



UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA
SEDE CUENCA
CARRERA DE INGENIERÍA MECATRÓNICA

DESARROLLO DE UNA GUÍA DE PRÁCTICAS DE LABORATORIO
PARA EL SISTEMA DE PRODUCCIÓN MODULAR MPS-500,
EMPLEANDO TÉCNICAS DE DISEÑO DE INSTALACIONES DE
MANUFACTURA

Trabajo de titulación previo a la obtención
del título de Ingeniero Mecatrónico

AUTORES: LUIS ALEJANDRO UZHCA GUAPACASA
JUAN DIEGO SÁNCHEZ CABRERA

TUTOR: ING. ÁNGEL EUGENIO CÁRDENAS CADME, MSc.

CO-TUTOR: ING. MÓNICA ALEXANDRA ROMERO SACOTO, MSc.

Cuenca-Ecuador

2022

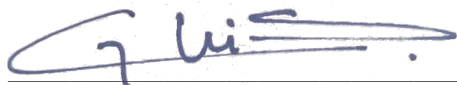
CERTIFICADO DE RESPONSABILIDAD Y AUTORÍA DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

Nosotros, Luis Alejandro Uzhca Guapacasa con documento de identificación N° 0107048134 y Juan Diego Sánchez Cabrera con documento de identificación N° 0106031693; manifestamos que:

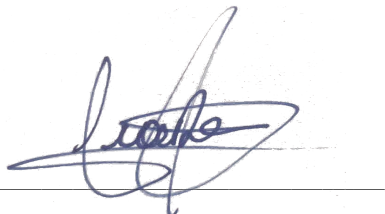
Somos los autores y responsables del presente trabajo; y, autorizamos a que sin fines de lucro la Universidad Politécnica Salesiana pueda usar, difundir, reproducir o publicar de manera total o parcial el presente trabajo de titulación.

Cuenca, 29 de julio del 2022

Atentamente,



Luis Alejandro Uzhca Guapacasa
0107048134



Juan Diego Sánchez Cabrera
0106031693

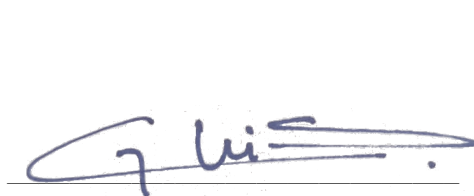
CERTIFICADO DE CESIÓN DE DERECHOS DE AUTOR DEL TRABAJO DE TITULACIÓN A LA UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA

Nosotros, Luis Alejandro Uzhca Guapacasa con documento de identificación N° 0107048134 y Juan Diego Sánchez Cabrera con documento de identificación N° 0106031693, expresamos nuestra voluntad y por medio del presente documento cedemos a la Universidad Politécnica Salesiana la titularidad sobre los derechos patrimoniales en virtud de que somos autores del Proyecto Técnico: "DESARROLLO DE UNA GUÍA DE PRÁCTICAS DE LABORATORIO PARA EL SISTEMA DE PRODUCCIÓN MODULAR MPS-500, EMPLEANDO TÉCNICAS DE DISEÑO DE INSTALACIONES DE MANUFACTURA", el cual ha sido desarrollado para optar por el título de: Ingeniero Mecatrónico, en la Universidad Politécnica Salesiana, quedando la Universidad facultada para ejercer plenamente los derechos cedidos anteriormente.

En concordancia con lo manifestado, suscribimos este documento en el momento que hacemos la entrega del trabajo final en formato digital a la Biblioteca de la Universidad Politécnica Salesiana.

Cuenca, 29 de julio del 2022

Atentamente,



Luis Alejandro Uzhca Guapacasa
0107048134



Juan Diego Sánchez Cabrera
0106031693

CERTIFICADO DE DIRECCIÓN DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

Yo, Ángel Eugenio Cárdenas Cadme con documento de identificación N° 0301631966, docente de la Universidad Politécnica Salesiana, declaro que bajo mi tutoría fue desarrollado el trabajo de titulación: "DESARROLLO DE UNA GUÍA DE PRÁCTICAS DE LABORATORIO PARA EL SISTEMA DE PRODUCCIÓN MODULAR MPS-500, EMPLEANDO TÉCNICAS DE DISEÑO DE INSTALACIONES DE MANUFACTURA", realizado por Luis Alejandro Uzhca Guapacasa con documento de identificación N° 0107048134 y Juan Diego Sánchez Cabrera con documento de identificación N° 0106031693, obteniendo como resultado final el trabajo de titulación bajo la opción Proyecto Técnico que cumple con todos los requisitos determinados por la Universidad Politécnica Salesiana.

Cuenca, 29 de julio del 2022

Atentamente,



Ing. Ángel Eugenio Cárdenas Cadme, MSc.
0301631966

Dedicatoria

Luis Alejandro

Dedico el presente trabajo de titulación a mis padres Gerardo y Aida, quienes han estado pendientes de mi formación humana y profesional.

A todas las personas que en el transcurso del desarrollo de este proyecto me ayudaron de una u otra manera.

Por último, a estudiantes e investigadores interesados en el tema abordado.

Juan Diego

Dedico con todo mi corazón el presente trabajo de titulación a mis señores padres Javier y Fabiola , el cuál han sido mi motivación y mi inspiración en cada meta que logré en mi vida, sin ellos no pudiera cumplir mis objetivos y mis metas, por brindarme siempre su apoyo en todo momento, y guiándome por el camino de bien con sus consejos para ser una mejor persona.

De igual manera a los nuestros tutores que nos han brindado de su conocimiento, para poder llevar a cabo el proyecto.

Agradecimientos

Luis Alejandro

Agradezco a Dios en primer lugar por iluminar mis pasos y darme la oportunidad de vivir esta hermosa experiencia.

A mis padres infinitamente, por enseñarme a no rendirme en situaciones difíciles, en darme el apoyo, comprensión y concejo día a día.

A mis hermanos y sobrino quienes buscan siempre estar unidos, son la motivación para alcanzar mis metas.

A Ing. Eugenio Cárdenas y a Ing. Mónica Romero, por la paciencia y guía en el desarrollo del presente trabajo de titulación. También quiero agradecer a Ing. Mauricio Villacis por su atención en solventar mis dudas.

Juan Diego

Agradezco primero a Dios por permitirme lograr alcanzar un objetivo muy especial en mi vida, por siempre guiar mi camino en cada momento y brindarme esta oportunidad de llegar a ser un profesional en el ámbito laboral.

A mis señores padres por siempre estar junto a mi desde un inicio, apoyándome, enseñándome que en el transcurso de la vida siempre existirá limitaciones de cualquier tipo, pero con trabajo, dedicación, y mucho esfuerzo, se pueden llegar a cumplir las metas que uno se propone, gracias por ser el pilar fundamental en mi vida.

De igual manera un agradecimiento muy especial a Ing. Eugenio Cárdenas que ha estado siempre pendiente, por brindarnos de su tiempo con la finalidad de poder realizar los objetivos del proyecto.

Este documento fue realizado enteramente en L^AT_EX

Índice

Certificado de responsabilidad y autoría del trabajo de titulación	I
Certificado de cesión de derechos de autor del trabajo de titulación a la Universidad Politécnica Salesiana	II
Certificado de dirección del trabajo de titulación	III
Dedicatoria	IV
Agradecimientos	V
Resumen	XIII
Abstract	XIV
1. Introducción	1
2. Problema	2
2.1. Antecedentes	2
2.2. Descripción del problema	2
2.3. Importancia y alcances	3
2.4. Delimitación	3
2.4.1. Espacial o geográfica	3
2.4.2. Temporal	3
2.4.3. Sectorial o institucional	4
2.5. Problema General	4
2.6. Problemas Específicos	4
3. Objetivos	4
3.1. Objetivo General	4
3.2. Objetivos Específicos	4
4. Hipótesis	5
4.1. Hipótesis General	5
4.2. Hipótesis Específicas	5

5. Marco Teórico	5
5.1. Sistema de producción modular MPS-500	5
5.1.1. Estación de distribución	6
5.1.2. Estación de verificación	6
5.1.3. Estación de manipulación	7
5.1.4. Estación de procesamiento	7
5.1.5. Estación de clasificación	8
5.1.6. Estación robot Mitsubishi RV-2AJ	8
5.1.7. Estación de almacenamiento	10
5.1.8. Estación de transporte	11
5.2. Autómatas programables	11
5.2.1. SIMATIC S7-300 313-6CF03-0AB0	11
5.2.2. SIMATIC S7-300 314-6CG03-0AB0	12
5.3. Software de programación TIA Portal	12
5.4. Lenguaje de programación KOP	13
5.5. Protocolos de comunicación industrial	13
5.5.1. Bus de campo Profibus	13
5.5.2. Bus AS-Interface	14
5.5.3. Bus de campo MPI (Siemens)	15
5.6. Diseño de instalaciones de manufactura	15
5.6.1. Distribución en planta	15
5.6.2. Patrones de flujo	16
5.7. Documentación técnica	17
6. Marco metodológico	17
6.1. Determinación de espacio de trabajo	17
6.2. Software de modelado	18
6.3. Levantamiento de señales	21
6.4. Patrón de flujo en I	26
6.4.1. Diseño de patrón de flujo en I	26
6.4.2. Modelado de patrón de flujo en I	27
6.4.3. Implementación de patrón de flujo en I	28
6.5. Patrón de flujo en U	32
6.5.1. Diseño de patrón de flujo en U	32
6.5.2. Modelado de patrón de flujo en U	33

6.5.3. Implementación de patrón de flujo en U	34
6.6. Patrón de flujo en O	36
6.6.1. Diseño de patrón de flujo en O	36
6.6.2. Modelado de patrón de flujo en O	37
6.6.3. Implementación de patrón de flujo en O	38
6.7. Desarrollo de guías prácticas	39
6.8. Validación de guías prácticas	39
6.8.1. Criterios en la cualidad de apariencia	40
6.8.2. Criterios en la cualidad de procedimiento	40
6.8.3. Criterios en la cualidad de objetivos	41
7. Resultados	41
7.1. Conocimiento e identificación de variables, módulos y protocolos de comunicación del Sistema de Producción Modular MPS-500	41
7.2. Implementación de nuevas distribuciones de estaciones en el Sistema de Producción Modular MPS-500	46
7.3. Documentación técnica que sirva de guía y manual de práctica del usuario	48
8. Conclusiones	48
9. Recomendaciones	49
Referencias	51
ANEXOS	52
ANEXO 1	54
ANEXO 1	55

Lista de Tablas

1.	Direcciones de entrada y salida estación de distribución	22
2.	Direcciones de entrada y salida estación de verificación	22
3.	Direcciones de entrada y salida estación de manipulación	23
4.	Direcciones de entrada y salida estación de procesamiento	23
5.	Direcciones de entrada y salida estación de almacenamiento	24
6.	Direcciones de entrada y salida estación de clasificación	24
7.	Direcciones de entrada y salida estación de transporte	25
8.	Criterios de apariencia	40
9.	Criterios de procedimiento	40
10.	Criterios de los objetivos	41
11.	Direcciones de entrada y salida estación de distribución	42
12.	Direcciones de entrada y salida estación de verificación	42
13.	Direcciones de entrada y salida estación de manipulación	43
14.	Direcciones de entrada y salida estación de procesamiento	43
15.	Direcciones de entrada y salida estación de almacenamiento	44
16.	Direcciones de entrada y salida estación de clasificación	44
17.	Direcciones de entrada y salida estación de transporte	45
18.	Matriz de consistencia lógica.	53

Lista de Figuras

1.	Estación de distribución	6
2.	Estación de verificación.	7
3.	Estación de manipulación.	7
4.	Estación de procesamiento.	8
5.	Estación de clasificación.	8
6.	Estación robot Mitsubishi RV-2AJ.	9
7.	Controlador RI-571.	9
8.	Caja de aprendizaje R28TB.	10
9.	Estación de almacenamiento.	10
10.	Estación de transporte.	11
11.	Correspondencia entre el símbolo eléctrico y el símbolo KOP.	13
12.	Cable profibus par trenzado y óptico.	14
13.	Cable AS-i.	14
14.	Interfase de programación MPI.	15
15.	Distribución celular para dos grupos de productos.	16
16.	Patrones básicos de flujos horizontales: I, L, U, O y S.	16
17.	Espacio de trabajo del laboratorio MPS-500.	17
18.	Licencia física de CIROS.	18
19.	Creación de proyecto CIROS.	18
20.	Creación y ruta de guardado de un proyecto en CIROS.	19
21.	Librería de modelos en CIROS.	20
22.	Entorno de modelado del software CIROS Studio.	20
23.	Dispositivo IO sim de FESTO.	21
24.	Flujograma del patrón de flujo horizontal en I implementado del MPS-500.	26
25.	Modelado del patrón de flujo horizontal en I del MPS-500.	27
26.	Simulación del patrón de flujo horizontal en I modelado del MPS-500.	28
27.	Interruptor en OFF que alimenta al MPS-500.	28
28.	Llave de aire cerrada.	29
29.	Desconexión de red profibus.	29
30.	Abrazadera de sujeción FESTO.	30
31.	Aseguramiento de estaciones con abrazaderas.	30
32.	Freno mecánico de ruedas.	31
33.	Patrón de flujo horizontal en I implementado del MPS-500.	31

34.	Flujograma del patrón de flujo horizontal en U implementado del MPS-500. .	32
35.	Modelado del patrón de flujo horizontal en U implementado del MPS-500. .	33
36.	Simulación del patrón de flujo horizontal en U implementado del MPS-500. .	34
37.	Terminales de cable profibus.	34
38.	Impedancia ON/OFF del terminal de cable profibus.	35
39.	Patrón de flujo horizontal en U implementado del MPS-500.	35
40.	Flujograma del patrón de flujo horizontal en O implementado del MPS-500.	36
41.	Modelado del patrón de flujo horizontal en O implementado del MPS-500. .	37
42.	Simulación del patrón de flujo horizontal en O implementado del MPS-500. .	38
43.	Patrón de flujo horizontal en O implementado del MPS-500.	38
44.	Terminales de cable profibus.	46
45.	Patrón de flujo horizontal en I implementado del MPS-500.	46
46.	Patrón de flujo horizontal en U implementado del MPS-500.	47
47.	Patrón de flujo horizontal en O implementado del MPS-500.	47

Resumen

En el siguiente proyecto está enfocado en poder implementar nuevos patrones de flujo de procesos en la distribución celular flexible MPS-500 que se tiene dentro del laboratorio, ya que el sistema trabaja comúnmente en su forma genérica desaprovechando la flexibilidad que nos brinda ya que es muy amplia dado que se puede realizar un desmontaje y establecer nuevas formas de flujo con cada una de sus estaciones. Esto con la finalidad de poder generar y simular nuevos procesos industriales teniendo en cuenta que se ha analizado los diferentes tipos patrones de flujo que se pueden implementar con las estaciones que intervienen en el proceso secuencial. Además, se han generado guías prácticas que servirá como herramienta formativa, con el objetivo de que se pueda tener un mejor conocimiento de cómo funciona cada nueva distribución que se ha implementado y de igual manera reforzando en los estudiantes destrezas que se pueden desempeñar en diferentes áreas de la ingeniería en la cual servirá de mucho para su desenvolvimiento laboral en un futuro.

Palabras clave: Desmontaje, Distribución celular flexible, Implementación, Patrones de flujo de procesos.

Abstract

In the following project, it is focused on being able to implement a new process flow patterns in the MPS-500 flexible cellular distribution that exists within the laboratory, since the system commonly works in its generic form, wasting the flexibility it offers us since it is very wide since it can be dismantled and establish new forms of flow with each of its stations. This with the purpose of being able to generate and simulate new industrial processes taking into account that the different types of flow patterns that can be implemented with the stations that intervene in the sequential process have been analyzed. In addition, practical guides have been generated that will serve as a training tool, with the aim of having a better understanding of how each new distribution that has been implemented works and in the same way reinforcing in students skills that can be performed in different areas. of engineering in which it will be very useful for their future work development.

Keywords: Dismantled, Flexible cellular distribution, Implement, Process flow patterns.

1. Introducción

El laboratorio del sistema de producción modular MPS-500 fabricado por FESTO disponible en la Universidad Politécnica Salesiana sede Cuenca tiene el propósito de ser un sistema aprendizaje para usuarios interesados en el uso de la tecnología industrial y procesos automatizados (D. FESTO, 2022) .

Cuenta con estaciones de trabajo tales como: distribución, verificación, manipulación, procesamiento, almacenamiento, clasificación, visión, robot, transporte y CNC. Cada estación cuenta con diferentes sensores y actuadores los cuales permiten planificar distintas formas de procesos de manufactura.

Las estaciones para su puesta en funcionamiento son programadas en controladores lógicos programables PLC's específicamente con el modelo SIMATIC S7-300. Teniendo un mismo nivel de programación y configuración en la utilización del software TIA portal V15, en el cual se puede desarrollar programas llevando una lógica para poder automatizar procesos, en donde se controla individualmente o en conjunto cada estación con la finalidad de poder diseñar, simular y generar procesos industrial.

El sistema cuenta con buses de comunicación industrial del tipo profibus, (Multi-Point interface) MPI y AS-interface, las cuales permiten generar diversas opciones de automatizar procesos gracias a configuraciones maestro-esclavo entre estaciones.

El MPS-500 siendo una célula de manufactura flexible las estaciones se juntan en una célula que funciona de manera similar con una distribución del tipo por producto. El punto de partida en el desarrollo de una disposición para célula flexible pretendiendo aprovechar su flexibilidad es decidir la formación de una celda es definir que estaciones de proceso y qué componentes tecnológicos entrarán en la célula. Luego, las estaciones se ubican de manera organizada dentro de una, presentando un patrón de flujo. (Platas y Cervantes, 2014).

En este proyecto se desarrolló guías prácticas, la cuál ha sido elaborada con la finalidad de que se pueda usar como herramienta formativa, esto permite que se pueda tener una mejor comprensión en el funcionamiento del manejo del sistema de producción modular, obteniendo como beneficiarios de esta información técnica a distintos usuarios que intervienen en la educación superior.

2. Problema

2.1. Antecedentes

Los laboratorios de aprendizaje y su documentación técnica es de mucha ayuda para que los estudiantes de diversas áreas de la ingeniería puedan reforzar sus conocimientos aprendidos en las aulas de clase, haciendo diversas prácticas que generen experiencia en manejo de herramientas que sirvan a futuro en el ámbito laboral en sus diversas especializaciones.

El laboratorio del sistema de producción modular MPS-500, está dentro del concepto de células y sistemas flexibles de manufactura los cuales se conforman en máquinas controladas por un autómata, en este caso controlado mediante PLC's (Groover, 2007).

Dadas las características únicas de las celdas de fabricación, el diseño y la colocación de celdas en plantas tradicionales requiere la reorganización de la planta y la reubicación de las líneas de flujo de producción existentes. Las máquinas de una celda de manufactura flexible puede tener disposiciones diferentes para trabajos distintos de acuerdo a una necesidad de producto, se pueden colocar de forma "lineal", "circular", en forma de U en sus diversas combinaciones entre estas. (Kalpakjian y Schmid, 2008).

El sistema de producción modular MPS-500 de la Universidad Politécnica Salesiana sede Cuenca ha sido utilizado en su distribución celular que viene por defecto, es decir no se han desmontado estaciones y colocado en diferentes formas que su echo de ser sistema modular permite. El laboratorio cuenta con un demo de programación en step siete el cual no puede ser usado debido a incompatibilidad entre ciertas versiones de PLC's físicos de distintas estaciones de trabajo y que solo puede ser usado en su distribución estándar.

2.2. Descripción del problema

El sistema de producción modular MPS-500 como herramienta para generar habilidades y destrezas en sus usuarios (comunidad universitaria) no ha sido aprovechada en su totalidad pues la flexibilidad que esta herramienta brinda es muy amplia al poder desmontar y establecer nuevas formas de flujo de sus estaciones, a consecuencia de esto con la innovación de la tecnología es indispensable estar a la vanguardia es por ello que se plantea generar guías prácticas actualizadas acorde al avance tecnológico.

Bajo el contexto citado, el presente proyecto estará orientado a generar nueva documenta-

ción técnica para el laboratorio MPS-500 partiendo de nuevos patrones de flujo de manufactura en sus estaciones.

2.3. Importancia y alcances

Es muy importante en la formación de un ingeniero Mecatrónico tener conocimiento y experiencia en un sistema de producción modular ya que se pueden solventar necesidades y problemas dentro de un entorno real en temáticas de diseño de instalaciones de manufactura, redes industriales y automatización industrial.

En el presente proyecto de titulación se desarrolla una guía práctica con la finalidad de que tanto como el estudiante, docentes, técnicos docentes y laboratoristas, se beneficien obteniendo el aprendizaje necesario para poder familiarizarse con los equipos, y cada instrumento de trabajo que se encuentra dentro del laboratorio.

La guía práctica tiene el alcance de difundir el diseño e implementación de un layout nuevo aplicando distintos patrones de flujo dentro de la distribución celular que posee el MPS-500, así como la puesta en funcionamiento gracias a una programación ordenada en lenguaje KOP en el software TIA portal V15.

2.4. Delimitación

El problema de estudio se delimitará en las siguientes dimensiones:

2.4.1. Espacial o geográfica

El proyecto se realizó en el Laboratorio de MPS de los laboratorios de mecánica de la Universidad Politécnica Salesiana sede Cuenca, ubicada en la dirección Calle Vieja 12-30 y Elia Liut.

2.4.2. Temporal

El proyecto de titulación se llevo a acabo entre los meses de marzo y julio del 2022, es decir, cinco meses.

2.4.3. Sectorial o institucional

El proyecto de titulación se desarrolló en la institución de educación superior Universidad Politécnica Salesiana sede Cuenca.

2.5. Problema General

- ¿Es posible desarrollar una guía de prácticas de laboratorio para el sistema de producción modular MPS-500, empleando técnicas de diseño de instalaciones de manufactura?

2.6. Problemas Específicos

- ¿Se podrá conocer e identificar: variables, procesos, módulos y protocolos de comunicación del Sistema de Producción Modular MPS-500?
- ¿Es posible establecer e implementar nuevas distribuciones de estaciones en el MPS-500?
- ¿Es factible generar documentación que sirva de guía y manual de práctica del usuario?

3. Objetivos

3.1. Objetivo General

- Desarrollar una guía de prácticas de laboratorio para el sistema de producción modular MPS-500, empleando técnicas de diseño de instalaciones de manufactura.

3.2. Objetivos Específicos

- Conocer e identificar: variables, procesos, módulos y protocolos de comunicación del Sistema de Producción Modular MPS-500.
- Establecer e implementar nuevas distribuciones de estaciones en el Sistema de Producción Modular MPS-500.
- Generar documentación que sirva de guía y manual de práctica del usuario.

4. Hipótesis

4.1. Hipótesis General

- Se desarrollará una guía de prácticas de laboratorio para el sistema de producción modular MPS-500, empleando técnicas de diseño de instalaciones de manufactura.

4.2. Hipótesis Específicas

- Se conocerá e identificará: variables, procesos, módulos y protocolos de comunicación del Sistema de Producción Modular MPS-500.
- Se establecerá e implementará nuevas distribuciones de estaciones en el sistema de producción modular MPS-500.
- Se generará documentación que sirva de guía y manual de práctica del usuario.

5. Marco Teórico

5.1. Sistema de producción modular MPS-500

Está diseñado para cualquier usuario que aprecie la formación profesional independiente, la educación superior en mecatrónica, tecnología de automatización. La robustez del equipo y la excelente flexibilidad del dispositivo le permitirá juntar estaciones y sus componentes para poder crear un proceso de producción en la que se ajusta a situaciones y objetivos en el desarrollo de destrezas del usuario. (FESTO, 2022).

En el sistema de producción modular MPS-500, se utilizaron las siguientes estaciones de trabajo:

- Estación de distribución.
- Estación de verificación.
- Estación de manipulación.
- Estación de proceso.
- Estación de clasificación.

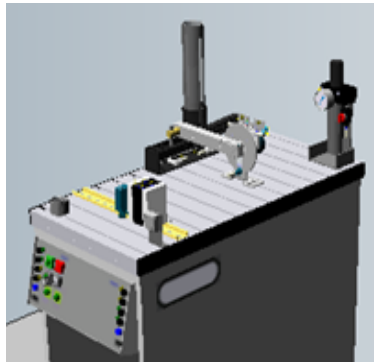
- Estación robot Mitsubishi RV-2AJ.
- Estación de almacenamiento.
- Estación de transporte.

5.1.1. Estación de distribución

La estación de distribución es un dispositivo de alimentación. Son definidas como unidades que cumplen la función de abastecimiento, clasificación y alimentación de componentes. (Ebel y Pany, 2006a)

Figura 1

Estación de distribución.



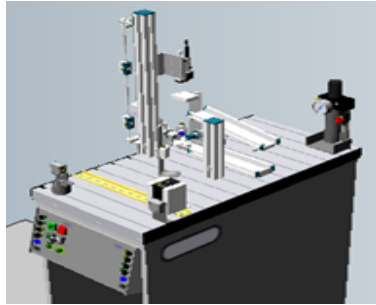
Nota: Se puede observar la estación de distribución del laboratorio de MPS-500, de acuerdo a CIROS (2022).

5.1.2. Estación de verificación

La estación de verificación cumple con la adquisición de información actual y la comparación de características especificadas requeridas, con la decisión resultante de "Pieza de trabajo aceptable/rechazada", es decir, "Sí/No" para ser destinada a un posible próximo proceso de manufactura. (Ebel y Pany, 2006e)

Figura 2

Estación de verificación.



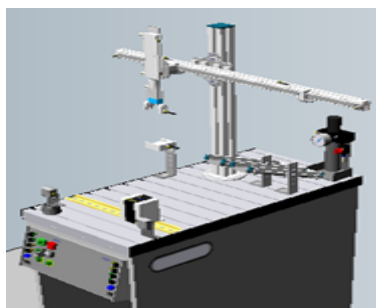
Nota: Se puede observar la estación de verificación del laboratorio de MPS-500, de acuerdo a CIROS (2022).

5.1.3. Estación de manipulación

La estación de manipulación es una subfunción del flujo de material. Las funciones que puede realizar la estación de manipulación son: Determinar las características de los materiales de una pieza de trabajo, sacar piezas de trabajo de un receptáculo, depositar las piezas sobre el carro o para pasar las piezas a una estación posterior. (Ebel y Pany, 2006b)

Figura 3

Estación de manipulación.



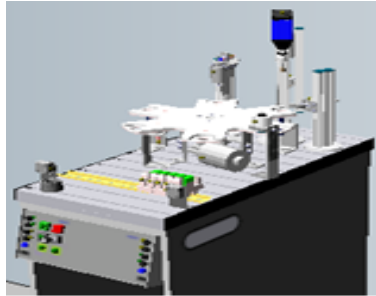
Nota: Se puede observar la estación de manipulación del laboratorio de MPS-500, de acuerdo a CIROS (2022).

5.1.4. Estación de procesamiento

Comprobar las características de las piezas de trabajo (posicionamiento correcto, agujero), sobretodo mecanizar y suministrar piezas a una estación posterior son las funciones que puede realizar la estación de procesamiento. (Ebel y Pany, 2006c)

Figura 4

Estación de procesamiento.



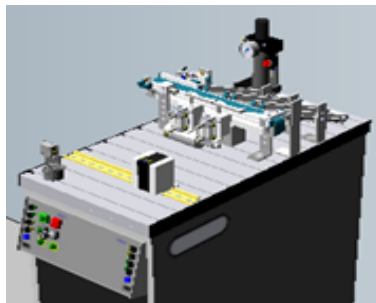
Nota: Se puede observar la estación de procesamiento del laboratorio de MPS-500, de acuerdo a CIROS (2022).

5.1.5. Estación de clasificación

En la estación de clasificación, las piezas de trabajo simbólicas se clasifican según el material y el color. Las piezas de trabajo deben proceder individualmente en la banda transportadora que posee para no perjudicar las funciones de conmutación. (Ebel y Pany, 2006d)

Figura 5

Estación de clasificación.



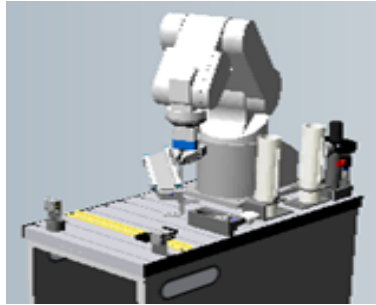
Nota: Se puede observar la estación de clasificación del laboratorio de MPS-500 de acuerdo a CIROS (2022).

5.1.6. Estación robot Mitsubishi RV-2AJ

El robot RV-2AJ fabricado por Mitsubishi es un robot RRRRRR es decir tiene cinco grados de libertad con articulaciones de tipo rotacional. El robot cuenta con un gripper de accionamiento neumático en la punta de su último eslabon.

Figura 6

Estación robot Mitsubishi RV-2AJ.



Nota: Se puede observar la estación robot Mitsubishi RV-2AJ del laboratorio de MPS-500, de acuerdo a CIROS (2022).

El robot RV-2AJ posee el controlador Mitsubishi R1-571 el cual es el encargado de realizar los análisis de cinemática y dinámica para su respectivo movimiento.

Figura 7

Controlador RI-571.



Nota: Se puede observar el controlador RI-571, de acuerdo a Uzhca y Sánchez (2022).

El controlador RI-571 a su vez también posee una caja de aprendizaje Mitsubishi R28TB para poder accionar manualmente las diferentes posiciones que requiera una secuencia.

Figura 8

Caja de aprendizaje R28TB.



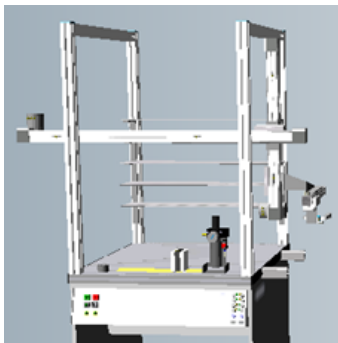
Nota: Se puede observar la caja de aprendizaje R28TB, de acuerdo a Uzhca y Sánchez (2022).

5.1.7. Estación de almacenamiento

La estación de almacenamiento cumple con la función de guardar las piezas simbólicas trabajadas previamente por un proceso de transporte y manufactura. Posee un gripper neumático para sujetar las piezas en el eje Y, mientras que los movimientos en el eje X y Z los realizan dos servomotores con encoder para garantizar la precisión en sus coordenadas a partir de pulsos.

Figura 9

Estación de almacenamiento.



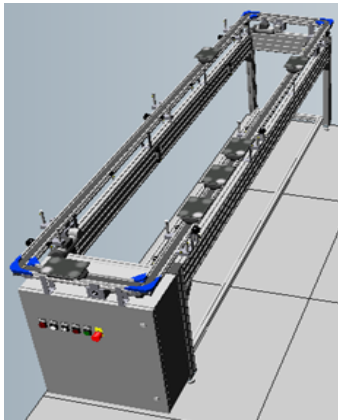
Nota: Se puede observar la estación de almacenamiento del laboratorio de MPS-500, de acuerdo a CIROS (2022).

5.1.8. Estación de transporte

La estación de transporte cumple con la función de mover las piezas trabajadas de una estación a otra a través de un carro de cuatro compartimientos. Cuenta con un variador de frecuencia Siemens Micromaster 420 que permite regular la velocidad de la banda transportadora. La estación de transporte tiene una red AS-I la cual permite comunicarse con diferentes sensores y actuadores que se encuentran a su alrededor.

Figura 10

Estación de transporte.



Nota: Se puede observar la estación de transporte del laboratorio de MPS-500, de acuerdo a CIROS (2022).

5.2. Autómatas programables

Los autómatas programables pueden también recibir el nombre de PLC cuyas siglas significan Programmable Logic Controller (Controlador Lógico Programable) (Rodríguez, Cerdá, y Sánchez, 2014).

Un autómata programable es un dispositivo de control electrónico con una conexión interna que no depende del proceso que se pueda comandar, que se ajusta mediante un software de programación en la cual tiene una sucesión en una lógica programable, que se realizan con uso de sus entradas y salidas (Peciña, 2018).

5.2.1. SIMATIC S7-300 313-6CF03-0AB0

SIMATIC S7-300 313-6CF03-0AB0 cuenta con las siguientes características:

- CPU 313C-2 DP Compact CPU con MPI.
- 16 DI/16 DO.
- 3 contadores de alta velocidad (30 kHz).
- Interfaz DP integrada.
- Alimentación de 24V.
- Memoria de trabajo de 64 KB.
- Conector frontal (1x 40 polos).
- Micro Memory Card requerida (Siemens, 2009).

5.2.2. SIMATIC S7-300 314-6CG03-0AB0

SIMATIC S7-300 314-6CG03-0AB0 cuenta con las siguientes características:

- CPU 314C-2 DP CPU compacta con MPI.
- 24 DI/16 DO, 4 AI, 2 AO.
- 4 contadores rápidos (60 kHz).
- Interfaz DP integrada.
- Alimentación de DC 24V.
- Memoria de trabajo de 96 Kbytes.
- Conector frontal (2x 40 polos).
- Se necesita Micro Memory Card (Siemens, 2009).

5.3. Software de programación TIA Portal

Siemens innovó el mundo industrial de los procesos automáticos en el año 2009, promocionando a las industrias el programa TIA Portal. En esta plataforma, no se requiere nada más que una comunicación entre el autómatas programable y el computador con la finalidad de que se ejecute todo desde un mismo programa (Peciña, 2018).

TIA Portal (Totally Integrated Automation Portal) es una herramienta de ingeniería que sirve para configurar y programar autómatas.







5.4. Lenguaje de programación KOP

Los diagramas de escalera son el lenguaje de programación más común para los controladores programables. (Ladder Diagram o diagrama de escalera) (Sanchis, Romero, y Ariño, 2010).

Este tipo de lenguaje KOP parte del diagrama de contactos, en donde se transforma a formato internacional (Cembranos, 2002).

Figura 11

Correspondencia entre el símbolo eléctrico y el símbolo KOP.

EXPLICACIÓN	SÍMBOLO	KOP
CONTACTO ABIERTO		
CONTACTO CERRADO		
RECEPTOR (RELÉ O CONTACTOR)		

Nota: Se puede observar la Correspondencia entre el símbolo eléctrico y el símbolo KOP, de acuerdo a Cembranos (2002).

5.5. Protocolos de comunicación industrial

Específicamente, “en el ámbito industrial, los sistemas de comunicación tienen como objetivo coordinar acciones de unidades automatizadas y controlar la transferencia de componentes, a través del intercambio de datos entre las diferentes unidades ya sean autómatas programables o PCs industriales que controlan un proceso productivo”, según Oliva (2013).

5.5.1. Bus de campo Profibus

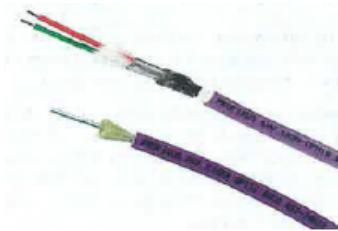
El bus de campo Profibus es uno de los buses con mayor acogida tanto a nivel europeo como mundial y ha sido desarrollado sobre la base del modelo ISO/OSI (International Standard

Organizaron / Open System Interconnect) para servicio de comunicación de datos (Guerrero, Yuste, y Martínez, 2009).

Según Rodríguez (2008), “Profibus es un protocolo que proporciona una solución de uso general para tareas de comunicación Maestro-Esclavo y Perfiles de Protocolo de las industrias de Automatización de Procesos, Seguridad y Control de Movimiento. Actualmente está introducido en todos los niveles de automatización, desde la comunicación a nivel de máquina como actuadores y sensores hasta sistemas complejos que gestionan grandes cantidades de datos (FMS)”.

Figura 12

Cable profibus par trenzado y óptico.



Nota: Se puede observar dos tipos de cable profibus: par trenzado y óptico, de acuerdo a Rodríguez y cols. (2014).

5.5.2. Bus AS-Interface

A S -Interface (Actuador Sensor-interface) es un estándar internacional que aparece en 1994 y que tiene como finalidad uniformizar el nivel de campo de control y monitoreo de señales individuales. Es un sistema de conexión diseñado para transmitir alimentación y datos mediante un cable bifilar a distancias hasta 100 metros. Según Rodríguez (2008), “Es un sistema ideal para aplicar en los niveles más bajos de automatización de planta, donde abundan los elementos de tipo binario (finales de carrera, sensores, electroválvulas, etc.)”

Figura 13

Cable AS-i.



Nota: Se puede observar el cable bifilar AS-i, de acuerdo a Rodríguez y cols. (2014).

5.5.3. Bus de campo MPI (Siemens)

El bus de comunicación de campo MPI desarrollado por Siemens está incluido, de serie, en sus CPU. Inicialmente desarrollado como interfase de programación, sirve también como medio de comunicación entre componentes HMI o dispositivos de automatización (autómatas). Es parecido a Profibus al ser de idénticas prestaciones que éste y ser una opción que viene de serie en las CPU S7-300 (las funciones de programación que utiliza tienen sus equivalentes profibus) (Rodríguez, 2008).

Figura 14

Interfase de programación MPI.



Nota: Se puede observar la interfase de programación MPI, de acuerdo a Uzhca y Sánchez (2022).

5.6. Diseño de instalaciones de manufactura

Según Meyers y Stephens (2006), “Diseño de instalaciones de manufactura se refiere a la organización de las instalaciones físicas de la compañía con el fin de promover el uso eficiente de sus recursos, como personal, equipo, materiales y energía. El diseño de instalaciones incluye la ubicación y distribución de la planta, el diseño del inmueble y el manejo de materiales”.

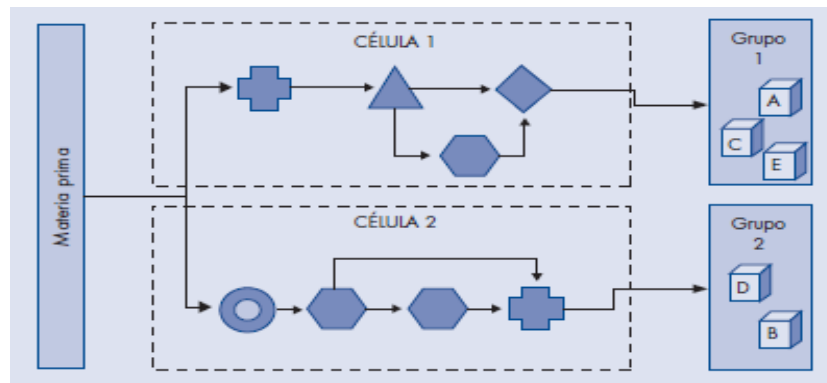
5.6.1. Distribución en planta

La distribución en planta según Suñé, Gil, y Arcusa (2004), “constituye el marco general donde se desarrollan los procesos de producción. Así pues, tendrá una importante influencia en la utilización de recursos, procesos de fabricación, mecanismos de control y costes de producción. Existen cuatro diseños básicos de disposición del proceso de producción: por proceso o funcional, por producto o en cadena, celular y de puesto fijo”.

- Distribución celular: A un conjunto de procesos que se encargan de un grupo específico de productos se le llama célula. Este tipo de distribución considera características de las distribuciones por producto y por proceso, pero busca equilibrar las ventajas y limitaciones de ambas (Baca U y cols., 2014).

Figura 15

Distribución celular para dos grupos de productos.



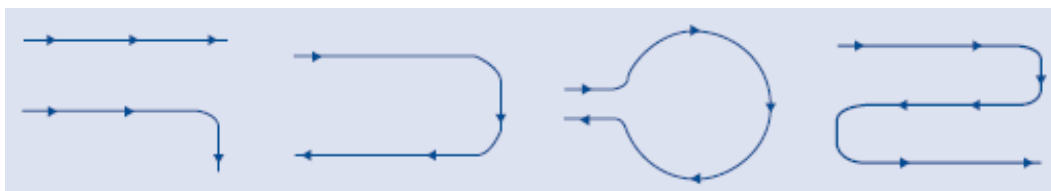
Nota: Se puede observar la Distribución celular para dos grupos de productos, de acuerdo a Baca U y cols. (2014).

5.6.2. Patrones de flujo

Según Baca U y cols. (2014), “Una vez que se han descrito los flujos necesarios para llevar a cabo un proceso productivo, se pueden considerar los patrones que seguirán dichos flujos sobre una superficie horizontal. Lógicamente, una infinidad de patrones de flujo pueden generarse a partir de la combinación de estos cinco patrones básicos”.

Figura 16

Patrones básicos de flujos horizontales: I, L, U, O y S.



Nota: Se puede observar los Patrones básicos de flujos horizontales: I, L, U, O y S, de acuerdo a Baca U y cols. (2014).

5.7. Documentación técnica

La documentación técnica “es aquel escrito que contiene información acerca de una área de conocimiento, organizada de forma estructurada y presentada eficazmente a los lectores. Se la puede definir como todo aquel documento que no es una obra literaria y que está relacionado con el ámbito laboral, tecnológico o científico” (Álemán y Mata, 2006).

6. Marco metodológico

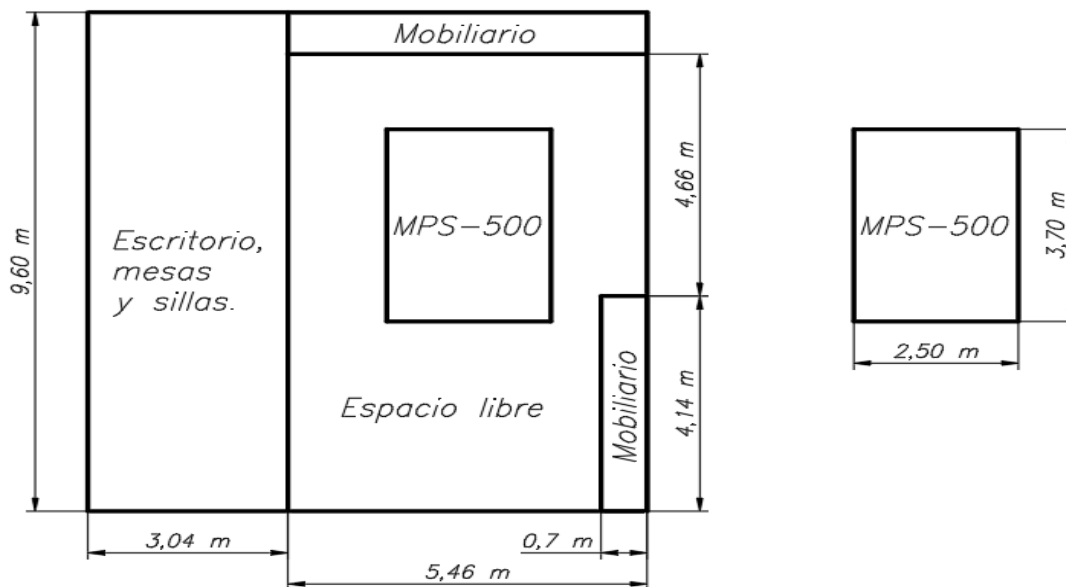
En la sección presentada a continuación se evidencia el proceso para diseñar, modelar e implementar nuevos patrones de flujo en la celda de manufactura flexible MPS-500, con la finalidad de generar guías de prácticas para sus diversos usuarios.

6.1. Determinación de espacio de trabajo

Se mide el área de trabajo en donde se encuentra el Sistema de Producción Modular, para poder tener una referencia en la que se pueda montar y desmontar las estaciones a usar. Esta área de trabajo se aprecia en la Figura 17.

Figura 17

Espacio de trabajo del laboratorio MPS-500.



Nota: Espacio de trabajo del laboratorio MPS-500, de acuerdo a Uzhca y Sánchez (2022).

6.2. Software de modelado

Para modelar la distribución celular MPS-500 en nuevos patrones de flujo horizontal, se utiliza el software CIROS Studio el cual permite crear nuevos modelos de celula flexible. El software requiere una licencia física de FESTO para poder ejecutarse, sin ella no es posible el acceso al programa. En la Figura 18 se aprecia la licencia. CIROS Studio permite arrastrar cada estación del MPS-500 a una interfáz gráfica en la cual puede ser modelada y simulada de manera individual o en conjunto.

Figura 18

Licencia física de CIROS.

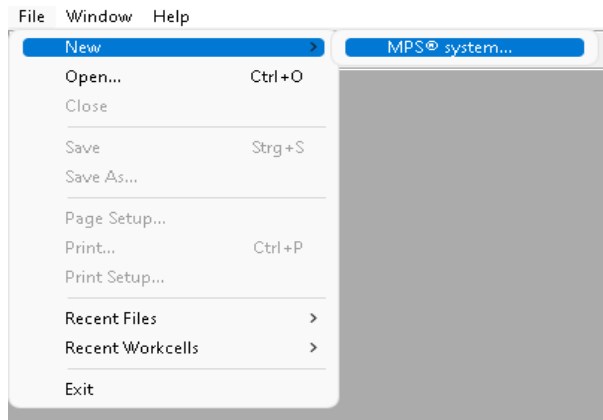


Nota: Licencia física de CIROS, de acuerdo a Uzhca y Sánchez (2022).

Se ejecuta el software CIROS y se procede a dar clic izquierdo en File, luego en New y en MPS system, como se aprecia en la Figura 19.

Figura 19

Creación de proyecto CIROS.

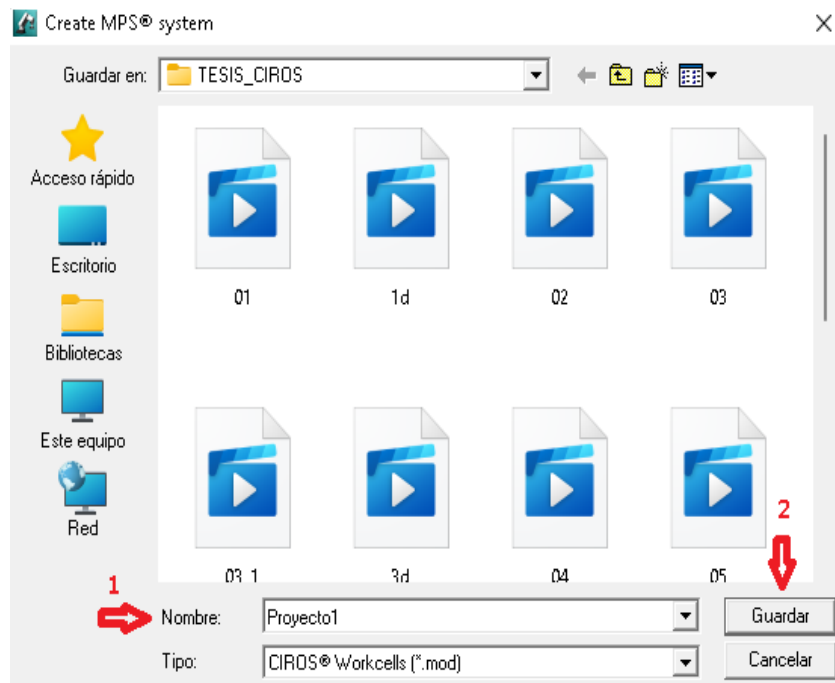


Nota: Manejo de software CIROS, como crear un nuevo proyecto, de acuerdo a Uzhca y Sánchez (2022).

Para la creación de un proyecto primero se agrega un nombre y se procede a guardar dentro de una dirección de archivos en el computador, para ello se da clic izquierdo en Guardar, como se aprecia en la Figura 20.

Figura 20

Creación y ruta de guardado de un proyecto en CIROS.



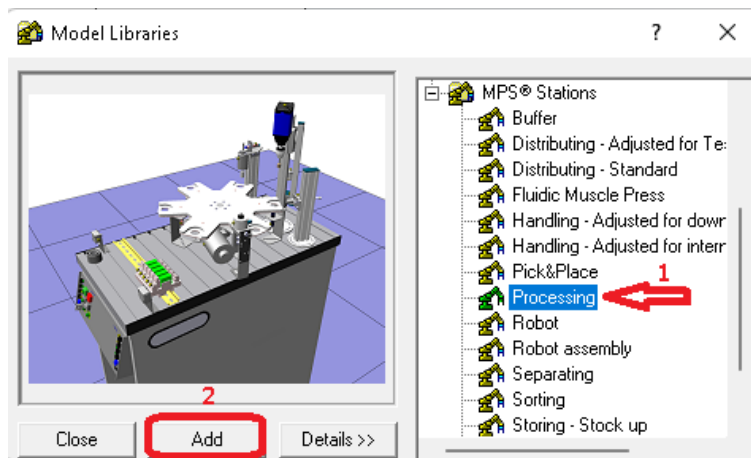
Nota: Se puede observar la creación y ruta de guardado de un proyecto en CIROS, de acuerdo a Uzhca y Sánchez (2022).

Una vez guardado el proyecto, se genera de manera automática una ventana de librería de modelos (Model Libraries), en la cuál se pueden explorar varias estaciones de trabajo del MPS-500 y otras versiones así como también se puede obtener información de cada una de ellas.

A partir de una lista generada se verifica y se selecciona que estaciones se desean diseñar y modelar teniendo en cuenta el patrón de flujo diseñado y el proceso productivo de la secuencia, para ello, se da clic izquierdo en agregar como se observa en la Figura 21.

Figura 21

Librería de modelos en CIROS.

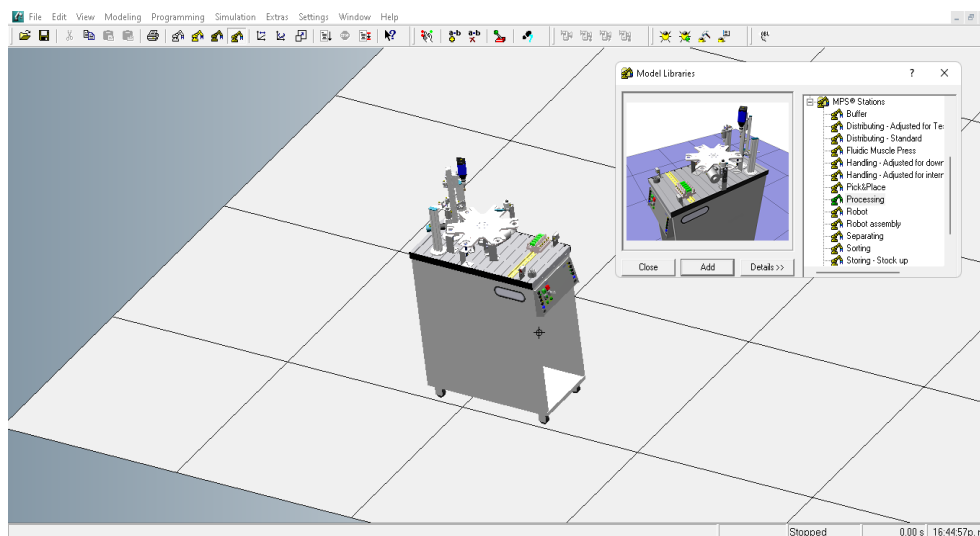


Nota: Se puede observar que en la librería de modelos constan todas las estaciones del MPS-500, de acuerdo a Uzhca y Sánchez (2022).

Se puede apreciar el entorno de modelado de la estación, de esta manera teniendo una mejor visualización de todo lo que compone, ya sea sensores y actuadores como se aprecia en la Figura 22.

Figura 22

Entorno de modelado del software CIROS Studio.



Nota: Se puede observar el entorno de trabajo del programa CIROS Studio, de acuerdo a Uzhca y Sánchez (2022).

Teniendo esta información del manejo del software se modelaron y simularon tres distintos procesos en diferentes patrones de flujo.

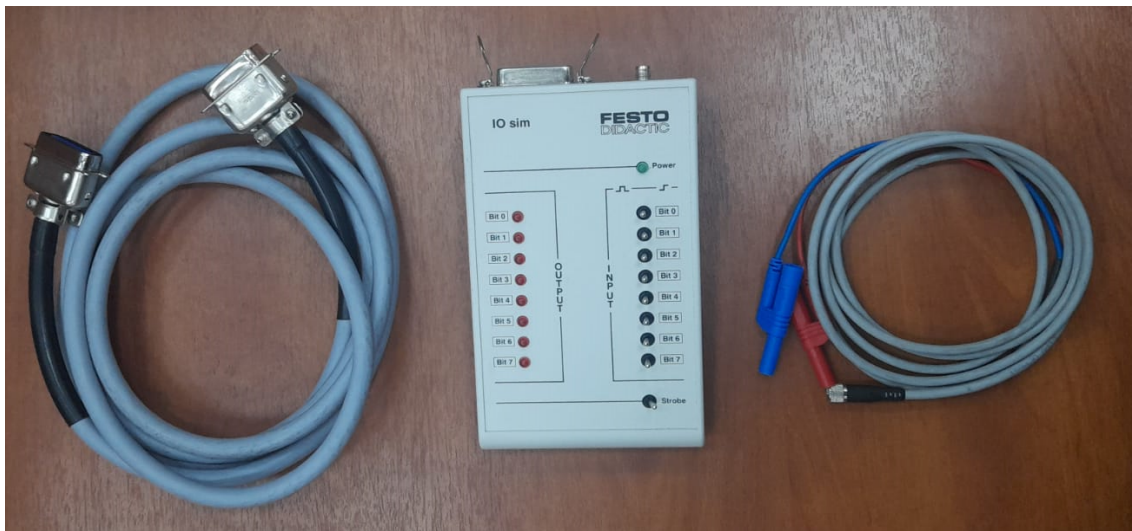
6.3. Levantamiento de señales

Para levantar las señales de todas las estaciones que componen el MPS-500 se necesita un simulador físico el cual es un dispositivo de FESTO en donde se pueden accionar los actuadores y verificar los sensores bit a bit.

Esto sirve para obtener direcciones de entradas y salidas en donde si se realiza la comunicación entre el computador y el PLC se logra ver en tiempo real el accionamiento de cada una de ellas. Este dispositivo se aprecia en la figura 23.

Figura 23

Dispositivo IO sim de FESTO.



Nota: Se puede observar el Dispositivo IO sim de FESTO para determinar direcciones bit a bit, de acuerdo a Uzhca y Sánchez (2022).

En las tablas 1 - 7, se detalla el levantamiento de señales de las estaciones que intervienen en los nuevos procesos: Estación de distribución, estación de verificación, estación de manipulación, estación de procesamiento, estación de almacenamiento y de la estación de clasificación respectivamente.

Tabla 1*Direcciones de entrada y salida estación de distribución.*

I/O	Dirección	Etiqueta	Descripción
I	124.1	1B1	Sensor pistón sin accionar
I	124.2	1B1	Sensor pistón accionado
I	124.3	S.E.	Sensor detecta succión
I	124.4	3B1	Sensor brazo izquierda
I	124.5	3B2	Sensor brazo derecha
I	124.6	1B2	Sensor detección pieza
O	124.0	S.E.	Acciona pistón alimentador
O	124.1	S.E.	Acciona ventosa
O	124.2	S.E.	Acciona expulsión de aire por ventosa
O	124.3	S.E.	Acciona brazo hacia izquierda
O	124.4	S.E.	Acciona brazo hacia derecha

Nota: Se puede observar las Direcciones de entrada y salida estación de distribución, la información a sido tomada de Uzhca y Sánchez (2022).

Tabla 2*Direcciones de entrada y salida estación de verificación.*

I/O	Dirección	Etiqueta	Descripción
I	124.0	PARTAB	Sensor detección pieza
I	124.1	S.E.	Sensor detección pieza
I	124.2	B4	Sensor detección elevador
I	124.3	R1	Sensor detección pieza arriba
I	124.4	1B1	Sensor ascensor arriba
I	124.5	1B2	Sensor ascensor abajo
I	124.6	2B1	Sensor pistón no accionado
O	124.0	S.E.	Desciende ascensor
O	124.1	S.E.	Asciende ascensor
O	124.2	S.E.	Activa pistón
O	124.3	S.E.	Activa aire de slader

Nota: Se puede observar las Direcciones de entrada y salida estación de verificación, la información a sido tomada de Uzhca y Sánchez (2022).

Tabla 3

Direcciones de entrada y salida estación de manipulación.

I/O	Dirección	Etiqueta	Descripción
I	124.1	1B1	Sensor fin carrera izquierda
I	124.2	1B2	Sensor fin carrera derecha
I	124.4	2B1	Sensor brazo abajo
I	124.5	2B2	Sensor brazo arriba
I	124.6	3B1	Sensor detección pieza en gripper
O	124.0	S.E.	Acciona brazo hacia izquierda
O	124.1	S.E.	Acciona brazo hacia derecha
O	124.2	S.E.	Acciona brazo hacia abajo
O	124.3	S.E.	Acciona gripper

Nota: Se puede observar las Direcciones de entrada y salida estación de manipulación, la información a sido tomada de Uzhca y Sánchez (2022).

Tabla 4

Direcciones de entrada y salida estación de procesamiento.

I/O	Dirección	Etiqueta	Descripción
I	124.0	PARTAV	Sensor posición de plato 1
I	124.1	B2	Sensor posición de plato 2
I	124.2	B1	Sensor posición de plato 3
I	124.3	1B1	Sensor mov. Taladro hacia arriba
I	124.4	1B2	Sensor mov. Taladro hacia abajo
I	124.5	B3	Sensor fin carrera de plato
I	124.6	B4	Sensor pistón vertical accionado
O	124.0	S.E.	Acciona motor de plato
O	124.1	S.E.	Enciende taladro
O	124.2	S.E.	Acciona taladro hacia abajo
O	124.3	S.E.	Acciona taladro hacia arriba
O	124.4	S.E.	Acciona pistón horizontal
O	124.5	S.E.	Acciona pistón vertical

Nota: Se puede observar las Direcciones de entrada y salida de estación de procesamiento, la información a sido tomada de Uzhca y Sánchez (2022).

Tabla 5*Direcciones de entrada y salida estación de almacenamiento.*

I/O	Dirección	Etiqueta	Descripción
I	126.0	B12	Sensor brazo arriba
I	126.1	B13	Sensor brazo abajo
I	126.2	B11	Sensor brazo izquierda
I	126.3	B10	Sensor brazo derecha
I	126.4	B14	Sensor brazo de gripper retraído
I	126.5	B15	Sensor brazo de gripper accionado
I	126.6	B17	Sensor gripper accionado
I	126.7	B17	Sensor gripper no accionado
O	124.0	S.E.	Acciona mov. Brazo izquierda
O	124.1	S.E.	Acciona mov. Brazo derecha
O	124.2	S.E.	Acciona mov. Brazo hacia arriba
O	124.3	S.E.	Acciona mov. Brazo hacia abajo
O	124.4	S.E.	Acciona mov. Brazo de gripper hacia adelante
O	124.5	S.E.	Acciona gripper
I	124.0	B1	Encoder X1
I	124.1	B1	Encoder X2
I	124.3	B2	Encoder Z1
I	124.4	B2	Encoder Z2

Nota: Se puede observar las Direcciones de entrada y salida estación de almacenamiento, la información a sido tomada de Uzhca y Sánchez (2022).

Tabla 6*Direcciones de entrada estación de clasificación.*

I/O	Dirección	Etiqueta	Descripción
I	124.0	PARTAV	Sensor detección pieza rojo, plata y negra
I	124.1	B2	Sensor detección pieza color plata
I	124.2	B3	Sensor detección pieza color plata y rojo
I	124.3	B4	Sensor detección pieza en slader
I	124.4	1B1	Sensor pistón clasificador 1 no accionado
I	124.5	1B2	Sensor pistón clasificador 1 accionado
I	124.6	2B1	Sensor pistón clasificador 2 no accionado
I	124.7	2B2	Sensor pistón clasificador 2 accionado
O	124.0	S.E.	Acciona banda transportadora
O	124.1	S.E.	Acciona pistón clasificador 1
O	124.2	S.E.	Acciona pistón clasificador 2
O	124.3	S.E.	Acciona pistón retenedor

Nota: Se puede observar las direcciones de entrada y salida de la estación de clasificación, la información a sido tomada de Uzhca y Sánchez (2022).

Tabla 7*Direcciones de entrada estación de transporte.*

SENSORES Y ACTUADORES BANDA TRANSPORTADORA			
ESTACIÓN 1 /ETIQUETA	IN PERIFÉRICAS	DESCRIPCIÓN	DIRECCIÓN
1OB1	257.4	TOPE CARRO	I157.4
1OB3	257.6	DETECCIÓN DE PIEZA	157.6
1OB4	257.7	CONTADOR CARROS	I157.7
1OB5	257.2	SENSOR CILINDRO NEUMÁTICO	I157.2
1OB2	257.5	INDICADOR SALIDA DE CARRO	I157.5
S.E	257.0	CILINDRO NEUMÁTICO	M57.0
ESTACIÓN 2/ETIQUETA	IN PERIFÉRICAS	DESCRIPCIÓN	DIRECCIÓN
2OB1	258.0	TOPE CARRO	I158.0
2OB3	258.2	DETECCIÓN DE PIEZA	I158.2
2OB4	258.3	CONTADOR CARROS	I158.3
2OB5	259.6	SENSOR CILINDRO NEUMÁTICO	I159.6
2OB2	258.1	INDICADOR SALIDA DE CARRO	I158.1
S.E	259.4	CILINDRO NEUMÁTICO	M57.4
ESTACIÓN 3/ETIQUETA	IN PERIFÉRICAS	DESCRIPCIÓN	DIRECCIÓN
3OB1	261.0	TOPE CARRO	I160.4
3OB3	261.2	DETECCIÓN DE PIEZA	I160.6
3OB4	261.3	CONTADOR CARROS	I160.7
3OB5	262.6	SENSOR CILINDRO NEUMÁTICO	I160.2
4OB2	261.1	INDICADOR SALIDA DE CARRO	I160.5
S.E	264.0	CILINDRO NEUMÁTICO	M60.0
ESTACIÓN 4/ETIQUETA	IN PERIFÉRICAS	DESCRIPCIÓN	DIRECCIÓN
4OB1	261.0	TOPE CARRO	I161.0
4OB3	261.2	DETECCIÓN DE PIEZA	I161.2
4OB4	261.3	CONTADOR CARROS	I161.3
4OB5	262.6	SENSOR CILINDRO NEUMÁTICO	I162.6
4OB2	261.1	INDICADOR SALIDA DE CARRO	I161.1
S.E	262.4	CILINDRO NEUMÁTICO	M62.4
ESTACIÓN 5/ETIQUETA	IN PERIFÉRICAS	DESCRIPCIÓN	DIRECCIÓN
5OB1	263.4	TOPE CARRO	I163.4
5OB3	263.6	DETECCIÓN DE PIEZA	I163.6
5OB4	263.7	CONTADOR CARROS	I163.7
5OB5	263.2	SENSOR CILINDRO NEUMÁTICO	I163.2
5OB2	263.5	INDICADOR SALIDA DE CARRO	I163.5
S.E	263.0	CILINDRO NEUMÁTICO	M63.0
ESTACIÓN 6/ETIQUETA	IN PERIFÉRICAS	DESCRIPCIÓN	DIRECCIÓN
6OB1	264.0	TOPE CARRO	I164.0
6OB3	264.2	DETECCIÓN DE PIEZA	I164.2
6OB4	264.3	CONTADOR CARROS	I164.3
6OB5	265.6	SENSOR CILINDRO NEUMÁTICO	I165.6
6OB2	264.1	INDICADOR SALIDA DE CARRO	I164.1
S.E	264.4	CILINDRO NEUMÁTICO	M65.4

Nota: Se puede observar las direcciones de entrada y salida de la estación de transporte, la información a sido tomada de Uzhca y Sánchez (2022).

6.4. Patrón de flujo en I

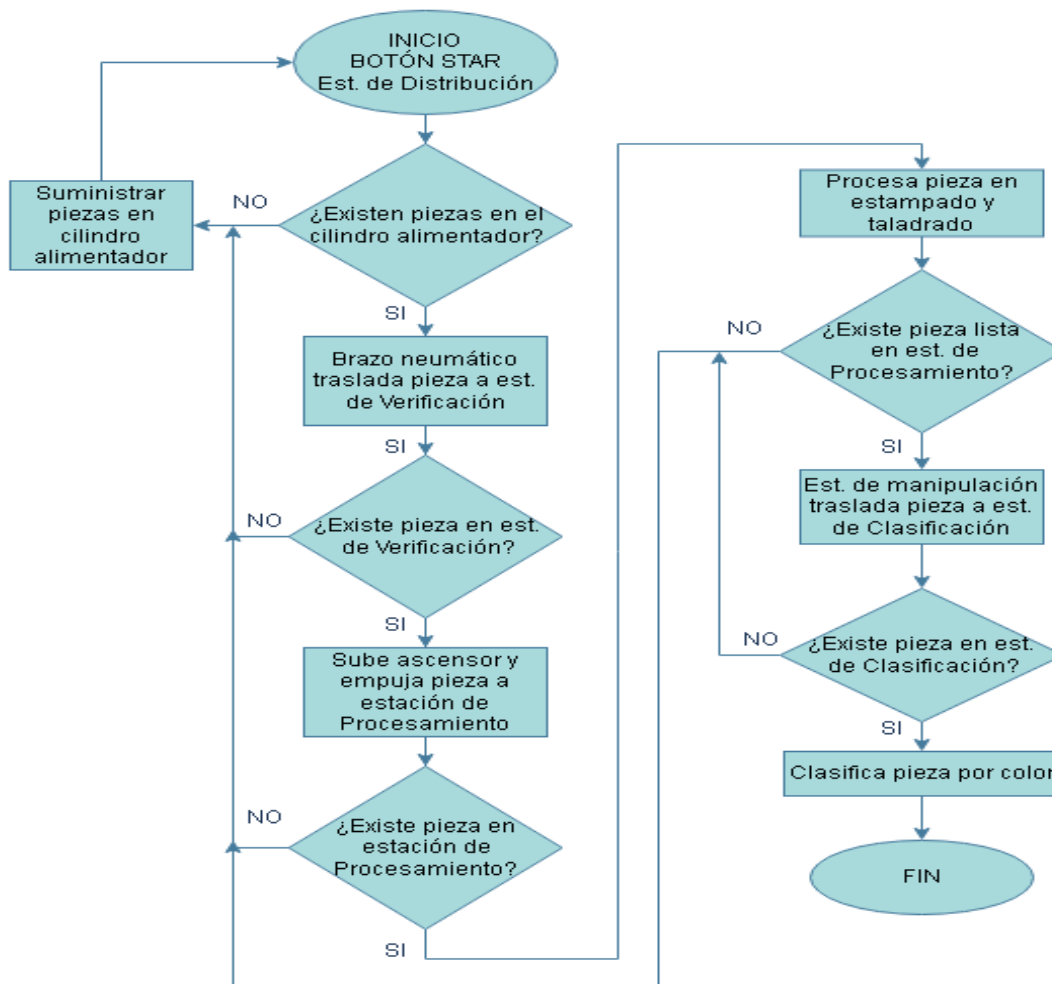
6.4.1. Diseño de patrón de flujo en I

Para el diseño de este patrón de flujo horizontal en I intervino 5 estaciones: estación de distribución, estación de verificación, estación de proceso, estación de manipulación y estación de clasificación.

Es necesario determinar el proceso de funcionamiento de la secuencia para ello se realizó un flujograma como se aprecia en la Figura 24.

Figura 24

Flujograma del patrón de flujo horizontal en I implementado del MPS-500.



Nota: Se puede observar el flujograma del patrón de flujo horizontal en I implementado del MPS-500, de acuerdo a Uzhca y Sánchez (2022).

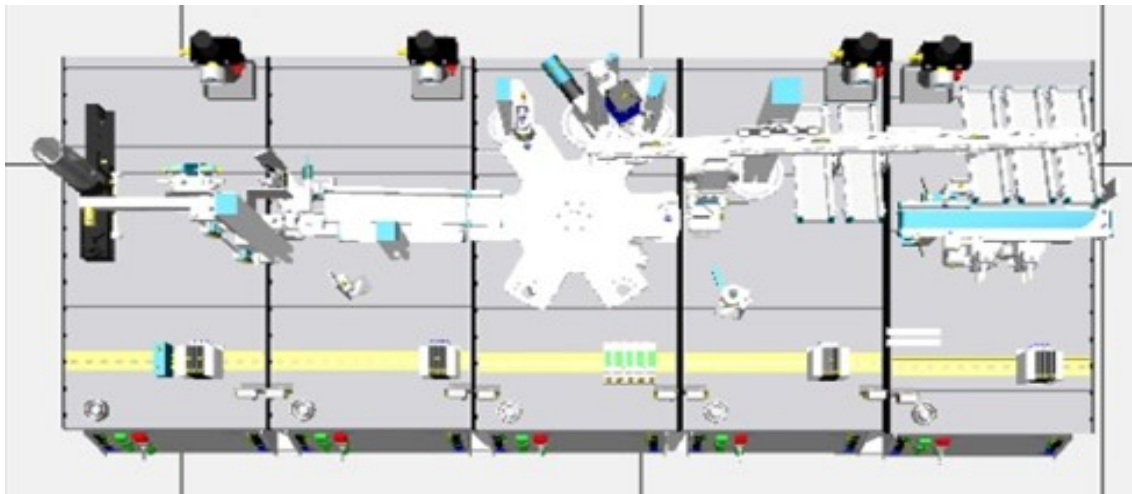
A partir de la primera estación de distribución en donde inicia la secuencia del proceso se almacena todas las piezas y con su brazo neumático tiene la finalidad de transportar la pieza hacia la siguiente estación de verificación, si se detecta que existe una pieza en el elevador transporta la pieza a la estación de proceso. Aquí intervendrá la pieza en 4 posiciones diferentes, la primera posición es cuando se detecta una pieza existente en el plato, la segunda posición es cuando interviene y se activa la prensa, la tercera posición cuando se activa la herramienta del taladro y una prensa, esto con el objetivo de simular un mecanizado dentro del proceso, y la última posición que se refiere a cuando la pieza se encuentra lista para se transportada a la siguiente estación de manipulación, que tomará la pieza lista y la transportara a la estación de clasificación y de esta manera clasifique las piezas según su color.

6.4.2. Modelado de patrón de flujo en I

El programa CRIOS Studio permite insertar cada estación del MPS-500 de forma individual que se necesite en el nuevo patrón de flujo. De la misma manera una vez establecido el nuevo modelado se simula el proceso de la secuencia para verificar su correcto funcionamiento y prevenir colisiones entre módulos.

Figura 25

Modelado del patrón de flujo horizontal en I del MPS-500.

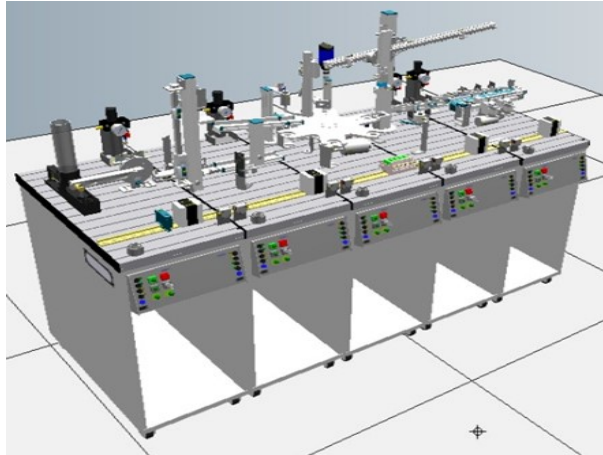


Nota: Se puede observar el modelado del patrón de flujo horizontal en I del MPS-500, de acuerdo a Uzhca y Sánchez (2022).

En la Figura 26, se tiene la simulación de todas las estaciones que intervienen en el nuevo patrón de flujo.

Figura 26

Simulación del patrón de flujo horizontal en I modelado del MPS-500.



Nota: Se puede observar el modelado y simulación del patrón de flujo horizontal en I modelado del MPS-500, de acuerdo a Uzhca y Sánchez (2022).

6.4.3. Implementación de patrón de flujo en I

Para implementar el diseño y modelado propuesto primero se debe desmontar las estaciones, para ello se debe verificar que el Sistema de Producción Modular no este energizado como se aprecia en la figura 27.

Figura 27

Interruptor en OFF que alimenta al MPS-500.



Nota: Se puede observar el Interruptor en OFF que alimenta al MPS-500, de acuerdo a Uzhca y Sánchez (2022).

Se cerró la llave de aire para evitar posibles fugas o accidentes en el laboratorio como se observa en la Figura 28.

Figura 28

Llave de aire cerrada.



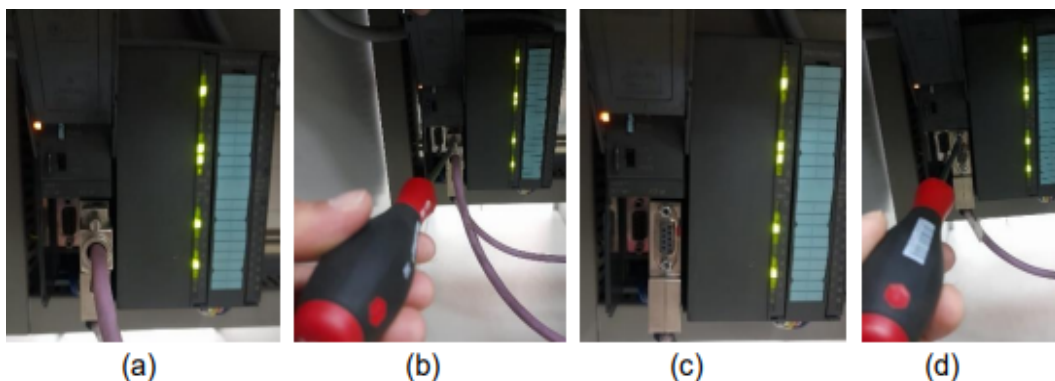
Nota: Se puede observar la Llave de aire cerrada, de acuerdo a Uzhca y Sánchez (2022).

El siguiente paso fue desconectar el cableado de la red profibus para lo cuál se hace uso del kit de herramientas FESTO en especial el desarmador plano 4,0x100 que fue de ayuda para desenchufar los terminales profibus conectados al PLC S7-300 como se observa en la Figura 29 (a).

Con ayuda del desarmador se afloja los tornillos de sujeción del primer terminal como se observa en la Figura 29 (b), se desconecta halando hacia atrás quedando al descubierto el segundo terminal como se observa en la Figura 29 (c), por último se afloja los tornillos que sujetan el terminal al PLC como se observa en la Figura 29 (d).

Figura 29

Desconexión de red profibus.



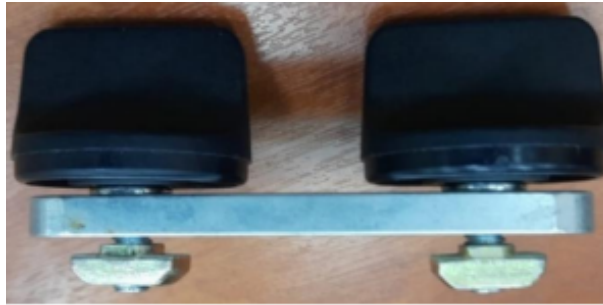
Nota: Se puede observar la Desconexión de red profibus, de acuerdo a Uzhca y Sánchez (2022).

Para desmontar las estaciones, se tienen abrazaderas de perfil FESTO que ayudan a su sujeción como se observa en la Figura 30, se procede a retirarlas para poder mover cada

estación.

Figura 30

Abrazadera de sujeción FESTO.



Nota: Se puede observar la Abrazadera de sujeción FESTO, de acuerdo a Uzhca y Sánchez (2022).

Se ubican las estaciones en el diseño propuesto en este caso en un patrón de flujo en I, luego se procede a asegurar las estaciones con las abrazaderas de sujeción como se observa en la Figura 31.

Figura 31

Aseguramiento de estaciones con abrazaderas.



Nota: Se puede observar el Aseguramiento de estaciones con abrazaderas, de acuerdo a Uzhca y Sánchez (2022).

Es necesario para evitar movimientos de las estaciones enclavar el freno mecánico que tienen las estaciones en su parte inferior, como se puede observar en la Figura 32. Con la finalidad de que no exista una limitación mecánica al momento de poner en marcha el proceso secuencial.

Figura 32

Freno mecánico de ruedas.

