

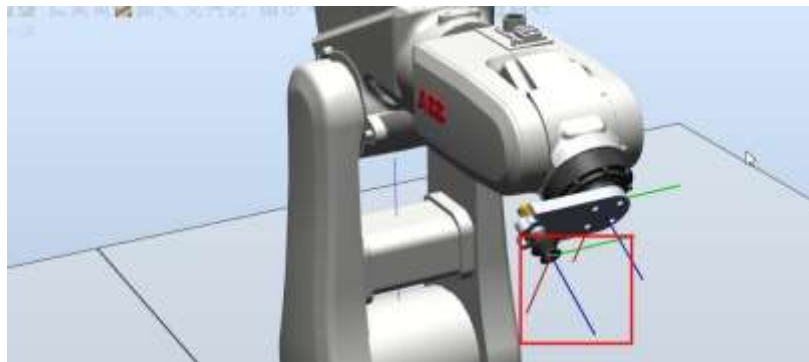


*Ilustración 69 Herramienta montada en IRB 120*

### CONEXIÓN DE VENTOSA A IRC5 COMPACT

Se requiere el realizar conexiones a las entradas y salidas del IRC5 Compact para poder hacer uso de la ventosa. Por esa razón en la parte frontal del controlador IRC5 Compact, se encuentra la parte de conexiones, en donde existen conexiones existentes (Ver ilustración 70).



*Ilustración 70 Entradas y Salidas IRC5 Compact*

Se remplazaron los cables de alimentación conectados al mismo tiempo que se habilitaron 4 entradas y 4 salidas quedando las conexiones de la siguiente manera (Ver ilustración 71).



*Ilustración 71 Conexiones de alimentación, salidas y entradas*

## TECNOLÓGICO DE ESTUDIOS SUPERIORES DE COACALCO

Una vez que realizo la conexión en el IRC5 Compact, se procedió a conectar un PLC Siemens LOGO (Ver ilustración 72).



*Ilustración 72 PLC Siemens LOGO*

El objetivo de conectar el PLC LOGO de Siemens, es que este se encargue de la administración de las entradas y señales, además de buscar facilitar las futuras conexiones, esto con la ayuda de clemas (Ver ilustración 73).



*Ilustración 73 Clemas*

Para esto tanto el PLC como las clemas serán montadas en una tabla de madera donde se realizara la siguiente distribución:

- Cuatro entras de voltaje, dos positivas y dos negativas
- Doce puertos para entradas y salidas digitales.

## TECNOLÓGICO DE ESTUDIOS SUPERIORES DE COACALCO

Una vez montado el PLC y las clemas a la tabla y esta a su vez a la mesa del IRB 120 se procede a realizar las conexiones de las entradas, salidas y líneas de voltaje del IRC5 a las clemas y al PLC LOGO (Ver ilustración 74).



*Ilustración 74 Conexiones de clemas a PLC*

Con la conexión del PLC termina se procede a realizar la conexión de los componentes faltantes para el funcionamiento de la ventosa, los componentes faltantes son:

- Eliminador de corriente de la electroválvula
- Compresor de 12V
- Fuente de poder de 12V

Estos elementos van a las salidas Q1 y Q2 del PLC y para su conexión se hará siguiendo el siguiente diagrama (Ver ilustración 75).

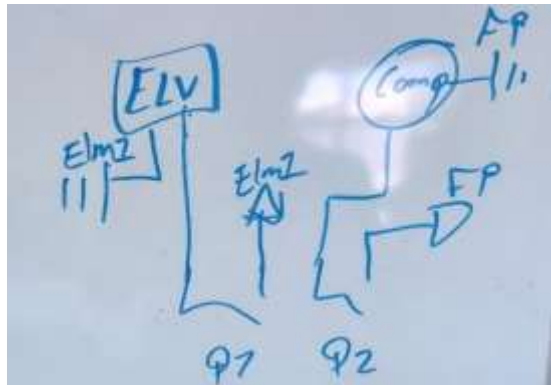


*Ilustración 75 Diagrama de salidas y conexiones Q1 Y Q2*

Como se puede apreciar en el diagrama anterior, la parte negativa del eliminador va a la parte negativa de la electroválvula, mientras que la parte positiva de la electroválvula va a uno de los orificios de la salida Q1 del PLC a su vez la parte positiva del eliminador va al otro orificio de la salida Q1, por su parte la parte negativa el compresor va conectada a la parte negativa de la fuente de poder y la parte positiva del compresor va conectada a la salida Q2 del PLC mientras que la parte positiva de la fuente de poder se conecta a la salida Q2 del PLC (Ver ilustración 76).



*Ilustración 76 Conexiones físicas de salidas Q1 Y Q2*

Una vez realizadas todas las conexiones para poner en funcionamiento la ventosa, además de las conexiones eléctricas se realizaron las conexiones neumáticas desde el compresor a la electroválvula para finalizar en la ventosa (Ver ilustración 77).



*Ilustración 77 Vista general de conexiones de PLC a IRC5 Compact*

## CREACIÓN DE PUNTOS, TRAYECTORIAS Y CÓDIGO

### *Consideraciones previas*

- Se omitirá la creación, carga de controlador, es decir tanto el controlador como el IRB 120 ya se deberán de encontrar cargados en la estación de trabajo.
- El IRB 120 cargado en el área de trabajo no se debió de haber movido, es decir debe de estar en su posición original.
- La herramienta para trabajar ya se debe de encontrar cargada en caso de ser necesaria.
- Se omitirá la creación o adición de elementos como las figuras de trabajo en la estación de trabajo.
- No se hablará de la estructura, así como de las palabras reservadas del código RAPID del mismo modo tampoco se hablará de cómo crear un código RAPID desde cero.

### *Pasos*

1. En la pestaña del menú lateral “Trayectoria y puntos” se debe de ubicar la carpeta “Objetos de trabajo y puntos”, hacer clic secundario sobre este y dar clic en la opción “Crear objeto de trabajo” (Ver ilustración 78).

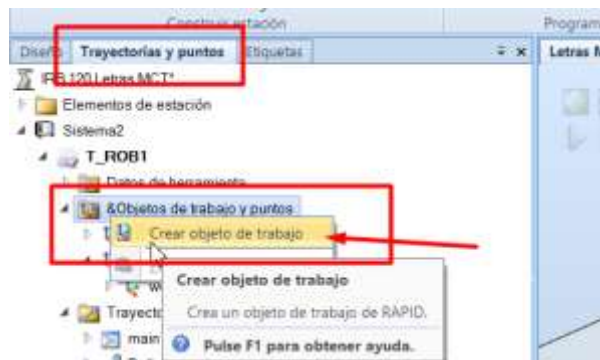


*Ilustración 78 Pestaña Trayectorias y puntos*

2. Esto hará que se despliegue el menú siguiente (Ver ilustración 79):

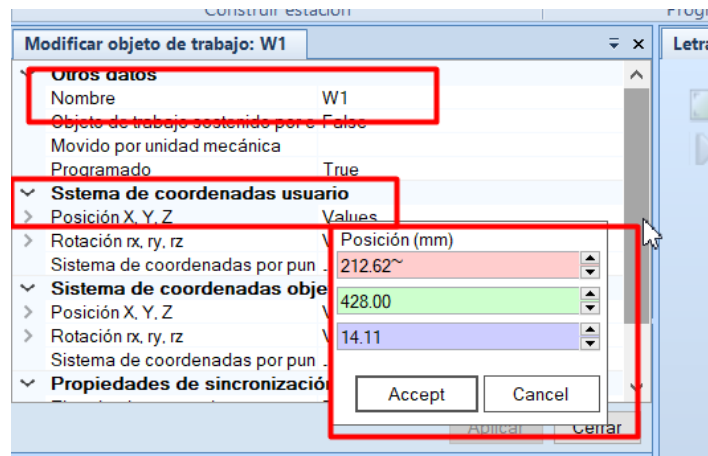


Ilustración 79 Ventana Modificar objeto de trabajo

Dentro de este menú se debe de dar un nombre al objeto de trabajo, además en el sistema de coordenadas de usuario, en las posiciones “X”, “Y” y “Z” se deberán de ajustar estos valores de acuerdo con una de las esquinas de los elementos de trabajo NO MOVILES ya que este sistema de coordenadas será usado únicamente como referencia para las coordenadas.

3. Sin haber movido el robot, así como ningún otro elemento de la estación, dentro de la pestaña “Posición Inicial” daremos clic sobre la opción “Programar Punto”, en este punto es importante el recalcar que en la misma pestaña se encontrara una clasificación denominada “Parámetros”, en esta se debe de verificar que este seleccionado el objeto de trabajo “wobj0” y la herramienta que cargamos previamente, en caso de que alguno no aparezca simplemente lo seleccionamos (Ver ilustración 80).

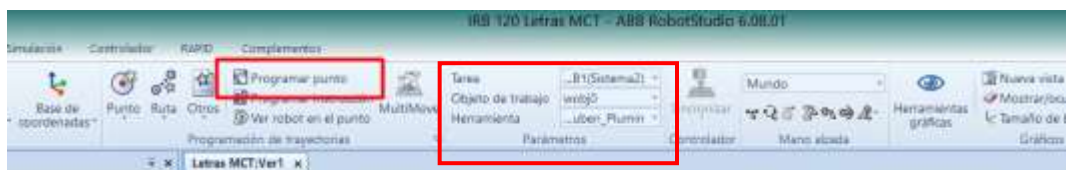


Ilustración 80 Parámetros y programación de trayectorias

4. Una vez realizado en la pestaña “Trayectorias y puntos”, en “wobj0” se podrá visualizar el punto programado, el cual se deberá de renombrar por “inicio” (Ver ilustración 81).

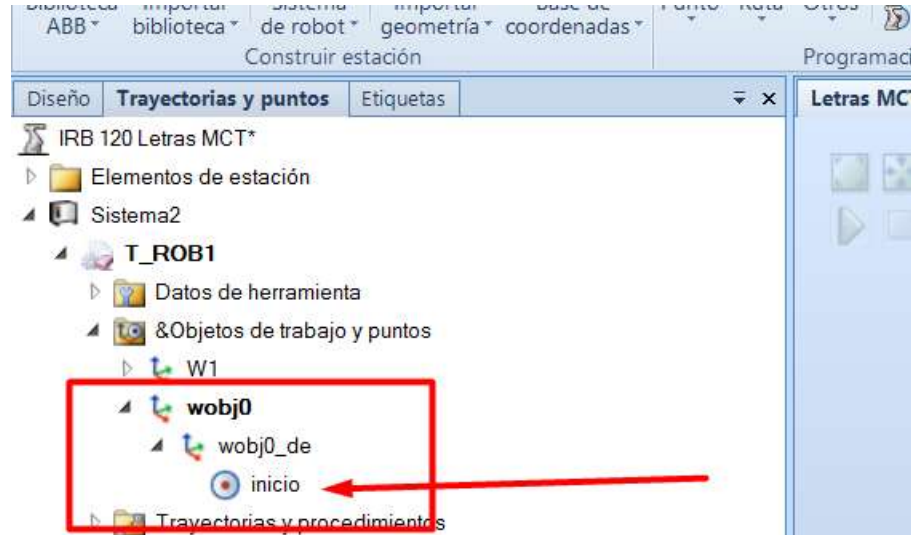


Ilustración 81 Punto inicio en objeto de trabajo wobj0

El renombramiento del punto no debe de contener caracteres especiales como “|€#~!·\$%&()@” únicamente se deberá de hacer uso de letras, números, guiones y guiones bajos, además de que no se deben de hacer uso de palabras en inglés (home, start, etc.) principalmente en el punto de inicio, esto debido a que del IRB 120 no tiene la capacidad de reconocer ese tipo de nombres lo cual generara errores al momento de cargar el código.

5. Dentro del área de trabajo, buscaremos que las opciones que se ven señaladas en la imagen siguiente, se encuentren habilitadas (Ver ilustración 82).



Ilustración 82 Opciones de puntos

- Nuevamente dentro de la pestaña “Posición Inicial” ubicaremos la opción “Punto” desplegaremos el submenú de esta opción y seleccionaremos “Crear punto” (Ver ilustración 83).

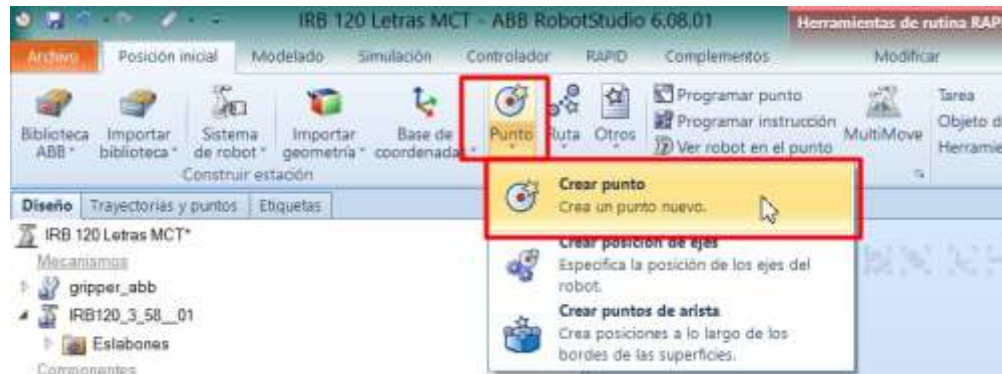


Ilustración 83 opción Crear punto

- Esto nos desplegará el siguiente menú, dentro de este se tendrá en color rojo la posición en el eje “X”, en verde el eje “Y” y en azul el eje “Z” así como en el recuadro “Puntos” se verán todos los puntos que se han creado, para la programación de los puntos siguientes nos debemos de asegurar que el objeto de trabajo sea el mismo que se creó al inicio (Ver ilustración 84).



Ilustración 84 Menú crear punto

8. En el área donde se colocará el punto, colocaremos el cursor hasta que aparezca una esfera de color gris, cuando esto ocurra se dará clic sobre ella (Ver ilustración 85).

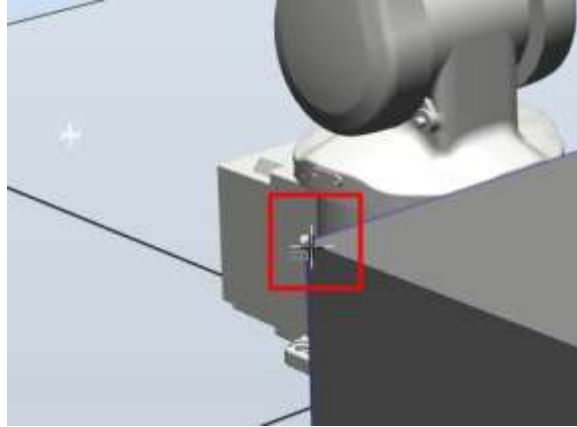


Ilustración 85 Vista parcial de punto

9. Esto creará un punto el cual se podrá ver relegado tanto en el área donde se desea poner, así como en el menú de puntos con el nombre de “Punto #” y sus coordenadas en los 3 ejes (Ver ilustración 86).

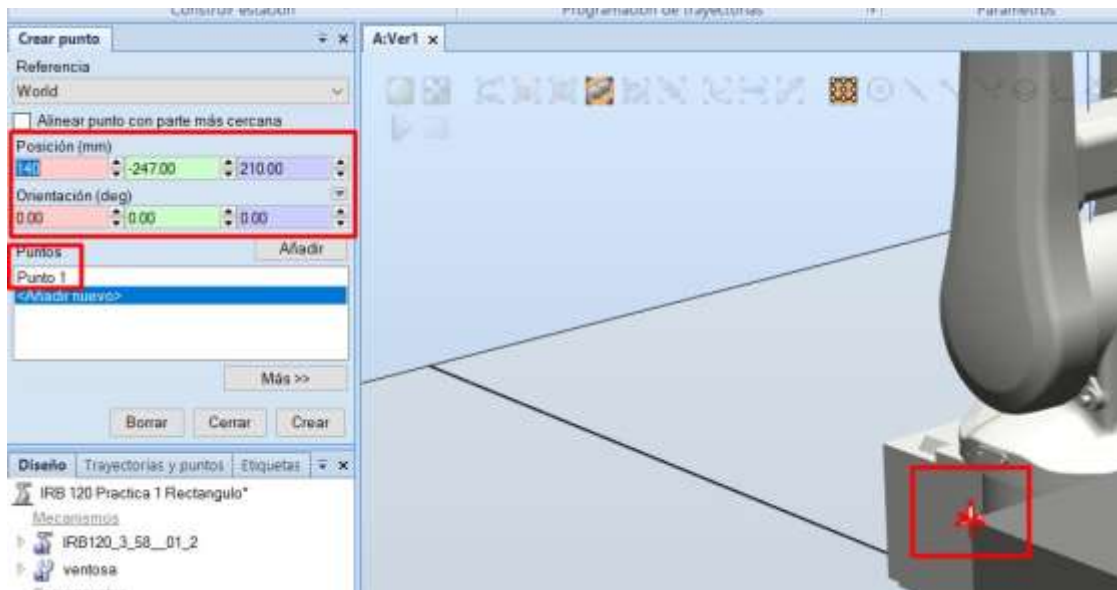


Ilustración 86 Punto creado

10. Se repite el paso 7 para cada punto que se dese crear.

11. Ahora se deberá de ubicar la pestaña de “Trayectorias y puntos”, donde se dará clic para acceder a esta misma (Ver ilustración 87).

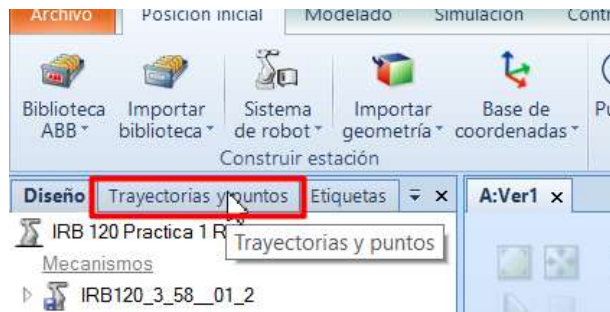


Ilustración 87 Pestaña Trayectorias y puntos

12. Dentro de esta pestaña veremos todos y cada uno de los que se crearon, el primer punto denominado como “Target\_10” a “Target\_90” se les puede dar cualquier otro nombre (Ver ilustración 88).

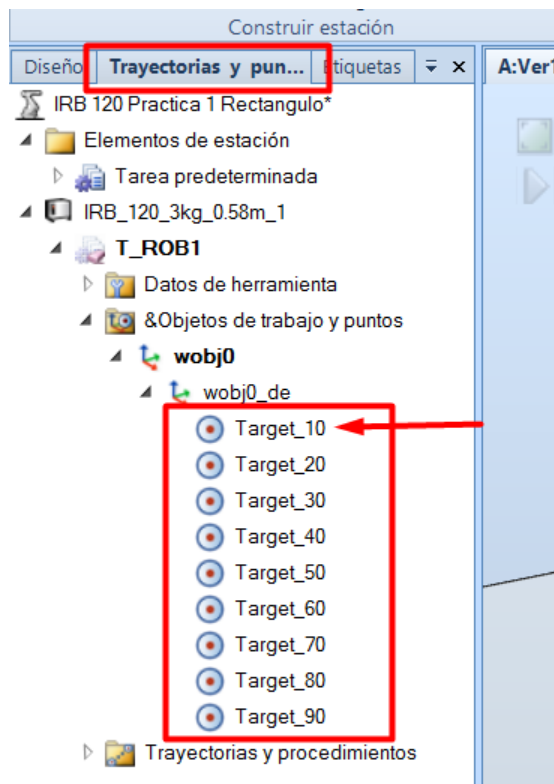


Ilustración 88 Puntos de destino

13. Al cambiar el nombre podremos ver que los puntos se reorganizaron por orden alfabético (Ver ilustración 89).

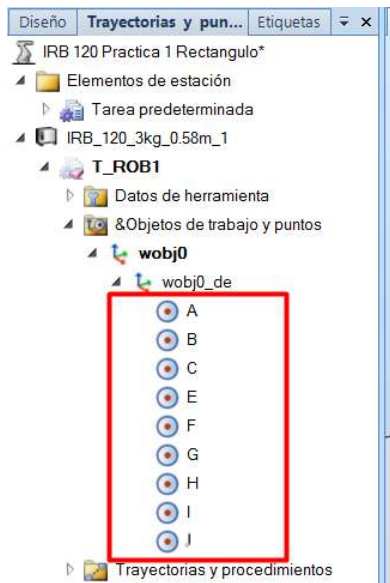


Ilustración 89 Renombramiento de puntos de destino

14. En la parte inferior, debajo de los puntos creados, se puede apreciar una carpeta con el nombre de "Trayectorias y procedimientos", daremos clic secundario sobre esta misma y se pulsara sobre la opción "Crear trayectoria" (Ver ilustración 90).

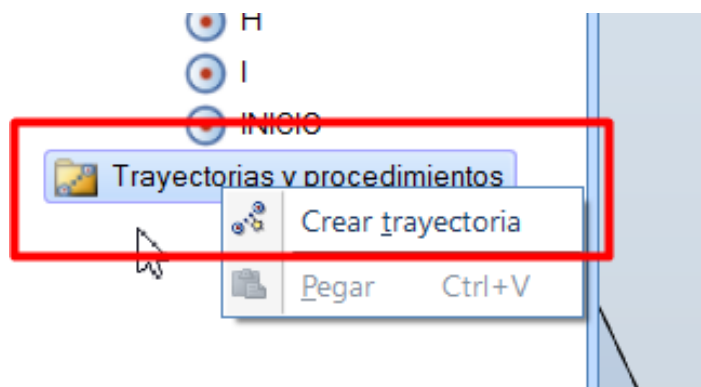


Ilustración 90 Creación de trayectorias

15. La primera trayectoria que se deberá de crear es la denominado “main (punto de entrada)”, en caso de se cree otra con un nombre diferente, simplemente la renombramos con el nombre de “main” (Ver ilustración 91).

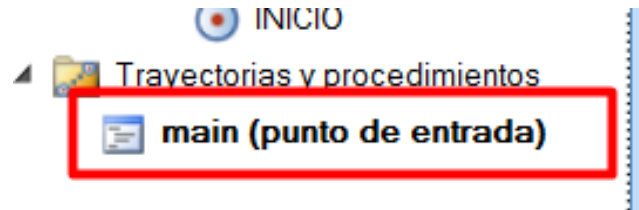


Ilustración 91 Trayectoria main

16. Repetimos el inciso anterior, para crear una segunda trayectoria de nombre “Path\_10”, este será el procedimiento sobre el cual se trabajará (Ver ilustración 92).

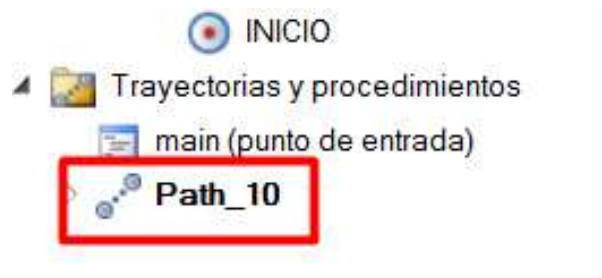


Ilustración 92 Trayectoria Path\_10

17. En la esquina inferior donde se puede visualizar el estado de controlador, nos aseguraremos de que las tres primeras opciones sean “MoveL”, que hace referencia a que el desplazamiento que tendrá el robot, “v100” el cual controla la velocidad y finalmente “fine” que será que tanto se aproxime el robot al punto (Ver ilustración 93).

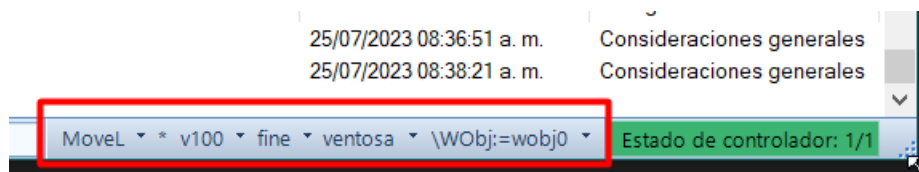


Ilustración 93 Configuración de movimientos de robot

18. Con los parámetros configurados procedemos a seleccionar todos los puntos creados anteriormente (Ver ilustración 94).

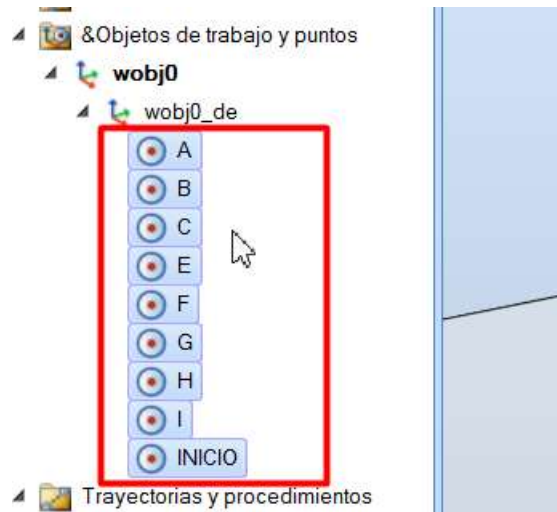


Ilustración 94 Selección de puntos

19. Tomaremos los puntos seleccionados y los arrastraremos hasta la parte de procedimientos, en el procedimiento "Path\_10" (Ver ilustración 95).

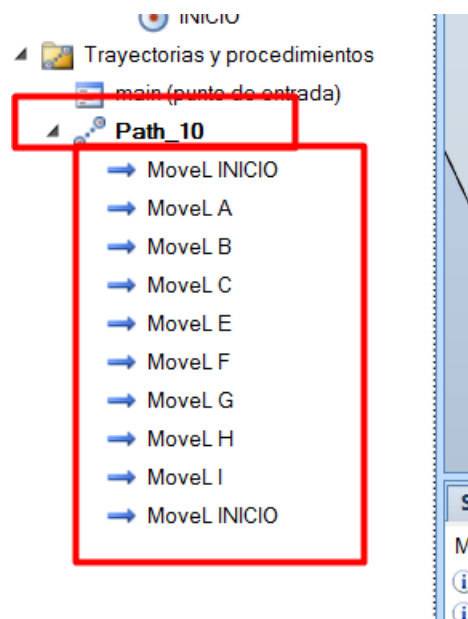


Ilustración 95 Trayectoria Path\_10

Al momento de arrastrarlos se debe de cuidar el orden en el cual se colocan los puntos ya que este será el orden que seguirá el robot, además de que asegurarnos que la rutina comience en la posición de inicio y termine en esta misma posición.

20. Para asegurarnos de que todos los puntos se encuentran con los parámetros de “MoveL”, “v100” y “fine”, seleccionaremos todos los puntos, daremos clic secundario sobre estos y se seleccionara la opción “Editar instrction...” (Ver ilustración 96).

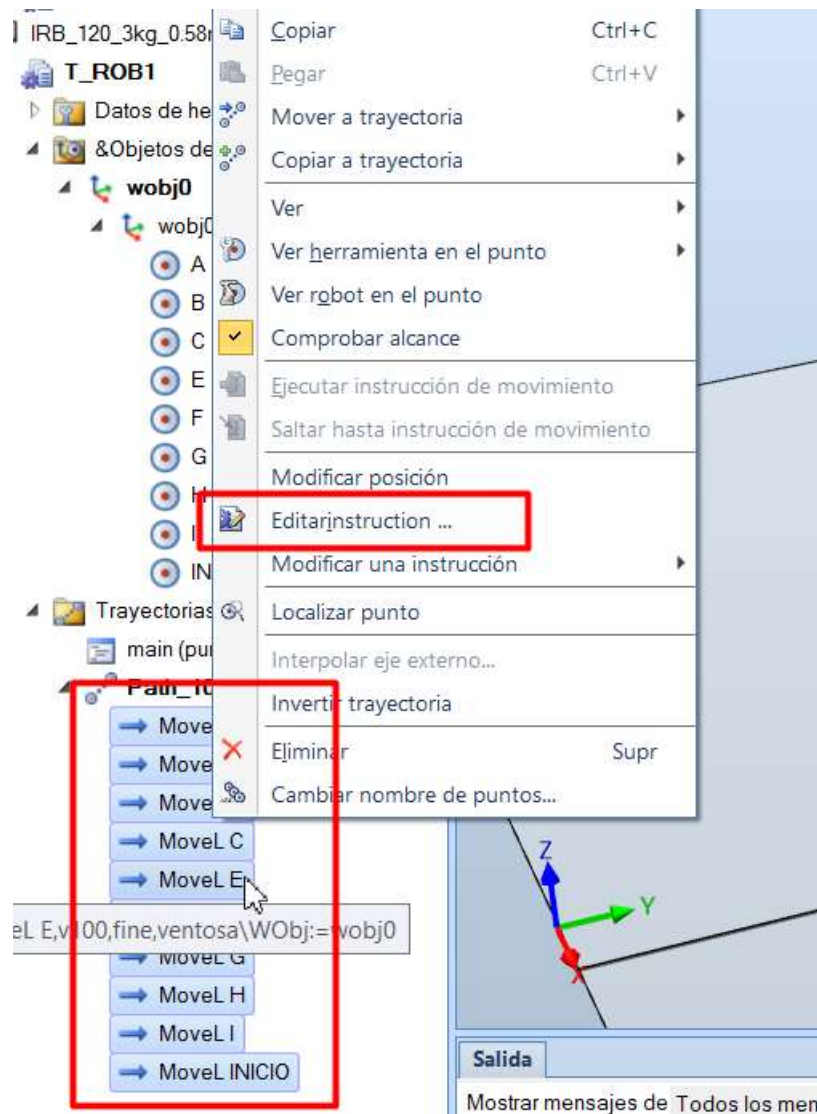


Ilustración 96 Menú de edición de movimientos

21. Esto nos desplegará el menú de configuración de los puntos, si estos aparecen la configuración siguiente implica que se configuraron correctamente los puntos, en caso de que los valores de “Speed” y “Zone” aparezcan en blanco, implica que los puntos tienen valores diferentes y estos deberán ser modificados (Ver ilustración 97).

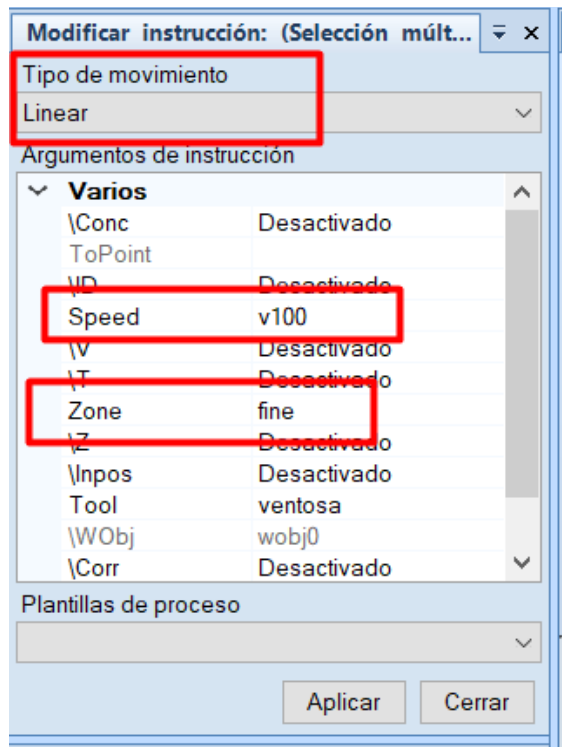


Ilustración 97 Menú modificar de instrucción

En para el caso de que se requieran generar instrucciones adicionales como añadir tiempos de espera, enviar o recibir pulsos a través de las entradas y salidas se deberá hacer lo siguiente:

En el ejemplo siguiente se hará únicamente con “WaitTime” pero el proceso es similar para cualquiera otra instrucción

Ahora seleccionamos cualquier punto que deseamos y damos clic secundario sobre este, se localiza la opción “Insertar instrucción de acción...” y damos clic sobre esta (Ver ilustración 98).

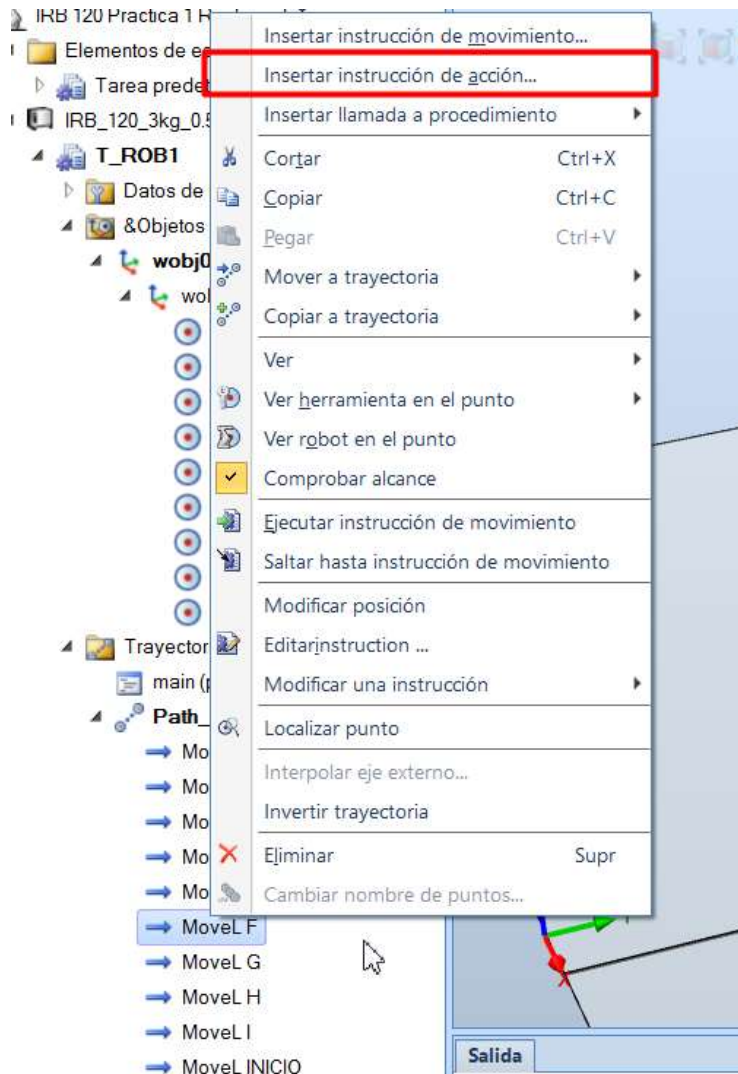


Ilustración 98 Menú edición de movimientos, opción insertar acción

Esto nos abrirá el siguiente menú (Ver ilustración 99).

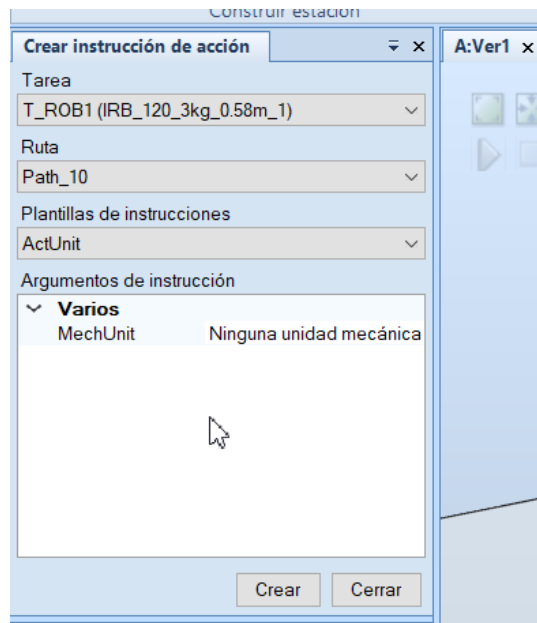


Ilustración 99 Ventana Crear instrucción de acción

Dentro de este menú se dará clic sobre el recuadro “Plantillas de instrucciones” esto nos desplegará un menú, en donde se buscará la opción “WaitTime” (Ver ilustración 100).

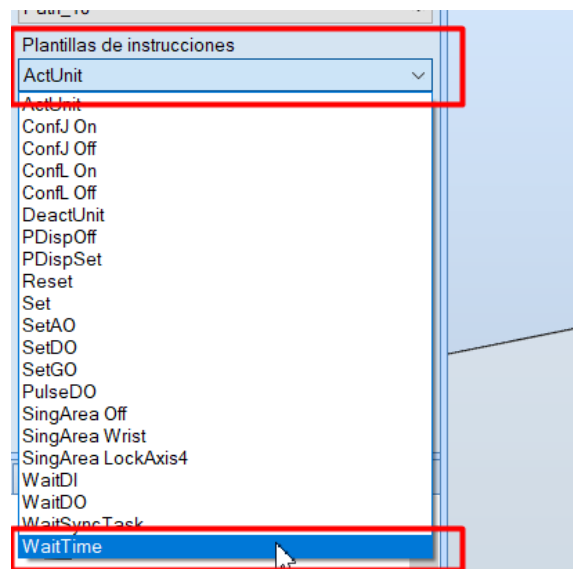


Ilustración 100 Submenú Plantillas de instrucciones

## TECNOLÓGICO DE ESTUDIOS SUPERIORES DE COACALCO

Dentro del recuadro blanco de configuración se buscará la opción “Time” (Ver ilustración 101).

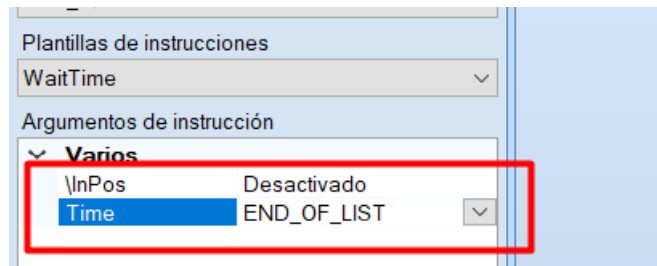


*Ilustración 101 Ventana Argumentos de instrucción*

Se reemplaza el texto “END\_OF\_LIST” por el valor de tiempo deseado en segundos (Ver ilustración 102).

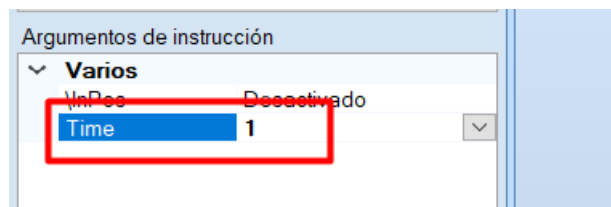


*Ilustración 102 Valor Time 1*

Finalmente damos en el recuadro de crear (Ver ilustración 103).

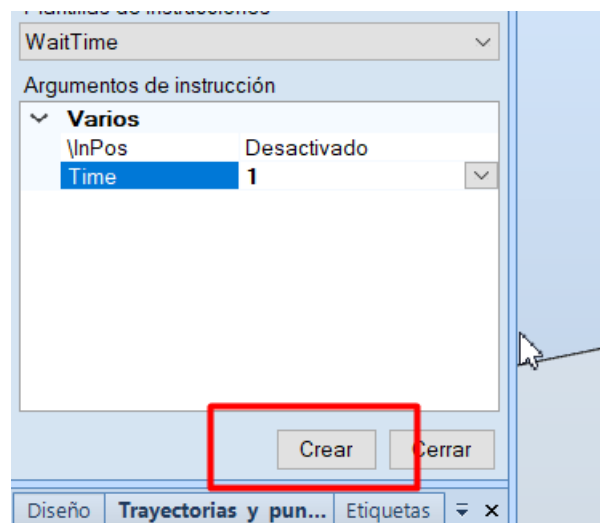


*Ilustración 103 Ventana WaitTime*

22. Si se crearon los puntos de manera correcta se podrá visualizar la trayectoria que seguirá el robot con flechas amarillas (Ver ilustración 104).

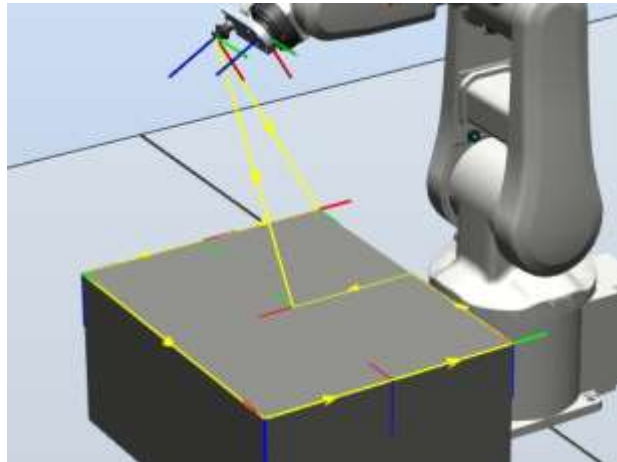


Ilustración 104 Trayectoria

23. Ahora procedemos a ubicar el procedimiento "Path\_10" damos clic secundario sobre este y seleccionamos "Moverse a lo largo de la trayectoria", con este veremos la simulación del recorrido que realizara el robot (Ver ilustración 105).

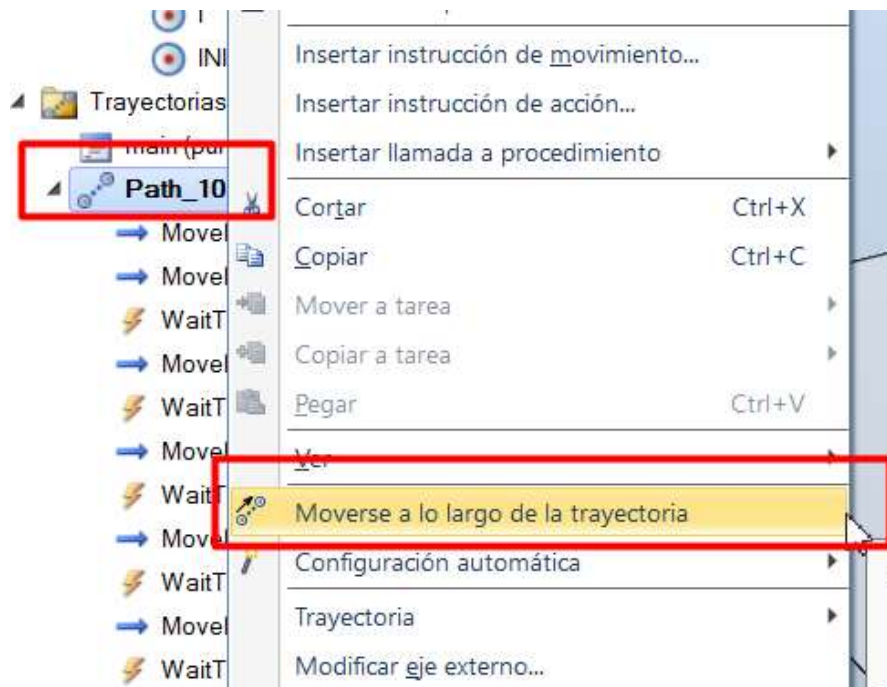


Ilustración 105 Simulación de trayectoria

24. Una vez verificado que la trayectoria sea la deseada procedemos a tomar el procedimiento “Path\_10” y los arrastramos al procedimiento “main” (Ver ilustración 106).

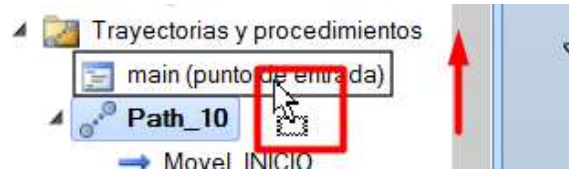


Ilustración 106 Llamada de trayectoria

25. Esto hará que se cree un acceso de llamada al procedimiento de “Path\_10” (Ver ilustración 107).

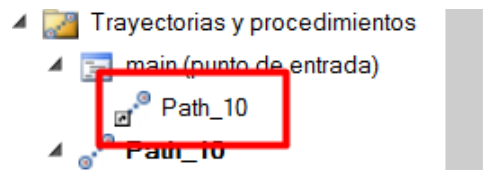


Ilustración 107 Llamado de trayectoria

26. Dentro de la banda de opciones daremos clic sobre la opción “RAPID” (Ver ilustración 108).



Ilustración 108 Pestaña RAPID

27. Dentro de este menú seleccionaremos la opción “Sincronizar” y seleccionamos la primera del menú desplegable (Ver ilustración 109).



Ilustración 109 Opción Sincronizar

28. Esto hará que se despliegue el siguiente recuadro, en donde se deberán de seleccionar todas las opciones que aparezcan y finalmente damos en “Aceptar” (Ver ilustración 110).

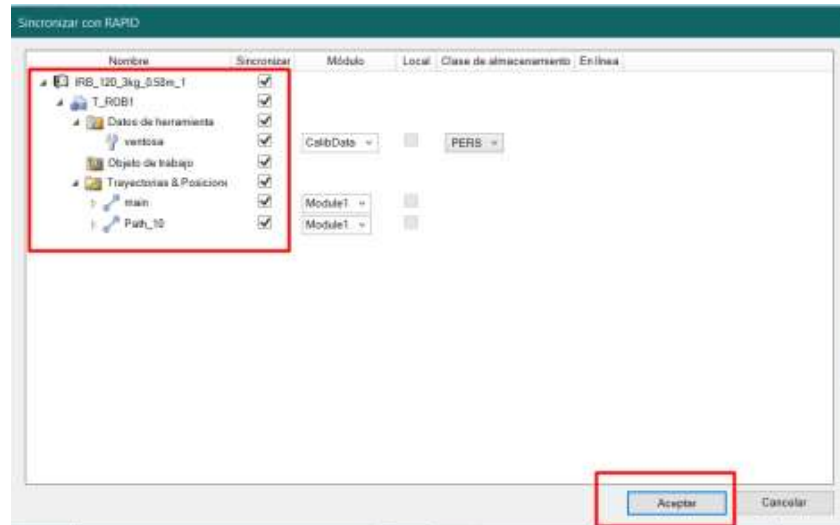


Ilustración 110 Ventana Sincronizar con RAPID

29. Una vez sincronizado, se habilitará una nueva opción llamada RAPID en el menú lateral (Ver ilustración 111).

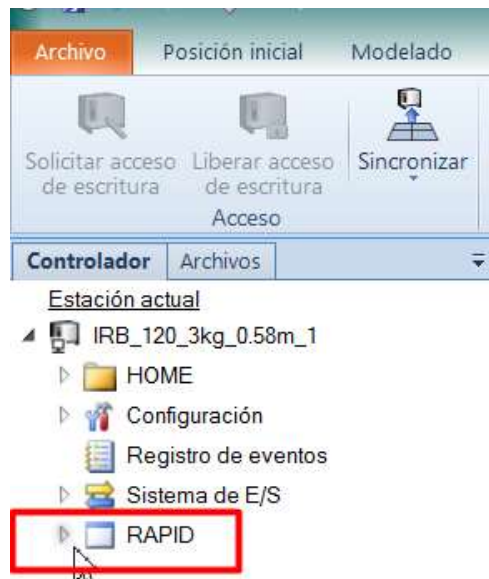


Ilustración 111 Pestaña lateral Controlador

30. Al desplegar dicho menú podemos apreciar que aparecen los procedimientos que se crearon en los incisos anteriores, damos doble clic sobre el procedimiento “main” (Ver ilustración 112).

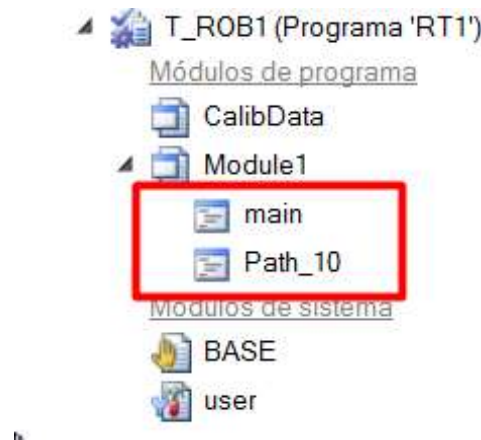


Ilustración 112 Vista de procedimientos en RAPID

31. Esto hará que se nos habrá una ventana donde podremos ver el todo el código en lenguaje RAPID de los puntos y procedimientos creados (Ver ilustración 113).

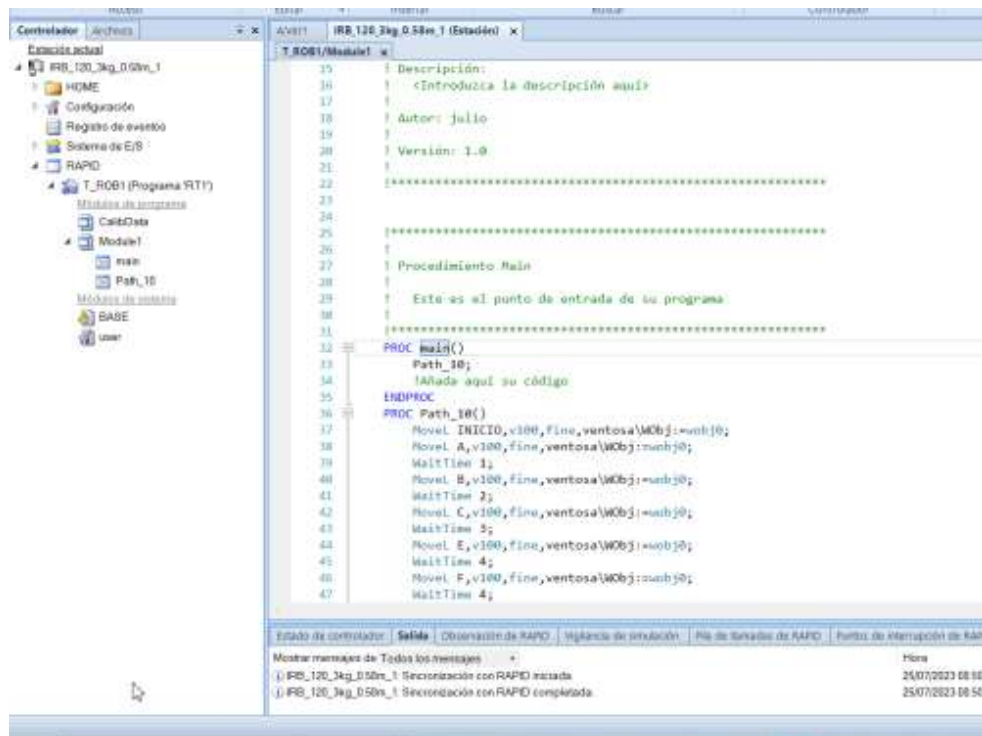


Ilustración 113 Código RAPID

32. En el menú lateral buscaremos la primera opción debajo de la pestaña RAPID, daremos clic secundario sobre esta y buscaremos la opción “Guardar programa como...” (Ver ilustración 114).

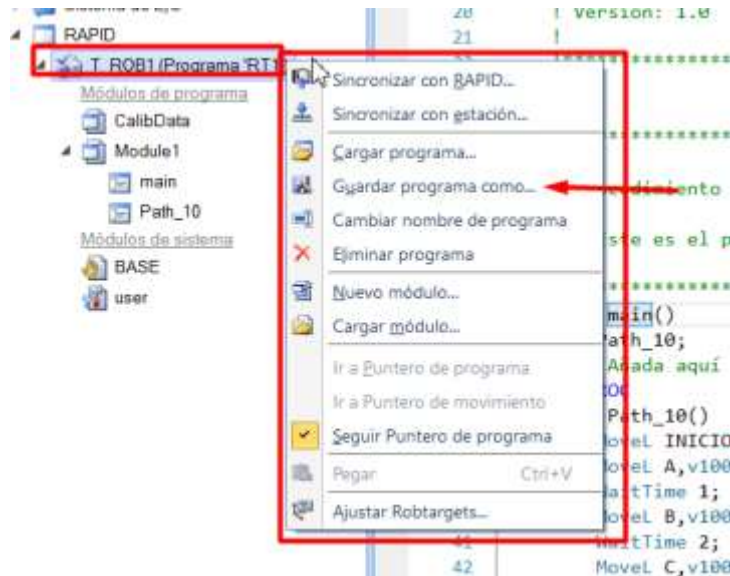


Ilustración 114 Menú para edición de código RAPID

33. En esta opción nos buscaremos la memoria USB donde guardaremos el programa (Ver ilustración 115).

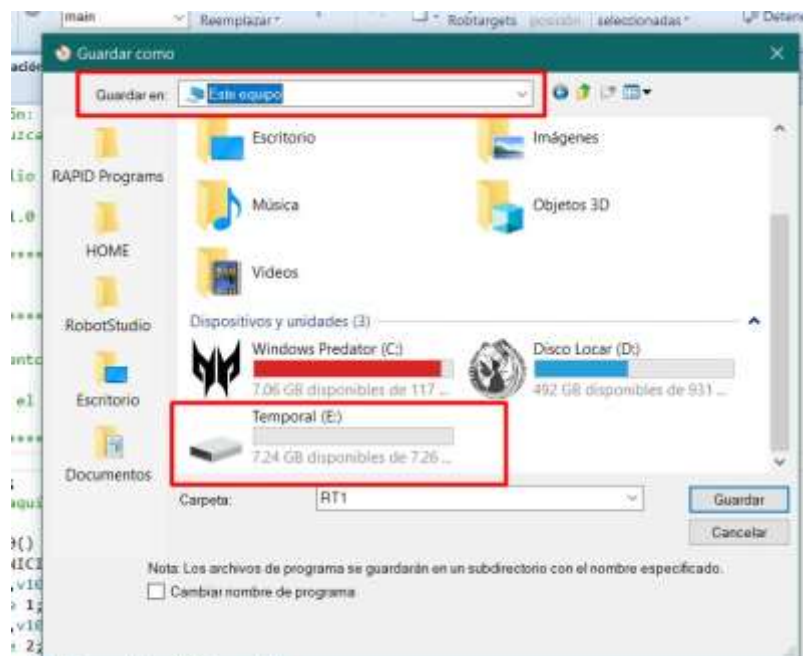


Ilustración 115 Ventaja Guardar como

34. En la parte inferior de esta ventana, daremos el nombre del programa que nosotros deseemos, finalmente damos en guardar y esta ventana se cerrará (Ver ilustración 116).

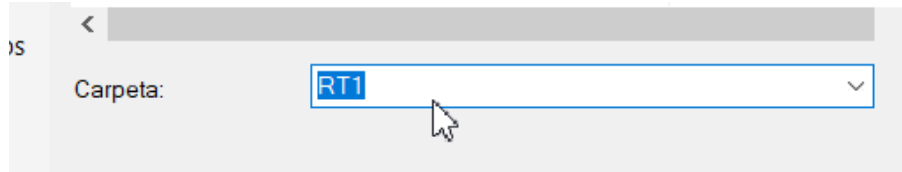


Ilustración 116 Parte inferior ventana Guardar como

35. Ahora procedemos a abrir la ubicación donde se guardó el programa y veremos que se creó una carpeta con el nombre que le dimos al momento de guardar el programa (Ver ilustración 117).

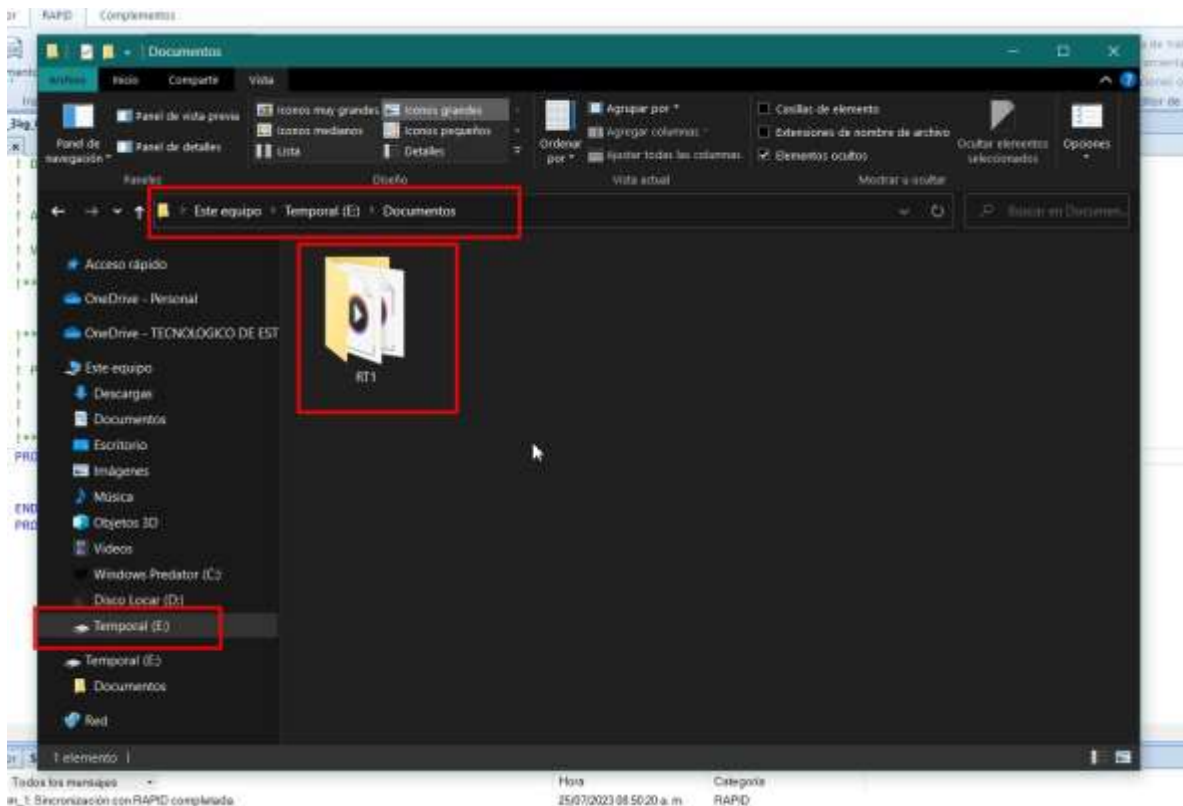


Ilustración 117 Administrador de archivos de ruta de guardado de código

36. Al entrar en dicha carpeta podremos ver que se generaron un total de tres archivos, el archivo con la extensión “PGF” es el que se utilizara para cargar el programa al IRB120, sin embargo, no se debe de manipular ninguno de los archivos con extensión “MOD” por seguridad (Ver ilustración 118).