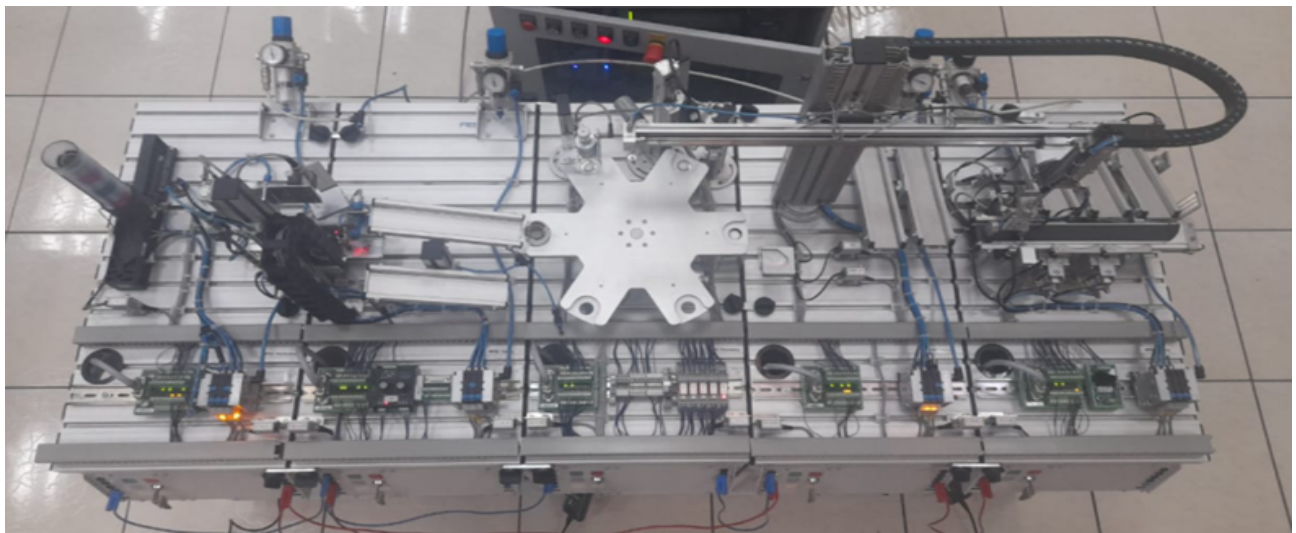


Nota: Se puede observar el Freno mecánico de las ruedas de las estaciones, de acuerdo a Uzhca y Sánchez (2022).

Realizado esto se puede decir que la implementación del patrón de flujo horizontal en I de la distribución celular del MPS-500 esta lista como se puede observar en la Figura 33.

Figura 33

Patrón de flujo horizontal en I implementado del MPS-500.



Nota: Se puede observar el Patrón de flujo horizontal en I implementado del MPS-500, de acuerdo a Uzhca y Sánchez (2022).

Hay que tener en cuenta que para utilizar este patrón de flujo implementado se debe alimentar al sistema tanto de corriente eléctrica como también de flujo de aire.

6.5. Patrón de flujo en U

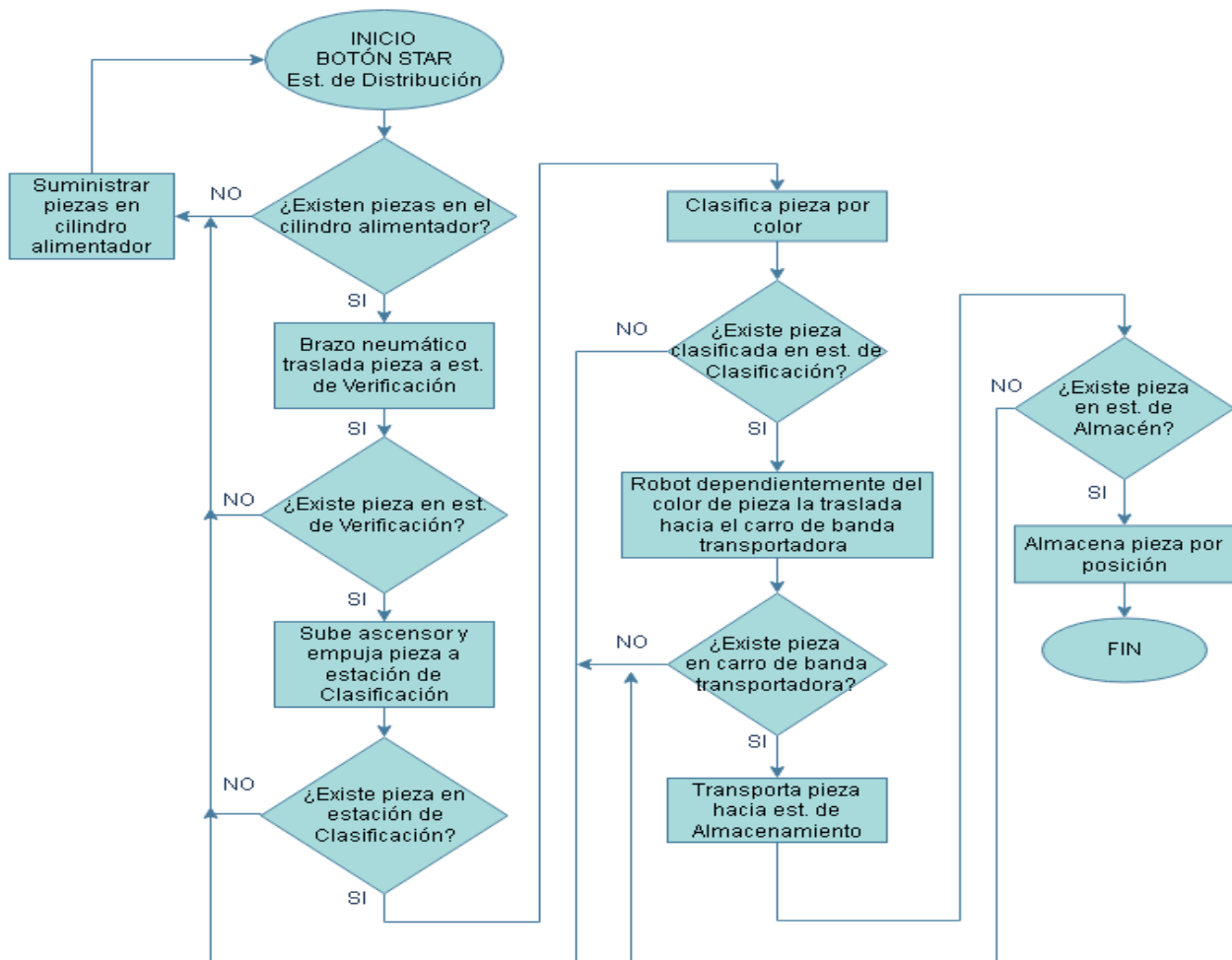
6.5.1. Diseño de patrón de flujo en U

En este diseño de patrón de flujo en U intervino 6 estaciones: Estación de Distribución, Estación de Verificación, Estación de Clasificación, Estación de Robot, Estación de Banda transportadora y Estación de Almacenamiento.

Es necesario determinar el proceso de funcionamiento de la secuencia para ello se realizó un flujograma como se aprecia en la Figura 34.

Figura 34

Flujograma del patrón de flujo horizontal en U implementado del MPS-500.



Nota: Se puede observar el flujograma del patrón de flujo horizontal en U implementado del MPS-500, de acuerdo a Uzhca y Sánchez (2022).

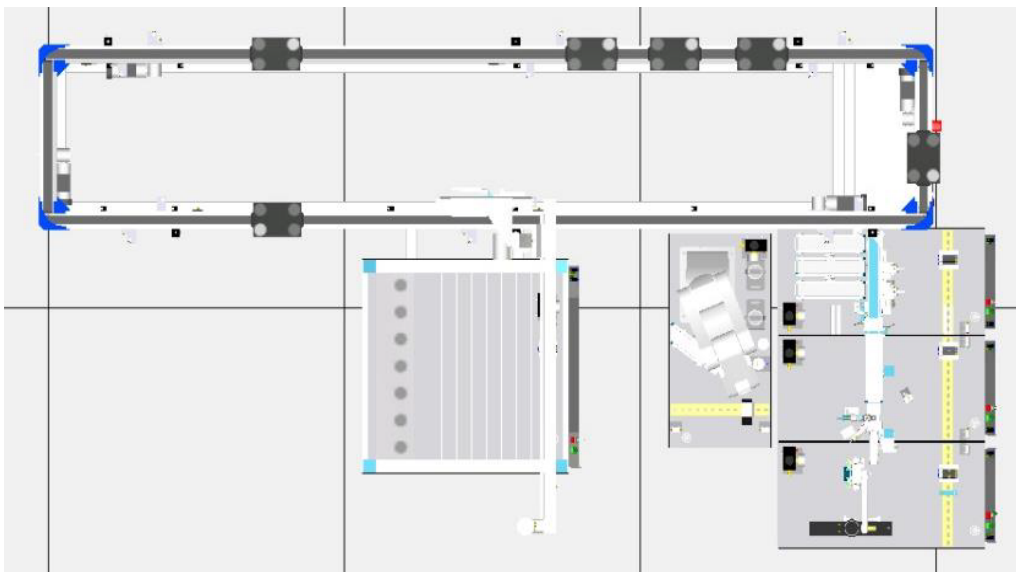
Primero inicia la secuencia del proceso en la estación de distribución en la que almacena todas las piezas y con su brazo neumático tiene la finalidad de transportar la pieza hacia la siguiente estación de verificación, si se detecta que existe una pieza en el elevador transporta la pieza a la estación de clasificación que tiene el objetivo de clasificar la pieza según su color. Una vez se encuentren clasificadas las piezas en el slader de la estación, el robot transportara las piezas hacia el carro que se encuentra listo con el objetivo de que llegue con la pieza hasta la estación de almacenamiento, en donde las almacena en una posición designada.

6.5.2. Modelado de patrón de flujo en U

Ahora se realiza el modelado del patrón de flujo horizontal en U, en donde intervienen nuevas estaciones conectadas entre sí, y de esta manera poder observar la nueva disposición de planta a detalle, pudiendo examinar posibles colisiones entre módulos. Este modelado se puede observar en la Figura 35.

Figura 35

Modelado del patrón de flujo horizontal en U implementado del MPS-500.

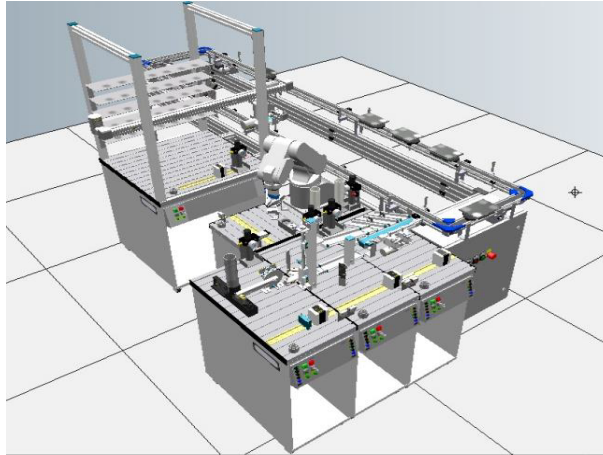


Nota: Se puede observar el modelado del patrón de flujo horizontal en U implementado del MPS-500, de acuerdo a Uzhca y Sánchez (2022).

En la Figura 36, se tiene la simulación de todas las estaciones que intervienen en el nuevo patrón de flujo.

Figura 36

Simulación del patrón de flujo horizontal en U implementado del MPS-500.



Nota: Se puede observar el modelado y simulación del patrón de flujo horizontal en U implementado del MPS-500, de acuerdo a Uzhca y Sánchez (2022).

6.5.3. Implementación de patrón de flujo en U

Para implementar el patrón de flujo en U dentro de la distribución celular MPS-500 primero se dejó de alimentar de corriente y flujo de aire al sistema como se puede observar en la Figura 27 y la Figura 28. Se debe retirar las abrazaderas de sujeción que se puede observar en la Figura 30. Se retira la red profibus como muestra la Figura 29. Se instalaron las estaciones en el modelo diseñado y se aseguran con las abrazaderas, posteriormente se conectó la red profibus en los PLC's usados.

Los dos tipos de terminales que tiene un cable profibus se puede observar en la figura 37.

Figura 37

Terminales de cable profibus.



Nota: Se puede observar los dos tipos de terminales del cable profibus del MPS-500, de acuerdo a Uzhca y Sánchez (2022).

Es importante tener en cuenta que los terminales del cable profibus posee impedancias como se puede observar en la Figura 38, las cuales al estar en OFF permite el paso de datos para conectar mas dispositivos y si se encuentra en ON quiere decir que el bus de datos concluye en ese terminal.

Figura 38

Impedancia ON/OFF del terminal de cable profibus.



Nota: Se puede observar la impedancia ON/OFF del terminal de cable profibus, de acuerdo a Uzhca y Sánchez (2022).

A continuación se realiza el montaje de las estaciones a usar según el diseño y modelado propuesto como se puede observar en la Figura 39.

Figura 39

Patrón de flujo horizontal en U implementado del MPS-500.



Nota: Se puede observar el Patrón de flujo horizontal en U implementado del MPS-500, de acuerdo a Uzhca y Sánchez (2022).

Hay que tener en cuenta que para utilizar este patrón de flujo implementado se debe alimentar al sistema tanto de corriente eléctrica como también de flujo de aire

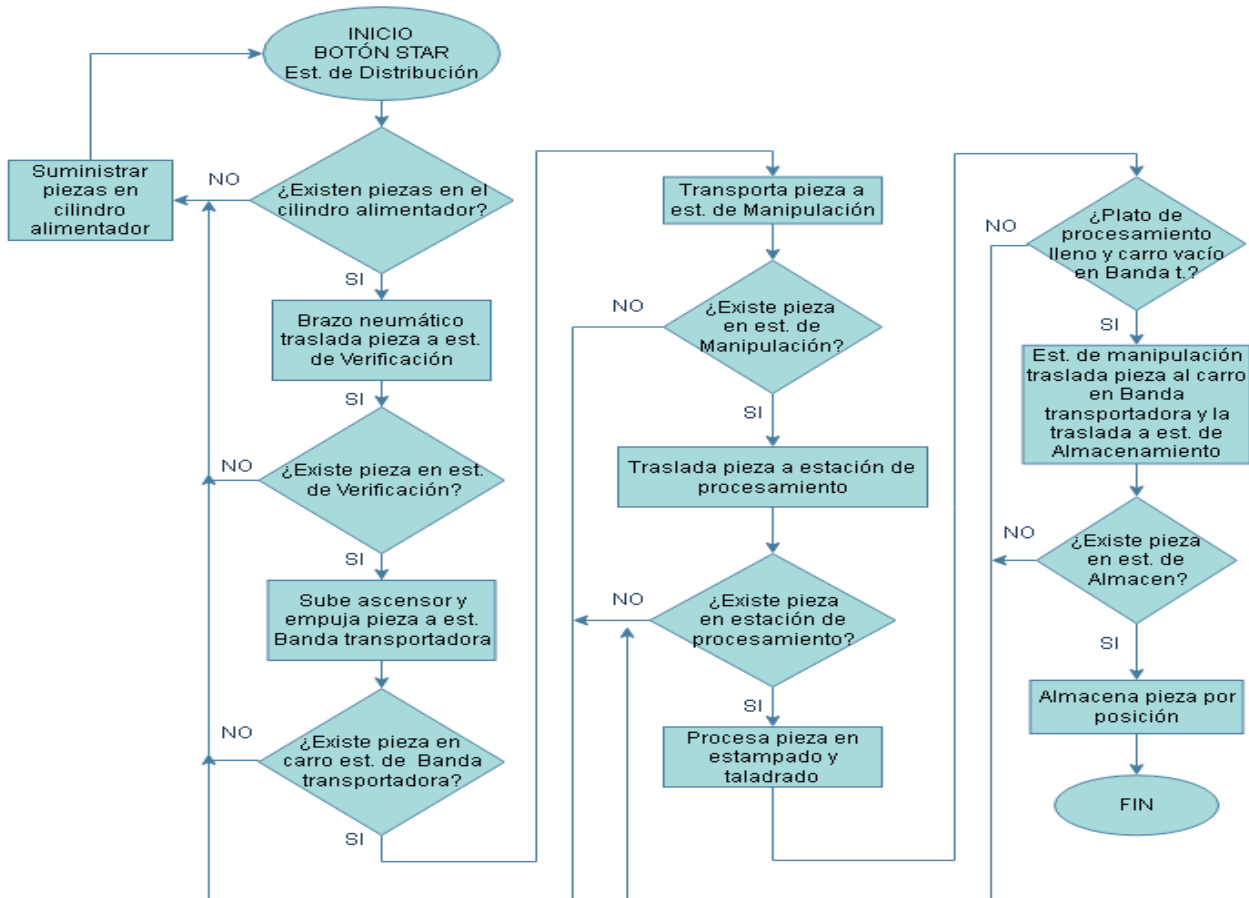
6.6. Patrón de flujo en O

6.6.1. Diseño de patrón de flujo en O

Para el diseño de este patrón de flujo en O intervino 6 estaciones: estación de distribución, estación de verificación, estación de Banda Transportadora, estación de manipulación, estación de procesamiento y estación de Almacenamiento.

Figura 40

Flujograma del patrón de flujo horizontal en O implementado del MPS-500.



Nota: Se puede observar el flujograma del patrón de flujo horizontal en O implementado del MPS-500, de acuerdo a Uzhca y Sánchez (2022).

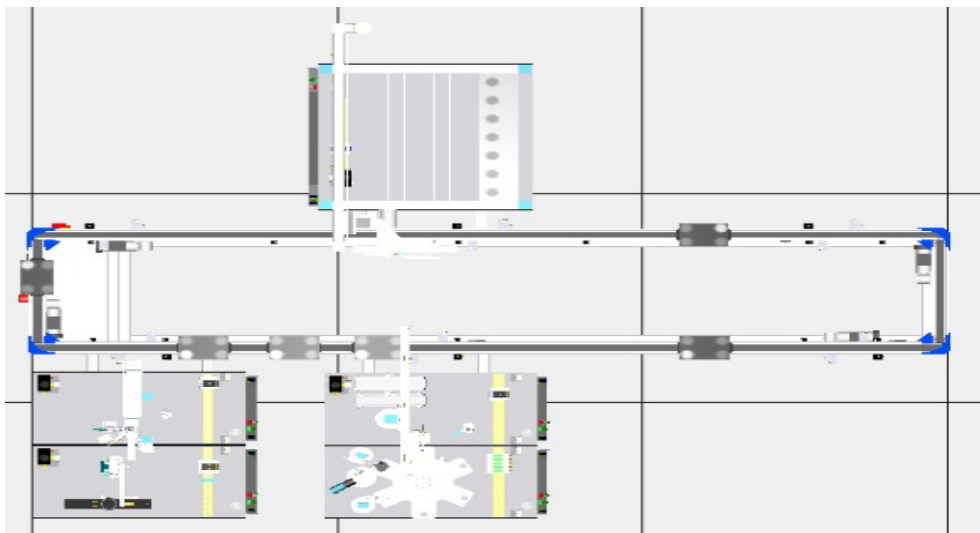
Primero inicia la secuencia del proceso en la estación de distribución que se almacena todas las piezas en el cilindro y con su brazo neumático transporta la pieza hacia la siguiente estación de verificación, que si se detecta una pieza en el elevador la transporta hacia el carro que estará listo en la banda transportadora. Ya con la pieza en el carro llega a la siguiente estación de manipulación que retira la pieza del carro para posicionarla en el plato de la estación del proceso, se ocuparan sus 6 posiciones y una vez que cada pieza se encuentre lista nuevamente la estación de manipulación transporta ahora desde el plato hacia el carro con la finalidad de que llegue a la última estación de almacenamiento en la cuál cada pieza será almacenada en una posición ya designada.

6.6.2. Modelado de patrón de flujo en O

Se realiza el modelado del patrón de flujo horizontal en O, en donde intervienen nuevas estaciones conectadas entre sí, y de esta manera poder observar la nueva disposición de planta a detalle, pudiendo examinar posibles colisiones entre módulos. Este modelado se puede observar en la Figura 41.

Figura 41

Modelado del patrón de flujo horizontal en O implementado del MPS-500.

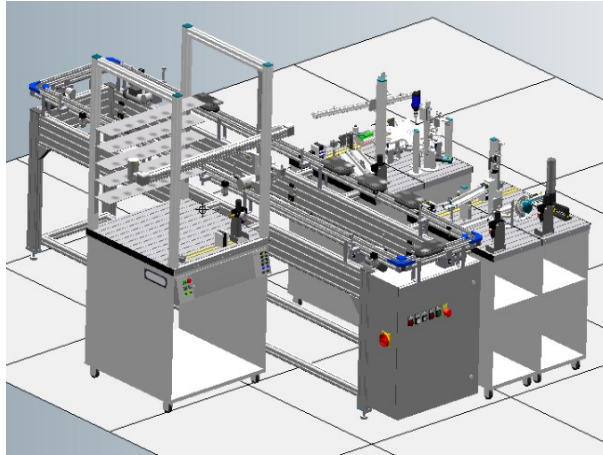


Nota: Se puede observar el modelado del patrón de flujo horizontal en O implementado del MPS-500, de acuerdo a Uzhca y Sánchez (2022).

En la Figura 42, se tiene la simulación de todas las estaciones que intervienen en el nuevo patrón de flujo.

Figura 42

Simulación del patrón de flujo horizontal en O implementado del MPS-500.



Nota: Se puede observar el modelado y simulación del patrón de flujo horizontal en O implementado del MPS-500, de acuerdo a Uzhca y Sánchez (2022).

6.6.3. Implementación de patrón de flujo en O

Se implementa el diseño y modelado como se observa en la Figura 43.

Figura 43

Patrón de flujo horizontal en O implementado del MPS-500.



Nota: Se puede observar el Patrón de flujo horizontal en O implementado del MPS-500, de acuerdo a Uzhca y Sánchez (2022).

Hay que tener en cuenta que para utilizar este patrón de flujo implementado se debe alimentar al sistema tanto de corriente eléctrica como también de flujo de aire

6.7. Desarrollo de guías prácticas

El documento técnico expuesto sigue el formato de Guía de Práctica de Laboratorio / Talleres / Centros de Simulación, aprobado por el consejo académico el 2016/04/06 teniendo como código: GUIA-PRL-001.

La guía práctica desarrollada consta de los siguientes apartados:

- Información de la carrera y del estudiante.
- Número y título de práctica.
- Instrucciones, en este apartado se desarrolla los requisitos y conocimientos previos, equipos instrumentos y software a utilizar, y un marco teórico de ayuda al usuario.
- Actividades por desarrollar.
- Resultados obtenidos.
- Conclusiones.
- Recomendaciones.
- Bibliografía.

En el Anexo B se evidencia las guías prácticas desarrolladas.

6.8. Validación de guías prácticas

Para validar las tres guías prácticas elaboradas en el presente trabajo de titulación se elaboró una encuesta de matriz de lado a lado, el cual es un tipo de escala de medición. Dentro de esta encuesta se tienen criterios basadas en las siguientes cualidades: Apariencia, Procedimiento y Objetivos.

Cada una de estas cualidades son calificadas en base a la siguiente escala de medición: Totalmente de acuerdo, De acuerdo, Neutro, En desacuerdo y Totalmente en desacuerdo.

Las guías prácticas fueron validadas por el docente tutor y docente co-tutor los cuales tienen experiencia y criterio sobre el laboratorio MPS-500, como se observa en el Anexo C.

6.8.1. Criterios en la calidad de apariencia

Los criterios para evaluar la apariencia de la guía práctica desarrollada en el presente trabajo de titulación son cinco, como se observa en la Tabla 8.

Tabla 8

Criterios de apariencia.

Criterios basados en la calidad de apariencia
El tamaño y tipo de letra es adecuada para una lectura comprensiva.
La redacción del procedimiento carece de faltas ortográficas y gramáticas.
El formato de la guía de práctica permite una interpretación rápida de la información.
Las figuras aportan un mejor entendimiento del procedimiento.
El tamaño y nitidez de las figuras son correctas para un mejor entendimiento del procedimiento.

Nota: Se puede observar los criterios en la calidad de apariencia, la información a sido tomada de Uzhca y Sánchez (2022).

6.8.2. Criterios en la calidad de procedimiento

Los criterios para evaluar el procedimiento de la guía práctica desarrollada en el presente trabajo de titulación son cuatro, como se observa en la Tabla 9.

Tabla 9

Criterios de procedimiento.

Criterios basados en la calidad de procedimiento
La guía práctica sigue una secuencia lógica del desarrollo de la información.
Los requisitos y conocimientos previos que plantea la guía práctica son necesarios.
Los equipos, instrumentos y software necesarios que plantea la práctica están disponibles en el laboratorio.
El marco teórico expuesto involucra temas desarrollados en la práctica.

Nota: Se puede observar los criterios en la calidad de procedimiento, la información a sido tomada de Uzhca y Sánchez (2022).

6.8.3. Criterios en la calidad de objetivos

Los criterios para evaluar los objetivos de la guía práctica desarrollada en el presente trabajo de titulación son tres, como se observa en la Tabla 10.

Tabla 10

Criterios de objetivos.

Criterios basados en la calidad de objetivos
Los objetivos planteados en la práctica fueron desarrollados y alcanzados en el aprendizaje.
Los objetivos planteados incentivan a desarrollar la práctica propuesta.
Los objetivos planteados satisfacen los conocimientos para la mecatrónica.

Nota: Se puede observar los criterios en la calidad de objetivos, la información a sido tomada de Uzhca y Sánchez (2022).

7. Resultados

7.1. Conocimiento e identificación de variables, módulos y protocolos de comunicación del Sistema de Producción Modular MPS-500

Para la identificación de variables se utilizo el simulador físico de entradas y salidas I/O SIM, la cuál permite verificar a través de accionamientos las direcciones de los actuadores y sensores de cada estación que interviene en el proceso secuencial.

En las Tablas 11 - 17 se puede apreciar el levantamiento de todas las señales de entradas y salidas con su respectiva etiqueta y descripción de: estación de distribución, estación de verificación, estación de manipulación, estación de procesamiento, estación de almacenamiento y de la estación de clasificación respectivamente.

Este levantamiento de señales se realiza con el objetivo de que cuando se establezca la conexión entre el ordenador y el PLC se pueda verificar en tiempo real las direcciones levantadas de cada estación de trabajo.

Tabla 11

Direcciones de entrada y salida estación de distribución.

I/O	Dirección	Etiqueta	Descripción
I	124.1	1B1	Sensor pistón sin accionar
I	124.2	1B1	Sensor pistón accionado
I	124.3	S.E.	Sensor detecta succión
I	124.4	3B1	Sensor brazo izquierda
I	124.5	3B2	Sensor brazo derecha
I	124.6	1B2	Sensor detección pieza
O	124.0	S.E.	Acciona pistón alimentador
O	124.1	S.E.	Acciona ventosa
O	124.2	S.E.	Acciona expulsión de aire por ventosa
O	124.3	S.E.	Acciona brazo hacia izquierda
O	124.4	S.E.	Acciona brazo hacia derecha

Nota: Se puede observar las Direcciones de entrada y salida estación de distribución, la información a sido tomada de Uzhca y Sánchez (2022).

Tabla 12

Direcciones de entrada y salida estación de verificación.

I/O	Dirección	Etiqueta	Descripción
I	124.0	PARTAB	Sensor detección pieza
I	124.1	S.E.	Sensor detección pieza
I	124.2	B4	Sensor detección elevador
I	124.3	R1	Sensor detección pieza arriba
I	124.4	1B1	Sensor ascensor arriba
I	124.5	1B2	Sensor ascensor abajo
I	124.6	2B1	Sensor pistón no accionado
O	124.0	S.E.	Desciende ascensor
O	124.1	S.E.	Asciende ascensor
O	124.2	S.E.	Activa pistón
O	124.3	S.E.	Activa aire de slader

Nota: Se puede observar las Direcciones de entrada y salida estación de verificación, la información a sido tomada de Uzhca y Sánchez (2022).

Tabla 13

Direcciones de entrada y salida estación de manipulación.

I/O	Dirección	Etiqueta	Descripción
I	124.1	1B1	Sensor fin carrera izquierda
I	124.2	1B2	Sensor fin carrera derecha
I	124.4	2B1	Sensor brazo abajo
I	124.5	2B2	Sensor brazo arriba
I	124.6	3B1	Sensor detección pieza en gripper
O	124.0	S.E.	Acciona brazo hacia izquierda
O	124.1	S.E.	Acciona brazo hacia derecha
O	124.2	S.E.	Acciona brazo hacia abajo
O	124.3	S.E.	Acciona gripper

Nota: Se puede observar las Direcciones de entrada y salida estación de manipulación, la información a sido tomada de Uzhca y Sánchez (2022).

Tabla 14

Direcciones de entrada y salida estación de procesamiento.

I/O	Dirección	Etiqueta	Descripción
I	124.0	PARTAV	Sensor posición de plato 1
I	124.1	B2	Sensor posición de plato 2
I	124.2	B1	Sensor posición de plato 3
I	124.3	1B1	Sensor mov. Taladro hacia arriba
I	124.4	1B2	Sensor mov. Taladro hacia abajo
I	124.5	B3	Sensor fin carrera de plato
I	124.6	B4	Sensor pistón vertical accionado
O	124.0	S.E.	Acciona motor de plato
O	124.1	S.E.	Enciende taladro
O	124.2	S.E.	Acciona taladro hacia abajo
O	124.3	S.E.	Acciona taladro hacia arriba
O	124.4	S.E.	Acciona pistón horizontal
O	124.5	S.E.	Acciona pistón vertical

Nota: Se puede observar las Direcciones de entrada y salida de estación de procesamiento, la información a sido tomada de Uzhca y Sánchez (2022).

Tabla 15

Direcciones de entrada y salida estación de almacenamiento.

I/O	Dirección	Etiqueta	Descripción
I	126.0	B12	Sensor brazo arriba
I	126.1	B13	Sensor brazo abajo
I	126.2	B11	Sensor brazo izquierda
I	126.3	B10	Sensor brazo derecha
I	126.4	B14	Sensor brazo de gripper retraído
I	126.5	B15	Sensor brazo de gripper accionado
I	126.6	B17	Sensor gripper accionado
I	126.7	B17	Sensor gripper no accionado
O	124.0	S.E.	Acciona mov. Brazo izquierda
O	124.1	S.E.	Acciona mov. Brazo derecha
O	124.2	S.E.	Acciona mov. Brazo hacia arriba
O	124.3	S.E.	Acciona mov. Brazo hacia abajo
O	124.4	S.E.	Acciona mov. Brazo de gripper hacia adelante
O	124.5	S.E.	Acciona gripper
I	124.0	B1	Encoder X1
I	124.1	B1	Encoder X2
I	124.3	B2	Encoder Z1
I	124.4	B2	Encoder Z2

Nota: Se puede observar las Direcciones de entrada y salida estación de almacenamiento, la información a sido tomada de Uzhca y Sánchez (2022).

Tabla 16

Direcciones de entrada estación de clasificación.

I/O	Dirección	Etiqueta	Descripción
I	124.0	PARTAV	Sensor detección pieza rojo, plata y negra
I	124.1	B2	Sensor detección pieza color plata
I	124.2	B3	Sensor detección pieza color plata y rojo
I	124.3	B4	Sensor detección pieza en slader
I	124.4	1B1	Sensor pistón clasificador 1 no accionado
I	124.5	1B2	Sensor pistón clasificador 1 accionado
I	124.6	2B1	Sensor pistón clasificador 2 no accionado
I	124.7	2B2	Sensor pistón clasificador 2 accionado
O	124.0	S.E.	Acciona banda transportadora
O	124.1	S.E.	Acciona pistón clasificador 1
O	124.2	S.E.	Acciona pistón clasificador 2
O	124.3	S.E.	Acciona pistón retenedor

Nota: Se puede observar las direcciones de entrada y salida de la estación de clasificación, la información a sido tomada de Uzhca y Sánchez (2022).

Tabla 17*Direcciones de entrada estación de transporte.*

SENSORES Y ACTUADORES BANDA TRANSPORTADORA			
ESTACIÓN 1 /ETIQUETA	IN PERIFÉRICAS	DESCRIPCIÓN	DIRECCIÓN
1OB1	257.4	TOPE CARRO	I157.4
1OB3	257.6	DETECCIÓN DE PIEZA	157.6
1OB4	257.7	CONTADOR CARROS	I157.7
1OB5	257.2	SENSOR CILINDRO NEUMÁTICO	I157.2
1OB2	257.5	INDICADOR SALIDA DE CARRO	I157.5
S.E	257.0	CILINDRO NEUMÁTICO	M57.0
ESTACIÓN 2/ETIQUETA	IN PERIFÉRICAS	DESCRIPCIÓN	DIRECCIÓN
2OB1	258.0	TOPE CARRO	I158.0
2OB3	258.2	DETECCIÓN DE PIEZA	I158.2
2OB4	258.3	CONTADOR CARROS	I158.3
2OB5	259.6	SENSOR CILINDRO NEUMÁTICO	I159.6
2OB2	258.1	INDICADOR SALIDA DE CARRO	I158.1
S.E	259.4	CILINDRO NEUMÁTICO	M57.4
ESTACIÓN 3/ETIQUETA	IN PERIFÉRICAS	DESCRIPCIÓN	DIRECCIÓN
3OB1	261.0	TOPE CARRO	I160.4
3OB3	261.2	DETECCIÓN DE PIEZA	I160.6
3OB4	261.3	CONTADOR CARROS	I160.7
3OB5	262.6	SENSOR CILINDRO NEUMÁTICO	I160.2
4OB2	261.1	INDICADOR SALIDA DE CARRO	I160.5
S.E	264.0	CILINDRO NEUMÁTICO	M60.0
ESTACIÓN 4/ETIQUETA	IN PERIFÉRICAS	DESCRIPCIÓN	DIRECCIÓN
4OB1	261.0	TOPE CARRO	I161.0
4OB3	261.2	DETECCIÓN DE PIEZA	I161.2
4OB4	261.3	CONTADOR CARROS	I161.3
4OB5	262.6	SENSOR CILINDRO NEUMÁTICO	I162.6
4OB2	261.1	INDICADOR SALIDA DE CARRO	I161.1
S.E	262.4	CILINDRO NEUMÁTICO	M62.4
ESTACIÓN 5/ETIQUETA	IN PERIFÉRICAS	DESCRIPCIÓN	DIRECCIÓN
5OB1	263.4	TOPE CARRO	I163.4
5OB3	263.6	DETECCIÓN DE PIEZA	I163.6
5OB4	263.7	CONTADOR CARROS	I163.7
5OB5	263.2	SENSOR CILINDRO NEUMÁTICO	I163.2
5OB2	263.5	INDICADOR SALIDA DE CARRO	I163.5
S.E	263.0	CILINDRO NEUMÁTICO	M63.0
ESTACIÓN 6/ETIQUETA	IN PERIFÉRICAS	DESCRIPCIÓN	DIRECCIÓN
6OB1	264.0	TOPE CARRO	I164.0
6OB3	264.2	DETECCIÓN DE PIEZA	I164.2
6OB4	264.3	CONTADOR CARROS	I164.3
6OB5	265.6	SENSOR CILINDRO NEUMÁTICO	I165.6
6OB2	264.1	INDICADOR SALIDA DE CARRO	I164.1
S.E	264.4	CILINDRO NEUMÁTICO	M65.4

Nota: Se puede observar las direcciones de entrada y salida de la estación de transporte, la información a sido tomada de Uzhca y Sánchez (2022).

Uno de los protocolos de comunicación que se usaron dentro del proceso secuencial que interviene cada estación fue la red profibus.

La finalidad de usar esta red es que se tiene una comunicación de datos entre las diferentes unidades que controlan el proceso secuencial en este caso el PLC que trabaja en un bus de campo tipo maestro-esclavo, con la finalidad de poder trabajar en conjunto con uno o más PLC'S en red.

Figura 44

Terminales de cable profibus.



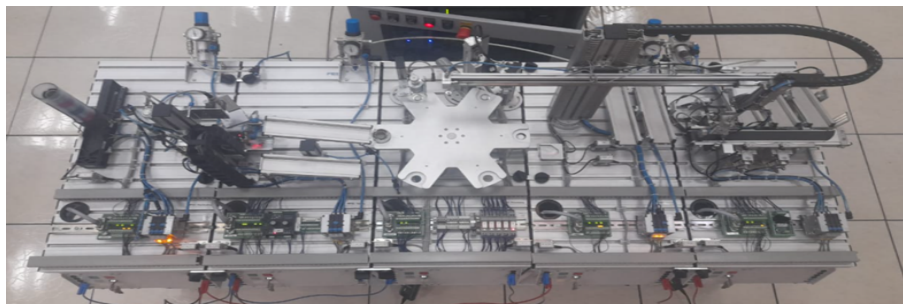
Nota: Se puede observar los dos tipos de terminales del cable profibus del MPS-500, de acuerdo a Uzhca y Sánchez (2022).

7.2. Implementación de nuevas distribuciones de estaciones en el Sistema de Producción Modular MPS-500

En la Figura 45, se evidencia el patrón de flujo horizontal en I la cuál es la primer implementación.

Figura 45

Patrón de flujo horizontal en I implementado del MPS-500.

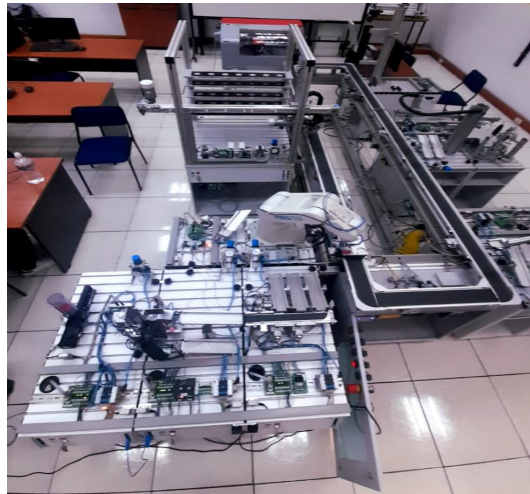


Nota: Se puede observar el Patrón de flujo horizontal en I implementado del MPS-500, de acuerdo a Uzhca y Sánchez (2022).

En la Figura 46, se expone la implementación en un patrón de flujo horizontal en U.

Figura 46

Patrón de flujo horizontal en U implementado del MPS-500.



Nota: Se puede observar el Patrón de flujo horizontal en U implementado del MPS-500, de acuerdo a Uzhca y Sánchez (2022).

En la Figura 47, se expone la implementación de la tercera disposición de procesos en un patrón de flujo horizontal en O.

Figura 47

Patrón de flujo horizontal en O implementado del MPS-500.



Nota: Se puede observar el Patrón de flujo horizontal en O implementado del MPS-500, de acuerdo a Uzhca y Sánchez (2022).

7.3. Documentación técnica que sirva de guía y manual de práctica del usuario

La documentación técnica generada basado en nuevas disposiciones del sistema de producción modular en la cual puede apreciar paso a paso el proceso para poder implementar los 3 distintos patrones de flujo generados, como se puede observar en el Anexo B.

8. Conclusiones

Se pudo identificar con éxito las direcciones de cada variable existente dentro de cada estación, por lo cuál de esta manera se realizó un levantamiento de señales de cada módulo que intervino en el proceso secuencial con la finalidad de utilizar las direcciones de cada sensor y actuador en una programación eficiente en lo que compete al nuevo patrón de flujo del MPS-500.

Con el diseño e implementación de las nuevas distribuciones se permitió comunicar 7 estaciones con la red configurada tanto como MPI y red Profibus, con el objetivo de poder trabajar mediante maestros - esclavos en una sola red con la posibilidad de poder programar todos los PLC desde un único maestro.

Se realizó la programación por medio del uso del lenguaje KOP, dado que es uno de los más utilizados en la actualidad brindando de esta manera una interfaz mas amigable con el usuario y también al momento de establecer la comunicación del ordenador con el PLC es muy sencillo interpretar como se comporta sus contactos utilizados en tiempo real a través del software.

Se desarrolló guías de prácticas de laboratorio en las cuales se evidencian paso a paso el diseño, modelado e implementación de las nuevas disposiciones de las estaciones que intervienen dentro del proceso de secuencia, obteniendo de esta manera documentación técnica de ayuda para el usuario. Estas guías prácticas fueron validadas por los docentes laboratoristas gracias a una encuesta de matriz lado a lado la cuál es un tipo de escala que mide cualidades como: apariencia, procedimientos y objetivos.

9. Recomendaciones

Teniendo en cuenta las guías prácticas desarrolladas dentro del laboratorio MPS-500, se recomienda implementar un dispositivo físico HMI el cuál sería una estación interesante dentro de un proceso automatizado en la célula de manufactura flexible para monitorizar operaciones industriales.

Generar planos neumáticos en software CAD de las nuevas disposiciones de estaciones planteadas del sistema de producción modular sería de utilidad para el usuario.

Implementar nuevos patrones de flujo en las estaciones del sistema de producción modular MPS-500 para así ampliar la flexibilidad de este equipo de aprendizaje técnico.

Antes de iniciar la secuencia de los nuevos procesos propuestos, verificar si se encuentran en su correcto funcionamiento y posicionamiento cada sensor y actuador a usar, previniendo de esta manera que exista colisiones entre sus módulos.

Referencias

- Baca U, G., Cruz, M., Cristóbal, M., Baca C, G., Gutiérrez, J., Pacheco, A., . . . Obregón, M. (2014). *Introducción ala ingeniería industrial* (2.^a ed.). Grupo Editorial PATRIA.
- Cembranos, F. J. (2002). *Automatismos eléctricos, neumáticos e hidráulicos* (3.^a ed.). Paraninfo, S.A.
- CIROS, S. (2022). *Licencia de software ciros studio*. CIROS, FESTO Didactic.
- Ebel, F., y Pany, M. (2006a). *Distributing station manual*. Festo Didactic GmbH Co. KG.
- Ebel, F., y Pany, M. (2006b). *Handling station manual*. Festo Didactic GmbH Co. KG.
- Ebel, F., y Pany, M. (2006c). *Processing station manual*. Festo Didactic GmbH Co. KG.
- Ebel, F., y Pany, M. (2006d). *Sorting station manual*. Festo Didactic GmbH Co. KG.
- Ebel, F., y Pany, M. (2006e). *Testing station manual*. Festo Didactic GmbH Co. KG.
- FESTO. (2022). Mps: Fábricas para la enseñanza de mecatrónica. Obtenido de: <https://www.festo.com/co/es/e/educacion/sistemas-de-aprendizaje/automatizacion-de-procesos-de-fabricacion-e-industria-4-0/fabricas-para-la-ensenanza/mps-fabricas-para-la-ensenanza-de-mecatronica-id31963/>.
- FESTO, D. (2022). Mps: Fábricas para la enseñanza de mecatrónica. Obtenido de: <https://www.festo.com/co/es/e/educacion/sistemas-de-aprendizaje/automatizacion-de-procesos-de-fabricacion-e-industria-4-0/fabricas-para-la-ensenanza/mps-fabricas-para-la-ensenanza-de-mecatronica-id31963/?siteUid=foxositeName=Festo+CO>.
- Groover, M. (2007). *Fundamentos de manufactura moderna*. The McGraw-Hill.
- Guerrero, V., Yuste, R. L., y Martínez, L. (2009). *Comunicaciones industriales*. Alfaomega - MARCOMBO.
- Kalpakjian, y Schmid, S. R. (2008). *Manufactura, ingeniería y tecnología* (5.^a ed.). PEARSON EDUCACIÓN.
- Meyers, F., y Stephens, M. (2006). *Diseño de instalaciones de manufactura y manejo de materiales* (Vol. 3). PEARSON Prentice hall.
- Oliva, N. (2013). *Redes de comunicaciones industriales* (1.^a ed.). UNED.
- Peciña, L. (2018). *Programación de controladores avanzados simatic s7 1500 con tia portal awl y scl* (Vol. 2). Marcombo, S.A.
- Platas, J., y Cervantes, M. (2014). *Planeación diseño y layout de instalaciones* (1.^a ed.). Grupo Editorial PATRIA.
- Rodríguez, J., Cerdá, L., y Sánchez, R. (2014). *Automatismos industriales* (1.^a ed.). Paraninfo, S.A.
- Rodríguez, A. (2008). *Comunicaciones industriales guía práctica* (1.^a ed.). Marcombo.

- Sanchis, R., Romero, J., y Ariño, C. (2010). *Automatización industrial* (1.^a ed.). Publicacions de la Universitat Jaume I.
- Siemens. (2009). *Productos para totally integrated automation y micro automation*. SIEMENS Catálogo ST 70 • 2009.
- Suñé, A., Gil, F., y Arcusa, I. (2004). *Manual práctico de diseño de sistemas productivos* (Vol. 1). Ediciones Díaz de Santos, S. A.
- Uzhca, L., y Sánchez, J. D. (2022). *Desarrollo de una guía de prácticas de laboratorio para el sistema de producción modular mps-500, empleando técnicas de diseño de instalaciones de manufactura* (B.S. thesis). Universidad Politécnica Salesiana.
- Álemán, J., y Mata, M. (2006). *Guía de elaboración de un manual de prácticas de laboratorio, taller o campo: Asignaturas teórico prácticas*. Universidad Autónoma Chapingo.

ANEXOS

Anexo A: Matriz de Consistencia Lógica

Tabla 18

Matriz de consistencia lógica.

Desarrollo de una guía de prácticas de laboratorio para el sistema de producción modular MPS-500, empleando técnicas de diseño de instalaciones de manufactura.				
PROBLEMA GENERAL	OBJETIVO GENERAL	HIPÓTESIS GENERAL	VARIABLES	MARCO TEORICO
¿Es posible desarrollar una guía de prácticas de laboratorio para el sistema de producción modular MPS-500, empleando técnicas de diseño de instalaciones de manufactura ?	Desarrollar una guía de prácticas de laboratorio para el sistema de producción modular MPS-500, empleando técnicas de diseño de instalaciones de manufactura .	Se desarrollará una guía de prácticas de laboratorio para el sistema de producción modular MPS-500, empleando técnicas de diseño de instalaciones de manufactura .		Sistema de producción modular MPS-500.
ESPECÍFICOS	ESPECÍFICOS	ESPECÍFICAS		
¿Se podrá conocer e identificar: variables, procesos, módulos y protocolos de comunicación del Sistema de Producción Modular MPS-500?	Conocer e identificar: variables, procesos, módulos y protocolos de comunicación del Sistema de Producción Modular MPS-500.	Se conocerá e identificará: variables, procesos, módulos y protocolos de comunicación del Sistema de Producción Modular MPS-500.	VI: Guía de prácticas de laboratorio VD: Técnicas de diseño de instalaciones de manufactura	Protocolos de comunicación. Estaciones de trabajo MPS. PLC.
¿Es posible establecer e implementar nuevas distribuciones de procesos en el MPS-500?	Establecer e implementar nuevas distribuciones de estaciones en el sistema de producción modular MPS-500.	Se establecerá e implementará nuevas distribuciones de estaciones en el sistema de producción modular MPS-500.		Distribución de planta. IIOT. Sistemas distribuidos.
¿Es factible generar documentación que sirva de guía y manual de práctica del usuario?	Generar documentación que sirva de guía y manual de práctica del usuario.	Se generará documentación que sirva de guía y manual de práctica del usuario.		Documentación técnica.

Fuente: Autor

Anexo B: Desarrollo de guías prácticas de laboratorio



**FORMATO DE GUÍA DE PRÁCTICA DE LABORATORIO / TALLERES /
CENTROS DE SIMULACIÓN – PARA DOCENTES**

CARRERA: Ingeniería Mecatrónica

ASIGNATURA: Diseño Mecatrónico / Diseño de
Instalaciones de Manufactura / Integración CAD-CAM-CIM

NRO. PRÁCTICA:

01

TÍTULO PRÁCTICA: Redistribución lineal de estaciones de laboratorio MPS-500 en software TIA PORTAL V15.

OBJETIVO (Colocar el o los objetivos que se alcanzarán al desarrollar la práctica):

- Verificar la distribución en planta de tipo celular.
- Analizar el patrón de flujo horizontal en I aplicada a la distribución de planta celular.
- Implementar la conexión y la comunicación entre estaciones.
- Desmontar y montar las estaciones de trabajo.
- Realizar un proceso secuencial con los módulos de: distribución, verificación, proceso, manipulación y clasificación.
- Conocer los pasos para poner en red al PLC con PC.

INSTRUCCIONES (Detallar las instrucciones que se dará al estudiante):

1. Requisitos y conocimientos previos

- Instalaciones industriales.
- Circuitos Eléctricos/Electrónicos.
- Redes industriales.
- Automatización Industrial.
- Diseño de instalaciones de manufactura.

2. Equipos, instrumentos y software

Descripción	Cantidad	Marca	Identificación / serie
Computadora S.O. Windows 10, 64 bits	1	-	-
PLC S7-300	5	Siemens	-
Cable MPI	1	Siemens	-
Software TIA PORTAL V15	1		
Software CIROS Studio	1	FESTO	-
Kit de herramientas	1	FESTO	-
Licencia CIROS	1	FESTO	-

3. 3. Exposición

• **Controlador Lógico Programable (PLC)**

En el Sistema de Producción Modular para poder controlar sus estaciones, está implementado un controlador lógico programable (PLC) que es un dispositivo electrónico que puede ser programado por el usuario en un lenguaje no informático, la misma está enfocada en la área de la industria, en procesos secuenciales, con la función de realizar procesos automatizados, esto nos permite controlar tanto como entradas y salidas de los módulos que existen dentro de cada estación a utilizar, con la finalidad de automatizar procesos productivos que permite mejorar, los tiempos de producción, índice bajo de fallos, y evitar la intervención humana en un ambiente de riesgo.

(Álvarez y Mejía, 2017).

• **Especificaciones**

En cada estación está implementado un tipo de PLC llamado SIMATIC S7-300 que se encuentra dentro de los controladores estándar utilizado para aplicaciones pequeñas y medianas. El PLC Siemens S7 300 es la solución autómatas ideal para los campos

que requieren optimización en productividad. (Siemens, 2005) A continuación se detallará sus principales especificaciones:

- CPU compacta con mpi, 24 ed/16 sd, 4ea, 2sa, 1 pt100
- 3 contadores rápidos (30 khz).
- Fuente alimentación. Integrada 24v dc.
- Memoria central 128 kbyte.
- Requiere conector frontal (1x 40 polos) y micro memory card.



Figure 1: PLC SIMATIC S7-300

Estaciones a usar MPS-500

- **Estación de Distribución**

La estación de distribución es un dispositivo de alimentación. Los dispositivos de alimentación se definen como unidades que cumplen la función de abastecimiento, clasificación y alimentación de componentes. (Festo, 2022c)

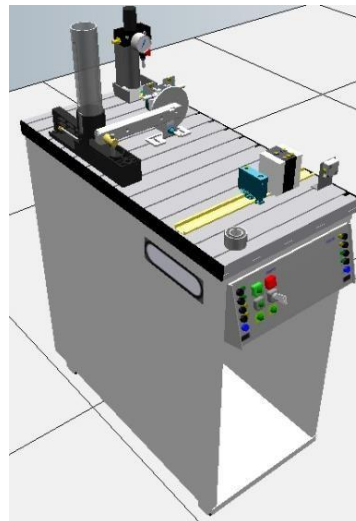


Figura 2: Estación de Distribución

- **Estación de Verificación.**

La estación de verificación tiene la función de verificar el material que se entregara partir de la estación de distribución. (Festo, 2022g)

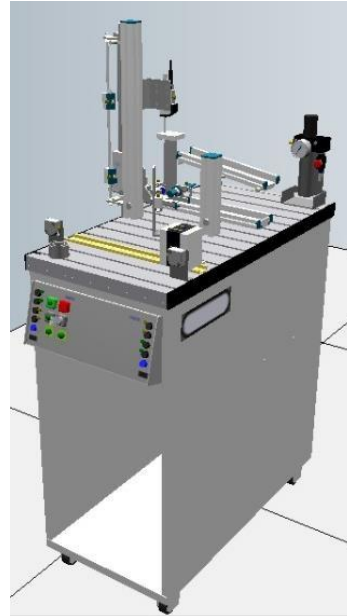


Figura 3: Estación de Verificación

- **Estación de Manipulación**

En la estación de manipulación tiene la función de extraer las piezas que se encuentran en el pallet que provienen de las dos primeras estaciones con la finalidad de poder ubicarlas en la estación de proceso. (Festo, 2022d)

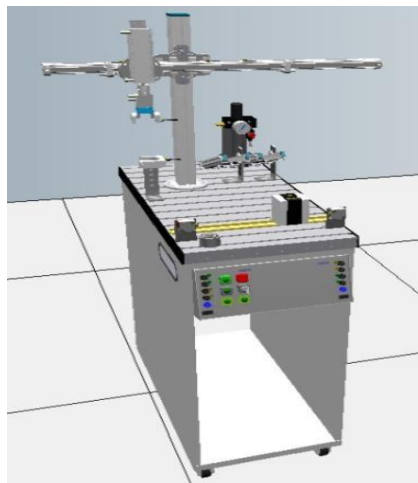


Figura 4: Estación de manipulación

- **Estación de Proceso**

La estación de proceso tiene la función de ahora recibir las piezas que provienen de la estación de manipulación, cabe recalcar que dentro de la estación se encuentra un taladro eléctrico y una prensa con la finalidad de simular un mecanizado que tiene implementado 6 posiciones diferentes de trabajo. (Festo, 2022e)

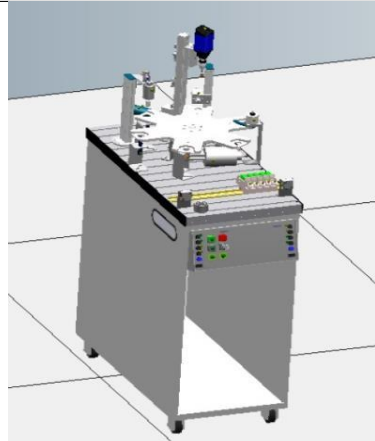


Figura 5: Estación de proceso

- **Estación de Clasificación**

La estación de proceso tiene la función de ahora recibir las piezas que provienen de la estación de manipulación, cabe recalcar que dentro de la estación se encuentra un taladro eléctrico y una prensa con la finalidad de simular un mecanizado que tiene implementado 6 posiciones diferentes de trabajo. (Festo, 2022e)

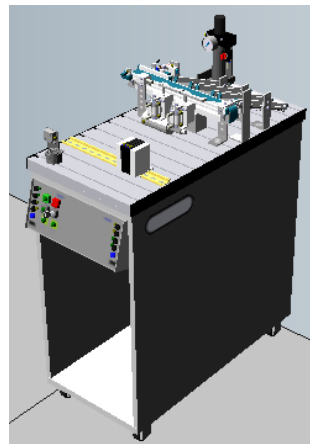


Figura 6: Estación de proceso

- **Distribución en planta celular:**

Son un tipo de distribución en donde requieren ciertas características de las nuevas líneas de producción como los productos y los procesos (Baca U, y cols.,2014) (Baca U, y cols.,2014).

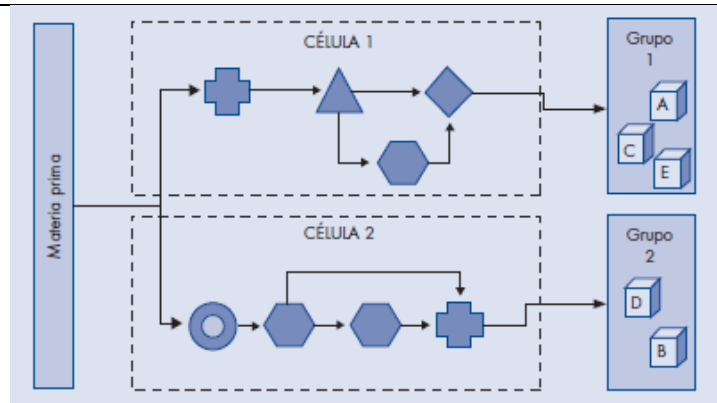


Figura 7: Distribución celular (Baca U, y cols.,2014).

- **Patrones de flujo**

Para poder diseñar el patrón de flujo primero se necesita describir los flujos que se requieren para poder llevar a cabo el proceso secuencial. Estos nuevos patrones se ejecutan dentro de una superficie horizontal, teniendo en cuenta que se puede seguir varias cantidades de patrones que se pueden diseñar a partir de los patrones básicos de flujo (Baca U, y cols.,2014).

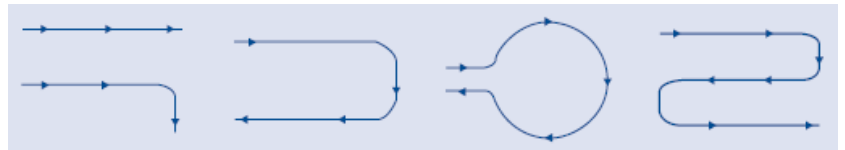


Figura 8: Patrones de flujo (Baca U, y cols.,2014).

4. Indicar al profesor para su evaluación de funcionamiento.

ACTIVIDADES POR DESARROLLAR

(Anotar las actividades que deberá seguir el estudiante para el cumplimiento de la práctica)

1. Diseñar y modelar la nueva distribución de las estaciones a utilizar en el software CIROS Studio.
(Véase figura 9 y 10).

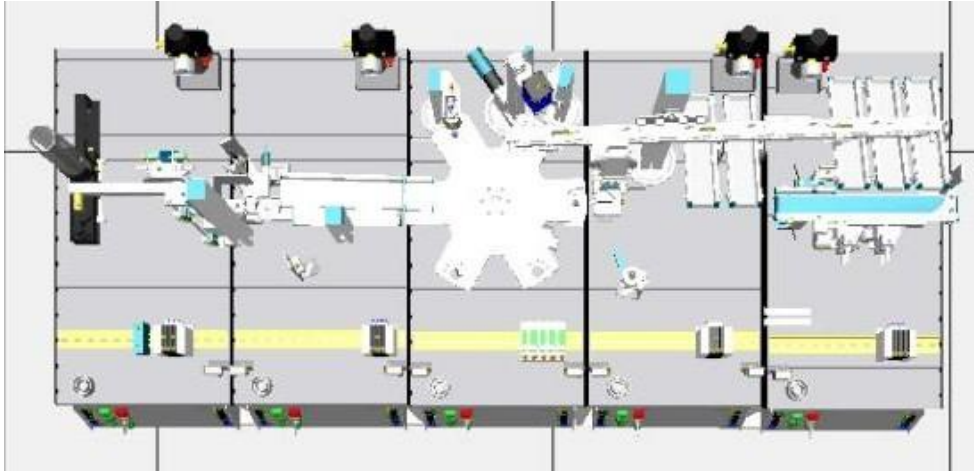


Figura 9: Diseño y modelado de distribución

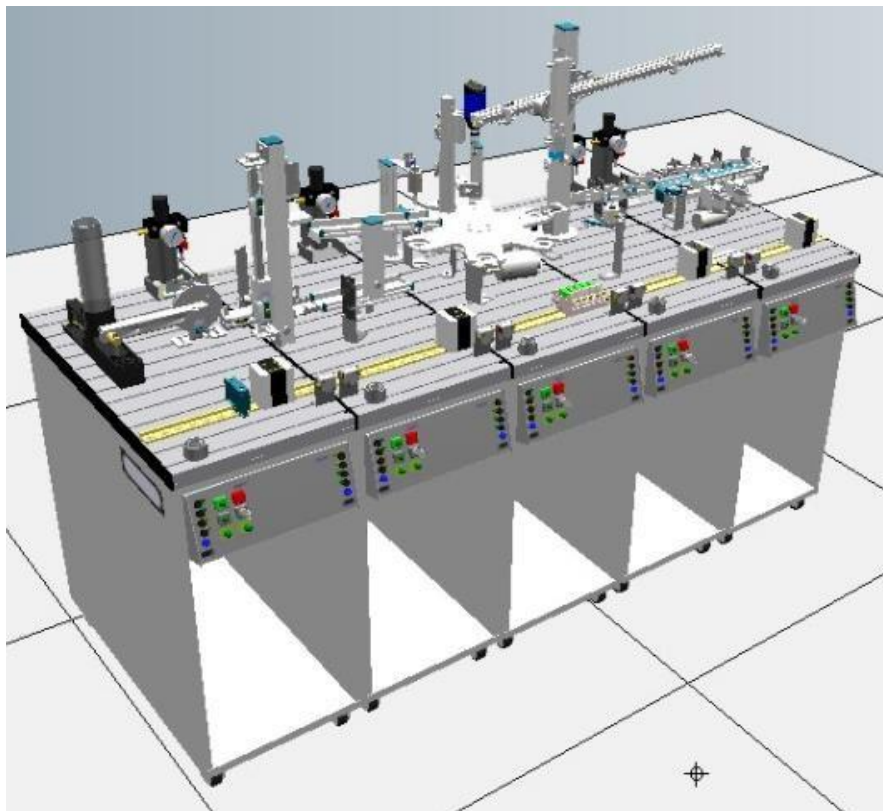


Figura 10: Diseño y modelado de distribución

2. Diseñar los procesos de la nueva distribución mediante un diagrama de flujo (Véase figura 11).

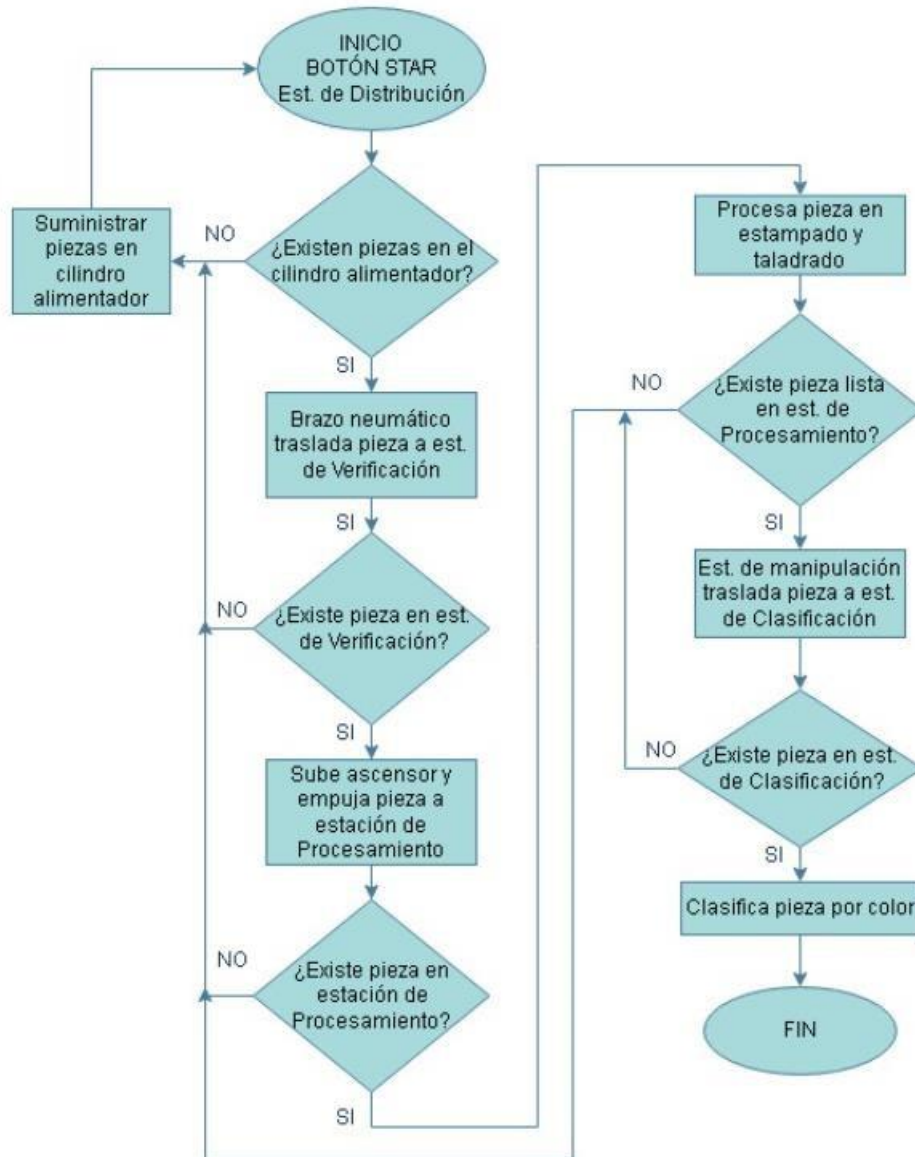


Figura 11: Diagrama de flujo de funcionamiento del proceso.

- Desmontar la red Profibus de todas las estaciones, esta distribución lineal se programará directamente con el cable de red MPI. Para ello se debe utilizar un desarmador plano que incluye en el kit de herramientas FESTO (Véase figura 12).



Figura 12: Desarmador plano del kit de herramienta FESTO.

Se deben desmontar las dos terminales de red Profibus que se encuentran conectadas en cada PLC. En la figura 13 (a) se puede observar las dos terminales conectadas al controlador lógico programable, para quitar la primera

terminal con ayuda de un desarmador plano se afloja los tornillos de ajuste (Véase figura 13 (b)) y se retira el terminal (Véase figura 13 (c)), luego se afloja los tornillos del segundo terminal (Véase figura 13 (d)) y se procede a retirarlo (Véase figura 14).

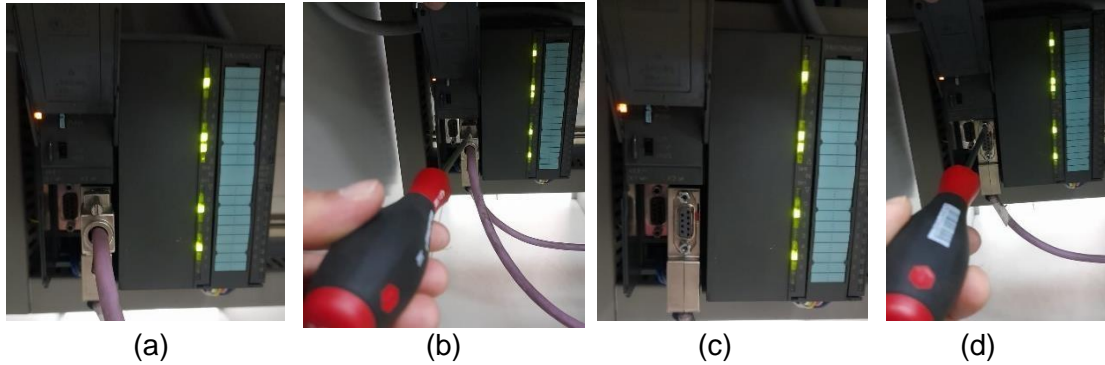


Figura 13: Desarmado de terminales de la red Profibus.



Figura 14: PLC S7-300 sin red Profibus.

4. Para desmontar las estaciones e instalarlas en la distribución diseñada, se tienen abrazaderas de perfil FESTO (Véase figura 15), se procede a retirarlas y luego asegurar las abrazaderas solo si están alineadas las estaciones (Véase figura 16).



Figura 15. Abrazadera de perfil FESTO



Figura 16: Estaciones aseguradas con abrazadera de perfil FESTO.

Para evitar que el sistema configurado se mueva debido a algún descuido se acciona un pequeño freno manual en las ruedas de cada estación (Véase figura 17).



Figura 17: Accionamiento de freno mecánico en las ruedas.

5. Colocar las estaciones en base a la distribución diseñada y modelada (Véase figura 18).

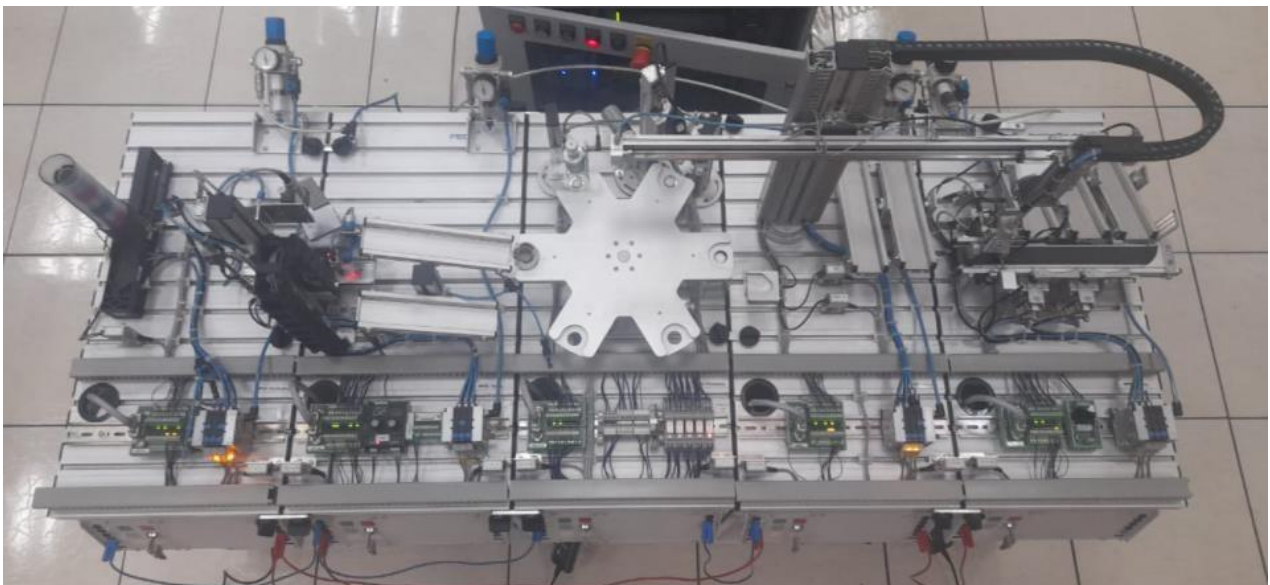


Figura 18: Colocación de estaciones en la distribución diseñada.

6. Verificar entradas y salidas con su respectiva dirección de cada uno de los sensores y actuadores que componen las estaciones a usar.
7. Abrir software TIA PORTAL V15
8. A continuación, creamos un proyecto en el software TIA PORTALV15, y asignamos un nombre al proyecto, y luego dar clic en crear (Véase figura 19).

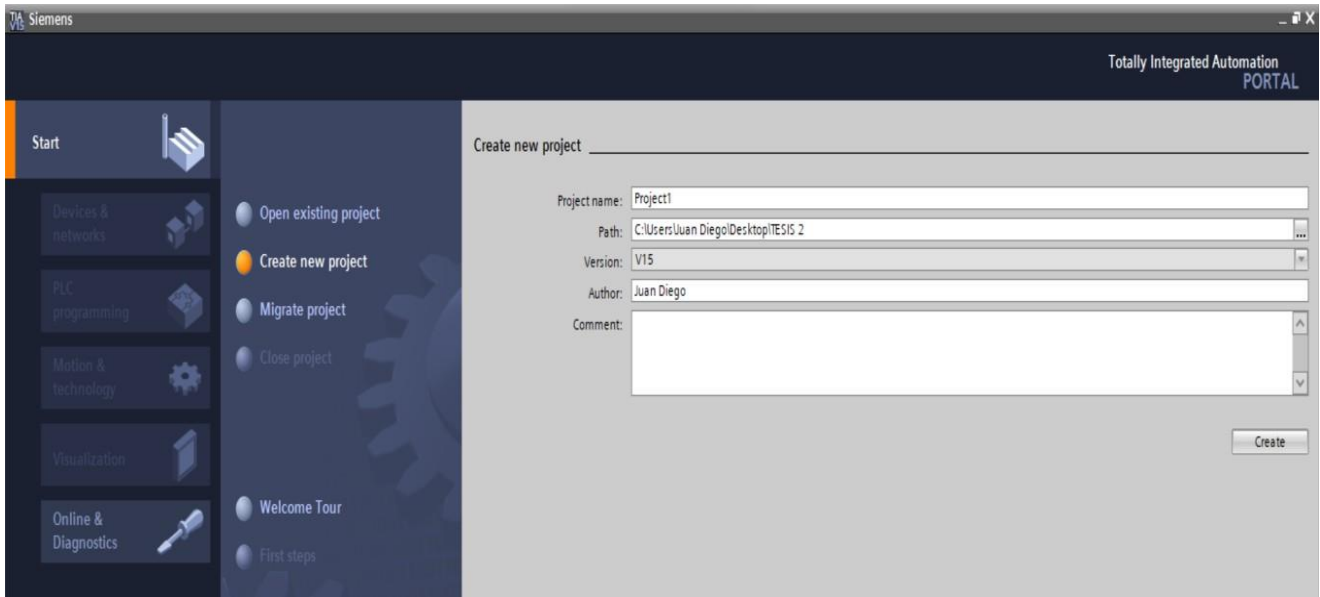


Figura 19: Crear proyecto en TIA portal.

9. A continuación, se procede a configurar el dispositivo (Véase figura 20).

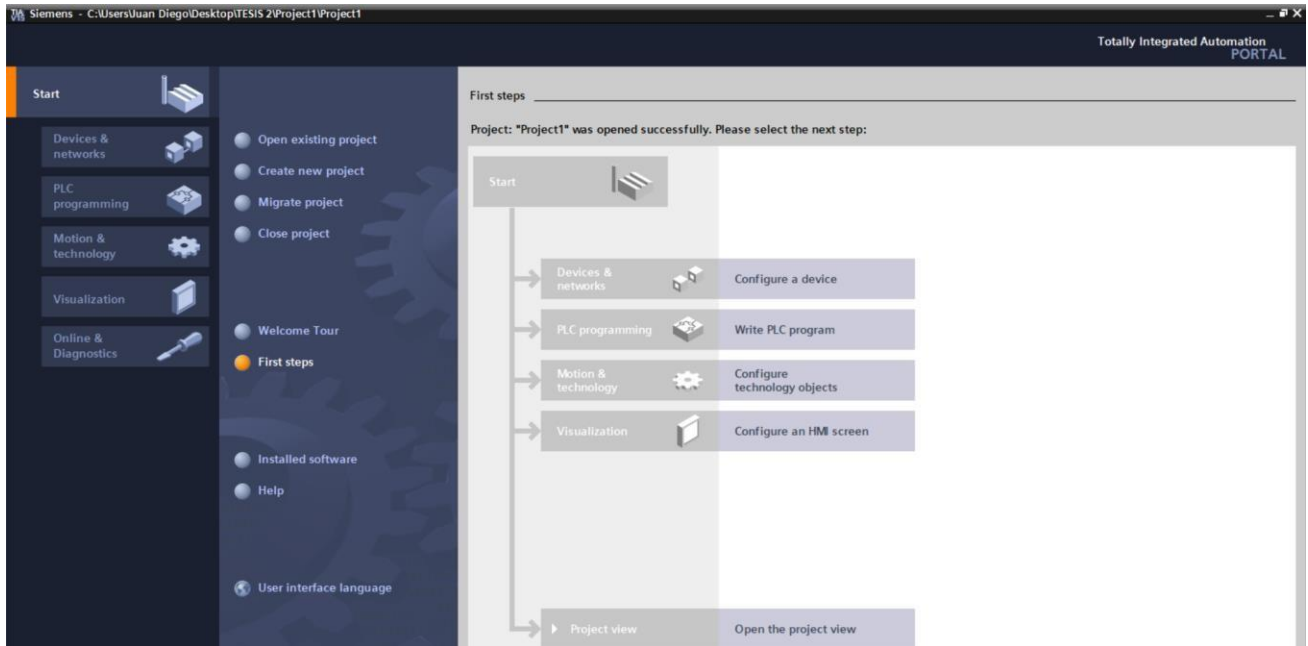


Figura 20: Configurar dispositivo.

10. Dentro de agregar dispositivo se elige la opción SIMATIC S7 300, a continuación, también el CPU con su respectiva versión de firmware y número de artículo (Véase figura 21).