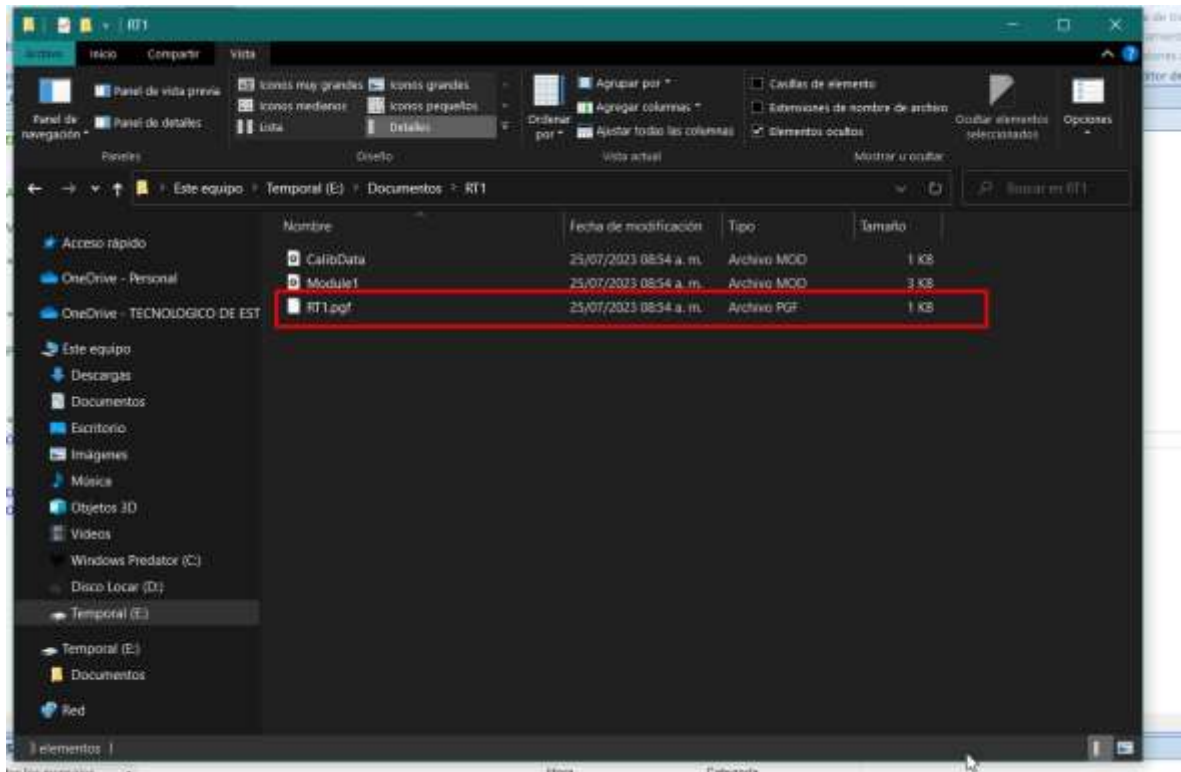


Ilustración 118 Código guardado

# TECNOLÓGICO DE ESTUDIOS SUPERIORES DE COACALCO

## RUTINA I RECTANGULO

### *Pasos:*

1. Se comienza añadiendo de la biblioteca ABB el IRB 120 a nuestra estación de trabajo (Ver ilustración 119).

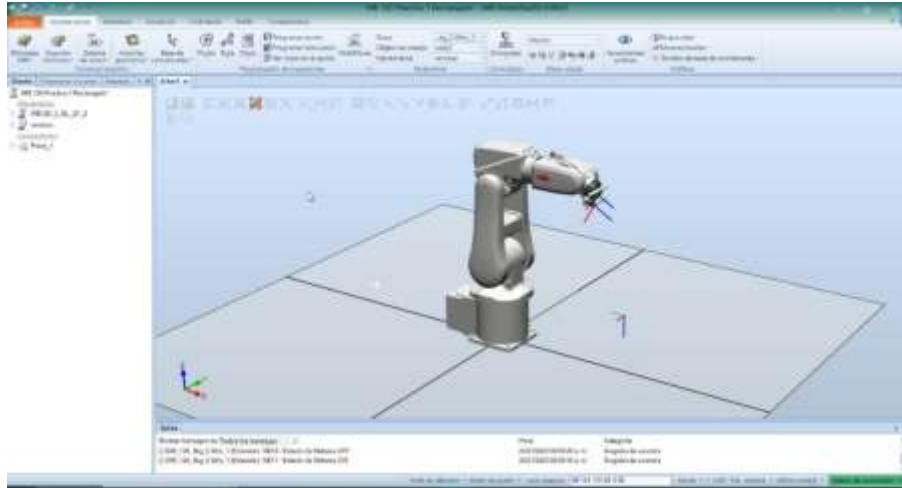


*Ilustración 119 RobotStudio ventana general*

2. En la pestaña de “Modelado” (Ver ilustración 120).



*Ilustración 120 Pestaña modelado*

3. Dentro de esta pestaña se localizó la opción “Sólido” (Ver ilustración 121).



*Ilustración 121 Pestaña modelado, opción solida*

4. Esta pestaña se desplegará un menú, dentro de este menú se ubicará la opción “Tetraedro” (Ver ilustración 122).

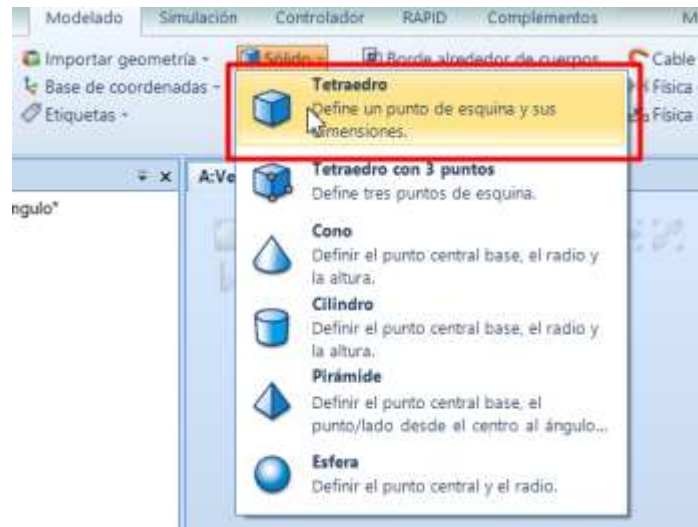


Ilustración 122 Opciones de Solidos

5. Se desplegará un menú, dentro de este menú localizaremos los apartados de “Longitud”, “Anchura” y “Altura”, en estos generaremos un rectángulo con las medidas que se deseen; Se debe de tomar muy en cuenta que todas las medidas estarán en milímetros, finalizamos dando en “Crear” (Ver ilustración 123).

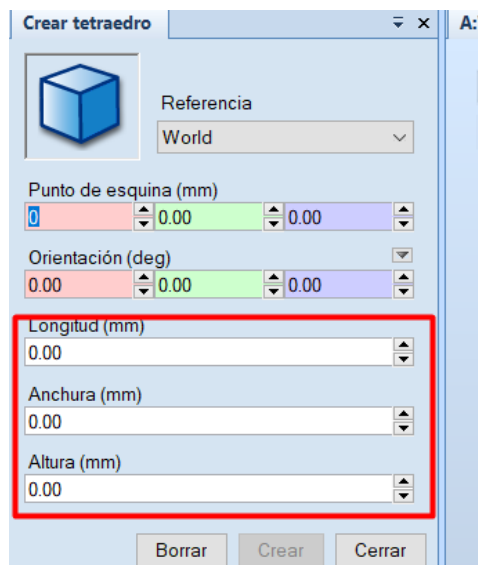


Ilustración 123 Menú Crear Tetraedro

6. Una vez creado el rectángulo, se podrá visualizar en el área de trabajo, así como en el apartado de elementos (Ver ilustración 124).

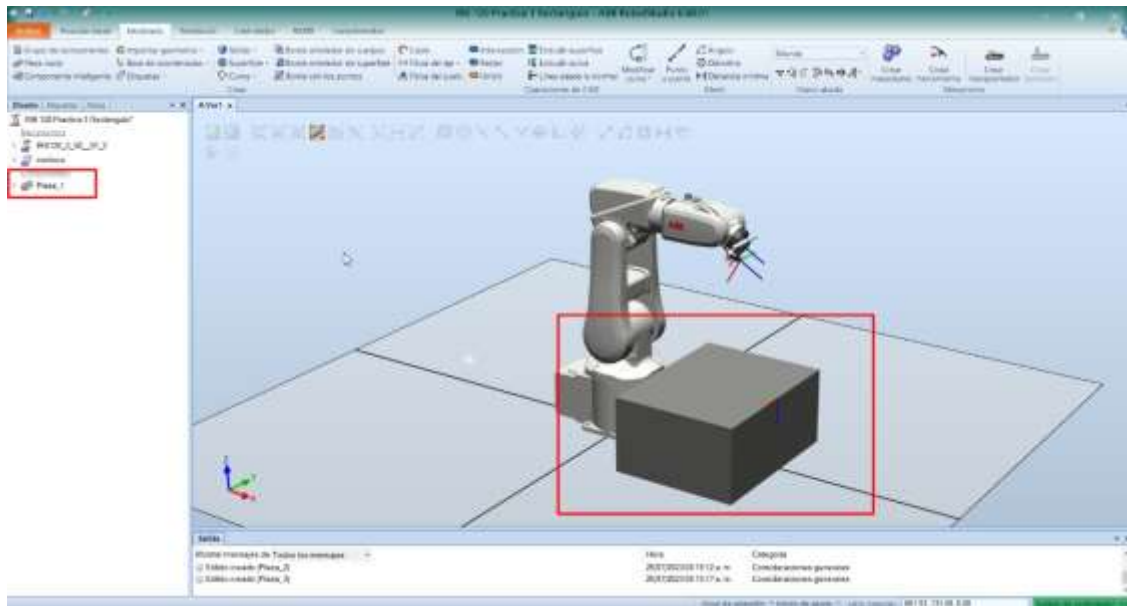


Ilustración 124 Rectángulo en estación de trabajo

7. Para la carga de los drivers necesarios, en la pestaña “Posición Inicial” se ubicará la opción “Sistema de robot”, este desplegará un menú, en donde se selecciona la segunda opción “Nuevo sistema...” (Ver ilustración 125).

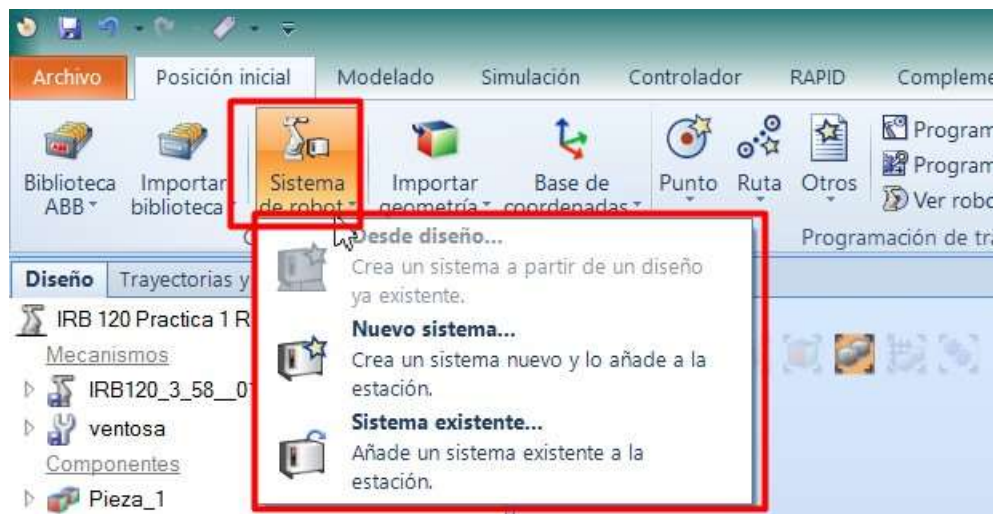


Ilustración 125 Adición de controlador

8. Este desplegará la siguiente pantalla emergente, a la cual no se le deberá de modificar nada, solo se pulsa “Aceptar” (Ver ilustración 126).

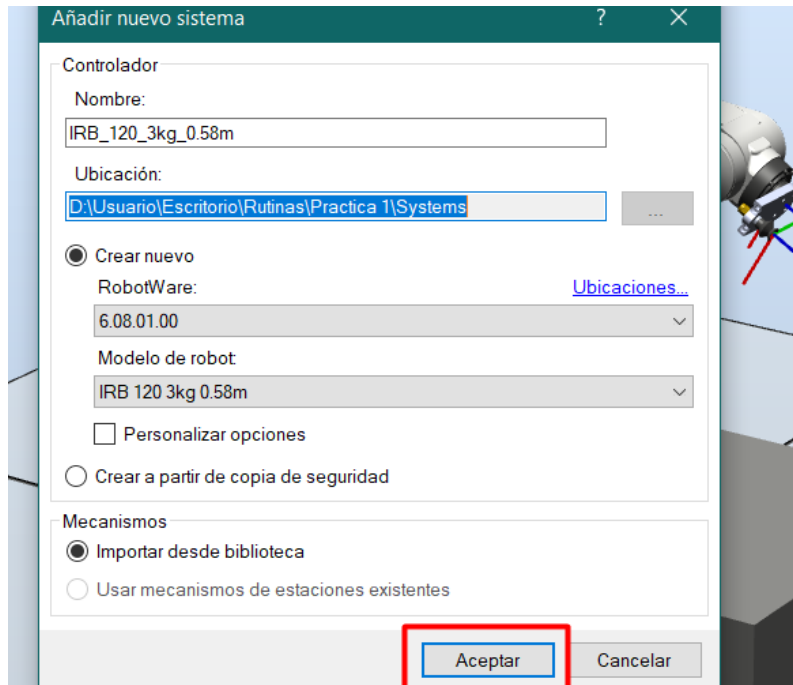


Ilustración 126 Ventana Añadir nuevo sistema

9. Nos aparecerá un recuadro en la esquina inferior, nos indicara el nombre del controlador, así como su estado, en la esquina inferior se verá una etiqueta de color naranja con el texto “Estado de Controlador 0/1”, esto indica que el controlador aún no está listo para ser usado por lo que se deberá de esperar a que este esté listo (Ver ilustración 127).

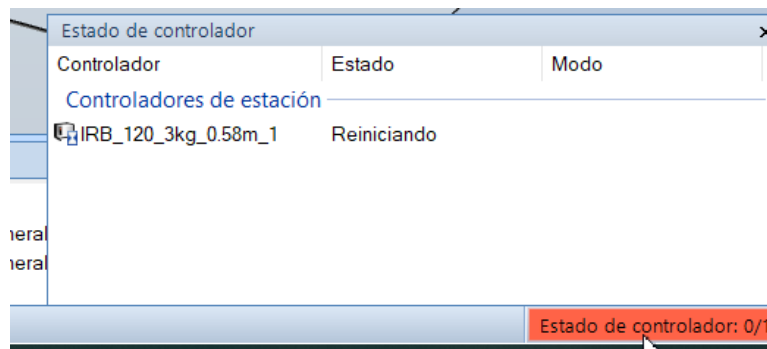


Ilustración 127 Estado de controlador Reiniciando

10. Cuando la etiqueta anterior se coloque de color verde, y en el texto de estado nos indique que este está “Iniciado” podemos comenzar a trabajar con el robot (Ver ilustración 128).

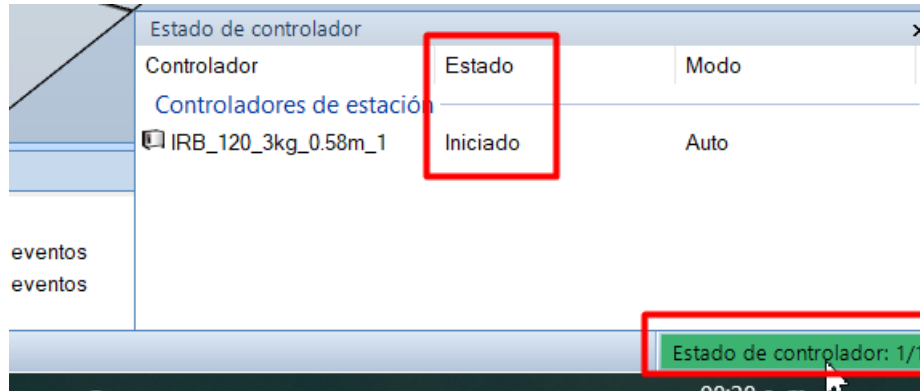


Ilustración 128 Estado de controlador Iniciado

11. Sin haber movido el robot, así como ningún otro elemento de la estación, dentro de la pestaña “Posición Inicial” daremos clic sobre la opción “Programar Punto” (Ver ilustración 129).

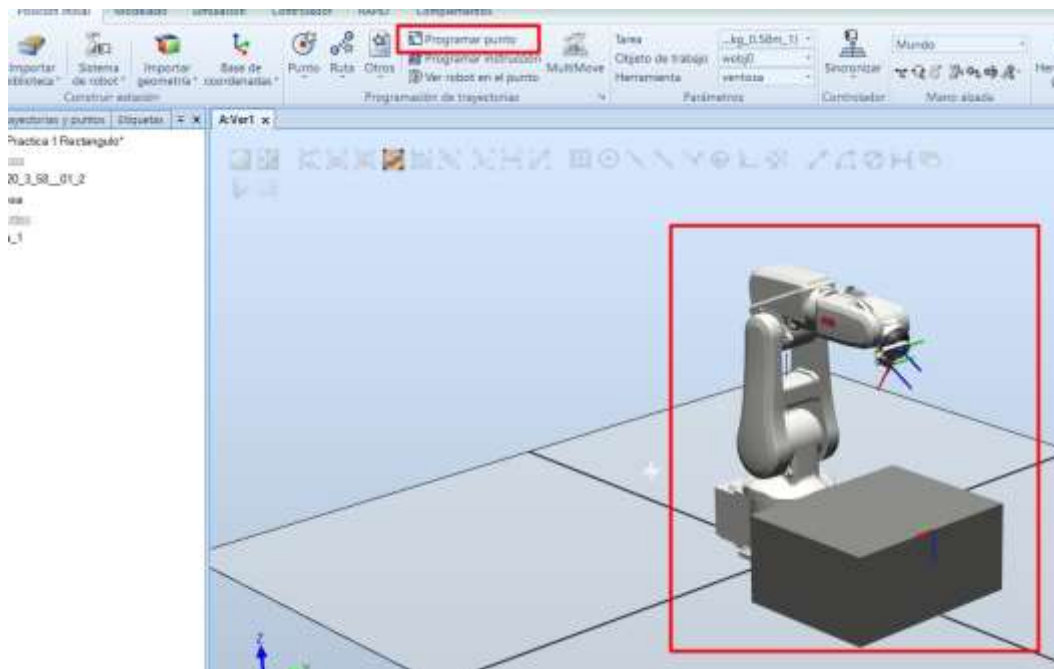


Ilustración 129 Programar punto

12. Esto despliega el siguiente mensaje, al cual daremos la opción “Sí” (Ver ilustración 130.)

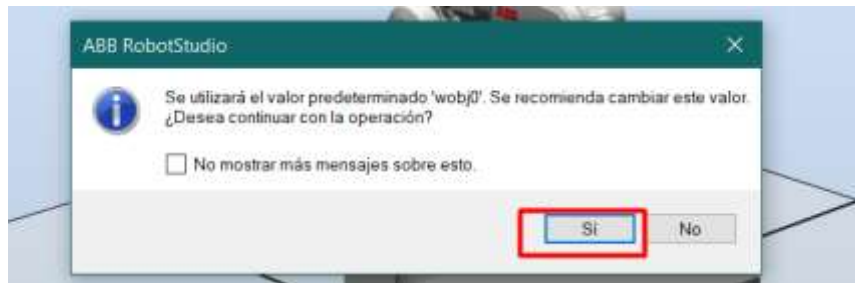


Ilustración 130 Mensaje ABB RobotStudio

13. Dentro del área de trabajo, se habilitan que las opciones que se ven señaladas en la imagen siguiente (Ver ilustración 131).



Ilustración 131 Opciones de puntos

14. Nuevamente dentro de la pestaña “Posición Inicial” ubicaremos la opción “Punto” desplegaremos el submenú de esta opción y seleccionaremos “Crear punto” (Ver ilustración 132).

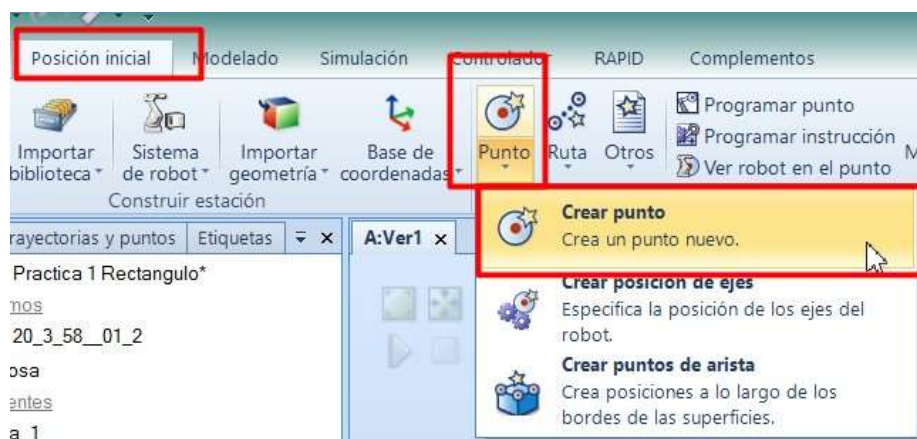


Ilustración 132 Crear punto

15. Esto nos desplegará el siguiente menú, dentro de este se tendrá en color rojo la posición en el eje “X”, en verde el eje “Y” y en azul el eje “Z” así como en el recuadro “Puntos” se verán todos los puntos que se han creado (Ver ilustración 133).

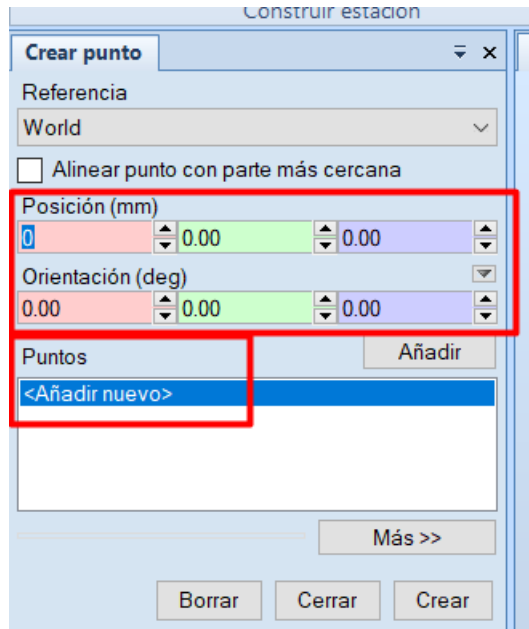


Ilustración 133 Menú crear punto

16. En el rectángulo previamente creado, se coloca el cursor en una esquina hasta que aparezca una esfera de color gris, cuando esto ocurra se hará clic sobre ella (Ver ilustración 134).

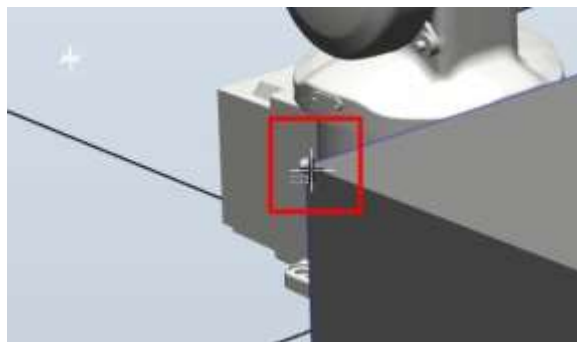


Ilustración 134 Vista preliminar de punto

17. Esto crea un punto el cual se podrá ver relegado tanto en la esquina del rectángulo, así como en el menú de puntos con el nombre de “Punto #” y sus coordenadas en los 3 ejes (Ver ilustración 135).

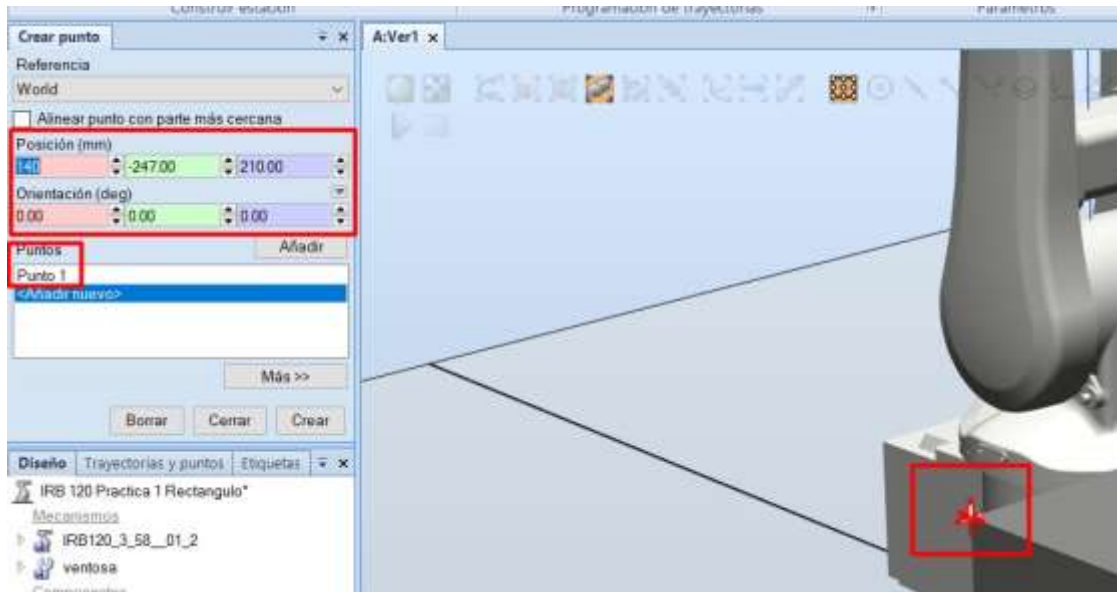


Ilustración 135 Menú Crear punto

18. Se crearon un total de 8 puntos en las posiciones que se muestran en la imagen siguiente (Ver ilustración 136).

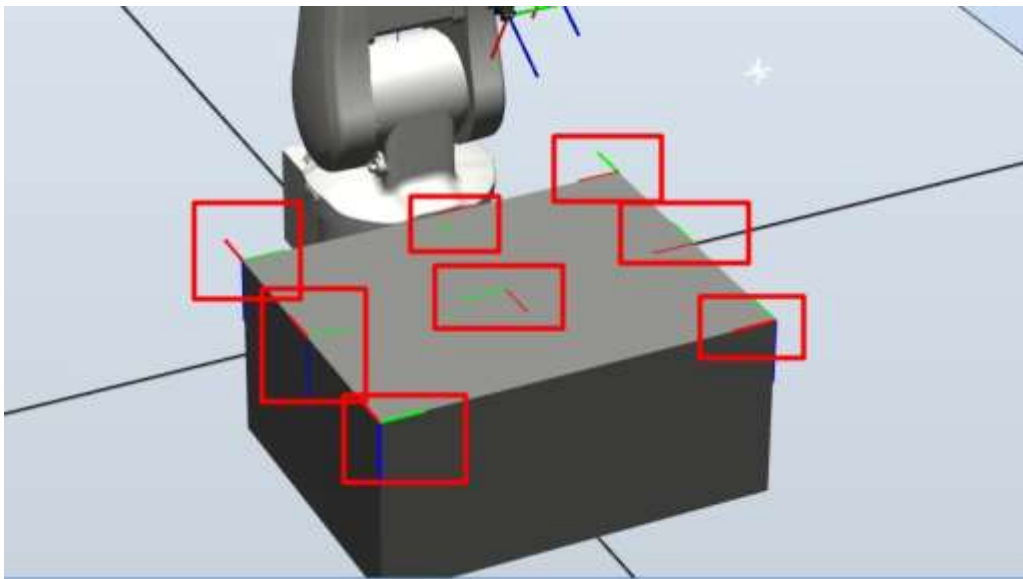


Ilustración 136 Puntos creados

19. Ahora se deberá de ubicar la pestaña de “Trayectorias y puntos”, donde se dará clic para acceder a esta misma (Ver ilustración 137).

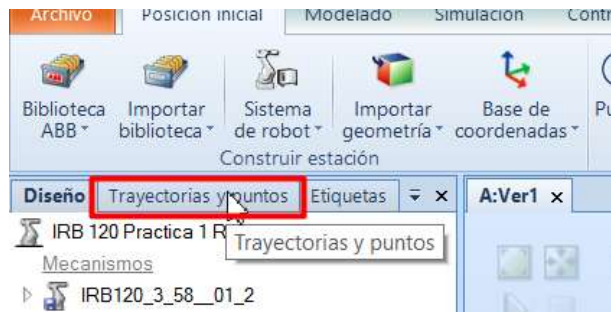


Ilustración 137 Pestaña Trayectorias y puntos

20. Dentro de esta pestaña veremos todos y cada uno de los que se crearon, el primer punto denominado como “Target\_10” se renombro a “INICIO” ya que este punto es la posición de home que se creó en el inciso 11, el resto de los puntos de “Target\_20” a “Target\_90” se les puede dar cualquier otro nombre (Ver ilustración 138).

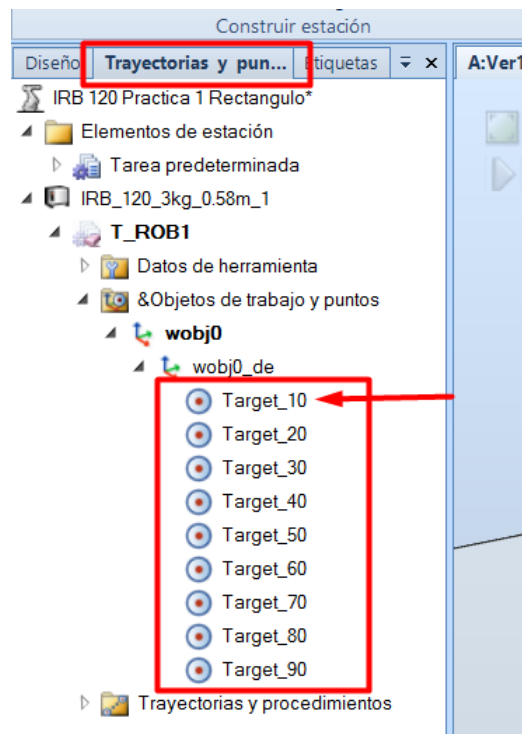


Ilustración 138 Puntos creados

21. Al cambiar el nombre podremos ver que los puntos se reorganizaron por orden alfabético (Ver ilustración 139).

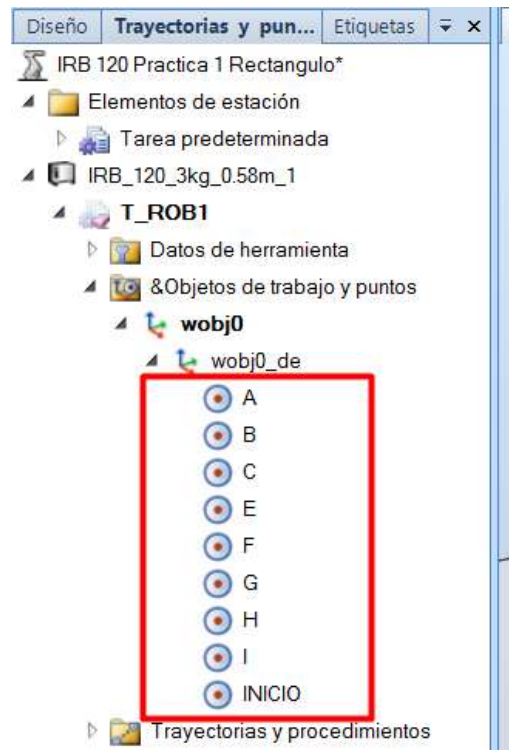


Ilustración 139 Puntos creados renombrados

22. En la parte inferior, debajo de los puntos creados, se puede apreciar una carpeta con el nombre de "Trayectorias y procedimientos", daremos clic secundario sobre esta misma y se pulsara sobre la opción "Crear trayectoria" (Ver ilustración 140).

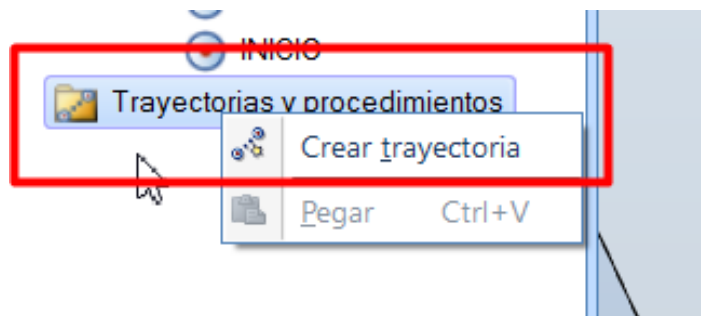


Ilustración 140 Crear trayectoria

23. La primera trayectoria que se deberá de crear es la denominado “main (punto de entrada)”, en caso de se cree otra con un nombre diferente, simplemente la renombramos con el nombre de “main” (Ver ilustración 141).