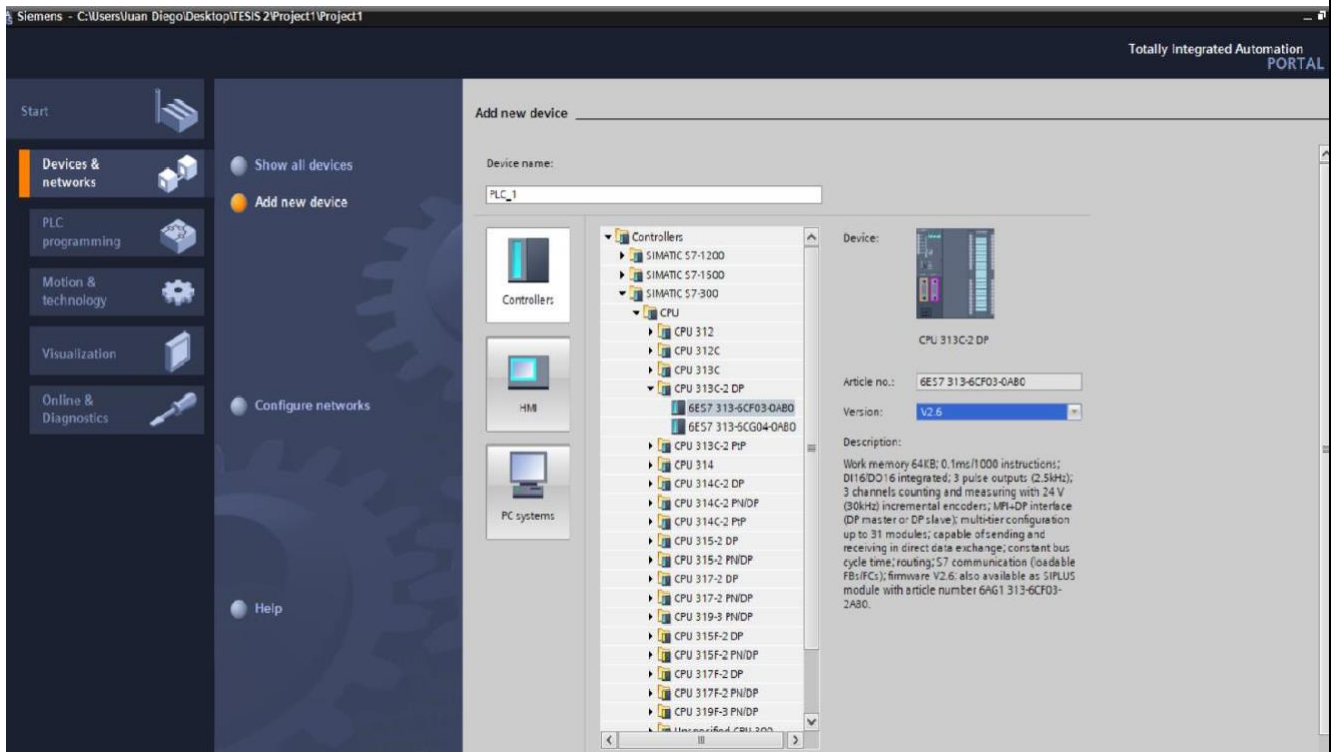


Figura 21: Selección de dispositivo.

11. Una vez agregado el dispositivo se mostrará una ventana con el CPU (Véase figura 22).

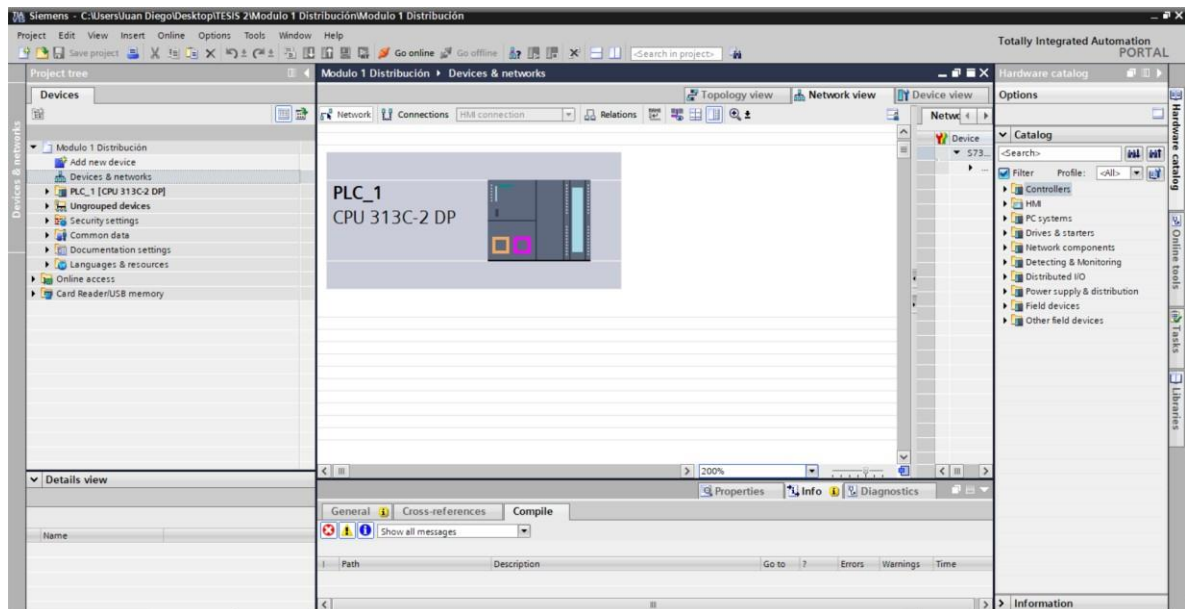


Figura 22: Device & networks del dispositivo.

12. Una vez ya agregado el dispositivo, se crea y se configura la red MPI para cada CPU. Para ello dar clic en MPI, y desplazar un menú de la red, dar clic en agregar nueva red con dirección 2 (Véase la figura 23).

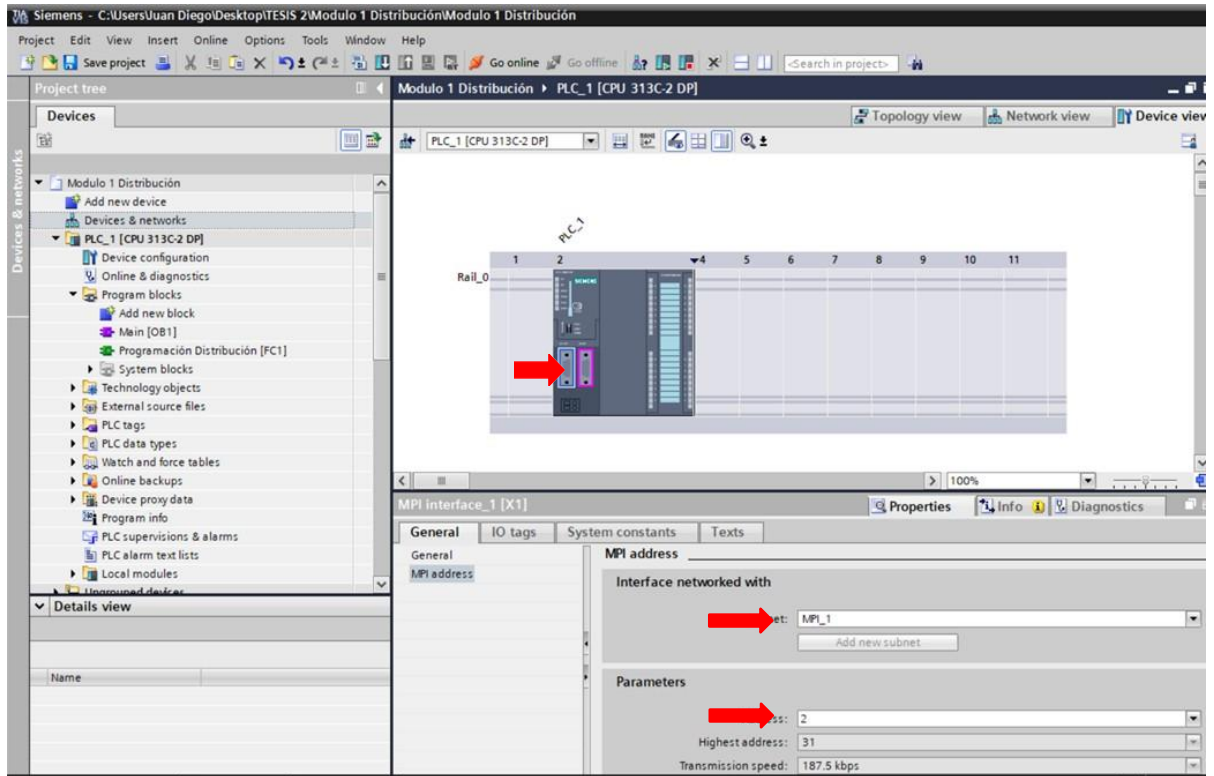


Figura 23: Configuración de MPI.

- 13.** Conectar el cable MPI al PLC s7-300, hay que tener en cuenta que se conecta en el espacio izquierdo (Véase figura 24), cuando los 3 leds del dispositivo MPI se enciendan quiere decir que la conexión está bien realizada tanto en el PLC como en la PC (Véase figura25).



Figura 24: Espacio de conexión para la interfaz MPI.



Figura 25: MPI conectado al PLC S7-300.

14. Una vez ya configurado se verifica y se establece la interfaz de conexión creada para la red MPI con su respectiva dirección (Véase figura 26).

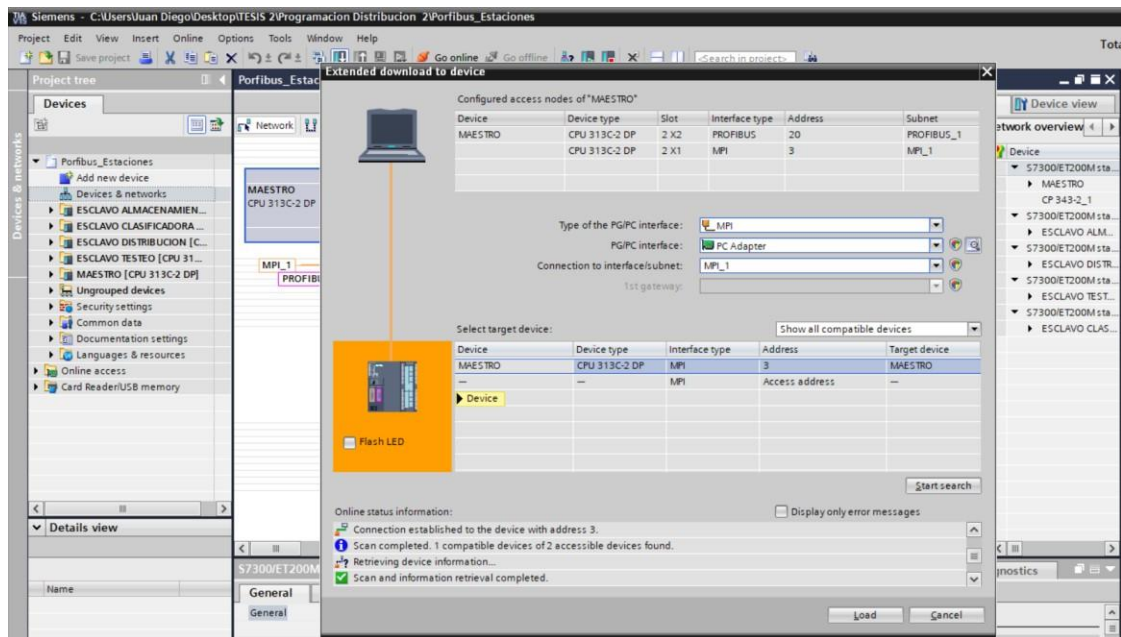


Figura 26: Cargar configuración mediante MPI.

15. A continuación, programar la estación de distribución, en donde se programa primero el accionamiento del pistón para poder alimentar piezas al cilindro, en donde el inicio del proceso es a partir del botón start del panel de la estación, luego a partir de la segunda pieza se accionará cuando llegue una señal de la estación de proceso con respecto al sensor de que ha llegado una pieza (Véase figura 27).

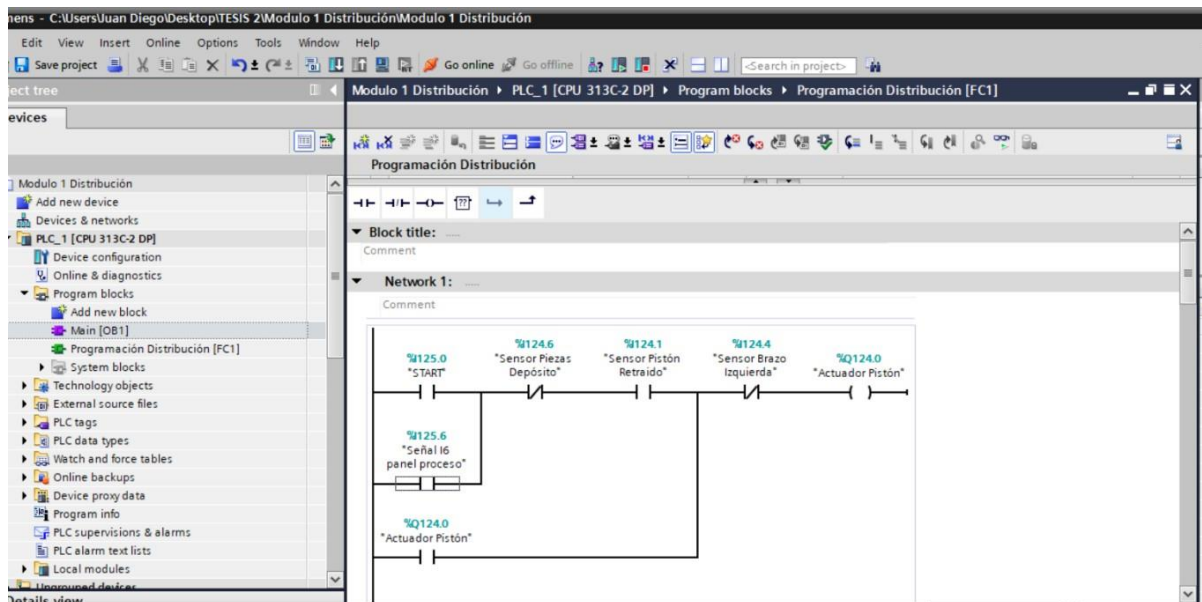


Figura 27: Network 1 estación de distribución.

- 16.** Programar el accionamiento del brazo hacia la izquierda, cuando el sensor del pistón detecte que este accionado, también se accionara el actuador que realiza el movimiento para transportar la pieza, y también cuando la estación Testing detecte una pieza en el ascensor (Véase figura 28).

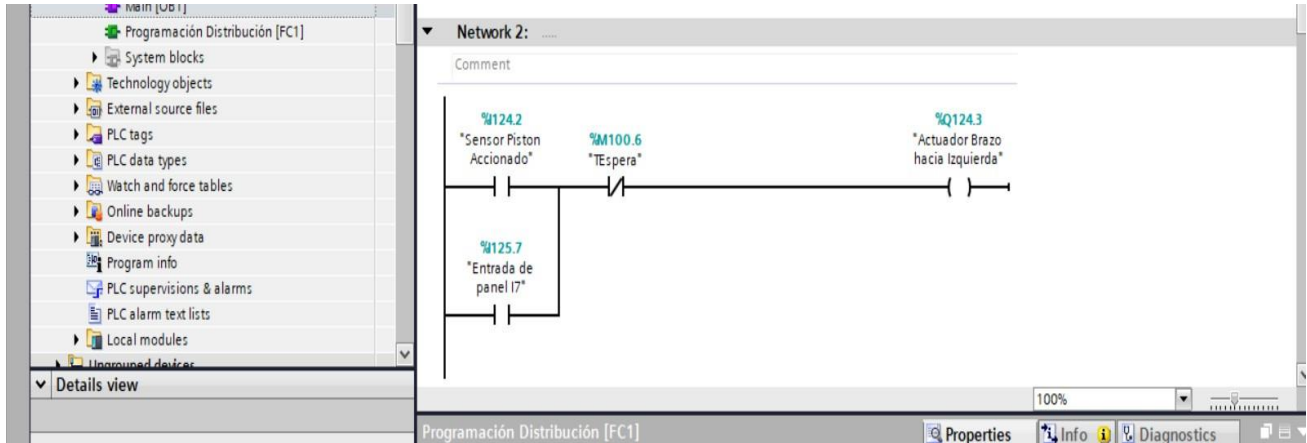


Figura 28: Network 2 estación de distribución.

- 17.** Programar la expulsión de aire para soltar la pieza, está sucede cuando se acciona el sensor brazo derecha este activado (Véase figura 29).

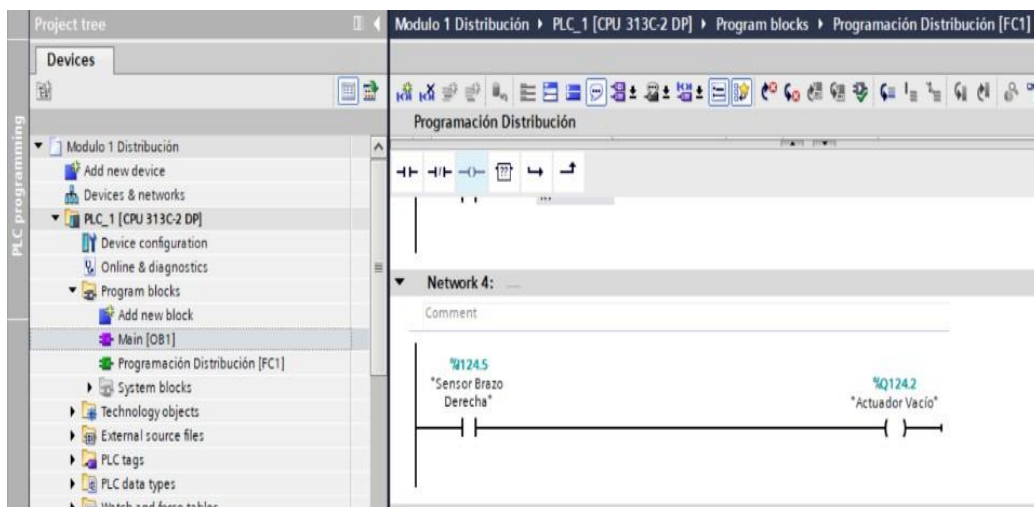


Figura 29: Network 4 estación de distribución.

- 18.** Se activa un tiempo de espera con un timer a la desconexión en una marca, cuando la entrada de la bornera I7 este activada, esto sucederá cuando en la estación testing detecte una pieza y se inserta un tiempo de espera T ON cuando la marca M100.7 se active, se realiza este proceso debido que TOFF se acciona solo con un pulso, en cambio TON cuando el pulso este accionado (Véase figura 30).

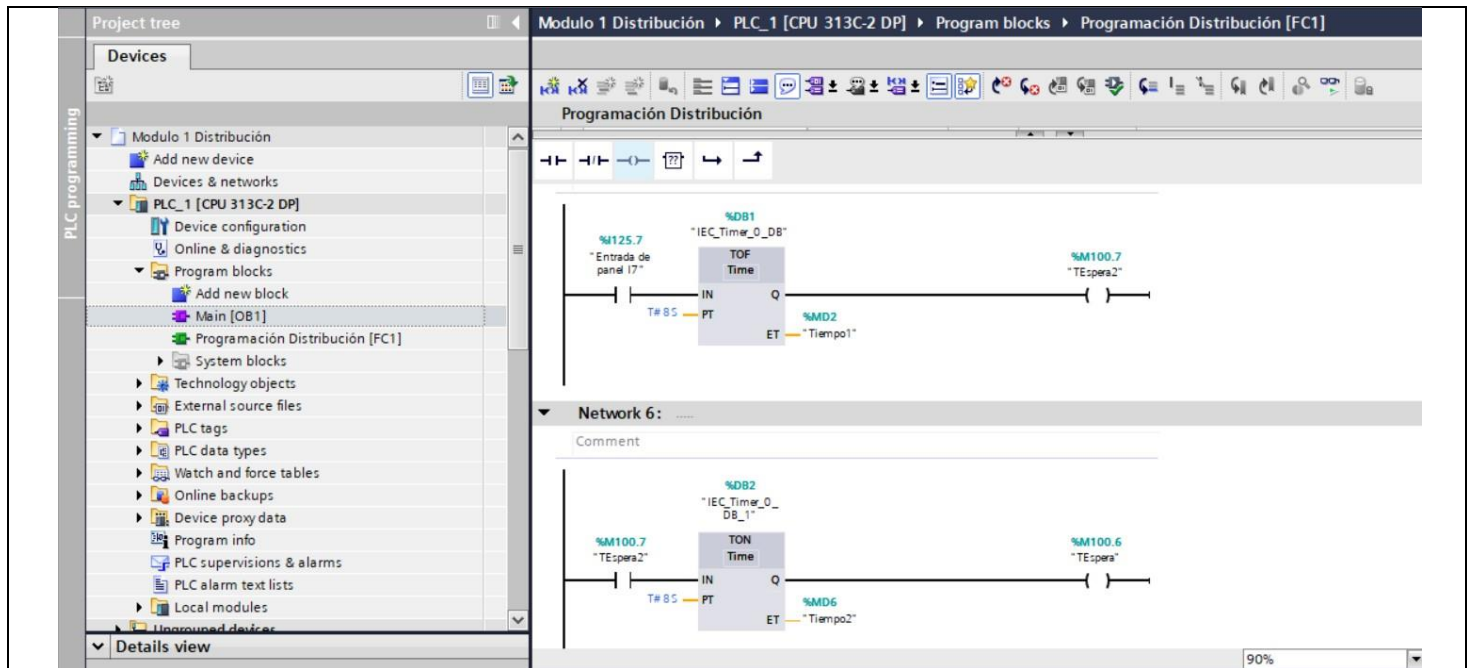


Figura 30: Network 5 y 6 estación de distribución.

19. Se acciona el brazo hacia la derecha cuando se activa el sensor de la succión o la marca ya mencionada (Véase figura 31).

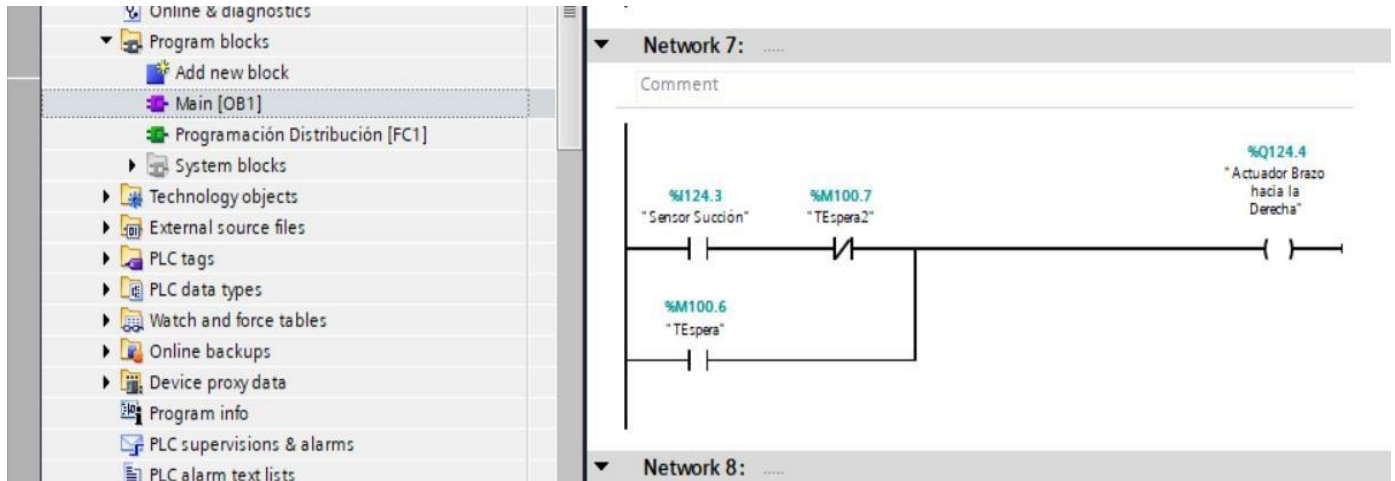


Figura 31: Network 7 estación de distribución.

20. Se programa el sensor brazo izquierda como una salida para obtener una señal en la próxima estación de verificación (Véase figura 32).

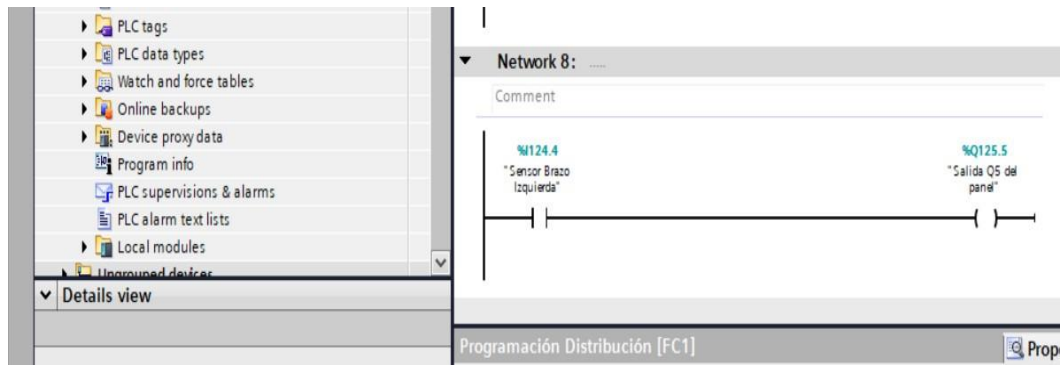


Figura 32: Network 8 estación de distribución.

21. A continuación, se programa la siguiente estación de verificación, de la misma manera se sigue los pasos, 6,7,8,9,10,11, 12 para crear un nuevo proyecto y agregar una red MPI.

22. A continuación, programar la estación de verificación, para ello primero se debe accionar el ascensor cuando detecte una pieza, este proceso sucede cuando el sensor inicial azul detecte la presencia de una pieza, si el ascensor no se encuentra accionado, y teniendo en cuenta que el sensor del brazo este a la izquierda de la estación de distribución que es leída su señal a partir de la entrada del panel (Véase figura 33).

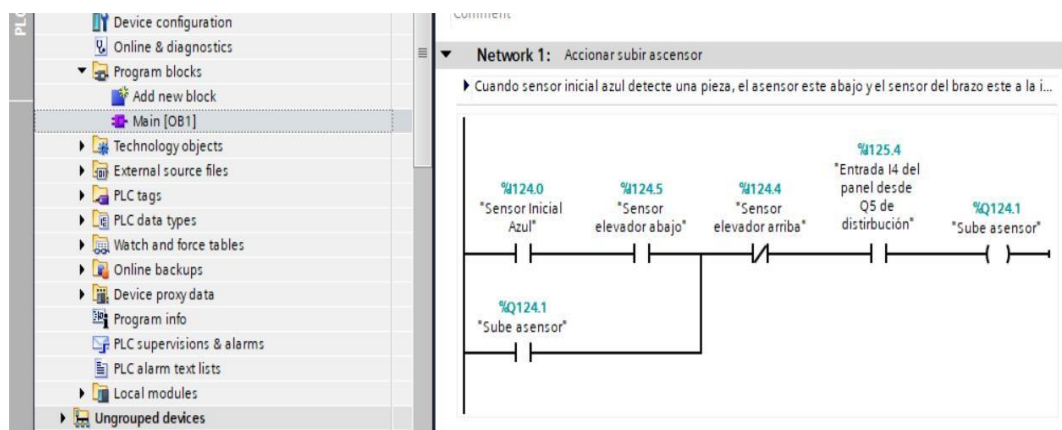


Figura 33: Network 1 estación de verificación.

23. Programar el empuje pistón de la pieza, para ello el pistón se activará cuando se detecte que el ascensor se encuentre en la parte superior, y a la vez se desactivará cuando se detecte que el ascensor se encuentre en la parte inferior (Véase figura 34).

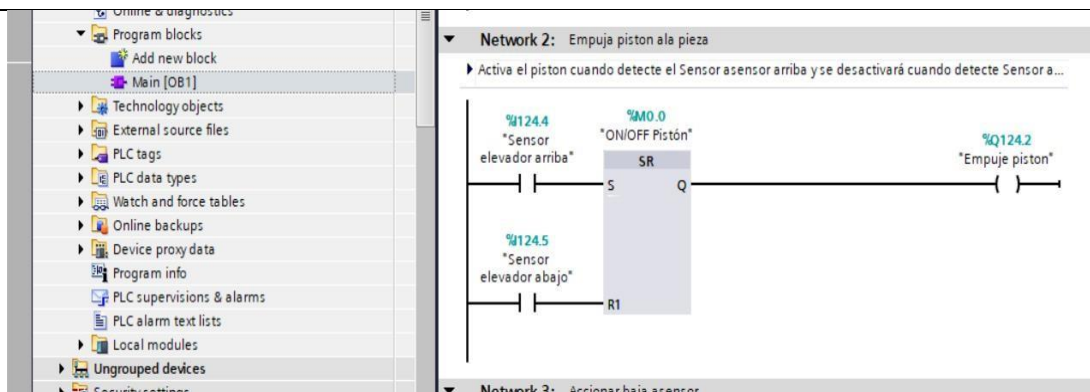


Figura 34: Network 2 estación de verificación.

24. Programar cuando el ascensor se encuentra en la parte inferior, se accionará cuando se detecte que el ascensor está en la parte superior y también cuando el pistón este activado (Véase figura 35).

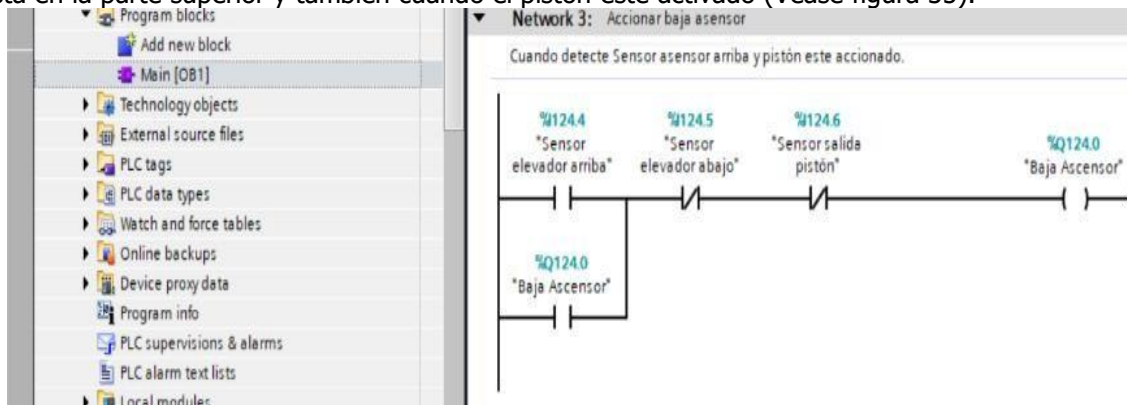


Figura 35: Network 3 estación de verificación.

25. Programar expulsión de aire, con la finalidad de que la pieza resbale y llegue a la siguiente estación de proceso, para esto se activará cuando el sensor del pistón este desactivado (Véase figura 36).

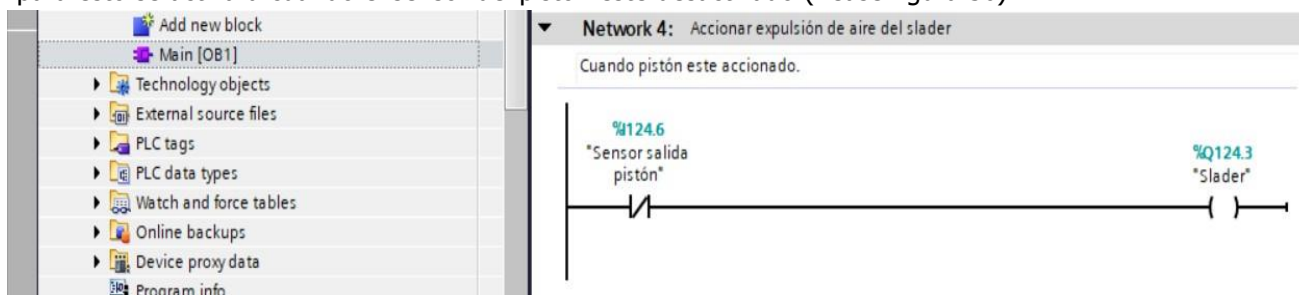


Figura 36: Network 4 estación de verificación.

26. Programar señal de salida para estación de distribución, para ello se enviará la señal de sensor inicial azul a la salida Q4 del panel frontal de la estación de distribución con la finalidad de que el brazo vuelva a su posición inicial para recoger una pieza siguiente (Véase figura 37).

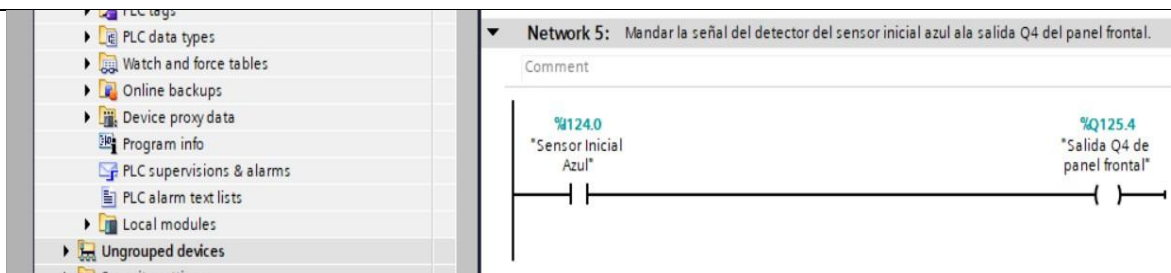


Figura 37: Network 5 estación de verificación.

27. Tanto como sensor elevador arriba y sensor elevador abajo se programan como salidas para poder usar en la siguiente estación de proceso (Véase figura 38).

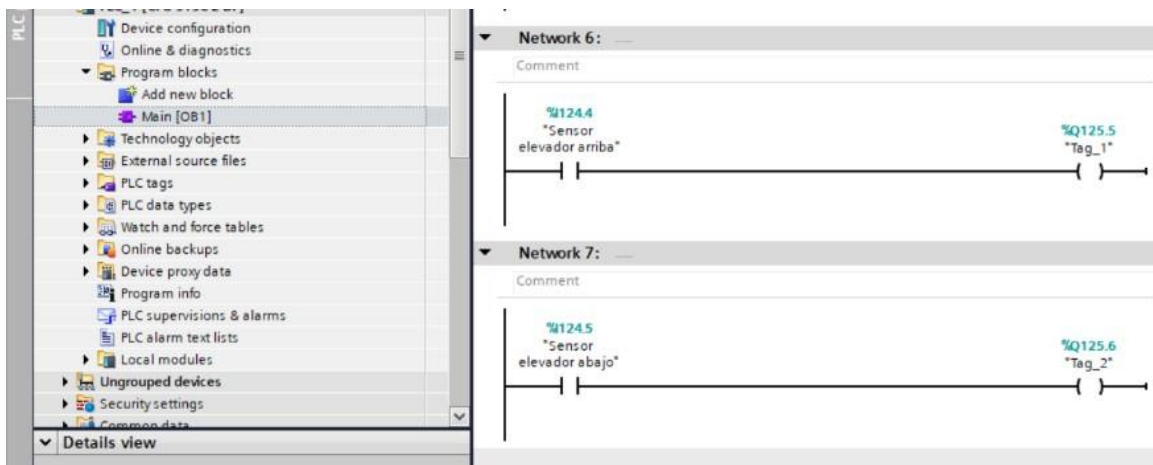


Figura 38: Network 6 y 7 estación de verificación.

28. A continuación, se programa la estación de proceso, de la misma manera se sigue los pasos, 6,7,8,9,10,11, 12 para crear un nuevo proyecto y agregar una red MPI.

29. A continuación, la señal sensor elevador arriba se creara una memoria a una salida set, con la finalidad de que cuando se detecte que el elevador esta arriba el motor de plato gire para que la tapa en el plato realice su proceso (Véase figura 39).

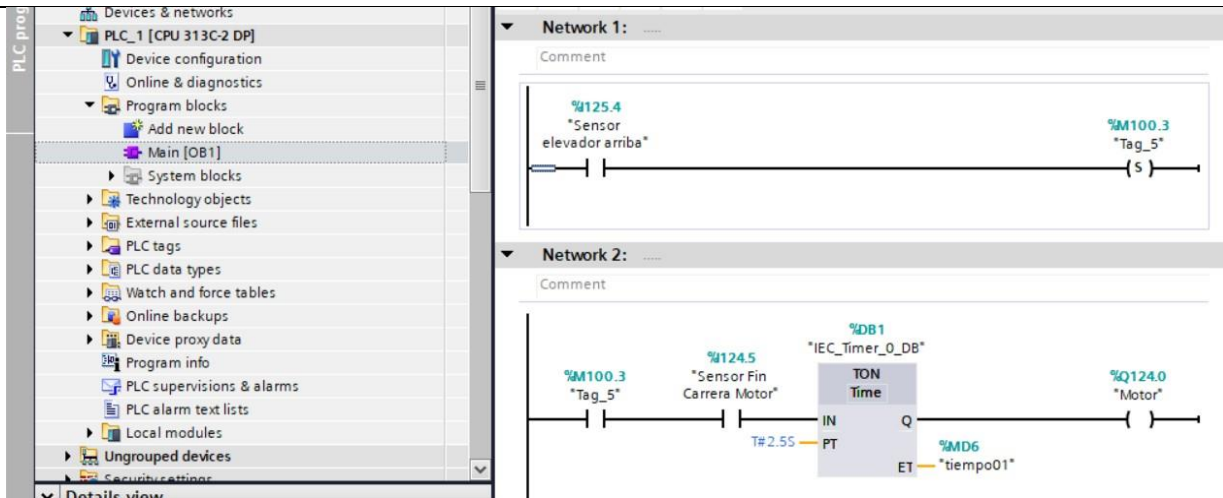


Figura 39: Network 1 y 2 estación de procesamiento.

30. Se crea un contador con respecto al sensor fin Carrera motor, cada que gire el sensor detectara y a la vez contara en forma ascendente, y se reseteara cuando en la estación de verificación se detecte que el elevador se encuentra en la parte de arriba (Véase figura 40).

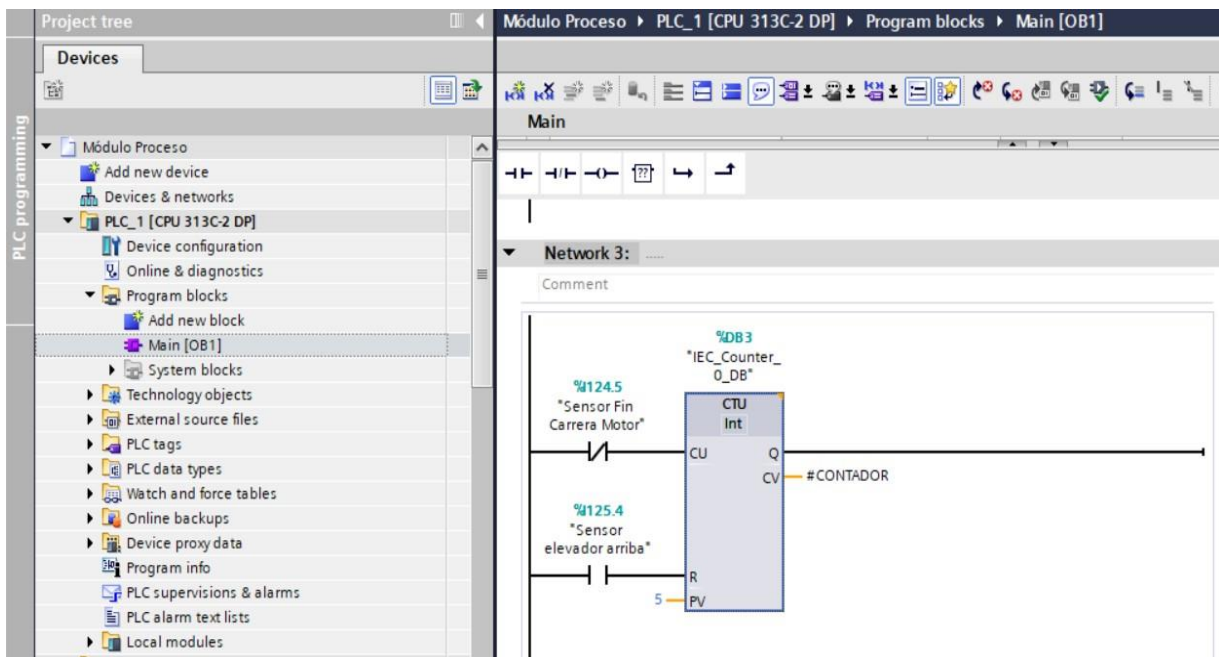


Figura 40: Network 3 estación de procesamiento.

31. Con el contador ya creado, se programa las herramientas existentes en el plato, por lo tanto, cuando el contador cuente 1 se realiza una comparación, y con la condición de que de las 3 posiciones que se ocupan, se detecta una pieza en la primera posición, la herramienta pistón se accionara por dos segundos (Véase figura 41).

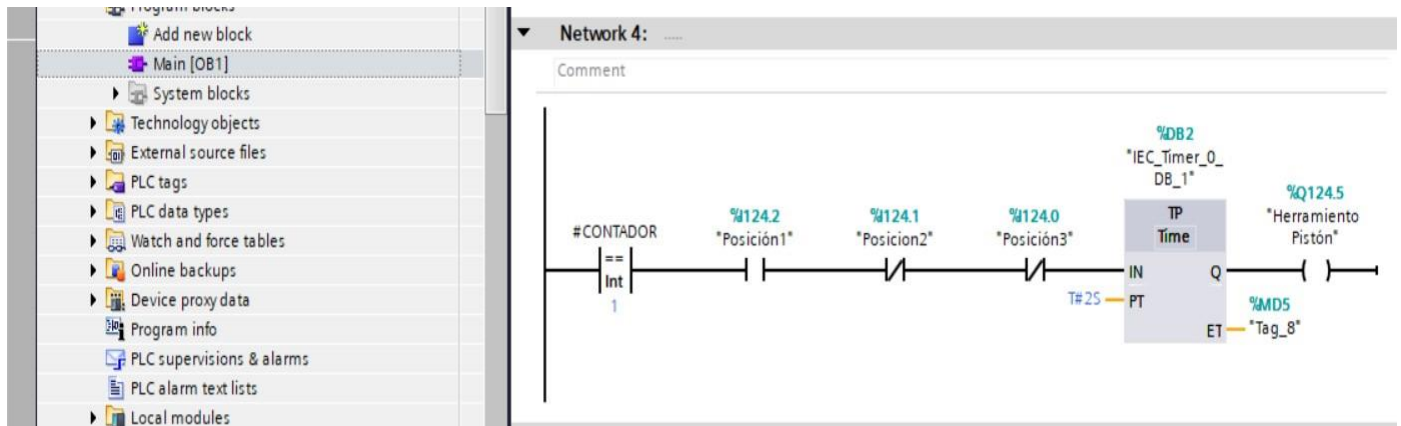


Figura 41: Network 4 estación de procesamiento.

32. Con la misma lógica se programa la siguiente herramienta, cuando el contador cuente 2 se realiza una comparación, y con la condición de que de las 3 posiciones que se ocupan, se detecta una pieza en la segunda posición, la herramienta pistón del taladro se accionara por dos segundos (Véase figura 42).

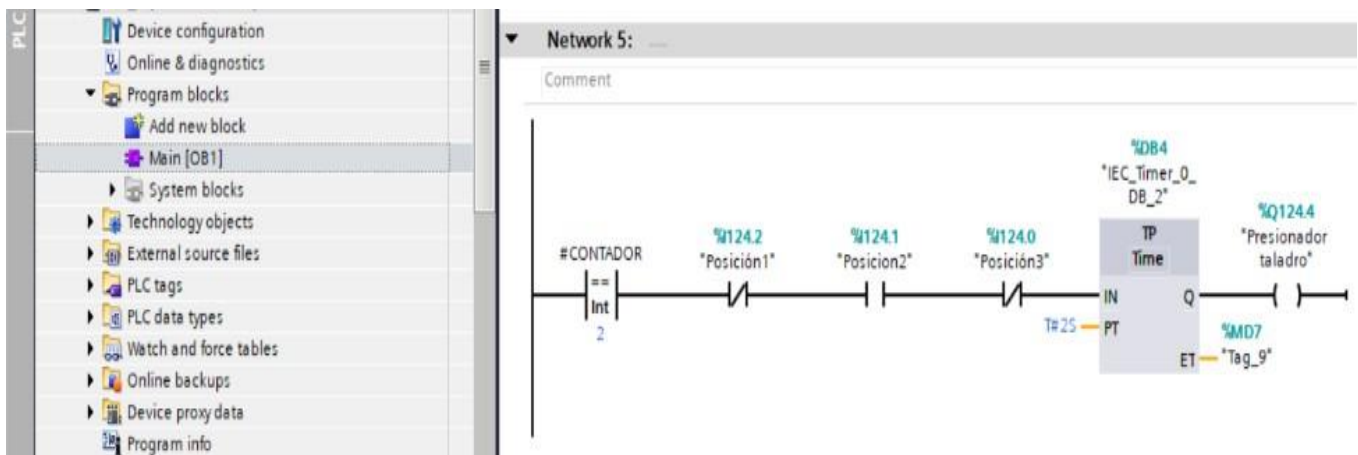


Figura 42: Network 5 estación de procesamiento.

33. Con la misma lógica se programa la siguiente herramienta, cuando el contador cuente 2 se realiza una comparación, y con la condición de que de las 3 posiciones que se ocupan, se detecta una pieza en la segunda posición y cuando el sensor del pistón del taladro se encuentre accionado, el taladro descendera y a la vez se activara para que realice el proceso (Véase figura 43).

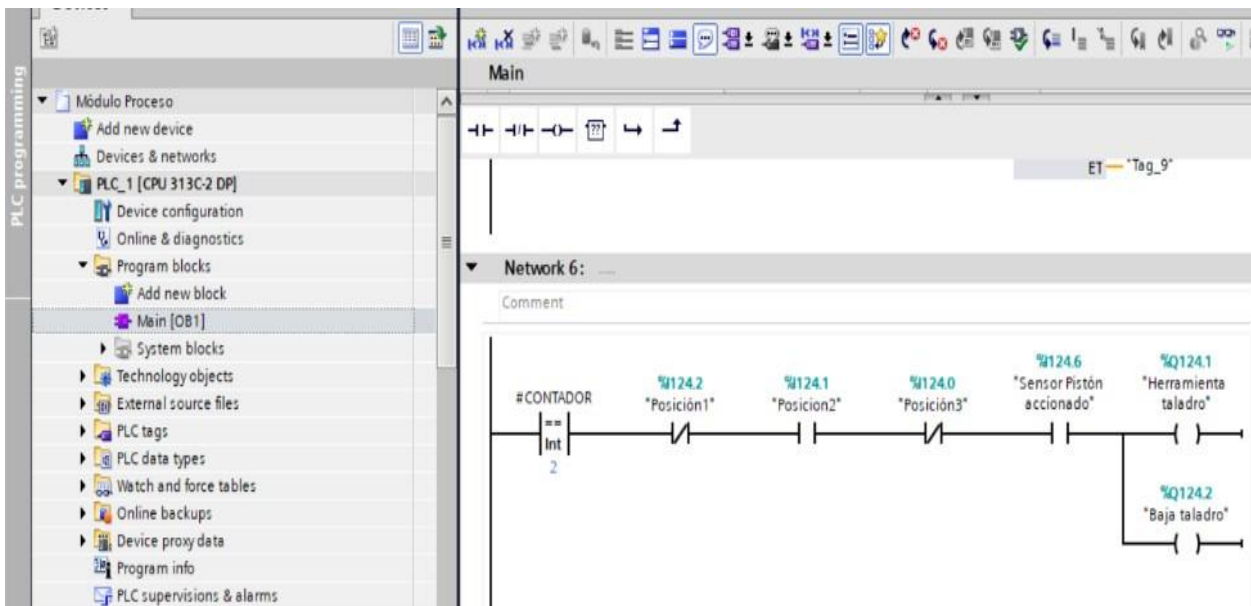


Figura 43: Network 6 estación de procesamiento.

34. Cuando el sensor del pistón del taladro ya no detecta que está accionado, la herramienta taladro ascendera a su posición inicial con la finalidad de poder realizar el proceso a la siguiente pieza (Véase figura 44).

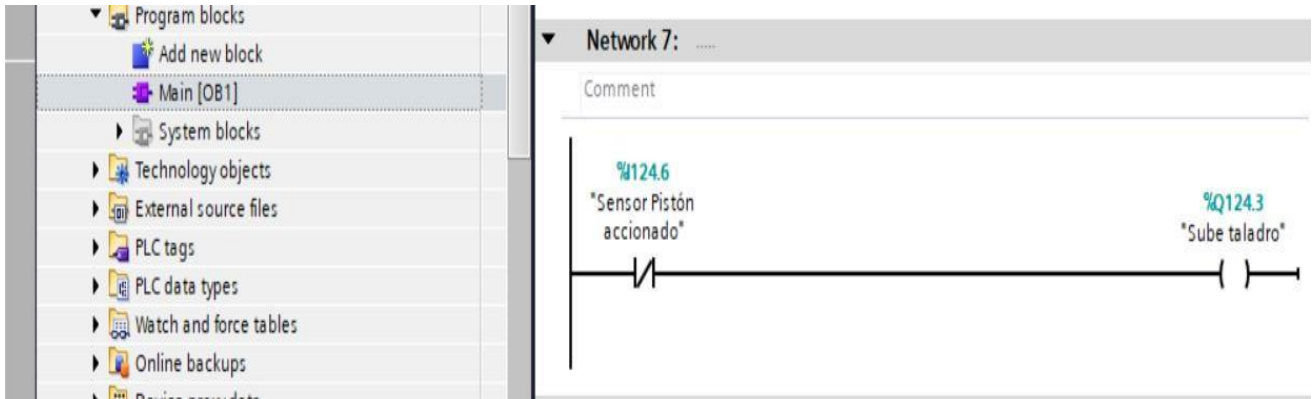


Figura 44: Network 7 estación de procesamiento.

35. Cuando el contador cuente 3, con la memoria set ya creada, se realiza un reset con la finalidad de que el plato solo gire 3 posiciones (Véase figura 45).

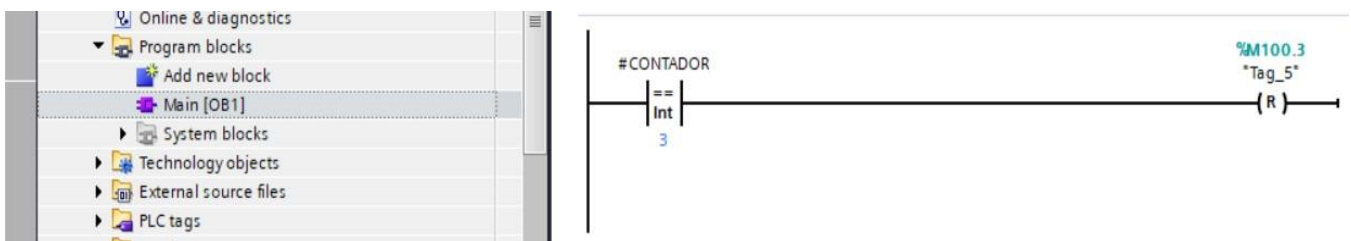


Figura 45: Network 8 estación de procesamiento.

- 36.** De igual manera cuanto el contador cuente 3, de las 3 posiciones que se ocupan, se detecta una pieza en la posición 3 se activara una señal de salida que se utilizara en la siguiente estación de manipulación (Véase figura 46).

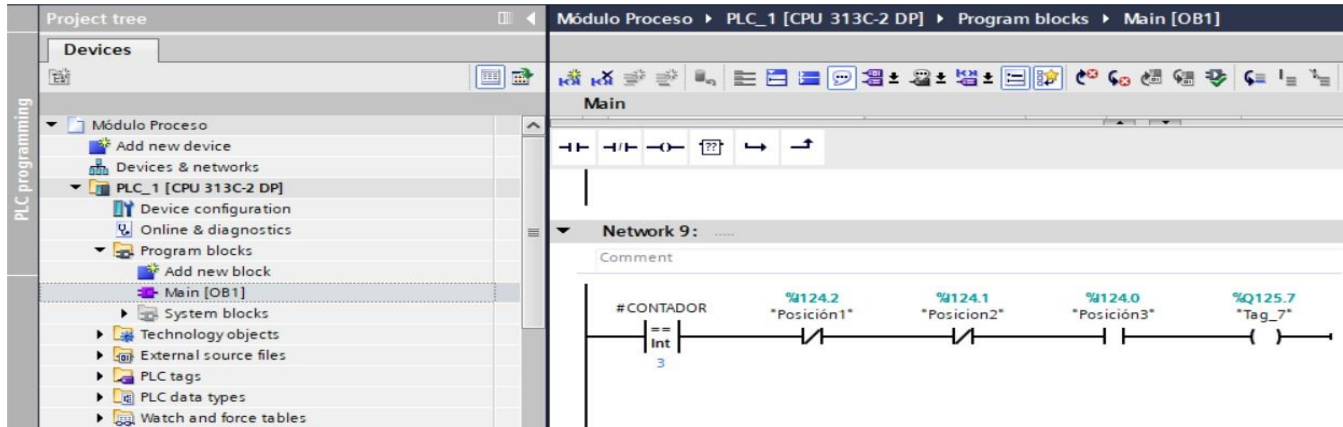


Figura 46: Network 9 estación de procesamiento.

- 37.** A continuación, se programa la siguiente estación de manipulación, de la misma manera se sigue los pasos, 6,7,8,9,10,11,12 para crear un nuevo proyecto y agregar una red MPI.

- 38.** Utilizando el bloque Set Reset, el accionamiento hacia la izquierda del brazo neumático se activará cuando haya llegado una señal del plato de la estación de proceso, esta señal indica que la pieza ya está lista y se reseteará cuando el sensor izquierdo se active, con la finalidad de transportar la pieza a la siguiente estación de clasificación (Véase figura 47).

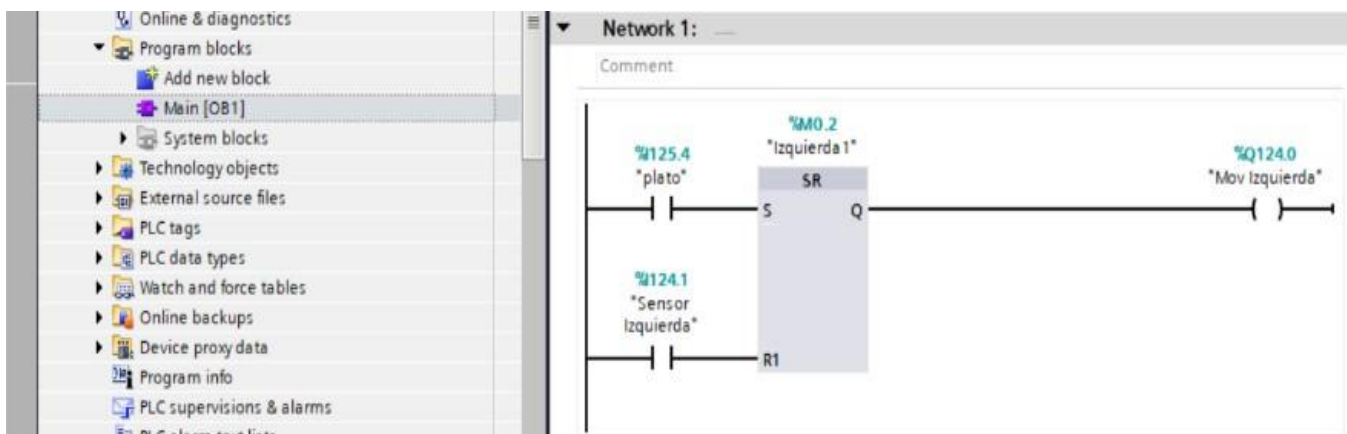


Figura 47: Network 1 estación de manipulación.

39. De la misma manera utilizando bloque Set Reset, se programa para el accionamiento del gripper, se activará cuando detecte el sensor izquierdo del brazo neumático y también se activará cuando se active el sensor derecho y cuando el sensor del brazo este accionado cuando descende, teniendo en cuenta que se reseteará cuando se detecte una pieza en el gripper y cuando se active la señal del sensor izquierda (Véase figura 48).

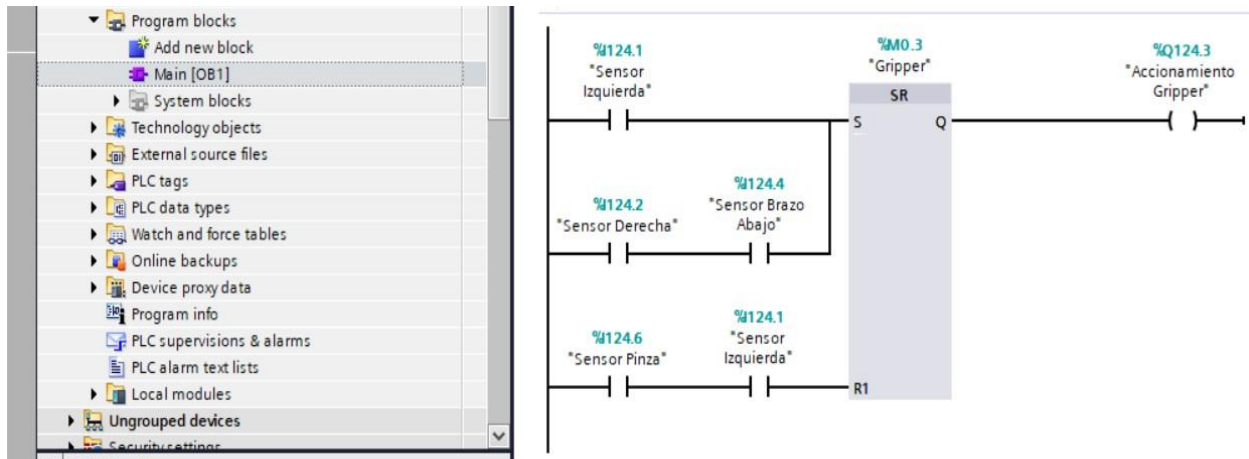


Figura 48: Network 2 estación de manipulación.

40. Se crea una marca que se activara con las condiciones de que cuando el sensor izquierdo se active y también cuando el sensor del brazo se encuentre descendido (Véase figura 49).

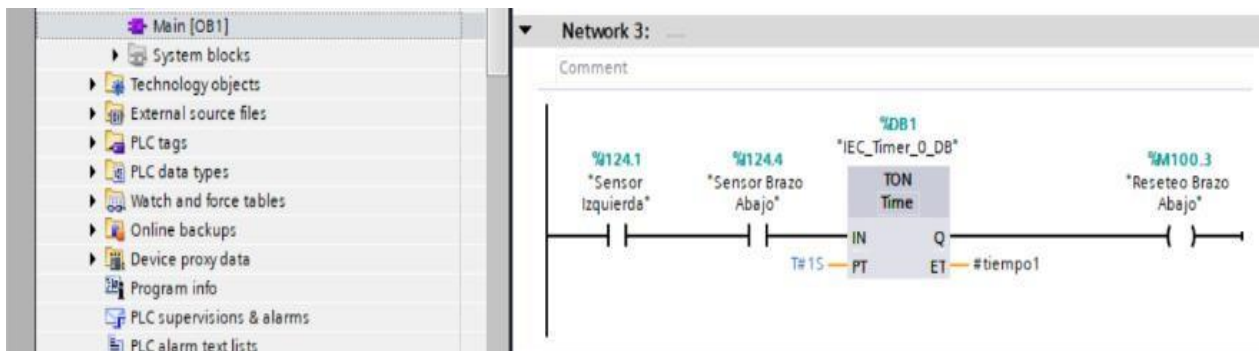


Figura 49: Network 3 estación de manipulación.

- 41.** De la misma manera con un bloque Set Reset, se programa cuando el brazo se accionará hacia abajo, para ello se tiene dos condiciones, se activará hacia abajo en la parte izquierda cuando se detecte el sensor izquierdo, cuando el sensor del brazo neumático se encuentre descendido, y cuando se detecte una pieza en el gripper. Se activará hacia la derecha cuando se detecte que hay una pieza en el gripper y cuando se active el sensor cuando el brazo se encuentre en la derecha. Se reseteará de la misma manera con dos condiciones, cuando el brazo este en la izquierda con la marca creada en el anterior paso, y cuando este a la derecha se reseteará cuando exista una pieza en la estación de clasificación (Véase figura 50).

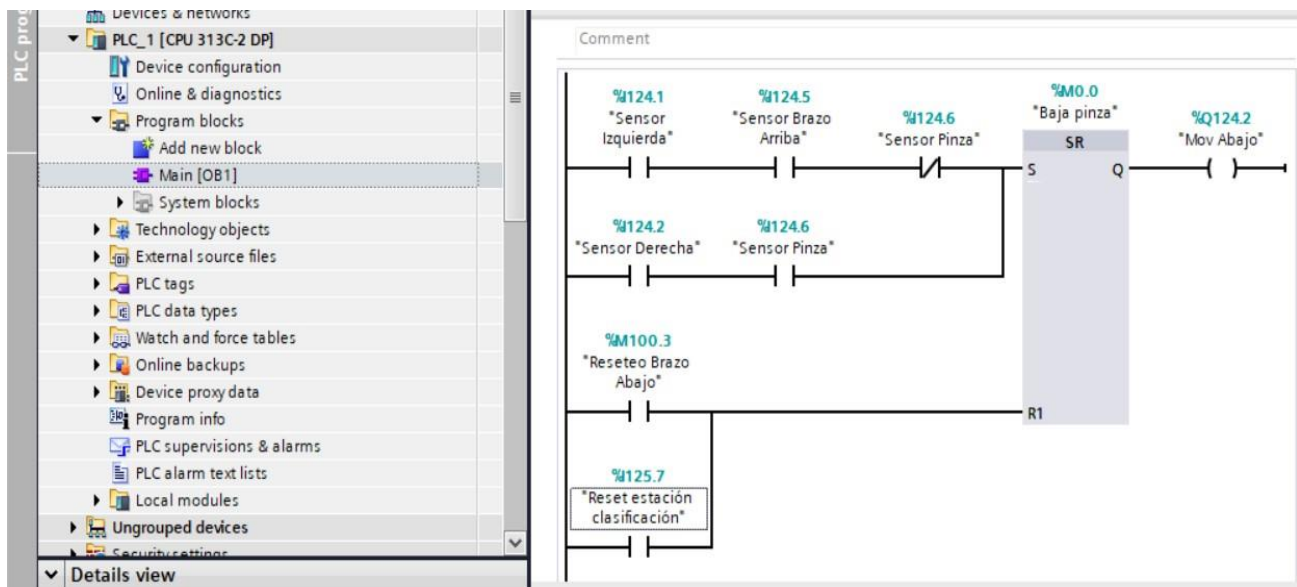


Figura 50: Network 4 estación de manipulación.

- 42.** Utilizando bloque Set Reset, se programa el accionamiento hacia la derecha, cuando el se active el sensor del brazo cuando se encuentra a la izquierda, cuando el sensor del brazo se encuentra arriba y cuando se detecte que hay una pieza en el gripper y se reseteara cuando detecte que el brazo se encuentra activado hacia la derecha (Véase figura 51).

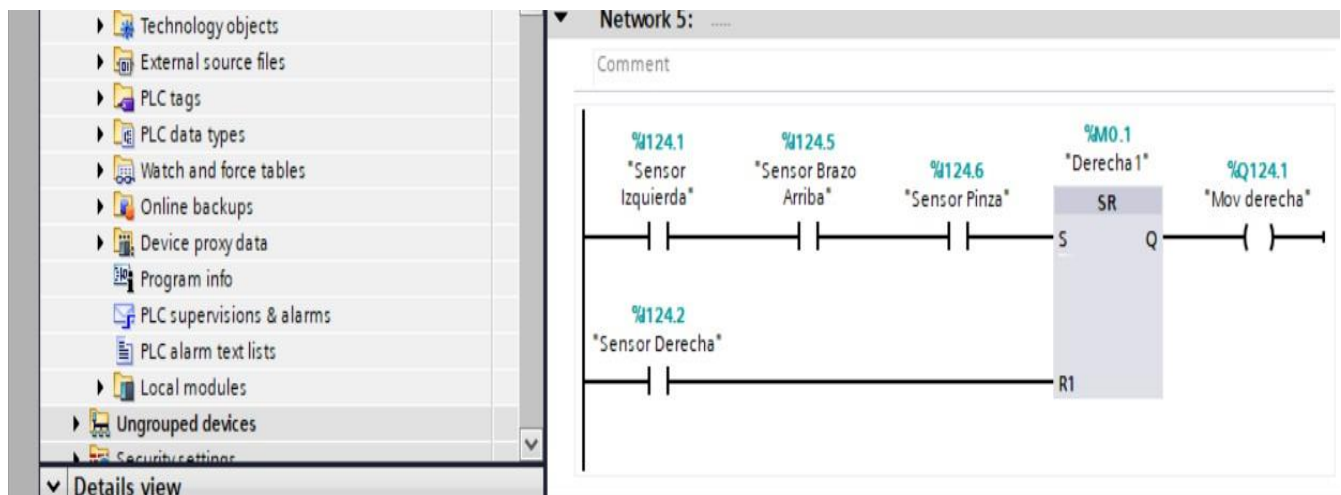


Figura 51: Network 5 estación de manipulación.

- 43.** A continuación, se programa la estación de clasificación, de la misma manera se sigue los pasos, 6,7,8,9,10,11,12 para crear un nuevo proyecto y agregar una red MPI.

44. A continuación, programar la estación de clasificación, para ello primero se establece la lógica de programación para el retenedor, se usan las señales de los sensores, tanto como de la pieza negra, y del sensor cuando se detecta una pieza en el slader, con la finalidad de que el sensor de cada pieza lea correctamente para su clasificación con un temporizador a la conexión en el retenedor (Véase figura 52).

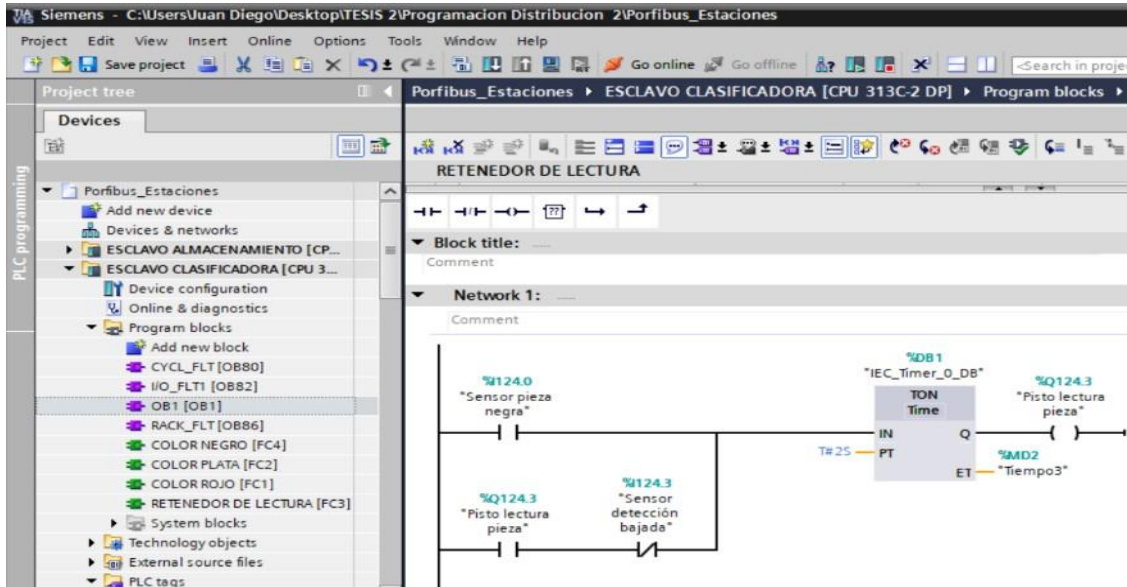


Figura 52: Network 1 de OB estación de clasificación.

45. Se programa la clasificación para la pieza color negra, se debe detectar el sensor pieza negra, lo cual es un sensor neutro para los tres colores, teniendo en cuenta que la pieza negra no necesita de un actuador para clasificar. Es importante mencionar que al ser un sensor neutro este activara la banda para transportar al slader los tres colores (Véase figura 53).

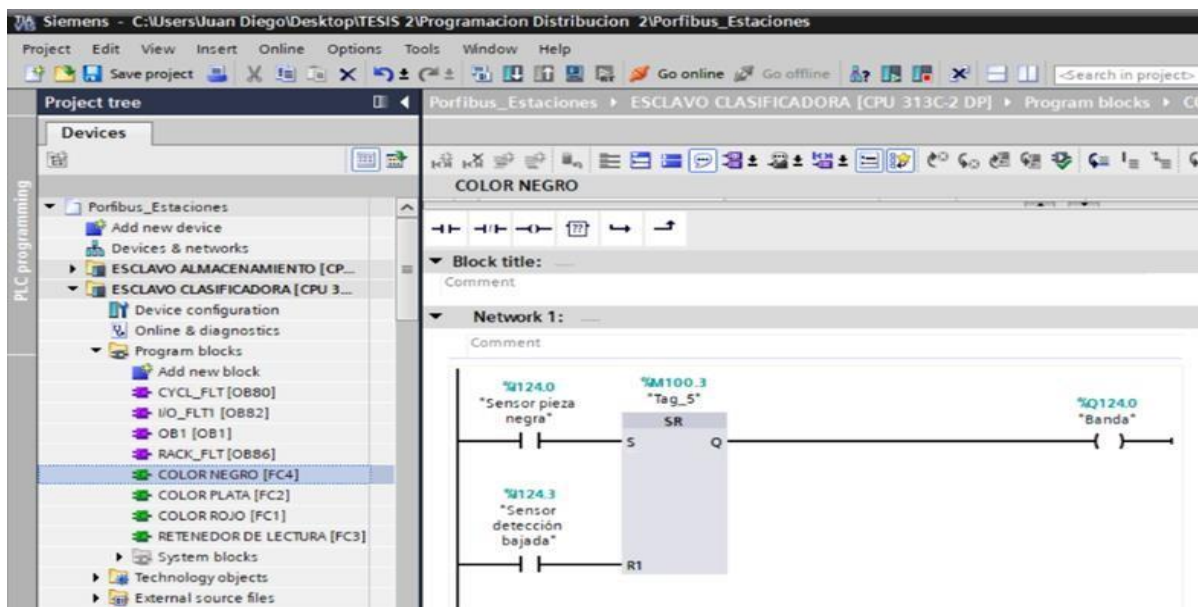


Figura 53: Network 1 FC color negro estación de clasificación.

- 46.** Se programa la clasificación de pieza color plata, se debe detectar los 3 sensores, con el objetivo de que se active el segundo actuador para almacenar en el slader, de igual manera se utilizó un flip flop, para desactivar el actuador cuando exista presencia en el slader. (Véase figura 54).

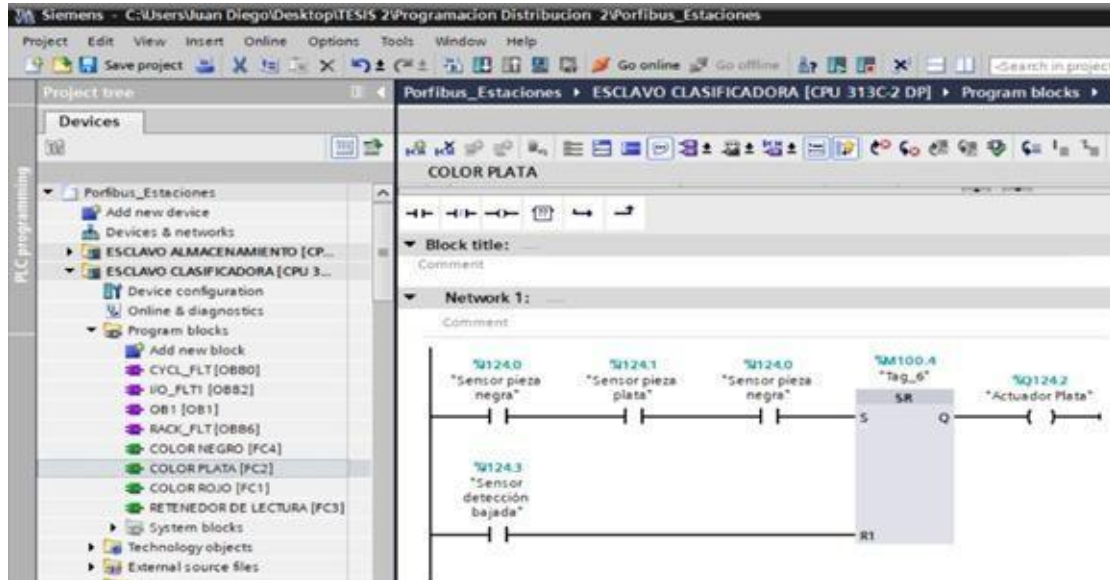


Figura 54: Network 1 FC color plata estación de clasificación.

- 47.** A continuación, se programa la clasificación para las piezas color rojo, para ello primero debe detectar el sensor pieza negra y sensor pieza roja, con la finalidad de que se active el primer actuador para almacenar en el slader, teniendo en cuenta que se tiene un flip flop, para desactivar el actuador cuando exista presencia de pieza en el slader (Véase figura 55).

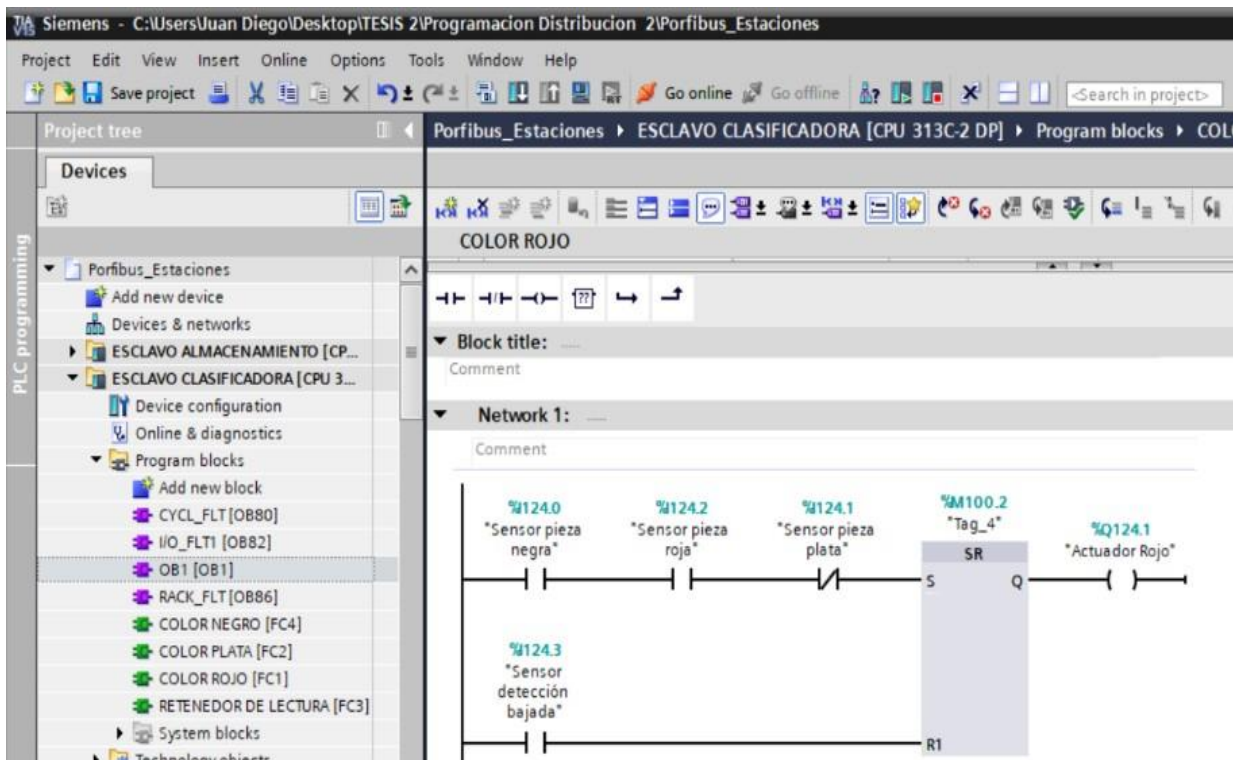



Figura 55: Network 1 FC color plata estación de clasificación.


	VICERRECTORADO DOCENTE	Código: GUIA-PRL-001
	CONSEJO ACADÉMICO	Aprobación: 2016/04/06
Formato: Guía de Práctica de Laboratorio / Talleres / Centros de Simulación		

Bibliografía:

- Álvarez, M., Mejía, J., "TIA PORTAL. Aplicaciones de PLC", Instituto Tecnológico Metropolitano, 2017.
- FESTO, "Manual de operación"
- Baca U, G., Cruz, M., Cristóbal, M., Baca C, G., Gutiérrez, J., Pacheco, A., . . . Obregón, M. (2014). Introducción a la ingeniería industrial (Vol. 2). Grupo Editorial PATRIA.
- Ebel, F., y Pany, M. (2006a). Distributing station manually. Festo Didactic GmbH Co. KG.
- Ebel, F., y Pany, M. (2006b). Handling station manual. Festo Didactic GmbH Co. KG.
- Ebel, F., y Pany, M. (2006c). Processing station manual. Festo Didactic GmbH Co. KG.
- Ebel, F., y Pany, M. (2006d). Sorting station manual. Festo Didactic GmbH Co. KG.
- Ebel, F., y Pany, M. (2006e). Testing station manual. Festo Didactic GmbH Co. KG.

Docente / Técnico Docente: _____


Firma: _____

	VICERRECTORADO DOCENTE	Código: GUIA-PRL-001
	CONSEJO ACADÉMICO	Aprobación: 2016/04/06
Formato: Guía de Práctica de Laboratorio / Talleres / Centros de Simulación		

		FORMATO DE INFORME DE PRÁCTICA DE LABORATORIO / TALLERES / CENTROS DE SIMULACIÓN – PARA ESTUDIANTES	
CARRERA:		ASIGNATURA:	
NRO. PRÁCTICA:		TÍTULO PRÁCTICA:	
OBJETIVO ALCANZADO:			
ACTIVIDADES DESARROLLADAS			
1.			
2.			
3.			
4.			
5.			
6.			
N.			
RESULTADO(S) OBTENIDO(S):			
CONCLUSIONS:			
RECOMENDACIONES:			

Nombre de estudiante: _____

Firma de estudiante: _____

	VICERRECTORADO DOCENTE	Código: GUIA-PRL-001
	CONSEJO ACADÉMICO	Aprobación: 2019/04/06
Formato: Guía de Práctica de Laboratorio / Talleres / Centros de Simulación		

		FORMATO DE GUÍA DE PRÁCTICA DE LABORATORIO / TALLERES / CENTROS DE SIMULACIÓN – PARA DOCENTES																																
CARRERA: Ingeniería Mecatrónica		ASIGNATURA: Diseño Mecatrónico/ Diseño de instalaciones de Manufactura/Integración CAD-CAM-CIM																																
NRO. PRÁCTICA:	02	TÍTULO PRÁCTICA: Redistribución de estaciones de laboratorio MPS-500 en software TIA PORTAL V15.																																
OBJETIVO (Colocar los objetivos que se alcanzarán al desarrollar la práctica):																																		
<ul style="list-style-type: none"> • Conocer el funcionamiento del software TIA PORTAL V15. • Desarrollar los pasos para poner en red al PLC con PC. • Desmontar estaciones del laboratorio MPS-500. • Realizar un proceso secuencial con los módulos de: alimentación, clasificación, transporte, robot y almacenamiento. • Ejecutar el procedimiento para establecer la conexión en red entre PLC's maestro - esclavo. • Analizar los controladores RI-571 y R28TB del robot MELFA RV-2AJ. • Comprender el manejo del software CIROS Studio para establecer conexión entre PC y Robot MELFA RV-2AJ. • Conocer el lenguaje de programación del robot MELFA RV-2AJ. 																																		
INSTRUCCIONES (Detallar las instrucciones que se dará al estudiante):	1. Requisitos y conocimientos previos																																	
	<ul style="list-style-type: none"> a) Instalaciones industriales b) Electrónica básica c) Redes industriales d) Diseño de instalaciones de manufactura 																																	
	2. Equipos, instrumentos y software.																																	
	<table border="1"> <thead> <tr> <th>Descripción</th> <th>Cantidad</th> <th>Marca</th> <th>Identificación / serie</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Computadora S.O. Windows 10, 64 bits</td> <td>1</td> <td>-</td> <td>-</td> </tr> <tr> <td>PLC S7-300</td> <td>5</td> <td>Siemens</td> <td>-</td> </tr> <tr> <td>Cable MPI</td> <td>1</td> <td>Siemens</td> <td>-</td> </tr> <tr> <td>Software TIA PORTAL V15</td> <td>1</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Software CIROS Studio</td> <td>1</td> <td>FESTO</td> <td>-</td> </tr> <tr> <td>Kit de herramientas</td> <td>1</td> <td>FESTO</td> <td>-</td> </tr> <tr> <td>Licencia de Ciros Studio</td> <td></td> <td>FESTO</td> <td></td> </tr> </tbody> </table>			Descripción	Cantidad	Marca	Identificación / serie	Computadora S.O. Windows 10, 64 bits	1	-	-	PLC S7-300	5	Siemens	-	Cable MPI	1	Siemens	-	Software TIA PORTAL V15	1			Software CIROS Studio	1	FESTO	-	Kit de herramientas	1	FESTO	-	Licencia de Ciros Studio		FESTO
Descripción	Cantidad	Marca	Identificación / serie																															
Computadora S.O. Windows 10, 64 bits	1	-	-																															
PLC S7-300	5	Siemens	-																															
Cable MPI	1	Siemens	-																															
Software TIA PORTAL V15	1																																	
Software CIROS Studio	1	FESTO	-																															
Kit de herramientas	1	FESTO	-																															
Licencia de Ciros Studio		FESTO																																
3. Exposición																																		
<ul style="list-style-type: none"> • Controlador Lógico Programable (PLC) <p>En el Sistema de Producción Modular para poder controlar sus estaciones, está implementado un controlador lógico programable (PLC) que es un dispositivo electrónico que puede ser programado por el usuario en un lenguaje no informático, la misma está enfocada en la área de la industria, en procesos secuenciales, con la función de realizar procesos automatizados, esto nos permite controlar tanto como entradas y salidas de los módulos que existen dentro de cada estación a utilizar, con la finalidad de automatizar procesos productivos que permite mejorar los tiempos de producción, índice bajo de fallos, y evitar la intervención humana en un ambiente de riesgo. (Álvarez y Mejía, 2017).</p>																																		

- **Especificaciones**

En cada estación está implementado un tipo de PLC llamado SIMATIC S7-300 que se encuentra dentro de los controladores estándar utilizado para aplicaciones pequeñas y medianas. El PLC Siemens S7 300 es la solución automática ideal para los campos que requieren optimización en productividad. (Siemens, 2005) A continuación se detallará sus principales especificaciones:

- CPU compacta con mpi, 24 ed/16 sd, 4ea, 2sa, 1 pt100 □ 3 contadores rápidos (30 khz).
- Fuente alimentación. Integrada 24v dc.
- Memoria central 128 kbyte.
- Requiere conector frontal (1x 40 polos) y micro memory card.



Figura 1: PLC SIMATIC S7-300

- **Profibus**

Profibus tiene la función de controlar procesos, dentro del campo de dispositivos como máquinas de manipulación y ensamblaje de materiales en donde su topología es en bus lineal con su respectiva terminación en cada extremo. También consta de protocolos Profibus DP y Profibus PA, que están enfocados para la automatización de procesos. Profibus es uno de los buses de campo más utilizado en la industria. Entre sus principales áreas de aplicación se encuentran la manufacturación, automatización y generación de procesos. Internacionalmente este bus se encuentra estandarizado bajo las normas EN 50170, IEC 61158 e IEC 61784 permitiendo que los usuarios finales tengan independencia frente a los productos ofrecidos por los distintos fabricantes. (Alonso, 2013)

Estaciones a usar MPS-500

- **Estación de Distribución**

La estación de distribución es un dispositivo de alimentación. Los dispositivos de alimentación se definen como unidades que cumplen la función de abastecimiento, clasificación y alimentación de componentes. (Festo, 2022c)

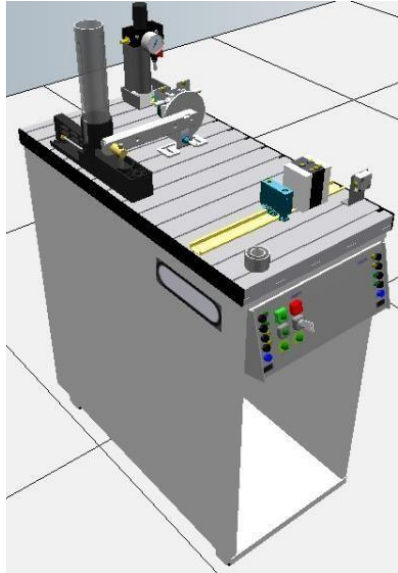


Figura 2: Estación de Distribución

- **Estación de Verificación.**

La estación de verificación tiene la función de verificar el material que se entregara partir de la estación de distribución. (Festo, 2022g)

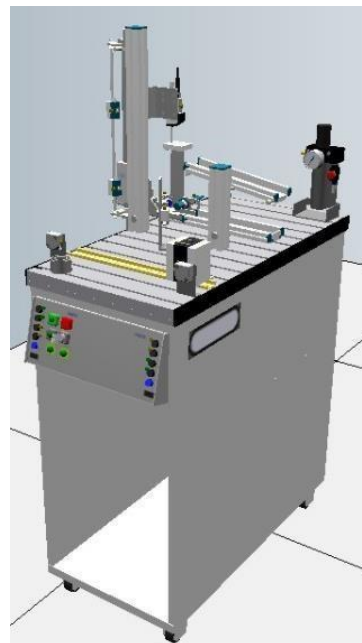


Figura 3: Estación de Verificación

- **Estación de Clasificación**

En la estación de clasificación, las piezas simbólicas se clasifican según el material y el color, se puede clasificar las piezas en 3 deslizadores tomando en cuenta las características de las piezas. (Festo, 2022b)

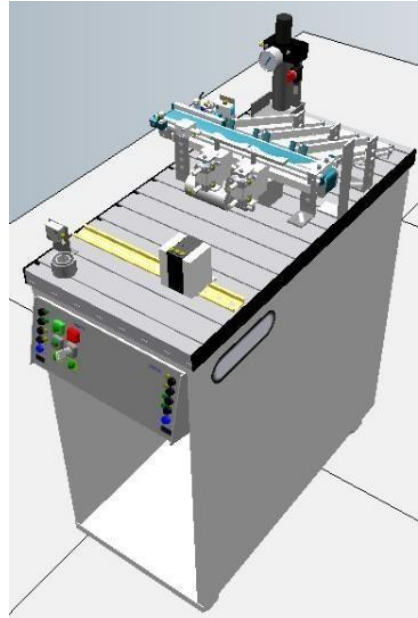


Figura 4: Estación de Clasificación

- **Estación de Sistema de transporte de banda transportadora**

La estación de sistema de transporte tiene la función de poder controlar el transporte del material en todo el sistema. Este sistema de transporte está implementado dos bandas de 3 metros y dos bandas de 60 centímetros, con la finalidad de poder estar involucradas en cada posición de la estación que se desee. (Festo, 2022h)

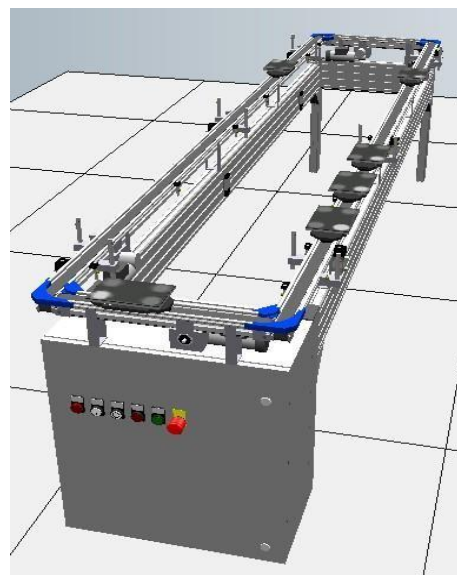


Figura 5: Estación de Sistema de transporte

- **Estación de almacenamiento**

En la estación de almacenamiento tiene la función de almacenar las piezas, lo realiza mediante un brazo robótico en donde es accionado por servomotores. (Festo, 2022a)

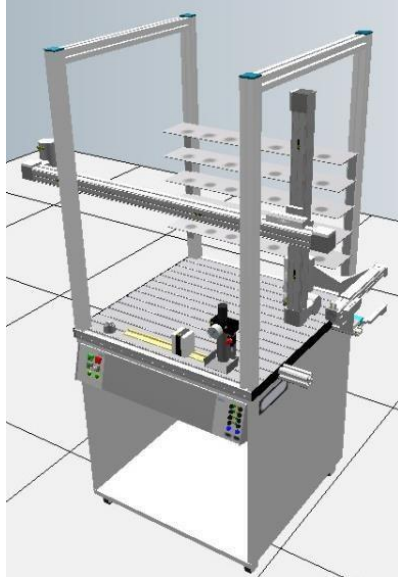


Figura 6: Estación de Almacenamiento

- **Estación de ensamble de robot**

En la estación de robot tienen la función de ensamblar las piezas, en donde se lo realiza a partir de un brazo robótico MITSUBISHI RV2-AJ, en la que se puede controlar y programar a partir de su software llamado CIROS Studio y también desde su controlador manual. (Festo, 2022f)

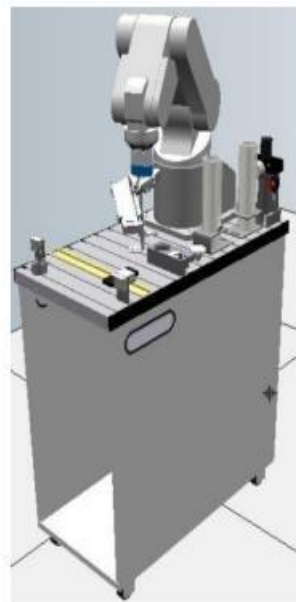


Figura 7: Estación de Almacenamiento

- **Distribución en planta celular**

Son un tipo de distribución en donde requieren ciertas características de las nuevas líneas de producción como los productos y los procesos (Baca U, y cols.,2014).

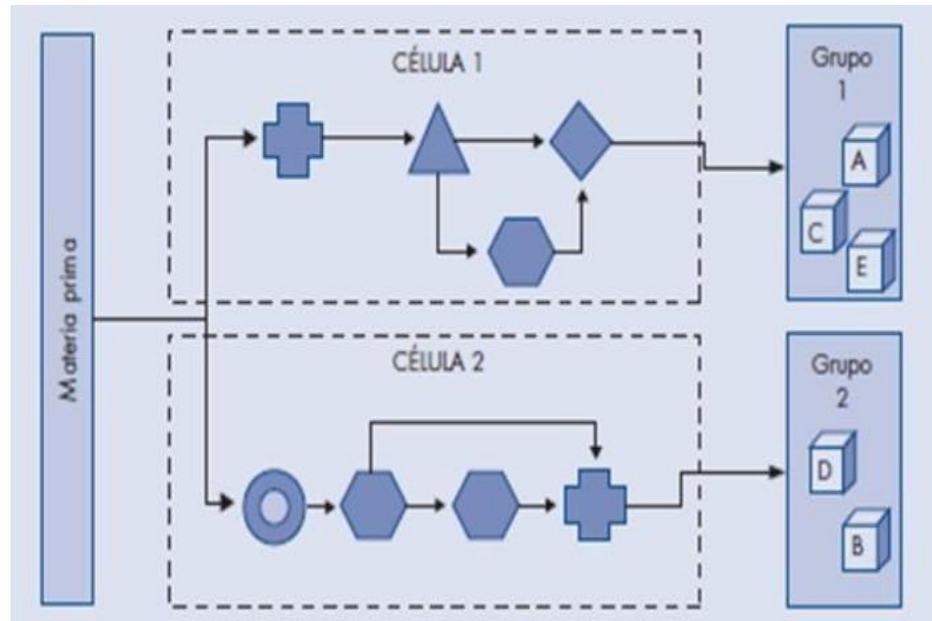


Figura 8: Distribución en planta celular

- **Patrones de flujo**

Para poder diseñar el patrón de flujo primero se necesita describir los flujos que se requieren para poder llevar a cabo el proceso secuencial. Estos nuevos patrones se ejecutan dentro de una superficie horizontal, teniendo en cuenta que se puede seguir varias cantidades de patrones que se pueden diseñar a partir de los patrones básicos de flujo. (Baca U, y cols.,2014).

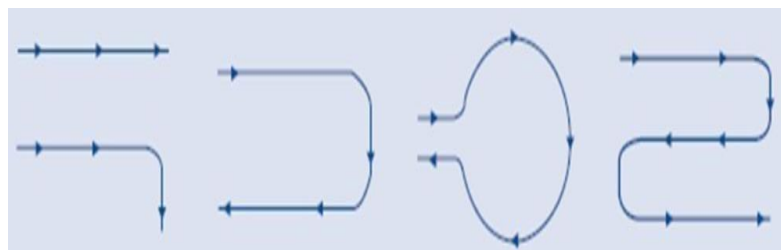


Figura 9: Patrones de flujo.

4. Indicar al profesor para su evaluación de funcionamiento.

ACTIVIDADES POR DESARROLLAR

(Anotar las actividades que deberá seguir el estudiante para el cumplimiento de la práctica)

1. Diseñar y modelar la nueva distribución de las estaciones a utilizar en el software CIROS Studio (Véase figura en la 10 y 11).

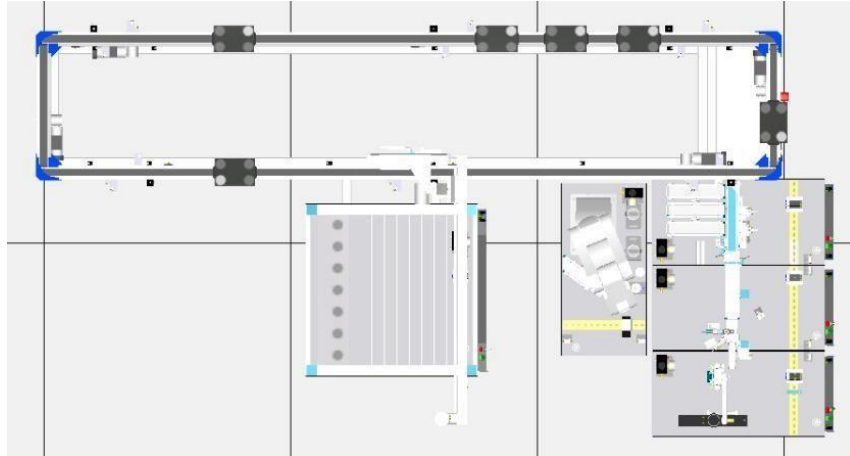


Figura 10: Diseño y modelado de distribución

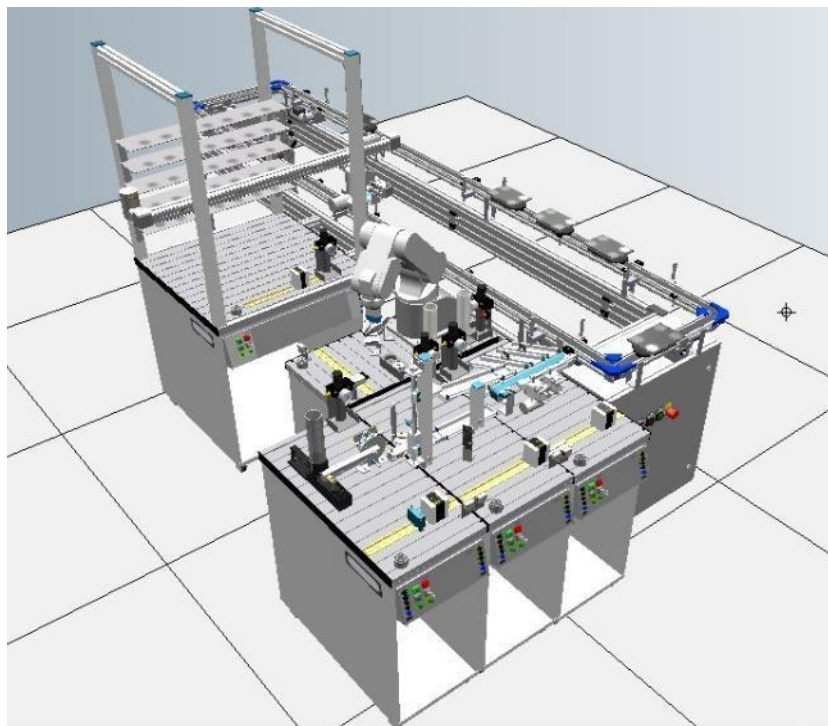


Figura 11: Diseño y modelado de distribución

2. Diseñar los procesos de la nueva distribución mediante un diagrama de flujo (Véase figura 12).

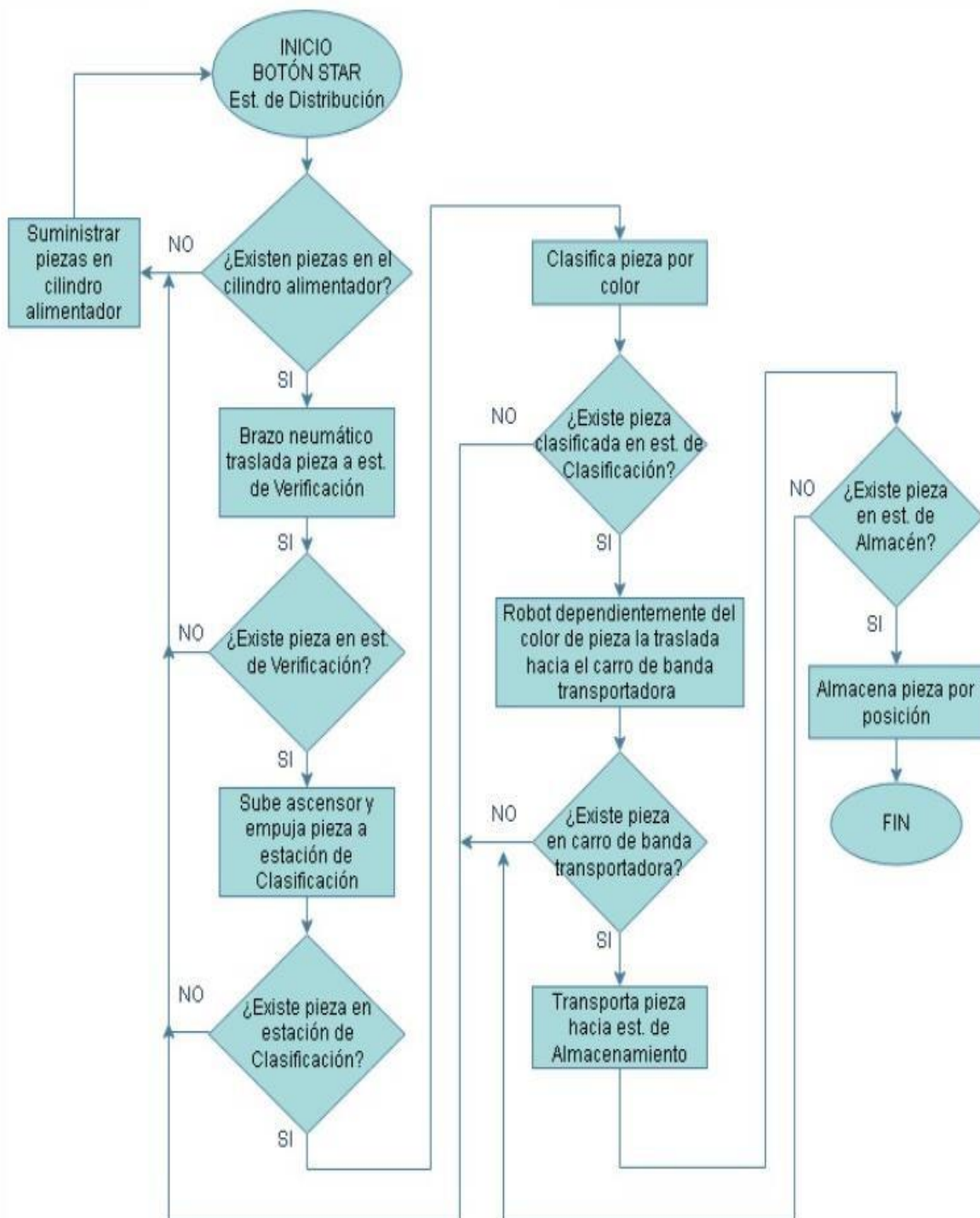


Figura 12: Diagrama de flujo de funcionamiento del proceso.

3. Verificar las conexiones Profibus de cada estación teniendo en cuenta que la impedancia del terminal del cable debe estar en off para que continúe la transmisión a mas PLC'S y en bus para que termine flujo (Véase figura 13 y 14).



Figura 13: Verificación de conexión Profibus.



Figura 14: Verificación de conexión Profibus.

4. Sujetar adecuadamente cada estación como seguridad, con la finalidad que no exista dificultades mecánicas al momento de realizar la secuencia del proceso (Véase figura 15 y 16).

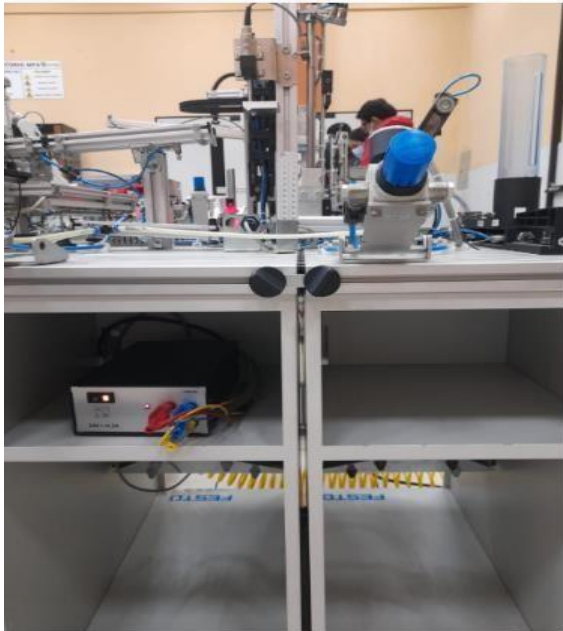



Figura 15: Sujeción de estaciones



Figura 16: Bloqueo de seguro de llantas.

	VICERRECTORADO DOCENTE	Código: GUIA-PRL-001
	CONSEJO ACADÉMICO	Aprobación: 2019/04/06
Formato: Guía de Práctica de Laboratorio / Talleres / Centros de Simulación		

5. Colocar las estaciones en base a la distribución diseñada y modelada (Véase figura 17).



Figura 17: Bloqueo de seguro de llantas.

6. Verificar entradas y salidas con su respectiva dirección de cada uno de los sensores y actuadores que componen las estaciones a usar.

7. Abrir software TIA PORTAL V15

8. A continuación, creamos un proyecto en el software TIA PORTALV15, y asignamos un nombre al proyecto, y luego dar clic en crear (Véase figura 18).

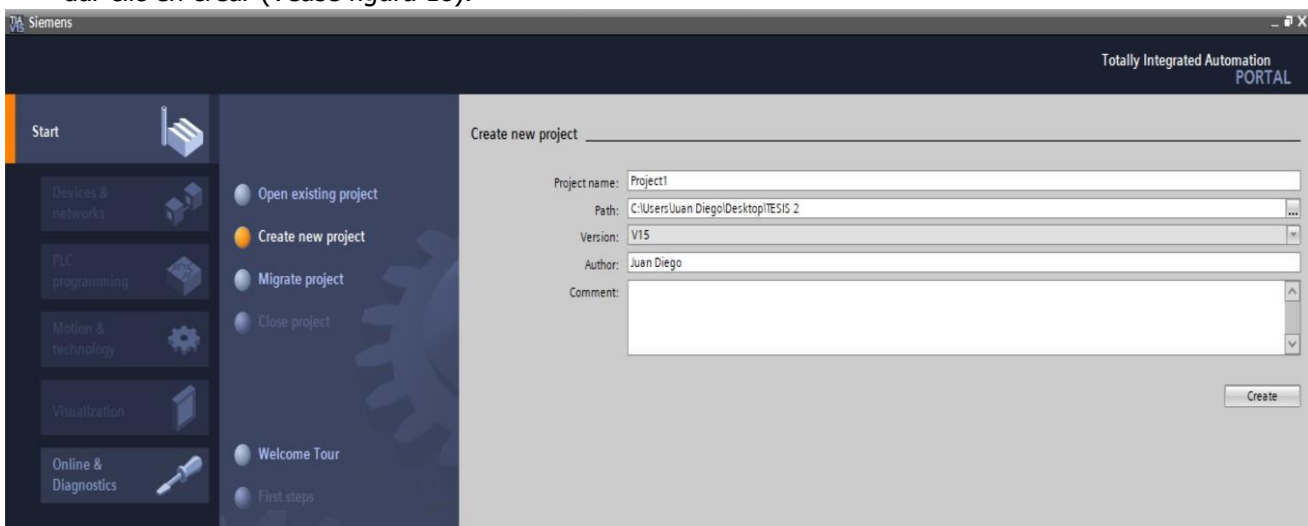


Figura 18: Creación de proyecto.

9. A continuación, se procede a configurar el dispositivo (Véase figura 19).

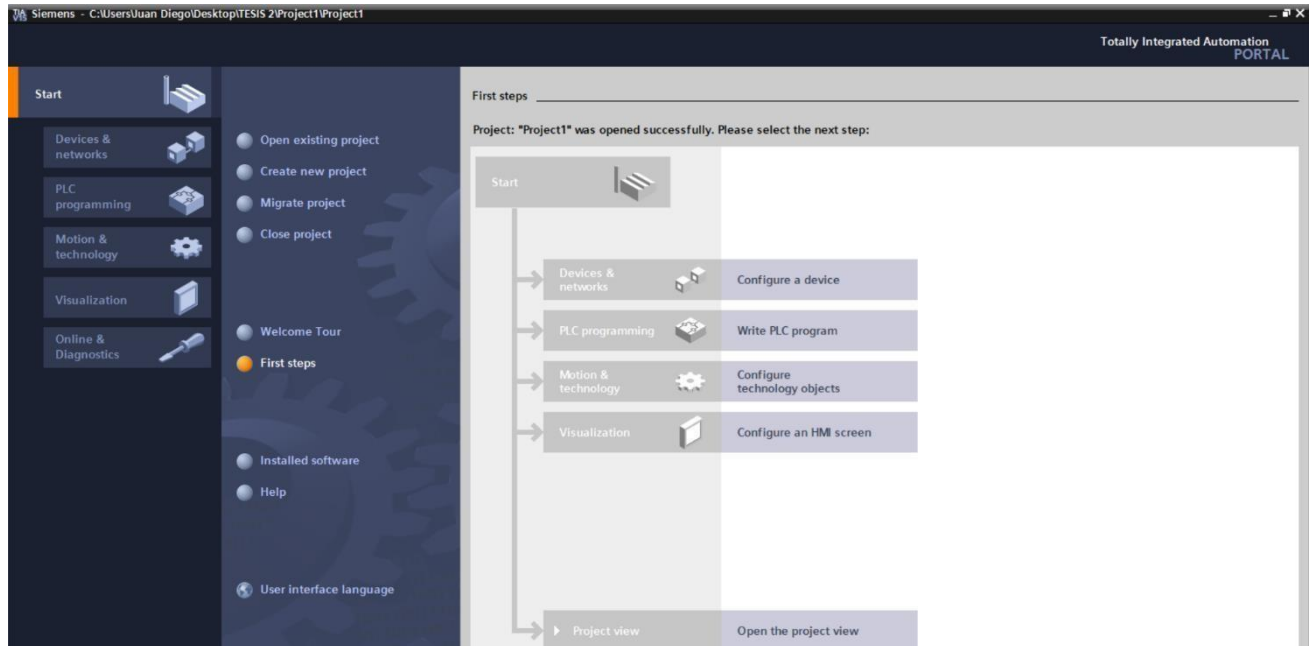


Figura 19: Configuración de dispositivos.

10. Dentro de agregar dispositivo se elige la opción SIMATIC S7 300, a continuación, también el CPU que en este caso primero agregamos el maestro y el esclavo 313C-2 DP con su respectiva versión de firmware y número de artículo (Véase en la figura 20).

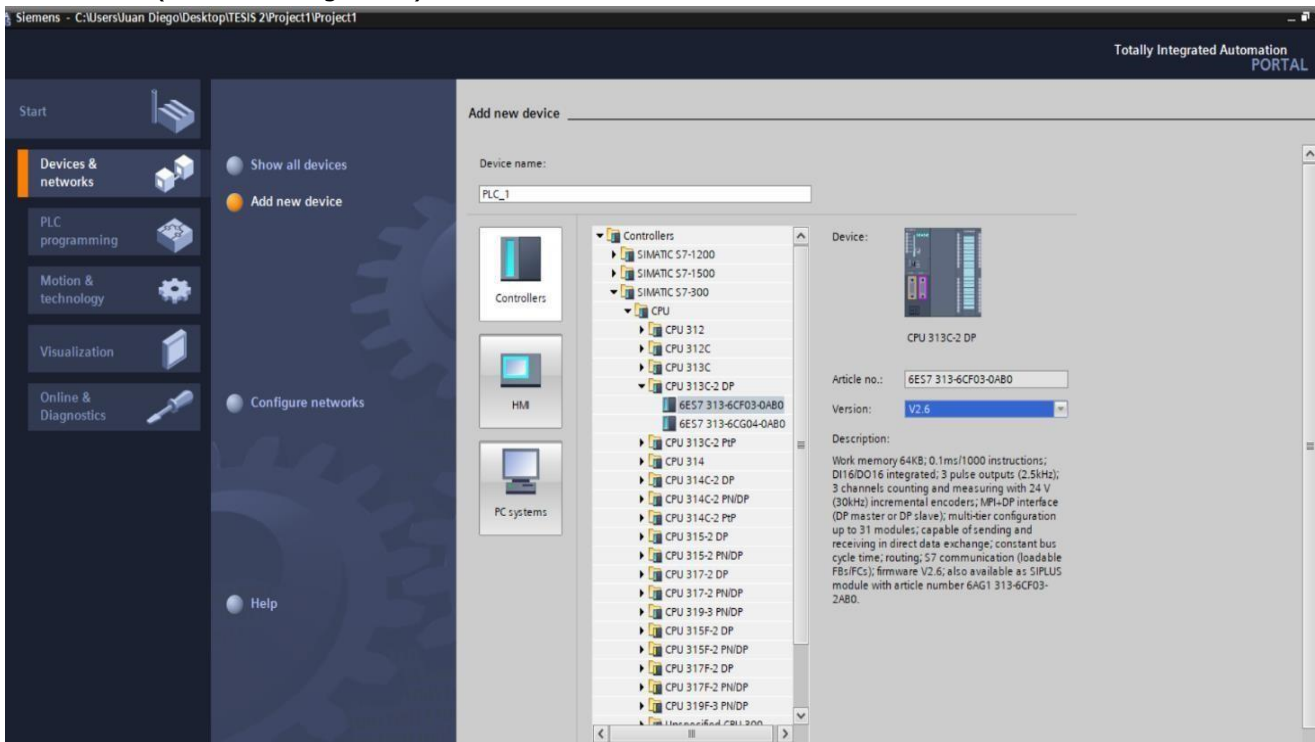


Figura 20: Configuración de dispositivos.

11. Una vez agregado el dispositivo se mostrará una ventana con el CPU, en donde podremos agregar los módulos que se necesite (Véase en la figura 21).

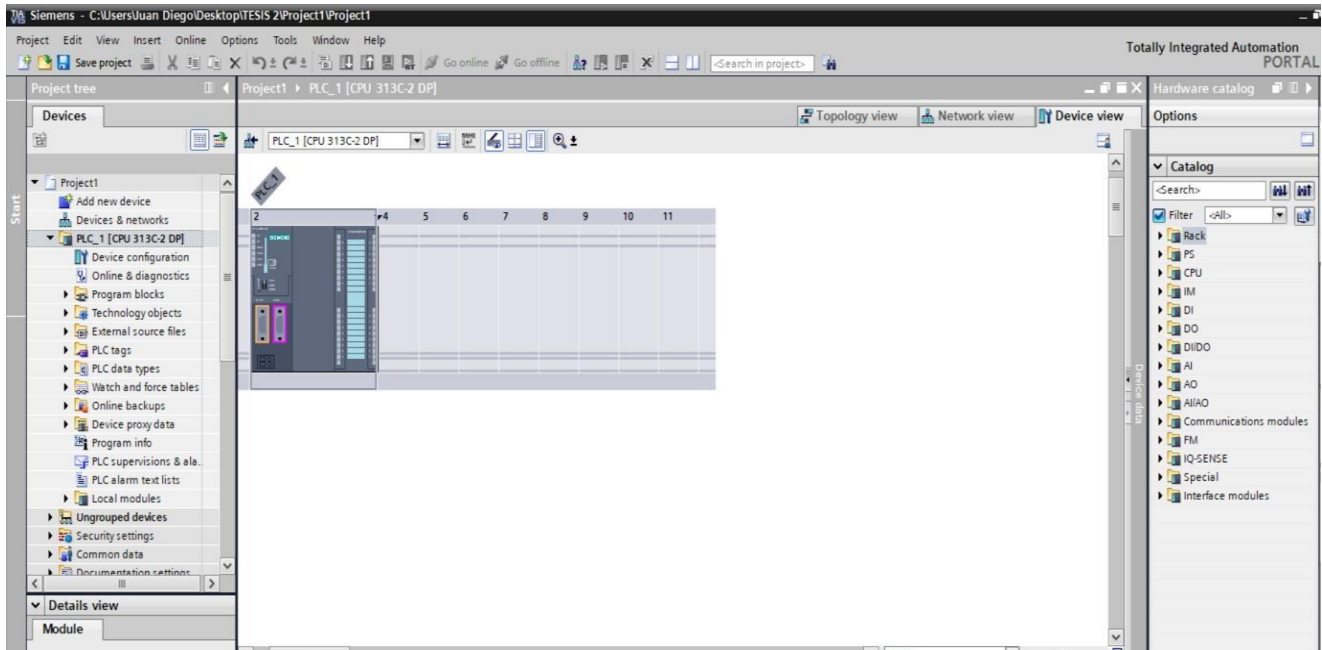


Figura 21: Adición de módulos.

12. A continuación, se agregan los dispositivos que serán los esclavos, esto dependerá de las estaciones que se use, para ellos dar clic en agregar nuevo dispositivo, y elegir la opción SIMATIC S7 300, a continuación, el CPU 313C-2 DP son su respectiva versión, hay que tener en cuenta que el CPU de la estación de almacenamiento es diferente. (Véase en la figura 22).

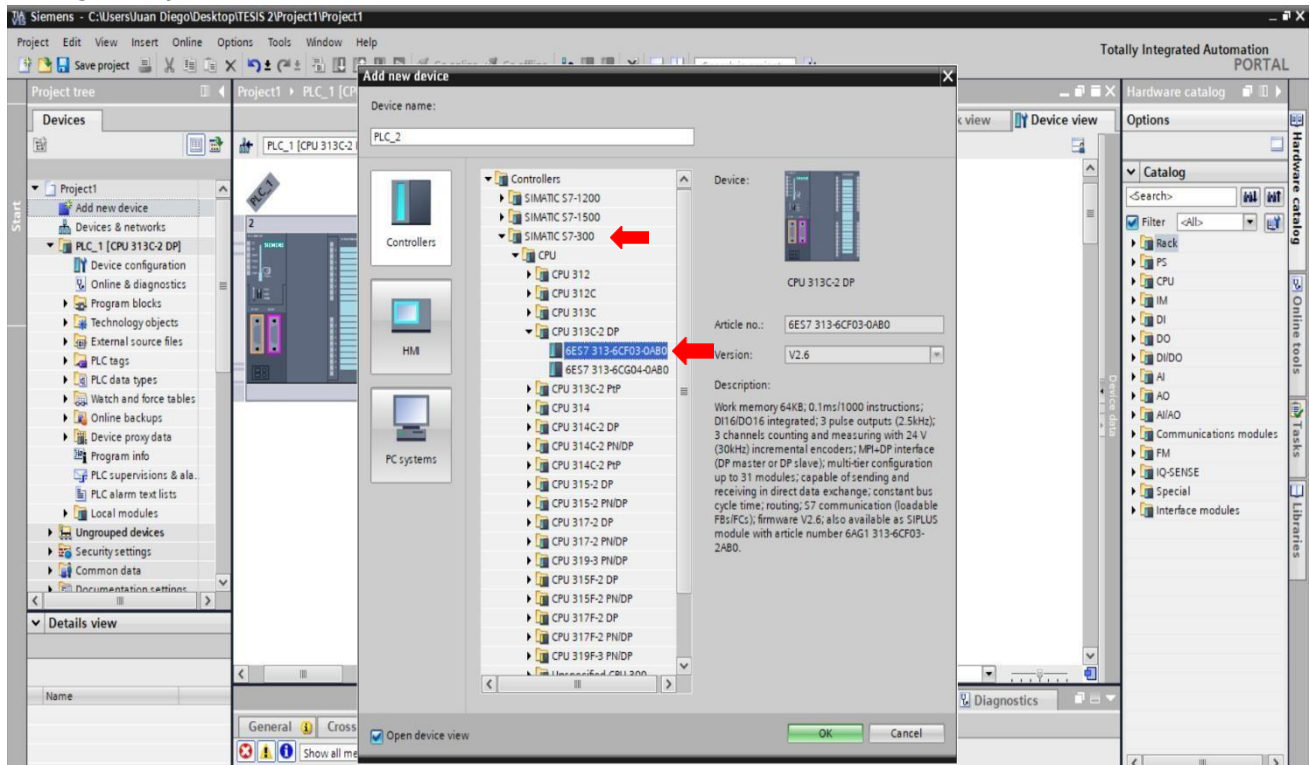


Figura 22: Adición de módulos esclavos.

13. A continuación, se agregan todos los dispositivos de cada estación a usar (Véase en la figura 23).

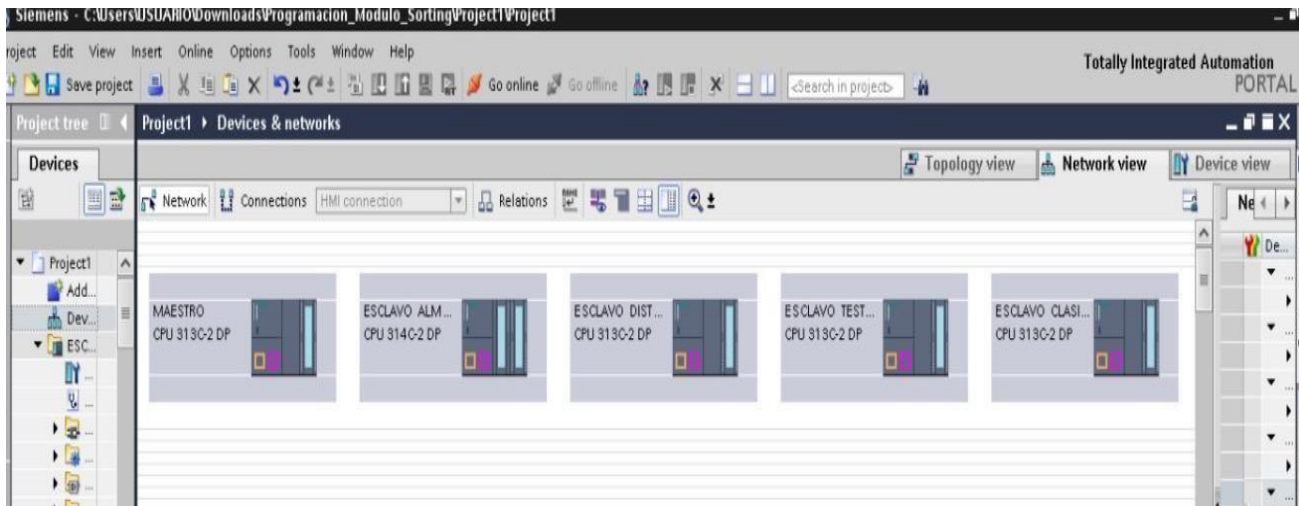


Figura 23: Módulos de cada estación a usar.

14. Direcciones de cada estación en la red MPI.

ESTACIÓN	DIRECCIÓN
Maestro	2
Almacenamiento	3
Distribución	4
Verificación	5
Clasificación	6

15. Una vez ya agregado todos los dispositivos, se crea y se configura la red MPI para cada CPU. Para ello dar clic en MPI, y desplazar un menú de la red, dar clic en agregar nueva red con dirección 2 en este para el maestro, dirección 3 estación de almacenamiento, dirección 4 estación de distribución, dirección 5 estación de verificación, dirección 6 estación de clasificación. (Véase en la figura 24 y 25).

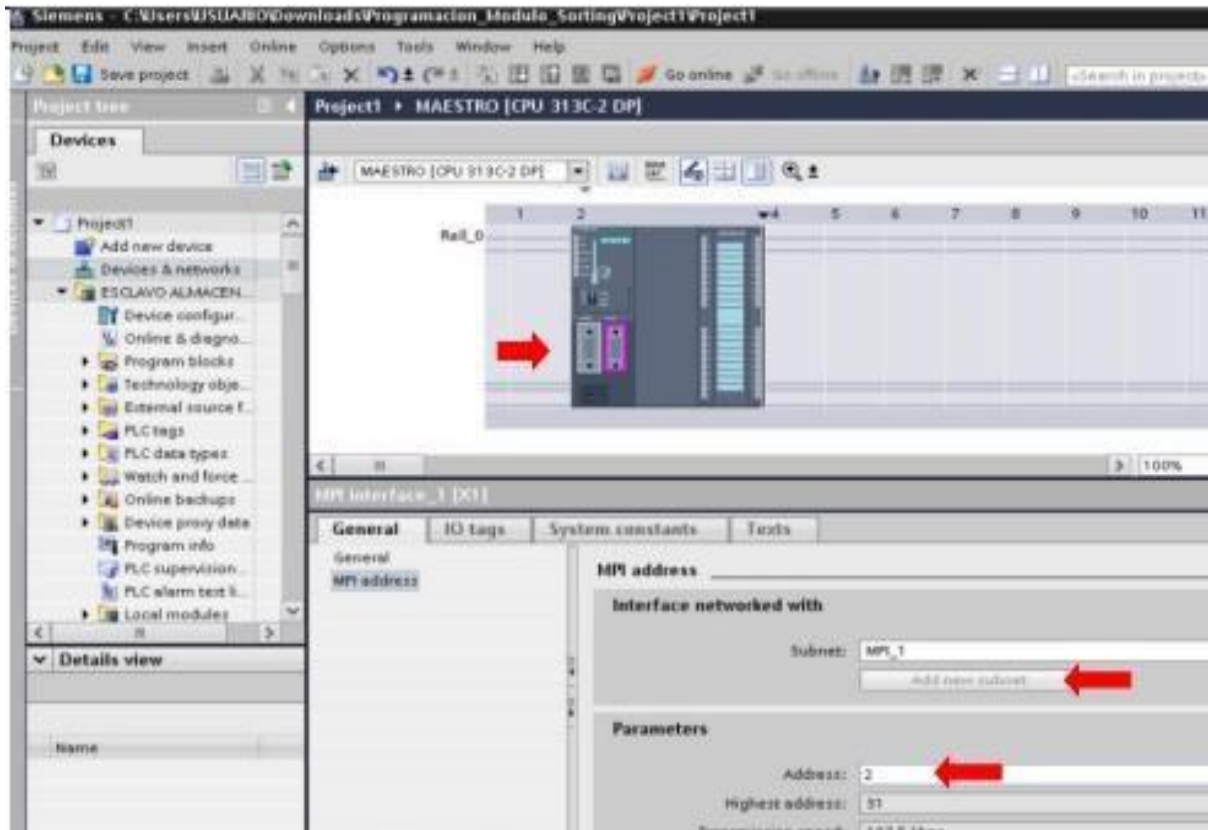


Figura 24: Configuración MPI.

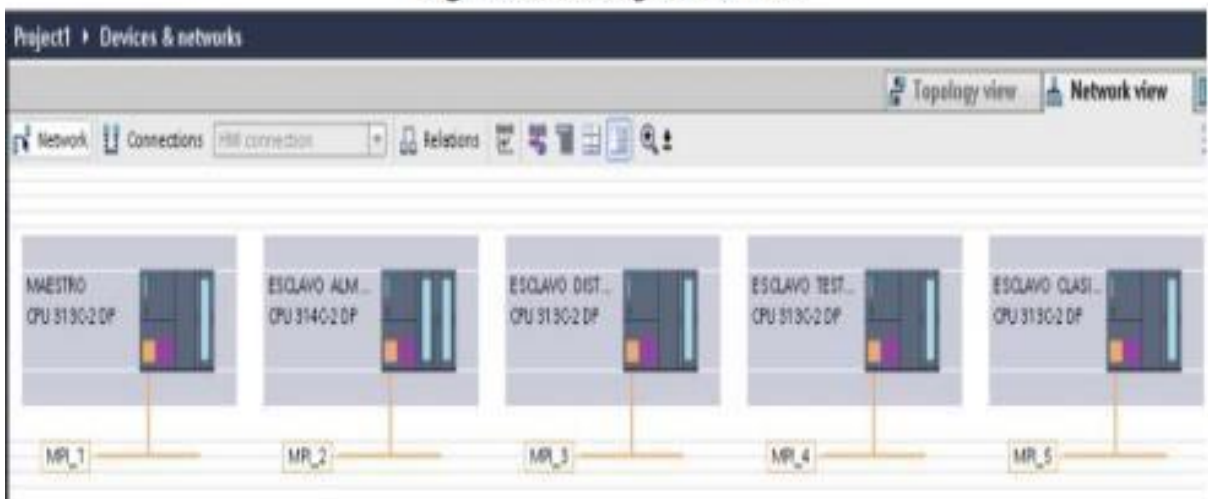


Figura 25: RED MPI

16. Direcciones de cada estación en red Profibus.

ESTACIÓN	DIRECCIÓN
Maestro	20
Almacenamiento	14
Distribución	16
Verificación	18
Clasificación	4

17. A continuación, se debe crear y configurar la red Profibus, para ello hacemos clic en la red, en donde se nos desplazará el menú de interfaz, dar clic en modo de operación y establecer cuál será el maestro y el esclavo, con su respectiva dirección (Véase en la figura 26 y 27).

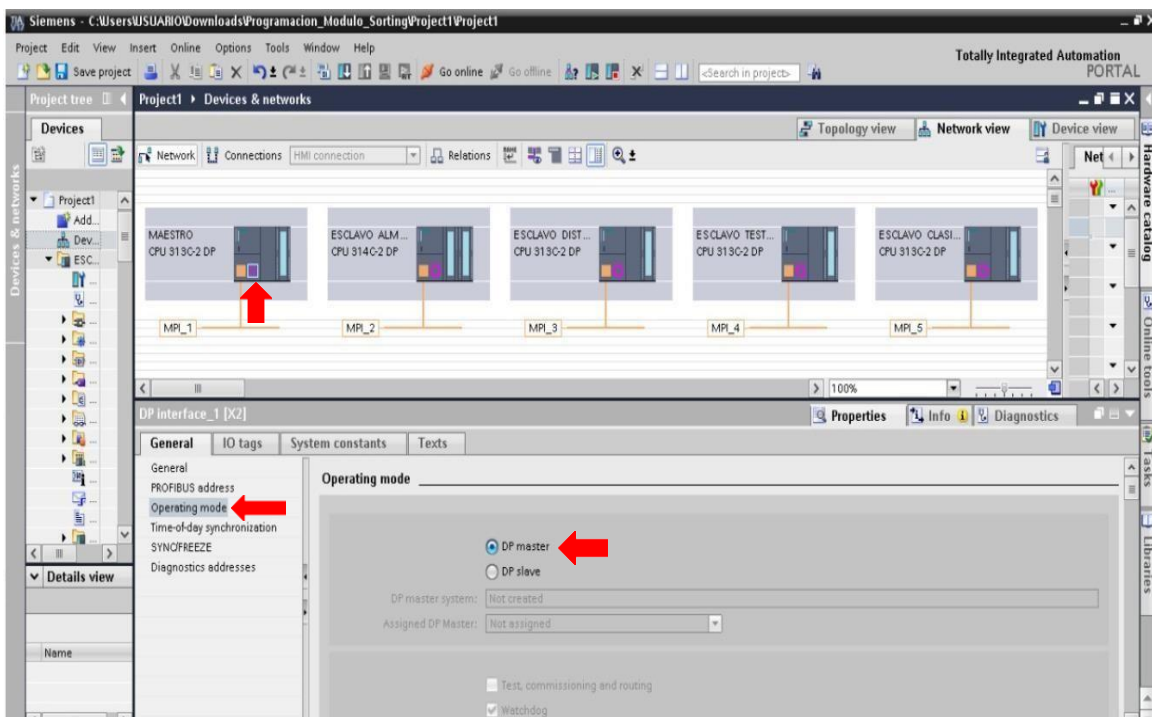


Figura 26: Configuración Profibus.

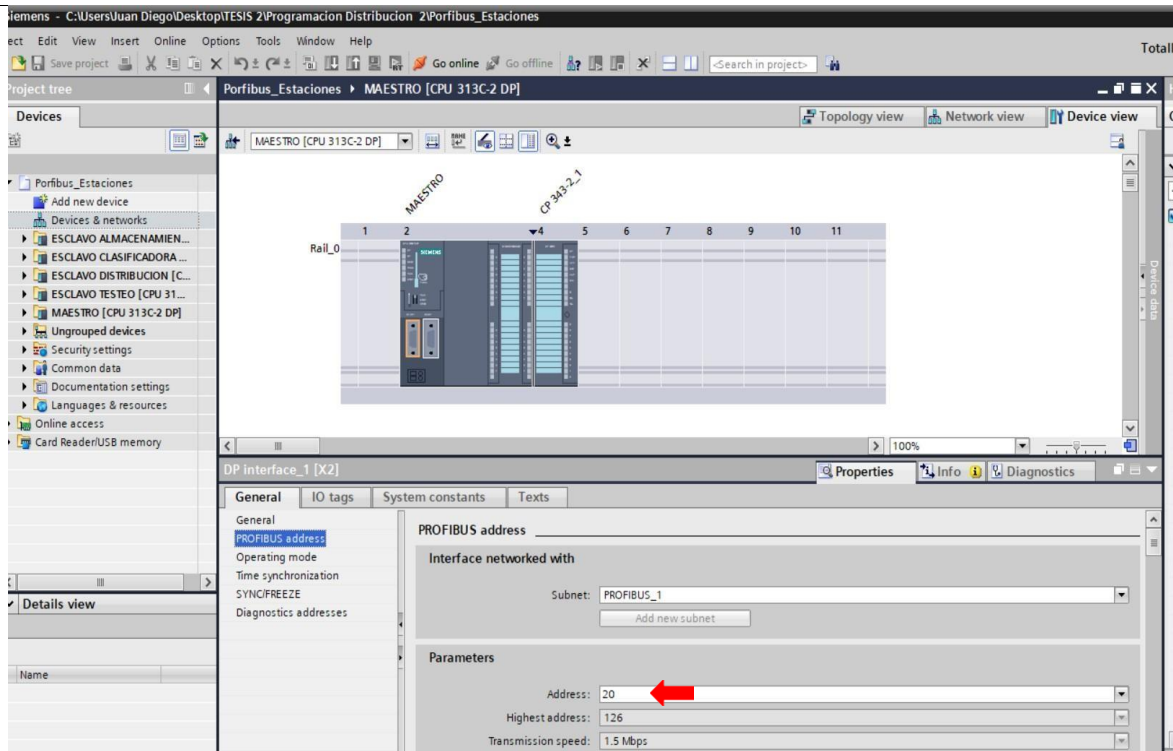


Figura 27: Configuración dirección Profibus.

- 18.** Se configura la comunicación entre maestro y esclavo, para ello en áreas de transferencia se crea las direcciones de comunicación, en donde la dirección de salida del maestro será la entrada de dirección en el esclavo (Véase figura 28).

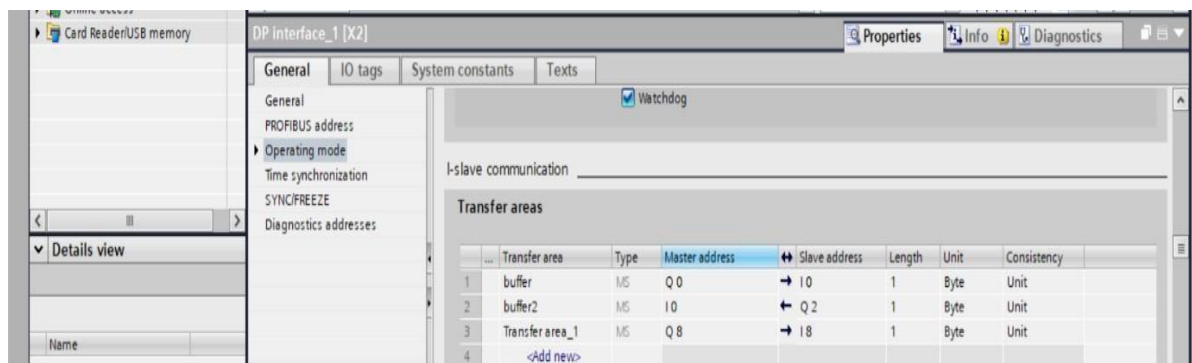


Figura 28: Configuración de direcciones de la comunicación Maestro-Eslavo.

19. A continuación, configurar los esclavos que en este caso serán cada una de las estaciones a usar, y designar las direcciones de cada esclavo, con su respectiva comunicación de interfaz con el maestro y con la red Profibus con cada una de las estaciones (Véase en la figura 29).

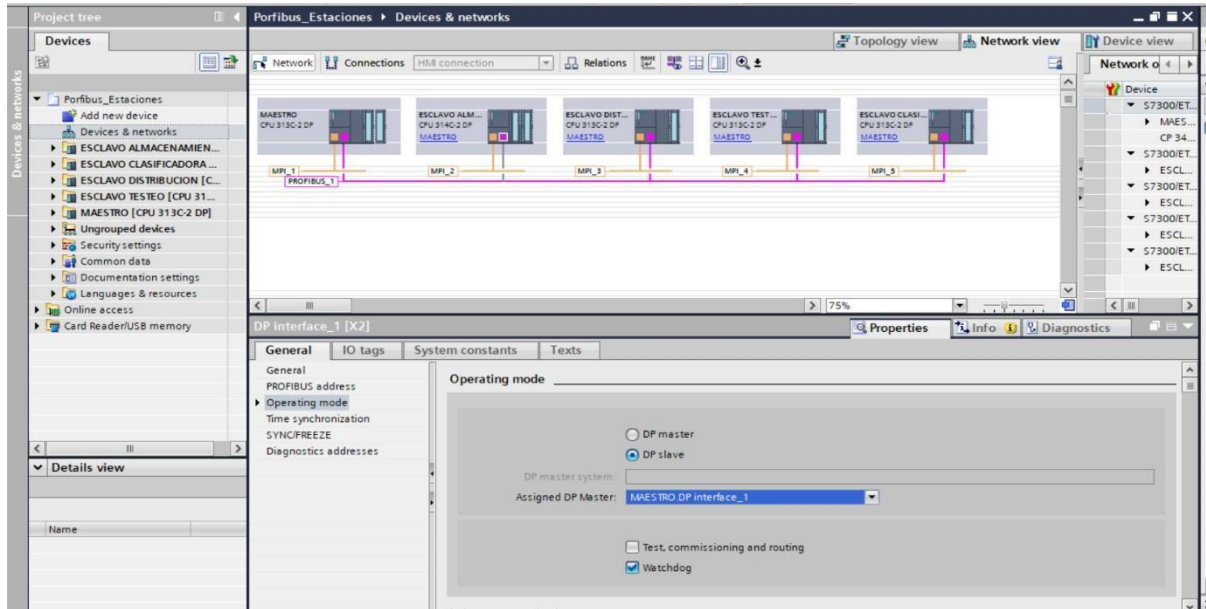


Figura 29: Configuración esclavos.

20. Conectar cable MPI en el maestro como se muestra en la figura 30.

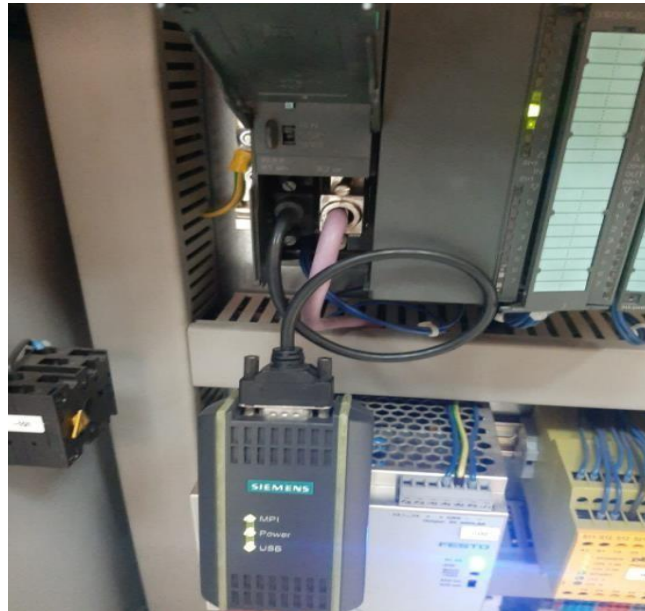


Figura 30: Configuración esclavos.

- 21.** Una vez ya configurado tanto como el maestro y cada uno de los esclavos, se verifica y se establece la interfaz de conexión creadas, tanto como la red MPI y la red Profibus. Para ello se requiere que solo una vez se debe enlazar conexión entre cada CPU, después solo se deberá usa el cable MPI conectada al maestro (Véase en la figura 31).

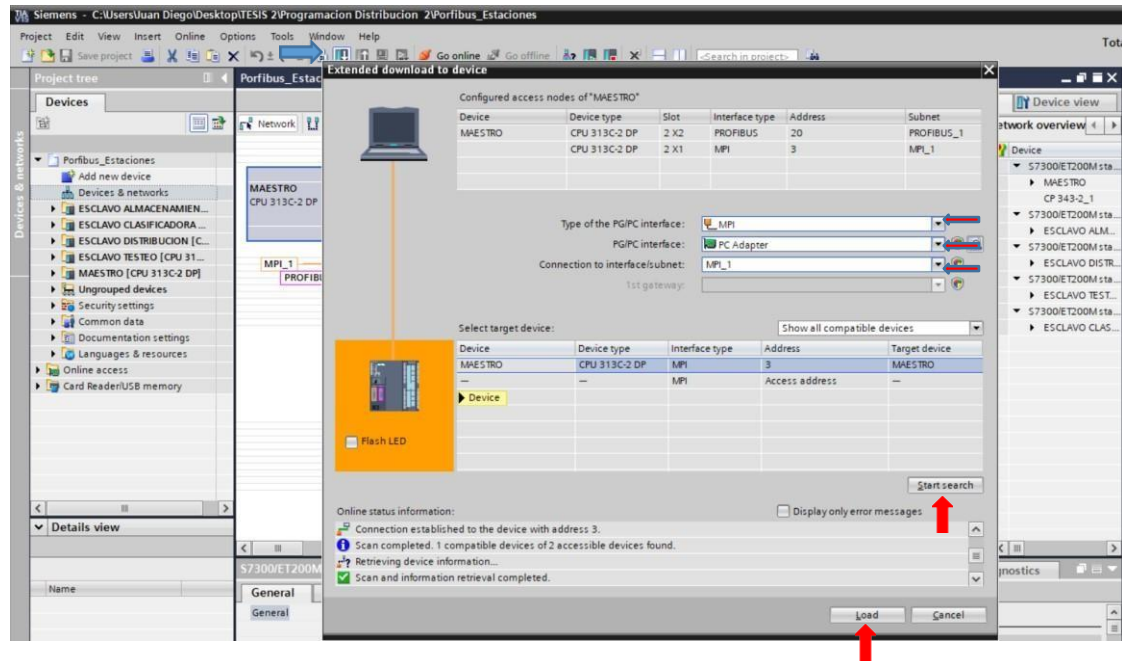


Figura 31: Interfaz de conexión.

- 22.** Antes de establecer conexión con los esclavos se debe añadir en cada estación, bloques OB de fallo las cuales ayudan a solucionar errores específicos tales como:

OB	DESCRIPCION
80	Error de tiempo
82	Alarma de diagnóstico
86	Fallo de una aparto de ampliación, sistema maestro DP o periferia descentralizada

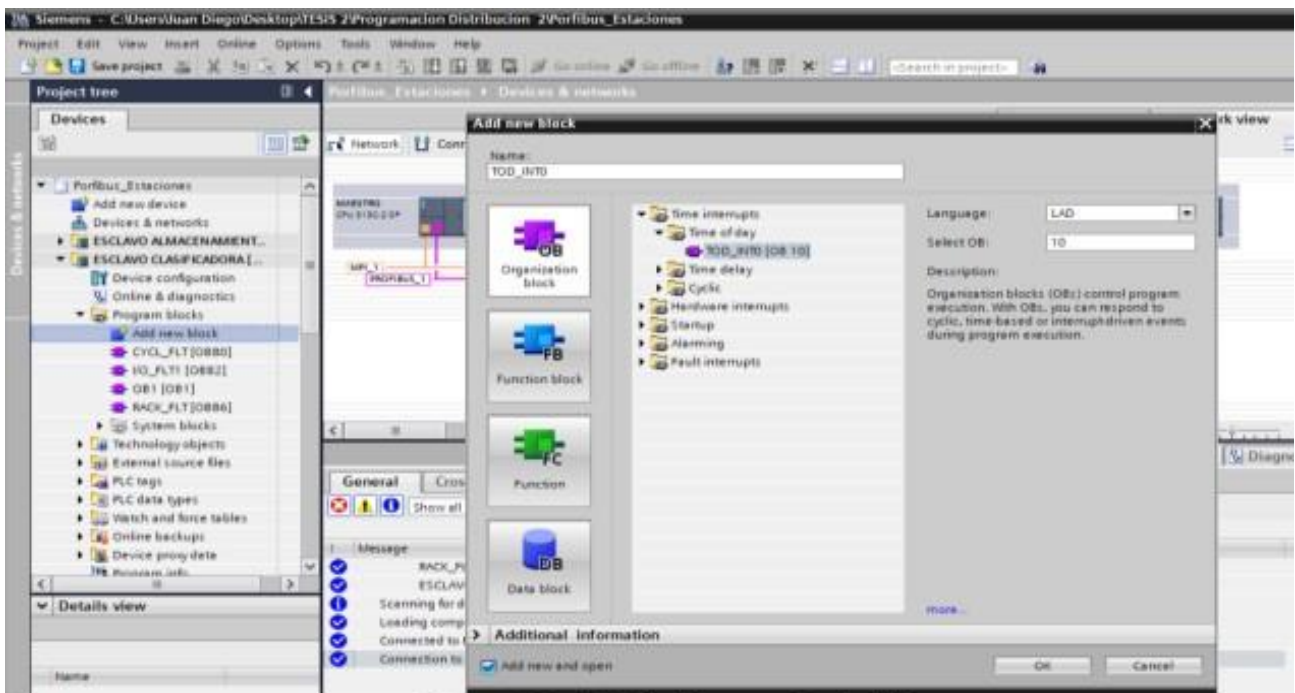


Figura 32: Adición bloques OB de fallo

23. Establecer conexión online y verificar si está correctamente el funcionamiento de cada red (Véase figura 33).

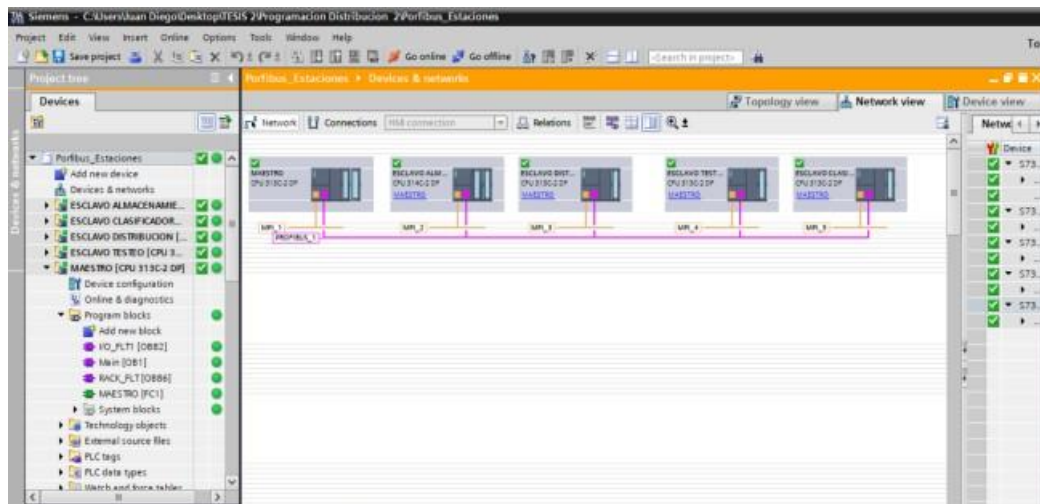


Figura 33: Establecer conexión online de módulos.

24. A continuación, se programa las funciones FC de comunicación maestro-esclavo, y los a a accionamientos del sistema de transporte (Véase figura 34).

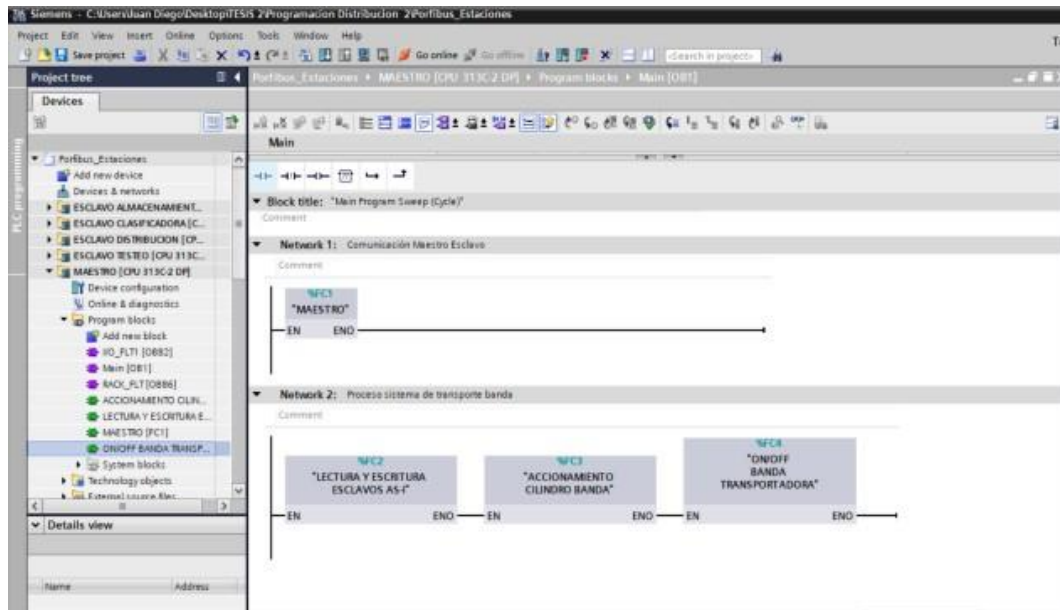


Figura 34: Funciones FC de comunicación maestro-esclavo v accionamientos de transporte.

25. En la primera función se tiene la comunicación maestro-esclavo, y el proceso del sistema de transporte de banda (Véase en la figura 35,36,37,38)

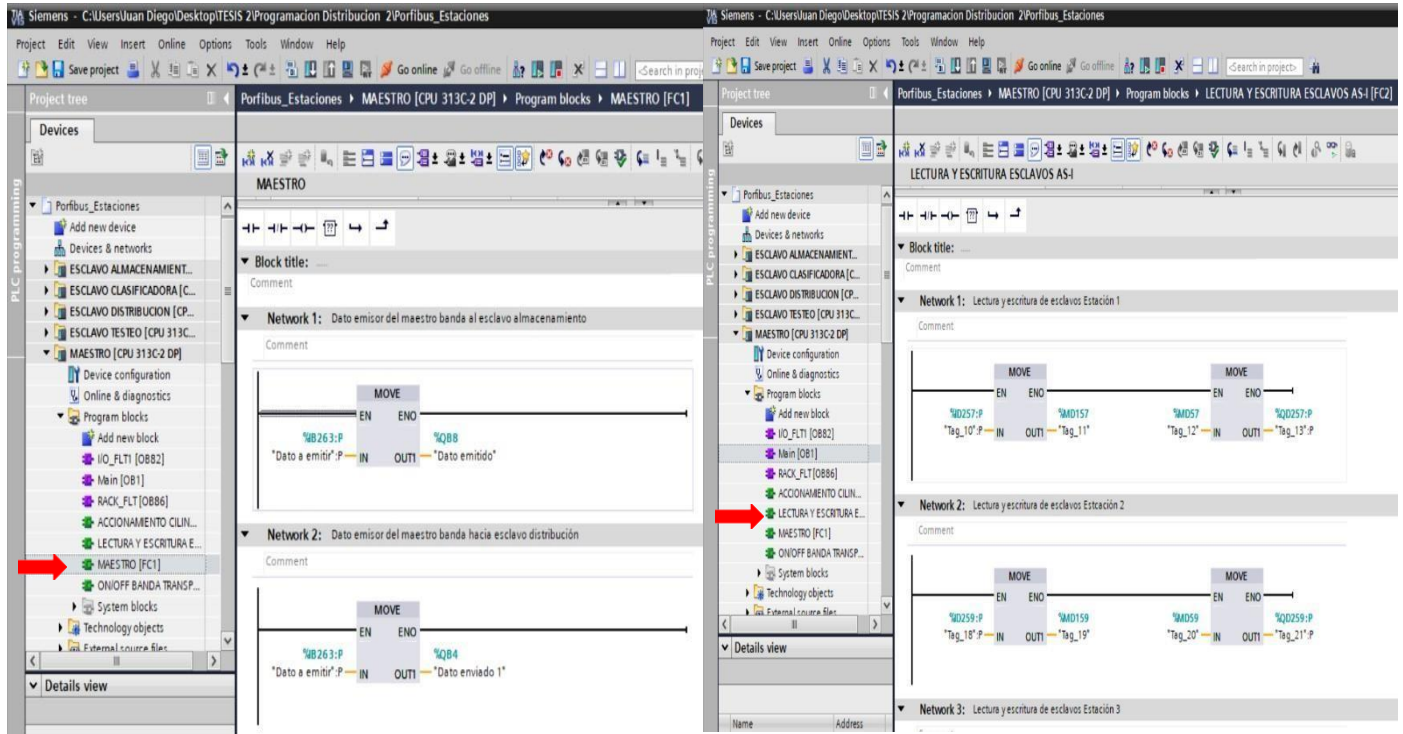


Figura 35: Comunicación Maestro-Esclavo.