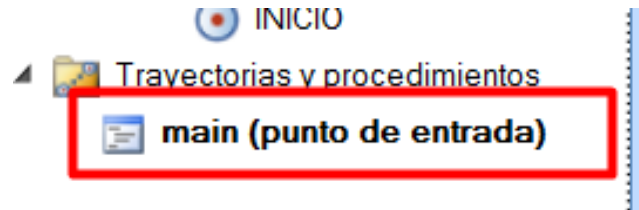


Ilustración 141 Trayectoria main

24. En este punto se repite el inciso 23, para crear una segunda trayectoria de nombre “Path\_10”, este será el procedimiento sobre el cual se trabajará (Ver ilustración 142).

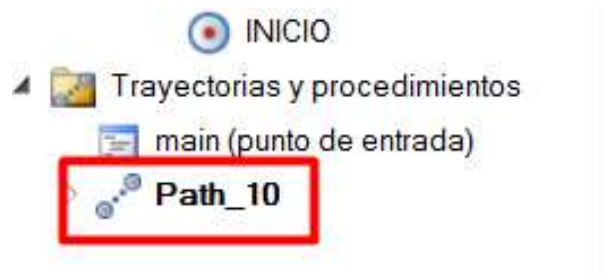


Ilustración 142 Trayectoria path\_10

25. En la esquina inferior donde se podrá visualizar el estado de controlador, las tres primeras opciones son “MoveL”, que hace referencia a que el desplazamiento que tendrá el robot, “v100” el cual controla la velocidad y finalmente “fine” que será la zona de aproximación al punto (Ver ilustración 143).

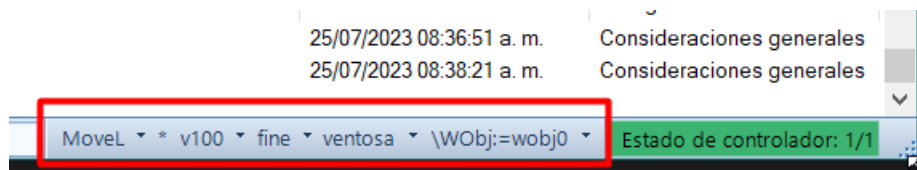


Ilustración 143 Parámetros de trayectorias

26. Con los parámetros configurados se procede a seleccionar todos los puntos creados anteriormente (Ver ilustración 144).

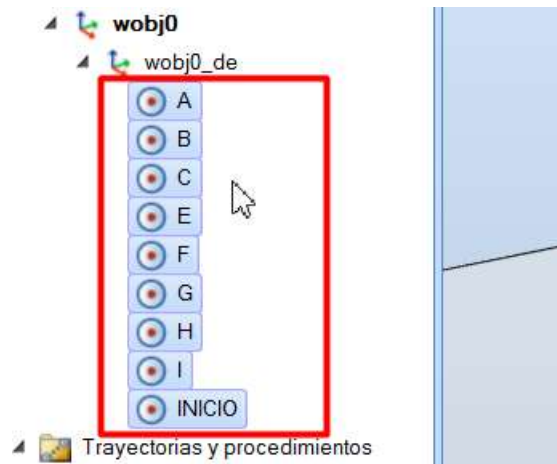


Ilustración 144 Selección de puntos

27. Se tomaron los puntos seleccionados y serán arrastrados hasta la parte de procedimientos, sobre el procedimiento "Path\_10" (Ver ilustración 145).

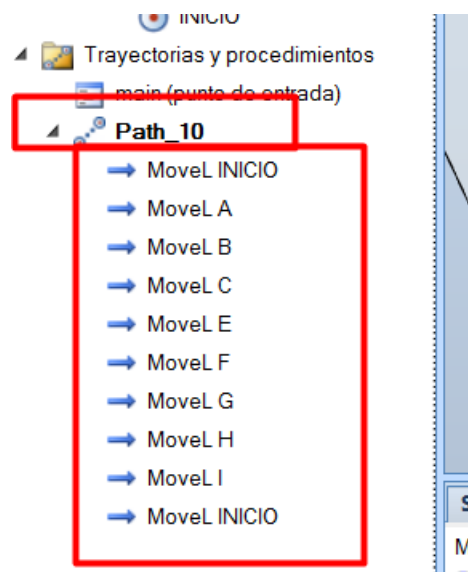


Ilustración 145 Trayectoria

Al momento de arrastrarlos sé cuidó el orden con el que sé se colocan los puntos ya que este es el orden que seguirá el robot, además de que la rutina comience en la posición de inicio y termine en esta misma posición.

28. Para verificar que todos los puntos se encuentren configurados con los parámetros de "MoveL", "v100" y "fine", se deberá seleccionar todos los puntos y hacer clic derecho sobre ellos. A continuación, se escogerá la opción "Editar instrucción..." en el menú desplegable (Ver ilustración 146).

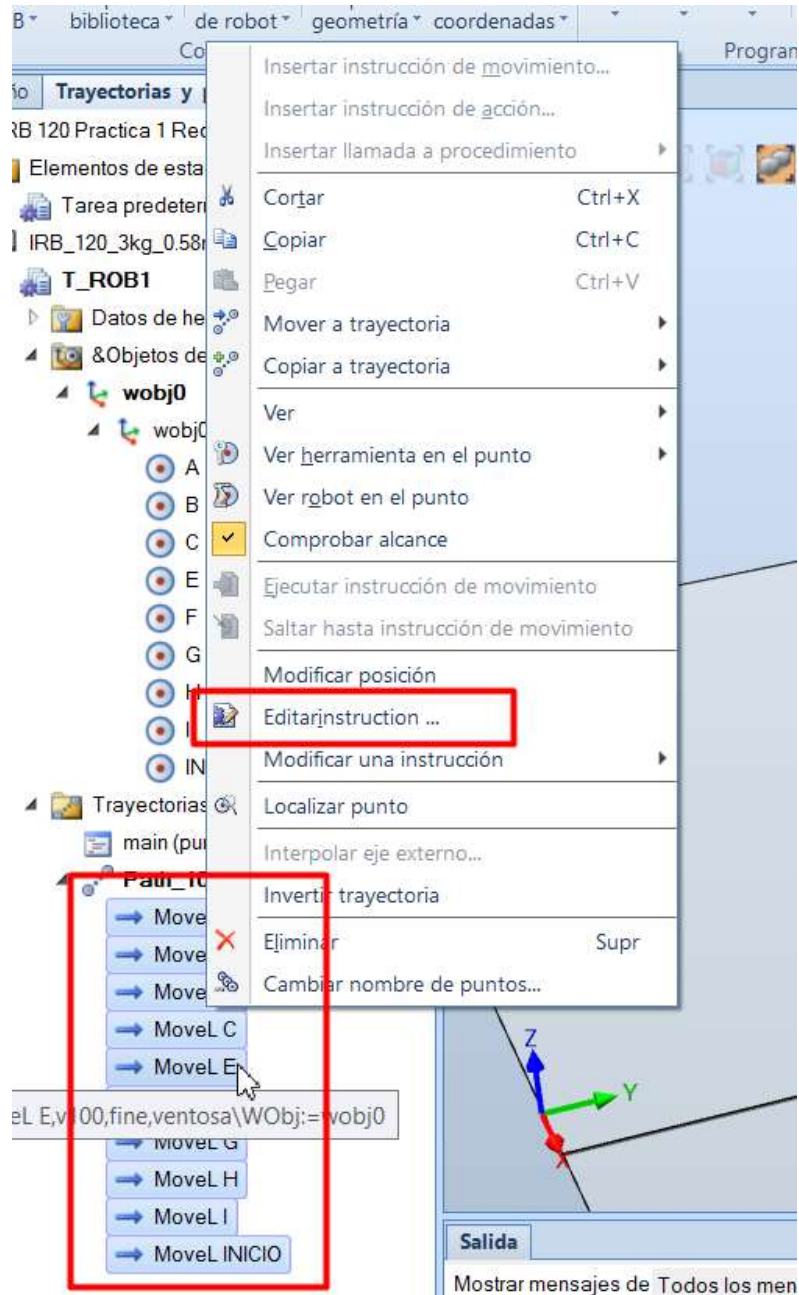


Ilustración 146 Menú edición de trayectoria

29. Esto desplegará el menú de configuración de los puntos, si en estos aparece la configuración establecida garantiza la correcta configuración de los puntos, en caso de que los valores de “Speed” y “Zone” aparezcan en blanco, implicará que los puntos tienen valores diferentes y deberán ser modificados (Ver ilustración 147).

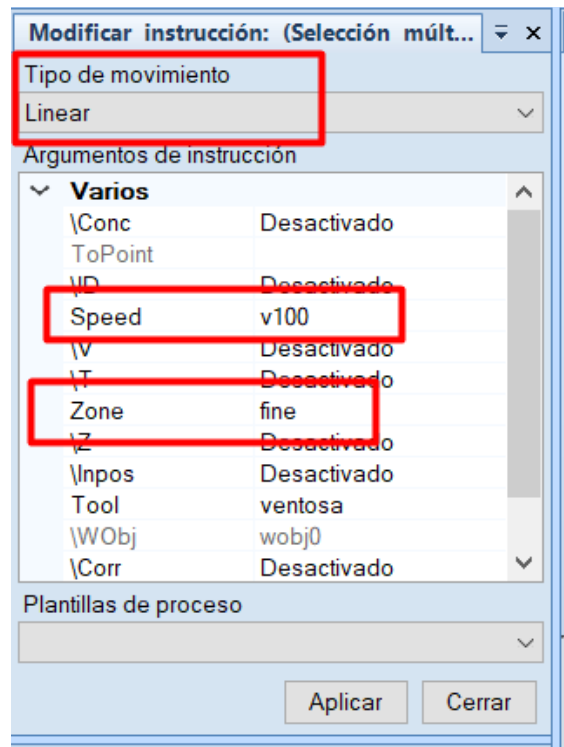


Ilustración 147 Menú Modificar instrucción

30. Ahora se selecciona cualquier punto, se dará clic secundario sobre este, se localiza la opción “Insertar instrucción de acción...” y se da clic sobre esta (Ver ilustración 148).

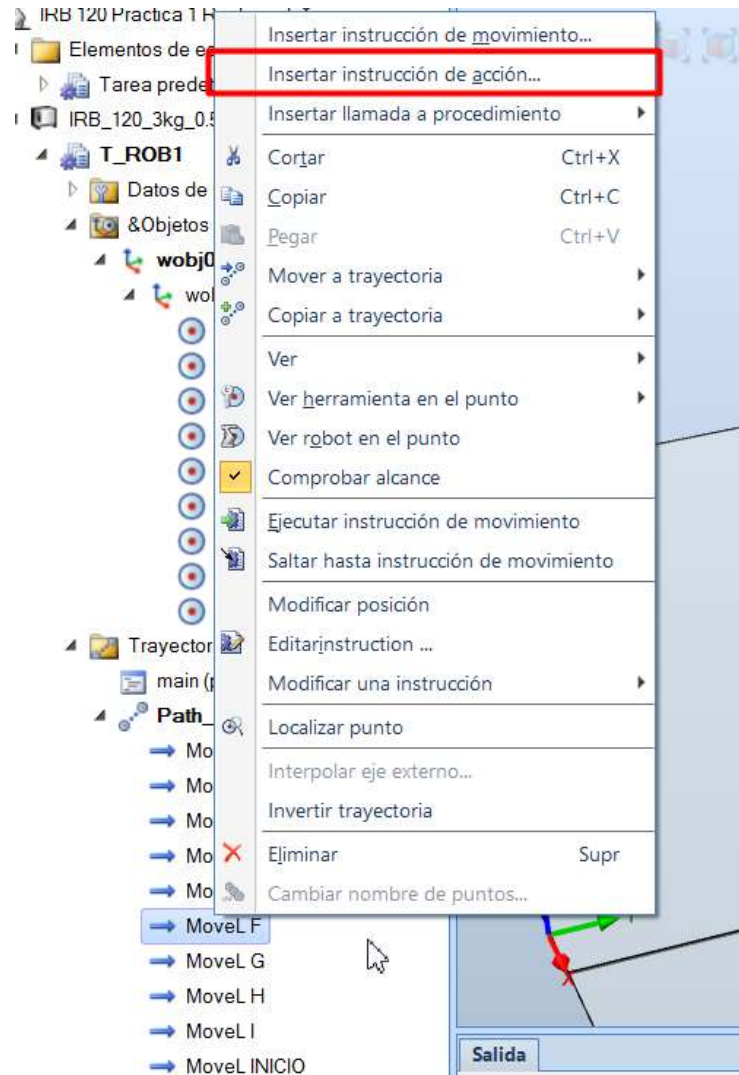


Ilustración 148 Menú de trayectoria opción insertar instrucción de acción

31. Esto abrirá el siguiente menú (Ver ilustración 149).

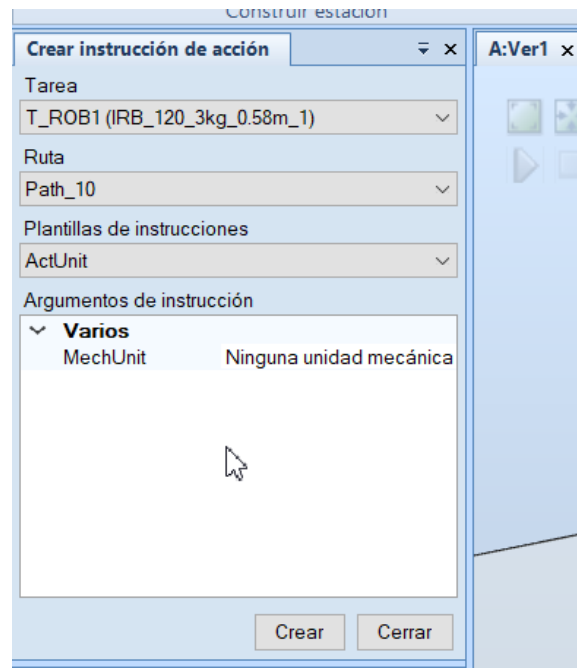


Ilustración 149 Menú Crear instrucción de acción

32. Dentro de este menú se dará clic sobre el recuadro “Plantillas de instrucciones” esto desplegará un menú, en donde se buscará la opción “WaitTime” (Ver ilustración 150).

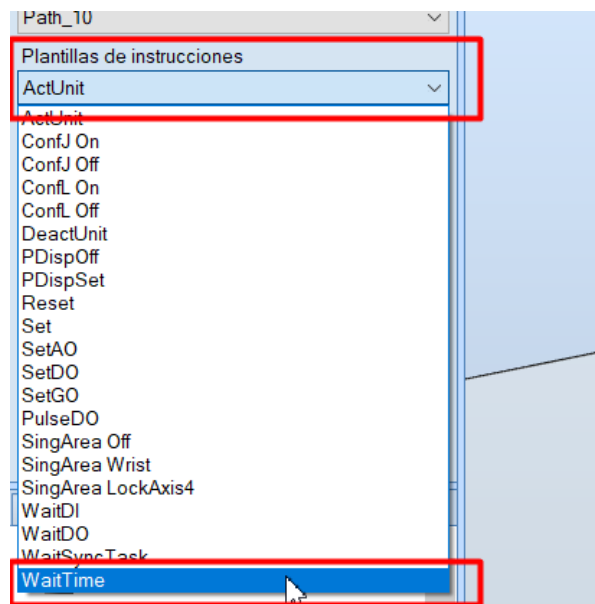


Ilustración 150 Submenú plantillas de instrucciones

33. Dentro del recuadro blanco de configuración, se buscará la opción “Time” (Ver ilustración 151).

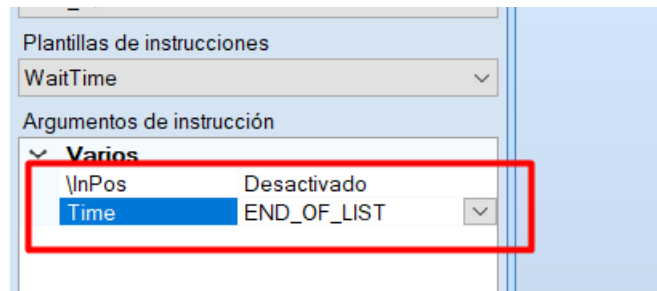


Ilustración 151 Parámetro Time

34. Se reemplaza el texto “END\_OF\_LIST” por el valor de tiempo deseado en segundos (Ver ilustración 152).

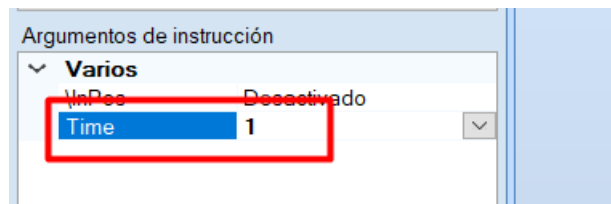


Ilustración 152 Parámetro Time 1

35. Finalmente se pulsa el recuadro de crear (Ver ilustración 153).

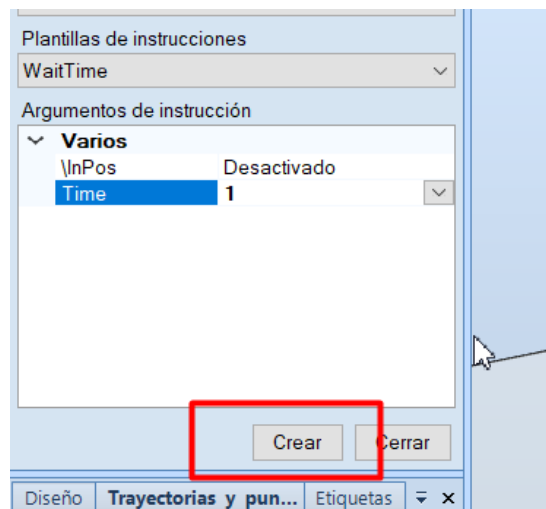


Ilustración 153 Parámetros finales

36. Para esta práctica se crearán un total de ocho “WaitTime” con la siguiente distribución:

- a. Dos con una duración de un segundo
- b. Dos con una duración de dos segundos
- c. Dos con una duración de tres segundos
- d. Dos con una duración de cuatro segundos

Con una distribución como se muestran en la siguiente imagen (Ver ilustración 154).

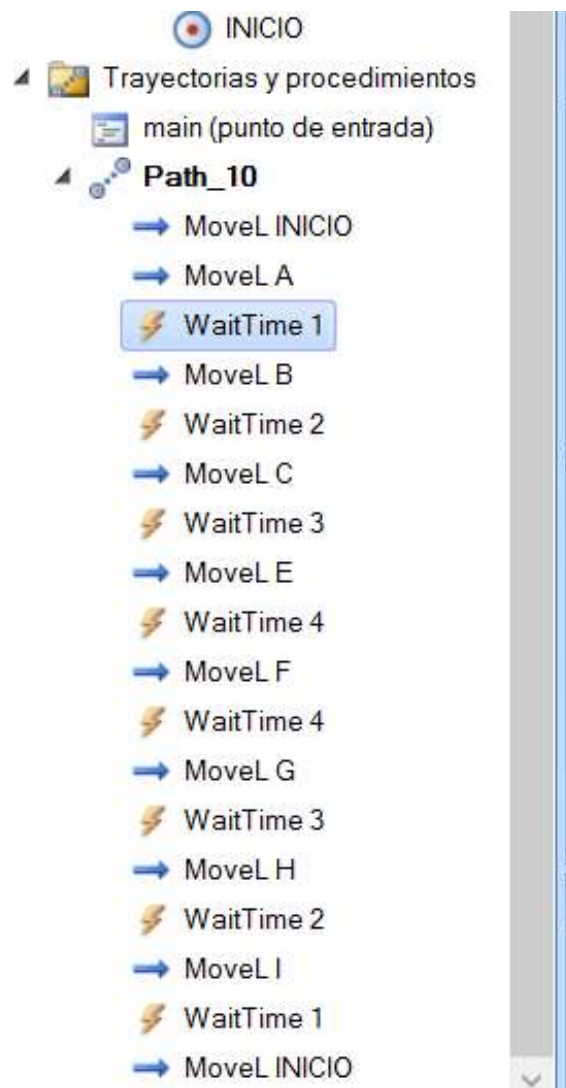


Ilustración 154 Rutina creada

37. Se crearon los puntos de manera correcta se podrá visualizar la trayectoria que seguirá el robot con flechas amarillas (Ver ilustración 155).

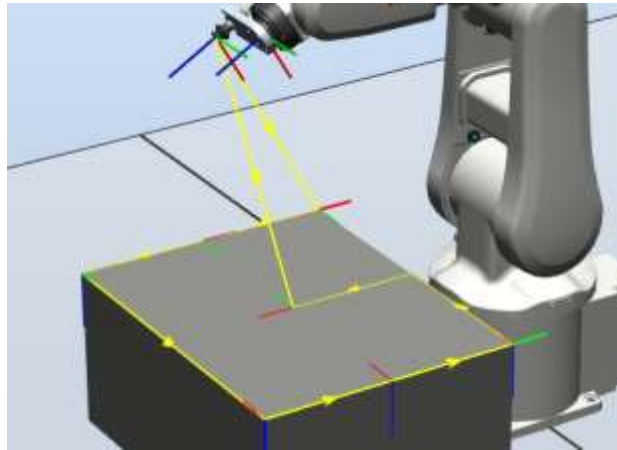


Ilustración 155 Rutina

38. Ahora se procede a ubicar el procedimiento "Path\_10", se hará clic secundario sobre este para seleccionar "Moverse a lo largo de la trayectoria", con esta opción simulará del recorrido que realizará el robot (Ver ilustración 156).

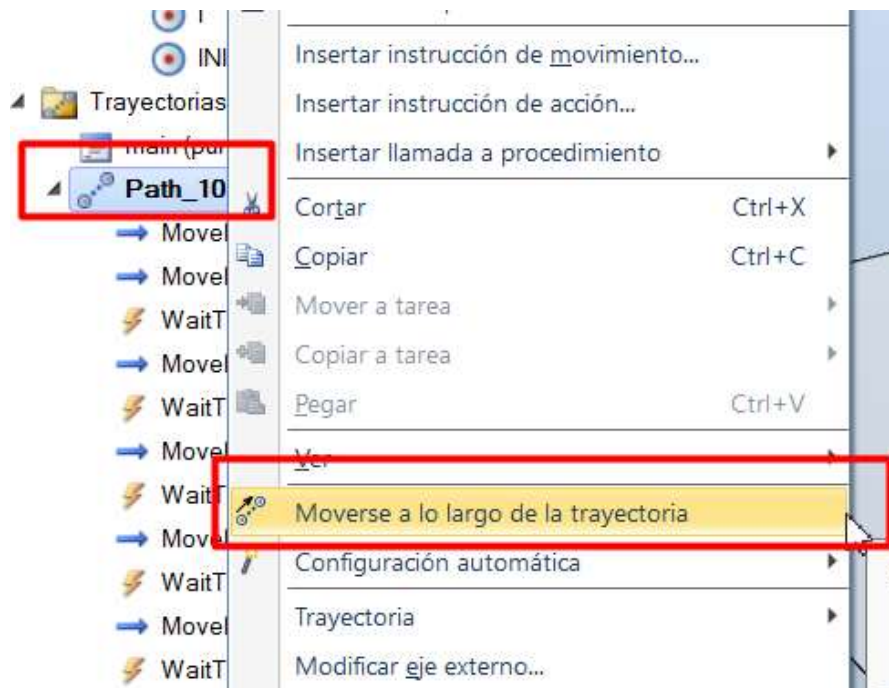


Ilustración 156 Simulación de trayectoria

39. Una vez verificado que la trayectoria sea la deseada se procede a tomar el procedimiento “Path\_10” para arrastrarlo al procedimiento “main” (Ver ilustración 157).

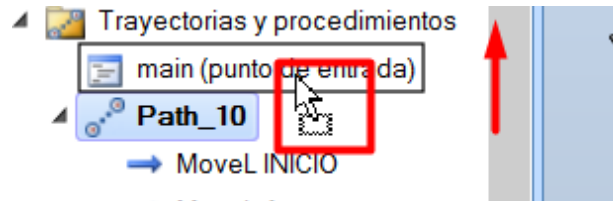


Ilustración 157 Llamado trayectoria Path\_10

40. Esto hará que se cree un acceso de llamada al procedimiento de “Path\_10” (Ver ilustración 158).

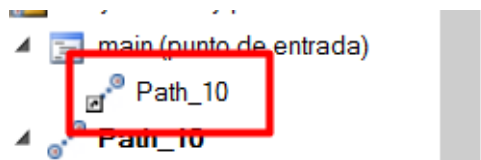


Ilustración 158 Llama trayectoria

41. Dentro de la banda de opciones se dará clic sobre la opción “RAPID” (Ver ilustración 159).

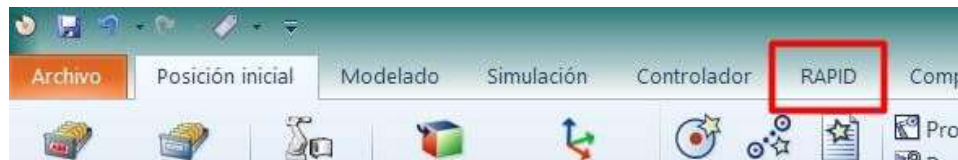


Ilustración 159 Pestaña RAPID

42. Dentro de este menú se selecciona la opción “Sincronizar” posteriormente se pulsa la primera opción “Sincronizar con RAPID” del menú desplegable (Ver ilustración 160).



Ilustración 160 Opción Sincronizar

43. Esto hará que se despliegue el siguiente recuadro, en donde se deberán de seleccionar todas las opciones que aparezcan y finalmente se pulsa “Aceptar” (Ver ilustración 161).

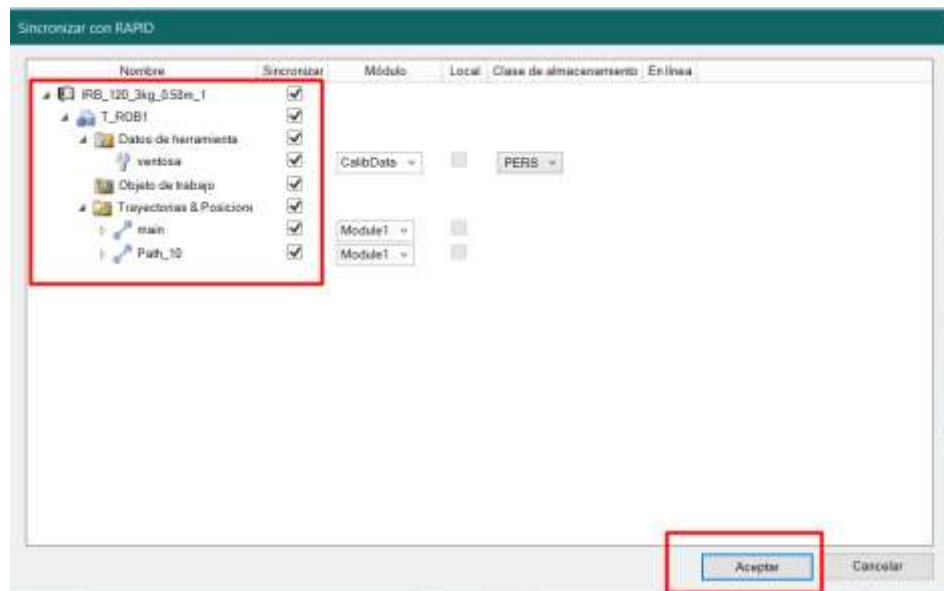


Ilustración 161 Ventana Sincronizar con RAPID

44. Una vez sincronizado, se habilitará una nueva opción llamada RAPID en el menú lateral (Ver ilustración 162).

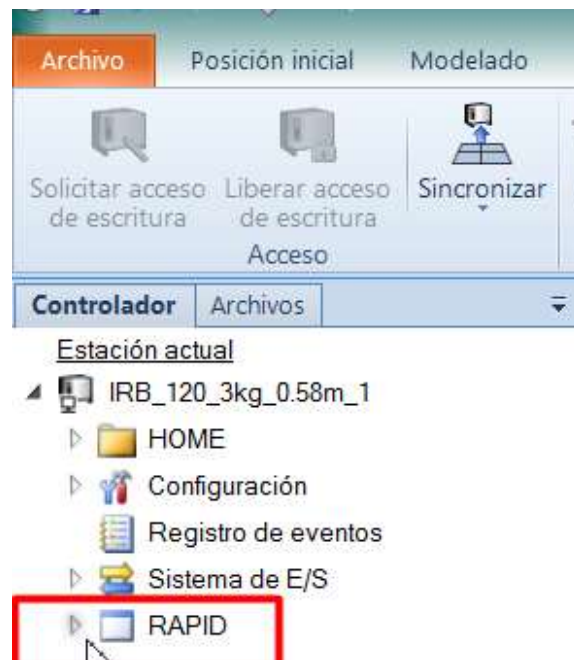


Ilustración 162 Pestaña lateral Controlador

45. Al desplegar dicho menú podemos apreciar que aparecen los procedimientos que se crearon en los incisos anteriores, damos doble clic sobre el procedimiento "main" (Ver ilustración 163)

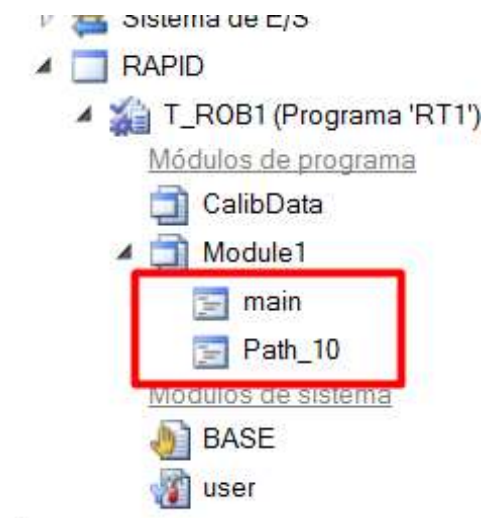


Ilustración 163 Trayectorias



## CAPITULO IV RESULTADOS

## TECNOLÓGICO DE ESTUDIOS SUPERIORES DE COACALCO

En este capítulo, se presentan los resultados obtenidos del diseño y desarrollo de la estación de entrenamiento a escala para el robot IRB 120, durante la planeación se comenzó con el diseño de una ventosa con la capacidad de soportar objetos cuyas medidas no superarán los 10 cm, además de crear elementos como escaleras, cajas contenedoras, entre otros complementos, los planos de la estación, así como de los diferentes complementos de la estación se podrán encontrar en el apartado de anexos.

Las diez practicas creadas están diseñadas con un nivel de complejidad ascendente durante por ejemplo durante la primera practica se busca que los alumnos comiencen con la familiarización del software y su relación con el robot realizando trayectorias sencillas, a lo largo de las siguientes las trayectorias así como la tarea a realizar se vuelven más complejas como realizando combinaciones entre trayectorias velocidades lógico en el seguimiento de trayectorias uso y desarrollo de código, posicionamiento de piezas entre otros desafíos.