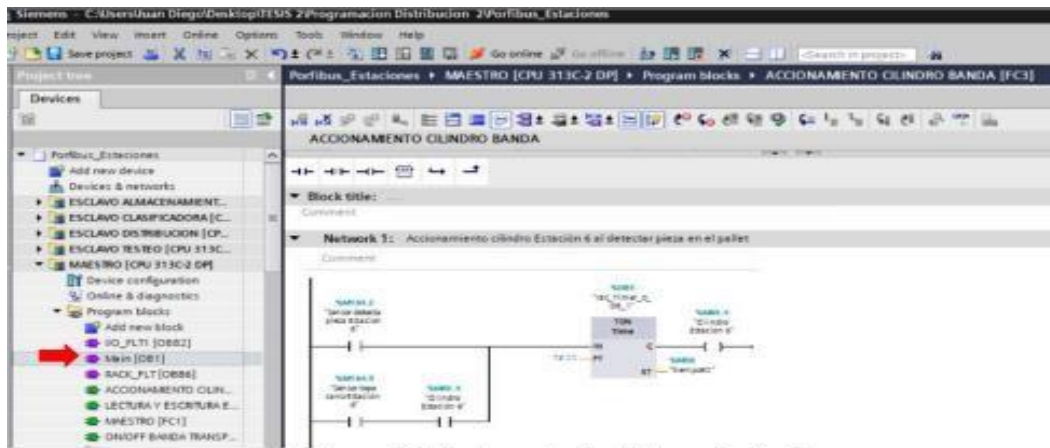


Figura 36: Accionamiento cilindro estación. 6

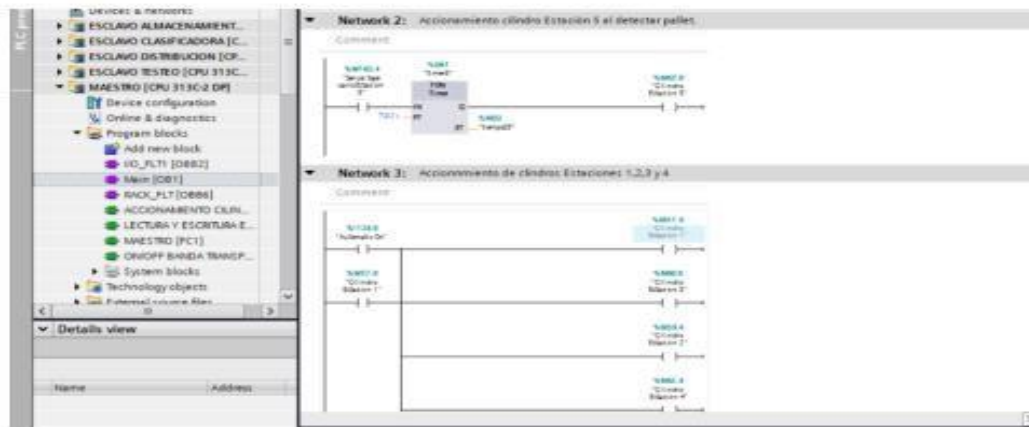


Figura 36: Accionamiento cilindros estaciones 1,2,3,4,5.

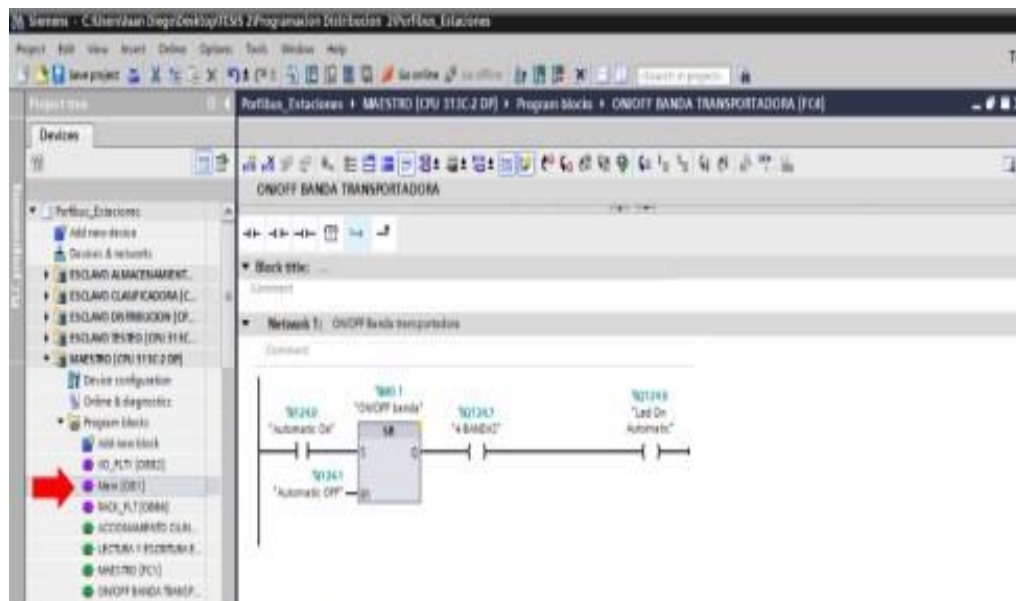


Figura 37: Encendido y apagado banda transportadora.

26. A continuación, programar estación de almacenamiento, primero establecer comunicación entre Esclavo y maestro (Véase figura 38).

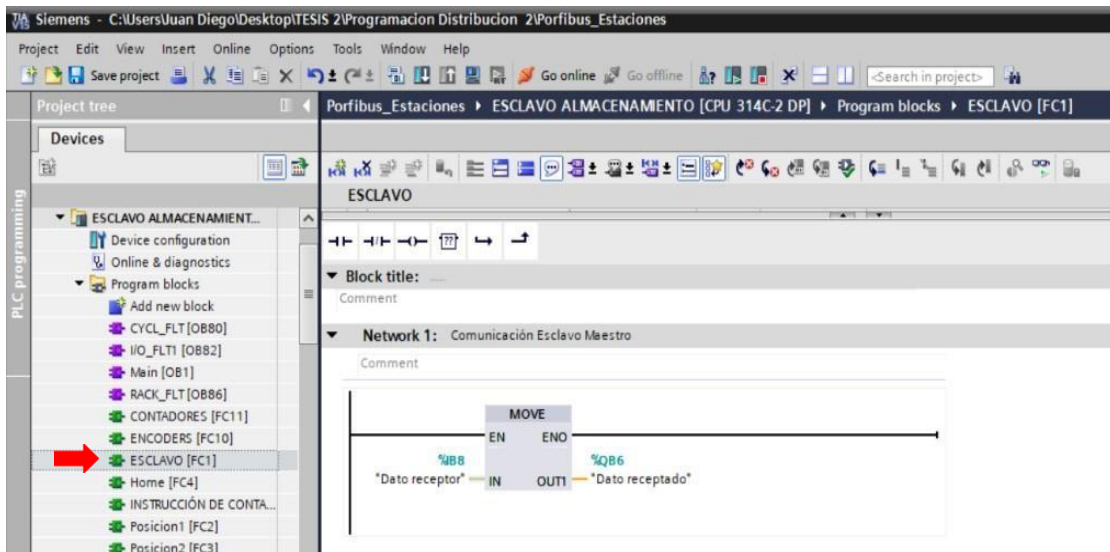


Figura 38: Comunicación Maestro-Eslavo.

27. Configurar contadores rápidos de pulsos, que se necesitara para cada uno de los encoders con la finalidad de obtener un posicionamiento exacto al momento de almacenar las piezas tanto como en el eje X y eje Z. Para ello primero dar clic en el PLC de almacenamiento y se desplaza todas las configuraciones que se puede realizar, en este caso se necesita configurar el contador del PLC. En selección de interrupción seleccionar diagnóstico y proceso (Véase figura 39).

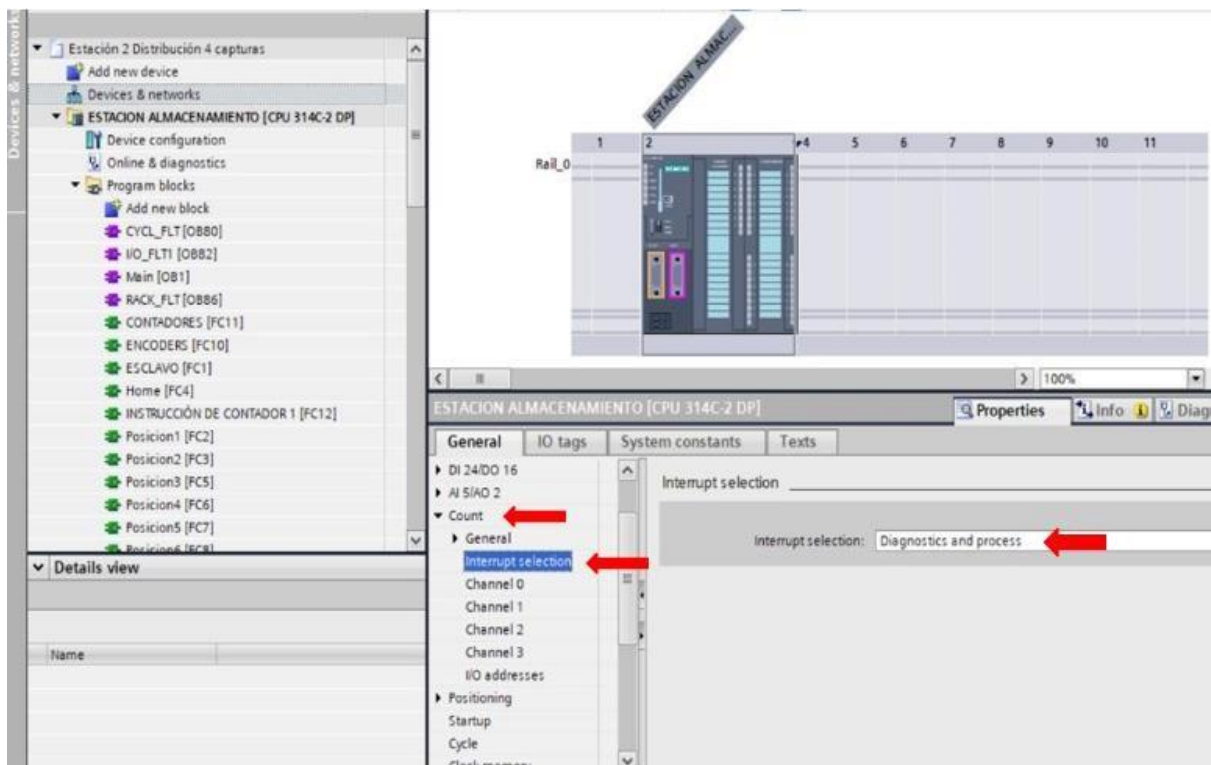


Figura 39: Configuración rápido de pulsos PLC.

28. Se configura el canal 0 que se usará en el contador rápido en el eje x, para ello se necesita la siguiente configuración tanto como para su modo de operación, la operación de sus parámetros y su entrada en el canal, las demás opciones se las deja como defecto (Véase figura 40).

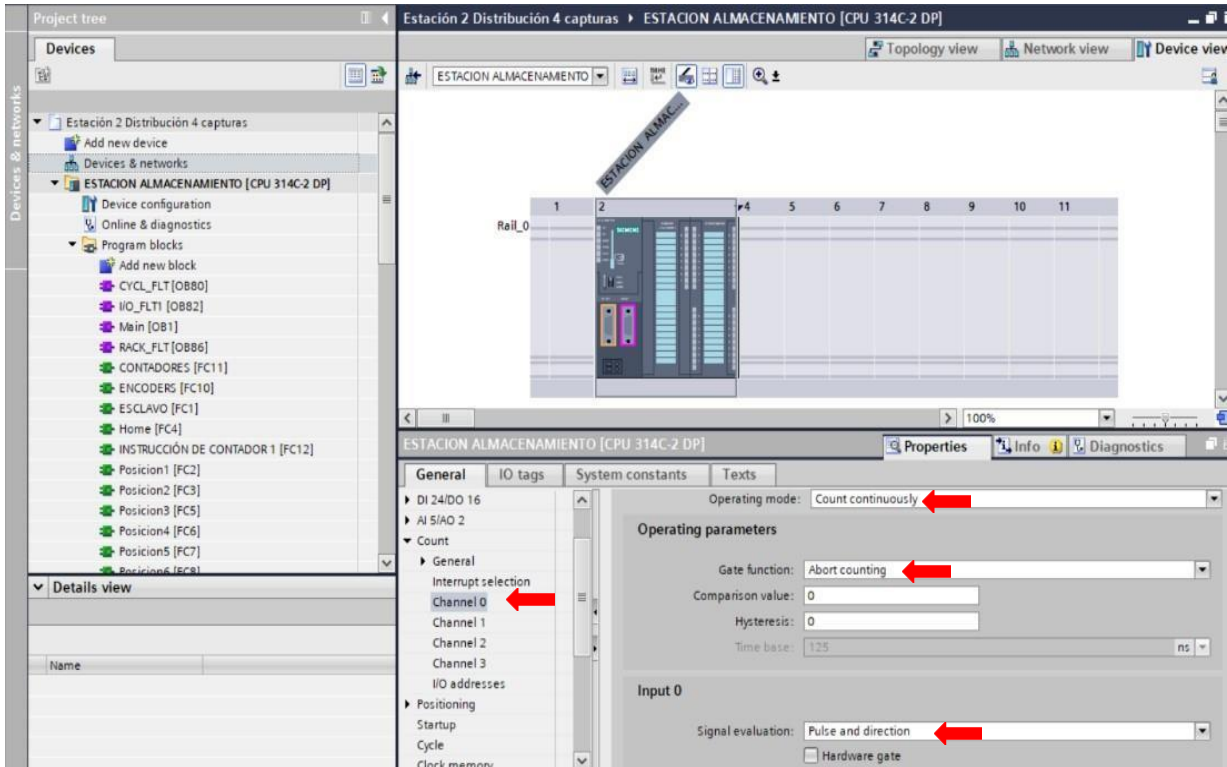


Figura 40: Configuración rápido de pulsos Canal 0.

29. Se configura el canal 1 que se usará en el contador rápido en el eje z, para ello se necesita la siguiente configuración tanto como para su modo de operación, la operación de sus parámetros y su entrada en el canal, las demás opciones se las deja como defecto (Véase figura 41).

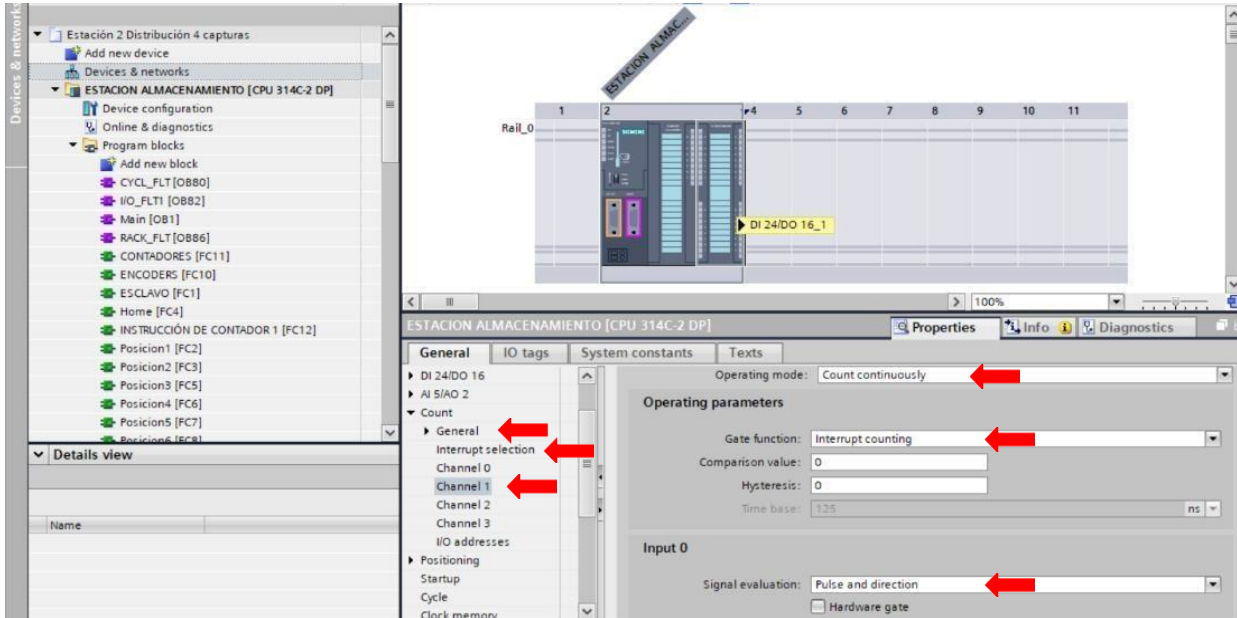


Figura 41: Configuración rápido de pulsos Canal 1.

30. Se inserta el contador rápido 300 C, que nos permitirá observar el dato en pulsos para cada uno de los encoders con la finalidad de obtener un posicionamiento exacto al momento de almacenar las piezas tanto como en el eje X y eje Z (Véase figura 42).

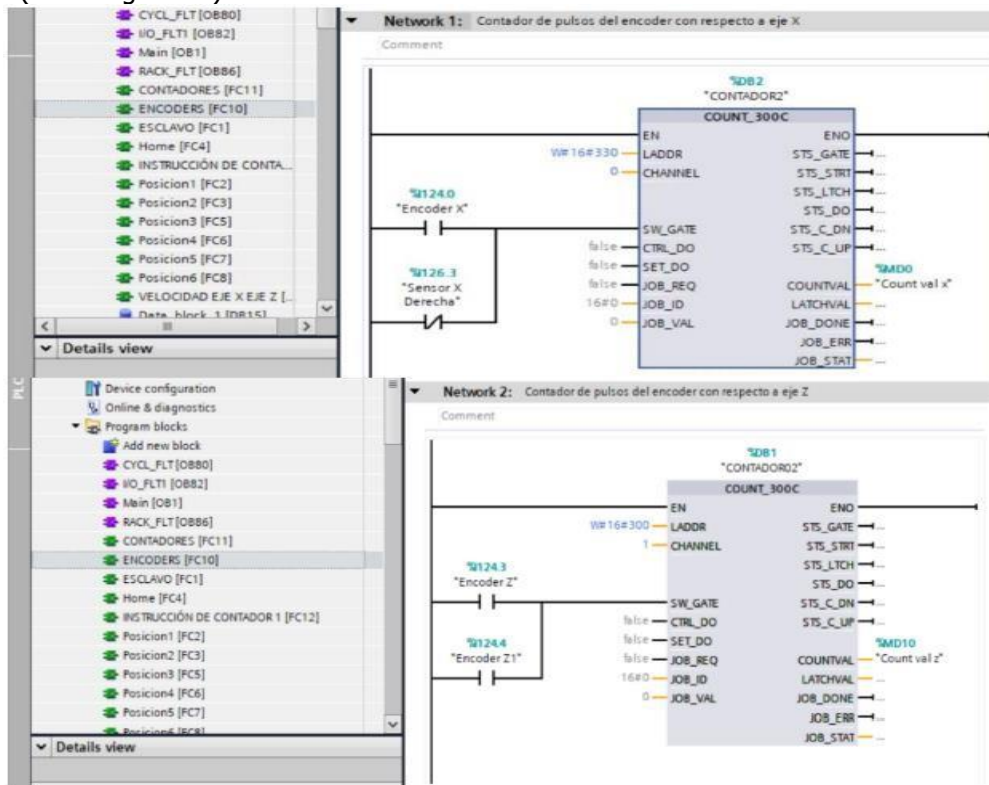


Figura 42: Adición contador rápido 300C.

26. Programar cada posición de la pieza que se almacenará, teniendo en cuenta que se necesita un número determinado de pulsos tanto como en el eje X y eje Z, obteniendo de esta manera la posición correcta de la pieza, siguiendo la misma lógica de programación para el resto de posiciones (Véase figura 43,44,45,46).

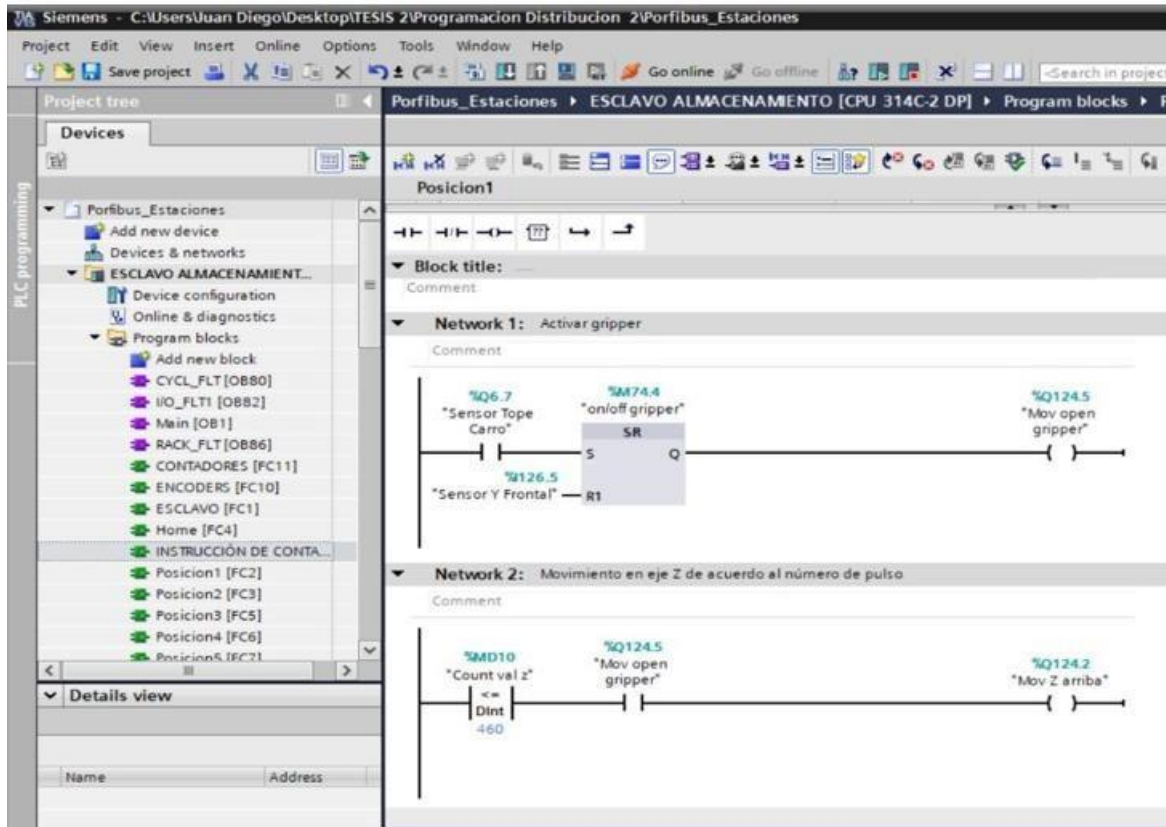


Figura 43: Programación posiciones de almacenamiento.

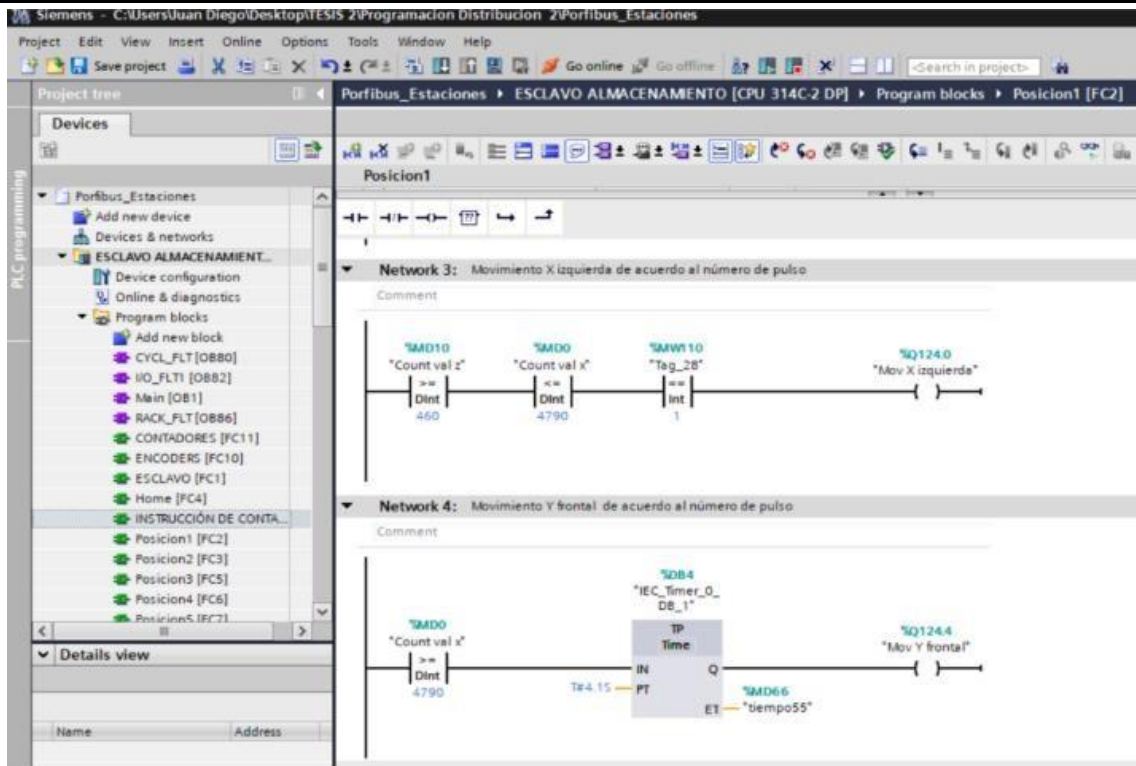


Figura 44: Programación posiciones de almacenamiento.

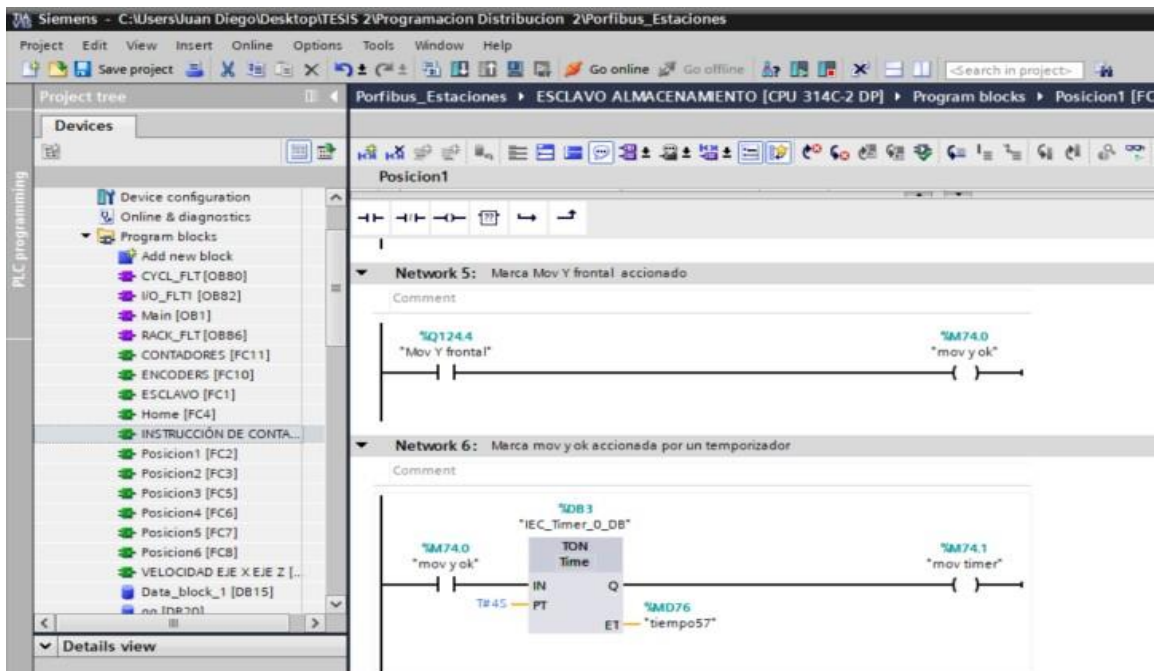


Figura 45: Programación posiciones de almacenamiento.

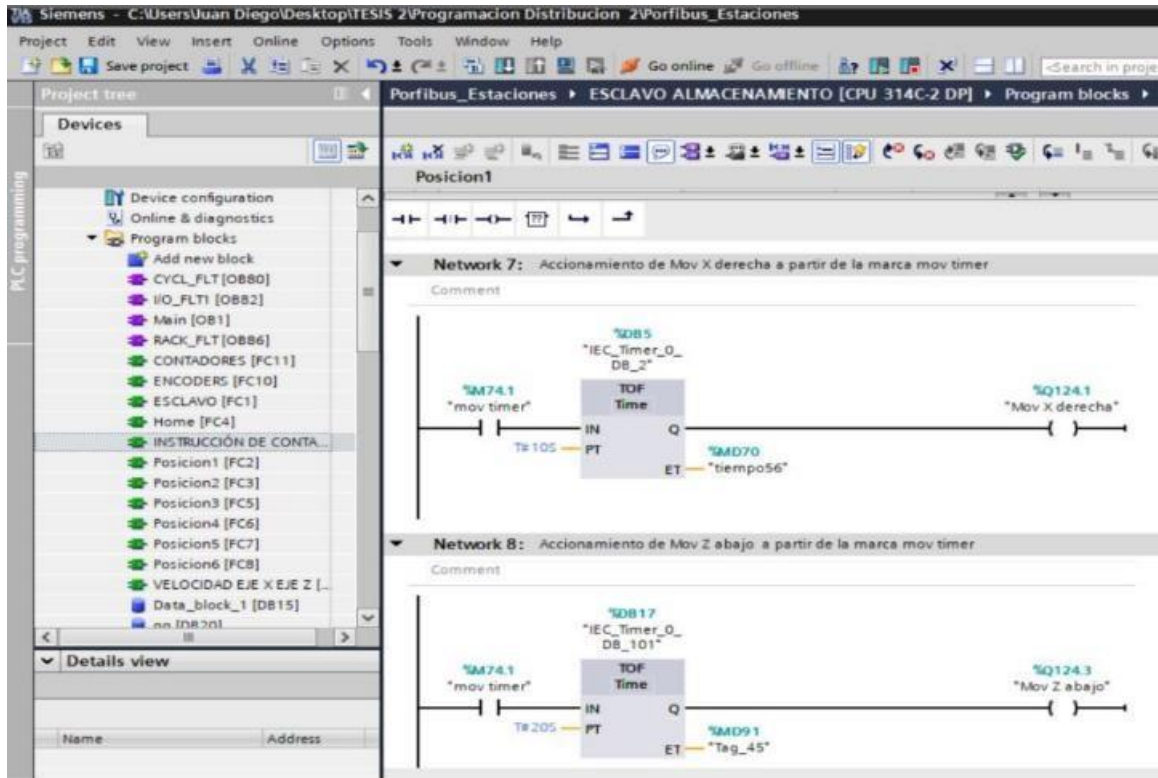


Figura 46: Programación posiciones de almacenamiento.

47. A continuación, programar estación de distribución, primero establecer comunicación entre Esclavo y maestro (Véase figura 47)

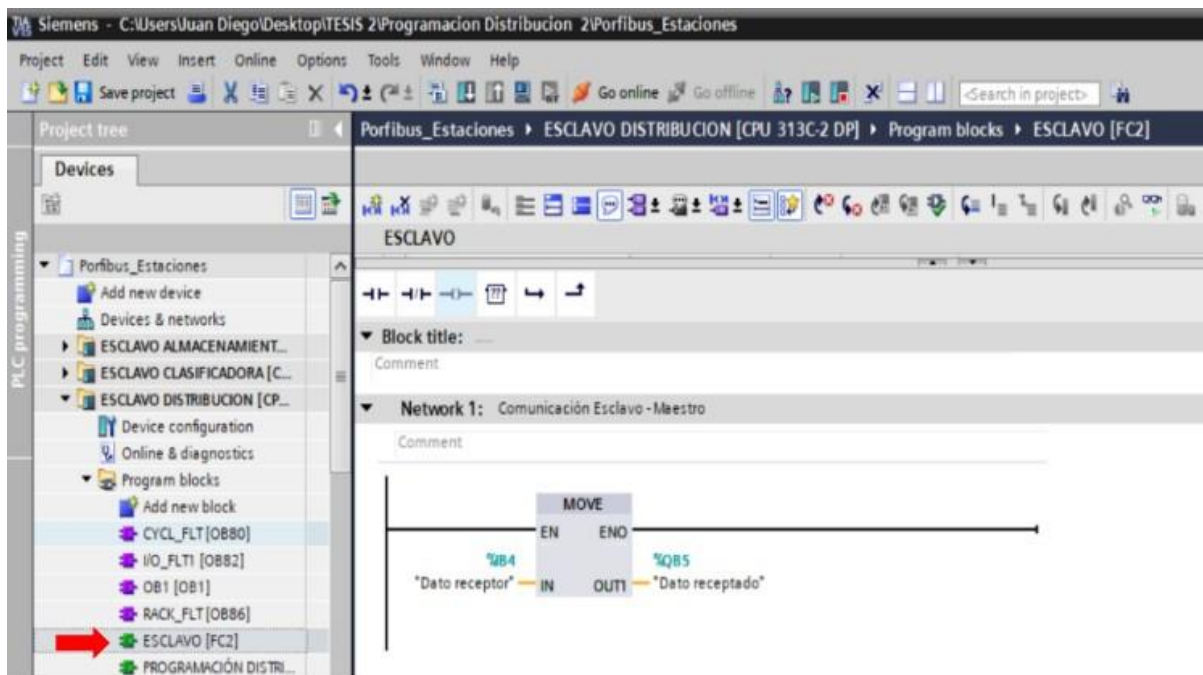


Figura 47: Comunicación Maestro-Esclavo estación de distribución.

- 33.** Programar el accionamiento del pistón para poder alimentar piezas al cilindro, en donde el inicio del proceso es a partir del botón start del panel de la estación, luego a partir de la segunda pieza se accionará cuando llegue una señal de la estación de almacenamiento con respecto al sensor tope carro (Véase figura 48).

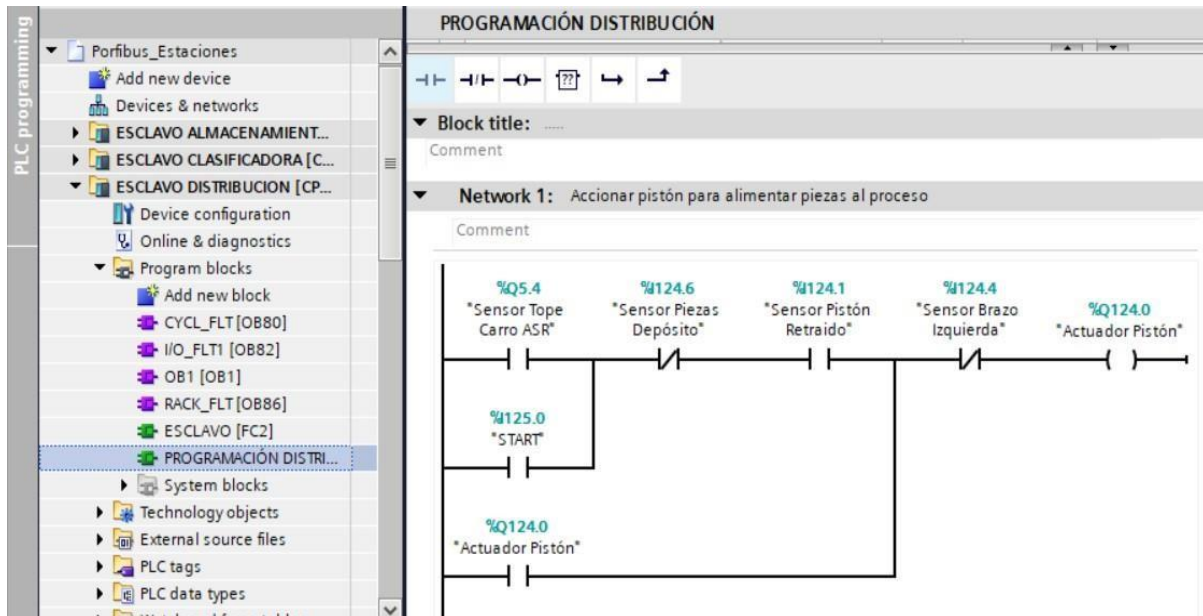


Figura 48: Programación accionamiento de pistón piezas.

- 34)** Programar el accionamiento del brazo neumático hacia la izquierda, cuando el sensor del pistón detecte que este accionado, también se accionara el actuador que realiza el movimiento para transportar la pieza, y también cuando la estación verificación detecte una pieza en el ascensor (Véase figura 49).

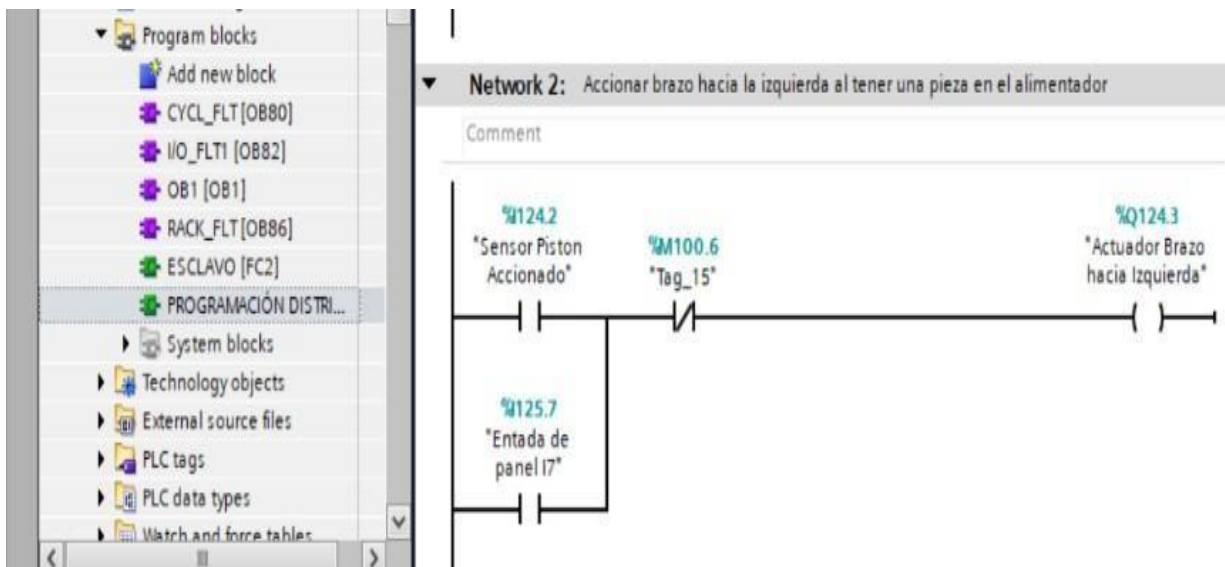


Figura 49: Programación accionamiento brazo neumático dirección izquierda.

- 35.** Programar la activación de la succión, cuando el sensor del brazo hacia la izquierda está activado el actuador succión se acciona, y se desactiva cuando el sensor del brazo derecha este activado (Véase figura 50).

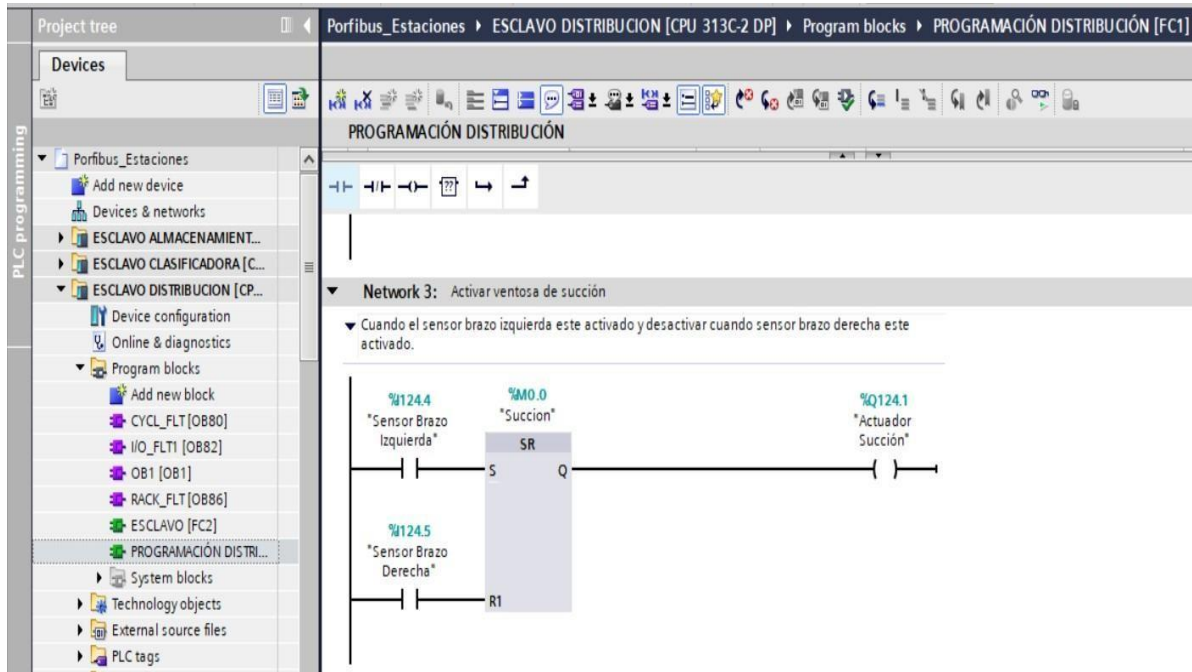


Figura 50: Programación accionamiento ventosa de succión.

- 36.** Programar la expulsión de aire para soltar la pieza, está sucede cuando se acciona el sensor brazo derecha este activado, después se activa un tiempo de espera con un timer a la desconexión en una marca, cuando la entrada de la bornera I7 este activada, esto sucederá cuando en la estación de verificación detecte una pieza (Véase figura 51).

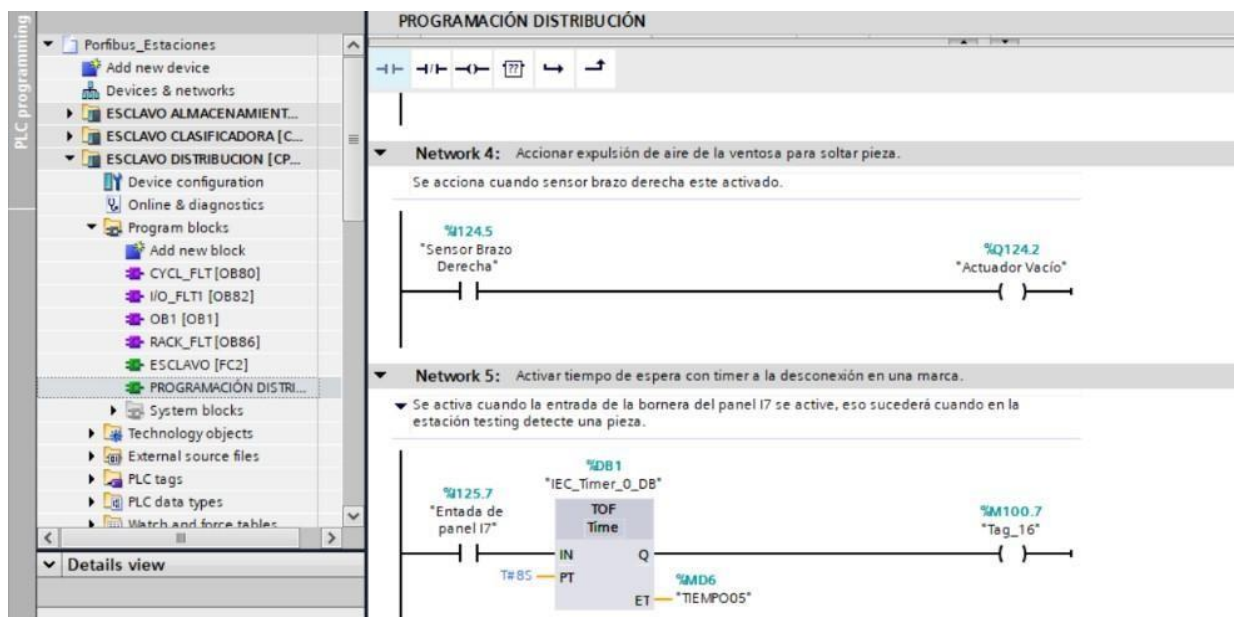


Figura 51: Programación accionamiento expulsión ventosa y timer a la desconexión en una marca.

37. Se inserta un tiempo de espera T ON cuando la marca M100.7 se active, se realiza este proceso debido que TOFF se acciona solo con un pulso, en cambio TON cuando el pulso este accionado, y al final se acciona el brazo hacia la derecha cuando se activa el sensor de la succión o la marca ya mencionada (Véase figura 52).

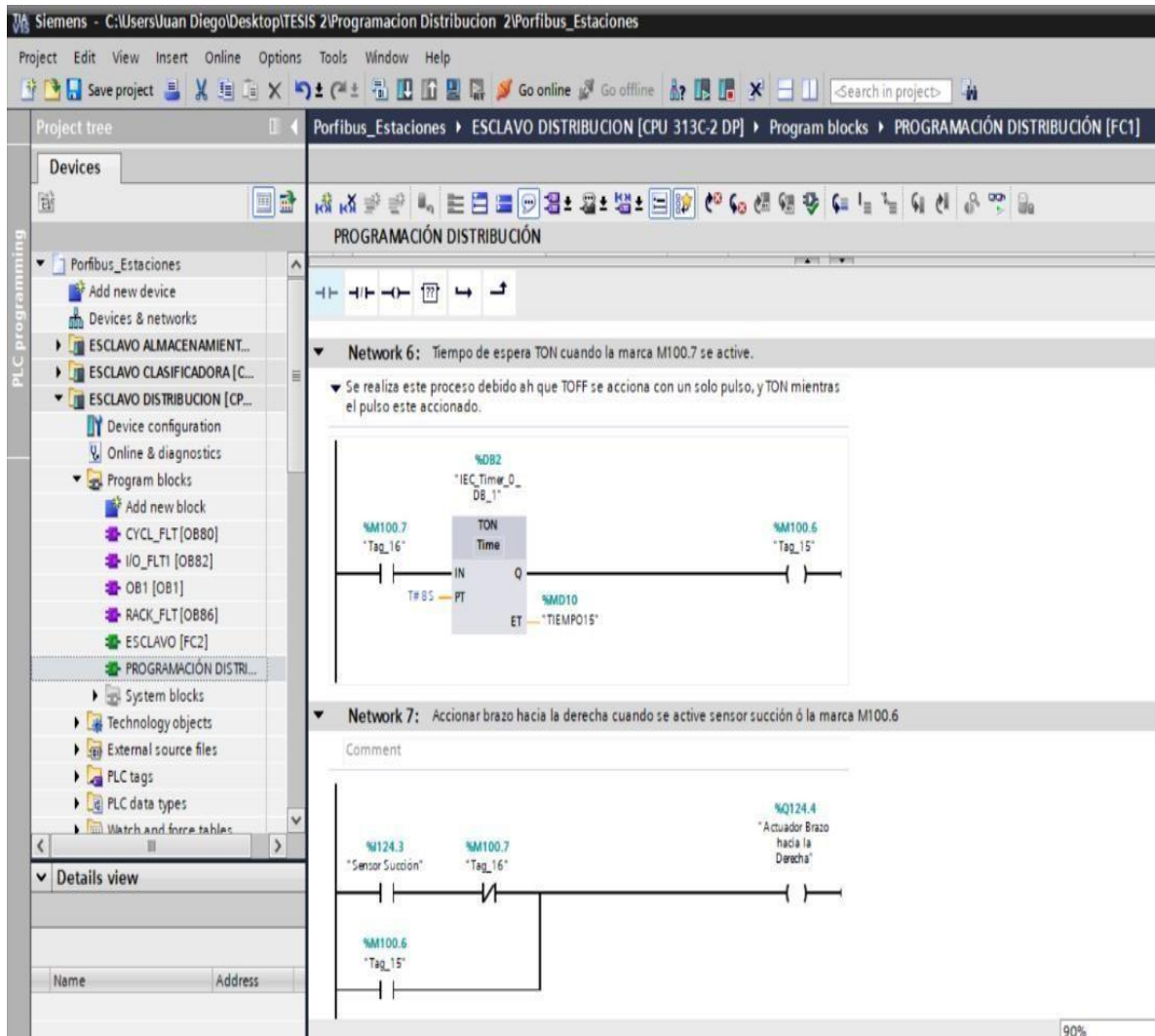


Figura 52: Programación tiempo de espera en una marca y accionamiento brazo neumático derecha.

38. A continuación, programar la estación de verificación, para ello primero se debe accionar el ascensor cuando detecte una pieza, este proceso sucede cuando el sensor inicial azul detecte la presencia de una pieza, si el ascensor no se encuentra accionado, y teniendo en cuenta que el sensor del brazo este a la izquierda de la estación de distribución que es leída su señal a partir de la entrada del panel (Véase figura 53).

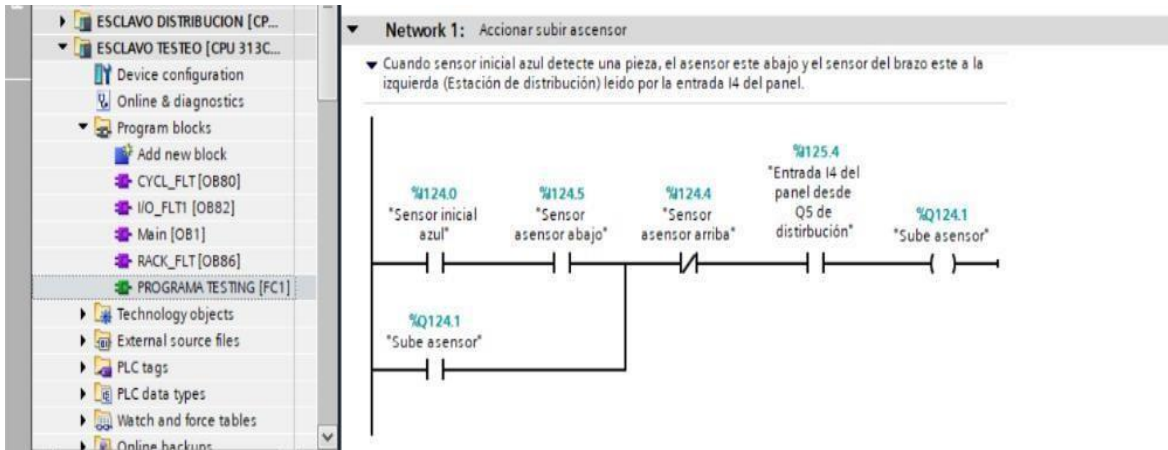


Figura 53: Programación accionamiento de elevator.

39. Programar el empuje pistón de la pieza, para ello el pistón se activará cuando se detecte que el ascensor se encuentre en la parte superior, y a la vez se desactivará cuando se detecte que el ascensor se encuentre en la parte inferior (Véase figura 54).

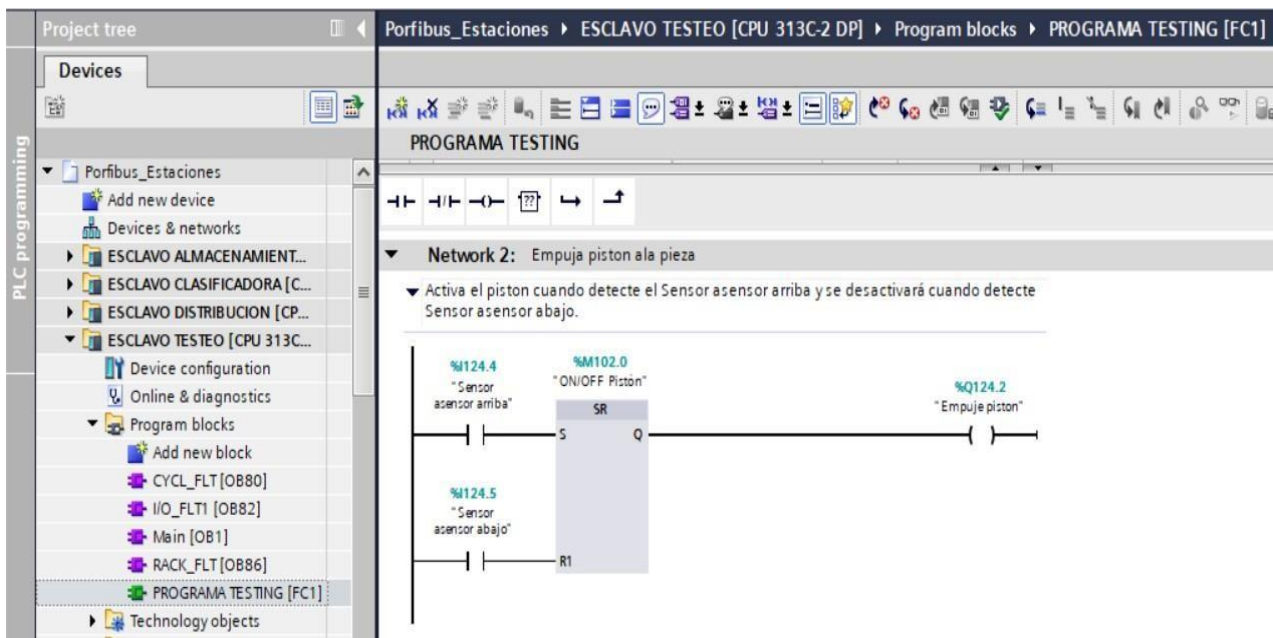


Figura 54: Programación empuje pistón elevator.

40. Programar expulsión de aire, con la finalidad de que la pieza resbale y llegue a la siguiente estación de clasificación, para esto se activará cuando el sensor del pistón este desactivado (Véase figura 55).

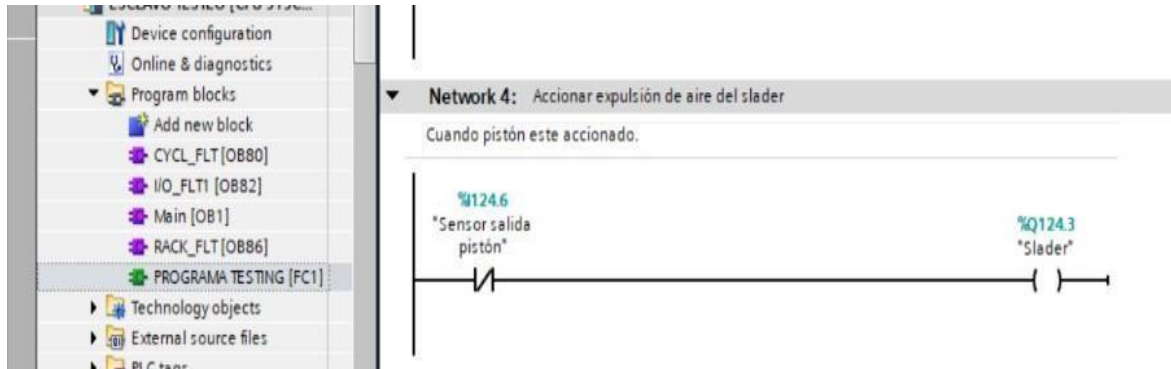


Figura 55: Programación accionamiento expulsión de aire slider.

41. Programar señal de salida para estación de distribución, para ello se enviará la señal de sensor inicial azul a la salida Q4 del panel frontal de la estación de distribución con la finalidad de que el brazo vuelva a su posición inicial para recoger una pieza siguiente (Véase figura 56).

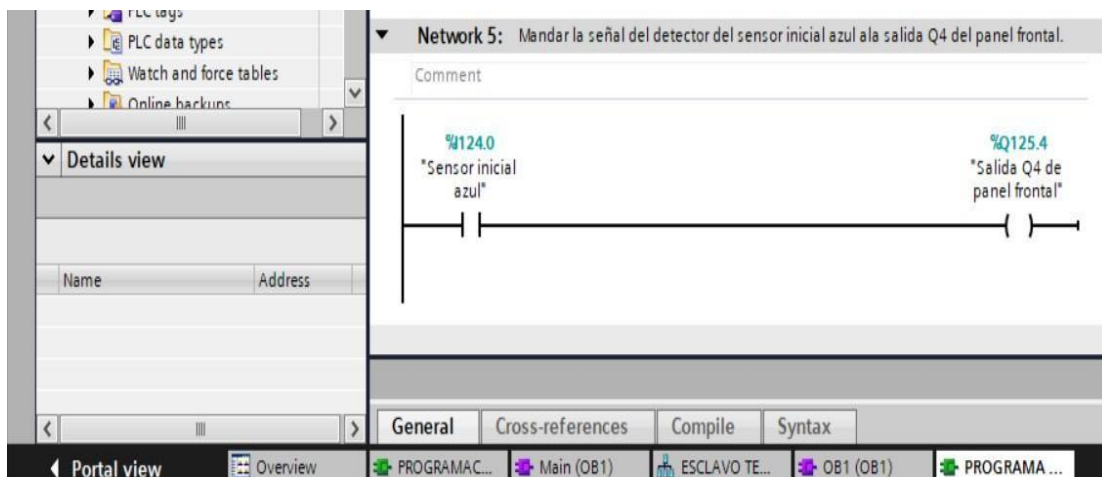


Figura 56: Programación señal de salida hacia estación de distribución.

42. A continuación, programar la estación de clasificación, para ello primero se establece la lógica de programación para el retenedor, se usan las señales de los sensores, tanto como de la pieza negra, y del sensor cuando se detecta una pieza en el slader, con la finalidad de que el sensor cada pieza que pase sea leída correctamente para su clasificación con un temporizador a la conexión en el retenedor (Véase figura 57).

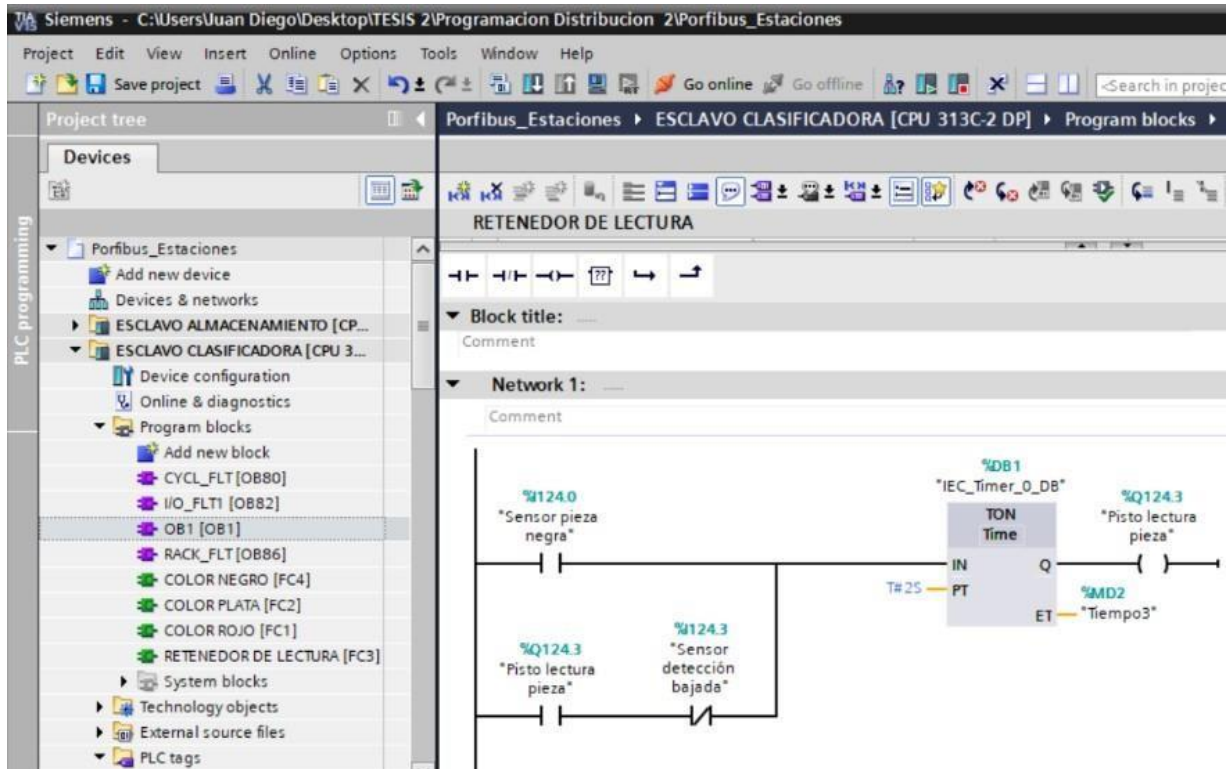


Figura 57: Programación accionamiento retenedor.

43. A continuación, se programa la clasificación para las piezas color rojo, para ello primero debe detectar el sensor pieza negra y sensor pieza roja, con la finalidad de que se active el primer actuador para almacenar en el slader, teniendo en cuenta que se tiene un flip flop, para desactivar el actuador cuando exista presencia de pieza en el slader (Véase figura 58).

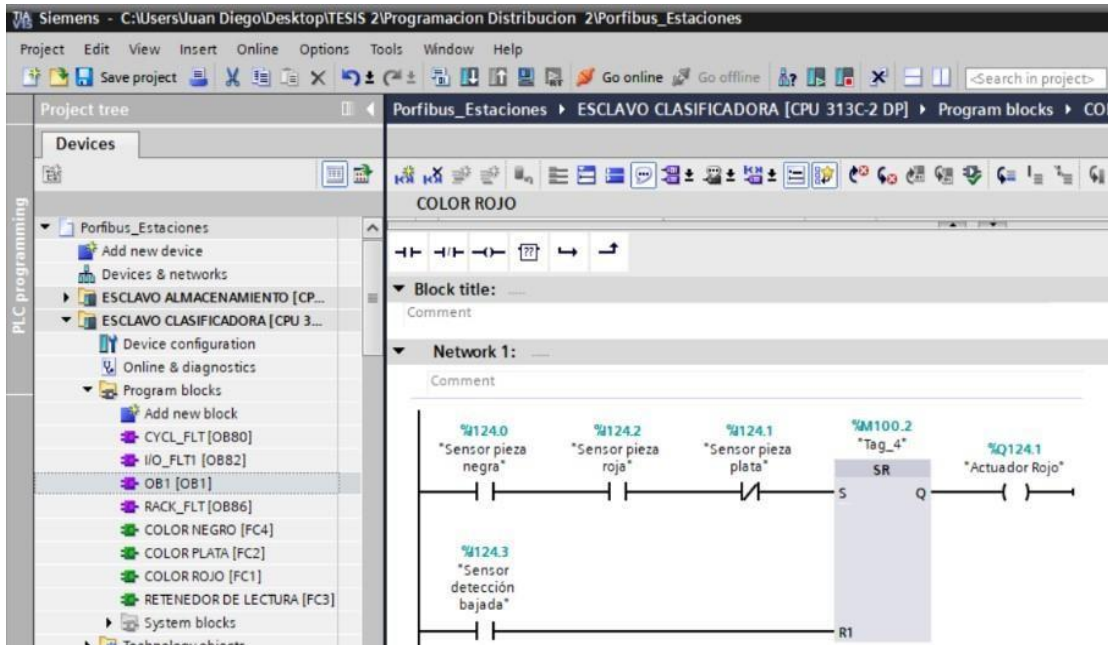


Figura 58: Programación accionamiento actuador clasificación pieza color roja.

44. Se programa la clasificación de pieza color plata, se debe detectar los 3 sensores, con el objetivo de que se active el segundo actuador para almacenar en el slader, de igual manera se utilizó un flip flop, para desactivar el actuador cuando exista presencia en el slader. (Véase figura 59).

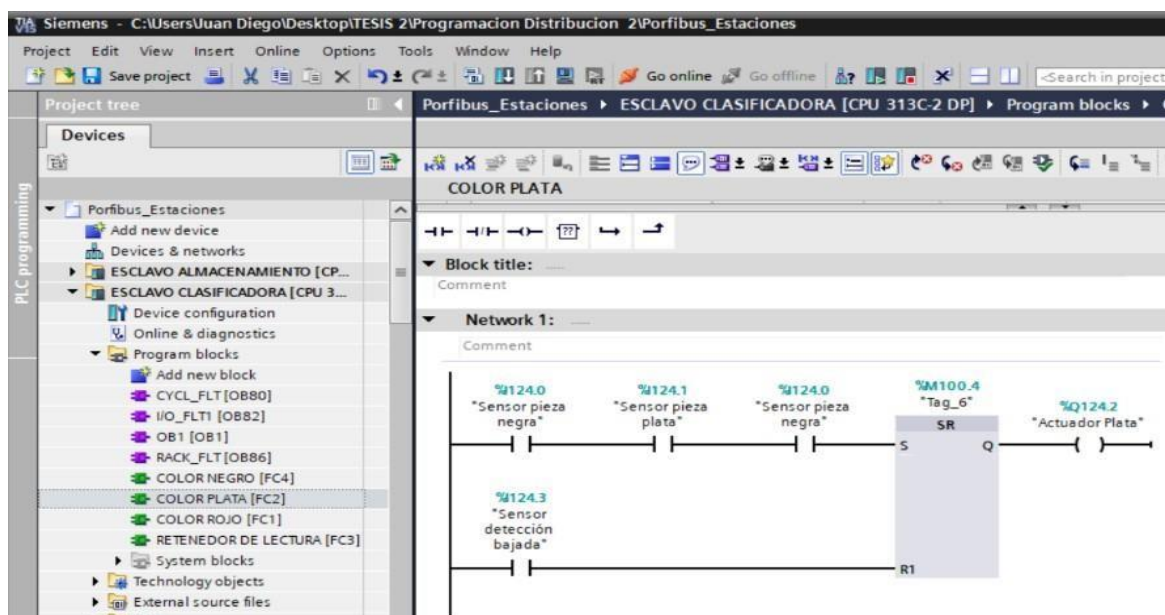


Figura 59: Programación accionamiento actuador clasificación pieza color plata.

- 45.** Se programa la clasificación para la pieza color negra, se debe detectar el sensor pieza negra, lo cual es un sensor neutro para los tres colores, teniendo en cuenta que le pieza negra no necesita de un actuador para clasificar. Es importante mencionar que al ser un sensor neutro este activara la banda para transportar al slader los tres colores. (Véase figura 60).

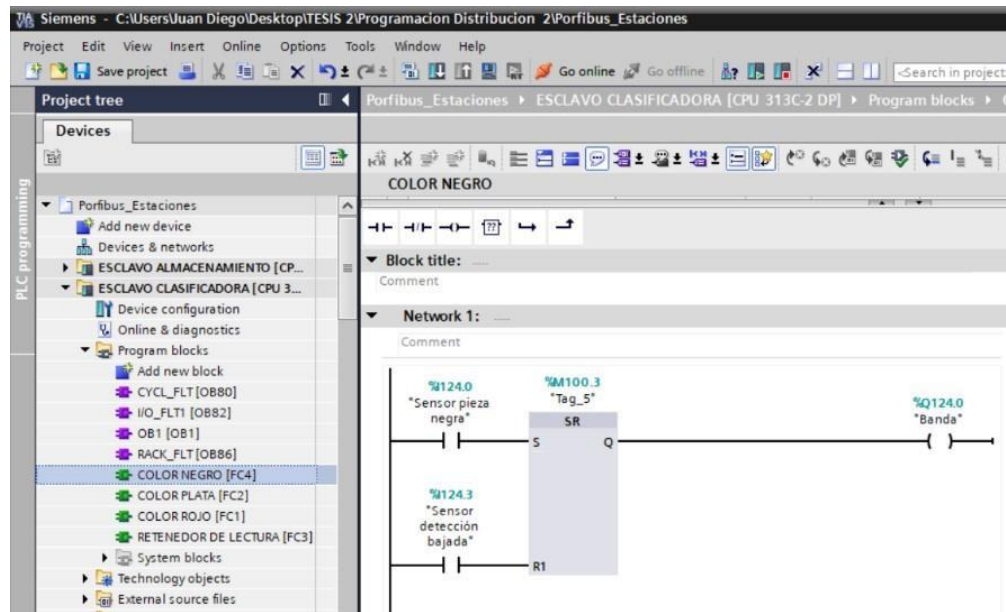


Figura 60: Programación accionamiento banda estación de clasificación.

- 46.** Abrir software CIROS Studio para programar la estación del robot MELFA RV-2AJ, se debe tener conectada la licencia física (Véase figura 61).



Figura 61: Licencia de Ciros.

- 47.** Conectar el cable TTL a USB para obtener conexión del controlador del robot con el ordenador, teniendo en cuenta que el controlador debe estar en modo automático EXT (Véase figura 62 y 63).



Figura 62: Cable TTL a USB.



Figura 63: Conexión Controlador robot.

48. Se establece la conexión y la comunicación de señales de la estación de clasificación hacia la estación del robot, teniendo en cuenta las entradas disponibles de la estación de robot con su respectiva dirección que se muestra en el paso 57, con los sensores que detectan a la pieza color negra, roja y plata, las mismas irán conectadas a la bornera de conexión (Véase figura 64 y 65).

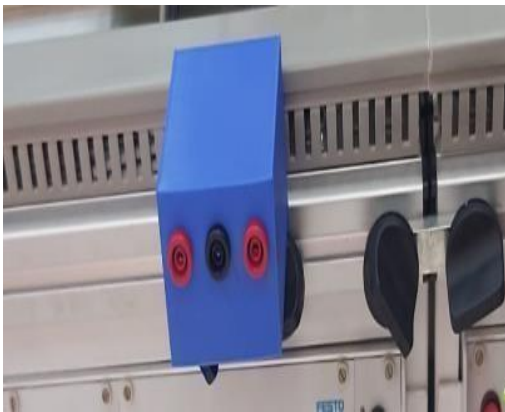


Figura 64: Bornera de conexión de señales. **Figura 65:** Conexión de cables estación robot y bornera de conexión

49. Abrir el software CIROS Studio, seleccionar File luego New y Project Wizard (Véase figura 66).

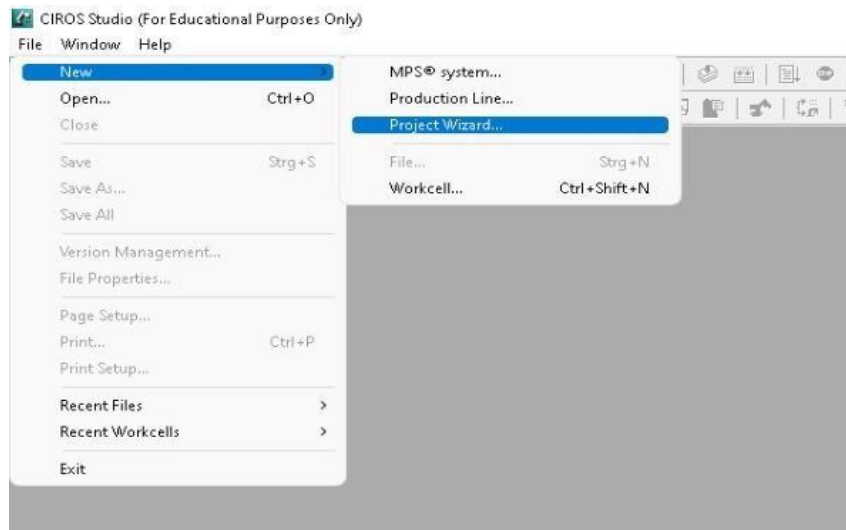


Figura 66: Actualizar dispositivos accesibles.

50. Escribir el Nombre del Proyecto, Nombre del Programa, Nombre de creador y seleccionamos la dirección de guardado, luego de aquello dar clic en Next. (Véase figura 67).

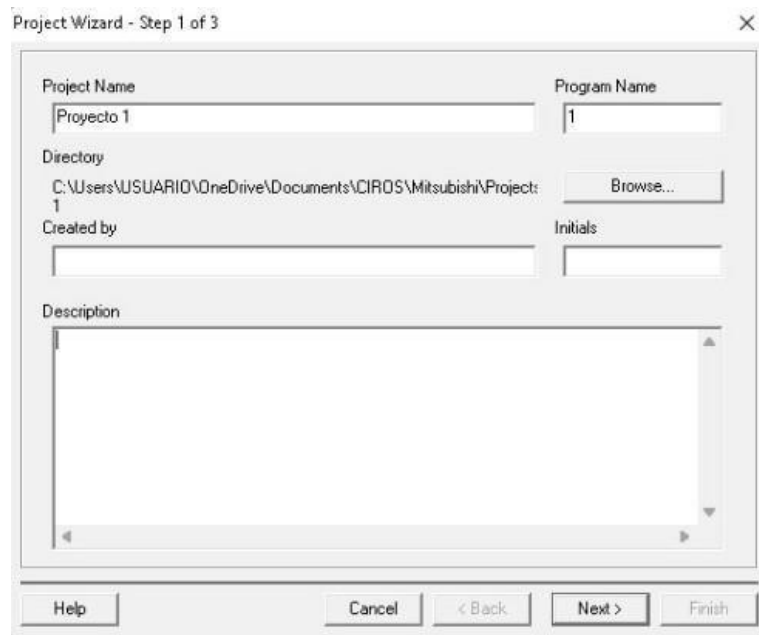


Figura 67: Guardado proyecto.

51. Seleccionar el robot tipo RV-2AJ y lenguaje de programación MELFA-BASIC IV, los demás parámetros dejar por defecto. Dar clic en Finish (Véase figura 68).

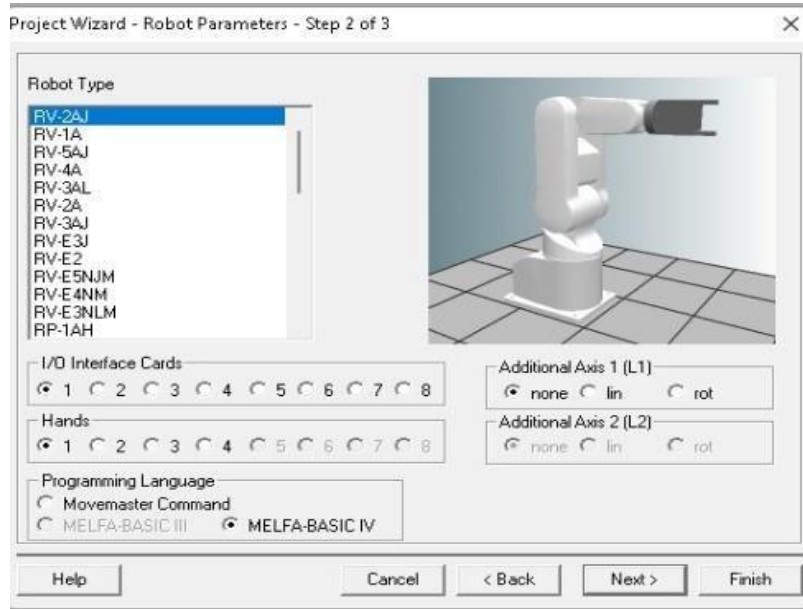


Figura 68: Configuración lenguaje y tipo de robot.

52. Conocer el entorno de programación de CIROS Studio (Véase figura 69).

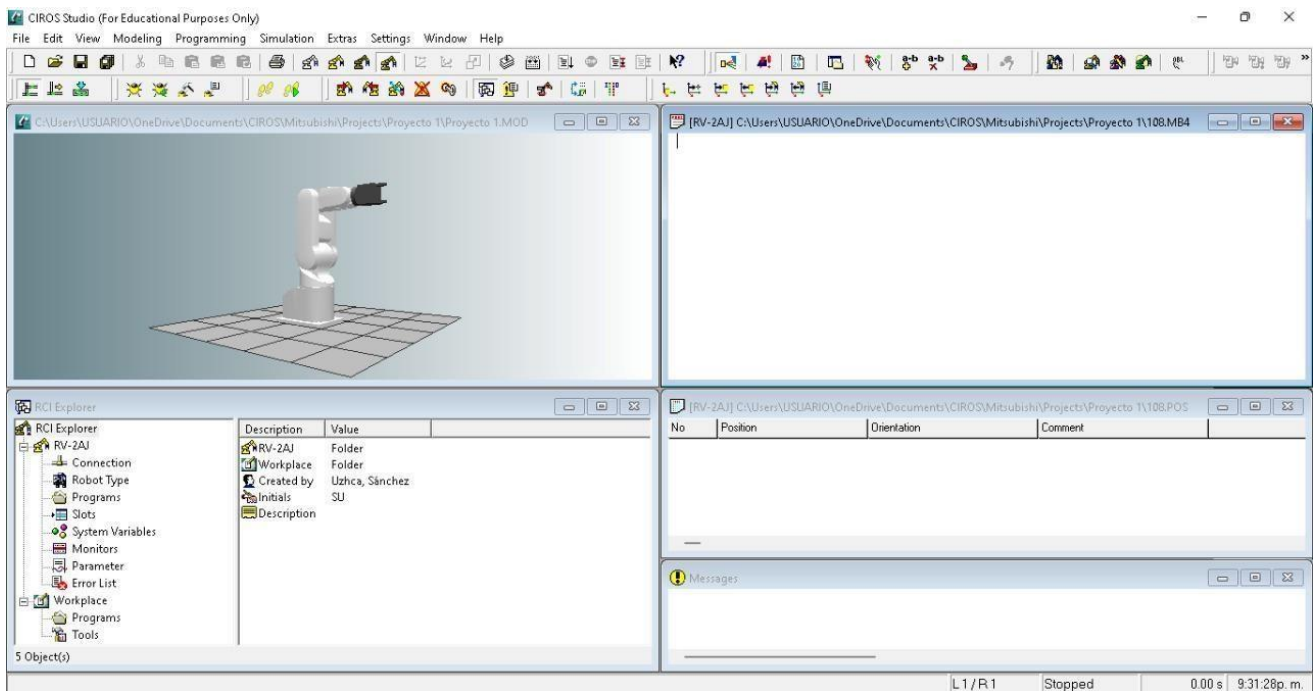


Figura 69: Entorno de programación CIROS studio

53. Abrir Administrador de dispositivos y verificar la dirección del puerto COM conectado al ordenador (Véase figura 70).

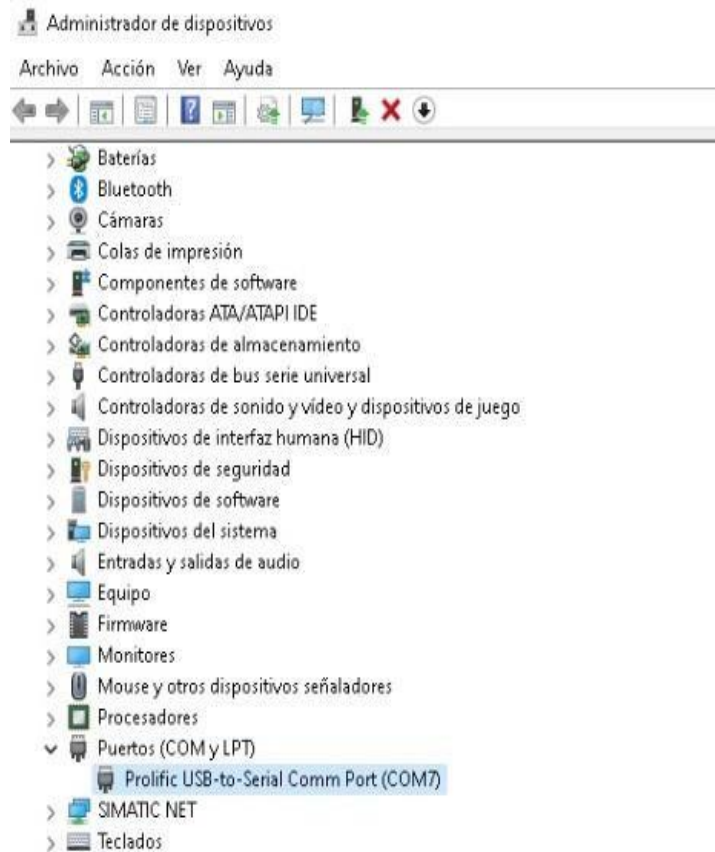


Figura 70: Verificación de puertos COM.

54. En RCI Explorer RV-2AJ damos clic derecho en Connection y seleccionamos Properties (Véase figura 71).

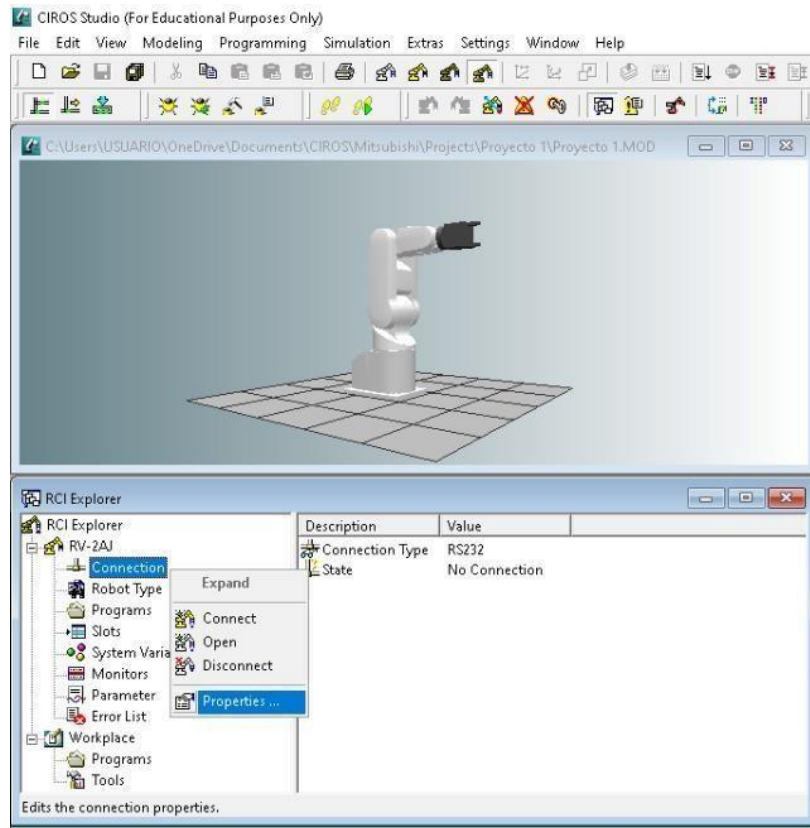


Figura 71: Propiedades de conexión de robot.

55. Seleccionar la dirección del puerto COM verificado en Administrador de dispositivos, el resto de parámetros dejar por defecto y dar clic en Aceptar (Véase figura 72).

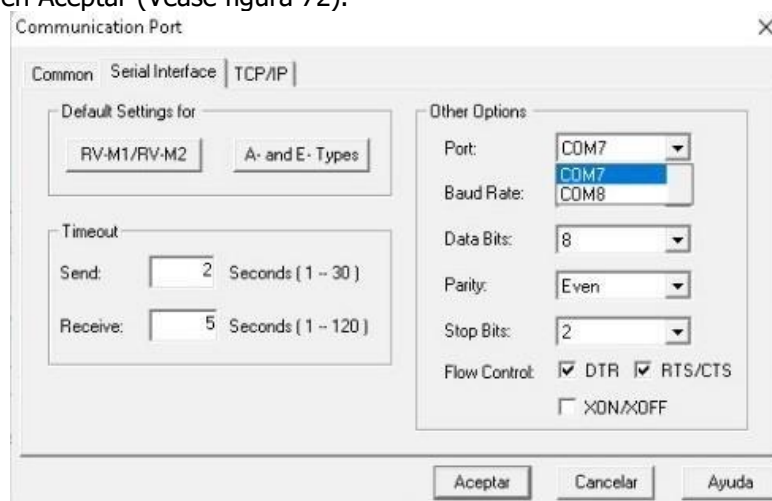


Figura 72: Selección de dirección puerto COM.

56. En RCI Explorer RV-2AJ dar clic derecho en Connection y seleccionar Connect (Véase figura 73).

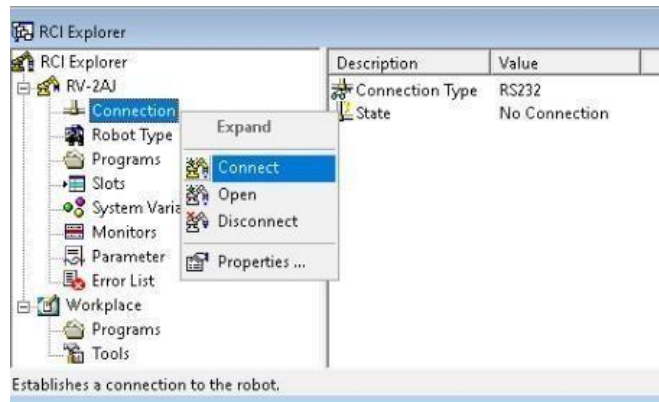


Figura 73: Conexión robot.

57. Revisar parámetros de conexión con el tipo de robot RV-2AJ, dar clic en OK. Verificar el tipo de conexión RS232 y el estado en Connection to robot established (Véase figura 74).

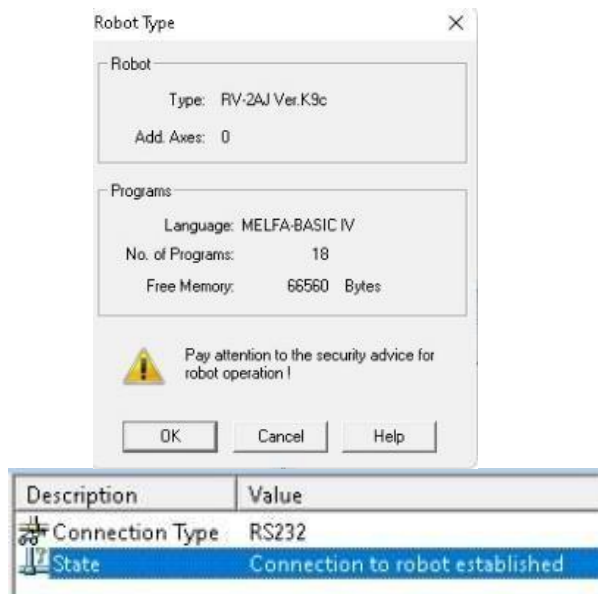


Figura 74: Parámetro de conexión.

58. En RCI Explorer RV-2AJ dar clic derecho y seleccionar Servos ON (Véase figura 75).

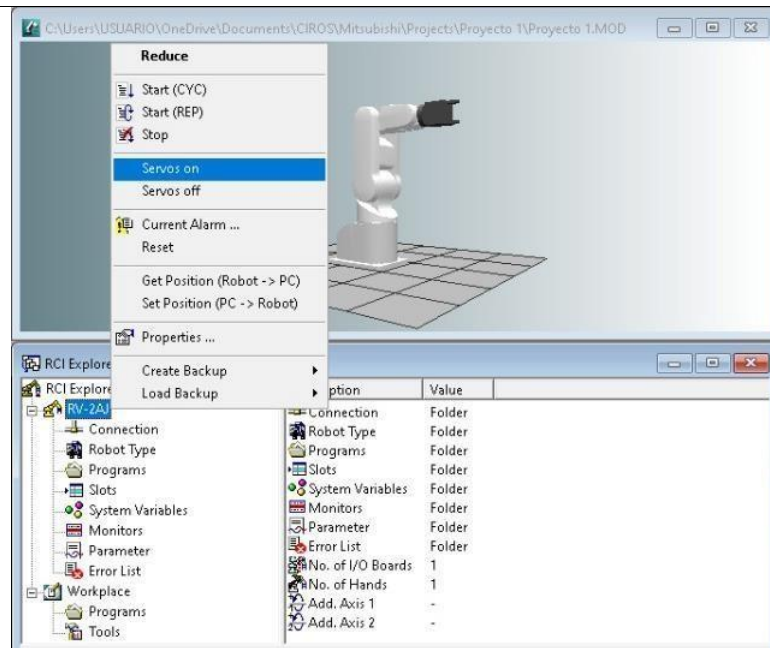


Figura 75: Encendido servomotores robot.

59. En la barra de herramientas seleccionar Jog Operation y se abrirá una ventana para manipular el robot RV-2AJ en tiempo real (Véase figura 76).

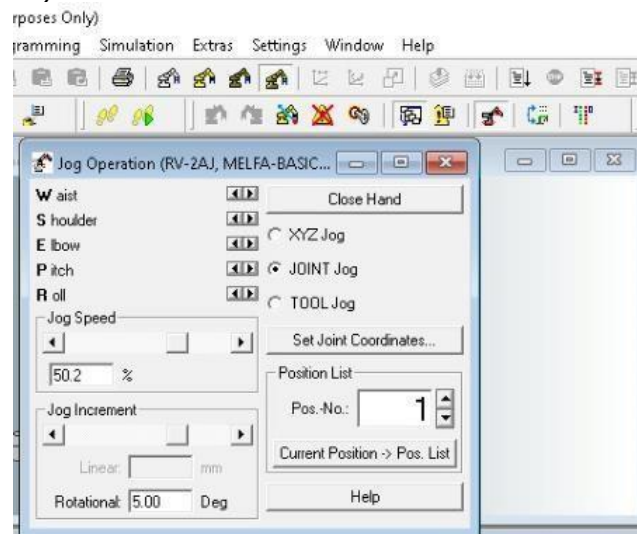


Figura 76: Manipulación de robot en tiempo real Jog operation.

60. Mover el robot a la posición requerida y dar clic en Current Position -> Pos. List para guardar la posición (Véase figura 77).

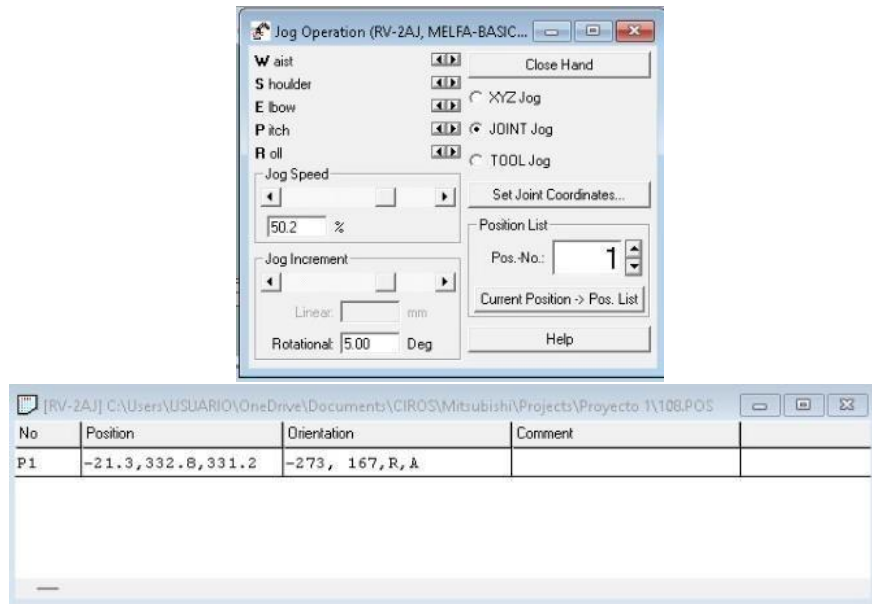


Figura 77: Guardado de posiciones.

61. Guardar todas las posiciones requeridas para el proceso planificado (Véase figura 78).



The image shows a screenshot of the 'Jog Operation' software interface displaying a table with 29 rows of position data. The table is titled '[RV-2AJ] C:\Users\USUARIO\OneDrive\Documents\CiROS\MITSUBISHI\PROJECT...'. The data is as follows:

No	Position	Orientation	Comment
P7	-140.2, 263.8, 39.6	-269, 175, 0, 0, R, A	
P8	-141.4, 269.5, 46.1	-269, 174, 0, 0, R, A	
P9	-141.2, 272.7, 49.4	-268, 173, 0, 0, R, A	
P15	-269.6, 191.8, 196.1	-311, 182, 0, 0, R, A	
P11	-68.7, 268.0, 43.7	-265, 161, R, A	
P12	-65.3, 254.7, 29.6	-266, 164, R, A	
P13	-64.8, 256.7, 31.4	-266, 163, R, A	
P14	-65.7, 264.1, 38.9	-265, 162, R, A	
P16	8.9, 266.8, 49.7	-266, 170, R, A	
P17	-268.4, 202.4, 201.2	-319, 193, R, A	
P18	11.7, 256.0, 32.6	-267, 167, R, A	
P19	-21.3, 332.8, 331.2	-273, 167, R, A	
P21	-129.8, 250.3, 99.9	-281, 167, R, A	
P22	-66.4, 259.0, 34.0	-266, 163, R, A	
P23	-65.3, 259.3, 34.0	-266, 163, R, A	
P24	-65.5, 263.1, 37.8	-265, 162, R, A	
P25	-65.1, 263.1, 37.8	-265, 162, R, A	
P26	-65.6, 271.6, 46.6	-264, 160, R, A	
P30	-280.9, 212.1, 255.2	-324, 174, R, A	
P29	-269.2, 203.2, 189.8	-324, 184, R, A	
JCOSIR	(0.0, 0.0, 5.0, 0.0, 0.0)		

Figura 78: Tabla de posiciones.

62. En RCI Explorer RV-2AJ seleccionar Monitors y dar clic en I/O Monitor para determinar la dirección de los tres sensores que procederán a clasificar por colores y dar accionamiento al robot RV-2AJ (Véase figura 79).

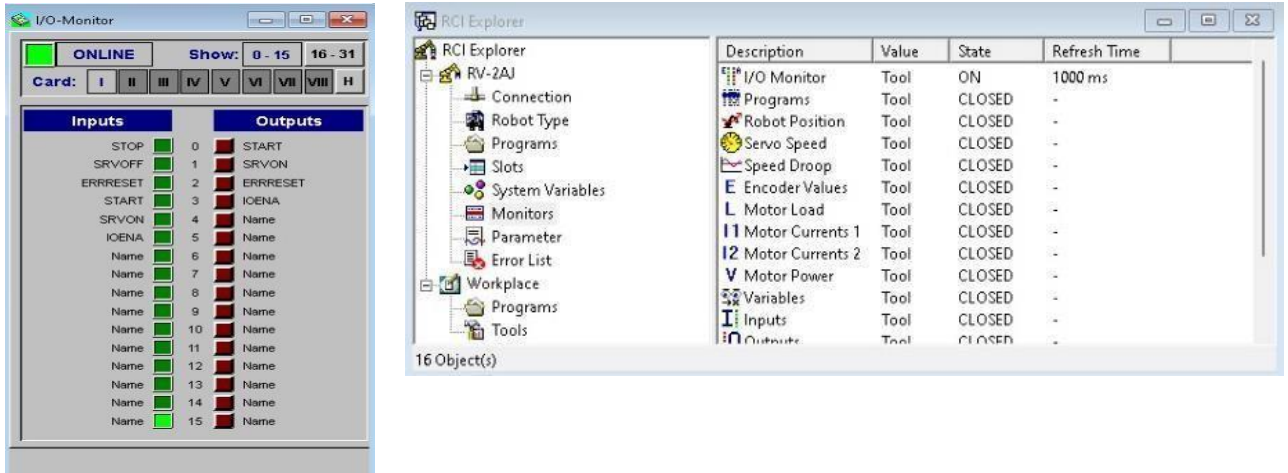


Figura 79: Monitoreo para determinar direcciones de sensores.

63. Verificar en el panel de I/O- Monitor la dirección de los sensores, dirección 12 detecta pieza color negra, dirección 12 y 14 detecta pieza color roja y dirección 12, 13 y 14 detectan pieza color plata (Véase figura 80).



Figura 80: Direcciones de sensores detectadas.

64. Programar en función de las posiciones guardadas (Véase figura 81).

```

[RV-2AJ] C:\USERS\USUARIO\ONEDRIVE\DOCUMENTS\CIROS\MITSUBISHI\PROJECTS\PROYECTO 1\107.MB4
10 IF M_IN(12)=1 AND M_IN(13)=0 AND M_IN(14)=0 THEN
20 OVRD 25
30 DLY 6
40 HOPEN 1
50 MOV P19
60 MOV P21
70 MOV P5
80 MOV P6
90 HCLOSE 1
100 DLY 1
110 MOV P7
120 MOV P8
130 MOV P9
140 MOV P19
150 MOV P30
160 MOV P29
170 HOPEN 1
180 DLY 1
190 MOV P30
200 MOV P19
210 ENDF
220 IF M_IN(12)=1 AND M_IN(13)=0 AND M_IN(14)=1 THEN
230 DLY 6
240 OVRD 25
250 MOV P16
260 MOV P18
270 HCLOSE 1
280 DLY 1
290 MOV P19
300 MOV P30
310 MOV P29
320 HOPEN 1
330 DLY 1
340 MOV P30
350 MOV P19
360 ENDF
370 IF M_IN(12)=1 AND M_IN(13)=1 AND M_IN(14)=1 THEN
380 DLY 5
390 OVRD 25
400 MOV P11
410 MOV P12
420 HCLOSE 1
430 DLY 1
440 MOV P22
450 MOV P23
460 MOV P24
470 MOV P25
480 MOV P26
490 MOV P19
500 MOV P30
510 MOV P29
520 HOPEN 1
530 DLY 1
540 MOV P30
550 MOV P19
560 ENDF

```

Figura 81: Programación de posiciones.

65. Compilar el programa y verificar que no haya errores (Véase figura 82).

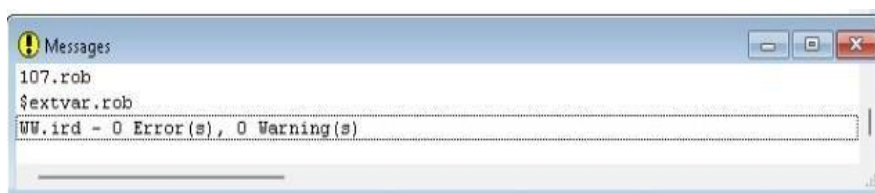


Figura 82: Compilación de programa.

66. En RCI Explorer Workplace seleccionar Programs, dar clic derecho en el archivo de programa. MB4 creado y seleccionar Download. Realizar el mismo proceso con el archivo de posiciones. POS, emergerá una ventana de confirmación de descarga del ordenador al módulo del robot (Véase figura 83).

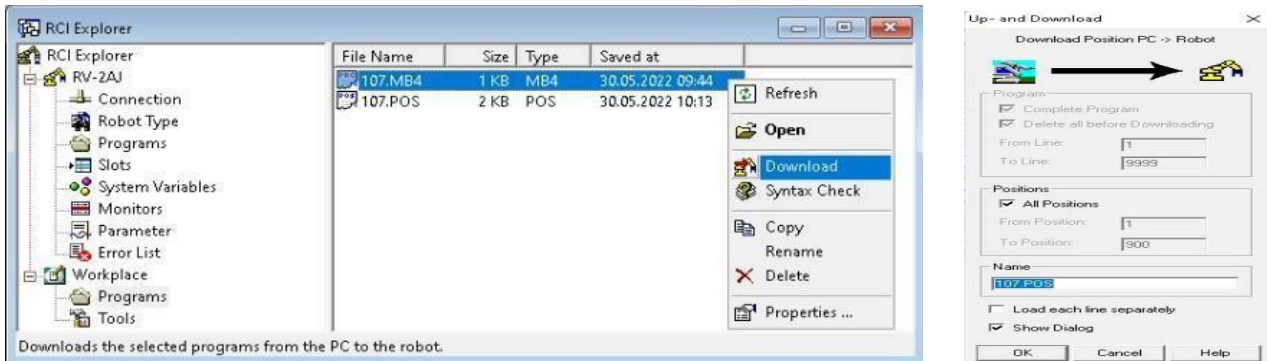


Figura 83: Ejecución de programa.

67. En RCI Explorer RV-2AJ seleccionar Programs, buscar el número de programa creado luego dar clic derecho y seleccionar Start (CYC) (Véase figura 84).

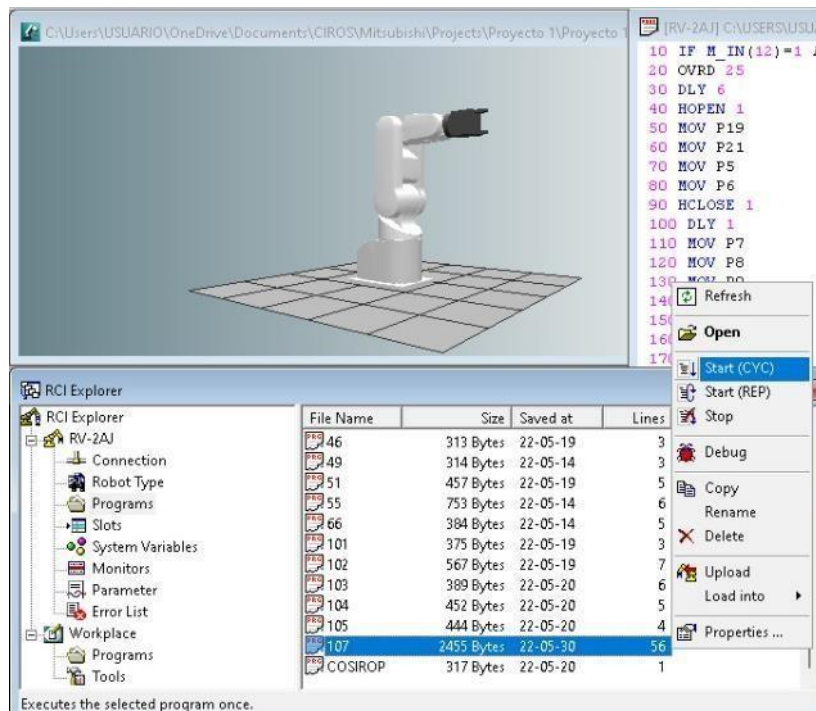



Figura 84: Selección de programa


	VICERRECTORADO DOCENTE	Código: GUIA-PRL-001
	CONSEJO ACADÉMICO	Aprobación: 2019/04/06
Formato: Guía de Práctica de Laboratorio / Talleres / Centros de Simulación		


BIBLIOGRAFÍA:

- Álvarez, M., Mejía, J., "TIA PORTAL Aplicaciones de PLC", Instituto Metropolitano 2017 □
- Ebel, F., y Pany, M. (2006a). Distributing station manual. Festo Didactic GmbH Co. KG.
- Ebel, F., y Pany, M. (2006d). Sorting station manual. Festo Didactic GmbH Co. KG.
- Ebel, F., y Pany, M. (2006e). Testing station manual. Festo Didactic GmbH Co. KG.
- Alonso, N., "Redes de comunicaciones industriales", editorial UNED, 2013.
- Baca U, G., Cruz, M., Cristóbal, M., Baca C, G., Gutiérrez, J., Pacheco, A., . . . Obregón, M. (2014). Introducción ala ingeniería industrial (Vol. 2). Grupo Editorial PATRIA.

Docente / Técnico Docente: _____


Firma: _____

	VICERRECTORADO DOCENTE	Código: GUIA-PRL-001
	CONSEJO ACADÉMICO	Aprobación: 2019/04/06
Formato: Guía de Práctica de Laboratorio / Talleres / Centros de Simulación		

		FORMATO DE INFORME DE PRÁCTICA DE LABORATORIO / TALLERES / CENTROS DE SIMULACIÓN – PARA ESTUDIANTES	
CARRERA:		ASIGNATURA:	
NRO. PRÁCTICA:		TÍTULO PRÁCTICA:	
OBJETIVO ALCANZADO:			
ACTIVIDADES DESARROLLADAS			
1.			
2.			
3.			
4.			
5.			
6.			
N.			
RESULTADO(S) OBTENIDO(S):			
CONCLUSIONES:			
RECOMENDACIONES:			

Nombre de estudiante: _____

Firma de estudiante: _____

	VICERRECTORADO DOCENTE	Código: GUIA-PRL-001
	CONSEJO ACADÉMICO	Aprobación: 2016/04/06
Formato: Guía de Práctica de Laboratorio / Talleres / Centros de Simulación		

		FORMATO DE GUÍA DE PRÁCTICA DE LABORATORIO / TALLERES / CENTROS DE SIMULACIÓN – PARA DOCENTES																													
CARRERA: Ingeniería Mecatrónica		ASIGNATURA: Diseño Mecatrónico/Diseño de instalaciones de Manufactura/Integración CAD-CAM-CIM																													
NRO. PRÁCTICA:	03	TÍTULO PRÁCTICA: Redistribución de estaciones de laboratorio MPS-500 en software TIA PORTAL V15.																													
OBJETIVO (Colocar el o los objetivos que se alcanzarán al desarrollar la práctica): <ul style="list-style-type: none"> • Verificar las distribuciones en planta de tipo celular. • Analizar patrones de flujo horizontal en O aplicada a la distribución de planta celular. • Conocer el funcionamiento del software TIA PORTAL V15. • Desarrollar los pasos para poner en red al PLC con PC. • Implementar proceso secuencial con los módulos de: distribución, verificación, proceso. manipulación almacenamiento. • Realizar el procedimiento para establecer la conexión en red entre PLC's maestro - esclavo. 																															
INSTRUCCIONES (Detallar las instrucciones que se dará al estudiante):	1. Requisitos y conocimientos previos <ul style="list-style-type: none"> a) Instalaciones industriales. b) Circuitos Eléctricos/Electrónicos. c) Redes industriales. d) Automatización Industrial. e) Diseño de instalaciones de manufactura. 																														
	2. Equipos, instrumentos y software <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th>Descripción</th> <th>Cantidad</th> <th>Marca</th> <th>Identificación / serie</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Computadora S.O. Windows 10, 64 bits</td> <td style="text-align: center;">1</td> <td style="text-align: center;">-</td> <td style="text-align: center;">-</td> </tr> <tr> <td>PLC S7-300</td> <td style="text-align: center;">5</td> <td style="text-align: center;">Siemens</td> <td style="text-align: center;">-</td> </tr> <tr> <td>Cable MPI</td> <td style="text-align: center;">1</td> <td style="text-align: center;">Siemens</td> <td style="text-align: center;">-</td> </tr> <tr> <td>Cable PROFIBUS</td> <td style="text-align: center;">4</td> <td style="text-align: center;">-</td> <td style="text-align: center;">-</td> </tr> <tr> <td>Software TIA PORTAL V15</td> <td style="text-align: center;">1</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Kit de herramientas</td> <td style="text-align: center;">1</td> <td style="text-align: center;">FESTO</td> <td></td> </tr> </tbody> </table>			Descripción	Cantidad	Marca	Identificación / serie	Computadora S.O. Windows 10, 64 bits	1	-	-	PLC S7-300	5	Siemens	-	Cable MPI	1	Siemens	-	Cable PROFIBUS	4	-	-	Software TIA PORTAL V15	1			Kit de herramientas	1	FESTO	
	Descripción	Cantidad	Marca	Identificación / serie																											
	Computadora S.O. Windows 10, 64 bits	1	-	-																											
	PLC S7-300	5	Siemens	-																											
Cable MPI	1	Siemens	-																												
Cable PROFIBUS	4	-	-																												
Software TIA PORTAL V15	1																														
Kit de herramientas	1	FESTO																													
3. Exposición <ul style="list-style-type: none"> • Controlador Lógico Programable (PLC) <p>En el Sistema de Producción Modular para poder controlar sus estaciones, está implementado un controlador lógico programable (PLC) que es un dispositivo electrónico que puede ser programado por el usuario en un lenguaje no informático, la misma está enfocada en la área de la industria, en procesos secuenciales, con la función de realizar procesos automatizados, esto nos permite controlar tanto como entradas y salidas de los módulos que existen dentro de cada estación a utilizar, con la finalidad de automatizar procesos productivos que permite mejorar, los tiempos de producción, índice bajo de fallos, y evitar la intervención humana en un ambiente de riesgo.</p>																															

- **Especificaciones**

En cada estación está implementado un tipo de PLC llamado SIMATIC S7-300 que se encuentra dentro de los controladores estándar utilizado para aplicaciones pequeñas y medianas. El PLC Siemens S7 300 es la solución automática ideal para los campos que requieren optimización en productividad. (Siemens, 2005) A continuación se detallará sus principales especificaciones:

- CPU compacta con mpi, 24 ed/16 sd, 4ea, 2sa, 1 pt100
- 3 contadores rápidos (30 khz).
- Fuente alimentación. Integrada 24v dc.
- Memoria central 128 kbyte.
- Requiere conector frontal (1x 40 polos) y micro memory card.



Figura 1: PLC SIMATIC S7-300

- **Profibus**

Profibus tiene la función de controlar procesos, dentro del campo de dispositivos como máquinas de manipulación y ensamblaje de materiales en donde su topología es en bus lineal con su respectiva terminación en cada extremo. También consta de protocolos Profibus DP y Profibus PA, que están enfocados para la automatización de procesos. Profibus es uno de los buses de campo más utilizado en la industria. Entre sus principales áreas de aplicación se encuentran la manufacturación, automatización y generación de procesos. Internacionalmente este bus se encuentra estandarizado bajo las normas EN 50170, IEC 61158 e IEC 61784 permitiendo que los usuarios finales tengan independencia frente a los productos ofrecidos por los distintos fabricantes. (Alonso, 2013)

Estaciones a usar MPS-500

- **Estación de Distribución**

La estación de distribución es un dispositivo de alimentación. Los dispositivos de alimentación se definen como unidades que cumplen la función de abastecimiento, clasificación y alimentación de componentes. (Festo, 2022c)

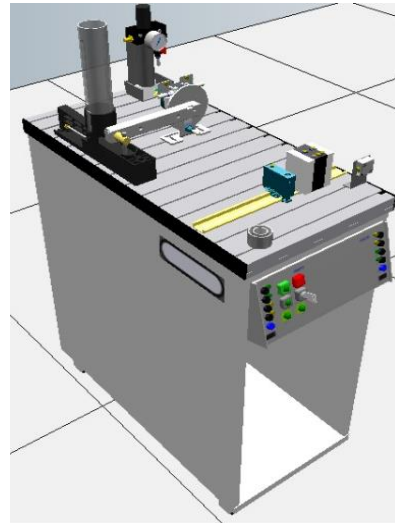


Figura 2: Estación de Distribución

- **Estación de Verificación.**

La estación de verificación tiene la función de verificar el material que se entregara partir de la estación de distribución. (Festo, 2022g)

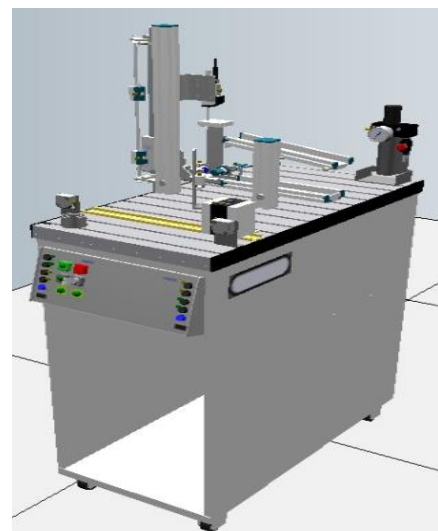


Figura 3: Estación de Verificación

- **Estación de Manipulación**

La estación de manipulación es una subfunción del flujo de material. Determinar las características materiales de una pieza de trabajo, sacar piezas de trabajo de un receptáculo, depositar las piezas sobre el carro o para pasar las piezas a una estación posterior son las funciones que puede realizar la estación de manipulación (Ebel y Pany, 2006b).

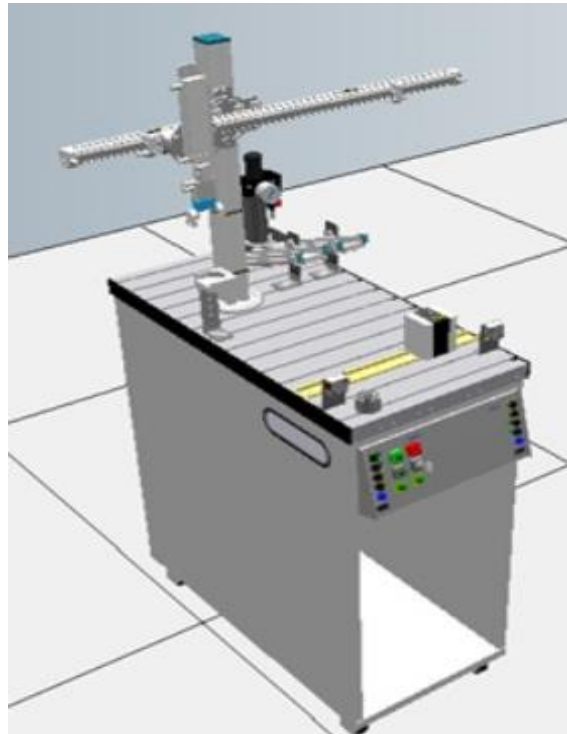


Figura 4: Estación de manipulación.

- **Estación de Proceso**

Comprobar las características de las piezas de trabajo (posicionamiento correcto, agujero). Mecanizar piezas y para suministrar piezas a una estación posterior son las funciones que puede realizar la estación de procesamiento (Ebel y Pany, 2006c).

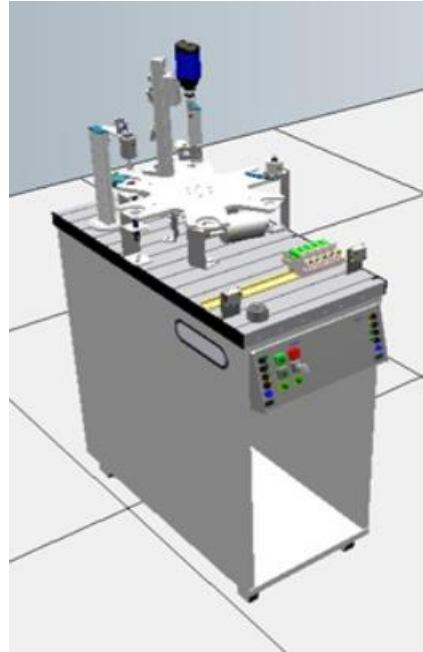


Figura 5: Estación de proceso.

- **Estación de almacenamiento**

En la estación de almacenamiento tiene la función de almacenar las piezas, lo realiza mediante un brazo robótico en donde es accionado por servomotores. (Festo, 2022a)

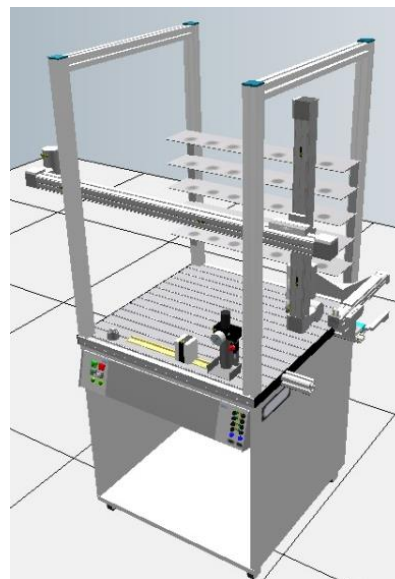


Figura 6: Estación de Almacenamiento

- **Estación de Sistema de transporte de banda transportadora**

La estación de sistema de transporte tiene la función de poder controlar el transporte del material en todo el sistema. Este sistema de transporte está implementado dos bandas de 3 metros y dos bandas de 60 centímetros, con la finalidad de poder estar involucradas en cada posición de la estación que se desee. (Festo, 2022h)

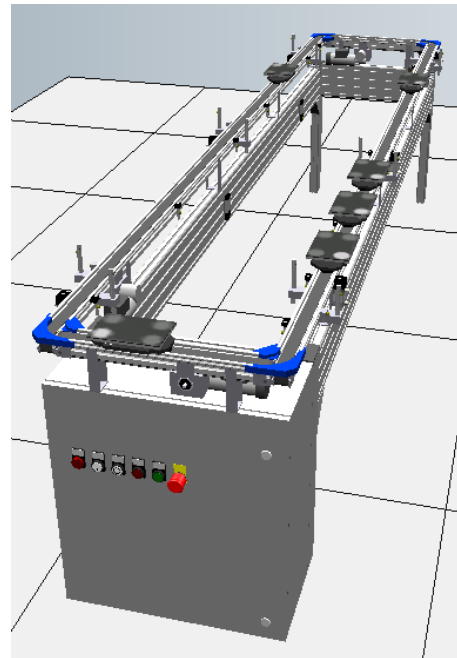


Figura 7: Estación de Sistema de transporte

- **Distribución en planta celular**

Son un tipo de distribución en donde requieren ciertas características de las nuevas líneas de producción como los productos y los procesos (Baca U, y cols.,2014).

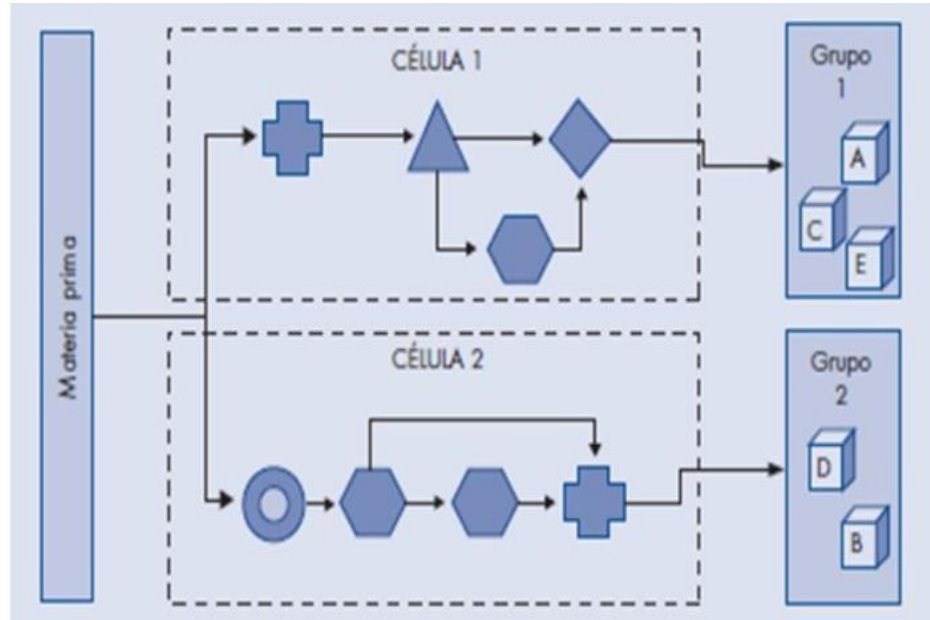


Figura 8: Distribución en planta celular

- **Patrones de flujo**

Para poder diseñar el patrón de flujo primero se necesita describir los flujos que se requieren para poder llevar a cabo el proceso secuencial. Estos nuevos patrones se ejecutan dentro de una superficie horizontal, teniendo en cuenta que se puede seguir varias cantidades de patrones que se pueden diseñar a partir de los patrones básicos de flujo (Baca U, y cols.,2014).

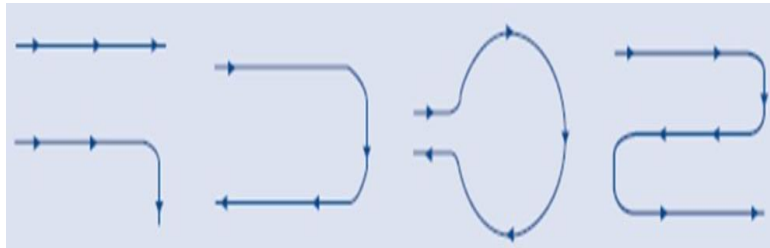


Figura 9: Patrones de flujo.

4. Indicar al profesor para su evaluación

ACTIVIDADES POR DESARROLLAR

(Anotar las actividades que deberá seguir el estudiante para el cumplimiento de la práctica)

1. Diseñar y modelar la nueva distribución de las estaciones a utilizar en el software CIROS Studio (Véase figura 10 y 11).

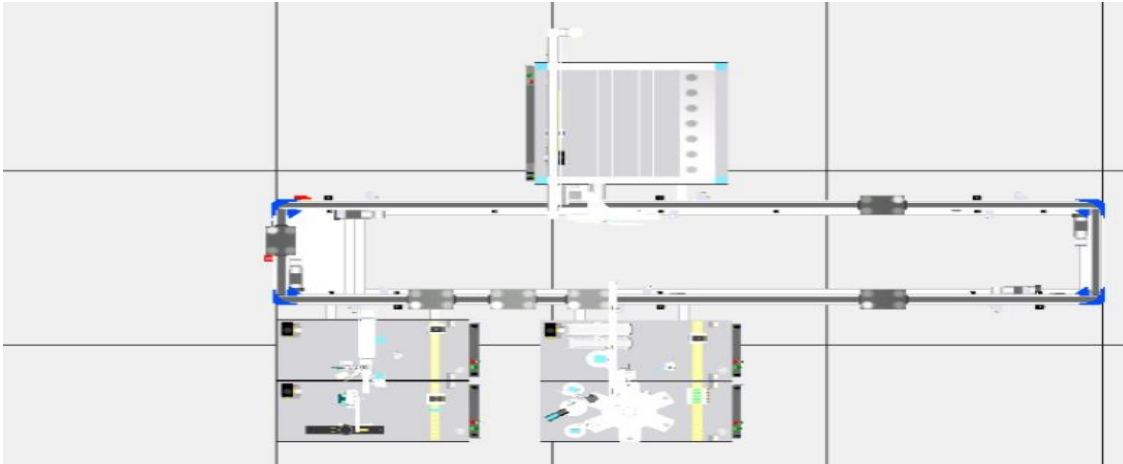


Figura 10: Diseño y modelado de Distribución.

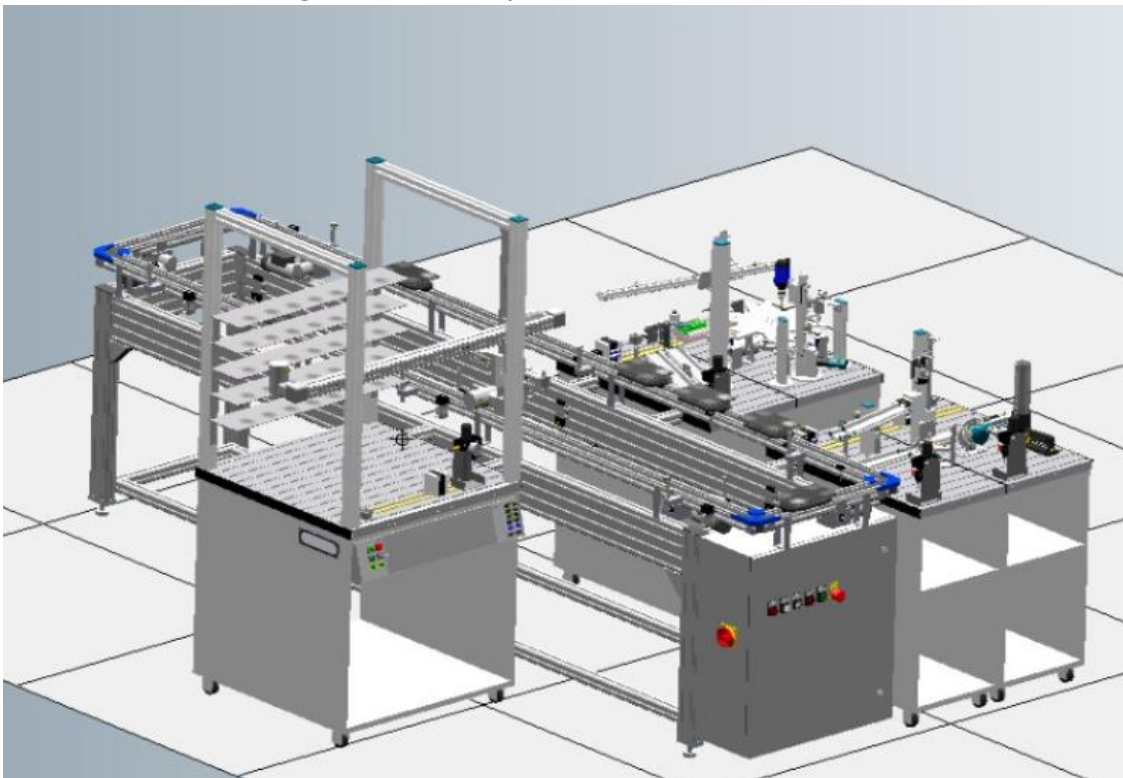


Figura 11: Diseño y modelado de distribución.

2. Diseñar los procesos de la nueva distribución mediante un diagrama de flujo (Véase figura 12).

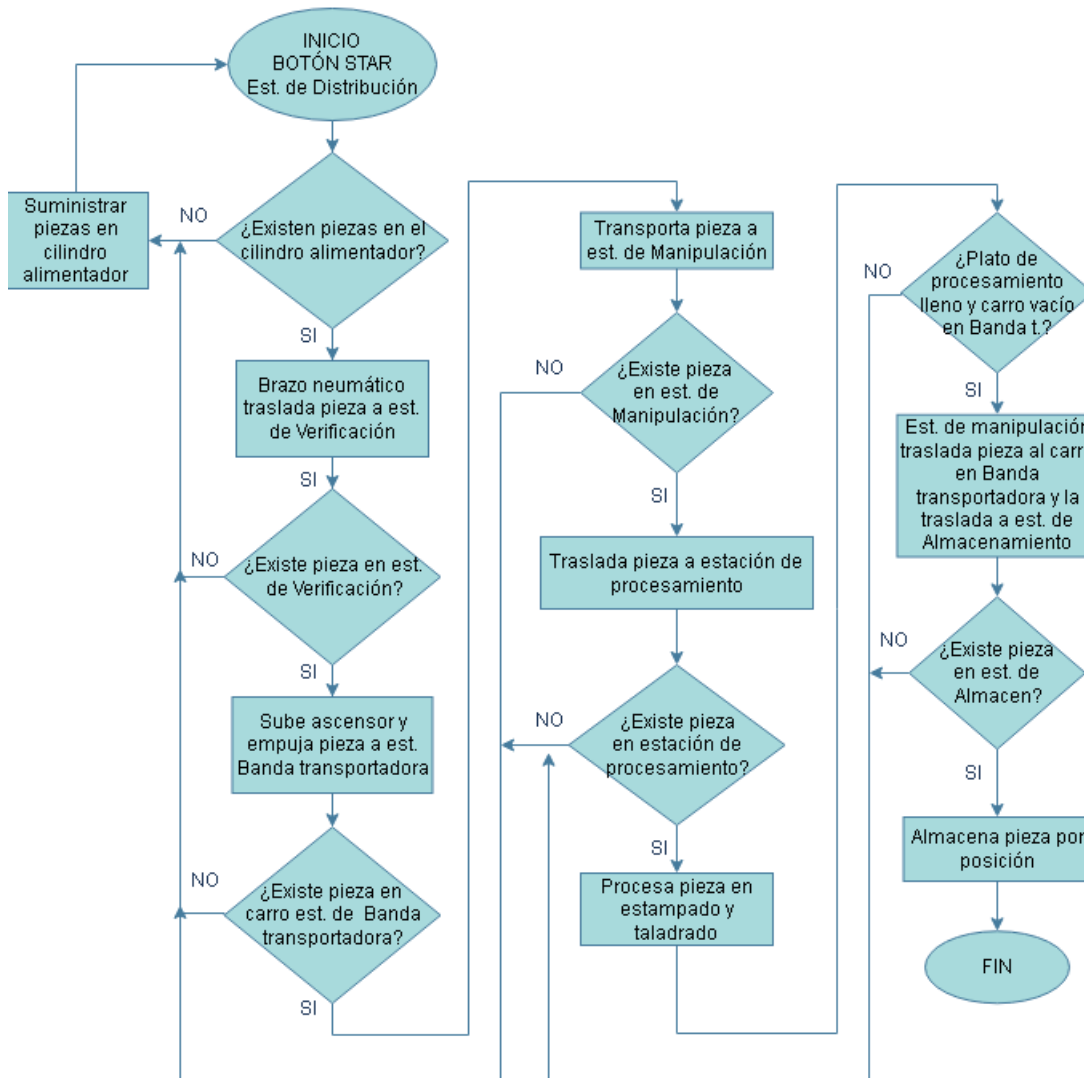


Figura 12: Diagrama de flujo de funcionamiento del proceso.

3. Verificar las conexiones Profibus de cada estación teniendo en cuenta que la impedancia del terminal del cable debe estar en off para que continúe la transmisión a mas PLC'S y en bus para que termine (Véase figura 13 y 14).



Figura 13: Verificación de conexión Profibus.



Figura 14: Verificación de conexión Profibus.

4. Sujetar adecuadamente cada estación como seguridad, con la finalidad que no exista dificultades mecánicas al momento de realizar la secuencia del proceso. (Véase figura 15 y 16).



Figura 15: Sujeción de estaciones.



Figura 16: Bloqueo de seguro de llantas.

5. Colocar las estaciones en base a la distribución diseñada y modelada (Véase figura 17).



Figura 17: Colocación de estaciones en la distribución diseñada

6. Verificar entradas y salidas con su respectiva dirección de cada uno de los sensores y actuadores que componen las estaciones a usar.

7. Abrir software TIA PORTAL V15.

8. A continuación, creamos un proyecto en el software TIA PORTAL V15, y asignamos un nombre al proyecto, y luego dar clic en crear (Véase figura 18).

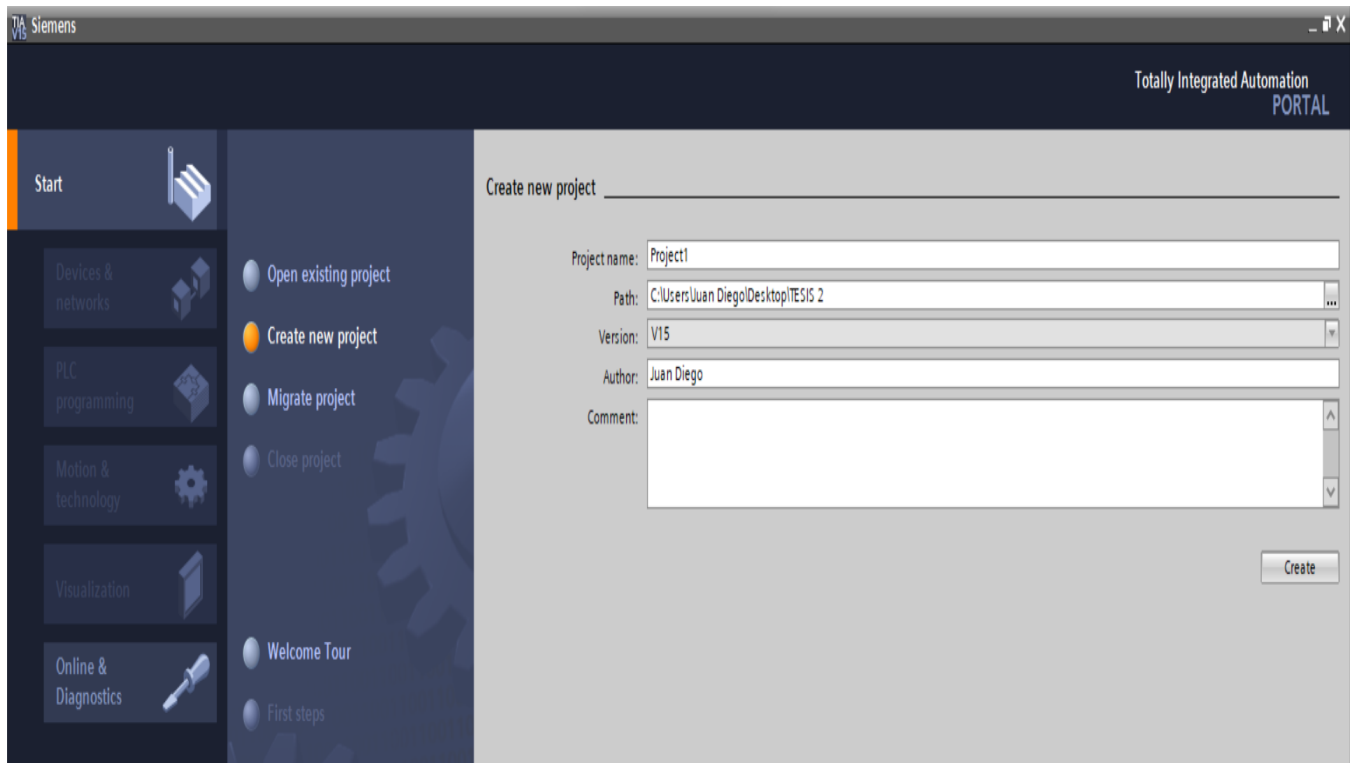


Figura 18: Creación de proyecto.

9. A continuación, se procede a configurar el dispositivo (Véase figura 19).

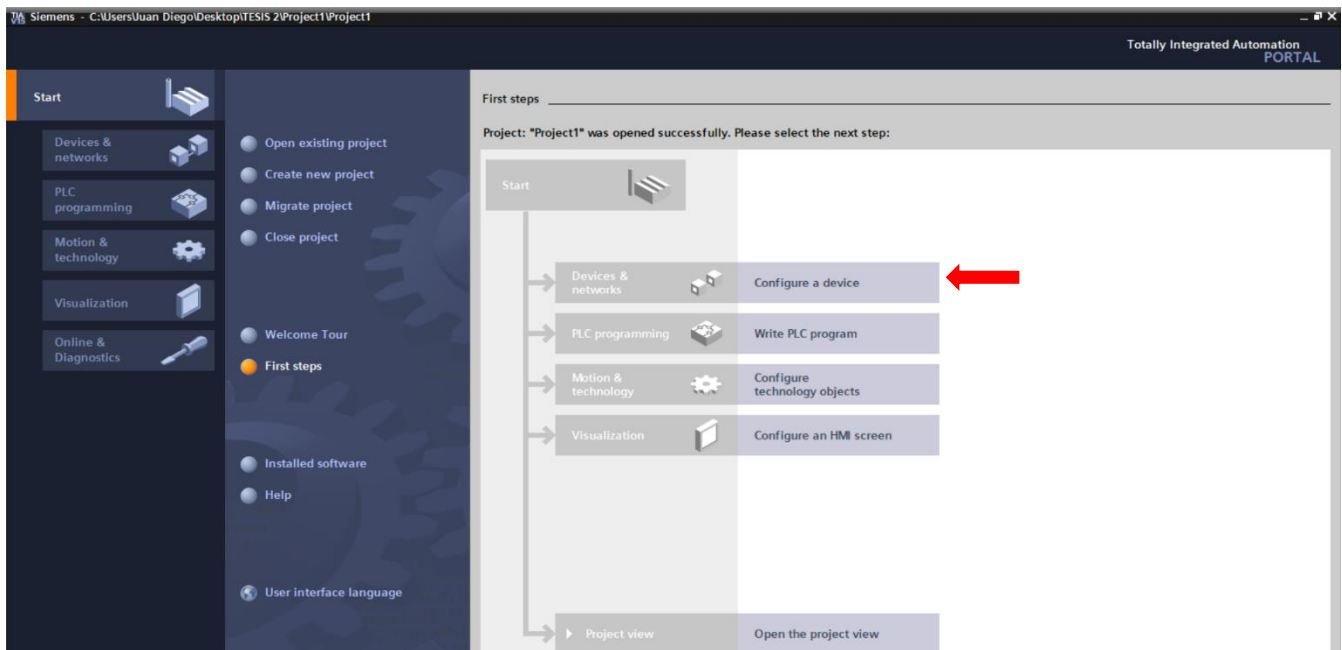


Figura 19: Configuración de dispositivos.

10. Dentro de agregar dispositivo se elige la opción SIMATIC S7 300, a continuación, también el CPU que en este caso primero agregamos el maestro y el esclavo 313C-2 DP con su respectiva versión de firmware y número de artículo (Véase figura 20).

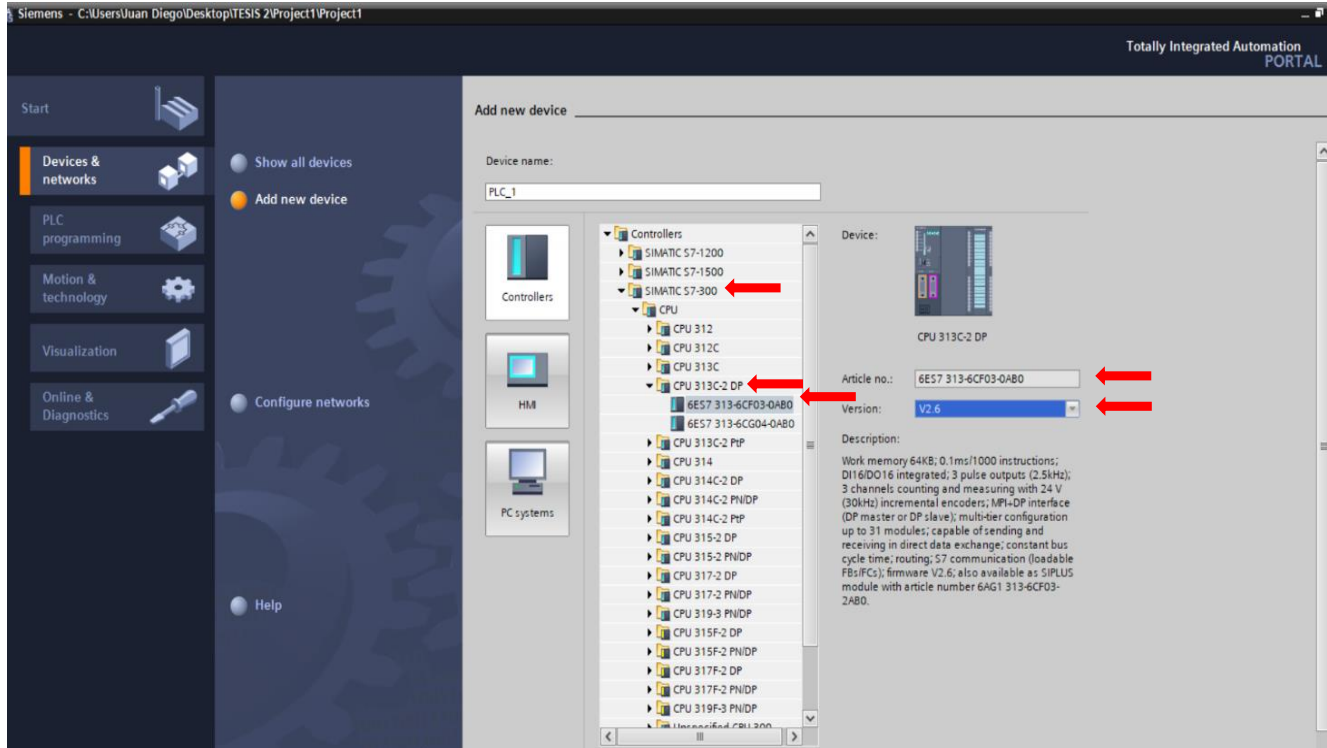


Figura 20: Configuración de dispositivos.

11. Una vez agregado el dispositivo se mostrará una ventana con el CPU, en donde podremos agregar los módulos que se necesite (Véase figura 21).

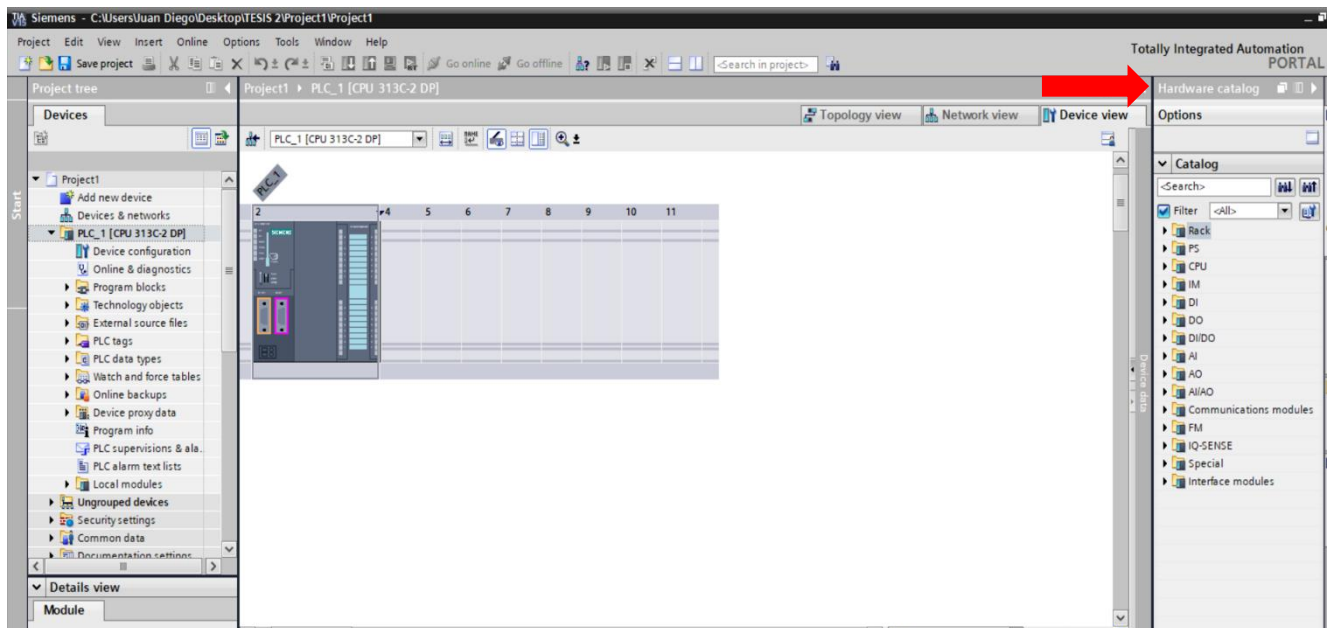


Figura 21: Adición de módulos.

12. A continuación, se agregan los dispositivos que serán los esclavos, esto dependerá de las estaciones que se use, para ellos dar clic en agregar nuevo dispositivo, y elegir la opción SIMATIC S7 300, a continuación, el CPU 313C-2 DP son su respectiva versión, hay que tener en cuenta que el CPU de la estación de almacenamiento es diferente (Véase figura 22).

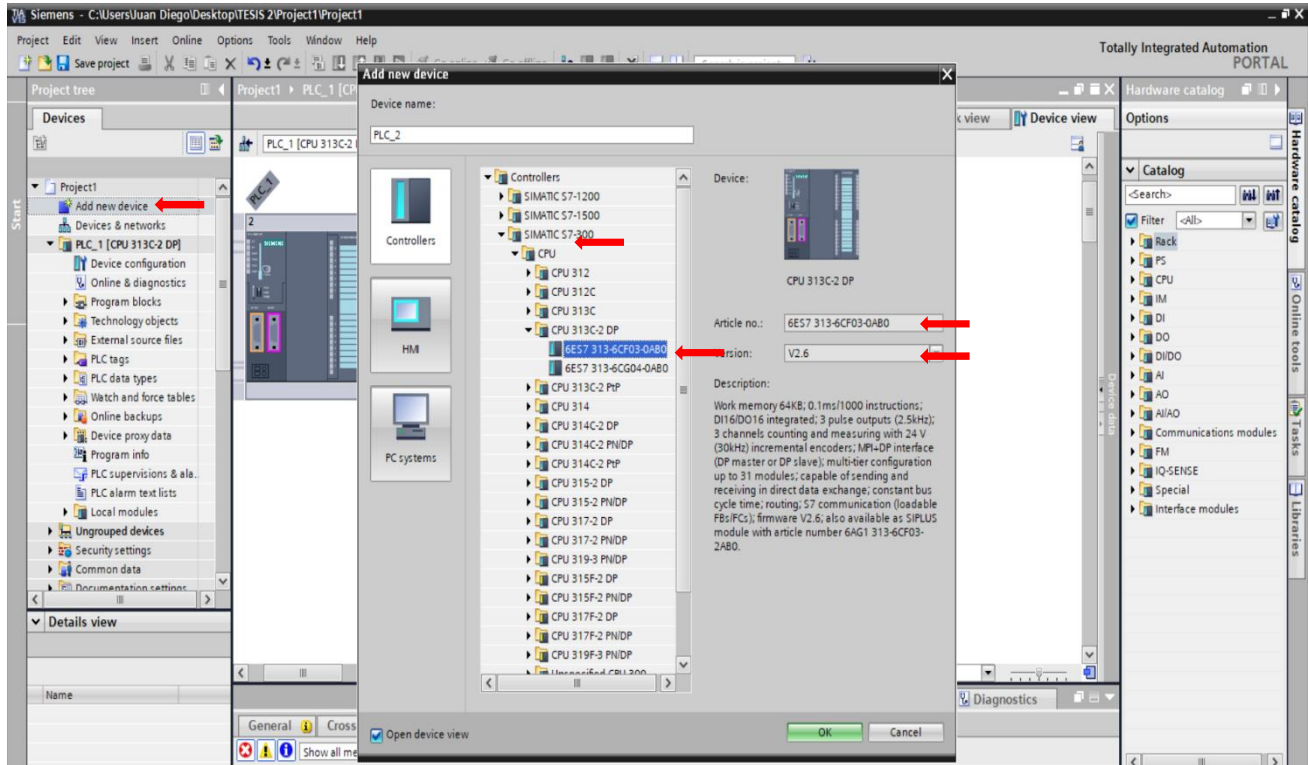


Figura 22: Adición de módulos esclavos.

13. A continuación, se agregan todos los dispositivos de cada estación a usar (Véase figura 23).

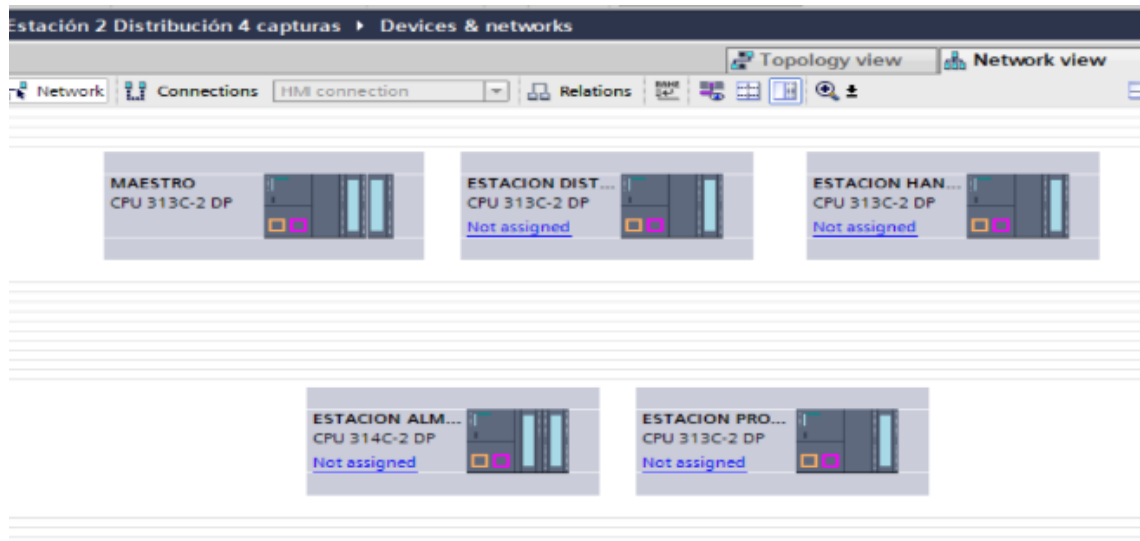


Figura 23: Módulos de cada estación a usar.

14. Direcciones de cada estación en la red MPI.

ESTACIÓN	DIRECCIÓN
Maestro	3
Almacenamiento	8
Distribución	2
Manipulación	6
Proceso	7

15. Una vez ya agregado todos los dispositivos, se crea y se configura la red MPI para cada CPU. Para ello dar clic en MPI, y desplazar un menú de la red, dar clic en agregar nueva red con dirección 3 en este para el maestro, dirección 8 estación de almacenamiento, dirección 2 estación de distribución, dirección 6 estación de manipulación, dirección 7 estación de proceso (Véase en la figura 24 y 25).

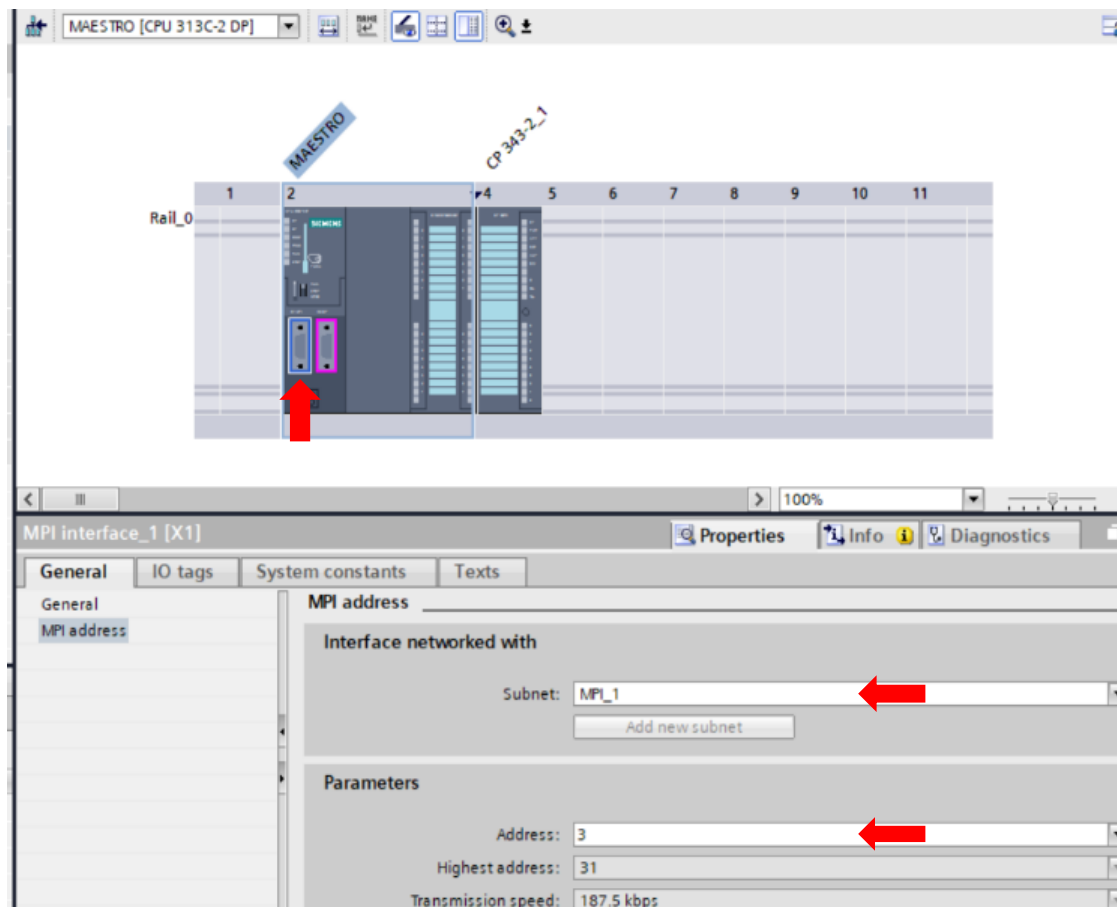


Figura 24: Configuración MPI.