*Ilustración 165 Estaciones*

## TECNOLÓGICO DE ESTUDIOS SUPERIORES DE COACALCO

Las practicas creadas son:

- I. Rectángulo
  - En esta práctica se busca la creación de una trayectoria haciendo uso de una geometría de referencia.
- II. Letras
  - Durante esta práctica se deberá de dar de alta una herramienta con la que se pueda dibujar además de hacer uso de trayectorias complejas
- III. Escalera, Movimiento de figuras
  - Se busca realizar el movimiento de una pieza a lo largo de una plataforma.
- IV. Movimiento de figuras 4 locaciones
  - Se deberá de seguir una secuencia al momento de mover varias piezas.
- V. Orientación de piezas
  - Durante esta práctica se busca que el alumno comprenda desarrolle una lógica al momento de realizar un movimiento de eje del robot.
- VI. Botones
  - Se hará uso de entradas y comparaciones siguiendo una secuencia.
- VII. Dos botones cuatro trayectorias
  - Se busca el primer acercamiento funciones de comparación, palabras reservadas del código RAPID.
- VIII. Rampa
  - La complejidad de la toma de las piezas aumenta.
- IX. Pila de cubos
- X. Apilado
  - Se debe de buscar una relación entre movimiento, velocidad y aproximación.

## TECNOLÓGICO DE ESTUDIOS SUPERIORES DE COACALCO

Se llevo a cabo la creación de un manual “Introducción al software RobotStudio de ABB Versión 6.08.01”, dentro del manual se tratan los siguientes puntos:

- Interfaz
- Adición del controlador
- Alta de herramienta en el software
- Tipos de movimientos
- Creación de puntos, trayectorias y código
- Alta de salidas digitales
- Alta de entradas digitales
- Pack and Go
- Unpack and Work
- Código RAPID

En el manual se trataron los temas fundamentales para el uso del software, el manual se puede encontrar en su totalidad en el apartado de anexos.

## CAPITULO V CONCLUSIONES

## TECNOLÓGICO DE ESTUDIOS SUPERIORES DE COACALCO

Durante el desarrollo de este proyecto, se logró desarrollar con éxito una estación de entrenamiento a escala para el robot IRB 120 de ABB, con el objetivo de proporcionar una herramienta efectiva para la formación académica de los estudiantes, esta estación fue desarrollada con un enfoque el cual involucro múltiples disciplinas como la programación, el uso de la aplicación de la robótica.

Uno de los logros más destacados fue el replicar cada uno de los movimientos y la programación de las diferentes prácticas que servirán a los estudiantes la comprensión de la operación del IRB 120.

Si bien la creación de una estación de entrenamiento brindara una familiarización con este tipo de robots industriales, es importante reconocer las limitaciones de la estación, está sé desarrollo a escala y por lo tanto no proporcionara una experiencia completa, por lo que se crea la oportunidad de expandir la estación con la integración de sensores que ayuden a la simulación de entornos industriales específicos.

El diseño y desarrollo de la estación de entrenamiento para el IRB 120 ha demostrado ser un paso importante hacia la mejora de la educación en robótica. La implementación exitosa de funciones clave, el modelado preciso de tareas y la interacción intuitiva del usuario confirman su utilidad en la enseñanza y manejo de robots.

# COMPETENCIAS DESARROLLADAS

AE2

Analizar, aplicar y proponer procesos de diseño de Ingeniería que resulten en proyectos Mecatrónicos que cumplen las necesidades o requerimientos especificados.

AE6

Reconocer la necesidad permanente de incorporar conocimiento adicional y tener la habilidad para identificar aplicar, integrar y evaluar este conocimiento adecuadamente.

# FUENTES DE INFORMACIÓN

## TECNOLÓGICO DE ESTUDIOS SUPERIORES DE COACALCO

*Pruebas de soldadura por puntos - Industrial Physics*. (2022, 4 marzo). Industrial Physics.

<https://industrialphysics.com/es/base-de-conocimientos/articulos/pruebas-de-soldadura-por-puntos/>

Mellado Arteché, M. (2011). *Robotica* (p. 181- 195). Limusa Noriega. Limusa Noriega.

Romero Guillén, I. R. G. (2017). ESTACIÓN ROBOTIZADA DE PALETIZADO.

UNIVERSITAT POLI'TECNICA DE CATALUNYA.

ESTADO DE MÉXICO PANORAMA DE LA INDUSTRIA AUTOMOTRIZ. (s. f.).

*Gobierno de México*. Recuperado 11 de julio de 2023, de

[https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/77150/Edo\\_Mex\\_Automotriz.pdf](https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/77150/Edo_Mex_Automotriz.pdf)

Programa Estratégico de la Industria Automotriz 2012 - 2020. (s. f.). *SUBSECRETARÍA DE*

*INDUSTRIA Y COMERCIO*. Recuperado 13 de julio de 2023, de

[https://www.economia.gob.mx/files/comunidad\\_negocios/industria\\_comercio/peia\\_ok.pdf](https://www.economia.gob.mx/files/comunidad_negocios/industria_comercio/peia_ok.pdf)

Pablo Giner. (2021, 24 enero). *ROBOTSTUDIO 2A. PRACTICA 1 - CREACIÓN DE TRAYECTORIAS* [Vídeo]. YouTube.

<https://www.youtube.com/watch?v=sNcvU6qaXFU>

MAKERS LAND. (2021, 29 enero). *RobotStudio - Waitdi, set, reset* [Vídeo]. YouTube.

[https://www.youtube.com/watch?v=H7w\\_OXl5JYw](https://www.youtube.com/watch?v=H7w_OXl5JYw)

MAKERS LAND. (2021a, enero 29). *RobotStudio - Signals* [Vídeo]. YouTube.

<https://www.youtube.com/watch?v=oNNnZZJBj0c>

Henrik Berlin. (2013, 26 mayo). *How to configure I/O for a robot controller system in*

*RobotStudio* [Vídeo]. YouTube. <https://www.youtube.com/watch?v=JSdcVxgR6hg>

Juan Carlos Martín Castillo. (2015, 16 julio). *RobotStudio: Entradas y salidas (I)* [Vídeo].

YouTube. <https://www.youtube.com/watch?v=giN9vYyYmIg>

## TECNOLÓGICO DE ESTUDIOS SUPERIORES DE COACALCO

Juan Carlos Martín Castillo. (2015b, julio 21). *RobotStudio: Entradas y salidas (II)*

[Vídeo]. YouTube. <https://www.youtube.com/watch?v=-PuSkDM-a0w>

Chibuike Okpaluba. (2018, 15 noviembre). *I/O setup on the ABB IRB 120 using the IRC5*

*Compact Controller* [Vídeo]. YouTube.

[https://www.youtube.com/watch?v=JG3\\_HsDkwcw](https://www.youtube.com/watch?v=JG3_HsDkwcw)

*Setup - Drag&Bot help*. (s. f.).

[https://help.dragandbot.com/hardware/robots/abb/01\\_irc5\\_setup.html](https://help.dragandbot.com/hardware/robots/abb/01_irc5_setup.html)

ROBOTICS Manual del producto IRC5 Compact. (2018). ABB,

<https://www.manualslib.es/manual/191932/Abb-Irc5-Compact.html>.

*Generalidades y lenguajes de programación robótica*. (s. f.). PPT.

<https://es.slideshare.net/poli1971/generalidades-y-lenguajes-de-programacion-robotica>

04.- *Entradas y salidas*. (s. f.). Scribd. [https://es.scribd.com/document/359763523/04-](https://es.scribd.com/document/359763523/04-Entradas-y-Salidas)

[Entradas-y-Salidas](https://es.scribd.com/document/359763523/04-Entradas-y-Salidas)

Khamis, A. K. (2006). Lenguaje RAPID: Robotics Application Programming Interactive

Dialogue. *Automatización Industrial - II*.

<http://personal.biada.org/~jhorrrillo/INTRODUCCIO%20RAPID.pdf>

# ANEXOS

# TECNOLÓGICO DE ESTUDIOS SUPERIORES DE COACALCO

## CODIGO 1 RECTANGULO

### MODULE Module1

```
CONST robtarget INICIO:=[[394.935780176,-  
60.445,576.343493106],[0.499999968,0,0.866025422,0],[0,0,0,0],[9E+09,9E+09,9  
E+09,9E+09,9E+09,9E+09]];
```

```
CONST robtarget A:=[[140,-  
247,210],[0,0,1,0],[0,0,0,0],[9E+09,9E+09,9E+09,9E+09,9E+09,9E+09]];
```

```
CONST robtarget B:=[[315,-  
247,210],[0,0,1,0],[0,0,0,0],[9E+09,9E+09,9E+09,9E+09,9E+09,9E+09]];
```

```
CONST robtarget C:=[[490,-  
247,210],[0,0,1,0],[0,0,0,0],[9E+09,9E+09,9E+09,9E+09,9E+09,9E+09]];
```

```
CONST robtarget E:=[[490,203,210],[0,-  
0.707106781,0.707106781,0],[0,0,0,0],[9E+09,9E+09,9E+09,9E+09,9E+09,9E+09]  
];
```

```
CONST robtarget F:=[[315,203,210],[0,-  
0.707106781,0.707106781,0],[0,0,0,0],[9E+09,9E+09,9E+09,9E+09,9E+09,9E+09]  
];
```

```
CONST robtarget G:=[[140,203,210],[0,-  
0.707106781,0.707106781,0],[0,0,0,0],[9E+09,9E+09,9E+09,9E+09,9E+09,9E+09]  
];
```

```
CONST robtarget H:=[[140,-  
22,210],[0,0.707106781,0.707106781,0],[0,0,0,0],[9E+09,9E+09,9E+09,9E+09,9E  
+09,9E+09]];
```

# TECNOLÓGICO DE ESTUDIOS SUPERIORES DE COACALCO

CONST robtarget l:=[[315,-  
22,210],[0,1,0,0],[0,0,0,0],[9E+09,9E+09,9E+09,9E+09,9E+09,9E+09]];

!\*\*\*\*\*

!

! Módulo: Module1

!

! Descripción:

! <Introduzca la descripción aquí>

!

! Autor: julio

!

! Versión: 1.0

!

!\*\*\*\*\*

!\*\*\*\*\*

!

! Procedimiento Main

!

! Este es el punto de entrada de su programa

# TECNOLÓGICO DE ESTUDIOS SUPERIORES DE COACALCO

!

!\*\*\*\*\*

PROC main()

Path\_10;

!Añada aquí su código

ENDPROC

PROC Path\_10()

MoveL INICIO,v100,fine,ventosa\WObj:=wobj0;

MoveL A,v100,fine,ventosa\WObj:=wobj0;

WaitTime 1;

MoveL B,v100,fine,ventosa\WObj:=wobj0;

WaitTime 2;

MoveL C,v100,fine,ventosa\WObj:=wobj0;

WaitTime 3;

MoveL E,v100,fine,ventosa\WObj:=wobj0;

WaitTime 4;

MoveL F,v100,fine,ventosa\WObj:=wobj0;

WaitTime 4;

MoveL G,v100,fine,ventosa\WObj:=wobj0;

## TECNOLÓGICO DE ESTUDIOS SUPERIORES DE COACALCO

WaitTime 3;

MoveL H,v100,fine,ventosa\WObj:=wobj0;

WaitTime 2;

MoveL I,v100,fine,ventosa\WObj:=wobj0;

WaitTime 1;

MoveL INICIO,v100,fine,ventosa\WObj:=wobj0;

ENDPROC

ENDMODULE

```
CONST rotarget c4:=[[209.975,-  
409.885,6.89],[0,1,0,0],[0,0,0,0],[9E+09,9E+09,9E+09,9E+09,9E+09,9E+09]];
```

## TECNOLÓGICO DE ESTUDIOS SUPERIORES DE COACALCO

```
CONST robtarget c5:=[[192.567,-  
406.549,6.89],[0,1,0,0],[0,0,0,0],[9E+09,9E+09,9E+09,9E+09,9E+09,9E+09]];
```

```
CONST robtarget c6:=[[169.09,-  
407.757,6.89],[0,1,0,0],[0,0,0,0],[9E+09,9E+09,9E+09,9E+09,9E+09,9E+09]];
```

```
CONST robtarget c7:=[[144.606,-  
419.932,6.89],[0,1,0,0],[0,0,0,0],[9E+09,9E+09,9E+09,9E+09,9E+09,9E+09]];
```

```
CONST robtarget c8:=[[141.323,-  
424.32,6.89],[0,1,0,0],[0,0,0,0],[9E+09,9E+09,9E+09,9E+09,9E+09,9E+09]];
```

```
CONST robtarget c9:=[[139.421,-  
439.221,6.89],[0,1,0,0],[0,0,0,0],[9E+09,9E+09,9E+09,9E+09,9E+09,9E+09]];
```

```
CONST robtarget c10:=[[150.672,-  
448.228,6.89],[0,1,0,0],[0,0,0,0],[9E+09,9E+09,9E+09,9E+09,9E+09,9E+09]];
```

```
CONST robtarget t1:=[[137.377,-  
489.919,6.574],[0,1,0,0],[0,0,0,0],[9E+09,9E+09,9E+09,9E+09,9E+09,9E+09]];
```

```
CONST robtarget t2:=[[233.387,-  
491.254,6.89],[0,1,0,0],[0,0,0,0],[9E+09,9E+09,9E+09,9E+09,9E+09,9E+09]];
```

```
CONST robtarget t3:=[[232.879,-  
477.944,6.89],[0,1,0,0],[0,0,0,0],[9E+09,9E+09,9E+09,9E+09,9E+09,9E+09]];
```

```
CONST robtarget t4:=[[233.653,-  
502.79,6.89],[0,1,0,0],[0,0,0,0],[9E+09,9E+09,9E+09,9E+09,9E+09,9E+09]];
```

```
PROC main()
```

```
Path_10;
```

```
Path_20;
```

## TECNOLÓGICO DE ESTUDIOS SUPERIORES DE COACALCO

Path\_30;

ENDPROC

PROC Path\_10()

MoveL inicio,v100,fine,Griper\_Ruben\_Plumin\WObj:=wobj0;

MoveL m1,v100,fine,Griper\_Ruben\_Plumin\WObj:=W1;

MoveL m2,v100,fine,Griper\_Ruben\_Plumin\WObj:=W1;

MoveL m3,v100,fine,Griper\_Ruben\_Plumin\WObj:=W1;

MoveL m4,v100,fine,Griper\_Ruben\_Plumin\WObj:=W1;

MoveL m5,v100,fine,Griper\_Ruben\_Plumin\WObj:=W1;

MoveL inicio,v100,fine,Griper\_Ruben\_Plumin\WObj:=wobj0;

ENDPROC

PROC Path\_20()

MoveL inicio,v100,fine,Griper\_Ruben\_Plumin\WObj:=wobj0;

MoveL c1,v100,z1,Griper\_Ruben\_Plumin\WObj:=W1;

MoveL c2,v100,z1,Griper\_Ruben\_Plumin\WObj:=W1;

MoveL c3,v100,z1,Griper\_Ruben\_Plumin\WObj:=W1;

MoveL c4,v100,z1,Griper\_Ruben\_Plumin\WObj:=W1;

MoveL c5,v100,z1,Griper\_Ruben\_Plumin\WObj:=W1;

MoveL c6,v100,z1,Griper\_Ruben\_Plumin\WObj:=W1;

## TECNOLÓGICO DE ESTUDIOS SUPERIORES DE COACALCO

MoveL c7,v100,z1,Griper\_Ruben\_Plumin\WObj:=W1;

MoveL c8,v100,z1,Griper\_Ruben\_Plumin\WObj:=W1;

MoveL c9,v100,z1,Griper\_Ruben\_Plumin\WObj:=W1;

MoveL c10,v100,z1,Griper\_Ruben\_Plumin\WObj:=W1;

MoveL inicio,v100,fine,Griper\_Ruben\_Plumin\WObj:=wobj0;

ENDPROC

PROC Path\_30()

MoveL inicio,v100,fine,Griper\_Ruben\_Plumin\WObj:=wobj0;

MoveL t1,v100,fine,Griper\_Ruben\_Plumin\WObj:=W1;

MoveL t2,v100,fine,Griper\_Ruben\_Plumin\WObj:=W1;

MoveL t3,v100,fine,Griper\_Ruben\_Plumin\WObj:=W1;

MoveL t4,v100,fine,Griper\_Ruben\_Plumin\WObj:=W1;

MoveL inicio,v100,fine,Griper\_Ruben\_Plumin\WObj:=wobj0;

ENDPROC

ENDMODULE

CODIGO 3 ESCALERA, MOVIMIENTO DE FIGURAS

MODULE Module1

```
CONST robtarget INICIO:=[[394.935780176,-  
60.445,576.343493106],[0.499999968,0,0.866025422,0],[0,0,0,0],[9E+09,9E+09,9  
E+09,9E+09,9E+09,9E+09]];
```

```
CONST robtarget  
T:=[[432.01,74.8,60.1],[0,0,1,0],[0,0,0,0],[9E+09,9E+09,9E+09,9E+09,9E+09,9E+0  
9]];
```

```
CONST robtarget  
E1:=[[438.041,80,134.805],[0,0,1,0],[0,0,0,0],[9E+09,9E+09,9E+09,9E+09,9E+09,9  
E+09]];
```

```
CONST robtarget  
E2:=[[424.906,29.583,125],[0,0,1,0],[0,0,0,0],[9E+09,9E+09,9E+09,9E+09,9E+09,9  
E+09]];
```

```
CONST robtarget  
D:=[[423.834,27.207,100],[0,0,1,0],[0,0,0,0],[9E+09,9E+09,9E+09,9E+09,9E+09,9  
E+09]];
```

```
CONST robtarget  
E2R:=[[424.906,29.583,125],[0,0,1,0],[0,0,0,0],[9E+09,9E+09,9E+09,9E+09,9E+09  
,9E+09]];
```

PROC Path\_10()

```
MoveL INICIO,v100,fine,ventosa\WObj:=wobj0;
```

```
MoveL T,v100,fine,ventosa\WObj:=w01;
```

## TECNOLÓGICO DE ESTUDIOS SUPERIORES DE COACALCO

WaitTime 1;

Set ABIERTO;

WaitTime 1;

MoveL E1,v100,fine,ventosa\WObj:=w01;

MoveL E2,v100,fine,ventosa\WObj:=w01;

MoveL D,v100,fine,ventosa\WObj:=w01;

WaitTime 1;

Reset ABIERTO;

WaitTime 1;

MoveL E2R,v100,fine,ventosa\WObj:=w01;

WaitTime 2;

MoveL D,v100,fine,ventosa\WObj:=w01;

WaitTime 1;

Set ABIERTO;

WaitTime 1;

MoveL E2,v100,fine,ventosa\WObj:=w01;

MoveL E1,v100,fine,ventosa\WObj:=w01;

MoveL T,v100,fine,ventosa\WObj:=w01;

WaitTime 1;

## TECNOLÓGICO DE ESTUDIOS SUPERIORES DE COACALCO

Reset ABIERTO;

WaitTime 1;

MoveL INICIO,v100,fine,ventosa\WObj:=wobj0;

ENDPROC

PROC main()

Path\_10;

ENDPROC

ENDMODULE

CODIGO 4 MOVIMIENTO DE FIGURAS 4 LOCACIONES

MODULE Module1

CONST robtarget INICIO:=[[394.935780176,-  
60.445,576.343493106],[0.499999968,0,0.866025422,0],[0,0,0,0],[9E+09,9E+09,9  
E+09,9E+09,9E+09,9E+09]];

CONST robtarget  
T:=[[432.01,74.8,50.1],[0,0,1,0],[0,0,0,0],[9E+09,9E+09,9E+09,9E+09,9E+09,9E+0  
9]];

CONST robtarget  
E1:=[[438.041,80,134.805],[0,0,1,0],[0,0,0,0],[9E+09,9E+09,9E+09,9E+09,9E+09,9  
E+09]];

CONST robtarget  
E2:=[[424.906,29.583,125],[0,0,1,0],[0,0,0,0],[9E+09,9E+09,9E+09,9E+09,9E+09,9  
E+09]];

CONST robtarget  
D:=[[423.834,27.207,88],[0,0,1,0],[0,0,0,0],[9E+09,9E+09,9E+09,9E+09,9E+09,9E  
+09]];

CONST robtarget  
E2R:=[[424.906,29.583,155],[0,0,1,0],[0,0,0,0],[9E+09,9E+09,9E+09,9E+09,9E+09  
,9E+09]];

CONST robtarget  
E3:=[[424.906,29.583,155],[0,0,1,0],[0,0,0,0],[9E+09,9E+09,9E+09,9E+09,9E+09,9  
E+09]];

CONST robtarget E4:=[[435.967,-  
24.591,220],[0,0,1,0],[0,0,0,0],[9E+09,9E+09,9E+09,9E+09,9E+09,9E+09]];

CONST robtarget A:=[[435.967,-  
24.591,130],[0,0,1,0],[0,0,0,0],[9E+09,9E+09,9E+09,9E+09,9E+09,9E+09]];

CONST robtarget E5:=[[432.313,-  
74.572,225],[0,0,1,0],[0,0,0,0],[9E+09,9E+09,9E+09,9E+09,9E+09,9E+09]];

CONST robtarget S:=[[432.313,-  
74.572,169],[0,0,1,0],[0,0,0,0],[9E+09,9E+09,9E+09,9E+09,9E+09,9E+09]];

PROC Path\_10()

MoveL INICIO,v100,fine,ventosa\WObj:=wobj0;

MoveL T,v100,fine,ventosa\WObj:=w01;

## TECNOLÓGICO DE ESTUDIOS SUPERIORES DE COACALCO

WaitTime 1;  
Set ABRIR;  
WaitTime 1;  
MoveL E1,v100,fine,ventosa\WObj:=w01;  
MoveL E3,v100,fine,ventosa\WObj:=w01;  
MoveL D,v100,fine,ventosa\WObj:=w01;  
WaitTime 1;  
Reset ABRIR;  
WaitTime 1;  
MoveL E2R,v100,fine,ventosa\WObj:=w01;  
WaitTime 2;  
MoveL D,v100,fine,ventosa\WObj:=w01;  
WaitTime 1;  
Set ABRIR;  
WaitTime 1;  
MoveL E3,v100,fine,ventosa\WObj:=w01;  
MoveL E4,v100,fine,ventosa\WObj:=w01;  
MoveL A,v100,fine,ventosa\WObj:=w01;  
WaitTime 1;  
Reset ABRIR;  
WaitTime 1;  
MoveL E4,v100,fine,ventosa\WObj:=w01;  
WaitTime 2;  
MoveL A,v100,fine,ventosa\WObj:=w01;  
WaitTime 1;  
Set ABRIR;  
WaitTime 1;  
MoveL E4,v100,fine,ventosa\WObj:=w01;

## TECNOLÓGICO DE ESTUDIOS SUPERIORES DE COACALCO

MoveL E5,v100,fine,ventosa\WObj:=w01;

MoveL S,v100,fine,ventosa\WObj:=w01;

WaitTime 1;

Reset ABRIR;

WaitTime 1;

MoveL E5,v100,fine,ventosa\WObj:=w01;

MoveL INICIO,v100,fine,ventosa\WObj:=wobj0;

ENDPROC

PROC main()

Path\_10;

ENDPROC

ENDMODULE

CODIGO 5 ORIENTACIÓN DE PIEZAS

MODULE Module1

```
CONST robtarget inicio:=[[394.935784156,-  
60.445,576.3435],[0.5,0,0.866025404,0],[0,0,0,0],[9E+09,9E+09,9E+09,9E+09,9E  
+09,9E+09]];
```

```
CONST robtarget o1:=[[379.377,-  
875.893,17.5],[0,1,0,0],[0,0,0,0],[9E+09,9E+09,9E+09,9E+09,9E+09,9E+09]];
```

```
CONST robtarget oe1:=[[277.531,-  
108.432,70.77],[0,1,0,0],[0,0,0,0],[9E+09,9E+09,9E+09,9E+09,9E+09,9E+09]];
```

```
CONST robtarget oe2:=[[454.525,-  
31.534,70.77],[0,0,1,0],[0,0,0,0],[9E+09,9E+09,9E+09,9E+09,9E+09,9E+09]];
```

```
CONST robtarget o2:=[[557.331,-  
792.665,17.5],[0,0,1,0],[0,0,0,0],[9E+09,9E+09,9E+09,9E+09,9E+09,9E+09]];
```

```
CONST robtarget o3:=[[345.59,-  
619.788,17.5],[0,0,1,0],[0,0,0,0],[9E+09,9E+09,9E+09,9E+09,9E+09,9E+09]];
```

```
CONST robtarget  
oe3:=[[242.784,146.343,65.77],[0,0,1,0],[0,0,0,0],[9E+09,9E+09,9E+09,9E+09,9E+  
09,9E+09]];
```

```
CONST robtarget pe1:=[[334.926,-  
110.505,70.77],[0,0,1,0],[0,0,0,0],[9E+09,9E+09,9E+09,9E+09,9E+09,9E+09]];
```

```
CONST robtarget p1:=[[437.732,-  
877.636,17.5],[0,0,1,0],[0,0,0,0],[9E+09,9E+09,9E+09,9E+09,9E+09,9E+09]];
```

## TECNOLÓGICO DE ESTUDIOS SUPERIORES DE COACALCO

CONST robtarget

pe2:=[[301.07,149.551,70.77],[0,0,1,0],[0,0,0,0],[9E+09,9E+09,9E+09,9E+09,9E+09,9E+09]];

CONST robtarget p3:=[[403.876,-

611.58,17.5],[0,0,1,0],[0,0,0,0],[9E+09,9E+09,9E+09,9E+09,9E+09,9E+09]];

CONST robtarget

pe3:=[[451.953,17.066,70.77],[0,0,1,0],[0,0,0,0],[9E+09,9E+09,9E+09,9E+09,9E+09,9E+09]];

CONST robtarget p2:=[[554.759,-

739.065,17.5],[0,0,1,0],[0,0,0,0],[9E+09,9E+09,9E+09,9E+09,9E+09,9E+09]];

!\*\*\*\*\*

!

! Módulo: Module1

!

! Descripción:

! <Introduzca la descripción aquí>

!

! Autor: julio

!

! Versión: 1.0

!

# TECNOLÓGICO DE ESTUDIOS SUPERIORES DE COACALCO

!\*\*\*\*\*

!\*\*\*\*\*

!

! Procedimiento Main

!

! Este es el punto de entrada de su programa

!

!\*\*\*\*\*

PROC main()

!Añada aquí su código

Path\_10;

Path\_20;

ENDPROC

PROC Path\_10()

MoveL inicio,v100,fine,ventosa\WObj:=wobj0;

MoveL o1,v100,fine,ventosa\WObj:=wo1;

WaitTime 1;

## TECNOLÓGICO DE ESTUDIOS SUPERIORES DE COACALCO

Set ABRIR;

WaitTime 1;

MoveL oe1,v100,fine,ventosa\WObj:=wobj0;

MoveL oe2,v100,fine,ventosa\WObj:=wobj0;

MoveL o2,v100,fine,ventosa\WObj:=wo1;

WaitTime 1;

Reset ABRIR;

WaitTime 1;

MoveL oe2,v100,fine,ventosa\WObj:=wobj0;

WaitTime 2;

MoveL o2,v100,fine,ventosa\WObj:=wo1;

WaitTime 1;

Set ABRIR;

WaitTime 1;

MoveL oe2,v100,fine,ventosa\WObj:=wobj0;

MoveL oe3,v100,fine,ventosa\WObj:=wobj0;

MoveL o3,v100,fine,ventosa\WObj:=wo1;

WaitTime 1;

Reset ABRIR;

## TECNOLÓGICO DE ESTUDIOS SUPERIORES DE COACALCO

WaitTime 1;

MoveL oe3,v100,fine,ventosa\WObj:=wobj0;

MoveL inicio,v100,fine,ventosa\WObj:=wobj0;

WaitTime 1;

ENDPROC

PROC Path\_20()

WaitTime 1;

MoveL inicio,v100,fine,ventosa\WObj:=wobj0;

MoveL pe1,v100,fine,ventosa\WObj:=wobj0;

MoveL p1,v100,fine,ventosa\WObj:=wo1;

WaitTime 1;

Set ABRIR;

WaitTime 1;

MoveL pe1,v100,fine,ventosa\WObj:=wobj0;

MoveL pe2,v100,fine,ventosa\WObj:=wobj0;

MoveL p3,v100,fine,ventosa\WObj:=wo1;

WaitTime 1;

Reset ABRIR;

WaitTime 1;

## TECNOLÓGICO DE ESTUDIOS SUPERIORES DE COACALCO

MoveL pe2,v100,fine,ventosa\WObj:=wobj0;

WaitTime 2;

MoveL p3,v100,fine,ventosa\WObj:=wo1;

WaitTime 1;

Set ABRIR;

WaitTime 1;

MoveL pe2,v100,fine,ventosa\WObj:=wobj0;

MoveL pe3,v100,fine,ventosa\WObj:=wobj0;

MoveL p2,v100,fine,ventosa\WObj:=wo1;

WaitTime 1;

Reset ABRIR;

WaitTime 1;

MoveL pe3,v100,fine,ventosa\WObj:=wobj0;

MoveL inicio,v100,fine,ventosa\WObj:=wobj0;

ENDPROC

ENDMODULE

# TECNOLÓGICO DE ESTUDIOS SUPERIORES DE COACALCO

## CODIGO 6 BOTONES

MODULE Module1

```
CONST robtarget inicio:=[[394.935784156,-  
60.445,576.3435],[0.5,0,0.866025404,0],[0,0,0,0],[9E+09,9E+09,9E+09,9E+09,9E+  
+09,9E+09]];
```

```
CONST robtarget  
o2:=[[265,185,243.559],[0,0,1,0],[0,0,0,0],[9E+09,9E+09,9E+09,9E+09,9E+09,9E+  
09]];
```

```
CONST robtarget o1:=[[265,-  
315,243.559],[0,0,1,0],[0,0,0,0],[9E+09,9E+09,9E+09,9E+09,9E+09,9E+09]];
```

```
CONST robtarget o0:=[[265,-  
315,393.559],[0,0,1,0],[0,0,0,0],[9E+09,9E+09,9E+09,9E+09,9E+09,9E+09]];
```

```
!*****
```

```
!
```

```
! Módulo: Module1
```

```
!
```

```
! Descripción:
```

```
! <Introduzca la descripción aquí>
```

```
!
```

```
! Autor: julio
```

```
!
```

# TECNOLÓGICO DE ESTUDIOS SUPERIORES DE COACALCO

! Versión: 1.0

!

!\*\*\*\*\*

!\*\*\*\*\*

!

! Procedimiento Main

!

! Este es el punto de entrada de su programa

!

!\*\*\*\*\*

PROC main()

!Añada aquí su código

MoveL inicio,v500,fine,ventosa\WObj:=wobj0;

MoveL o0,v500,fine,ventosa\WObj:=wo1;

MoveL inicio,v500,fine,ventosa\WObj:=wobj0;

WaitDI DI1, 1;

Path\_10;

# TECNOLÓGICO DE ESTUDIOS SUPERIORES DE COACALCO

WaitDI DIn02, 1;

Path\_20;

ENDPROC

PROC Path\_10()

MoveL inicio,v500,fine,ventosa\WObj:=wobj0;

MoveL o2,v500,fine,ventosa\WObj:=wo1;

ENDPROC

PROC Path\_20()

MoveL o1,v500,fine,ventosa\WObj:=wo1;

MoveL inicio,v500,fine,ventosa\WObj:=wobj0;

ENDPROC

ENDMODULE

# TECNOLÓGICO DE ESTUDIOS SUPERIORES DE COACALCO

## CODIGO 7 DOS BOTONES CUATRO TRAYECTORIAS

MODULE Module1

```
CONST robtarget inicio:=[[394.935784156,-  
60.445,576.3435],[0.5,0,0.866025404,0],[0,0,0,0],[9E+09,9E+09,9E+09,9E+09,9E  
+09,9E+09]];
```

```
CONST robtarget o1:=[[379.377,-  
875.893,25.5],[0,1,0,0],[0,0,0,0],[9E+09,9E+09,9E+09,9E+09,9E+09,9E+09]];
```

```
CONST robtarget oe1:=[[277.531,-  
108.432,70.77],[0,1,0,0],[0,0,0,0],[9E+09,9E+09,9E+09,9E+09,9E+09,9E+09]];
```

```
CONST robtarget oe2:=[[454.525,-  
31.534,70.77],[0,0,1,0],[0,0,0,0],[9E+09,9E+09,9E+09,9E+09,9E+09,9E+09]];
```

```
CONST robtarget o2:=[[557.331,-  
792.665,22.5],[0,0,1,0],[0,0,0,0],[9E+09,9E+09,9E+09,9E+09,9E+09,9E+09]];
```

```
CONST robtarget pe1:=[[334.926,-  
110.505,70.77],[0,0,1,0],[0,0,0,0],[9E+09,9E+09,9E+09,9E+09,9E+09,9E+09]];
```

```
CONST robtarget p1:=[[437.732,-  
877.636,17.5],[0,0,1,0],[0,0,0,0],[9E+09,9E+09,9E+09,9E+09,9E+09,9E+09]];
```

```
CONST robtarget  
pe3:=[[451.953,17.066,70.77],[0,0,1,0],[0,0,0,0],[9E+09,9E+09,9E+09,9E+09,9E+0  
9,9E+09]];
```

```
CONST robtarget p2:=[[554.759,-  
739.065,17.5],[0,0,1,0],[0,0,0,0],[9E+09,9E+09,9E+09,9E+09,9E+09,9E+09]];
```

```
VAR num c :=0;
```

## TECNOLÓGICO DE ESTUDIOS SUPERIORES DE COACALCO

VAR num cd :=0;

PERS num au :=0;

PERS num aux :=0;

PROC ruta()

MoveL inicio,v100,fine,ventosa\WObj:=wobj0;

MoveL o1,v100,fine,ventosa\WObj:=wo1;

WaitTime 1;

Set ABRIR;

WaitTime 1;

MoveL oe1,v100,fine,ventosa\WObj:=wobj0;

MoveL oe2,v100,fine,ventosa\WObj:=wobj0;

MoveL o2,v100,fine,ventosa\WObj:=wo1;

WaitTime 1;

Reset ABRIR;

WaitTime 1;

MoveL inicio,v100,fine,ventosa\WObj:=wobj0;

ENDPROC

PROC main()

IF DI1=high THEN

## TECNOLÓGICO DE ESTUDIOS SUPERIORES DE COACALCO

IF c=0 THEN

    rutaa;

    c:=c+1;

ENDIF

ENDIF

IF DI1=high THEN

    IF c=1 THEN

        rutaai;

        c:=0;

    ENDIF

ENDIF

IF DI1=high THEN

    IF cd=0 THEN

        rutab;

        cd:=cd+1;

    ENDIF

ENDIF

## TECNOLÓGICO DE ESTUDIOS SUPERIORES DE COACALCO

IF DIn02=high THEN

IF cd=1 THEN

rutabi;

cd:=0;

ENDIF

ENDIF

ENDPROC

PROC rutab()

MoveL inicio,v100,fine,ventosa\WObj:=wobj0;

MoveL pe1,v100,fine,ventosa\WObj:=wobj0;

MoveL p1,v100,fine,ventosa\WObj:=wo1;

WaitTime 1;

Set ABRIR;

WaitTime 1;

MoveL pe1,v100,fine,ventosa\WObj:=wobj0;

MoveL pe3,v100,fine,ventosa\WObj:=wobj0;

MoveL p2,v100,fine,ventosa\WObj:=wo1;

WaitTime 1;

## TECNOLÓGICO DE ESTUDIOS SUPERIORES DE COACALCO

Reset ABRIR;

WaitTime 1;

MoveL pe3,v100,fine,ventosa\WObj:=wobj0;

MoveL inicio,v100,fine,ventosa\WObj:=wobj0;

ENDPROC

PROC rutaai()

MoveL inicio,v100,fine,ventosa\WObj:=wobj0;

MoveL oe2,v100,fine,ventosa\WObj:=wobj0;

MoveL o2,v100,fine,ventosa\WObj:=wo1;

WaitTime 1;

Set ABRIR;

WaitTime 1;

MoveL oe2,v100,fine,ventosa\WObj:=wobj0;

MoveL oe1,v100,fine,ventosa\WObj:=wobj0;

MoveL o1,v100,fine,ventosa\WObj:=wo1;

WaitTime 1;

Reset ABRIR;

WaitTime 1;

MoveL oe1,v100,fine,ventosa\WObj:=wobj0;

## TECNOLÓGICO DE ESTUDIOS SUPERIORES DE COACALCO

MoveL inicio,v100,fine,ventosa\WObj:=wobj0;

ENDPROC

PROC rutabi()

MoveL inicio,v100,fine,ventosa\WObj:=wobj0;

MoveL pe3,v100,fine,ventosa\WObj:=wobj0;

MoveL p2,v100,fine,ventosa\WObj:=wo1;

WaitTime 1;

Set ABRIR;

WaitTime 1;

MoveL pe3,v100,fine,ventosa\WObj:=wobj0;

MoveL pe1,v100,fine,ventosa\WObj:=wobj0;

MoveL p1,v100,fine,ventosa\WObj:=wo1;

WaitTime 1;

Reset ABRIR;

WaitTime 1;

MoveL pe1,v100,fine,ventosa\WObj:=wobj0;

MoveL inicio,v100,fine,ventosa\WObj:=wobj0;

ENDPROC

ENDMODULE

# TECNOLÓGICO DE ESTUDIOS SUPERIORES DE COACALCO

## CODIGO 8 RAMPA

MODULE Module1

```
CONST robtarget inicio:=[[394.935784157,-  
60.445,576.3435],[0.5,0,0.866025404,0],[0,0,0,0],[9E+09,9E+09,9E+09,9E+09,9E  
+09,9E+09]];
```

```
CONST robtarget cubo_2:=[[-  
51.139009511,24.999886557,89.49715967],[0.000000012,0.927901353,-  
0.000000037,0.372825802],[-1,-1,-  
2,1],[9E+09,9E+09,9E+09,9E+09,9E+09,9E+09]];
```

```
CONST robtarget cubo:=[[18.050075427,24.999886306,17.29693839],[-  
0.00000001,0.927901352,0.000000025,0.372825805],[-1,-1,-  
2,1],[9E+09,9E+09,9E+09,9E+09,9E+09,9E+09]];
```

```
CONST robtarget reposo_cubo:=[[-  
49.462857441,195.710886925,92.012],[0,0.707106781,0.707106781,0],[0,0,0,0],[9  
E+09,9E+09,9E+09,9E+09,9E+09,9E+09]];
```

```
CONST robtarget cubo_3:=[[-49.462857441,195.710886925,-  
7.988],[0,0.707106781,0.707106781,0],[0,0,0,0],[9E+09,9E+09,9E+09,9E+09,9E+  
09,9E+09]];
```

PROC main()

Path\_10;

ENDPROC

PROC Path\_10()

MoveJ inicio,v300,z100,ventosa\WObj:=wobj0;

## TECNOLÓGICO DE ESTUDIOS SUPERIORES DE COACALCO

MoveJ cubo\_2,v300,z100,ventosa\WObj:=WOBCUBO;

MoveJ cubo,v300,z100,ventosa\WObj:=WOBCUBO;

WaitTime 1;

Set ABRIR;

WaitTime 1;

MoveJ cubo\_2,v300,z100,ventosa\WObj:=WOBCUBO;

MoveJ reposo\_cubo,v300,z100,ventosa\WObj:=WOBCUBO;

MoveJ cubo\_3,v300,z100,ventosa\WObj:=WOBCUBO;

WaitTime 1;

Reset ABRIR;

WaitTime 1;

MoveJ reposo\_cubo,v300,z100,ventosa\WObj:=WOBCUBO;

MoveJ inicio,v300,z100,ventosa\WObj:=wobj0;

ENDPROC

ENDMODULE

# TECNOLÓGICO DE ESTUDIOS SUPERIORES DE COACALCO

## CODIGO 9 PILA DE CUBOS

### MODULE Module1

```
CONST robtarget inicio:=[[394.935784157,-  
60.445,576.3435],[0.5,0,0.866025404,0],[0,0,0,0],[9E+09,9E+09,9E+09,9E+09,9E  
+09,9E+09]];
```

```
CONST robtarget  
seguridadc1:=[[86.32940917,29.999886925,235.089897638],[0.263667759,-  
0.656109223,0.656109223,-0.263667759],[0,-  
2,0,0],[9E+09,9E+09,9E+09,9E+09,9E+09,9E+09]];
```

```
CONST robtarget cubo_1:=[[155.227970046,-  
3.000113075,148.759206056],[0.263667759,-0.656109223,0.656109223,-  
0.263667759],[-1,-1,-1,1],[9E+09,9E+09,9E+09,9E+09,9E+09,9E+09]];
```

```
CONST robtarget seguridadcubofinal:=[[-  
52.990857441,182.431886925,274.715],[0,1,0,0],[0,0,-  
2,0],[9E+09,9E+09,9E+09,9E+09,9E+09,9E+09]];
```

```
CONST robtarget cubofinal_1:=[[-52.990857441,182.431886925,-  
25.285],[0,1,0,0],[0,0,-2,0],[9E+09,9E+09,9E+09,9E+09,9E+09,9E+09]];
```

```
CONST robtarget  
seguridadc2:=[[46.623960351,29.999886925,197.031030944],[0.263667759,-  
0.656109223,0.656109223,-0.263667759],[0,0,-  
2,1],[9E+09,9E+09,9E+09,9E+09,9E+09,9E+09]];
```

```
CONST robtarget cubo_2:=[[115.522521227,-  
3.000113075,110.700339362],[0.263667759,-0.656109223,0.656109223,-  
0.263667759],[-1,-1,-1,1],[9E+09,9E+09,9E+09,9E+09,9E+09,9E+09]];
```

## TECNOLÓGICO DE ESTUDIOS SUPERIORES DE COACALCO

CONST                      robtargget                      cubofinal\_2:=[[-52.990857441,182.431886925,24.715],[0,1,0,0],[0,0,-2,0],[9E+09,9E+09,9E+09,9E+09,9E+09,9E+09]];

CONST                      robtargget                      seguridadc3:=[[-3.308925275,-3.000113075,155.512267278],[0.263667759,-0.656109223,0.656109223,-0.263667759],[-1,-1,-1,1],[9E+09,9E+09,9E+09,9E+09,9E+09,9E+09]];

CONST                      robtargget                      cubo\_3:=[[-79.426658664,-3.000113075,76.10136964],[0.263667759,-0.656109223,0.656109223,-0.263667759],[-1,-1,-1,1],[9E+09,9E+09,9E+09,9E+09,9E+09,9E+09]];

CONST                      robtargget                      cubofinal\_3:=[[-52.990857441,182.431886925,74.715],[0,1,0,0],[0,0,-2,0],[9E+09,9E+09,9E+09,9E+09,9E+09,9E+09]];

CONST                      robtargget                      seguridadc4:=[[-32.786937288,-3.000113075,120.913297556],[0.263667759,-0.656109223,0.656109223,-0.263667759],[-1,-1,-1,1],[9E+09,9E+09,9E+09,9E+09,9E+09,9E+09]];

CONST                      robtargget                      cubo\_4:=[[-43.330796101,-3.000113075,41.502399918],[0.263667759,-0.656109223,0.656109223,-0.263667759],[-1,-1,-1,1],[9E+09,9E+09,9E+09,9E+09,9E+09,9E+09]];

CONST                      robtargget                      cubofinal\_4:=[[-52.990857441,182.431886925,124.715],[0,1,0,0],[0,0,-2,0],[9E+09,9E+09,9E+09,9E+09,9E+09,9E+09]];

CONST                      robtargget                      seguridadc5:=[[-68.882799851,-3.000113075,86.314327834],[0.263667759,-0.656109223,0.656109223,-0.263667759],[-1,-1,-1,1],[9E+09,9E+09,9E+09,9E+09,9E+09,9E+09]];

## TECNOLÓGICO DE ESTUDIOS SUPERIORES DE COACALCO

```
CONST          robtarget          cubo_5:=[[7.234933538,-  
3.000113075,6.903430196],[0.263667759,-0.656109223,0.656109223,-  
0.263667759],[-1,-1,-1,1],[9E+09,9E+09,9E+09,9E+09,9E+09,9E+09]];
```

```
CONST          robtarget          cubofinal_5:=[[  
52.990857441,182.431886925,174.715],[0,1,0,0],[0,0,-  
2,0],[9E+09,9E+09,9E+09,9E+09,9E+09,9E+09]];
```

```
PROC main()
```

```
    Path_10;
```

```
ENDPROC
```

```
PROC Path_10()
```

```
    MoveJ inicio,v200,fine,ventosa\WObj:=wobj0;
```

```
    MoveJ seguridadc1,v200,fine,ventosa\WObj:=WOBCUBO;
```

```
    MoveJ cubo_1,v100,fine,ventosa\WObj:=WOBCUBO;
```

```
    Set ABRIR;
```

```
    WaitTime 2;
```

```
    MoveJ seguridadc1,v200,fine,ventosa\WObj:=WOBCUBO;
```

```
    MoveJ seguridadcubofinal,v200,fine,ventosa\WObj:=WOBCUBO;
```

```
    MoveJ cubofinal_1,v100,fine,ventosa\WObj:=WOBCUBO;
```

```
    WaitTime 2;
```

```
    Reset ABRIR;
```

## TECNOLÓGICO DE ESTUDIOS SUPERIORES DE COACALCO

MoveJ seguridadcubofinal,v200,fine,ventosa\WObj:=WOBCUBO;

MoveJ seguridadc2,v200,fine,ventosa\WObj:=WOBCUBO;

MoveJ cubo\_2,v100,fine,ventosa\WObj:=WOBCUBO;

Set ABRIR;

WaitTime 2;

MoveJ seguridadc2,v200,fine,ventosa\WObj:=WOBCUBO;

MoveJ seguridadcubofinal,v200,fine,ventosa\WObj:=WOBCUBO;

MoveJ cubofinal\_2,v100,fine,ventosa\WObj:=WOBCUBO;

WaitTime 2;

Reset ABRIR;

MoveJ seguridadcubofinal,v200,fine,ventosa\WObj:=WOBCUBO;

MoveJ seguridadc3,v200,fine,ventosa\WObj:=WOBCUBO;

MoveJ cubo\_3,v100,fine,ventosa\WObj:=WOBCUBO;

Set ABRIR;

WaitTime 2;

MoveJ seguridadc3,v200,fine,ventosa\WObj:=WOBCUBO;

MoveJ seguridadcubofinal,v200,fine,ventosa\WObj:=WOBCUBO;

MoveJ cubofinal\_3,v100,fine,ventosa\WObj:=WOBCUBO;

WaitTime 2;

## TECNOLÓGICO DE ESTUDIOS SUPERIORES DE COACALCO

Reset ABRIR;

MoveJ seguridadcubofinal,v200,fine,ventosa\WObj:=WOBCUBO;

MoveJ seguridadc4,v200,fine,ventosa\WObj:=WOBCUBO;

MoveJ cubo\_4,v100,fine,ventosa\WObj:=WOBCUBO;

Set ABRIR;

WaitTime 2;

MoveJ seguridadc4,v200,fine,ventosa\WObj:=WOBCUBO;

MoveJ seguridadcubofinal,v200,fine,ventosa\WObj:=WOBCUBO;

MoveJ cubofinal\_4,v100,fine,ventosa\WObj:=WOBCUBO;

WaitTime 2;

Reset ABRIR;

MoveJ seguridadcubofinal,v200,fine,ventosa\WObj:=WOBCUBO;

MoveJ seguridadc5,v200,fine,ventosa\WObj:=WOBCUBO;

MoveJ cubo\_5,v100,fine,ventosa\WObj:=WOBCUBO;

Set ABRIR;

WaitTime 2;

MoveJ seguridadc5,v200,fine,ventosa\WObj:=WOBCUBO;

MoveJ seguridadcubofinal,v200,fine,ventosa\WObj:=WOBCUBO;

MoveJ cubofinal\_5,v100,fine,ventosa\WObj:=WOBCUBO;

TECNOLÓGICO DE ESTUDIOS SUPERIORES DE COACALCO

WaitTime 2;

Reset ABRIR;

MoveJ seguridadcubofinal,v200,fine,ventosa\WObj:=WOBCUBO;

MoveJ inicio,v200,fine,ventosa\WObj:=wobj0;

ENDPROC

ENDMODULE

# TECNOLÓGICO DE ESTUDIOS SUPERIORES DE COACALCO

## CODIGO 10 APILADO

### MODULE Module1

```
CONST robtarget inicio:=[[394.935784157,-  
60.445,576.3435],[0.5,0,0.866025404,0],[0,0,0,0],[9E+09,9E+09,9E+09,9E+09,9E  
+09,9E+09]];
```

```
CONST robtarget  
seguridadc1:=[[86.32940917,29.999886925,235.089897638],[0.263667759,-  
0.656109223,0.656109223,-0.263667759],[0,-  
2,0,0],[9E+09,9E+09,9E+09,9E+09,9E+09,9E+09]];
```

```
CONST robtarget cubo_1:=[[155.227970046,-  
3.000113075,148.759206056],[0.263667759,-0.656109223,0.656109223,-  
0.263667759],[-1,-1,-1,1],[9E+09,9E+09,9E+09,9E+09,9E+09,9E+09]];
```

```
CONST robtarget seguridadcubofinal:=[[-  
58.38,192,256.94],[0.000008029,1,0.000003307,-0.000022426],[0,-1,-  
2,0],[9E+09,9E+09,9E+09,9E+09,9E+09,9E+09]];
```

```
CONST robtarget  
seguridadc2:=[[46.623960351,29.999886925,197.031030944],[0.263667759,-  
0.656109223,0.656109223,-0.263667759],[0,0,-  
2,1],[9E+09,9E+09,9E+09,9E+09,9E+09,9E+09]];
```

```
CONST robtarget cubo_2:=[[115.522521227,-  
3.000113075,110.700339362],[0.263667759,-0.656109223,0.656109223,-  
0.263667759],[-1,-1,-1,1],[9E+09,9E+09,9E+09,9E+09,9E+09,9E+09]];
```

```
CONST robtarget seguridadc3:=[[3.308925275,-  
3.000113075,155.512267278],[0.263667759,-0.656109223,0.656109223,-  
0.263667759],[-1,-1,-1,1],[9E+09,9E+09,9E+09,9E+09,9E+09,9E+09]];
```

## TECNOLÓGICO DE ESTUDIOS SUPERIORES DE COACALCO

```
CONST robtarget cubo_3:=[[79.426658664,-  
3.000113075,76.10136964],[0.263667759,-0.656109223,0.656109223,-  
0.263667759],[-1,-1,-1,1],[9E+09,9E+09,9E+09,9E+09,9E+09,9E+09]];
```

```
CONST robtarget cubofinal:=[[ -61.54,194.90,176.58],[1.32585E-  
05,1,1.68633E-06,-3.64275E-05],[0,-1,-  
2,0],[9E+09,9E+09,9E+09,9E+09,9E+09,9E+09]];
```

```
PROC main()
```

```
Path_10;
```

```
ENDPROC
```

```
PROC Path_10()
```

```
MoveJ inicio,v200,fine,ventosa\WObj:=wobj0;
```

```
MoveJ seguridadc1,v200,fine,ventosa\WObj:=WOBCUBO;
```

```
MoveJ cubo_1,v100,fine,ventosa\WObj:=WOBCUBO;
```

```
Set ABRIR;
```

```
WaitTime 2;
```

```
MoveJ seguridadc1,v200,fine,ventosa\WObj:=WOBCUBO;
```

```
MoveJ seguridadcubofinal,v200,fine,ventosa\WObj:=WOBCUBO;
```

```
MoveJ cubofinal,v300,fine,ventosa\WObj:=WOBCUBO;
```

```
WaitTime 2;
```

```
Reset ABRIR;
```

## TECNOLÓGICO DE ESTUDIOS SUPERIORES DE COACALCO

MoveJ seguridadcubofinal,v200,fine,ventosa\WObj:=WOBCUBO;

MoveJ seguridadc2,v200,fine,ventosa\WObj:=WOBCUBO;

MoveJ cubo\_2,v100,fine,ventosa\WObj:=WOBCUBO;

Set ABRIR;

WaitTime 2;

MoveJ seguridadc2,v200,fine,ventosa\WObj:=WOBCUBO;

MoveJ seguridadcubofinal,v200,fine,ventosa\WObj:=WOBCUBO;

MoveJ cubofinal,v300,fine,ventosa\WObj:=WOBCUBO;

WaitTime 2;

Reset ABRIR;

MoveJ seguridadcubofinal,v200,fine,ventosa\WObj:=WOBCUBO;

MoveJ seguridadc3,v200,fine,ventosa\WObj:=WOBCUBO;

MoveJ cubo\_3,v100,fine,ventosa\WObj:=WOBCUBO;

Set ABRIR;

WaitTime 2;

MoveJ seguridadc3,v200,fine,ventosa\WObj:=WOBCUBO;

MoveJ seguridadcubofinal,v200,fine,ventosa\WObj:=WOBCUBO;

MoveJ cubofinal,v300,fine,ventosa\WObj:=WOBCUBO;

WaitTime 2;

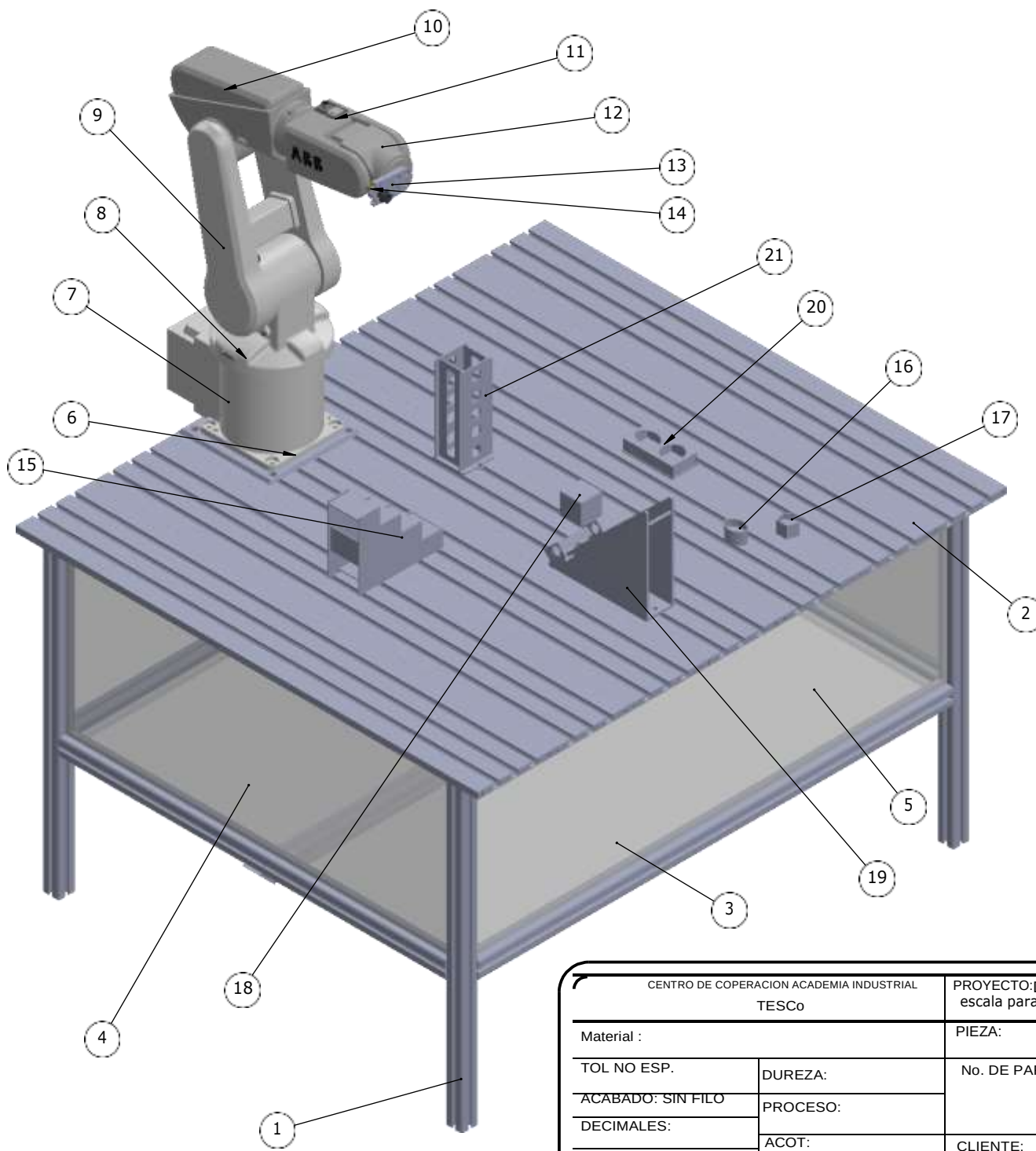
TECNOLÓGICO DE ESTUDIOS SUPERIORES DE COACALCO

Reset ABRIR;

MoveJ inicio,v200,fine,ventosa\WObj:=wobj0;

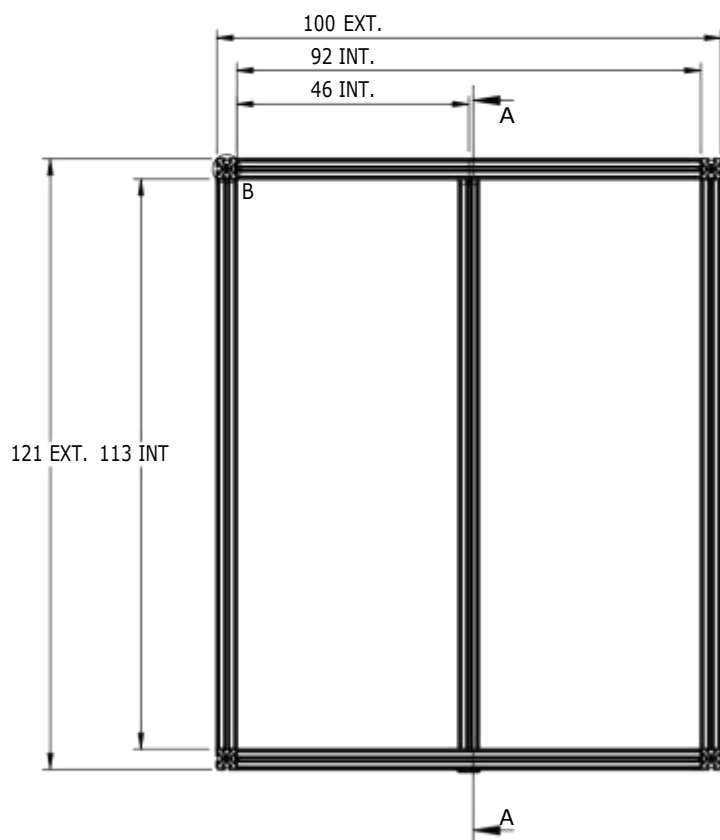
ENDPROC

ENDMODULE

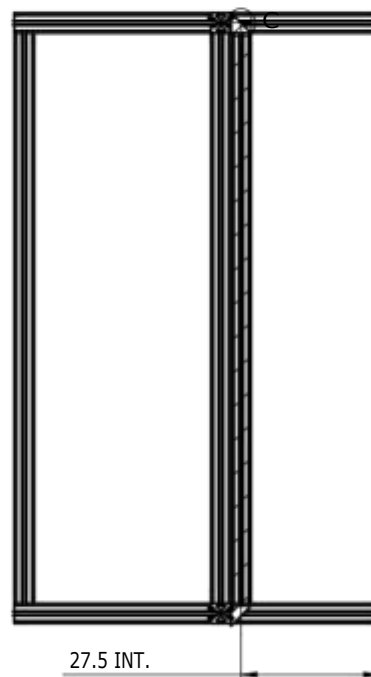


| Nº DE ELEMENTO | Nº DE PIEZA      | CANTIDAD |
|----------------|------------------|----------|
| 1              | Perfil Mesa Base | 1        |
| 2              | Perfil Mesa      | 7        |
| 3              | Acrilico Base    | 1        |
| 4              | Acrilico Lateral | 2        |
| 5              | Acrilito Frente  | 1        |
| 6              | Soporte Robot    | 1        |
| 7              | Base Brazo       | 1        |
| 8              | Eje 1            | 1        |
| 9              | Eje 2            | 1        |
| 10             | Eje 3            | 1        |
| 11             | Eje 4            | 1        |
| 12             | Eje 5            | 1        |
| 13             | Ventosa A        | 1        |
| 14             | Ventosa B        | 1        |
| 15             | Escalera         | 1        |
| 16             | Óvalo            | 1        |
| 17             | Pentágono        | 1        |
| 18             | Cubo             | 1        |
| 19             | Rampa            | 1        |
| 20             | Caja O-P         | 3        |
| 21             | Caja Contenedora | 1        |