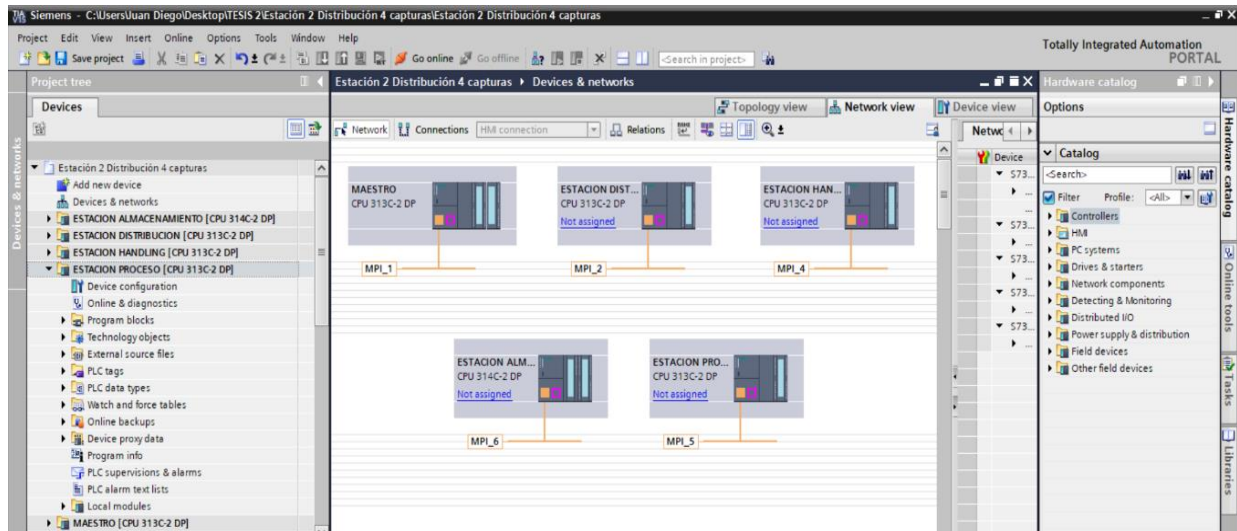


Figura 25: RED MPI.

16. Direcciones de cada estación en red Profibus.

ESTACIÓN	DIRECCIÓN
Maestro	20
Almacenamiento	14
Distribución	2
Manipulación	8
Proceso	6

17. A continuación, se debe crear y configurar la red Profibus, para ello hacemos clic en la red, en donde se nos desplazará el menú de interfaz, dar clic en modo de operación y establecer cuál será el maestro y el esclavo, con su respectiva dirección (Véase figura 26 y 27).

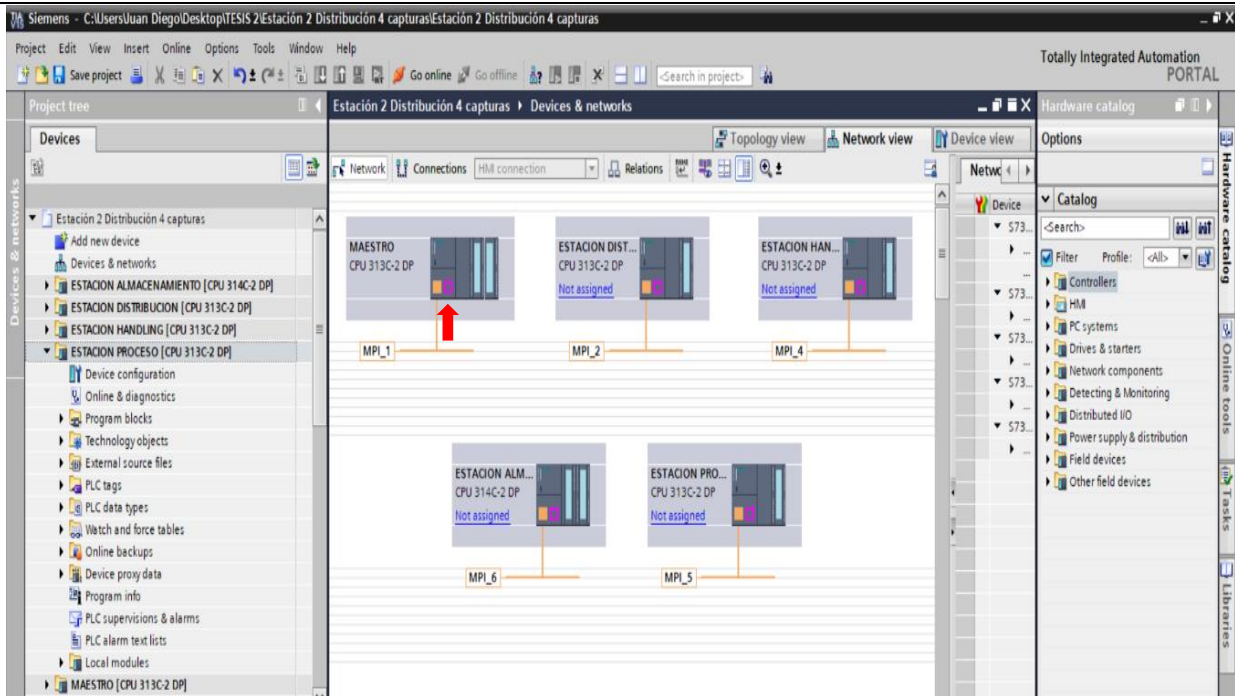


Figura 26: Configuración Profibus

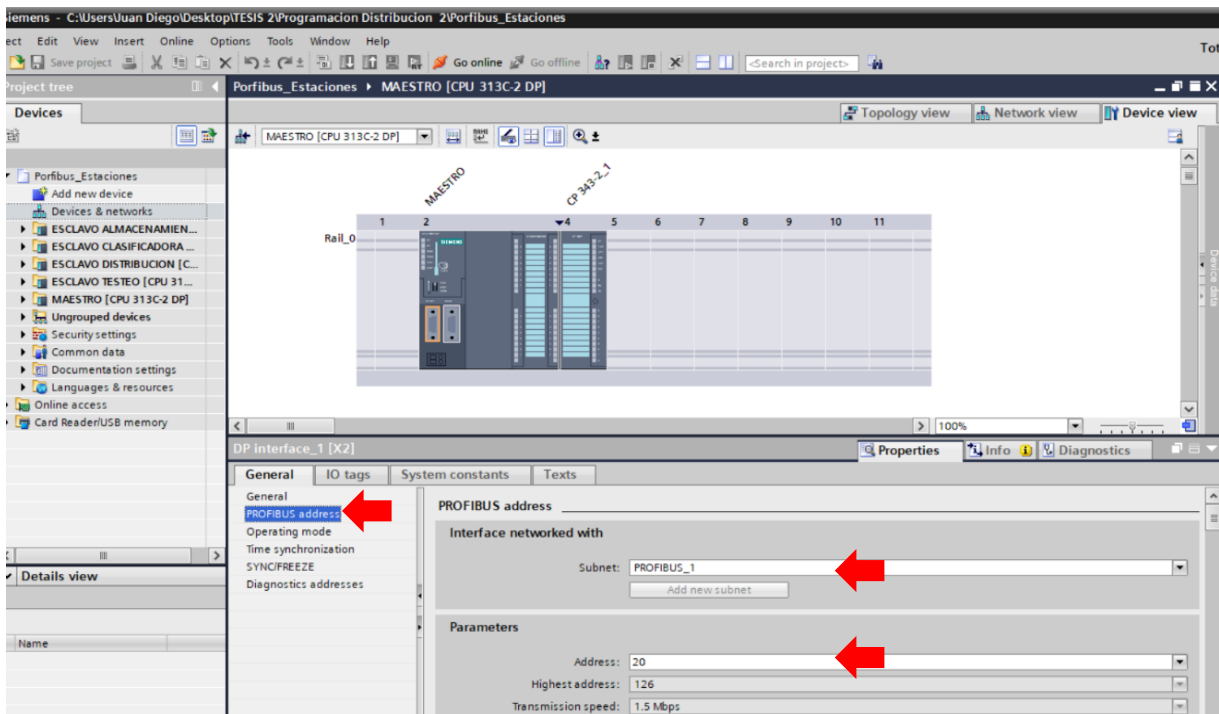


Figura 27: Configuración dirección Profibus.

18. A continuación, configurar los esclavos que en este caso serán cada una de las estaciones a usar, y designar las direcciones de cada esclavo, con su respectiva comunicación de interfaz con el maestro y con la red Profibus con cada una de las estaciones (Véase en la figura 28 y 29).

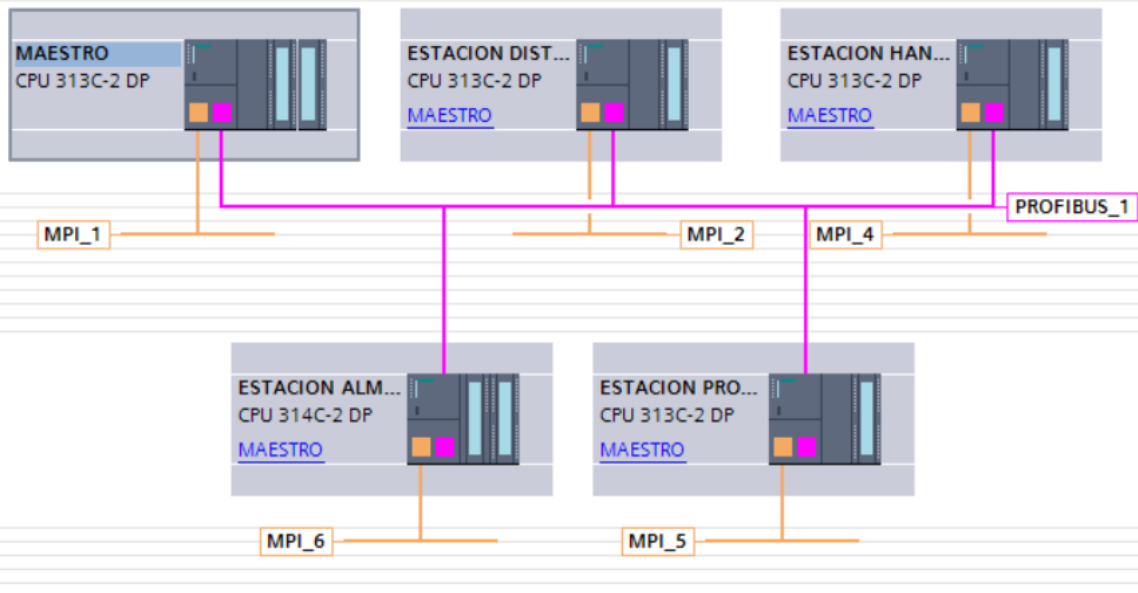


Figura 28: Configuración esclavos.

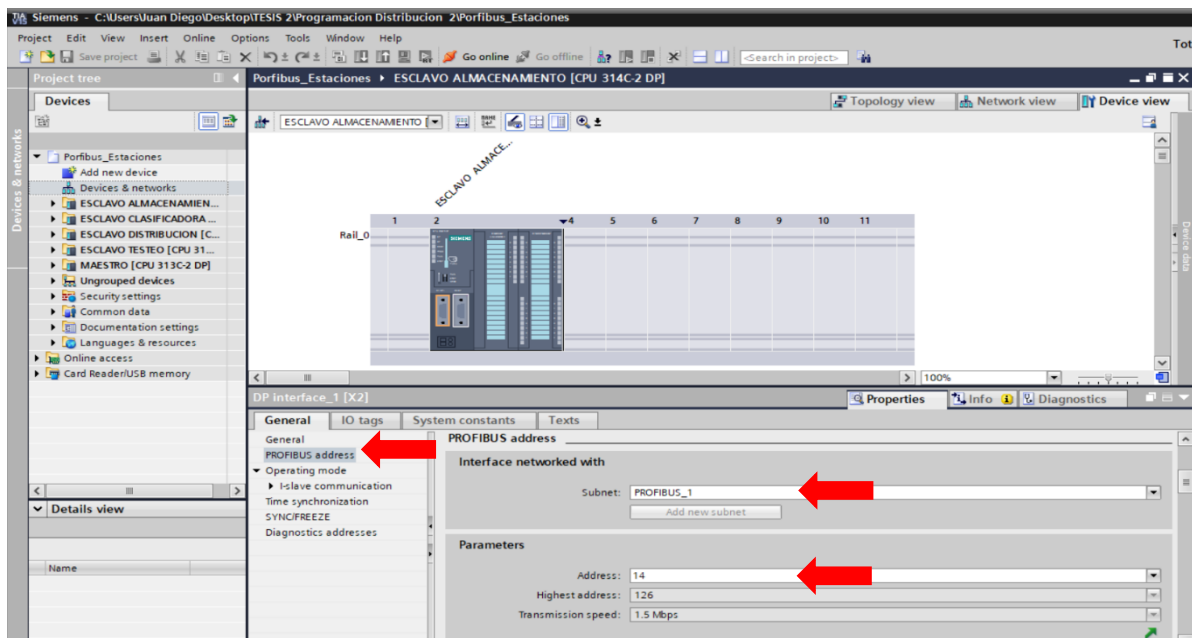


Figura 29: Configuración esclavos.

- 19.** Se configura la comunicación entre maestro y esclavo, para ello en áreas de transferencia se crea las direcciones de comunicación, en donde la dirección de salida del maestro será la entrada de dirección en el esclavo (Véase figura 30).

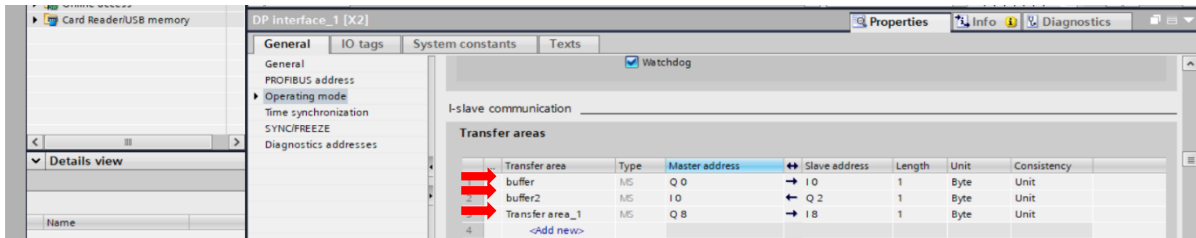


Figura 30: Configuración esclavos.

- 20.** Una vez ya configurado tanto como el maestro y cada uno de los esclavos, se verifica y se establece la interfaz de conexión creadas, tanto como la red MPI y la red Profibus. Para ello se requiere que solo una vez se debe enlazar conexión entre cada CPU, después solo se deberá usa el cable MPI conectada al maestro. (Véase figura 31).

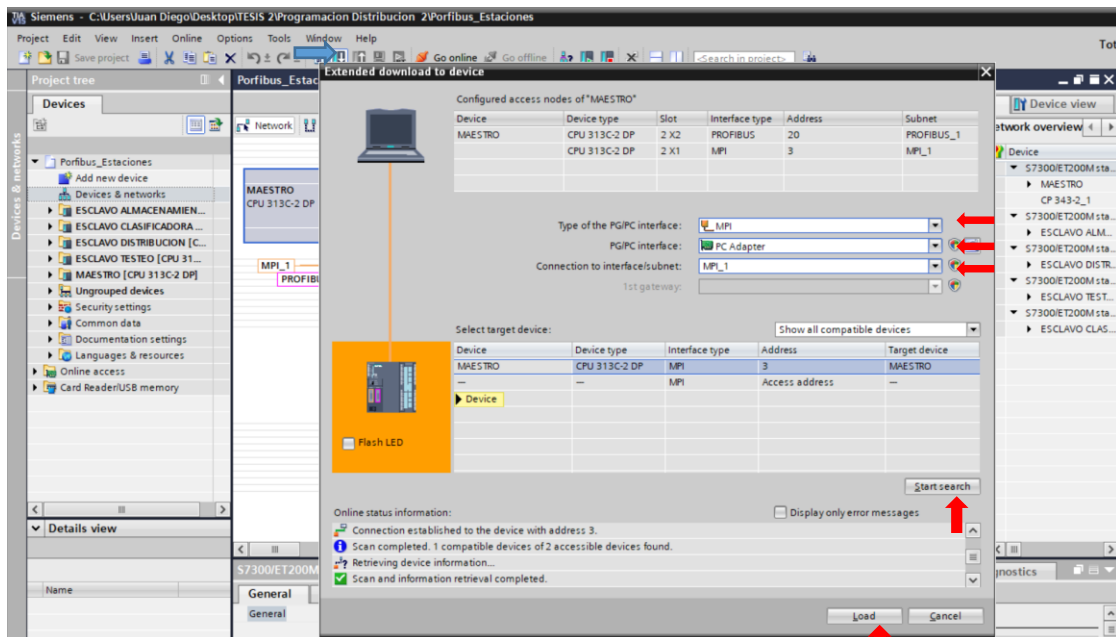


Figura 31: Interfaz de conexión.

21. Antes de establecer conexión con los esclavos se debe añadir en cada estación, bloques OB de fallo las cuales ayudan a solucionar errores específicos tales como:

OB	Descripción
80	Error de tiempo
82	Alarma de diagnóstico
86	Fallo de un aparato de ampliación, sistema maestro DP o periferia descentralizada

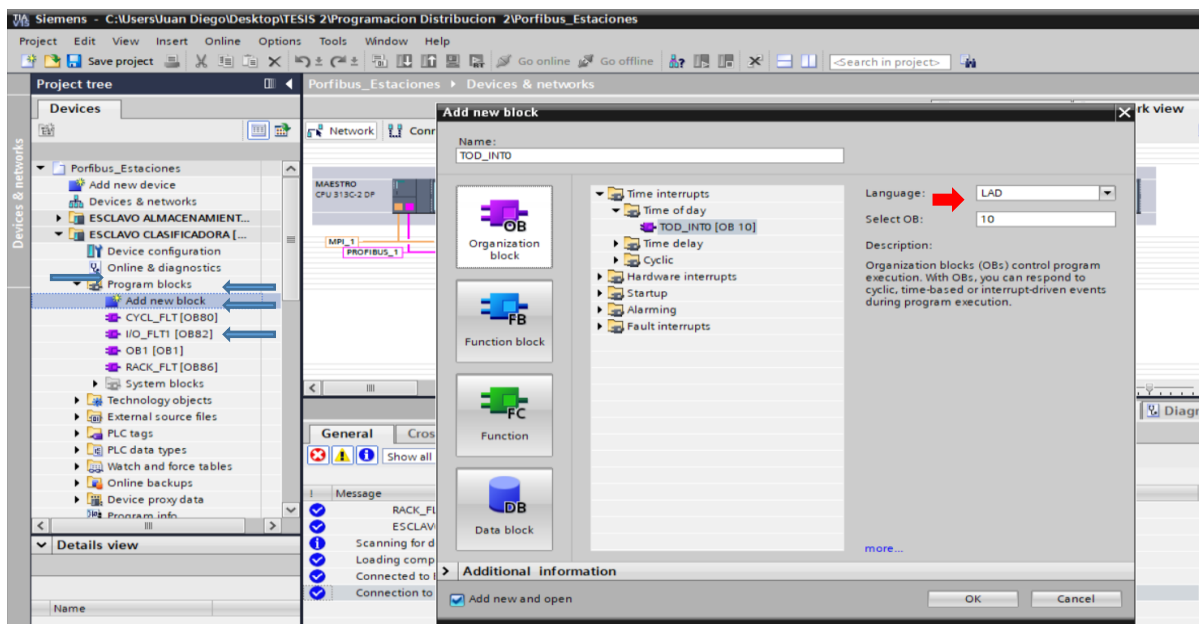


Figura 32: Adición bloques OB de fallo.

22. Establecer conexión online y verificar si está correctamente el funcionamiento de cada red. (Véase figura 33).

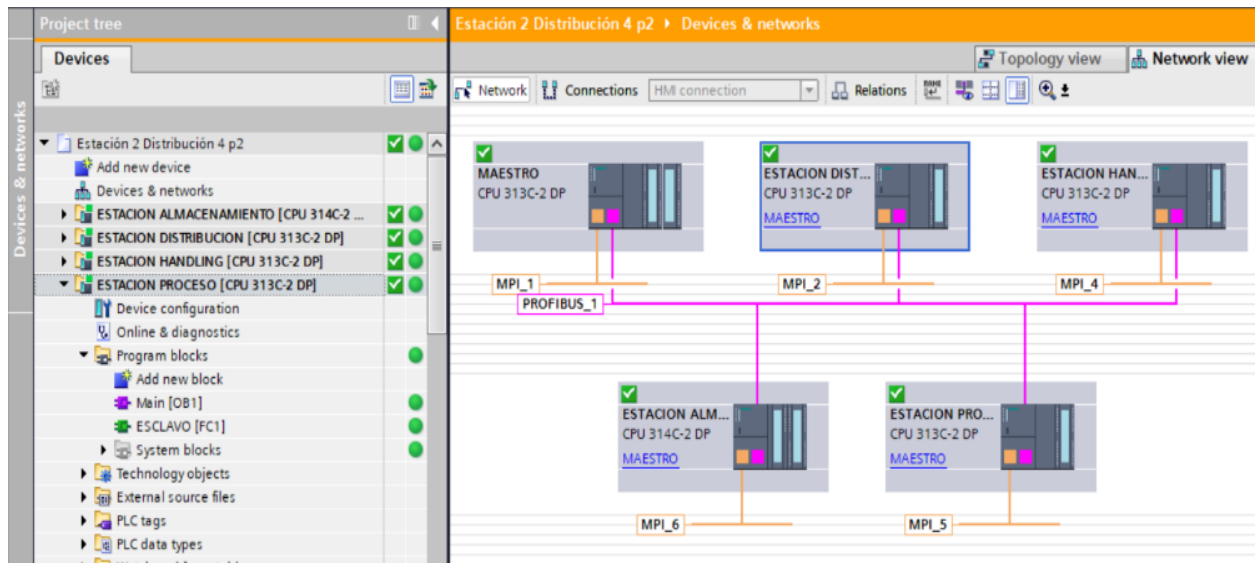


Figura 33: Establecer conexión online de módulos.

23. A continuación, se programa las funciones FC de comunicación maestro-esclavo, y los accionamientos del sistema de transporte (Véase figura 34).

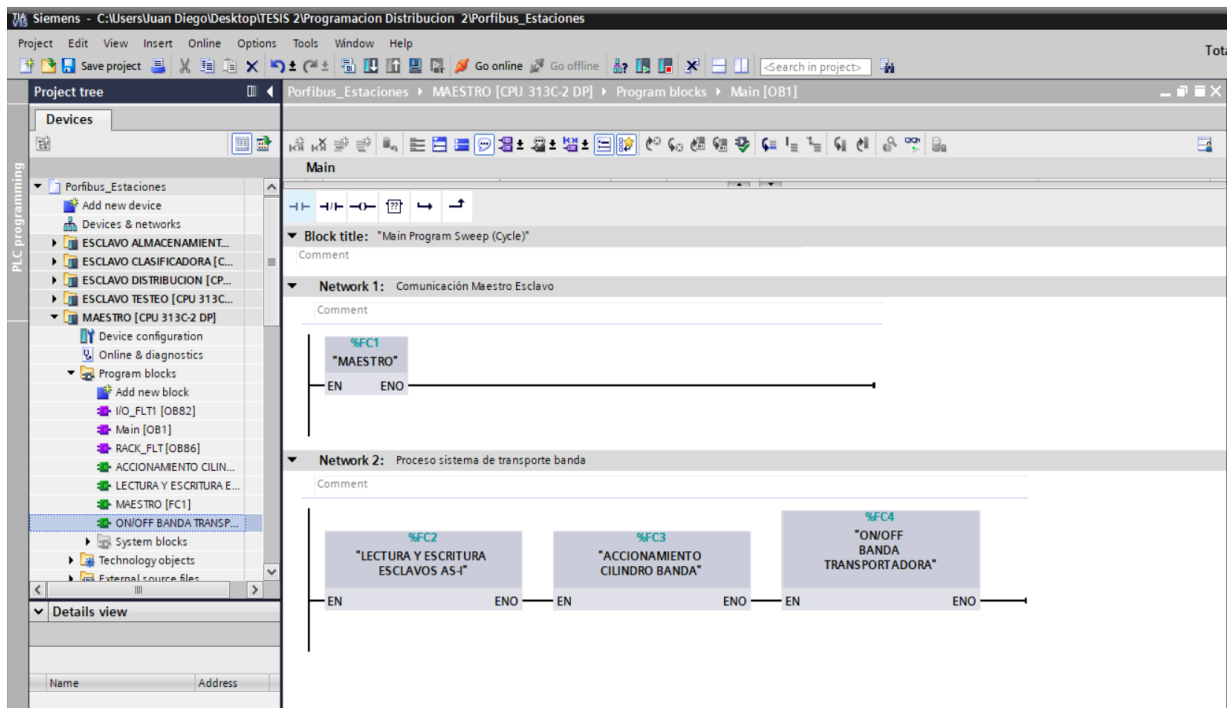


Figura 34: Funciones FC de comunicación maestro-esclavo y accionamientos de transporte.

24. En la primera función se tiene la comunicación maestro-esclavo, para ello con el comando MOVE en donde en la entrada se tiene el dato del periférico y a la salida el dato que se configuro en el esclavo que se utilizara en las estaciones indicadas (Véase figura 35).

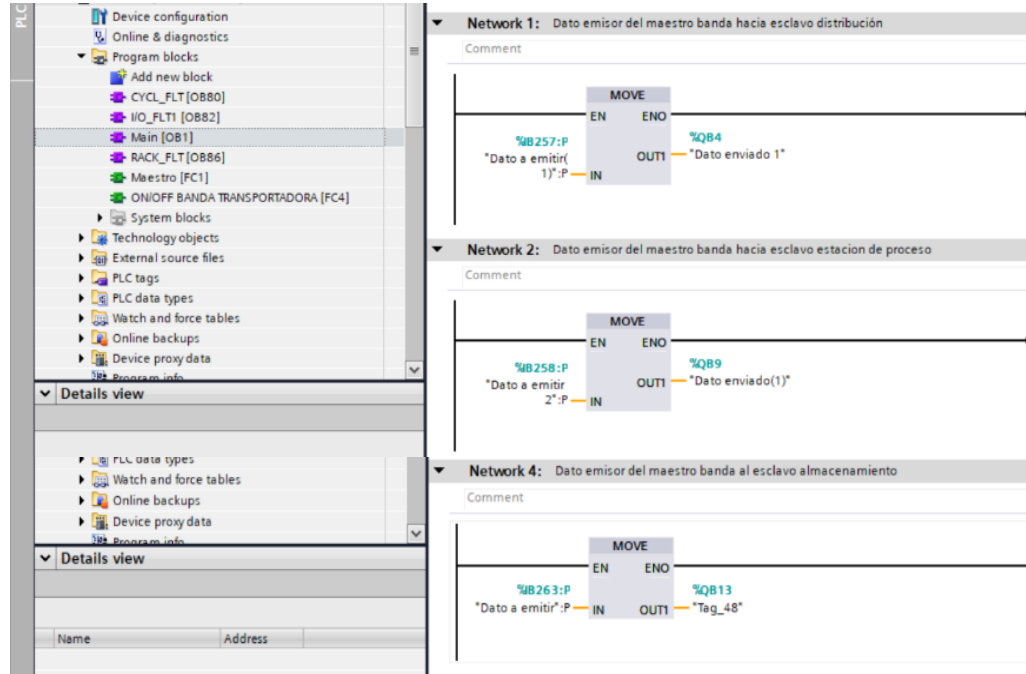


Figura 35: Comunicación Maestro-Esclavo.

25. Se declaran las lecturas y escrituras de los esclavos que se utilizaran de cada estación, se lo realiza con el comando MOVE, en donde en la entrada se tiene la dirección de su periférico ya la salida convertido en una Memoria global con la finalidad de poder obtener a la salida el dato con su dirección lista para poder usar en la programación (Véase figura 36).

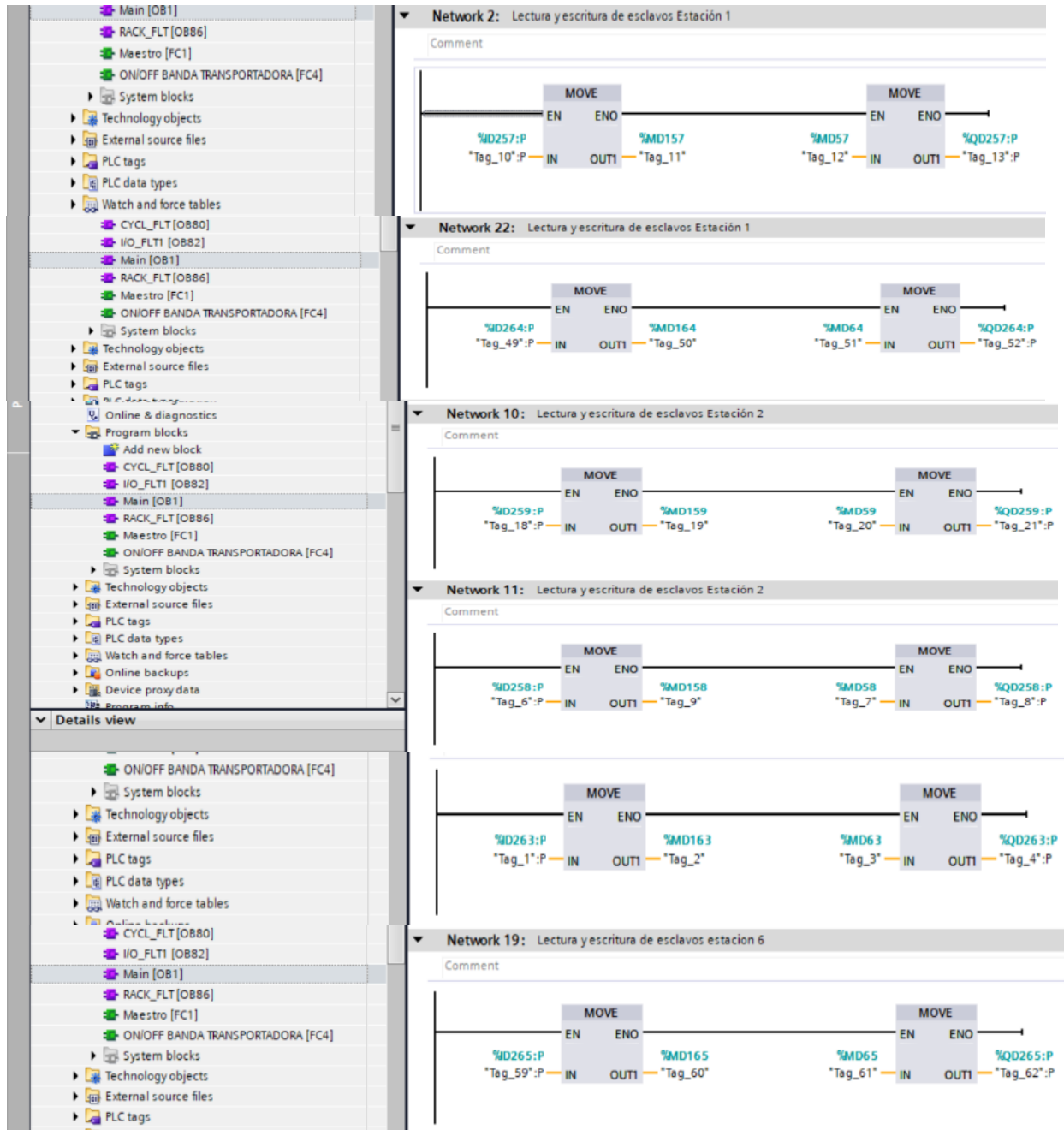


Figura 36: Lectura y escritura de esclavos.

26. Para los esclavos de la estación 1 se crea un contador ascendente, con la finalidad de que cuente cuantas veces ha pasado un carro por la estación, teniendo en cuenta que contará con respecto al sensor del tope carro de la estación y se reiniciara la cuenta cuando se active el botón Automatic On (Véase figura 37).

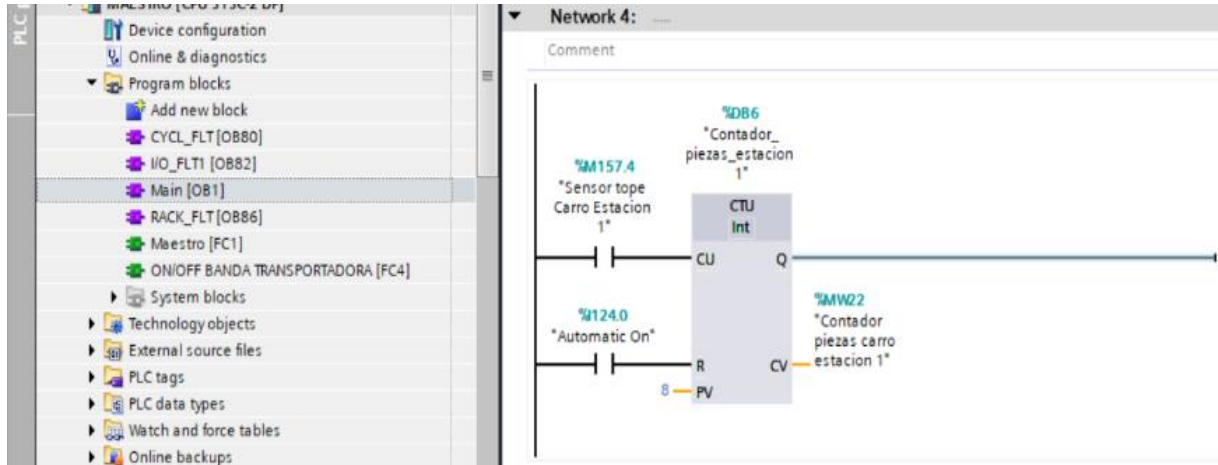


Figura 37: Contador estación 1.

27. En la estación 1 se crea una condición para activar una memoria a partir del contador ya creado con respecto al sensor tope carro de la estación, en donde si se detecta una pieza y el contador cuenta hasta que sea menor 6 se activara una memoria y de la misma manera después de un cierto tiempo esta memoria activara a otra (Véase figura 38).

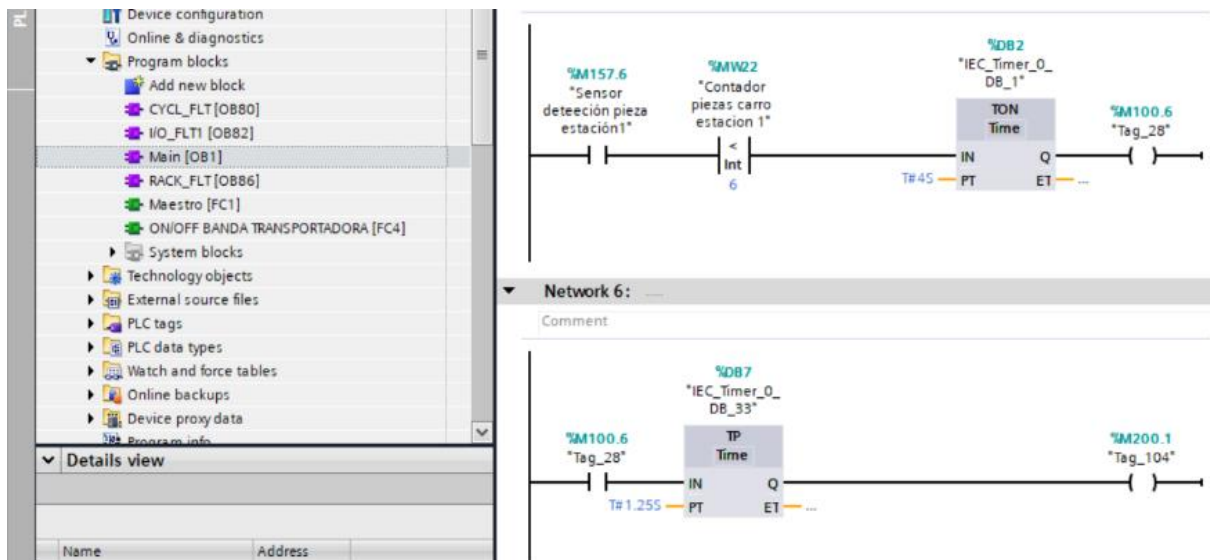


Figura 38: Programación activación de memorias.

28. Con el contador creado, se realiza una comparación en donde si es mayor o igual a 6 se activará una memoria después de un cierto tiempo, y de esta manera poder activar y desactivar el cilindro de la primera estación, con la finalidad de que cuando se detecte la presencia de un carro se active para que recoja la pieza y se desactive para que avance a la siguiente estación (Véase figura 39).

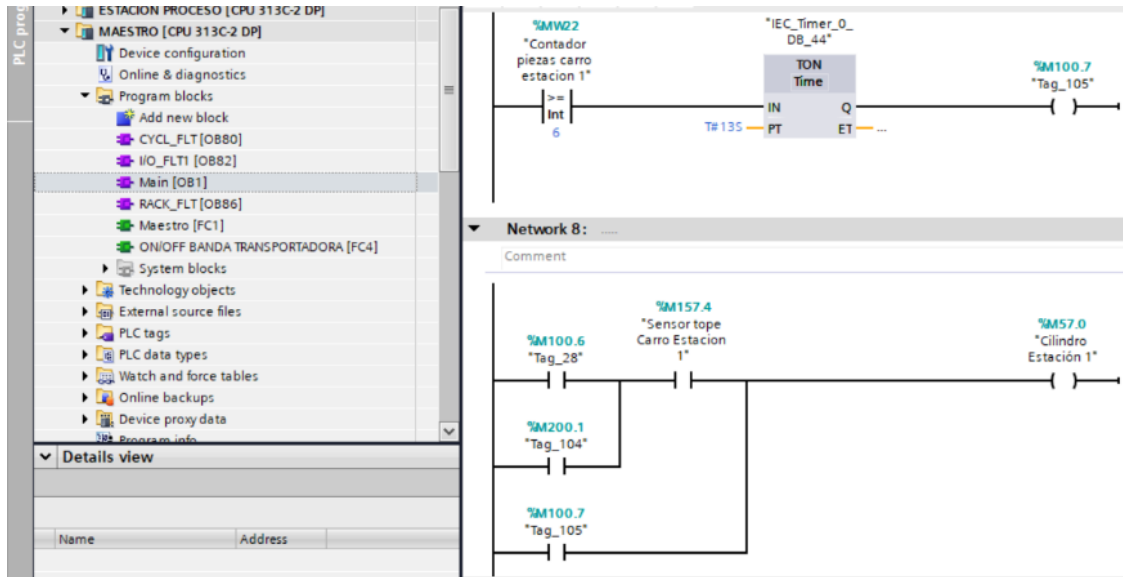


Figura 39: Programación de activación de marca y accionamiento cilindro estación 1.

29. Para los esclavos de la estación 2 de la misma manera se crea un contador ascendente, con la finalidad de que cuente cuantas veces ha pasado un carro por la estación, teniendo en cuenta que contará con respecto al sensor del tope carro de la estación y se reiniciara la cuenta cuando se active el botón Automatic On (Véase figura 40).

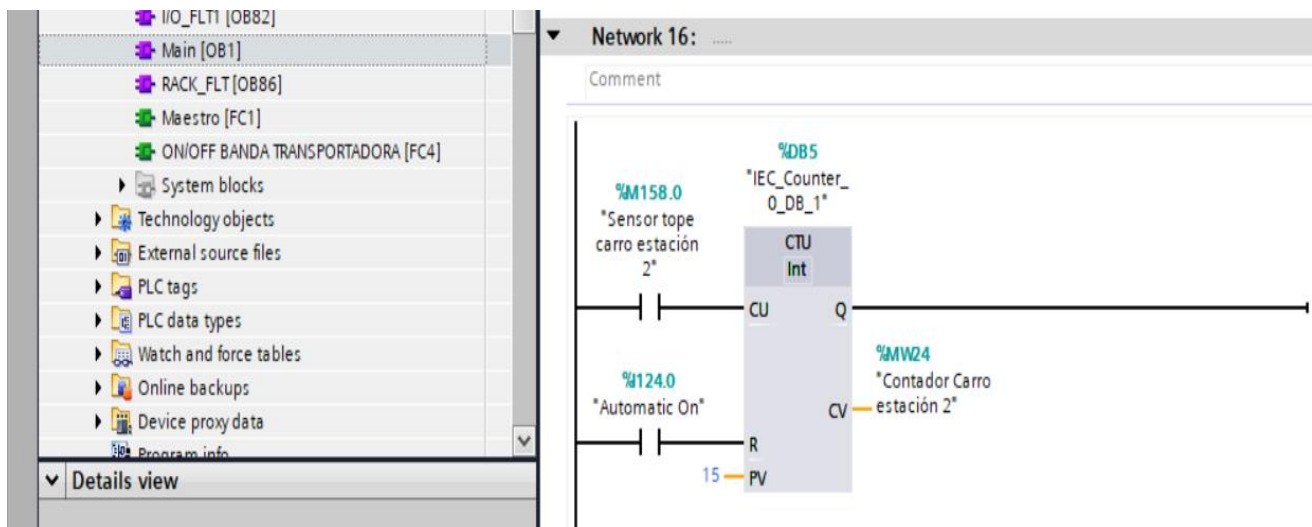


Figura 40: Programación contador estación 2.

30. Cuando el contador de la estación sea menor a 7 y cuando detecte que el carro se encuentra en la estación después de un cierto tiempo se activará una memoria, y otra condición que cuando el contador sea mayor o igual a 7 y cuando detecte que el carro se encuentra en la estación después de un cierto tiempo activara una memoria (Véase figura 41).

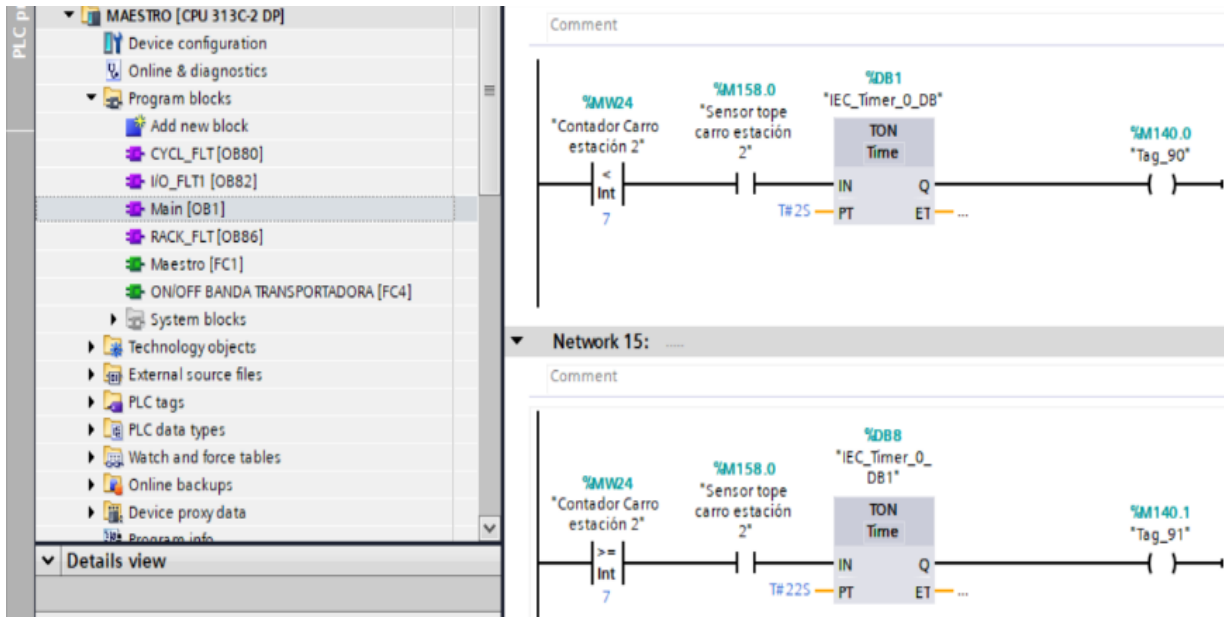


Figura 41: Programación activación de marcas.

31. De esta manera con las memorias creadas activará y desactivará el cilindro de la estación con las condiciones que se impuso a cada memoria, con el objetivo de que cuando se encuentre en la estación pueda activarse para que recoja la pieza y desactivarse para poder continuar a la siguiente estación (Véase figura 42).

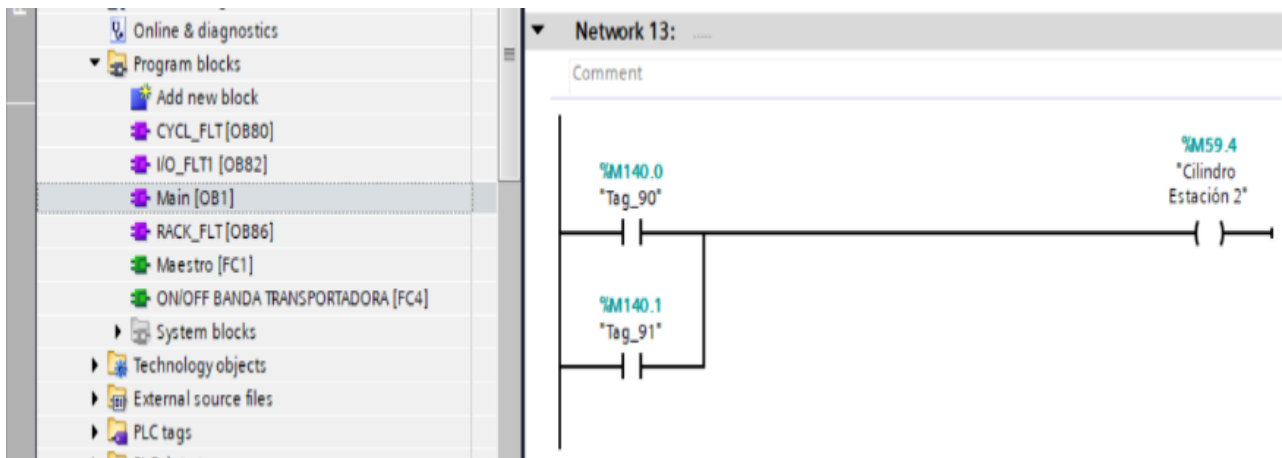


Figura 42: Programación activación de cilindro estación 2.

32. Para los esclavos de la estación 5 de la misma manera se crea un contador ascendente, con la finalidad de que cuente cuantas veces ha pasado un carro por la estación, teniendo en cuenta que contará con respecto al sensor del tope carro de la estación y se reiniciara la cuenta cuando se active el botón Automatic On (Véase figura 43).

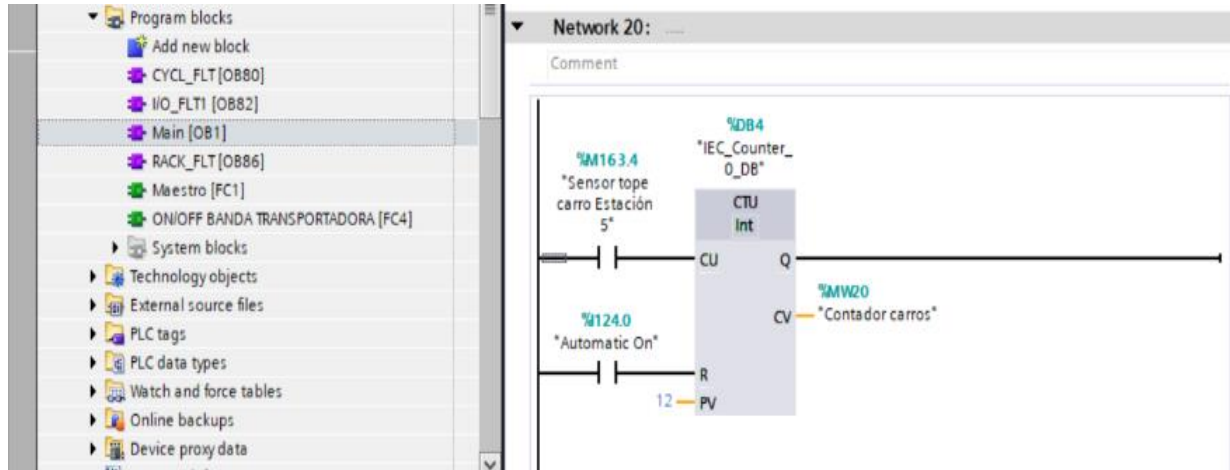


Figura 43: Contador estación 5.

33. Cuando el contador de la estación sea mayor o igual a 7 y cuando detecte que el carro se encuentra en la estación después de un cierto tiempo se activará una memoria (Véase figura 44).

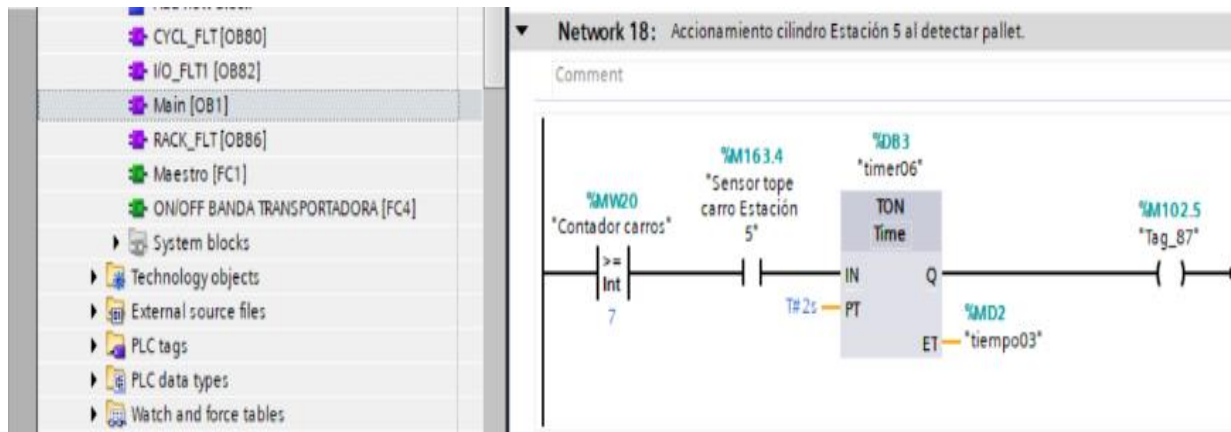


Figura 44: Programación activación de memorias.

34. A partir de un bloque Set Reset, se activa y se desactiva el cilindro cuando el contador de la estación sea menor a 7 y cuando se active la memoria ya creada en el anterior paso, y se resetea cuando el contador sea mayor o igual a 7 y cuando se desactive la memoria (Véase figura 45).

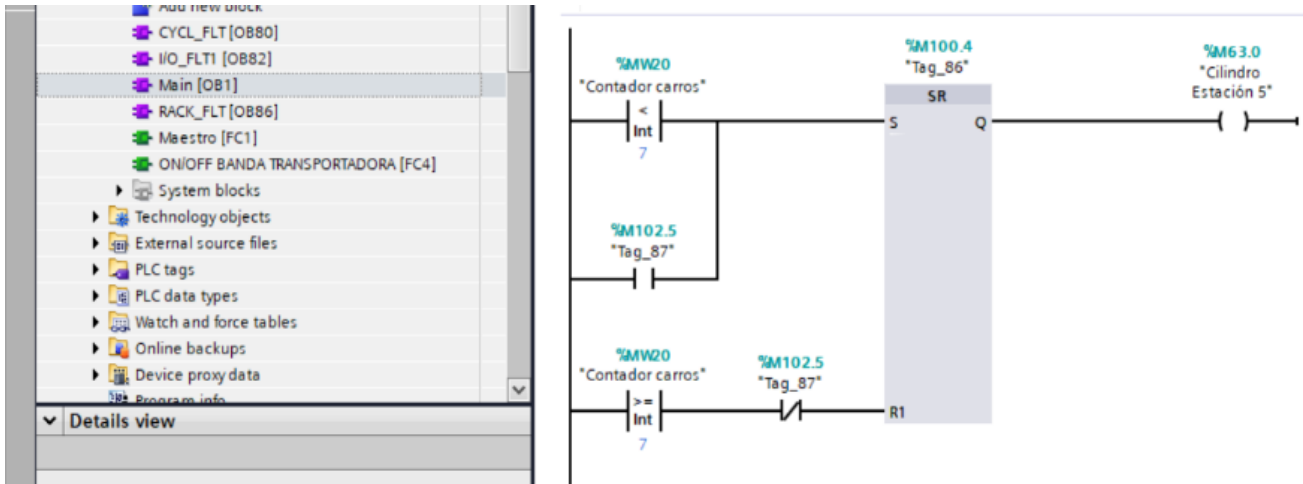


Figura 45: Programación activación cilindro estación 5.

35. Para los esclavos de la estación 6 de la misma manera se crea un contador ascendente, con la finalidad de que cuente cuantas veces ha pasado un carro por la estación, teniendo en cuenta que contará con respecto al sensor del tope carro de la estación y se reiniciara la cuenta cuando se active el botón Automatic On (Véase figura 46).

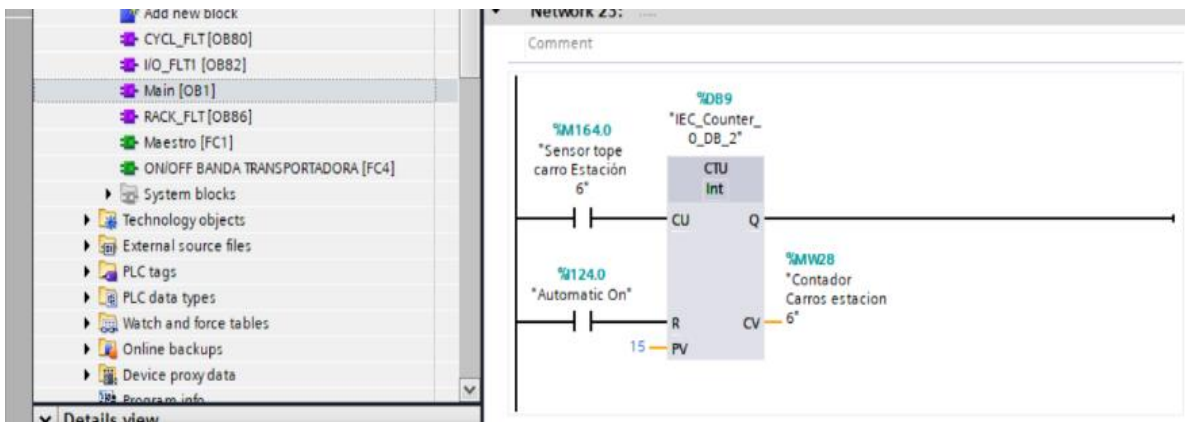



Figura 46: Contador estación 6.

	VICERRECTORADO DOCENTE	Código: GUIA-PRL-001
	CONSEJO ACADÉMICO	Aprobación: 2016/04/06
Formato: Guía de Práctica de Laboratorio / Talleres / Centros de Simulación		

36. A partir de un bloque Set Reset, se activa y se desactiva el cilindro cuando el contador de la estación sea menor a 6 y se resetea cuando el contador sea mayor o igual a 7 (Véase figura 47).

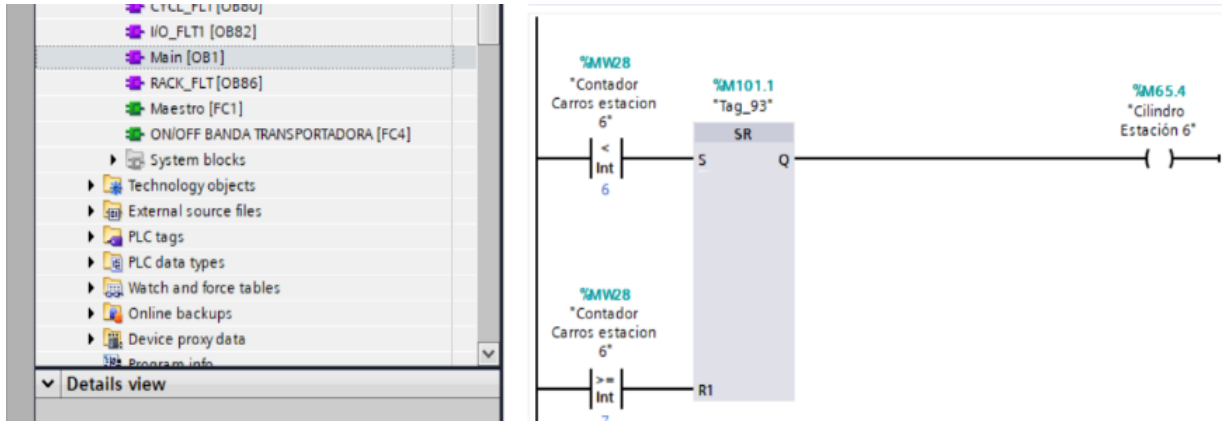


Figura 47: Programación activación cilindro estación 6.

37. A continuación, se programa la estación de distribución para ello primero se define las condiciones iniciales en la cual activaremos primero el actuador del pistón del cilindro en donde se almacena las piezas, se dará inicio a la secuencia con el botón Start y cuando se detecte una pieza en el carro de la estación, y con las condiciones de que cuando se detecte el carro en la estación, cuando se detecte piezas en el cilindro, y cuando el sensor del pistón detecte que no esté accionado, y lo desactiva cuando el brazo neumático encuentra a la izquierda con su respectivo enclavamiento (Véase figura 48).

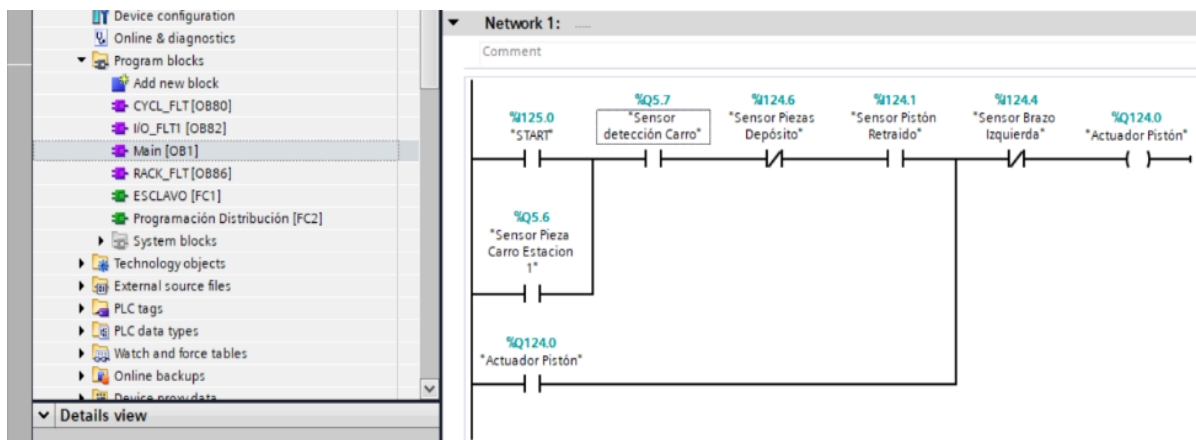


Figura 48: Programación activación actuador pistón.

38. Se activa la succión cuando el sensor del brazo hacia la izquierda está activado, y se desactiva cuando el sensor del brazo derecha este activado (Véase figura 49).

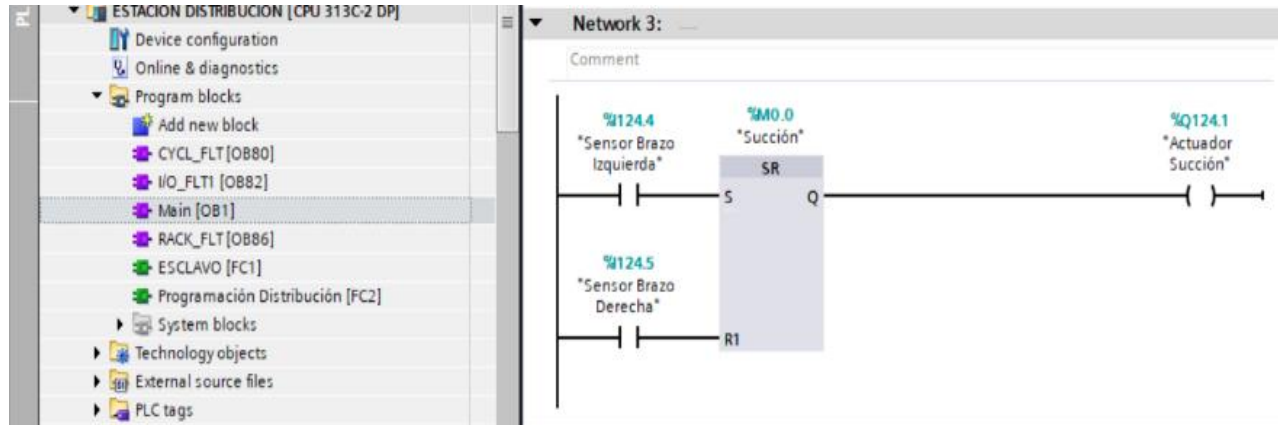


Figura 49: Programación activación actuador succión.

39. Para la expulsión de aire para soltar la pieza, esto sucede cuando se acciona el sensor brazo derecha este activado, después se activa un tiempo de espera con un timer a la desconexión en una marca, cuando la entrada de la bornera I7 este activada, esto sucederá cuando en la estación de verificación detecte una pieza (Véase figura 50).

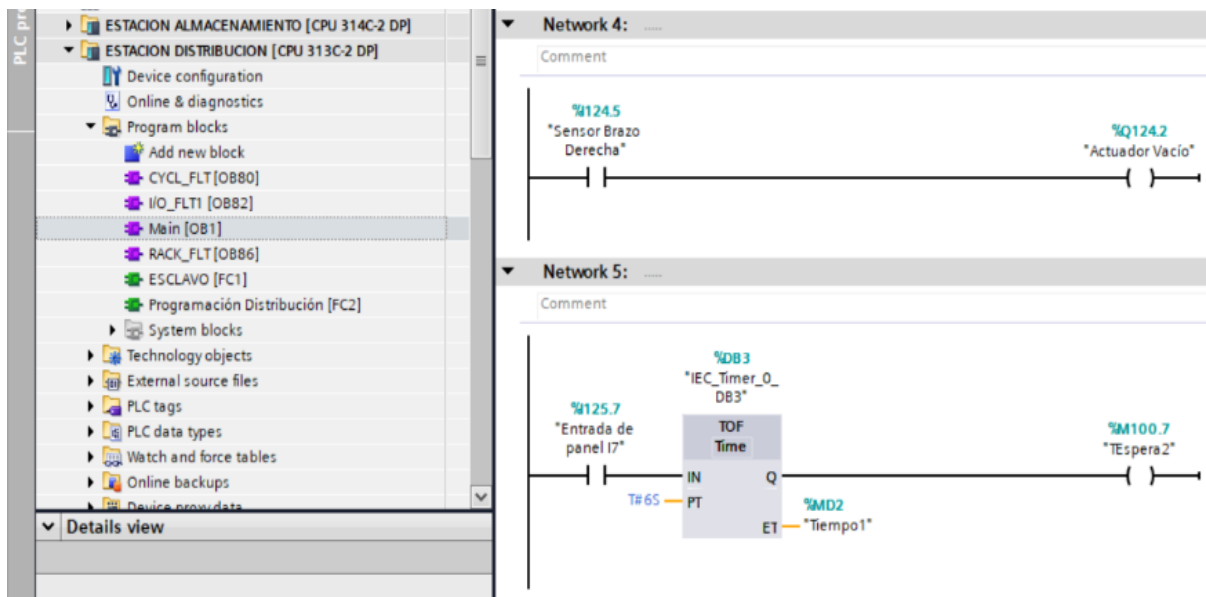


Figura 50: Programación activación actuador vacío y memoria.

40. Se inserta un tiempo de espera T ON cuando la marca M100.7 se active, se realiza este proceso debido que TOFF se acciona solo con un pulso, en cambio TON cuando el pulso este accionado, y al final se acciona el brazo hacia la derecha cuando se activa el sensor de la succión o la marca ya mencionada (Véase figura 51).

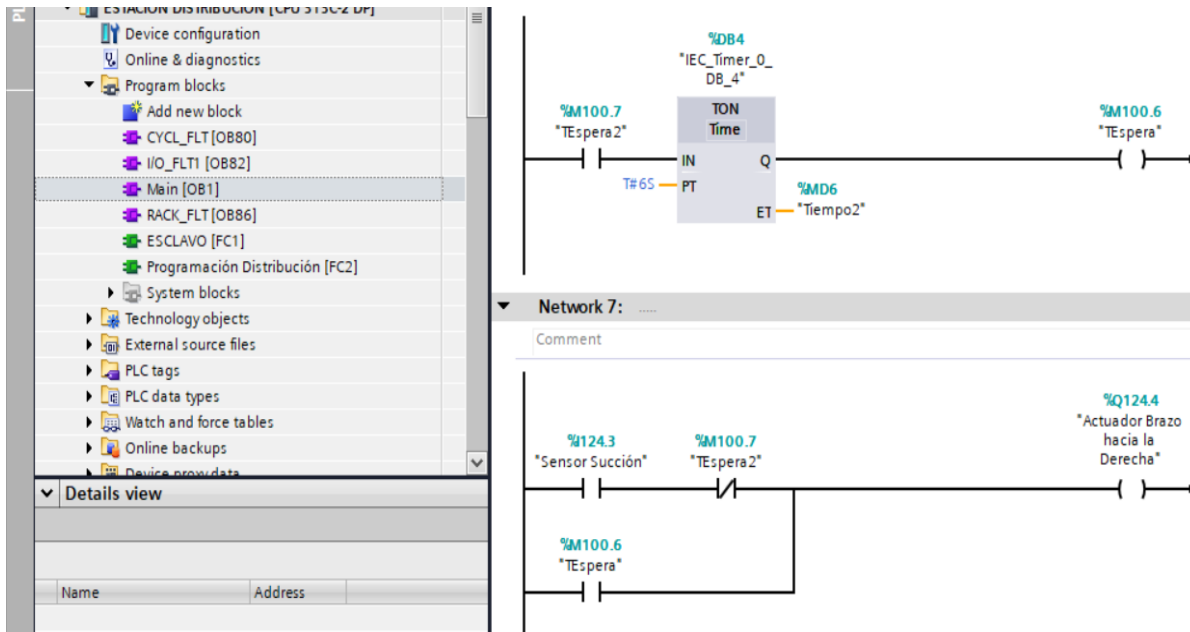


Figura 51: Programación activación de memoria y actuador brazo neumático hacia la derecha.

41. Se crea una entrada en este caso el sensor del brazo neumático cuando está a la izquierda como salida Q5 del panel de verificación (Véase figura 52).

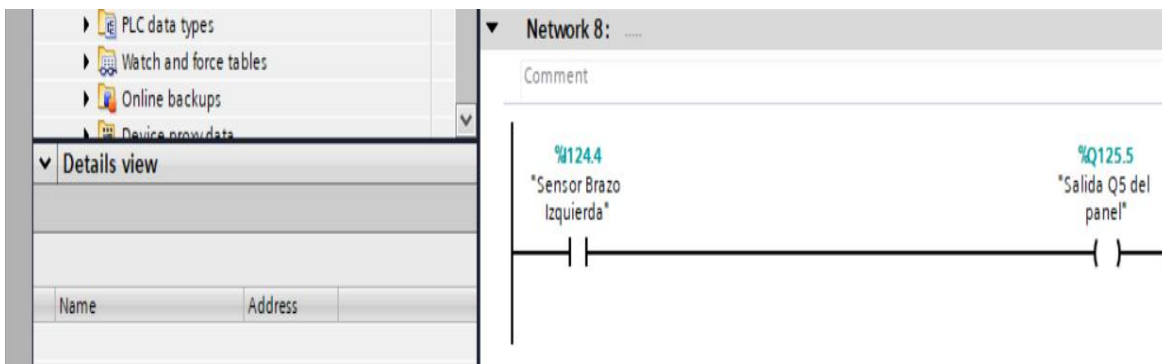


Figura 52: Programación señal de salida Q5.

44. De la misma manera a partir de un bloque Set Reset, se tiene dos condiciones en la cual se accionará el brazo neumático hacia la izquierda con su respectivo reseteo, con la finalidad de transportar la pieza del carro hacia el plato (Véase figura 55).

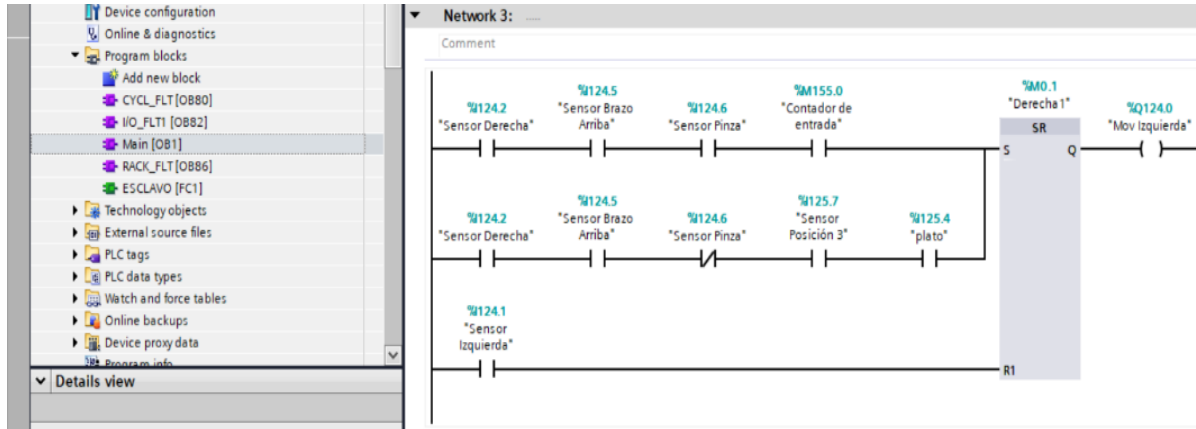


Figura 55: Programación activación brazo neumático hacia la izquierda.

45. Con un bloque Set Reset, se programa la activación y desactivación del gripper para poder sujetar la pieza, de igual manera se tiene una serie de condiciones iniciales para su accionamiento y su reseteo, es decir se activa el gripper cuando esta la pieza en el carro y se desactiva cuando llega al plato de la estación de proceso y viceversa (Véase figura 56).

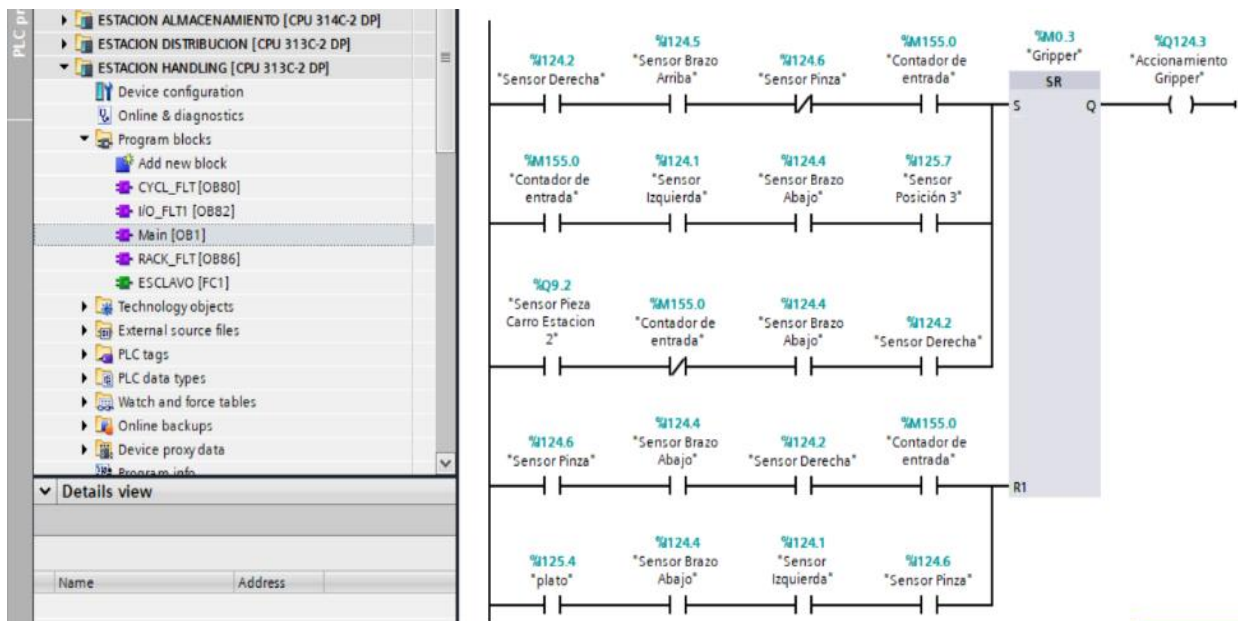


Figura 56: Programación activación accionamiento gripper.

46. De la misma manera a partir de un bloque Set Reset, se tiene dos condiciones en la cual se accionará el brazo neumático hacia la derecha con su respectivo reseteo, con la finalidad de transportar la pieza cuando esté lista del plato de la estación hacia el carro (Véase figura 57).

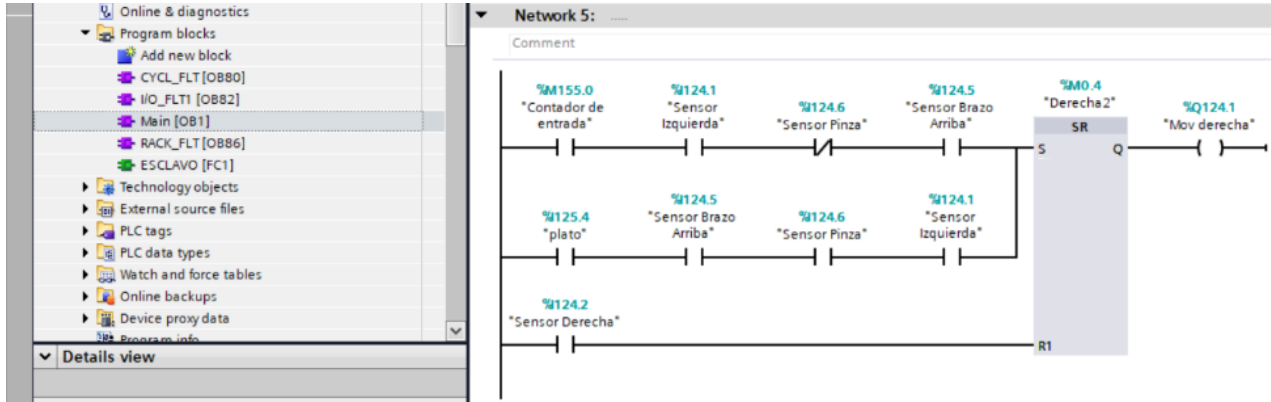


Figura 57: Programación activación brazo neumático hacia la derecha.

47. Se crea una señal de salida que se activa cuando se cumpla condición que mientras detecte el sensor izquierda del brazo, cuando este accionado hacia abajo, cuando se detecte que hay una pieza en la pinza, cuando la entrada del sensor cuando el brazo esta hacia la derecha y se crea una memoria con la salida que es con respecto al contador (Véase figura 58).

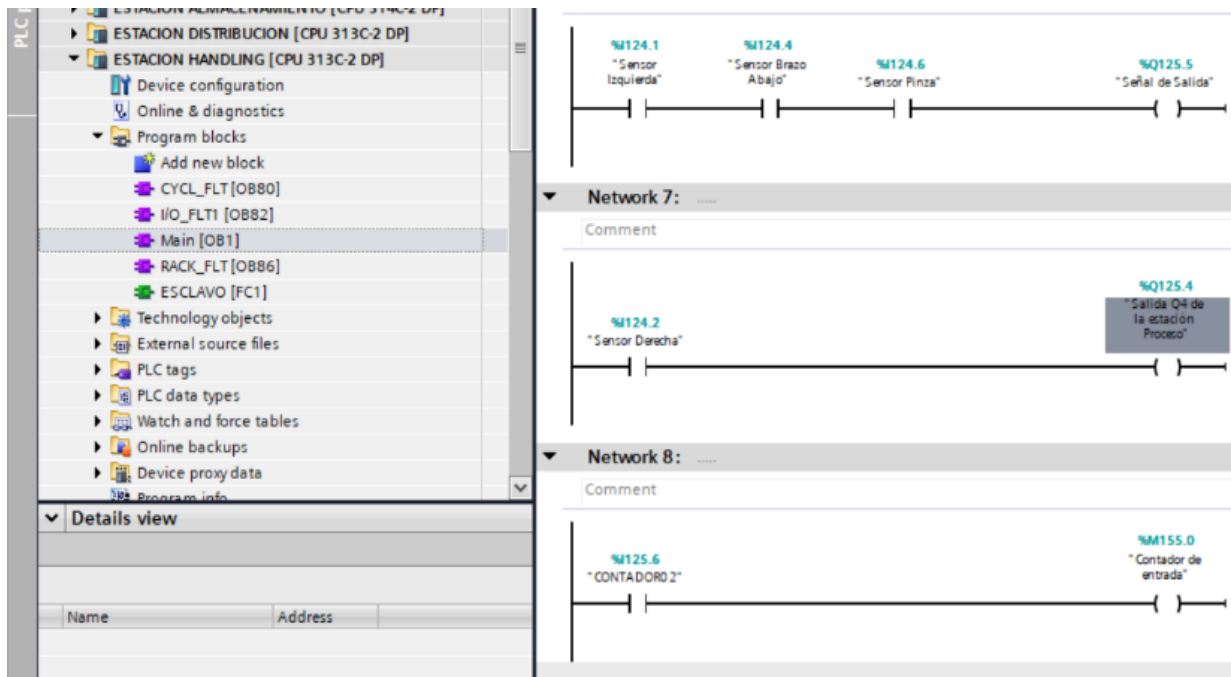


Figura 58: Programación de activación de señales de salida y memoria.