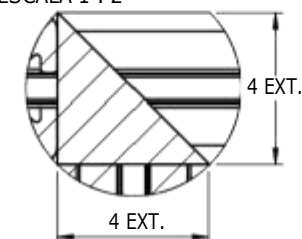
|                                           |                                                                                       |  |                                                                              |                      |          |            |       |       |
|-------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|--|------------------------------------------------------------------------------|----------------------|----------|------------|-------|-------|
| CENTRO DE COOPERACION ACADEMIA INDUSTRIAL |                                                                                       |  | PROYECTO: Diseño y desarrollo de una estación a escala para el robot IRB-120 |                      | 5        | DIRECCION  |       |       |
| TESCo                                     |                                                                                       |  |                                                                              |                      | 4        | CALIDAD    |       |       |
| Material :                                |                                                                                       |  | PIEZA:                                                                       | FECHA: 25/05/2023    | 3        | PRODUCCION |       |       |
| TOL NO ESP.                               | DUREZA:                                                                               |  | No. DE PARTE:                                                                | DISEÑO: ING. J.A.V.F | 2        | VENTAS     |       |       |
| ACABADO: SIN FILO                         | PROCESO:                                                                              |  |                                                                              |                      | 1        | DISEÑO     |       |       |
| DECIMALES:                                | ACOT:                                                                                 |  |                                                                              |                      | No.      | DEPTO.     | FECHA | FIRMA |
| FRACCIONES:                               |  |  | CLIENTE:                                                                     | REVIZO:              | REVISION |            |       |       |
| ANGULOS:                                  | ESC:                                                                                  |  |                                                                              |                      |          |            |       |       |



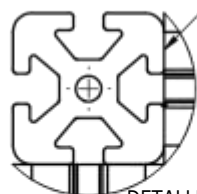
SECCIÓN A-A  
ESCALA 1 : 15



DETALLE C  
ESCALA 1 : 2

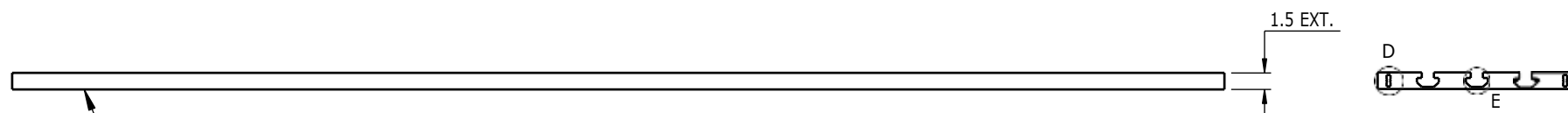
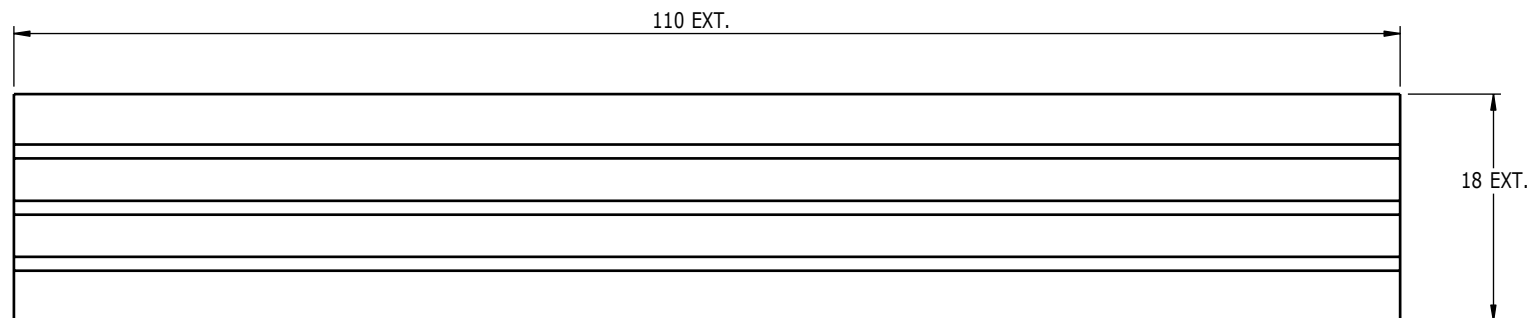
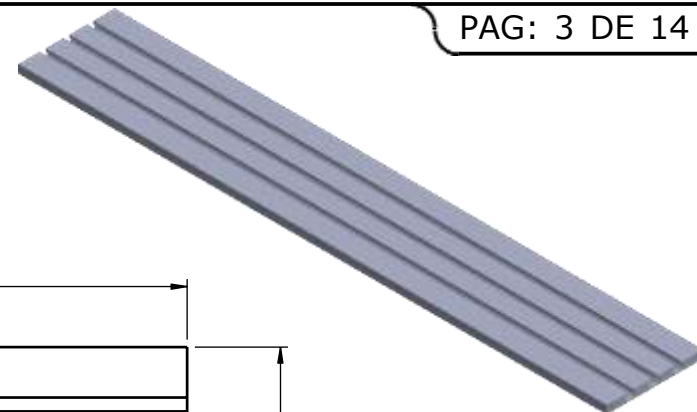


Perfil de Aluminio 40x40 Tipo I

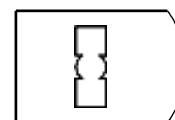


DETALLE B  
ESCALA 1 : 2

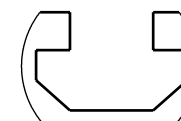
|                                                    |          |                                                                                 |                                              |              |        |       |       |
|----------------------------------------------------|----------|---------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------|--------------|--------|-------|-------|
| CENTRO DE COOPERACION ACADEMIA INDUSTRIAL<br>TESCo |          | PROYECTO: Diseño y desarrollo de una estación a<br>escala para el robot IRB-120 |                                              | 5 DIRECCION  |        |       |       |
| Material: ALUMINIO                                 |          | PIEZA: PERFIL MESA<br>BASE                                                      |                                              | 4 CALIDAD    |        |       |       |
| TOL NO ESP.                                        | DUREZA:  | No. DE PARTE:<br>1 - 21                                                         | FECHA: 25/05/2023                            | 3 PRODUCCION |        |       |       |
| ACABADO: SIN FILO                                  | PROCESO: |                                                                                 |                                              | 2 VENTAS     |        |       |       |
| DECIMALES:                                         | ACOT: mm | CLIENTE:                                                                        | DISEÑO: ING. J.A.V.F<br>DIBUJO: ING. J.C.S.S | 1 DISEÑO     |        |       |       |
| FRACCIONES:                                        | ESC:     |                                                                                 |                                              | No.          | DEPTO. | FECHA | FIRMA |
| ANGULOS:                                           |          |                                                                                 | REVIZO:                                      | REVISION     |        |       |       |



Perfil de aluminio 15180, riel lineal anodizado

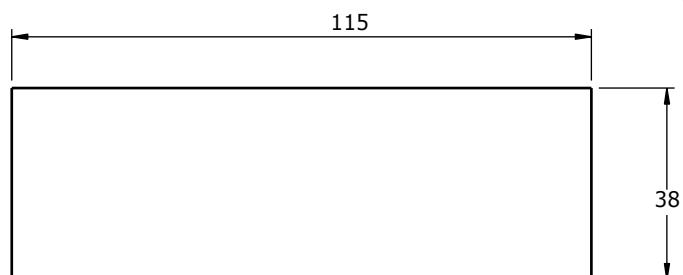


DETALLE D  
ESCALA 1 : 1

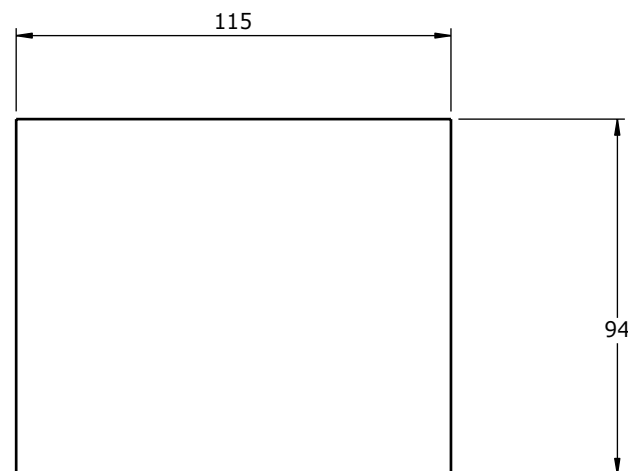


DETALLE E  
ESCALA 1 : 1

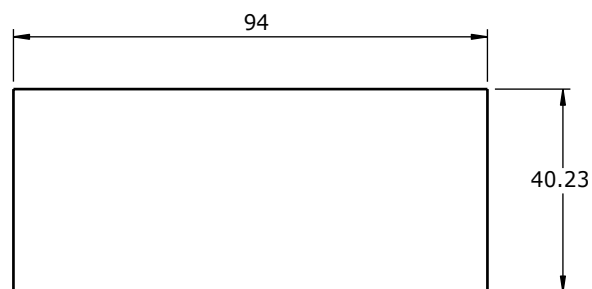
|                                                    |          |                                                                                 |                      |          |            |       |       |
|----------------------------------------------------|----------|---------------------------------------------------------------------------------|----------------------|----------|------------|-------|-------|
| CENTRO DE COOPERACION ACADEMIA INDUSTRIAL<br>TESCo |          | PROYECTO: Diseño y desarrollo de una estación a<br>escala para el robot IRB-120 |                      | 5        | DIRECCION  |       |       |
| Material : ALUMINIO                                |          | PIEZA: PERFIL MESA                                                              | FECHA: 25/05/2023    | 4        | CALIDAD    |       |       |
| TOL NO ESP.                                        | DUREZA:  | No. DE PARTE:<br>2 - 21                                                         | DISEÑO: ING. J.A.V.F | 3        | PRODUCCION |       |       |
| ACABADO: SIN FILO                                  | PROCESO: |                                                                                 |                      | 2        | VENTAS     |       |       |
| DECIMALES:                                         | ACOT:    | CLIENTE:                                                                        | DIBUJO: ING. J.C.S.S | 1        | DISEÑO     |       |       |
| FRACCIONES:                                        | mm       |                                                                                 |                      | No.      | DEPTO.     | FECHA | FIRMA |
| ANGULOS:                                           | ESC:     |                                                                                 | REVIZO:              | REVISION |            |       |       |



ESP. 0.6

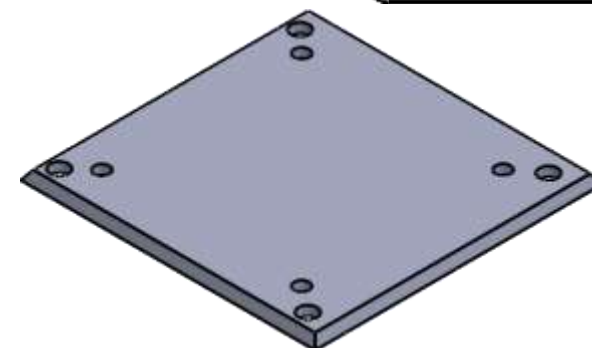
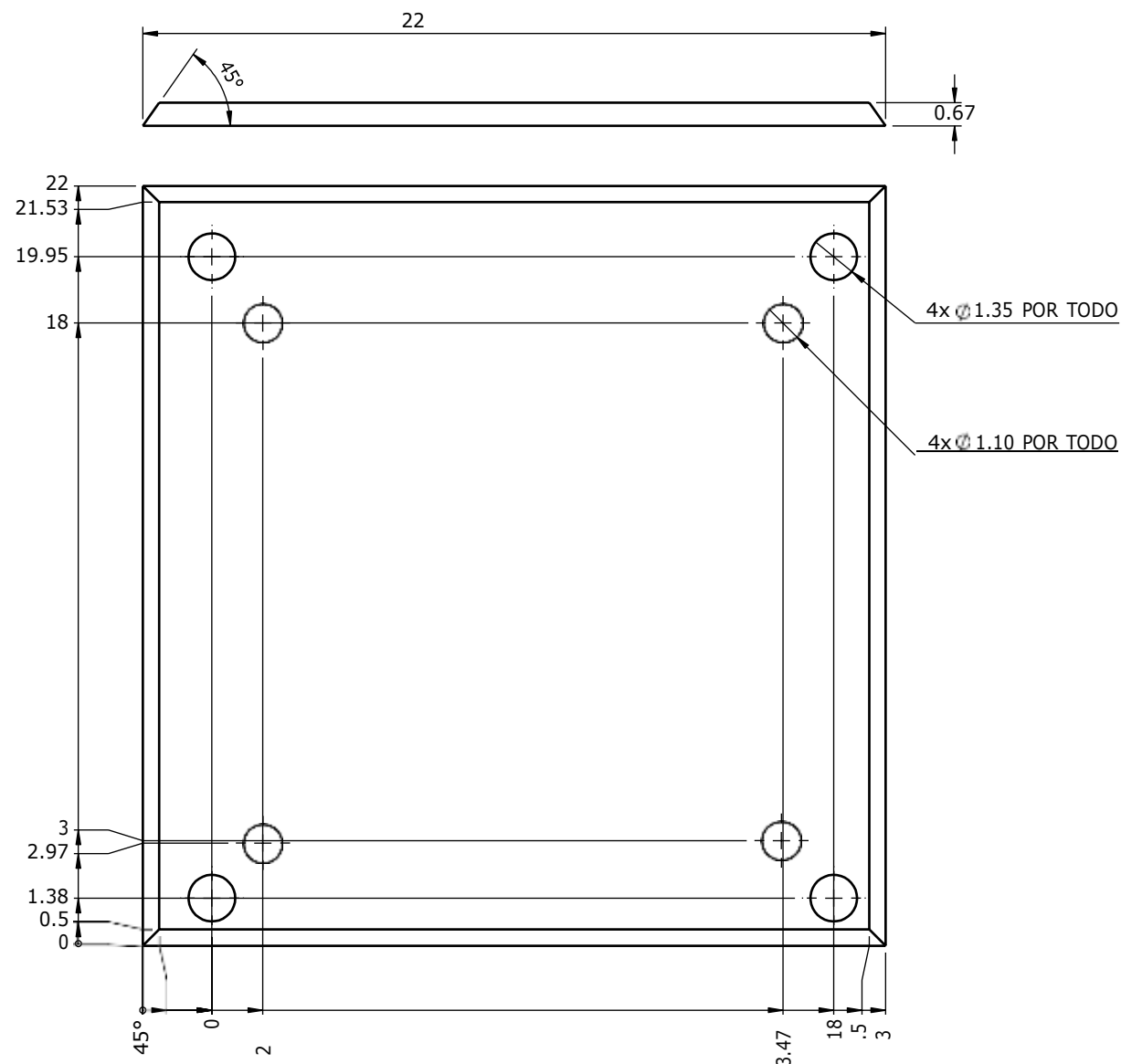


ESP. 0.6

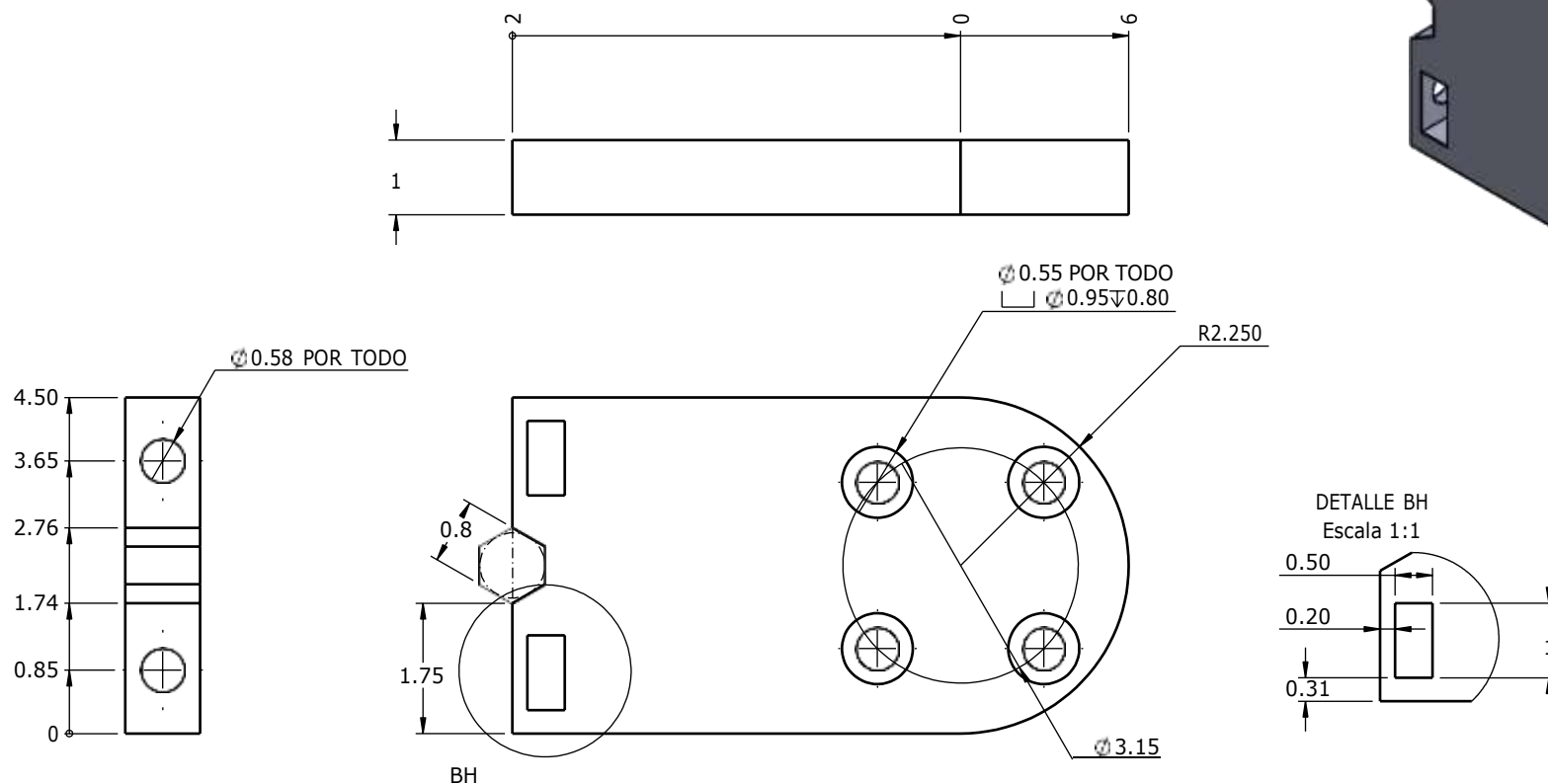


ESP. 0.6

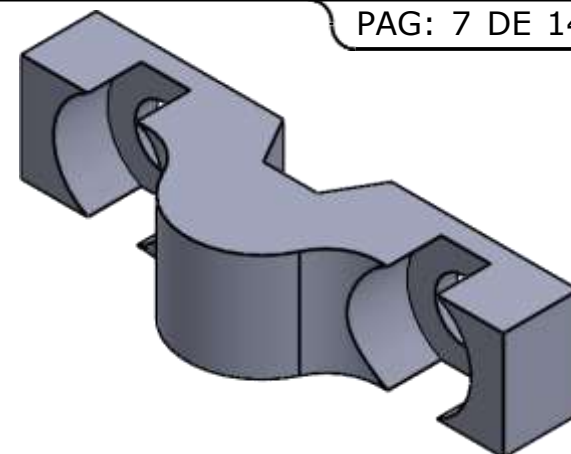
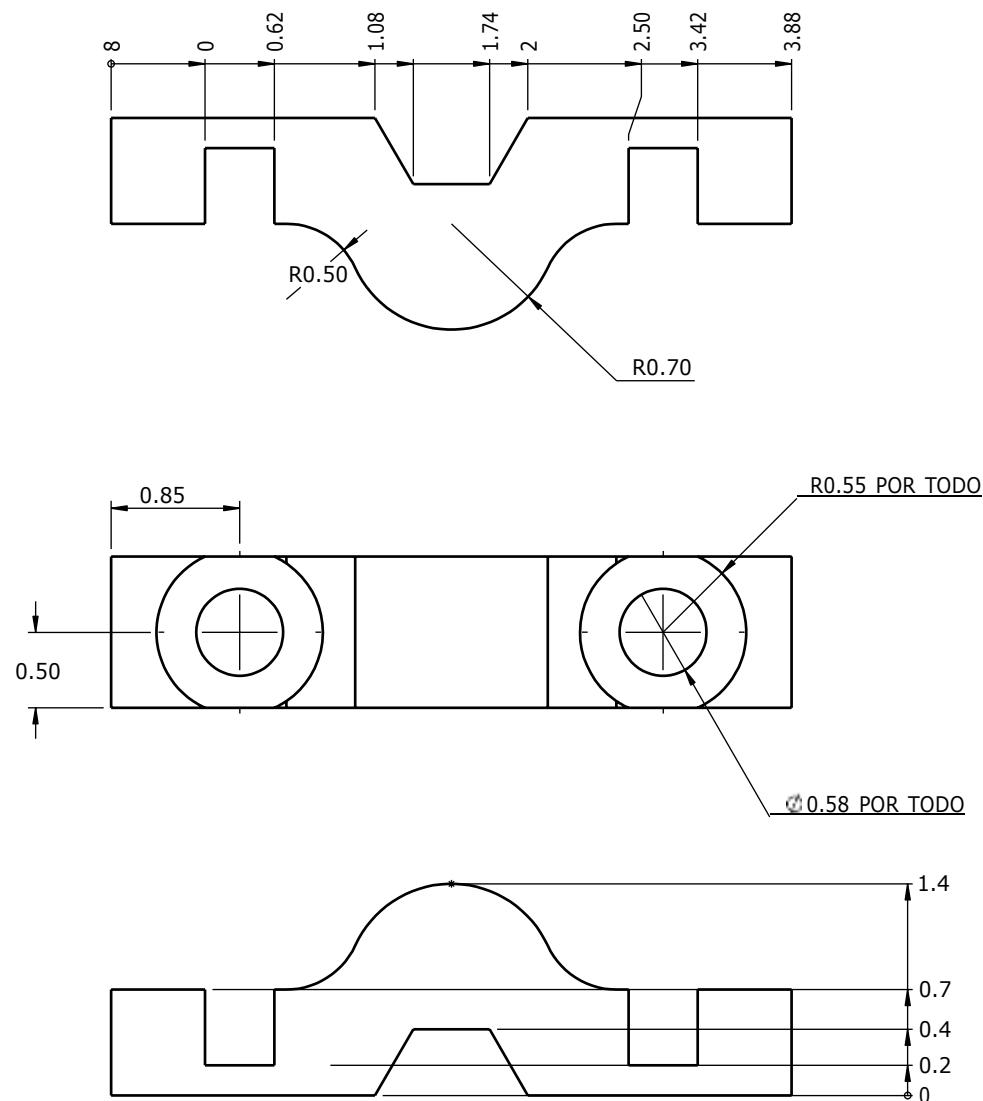
|                                           |          |                                                                              |                      |          |            |       |       |
|-------------------------------------------|----------|------------------------------------------------------------------------------|----------------------|----------|------------|-------|-------|
| CENTRO DE COOPERACION ACADEMIA INDUSTRIAL |          | PROYECTO: Diseño y desarrollo de una estación a escala para el robot IRB-120 |                      | 5        | DIRECCION  |       |       |
| TESCo                                     |          | PIEZA: ACRILICO MESA                                                         |                      | 4        | CALIDAD    |       |       |
| Material : ACRILICO                       |          | FECHA: 25/05/2023                                                            |                      | 3        | PRODUCCION |       |       |
| TOL NO ESP.                               | DUREZA:  | No. DE PARTE:                                                                | DISEÑO: ING. J.A.V.F | 2        | VENTAS     |       |       |
| ACABADO: SIN FILO                         | PROCESO: | 3, 4, 5 - 21                                                                 |                      | 1        | DISEÑO     |       |       |
| DECIMALES:                                | ACOT:    | CLIENTE:                                                                     | DIBUJO: ING. J.C.S.S | No.      | DEPTO.     | FECHA | FIRMA |
| FRACCIONES:                               | mm       |                                                                              |                      | REVISION |            |       |       |
| ANGULOS:                                  | ESC:     |                                                                              |                      |          |            |       |       |



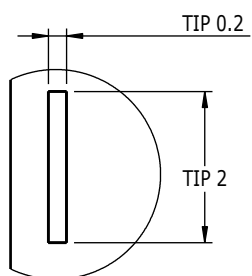
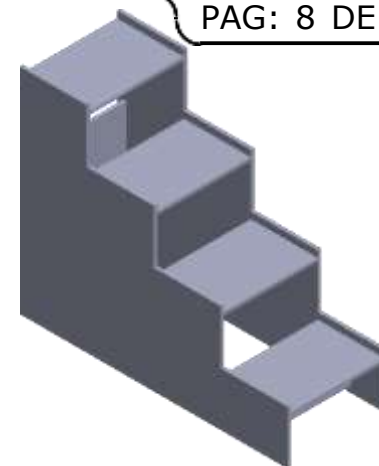
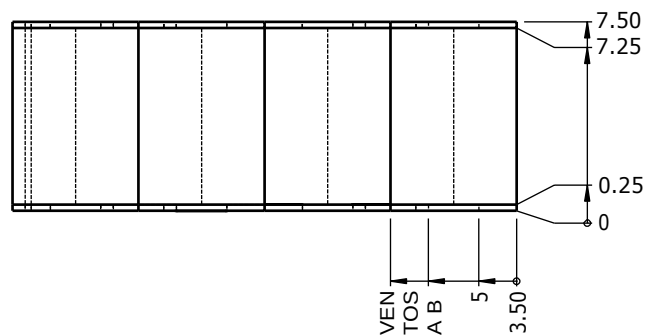
|                                                    |          |                                                                                 |  |          |            |       |       |
|----------------------------------------------------|----------|---------------------------------------------------------------------------------|--|----------|------------|-------|-------|
| CENTRO DE COOPERACION ACADEMIA INDUSTRIAL<br>TESCo |          | PROYECTO: Diseño y desarrollo de una estación a<br>escala para el robot IRB-120 |  | 5        | DIRECCION  |       |       |
| Material : ALUMINIO                                |          | PIEZA: SOPORTE<br>ROBOT                                                         |  | 4        | CALIDAD    |       |       |
| TOL NO ESP.                                        | DUREZA:  | No. DE PARTE:                                                                   |  | 3        | PRODUCCION |       |       |
| ACABADO: SIN FILO                                  | PROCESO: | 6 - 21                                                                          |  | 2        | VENTAS     |       |       |
| DECIMALES:                                         | ACOT:    | mm                                                                              |  | 1        | DISEÑO     |       |       |
| FRACCIONES:                                        | ESC:     | CLIENTE:                                                                        |  | No.      | DEPTO.     | FECHA | FIRMA |
| ANGULOS:                                           |          | REVIZO:                                                                         |  | REVISION |            |       |       |



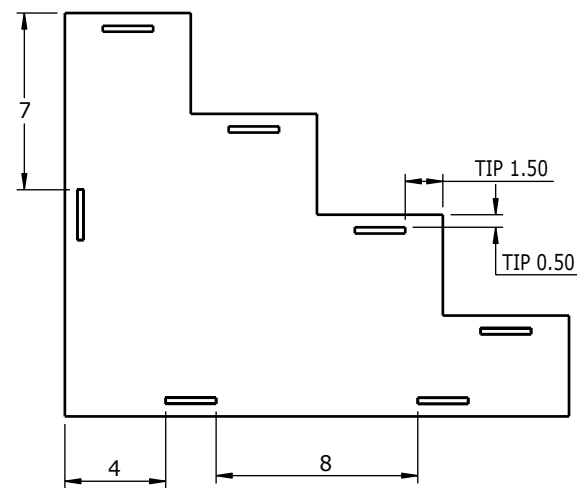
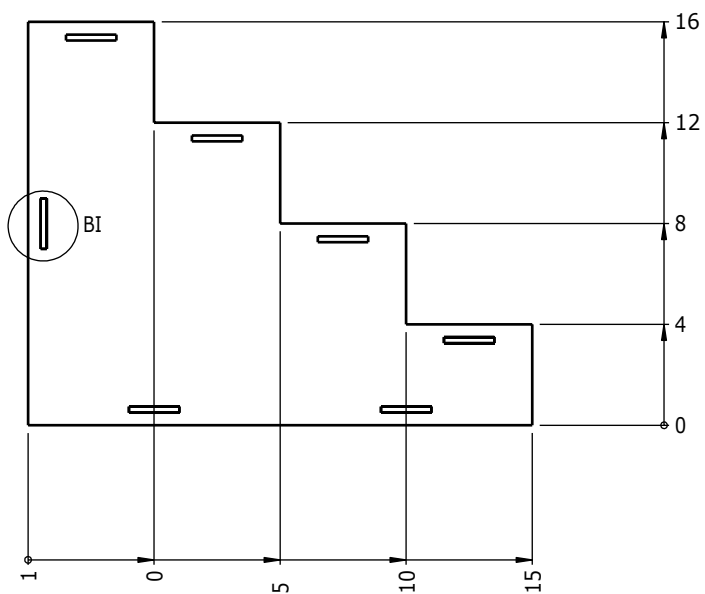
| CENTRO DE COOPERACION ACADEMIA INDUSTRIAL<br>TESCo |          | PROYECTO: Diseño y desarrollo de una estación a<br>escala para el robot IRB-120 |  | 5        | DIRECCION  |       |       |
|----------------------------------------------------|----------|---------------------------------------------------------------------------------|--|----------|------------|-------|-------|
| Material : PLA                                     |          | PIEZA: VENTOSA A                                                                |  | 4        | CALIDAD    |       |       |
| TOL NO ESP.                                        | DUREZA:  | No. DE PARTE:                                                                   |  | 3        | PRODUCCION |       |       |
| ACABADO: SIN FILO                                  | PROCESO: | 13 - 21                                                                         |  | 2        | VENTAS     |       |       |
| DECIMALES:                                         | ACOT:    | mm                                                                              |  | 1        | DISEÑO     |       |       |
| FRACCIONES:                                        | ESC:     | CLIENTE:                                                                        |  | No.      | DEPTO.     | FECHA | FIRMA |
| ANGULOS:                                           |          | REVIZO:                                                                         |  | REVISION |            |       |       |



| CENTRO DE COOPERACION ACADEMIA INDUSTRIAL<br>TESCo |          | PROYECTO: Diseño y desarrollo de una estación a<br>escala para el robot IRB-120 |                      | 5        | DIRECCION  |       |       |
|----------------------------------------------------|----------|---------------------------------------------------------------------------------|----------------------|----------|------------|-------|-------|
| Material : PLA                                     |          | PIEZA: 450                                                                      | FECHA: 25/05/2023    | 4        | CALIDAD    |       |       |
| TOL NO ESP.                                        | DUREZA:  | No. DE PARTE:<br>14 - 21                                                        | DISEÑO: ING. J.A.V.F | 3        | PRODUCCION |       |       |
| ACABADO: SIN FILO                                  | PROCESO: |                                                                                 |                      | 2        | VENTAS     |       |       |
| DECIMALES:                                         | ACOT: mm | CLIENTE:                                                                        | DIBUJO: ING. J.C.S.S | 1        | DISEÑO     |       |       |
| FRACCIONES:                                        | ESC:     |                                                                                 |                      | No.      | DEPTO.     | FECHA | FIRMA |
| ANGULOS:                                           |          |                                                                                 | REVIZO:              | REVISION |            |       |       |

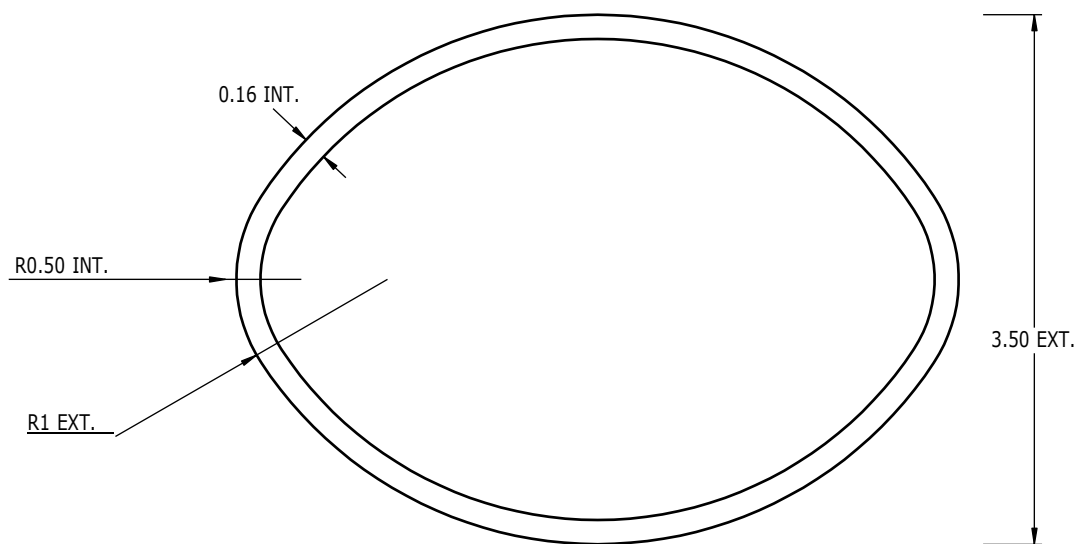
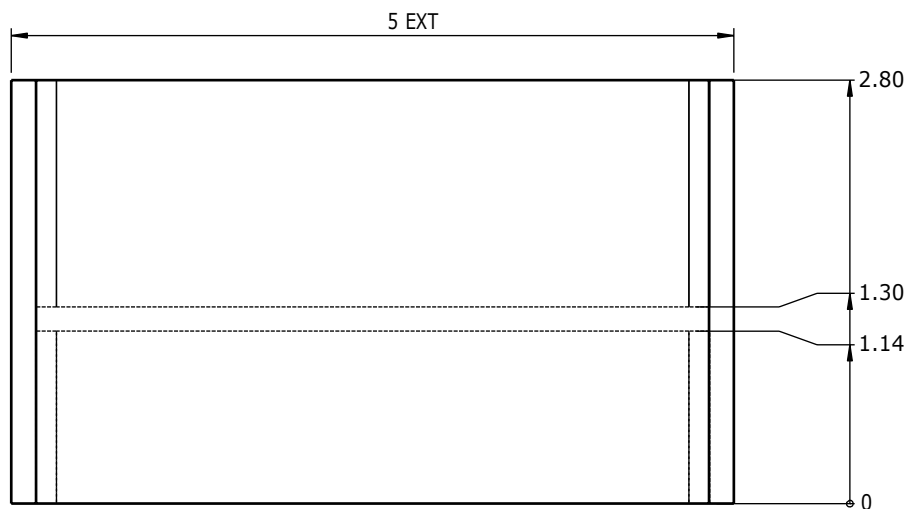


DETALLE BI  
ESCALA 1 : 1



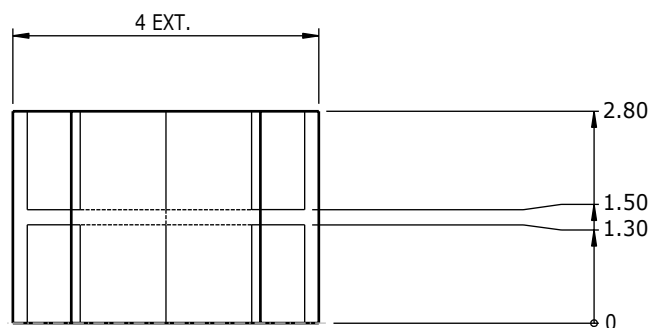
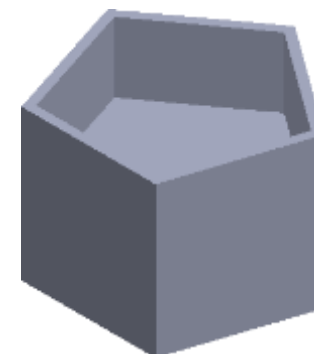
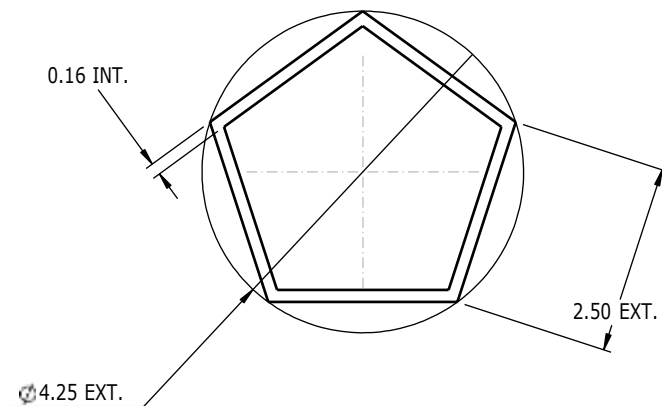
|                                                   |          |                          |                                                                               |                      |          |            |  |  |
|---------------------------------------------------|----------|--------------------------|-------------------------------------------------------------------------------|----------------------|----------|------------|--|--|
| CENTRO DE COPERACION ACADEMIA INDUSTRIAL<br>TESCo |          |                          | PROYECTO:Diseño y desarrollo de una estación a<br>escala para el robotIRB-120 |                      | 5        | DIRECCION  |  |  |
| Material : MADERA                                 |          |                          | PIEZA: ESCALERA                                                               | FECHA: 25/05/2023    | 4        | CALIDAD    |  |  |
| TOL NO ESP.                                       | DUREZA:  | No. DE PARTE:<br>15 - 21 | DISEÑO: ING. J.A.V.F                                                          |                      | 3        | PRODUCCION |  |  |
| ACABADO: SIN FILO                                 | PROCESO: |                          |                                                                               |                      | 2        | VENTAS     |  |  |
| DECIMALES:                                        | ACOT: mm | CLIENTE:                 |                                                                               | DIBUJO: ING. J.C.S.S | 1        | DISEÑO     |  |  |
| FRACCIONES:                                       | ESC:     |                          | No.                                                                           | DEPTO.               | FECHA    | FIRMA      |  |  |
|                                                   |          |                          | REVIZO:                                                                       |                      | REVISION |            |  |  |





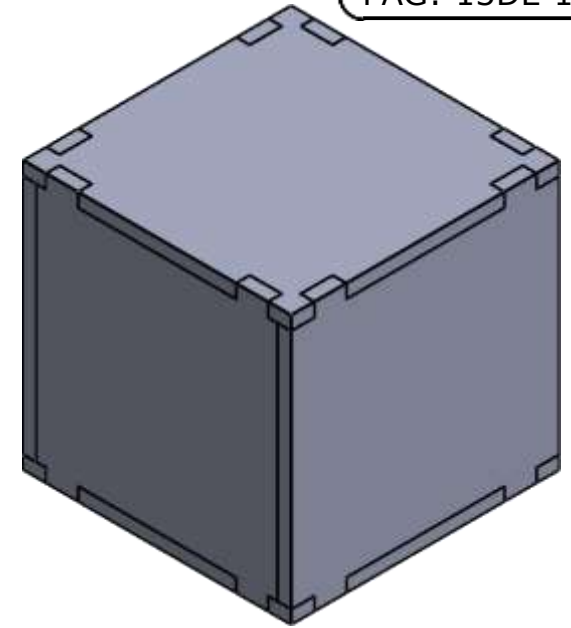
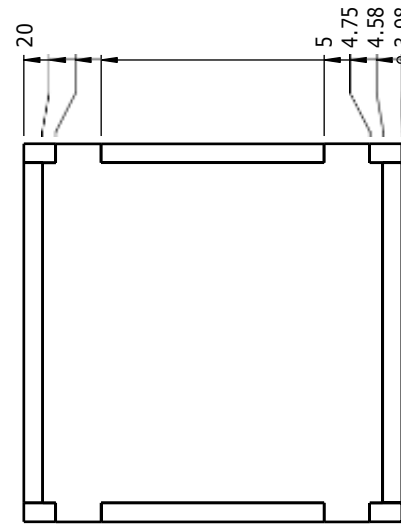
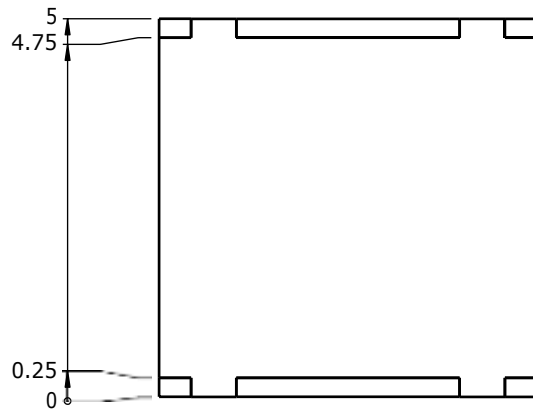
|                                                   |  |                                                                                       |  |                                                                               |  |                      |  |          |            |       |       |
|---------------------------------------------------|--|---------------------------------------------------------------------------------------|--|-------------------------------------------------------------------------------|--|----------------------|--|----------|------------|-------|-------|
| CENTRO DE COPERACION ACADEMIA INDUSTRIAL<br>TESCo |  |                                                                                       |  | PROYECTO:Diseño y desarrollo de una estación a<br>escala para el robotIRB-120 |  |                      |  | 5        | DIRECCION  |       |       |
| Material : PLASTICO                               |  |                                                                                       |  | PIEZA: ÓVALO                                                                  |  | FECHA: 25/05/2023    |  | 4        | CALIDAD    |       |       |
|                                                   |  |                                                                                       |  |                                                                               |  |                      |  | 3        | PRODUCCION |       |       |
| TOL NO ESP.                                       |  | DUREZA:                                                                               |  | No. DE PARTE:<br>16 - 21                                                      |  | DISEÑO: ING. J.A.V.F |  | 2        | VENTAS     |       |       |
| ACABADO: SIN FILO                                 |  | PROCESO:                                                                              |  |                                                                               |  |                      |  | 1        | DISEÑO     |       |       |
| DECIMALES:                                        |  | ACOT: mm                                                                              |  | CLIENTE:                                                                      |  | DIBUJO: ING. J.C.S.S |  | No.      | DEPTO.     | FECHA | FIRMA |
| FRACCIONES:                                       |  | ESC:                                                                                  |  |                                                                               |  |                      |  | REVISION |            |       |       |
| ANGULOS                                           |  |  |  |                                                                               |  |                      |  |          |            |       |       |





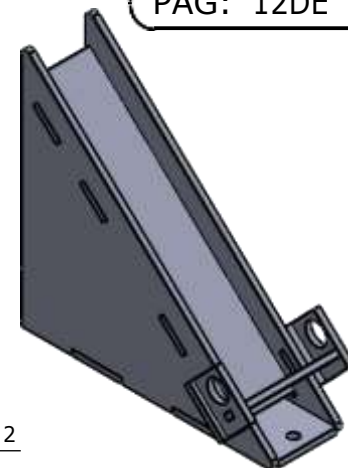
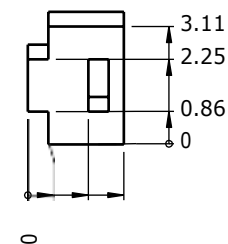
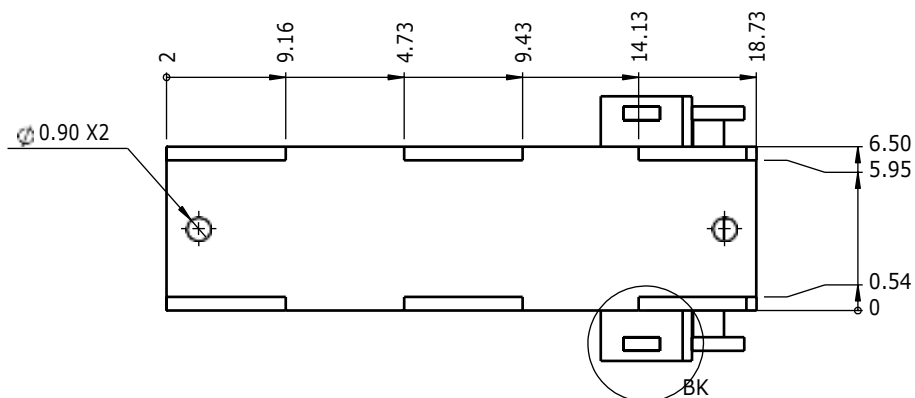
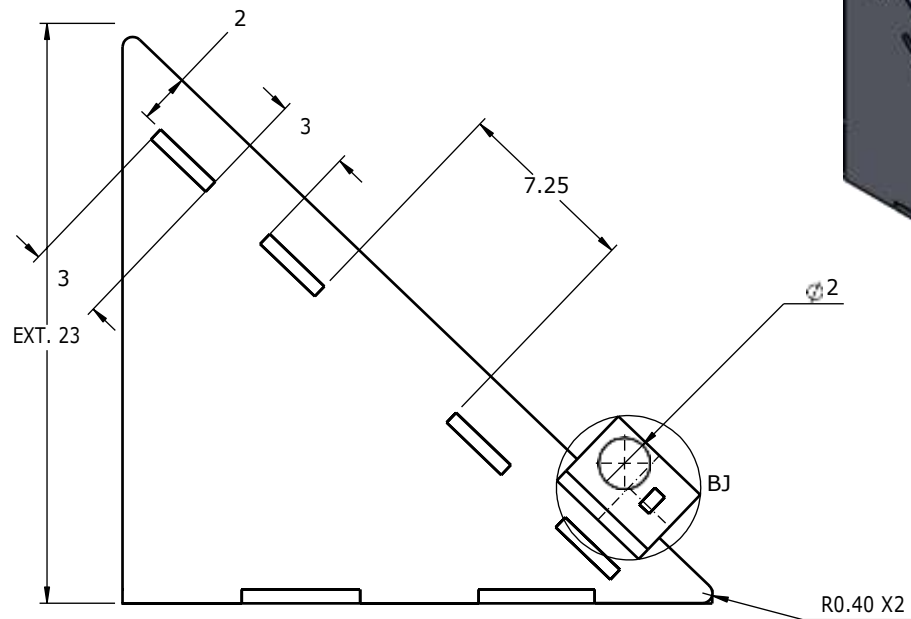
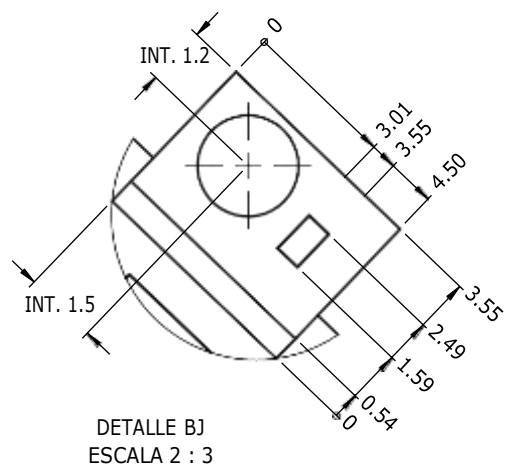
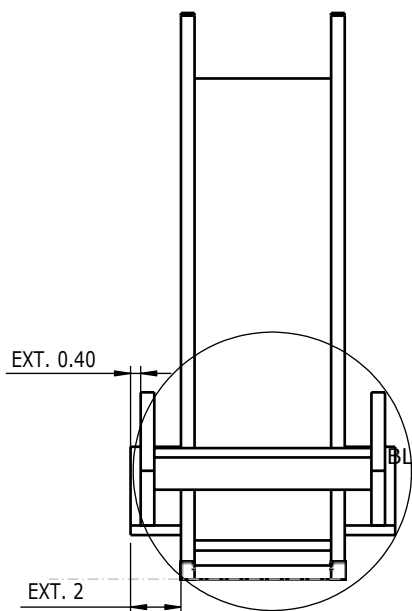
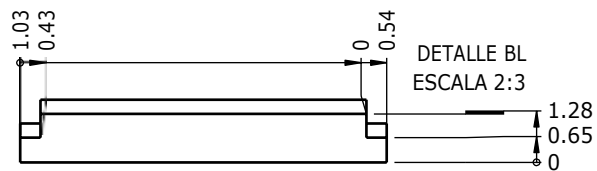
|                                                   |  |                                                                                       |                                                                               |                          |                   |                      |   |            |        |       |       |
|---------------------------------------------------|--|---------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------|--------------------------|-------------------|----------------------|---|------------|--------|-------|-------|
| CENTRO DE COPERACION ACADEMIA INDUSTRIAL<br>TESCo |  |                                                                                       | PROYECTO:Diseño y desarrollo de una estación a<br>escala para el robotIRB-120 |                          | 5                 | DIRECCION            |   |            |        |       |       |
| Material : PLASTICO                               |  |                                                                                       | PIEZA: PENTÁGONO                                                              |                          | FECHA: 25/05/2023 |                      | 4 | CALIDAD    |        |       |       |
|                                                   |  |                                                                                       |                                                                               |                          |                   |                      | 3 | PRODUCCION |        |       |       |
| TOL NO ESP.                                       |  | DUREZA:                                                                               |                                                                               | No. DE PARTE:<br>17 - 21 |                   |                      | 2 | VENTAS     |        |       |       |
| ACABADO: SIN FILO                                 |  | PROCESO:                                                                              |                                                                               |                          |                   | DISEÑO: ING. J.A.V.F |   | 1          | DISEÑO |       |       |
| DECIMALES:                                        |  | ACOT: mm                                                                              |                                                                               |                          |                   | DIBUJO: ING. J.C.S.S |   | No.        | DEPTO. | FECHA | FIRMA |
| FRACCIONES:                                       |  | ESC:                                                                                  |                                                                               | CLIENTE:                 |                   | REVISION             |   |            |        |       |       |
|                                                   |  |  |                                                                               |                          |                   | REVIZO:              |   |            |        |       |       |





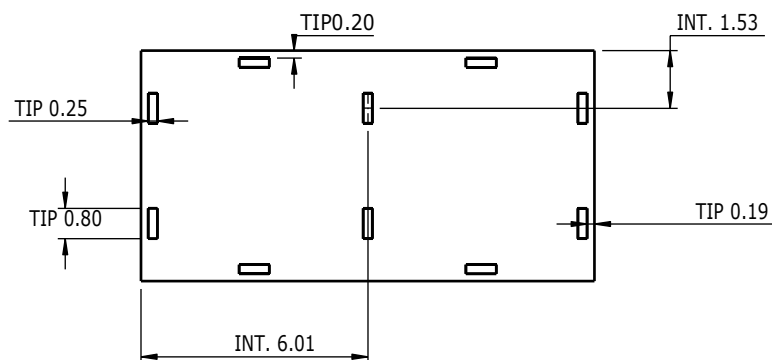
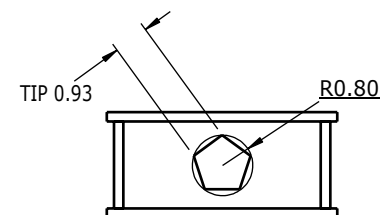
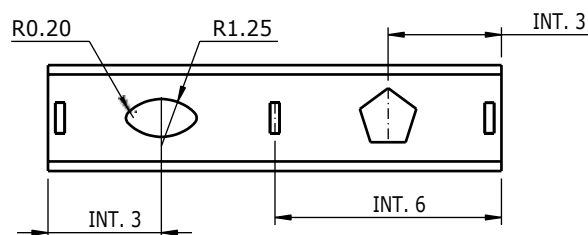
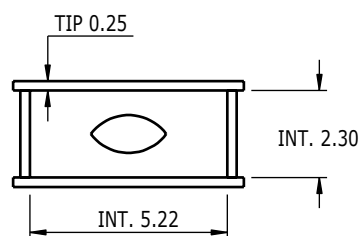
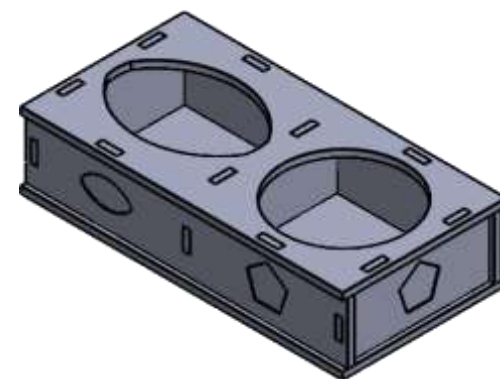
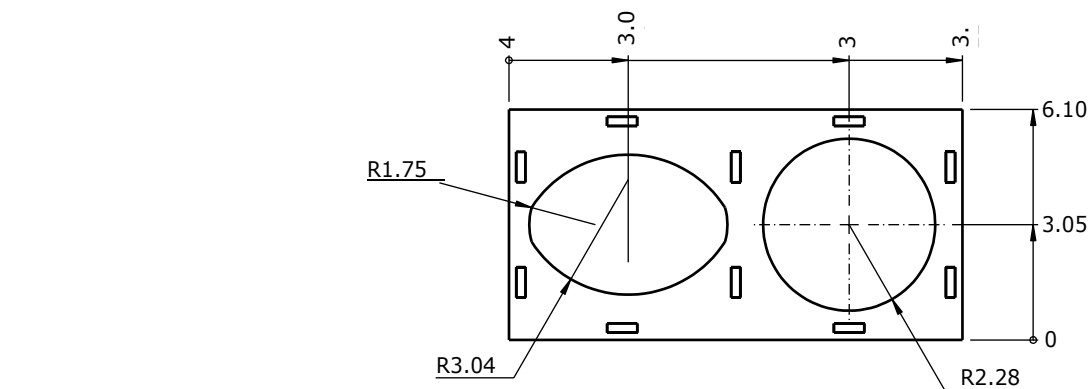
|                                                   |          |                                                                                       |                                                                               |                      |        |            |       |  |
|---------------------------------------------------|----------|---------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------|----------------------|--------|------------|-------|--|
| CENTRO DE COPERACION ACADEMIA INDUSTRIAL<br>TESCo |          |                                                                                       | PROYECTO:Diseño y desarrollo de una estación a<br>escala para el robotIRB-120 |                      | 5      | DIRECCION  |       |  |
| Material : MADERA                                 |          |                                                                                       | PIEZA: CUBO                                                                   | FECHA: 25/05/2023    | 4      | CALIDAD    |       |  |
| TOL NO ESP.                                       | DUREZA:  | No. DE PARTE:<br>18 - 21                                                              | DISEÑO: ING. J.A.V.F                                                          |                      | 3      | PRODUCCION |       |  |
| ACABADO: SIN FILO                                 | PROCESO: |                                                                                       |                                                                               | DIBUJO: ING. J.C.S.S | 2      | VENTAS     |       |  |
| DECIMALES:                                        | ACOT: mm |                                                                                       | CLIENTE:                                                                      |                      | 1      | DISEÑO     |       |  |
| FRACCIONES:                                       | ESC:     |  |                                                                               | No.                  | DEPTO. | FECHA      | FIRMA |  |
|                                                   |          |                                                                                       |                                                                               | REVISION:            |        |            |       |  |





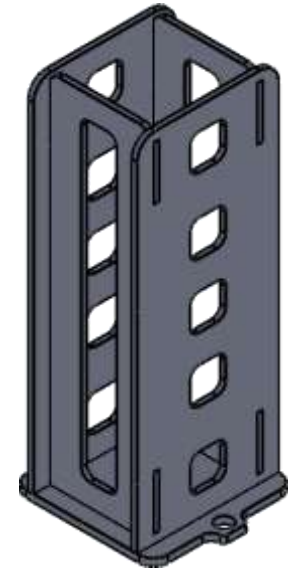
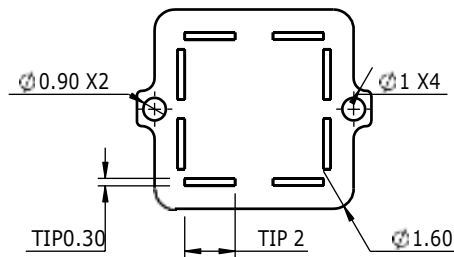
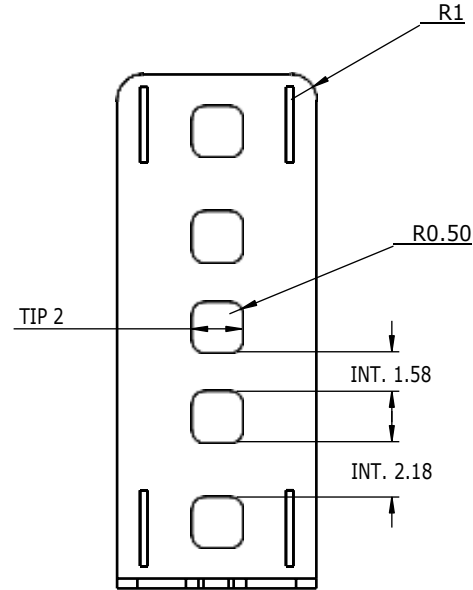
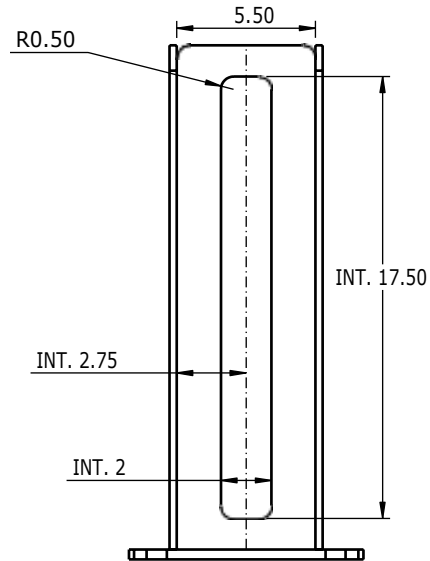
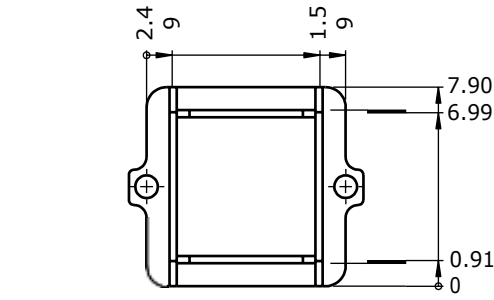
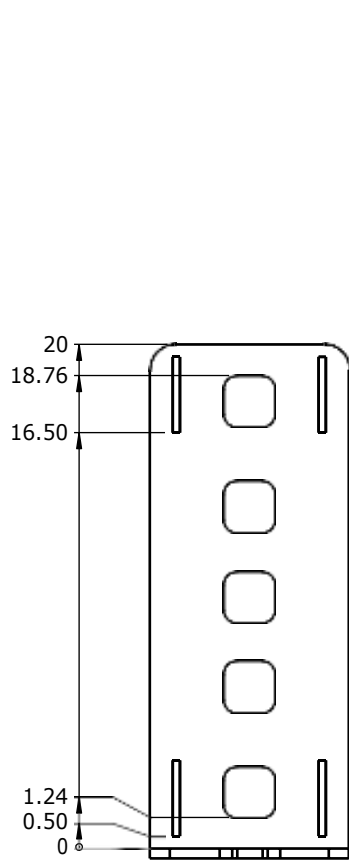
0





|                                                    |          |                          |                                                                               |                      |          |            |  |  |
|----------------------------------------------------|----------|--------------------------|-------------------------------------------------------------------------------|----------------------|----------|------------|--|--|
| CENTRO DE COOPERACION ACADEMIA INDUSTRIAL<br>TESCo |          |                          | PROYECTO:Diseño y desarrollo de una estación a<br>escala para el robotIRB-120 |                      | 5        | DIRECCION  |  |  |
| Material : MADERA                                  |          |                          | PIEZA: CAJA O-P                                                               | FECHA: 25/05/2023    | 4        | CALIDAD    |  |  |
| TOL NO ESP.                                        | DUREZA:  | No. DE PARTE:<br>20 - 21 | DISEÑO: ING. J.A.V.F                                                          |                      | 3        | PRODUCCION |  |  |
| ACABADO: SIN FILO                                  | PROCESO: |                          |                                                                               |                      | 2        | VENTAS     |  |  |
| DECIMALES:                                         | ACOT: mm | CLIENTE:                 |                                                                               | DIBUJO: ING. J.C.S.S | 1        | DISEÑO     |  |  |
| FRACCIONES:                                        | ESC:     |                          | No.                                                                           | DEPTO.               | FECHA    | FIRMA      |  |  |
|                                                    |          |                          | REVIZO:                                                                       |                      | REVISION |            |  |  |





|                                                    |          |                                                                                 |                      |          |            |       |       |
|----------------------------------------------------|----------|---------------------------------------------------------------------------------|----------------------|----------|------------|-------|-------|
| CENTRO DE COOPERACION ACADEMIA INDUSTRIAL<br>TESCo |          | PROYECTO: Diseño y desarrollo de una estación a<br>escala para el robot IRB-120 |                      | 5        | DIRECCION  |       |       |
| Material : MADERA                                  |          | PIEZA: CAJA<br>CONTENEDORA                                                      | FECHA: 25/05/2023    | 4        | CALIDAD    |       |       |
| TOL NO ESP.                                        | DUREZA:  |                                                                                 |                      | 3        | PRODUCCION |       |       |
| ACABADO: SIN FILO                                  | PROCESO: | No. DE PARTE:<br>21 - 21                                                        | DISEÑO: ING. J.A.V.F | 2        | VENTAS     |       |       |
| DECIMALES:                                         | ACOT: mm |                                                                                 |                      | 1        | DISEÑO     |       |       |
| FRACCIONES:                                        | ESC:     | CLIENTE:                                                                        | DIBUJO: ING. J.C.S.S | No.      | DEPTO.     | FECHA | FIRMA |
|                                                    |          |                                                                                 | REVIZO:              | REVISION |            |       |       |