48. A continuación programar estación de proceso, para ello primero se establece la comunicación maestro esclavo (Véase figura 59).

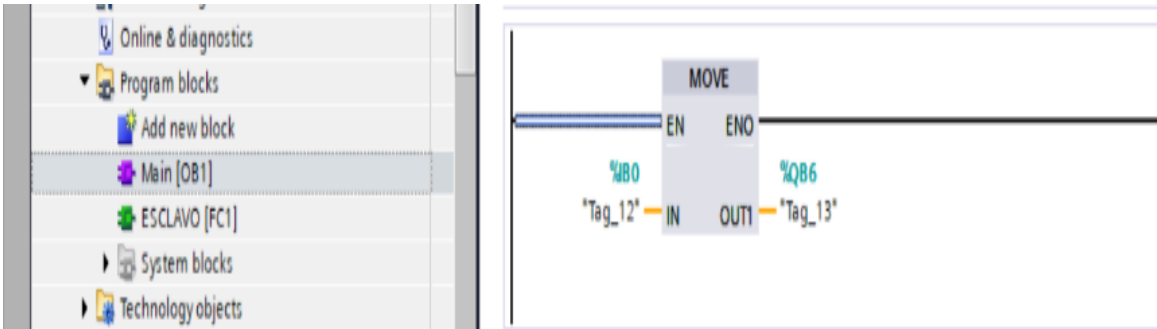


Figura 59: Comunicación Maestro-Eslavo.

49. Se crea una memoria como salida con la condición de que se active tanto como el sensor contador y el sensor posición 3 del plato de la estación del proceso (Véase figura 60).

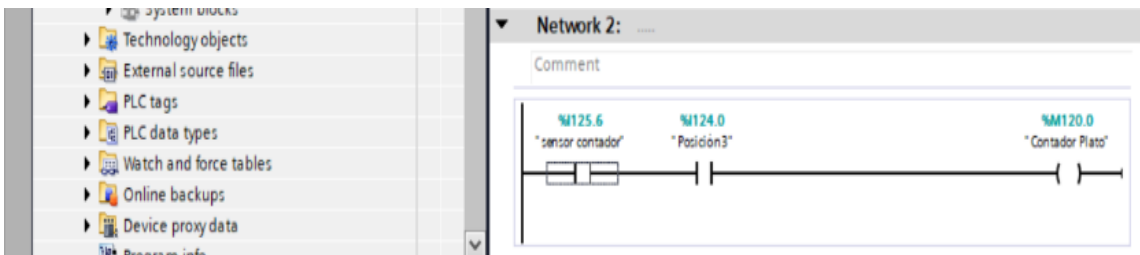


Figura 60: Activación de memoria.

50. Se crea dos contadores con respecto a la memoria ya creada y otro con respecto al sensor fin carrera que existe en el plato cada que gira (Véase figura 61).

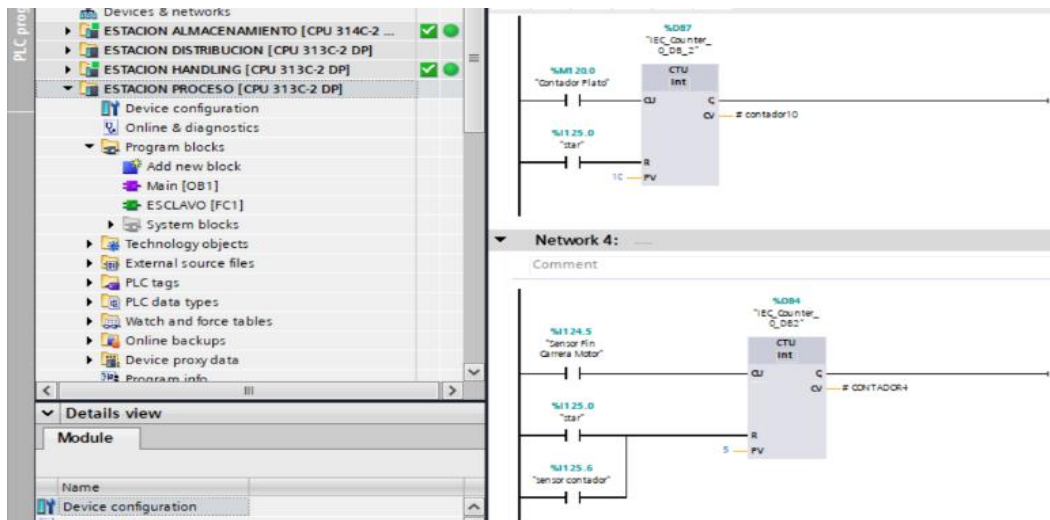


Figura 61: Programación activación de contadores.

51. A partir de un bloque Set Reset se activara y se desactivara una memoria como salida, con la condición de que cuando se detecte que este la presencia del carro, y una comparación con respecto al contador del plato, cuando sea igual a 5 hasta 11, y se reseteara con respecto al contador del fin carrera del motor con una comparación cuando sea igual a 1 (Véase figura 62).

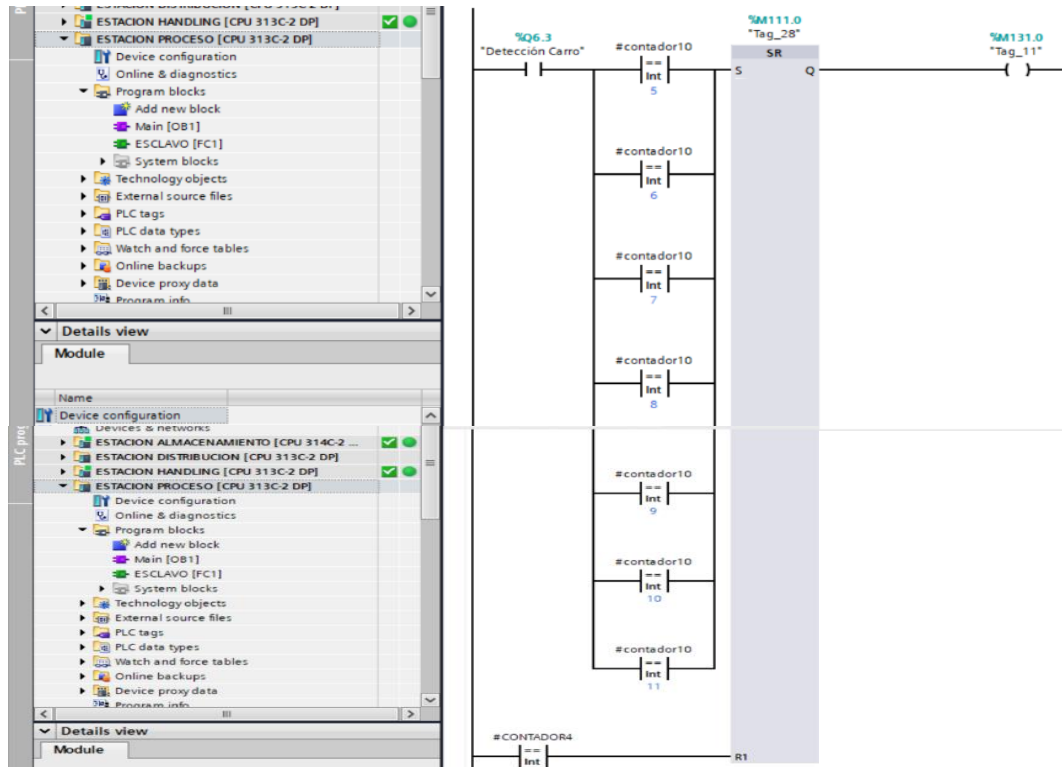
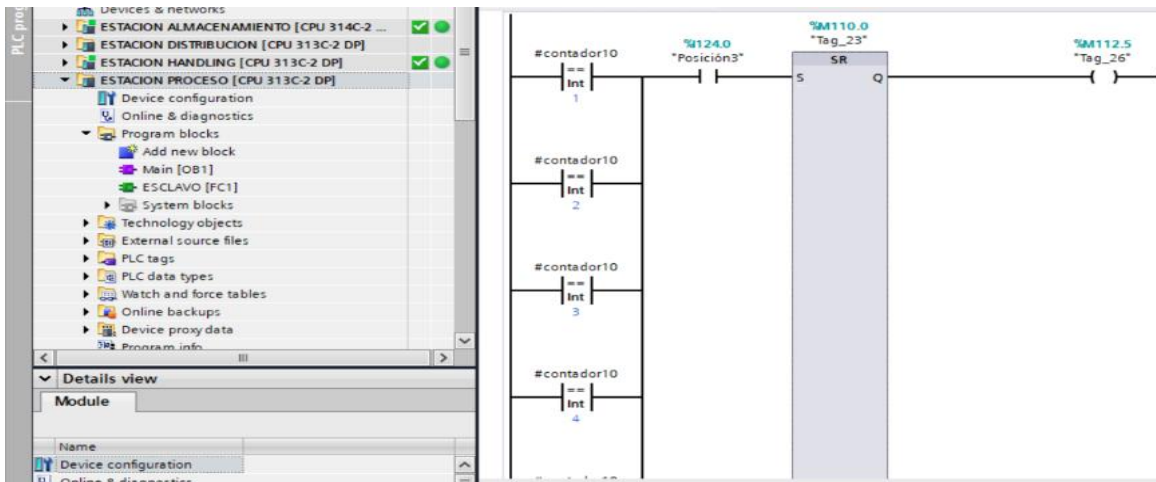


Figura 62: Programación activación de memoria.

52. De igual manera a partir de un bloque Set Reset se activara y se desactivara una memoria como salida, con la condición de que cuando se detecte el sensor de la posición 3 del plato, y una comparación con respecto al contador del mismo, cuando sea igual a 1 hasta 5, y se reseteara con respecto al contador del fin carrera del motor con una comparación cuando sea igual a 1 (Véase figura 63).



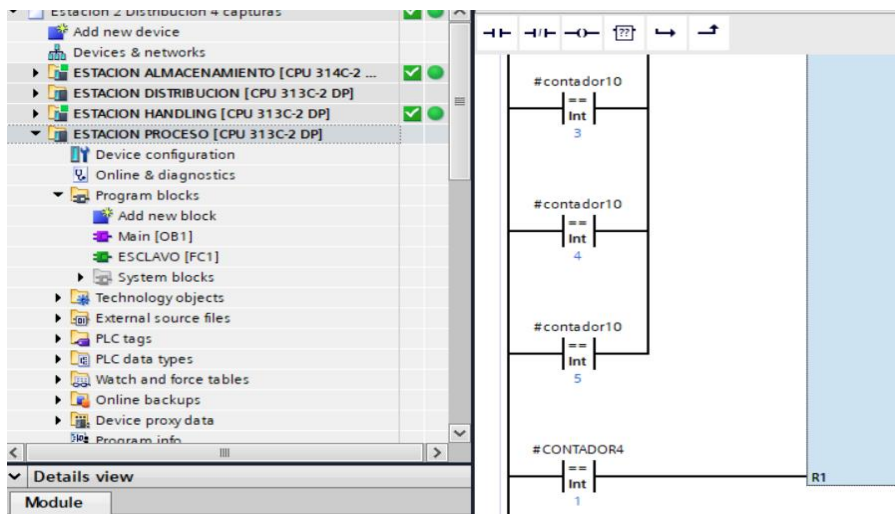


Figura 63: Programación activación de memoria.

53. Para activar el motor del plato se lo realiza con las memorias creadas anteriormente, cumpliendo las condiciones iniciales ya programadas (Véase figura 64).

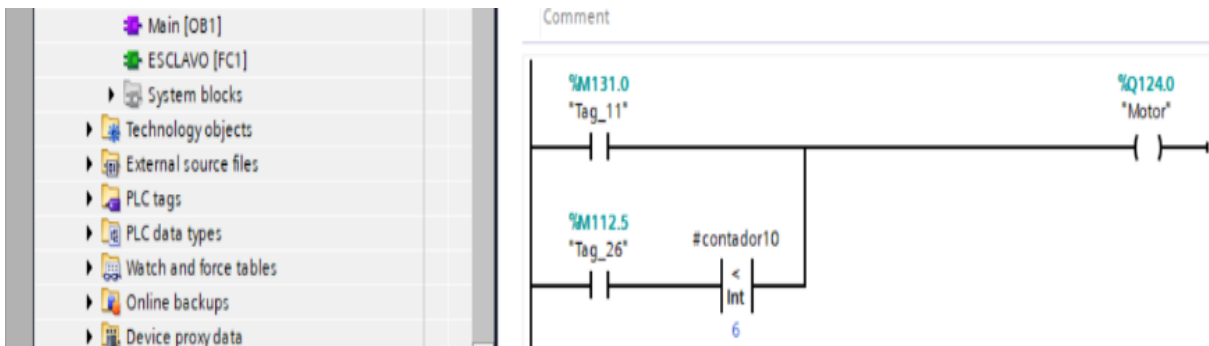


Figura 64: Programación activación motor.

54. Se crea dos contadores ascendentes, el primero con respecto al sensor fin carrera del motor del plato, y el segundo con respecto al sensor derecha del brazo neumático de la estación de manipulación (Véase figura 65).

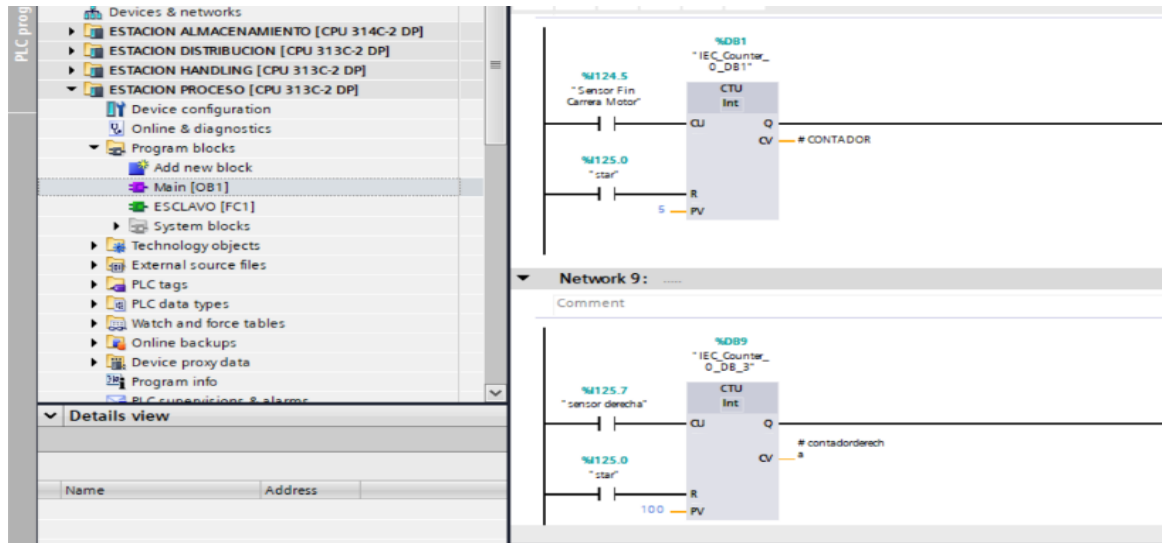
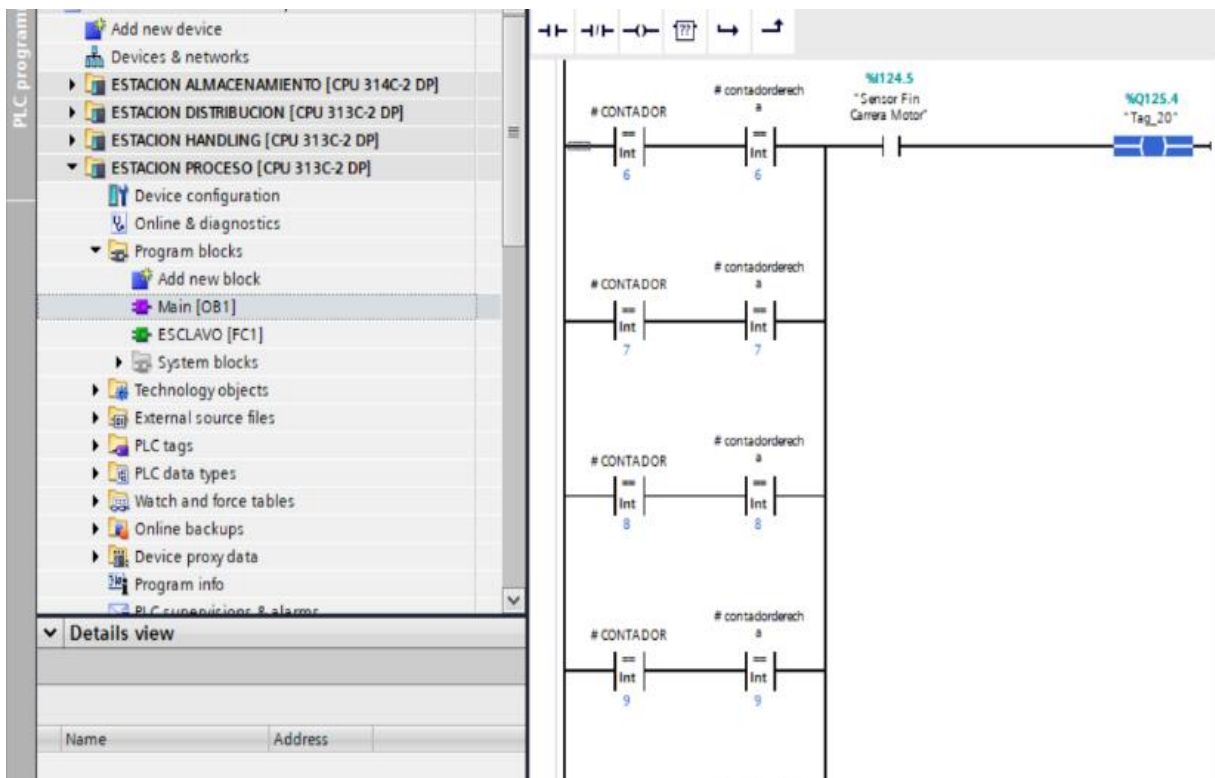


Figura 65: Programación de contadores.

55. Con los dos contadores anteriores creados, se utilizara para activar una señal como salida que se conecta al panel de la estación, a partir de una condición de comparación, esta se activara siempre y cuando ambos contadores son igual a 5 hasta 12 y si el sensor de fin carrera del motor del plato se activa (Véase figura 66).



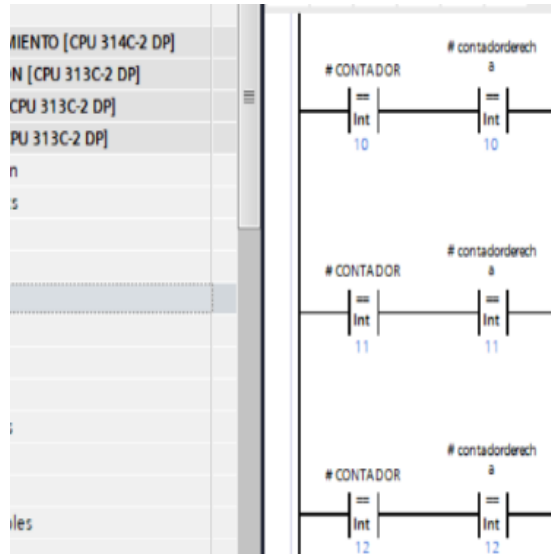


Figura 66: Programación señal de salida.

- 56.** Para la primera herramienta Pistón del plato se activara cuando cumpla con la condición de comparación con respecto al contador del sensor fin carrra del motor del plato, en donde si es igual a 4 hasta 8 y si se activa el sensor fin carrera del motor se activa la heramiento durante un segundo (Véase figura 67).

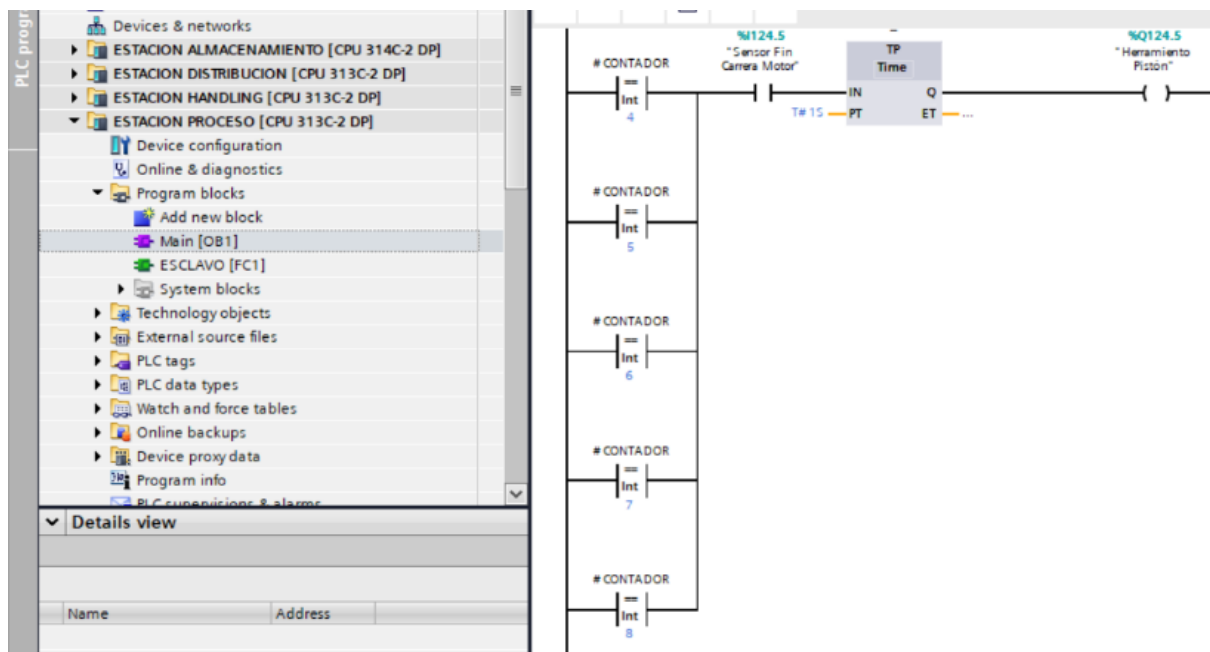


Figura 67: Programación activación herramienta pistón.

57. De igual manera para la siguiente herramienta que en este caso es el pistón del taladro, se activara cuando cumpla con la condición de comparación con respecto al contador del sensor fin carrra del motor del plato, en donde si es igual a 5 hasta 9 y si se activa el sensor fin carrera del motor se activa la heramienta durante dos segundos (Véase figura 68).

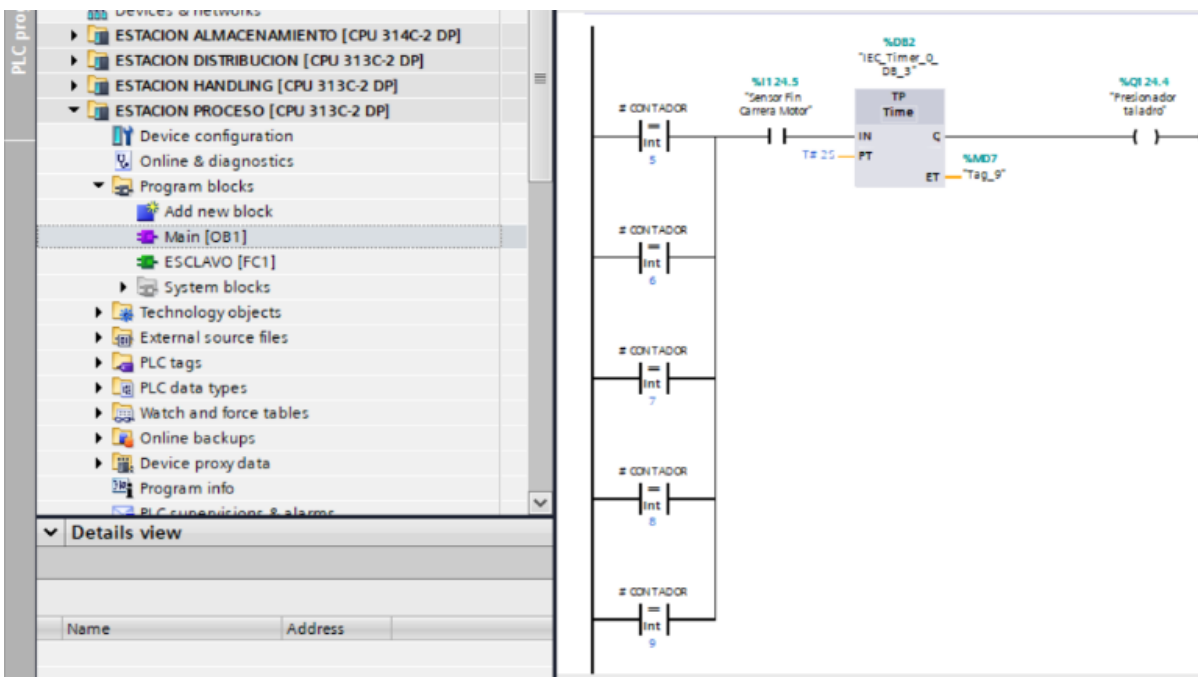


Figura 68: Programación activación herramienta de presionador taladro.

58. Para la siguiente herramienta, en este caso el taladro, se activa a partir de la condición de un comparador con respecto al contador, en donde si es igual a 5 hasta 10, si el sensor de la herramienta pistón y en sensor del fin carrera del motor del plato de la estación se encuentran activos, la herramienta se activa y desciende para realizar el proceso a la pieza, y cuando el sensor del pistón del taladro ya no detecta que está accionado, la herramienta taladro ascendera a su posición inicial con la finalidad de poder realizar el proceso a la siguiente pieza (Véase figura 69 y 70).

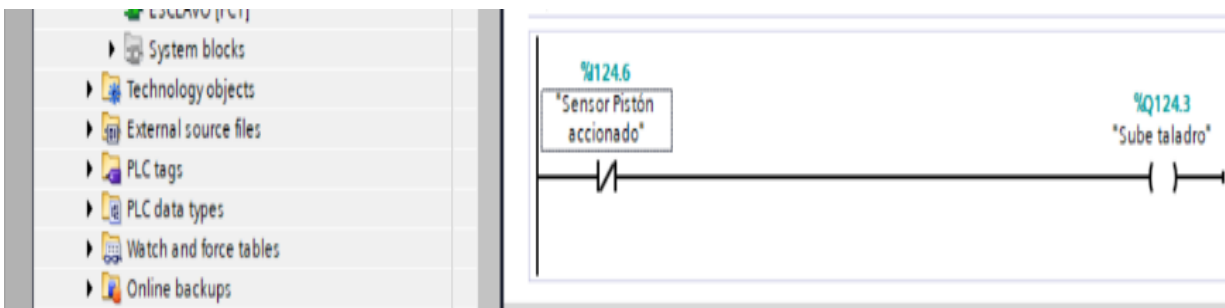


Figura 69: Programación activación herramienta sube taladro.

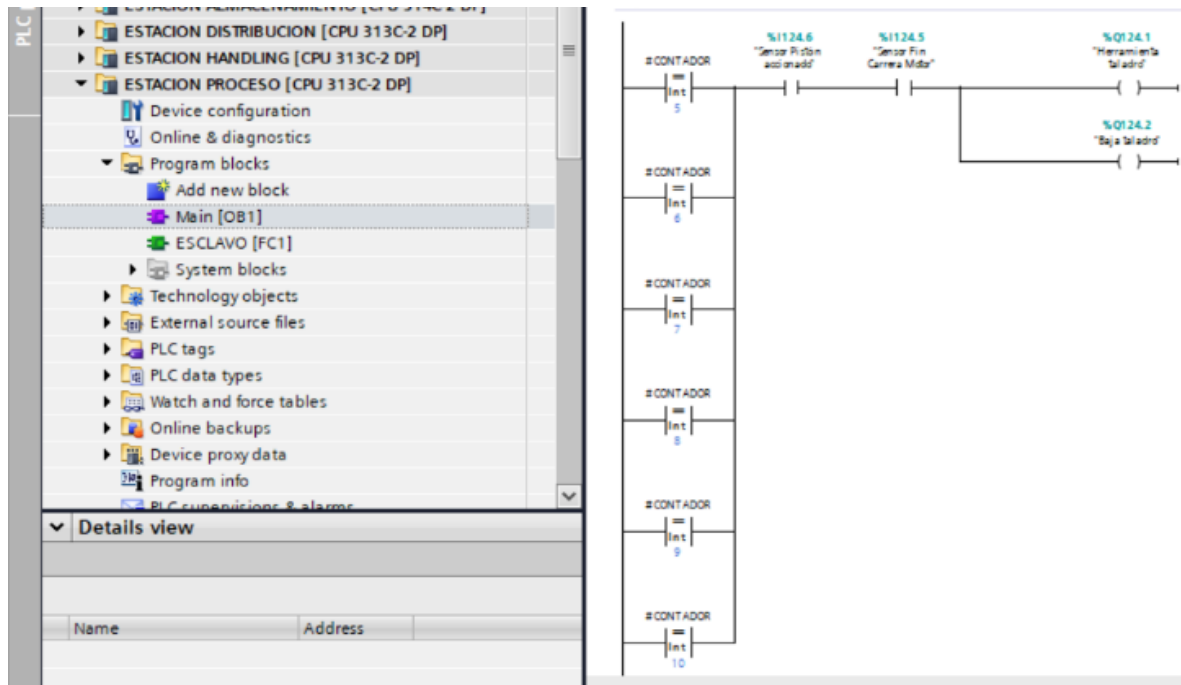


Figura 70: Programación activación herramienta taladro y accionamiento baja taladro.

59. Se activan una entrada como salida y una comparación con respecto al contador del sensor derecha del brazo neumático de la estación de manipulación en donde si es menor o igual a 5 se activa, teniendo en cuenta que las mismas se encuentran conectadas al panel de la estación de manipulación (Véase figura 71).

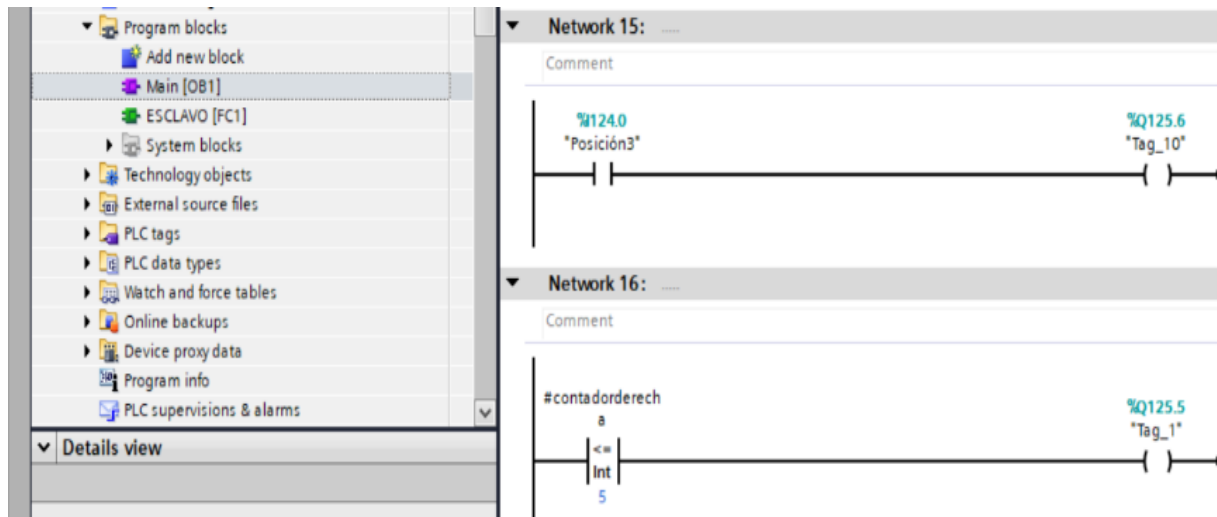


Figura 71: Programación activación señales de salida.

60. A continuación, programar estación de almacenamiento, primero establecer comunicación entre Esclavo y maestro (Véase figura 72).

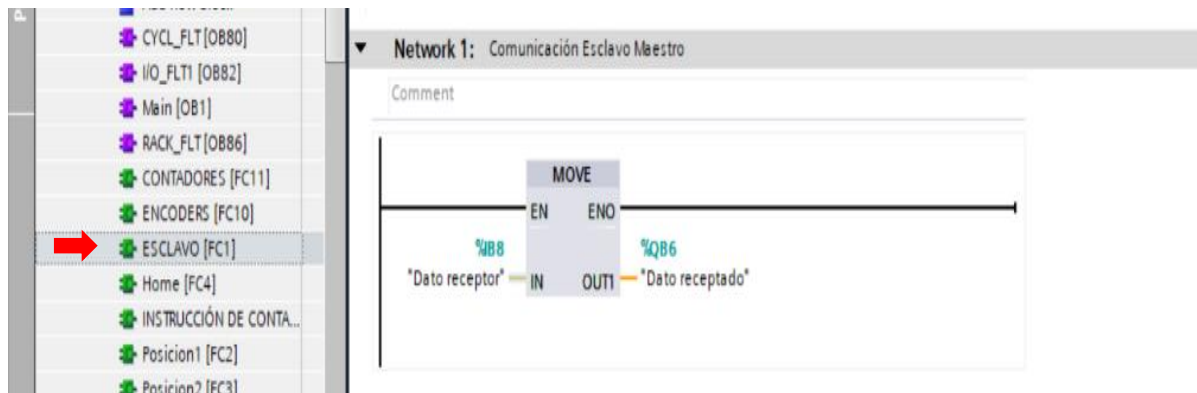


Figura 72: Comunicación Maestro-Eslavo.

61. Configurar contadores rápidos de pulsos, que se necesitara para cada uno de los encoders con la finalidad de obtener un posicionamiento exacto al momento de almacenar las piezas tanto como en el eje X y eje Z. Para ello primero dar clic en el PLC de almacenamiento y se desplaza todas las configuraciones que se puede realizar, en este caso se necesita configurar el contador del PLC. En selección de interrupción seleccionar diagnóstico y proceso (Véase figura 73).

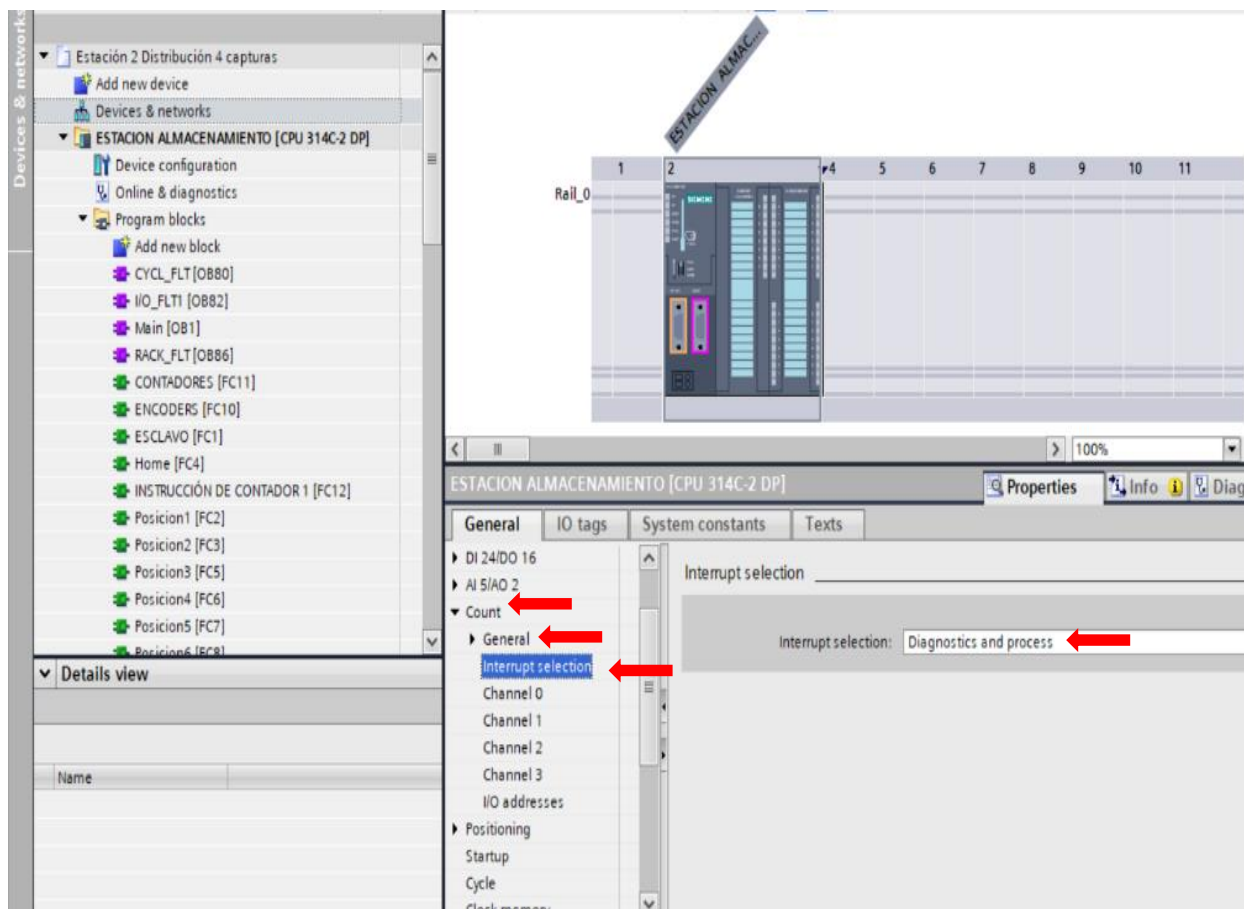


Figura 73: Configuración rápido de pulsos PLC.

62. Se configura el canal 0 que se usará en el contador rápido en el eje x, para ello se necesita la siguiente configuración tanto como para su modo de operación, la operación de sus parámetros y su entrada en el canal, las demás opciones se las deja como defecto (Véase figura 74).

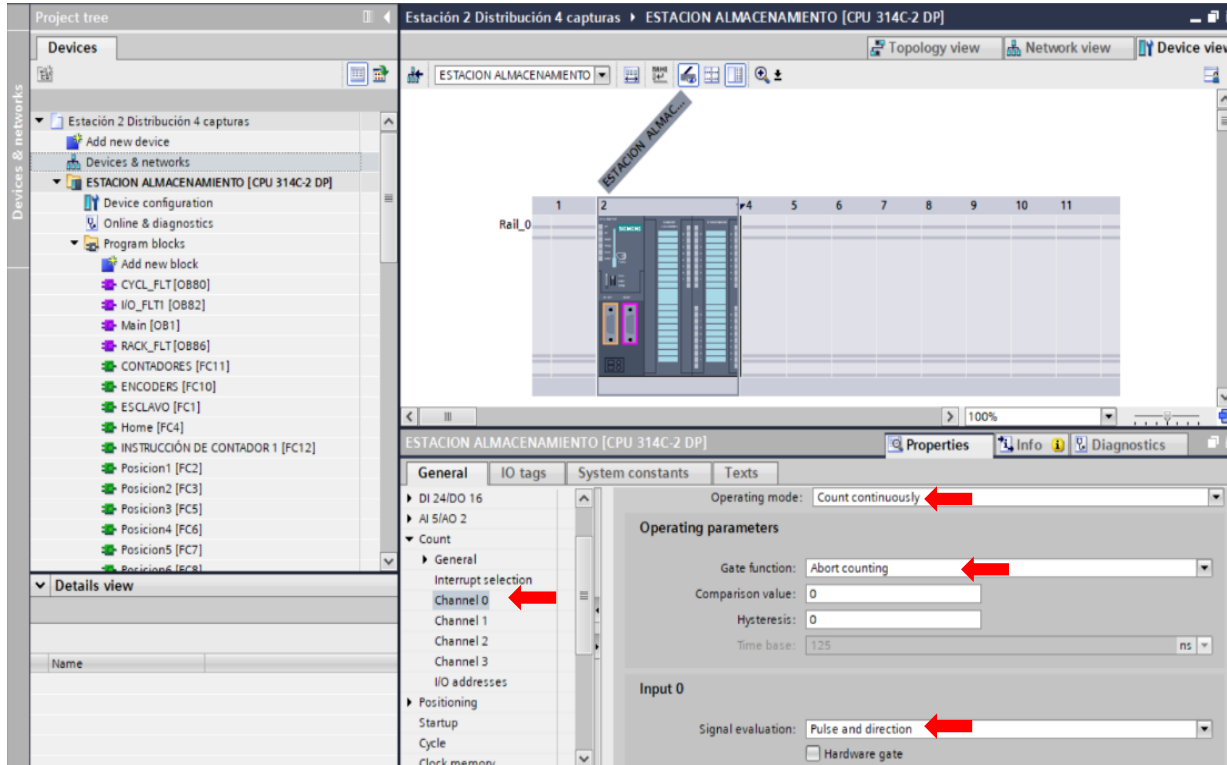


Figura 74: Configuración rápido de pulsos Canal 0.

63. Se configura el canal 1 que se usará en el contador rápido en el eje z, para ello se necesita la siguiente configuración tanto como para su modo de operación, la operación de sus parámetros y su entrada en el canal, las demás opciones se las deja como defecto (Véase figura 76).

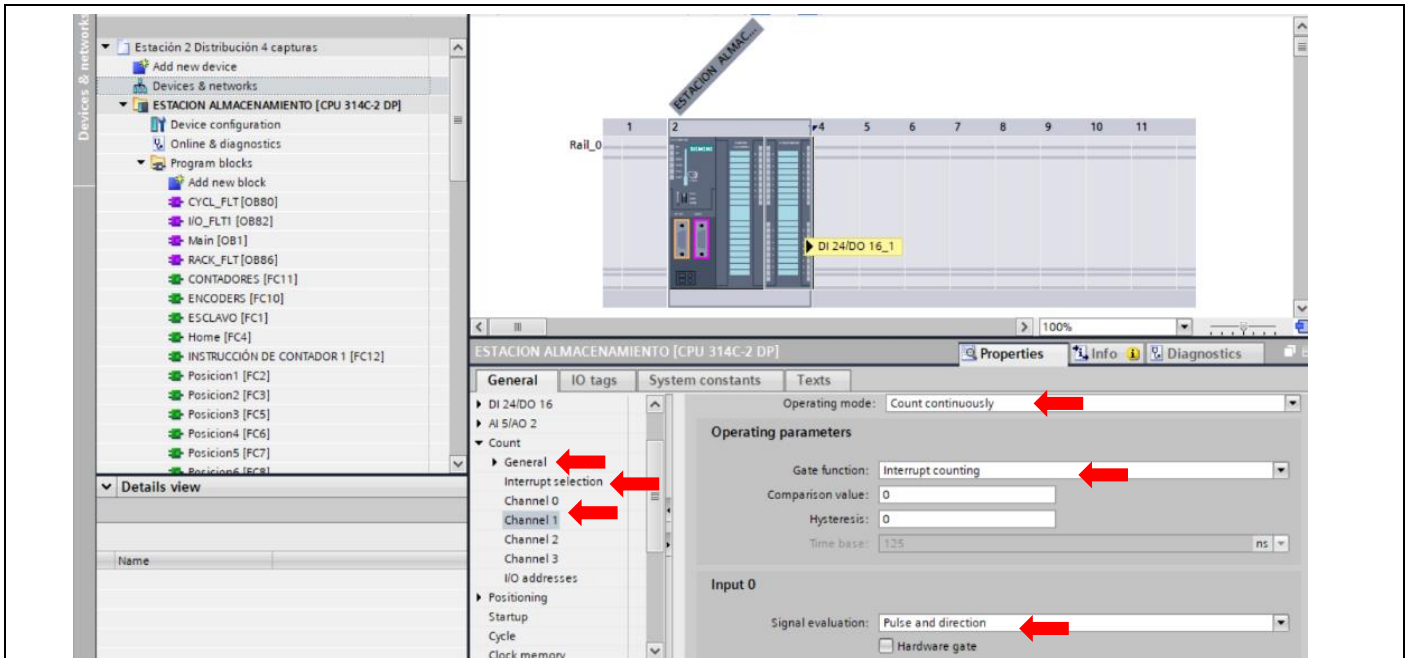
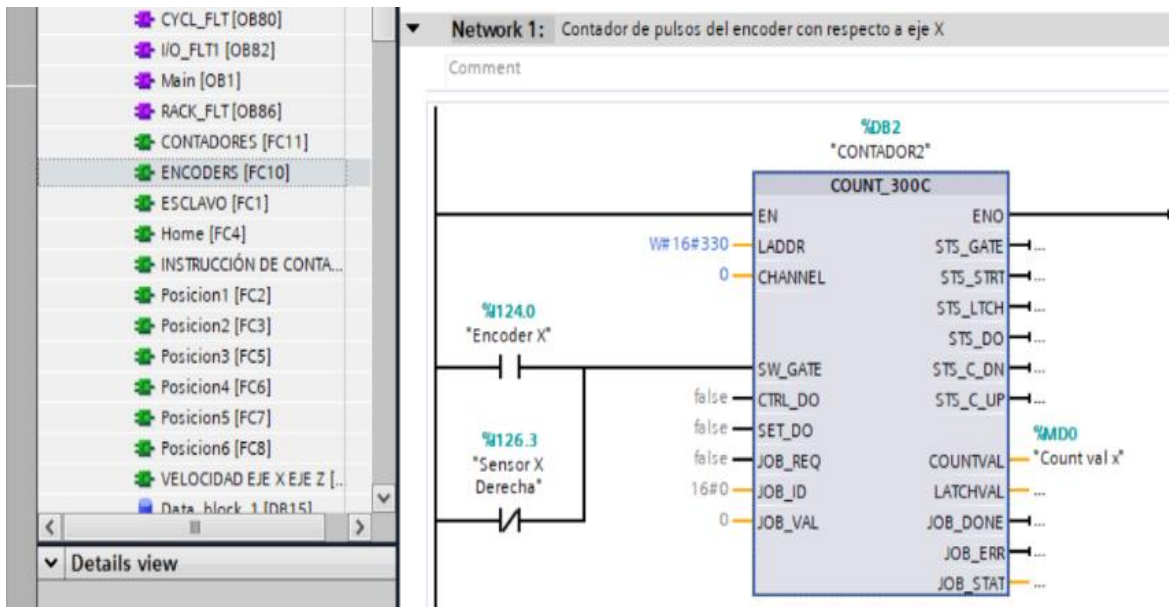


Figura 75: Configuración rápida de pulsos Canal 1.

64. Se inserta el contador rápido 300 C, que nos permitirá observar el dato en pulsos para cada uno de los encoders con la finalidad de obtener un posicionamiento exacto al momento de almacenar las piezas tanto como en el eje X y eje Z (Véase figura 76).



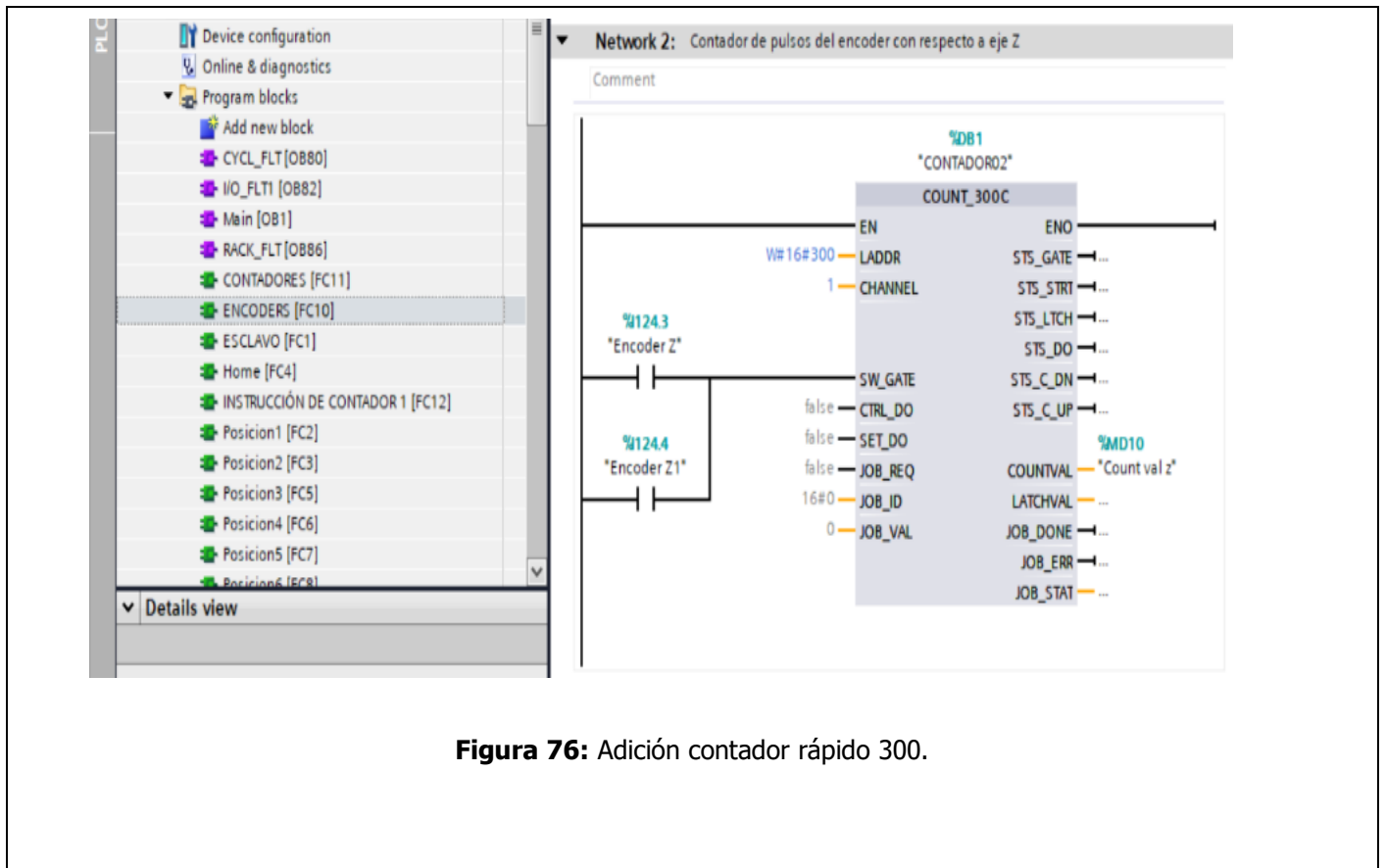


Figura 76: Adición contador rápido 300.

65. A continuación, programar y configurar contadores con el objetivo de que cuente las posiciones que se tienen disponibles con respecto al sensor del tope carro, y otro contador con la finalidad de poder accionar movimiento hacia la izquierda y poder almacenar las piezas en un posicionamiento ya determinado (Véase figura 77).

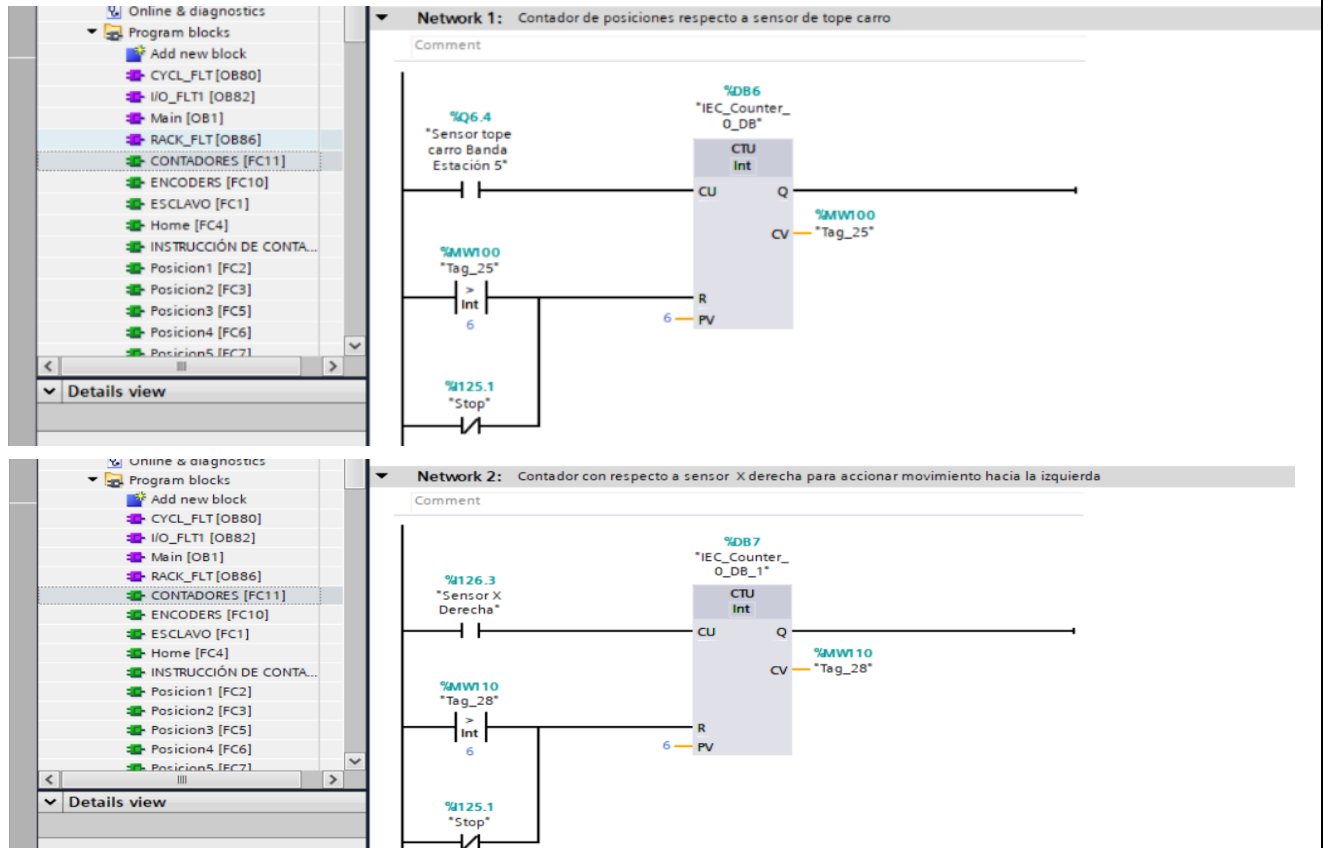


Figura 77: Programación de contadores

66. Programar cada posición de la pieza que se almacenará, teniendo en cuenta que se necesita un número determinado de pulsos tanto como en el eje X y eje Z, obteniendo de esta manera la posición correcta de la pieza, siguiendo la misma lógica de programación para el resto de posiciones (Véase figura 78,79,80,81).

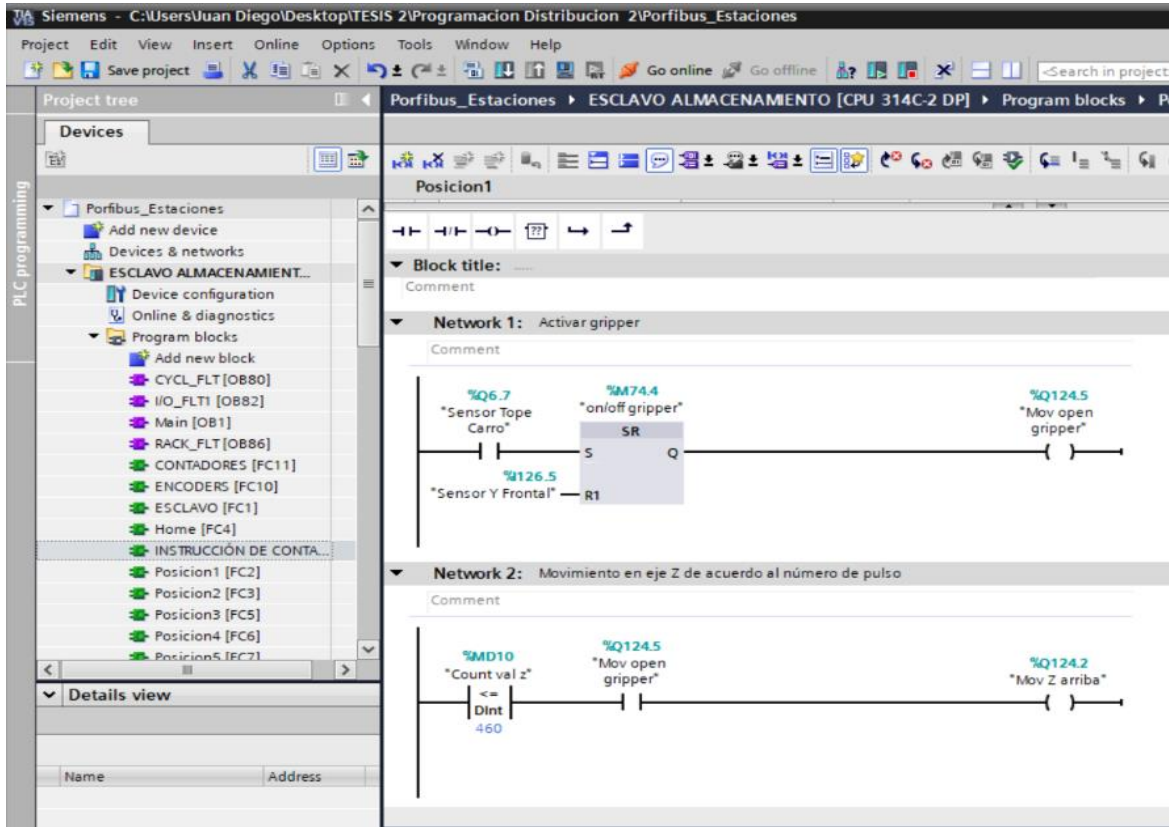


Figura 78: Programación posiciones de almacenamiento.

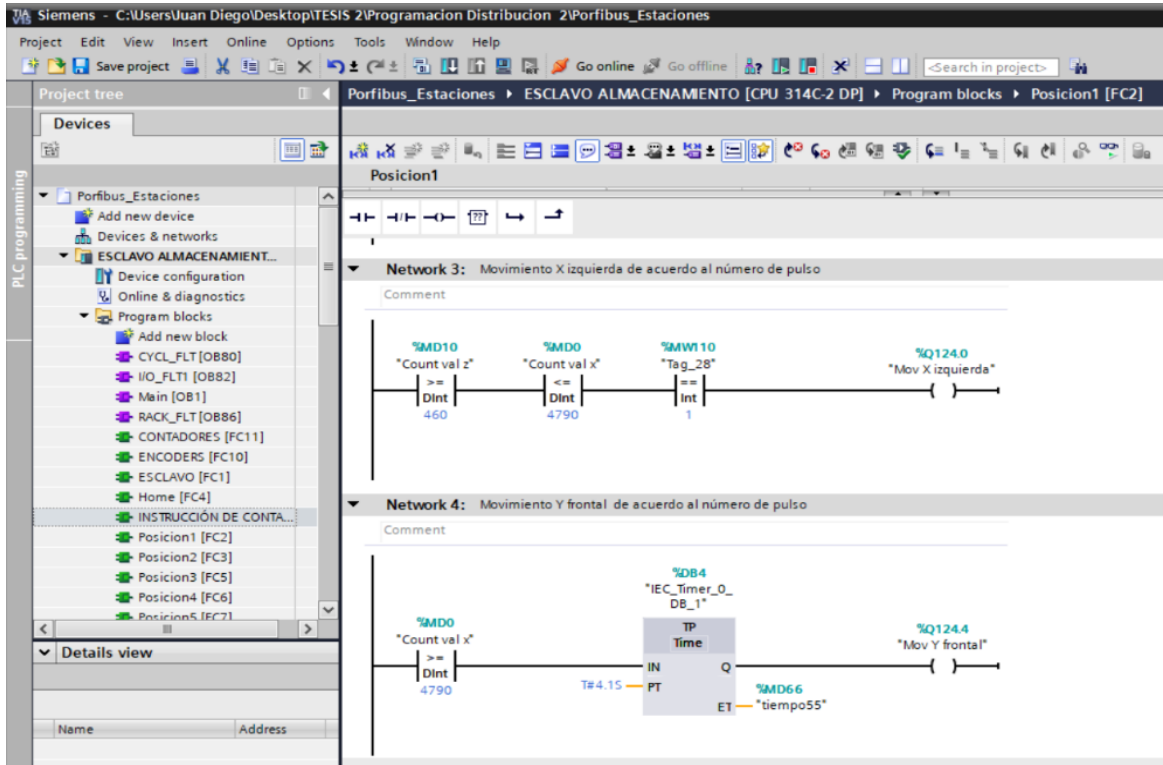


Figura 79: Programación posiciones de almacenamiento.

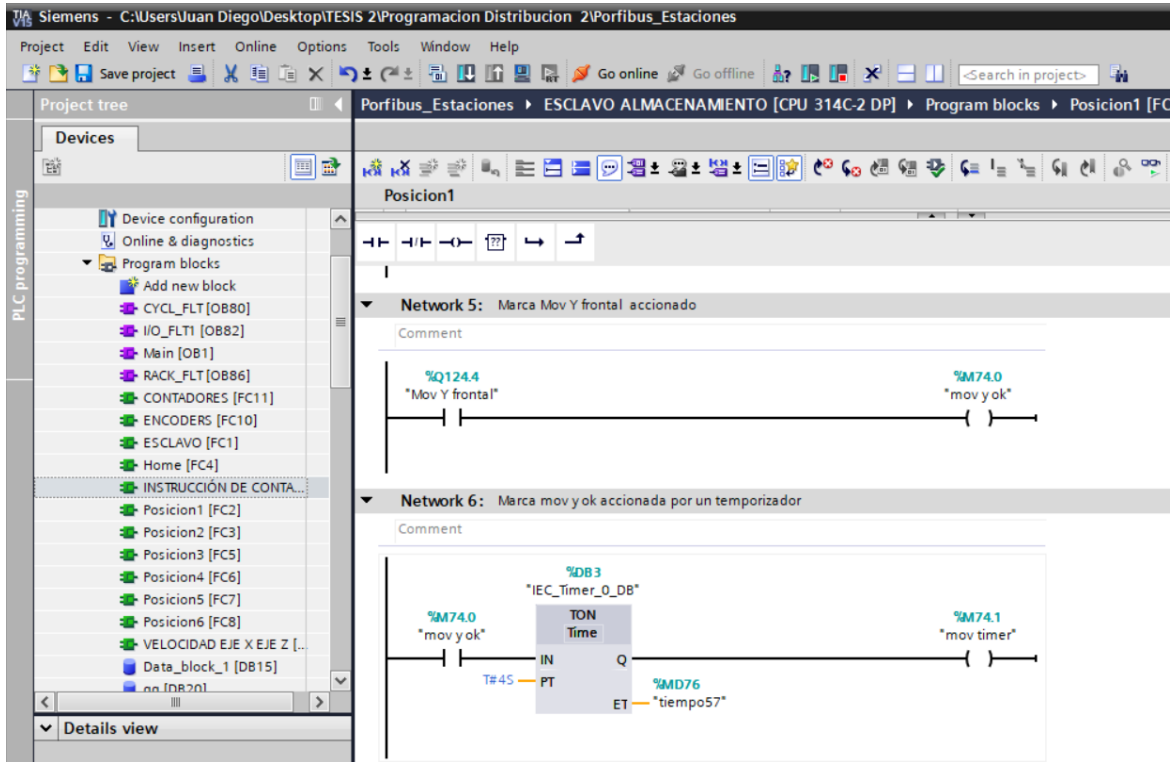


Figura 80: Programación posiciones de almacenamiento.

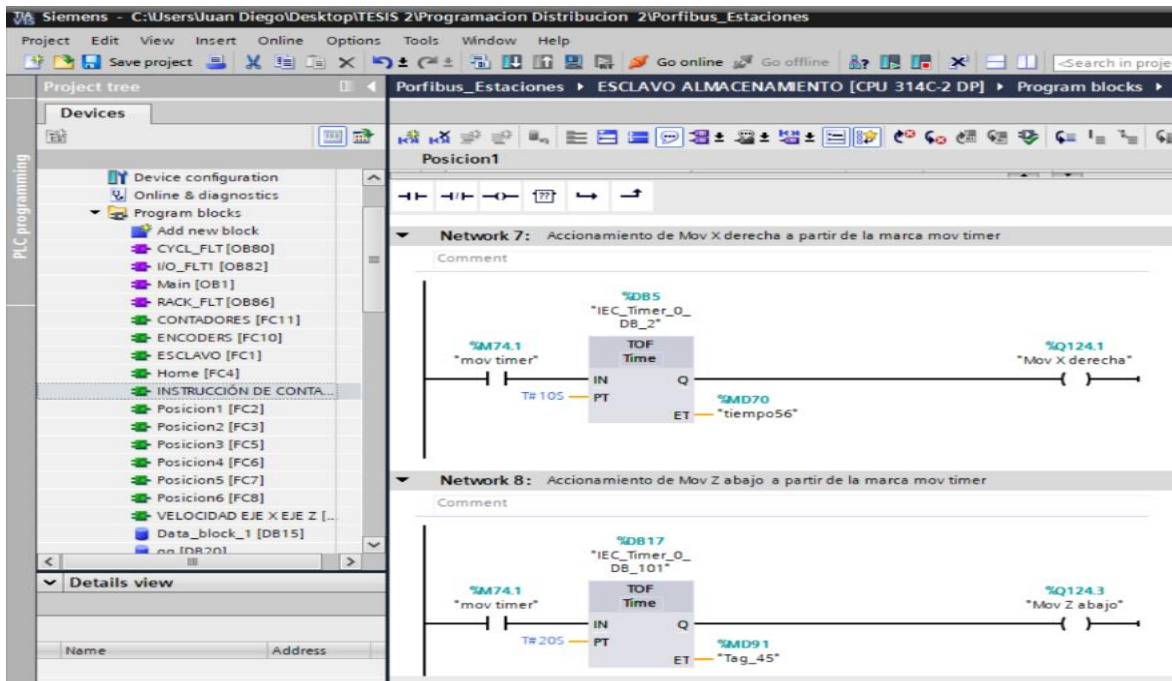



Figura 81: Programación posiciones de almacenamiento.

	VICERRECTORADO DOCENTE	Código: GUIA-PRL-001
	CONSEJO ACADÉMICO	Aprobación: 2016/04/06
Formato: Guía de Práctica de Laboratorio / Talleres / Centros de Simulación		

67. Los servomotores tienen dos velocidades, se programa para habilitar la velocidad más rápida tanto como en el eje X y eje Z (Véase figura 82).

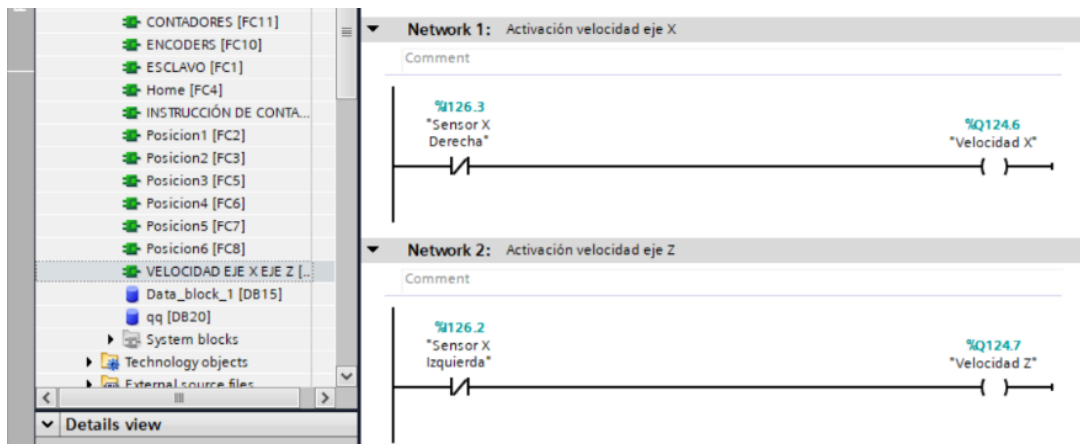


Figura 82: Programación posiciones de almacenamiento.

68. El sensor tope carro, enviara una señal al contador de posiciones, en donde el comparador habilita una función de FC de posición, dependiendo del número de señales que se envíe, en este caso empezará a almacenar cuando el contador sea 7 dado que las primeras seis veces que pase el carro estará sin pieza por lo que en la segunda vuelta después de que recoja pieza de la estación de proceso contará 7, en donde el contador indica que a partir de ese contador almacena cada pieza (Véase figura 84).

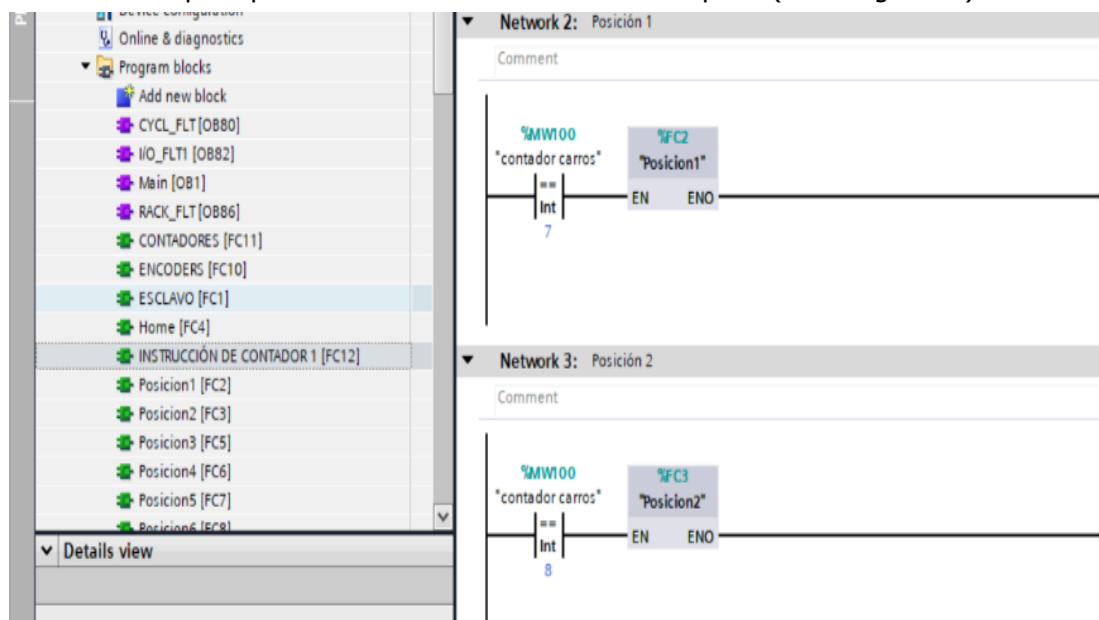



Figura 84: Programación posiciones de almacenamiento.


	VICERRECTORADO DOCENTE	Código: GUIA-PRL-001
	CONSEJO ACADÉMICO	Aprobación: 2016/04/06
Formato: Guía de Práctica de Laboratorio / Talleres / Centros de Simulación		


69. BIBLIOGRAFÍA

- Álvarez, M., Mejía, J., "TIA PORTAL. Aplicaciones de PLC", Instituto Tecnológico Metropolitano, 2017.
- FESTO, "Manual de operación"
- Baca U, G., Cruz, M., Cristóbal, M., Baca C, G., Gutiérrez, J., Pacheco, A., . . . Obregón, M. (2014). Introducción a la ingeniería industrial (Vol. 2). Grupo Editorial PATRIA.
- Ebel, F., y Pany, M. (2006a). Distributing station manually. Festo Didactic GmbH Co. KG.
- Ebel, F., y Pany, M. (2006b). Handling station manual. Festo Didactic GmbH Co. KG.

Docente / Técnico Docente: _____

Firma: _____

	VICERRECTORADO DOCENTE	Código: GUIA-PRL-001
	CONSEJO ACADÉMICO	Aprobación: 2016/04/06
Formato: Guía de Práctica de Laboratorio / Talleres / Centros de Simulación		

		FORMATO DE INFORME DE PRÁCTICA DE LABORATORIO / TALLERES / CENTROS DE SIMULACIÓN – PARA ESTUDIANTES	
CARRERA:		ASIGNATURA:	
NRO. PRÁCTICA:		TÍTULO PRÁCTICA:	
OBJETIVO ALCANZADO:			
ACTIVIDADES DESARROLLADAS			
1.			
2.			
3.			
4.			
5.			
6.			
N.			
RESULTADO(S) OBTENIDO(S):			
CONCLUSIONES:			
RECOMENDACIONES:			

Nombre de estudiante: _____

Firma de estudiante: _____

Anexo C: Encuestas de validación de guías prácticas

DESARROLLO DE UNA GUÍA DE PRÁCTICAS DE LABORATORIO
 PARA EL SISTEMA DE PRODUCCIÓN MODULAR MPS-500,
 EMPLEANDO TÉCNICAS DE DISEÑO DE INSTALACIONES DE
 MANUFACTURA"

ENCUESTA DE VALIDACIÓN

PRÁCTICA N°:	1
NOMBRES:	ANGEL EUGENIO CÁRDENAS CADME

Marcar con una X

APARIENCIA					
Criterios	Totalmente de acuerdo	De acuerdo	Neutro	Desacuerdo	Totalmente desacuerdo
El tamaño y tipo de letra es adecuada para una lectura comprensiva.		X			
La redacción del procedimiento carece de faltas ortográficas y gramáticas.			X		
El formato de la guía de práctica permite una interpretación rápida de la información.		X			
Las figuras aportan un mejor entendimiento del procedimiento.	X				
El tamaño y nitidez de las figuras son correctas para un mejor entendimiento del procedimiento.	X				

PROCEDIMIENTO					
Criterios	Totalmente de acuerdo	De acuerdo	Neutro	Desacuerdo	Totalmente desacuerdo
La guía práctica sigue una secuencia lógica del desarrollo de la información.		X			
Los requisitos y conocimientos previos que plantea la guía práctica son necesarios.	X				
Los equipos, instrumentos y software necesarios que plantea la práctica están disponibles en el laboratorio.	X				
El marco teórico expuesto involucra temas desarrollados en la práctica.	X				

OBJETIVOS

Criterios	Totalmente de acuerdo	De acuerdo	Neutro	Desacuerdo	Totalmente desacuerdo
Los objetivos planteados en la práctica fueron desarrollados y alcanzados en el aprendizaje.		X			
Los objetivos planteados incentivan a desarrollar la práctica propuesta.	X				
Los objetivos planteados satisfacen los conocimientos para la mecatrónica.	X				

DESARROLLO DE UNA GUÍA DE PRÁCTICAS DE LABORATORIO
 PARA EL SISTEMA DE PRODUCCIÓN MODULAR MPS-500,
 EMPLEANDO TÉCNICAS DE DISEÑO DE INSTALACIONES DE
 MANUFACTURA"

ENCUESTA DE VALIDACIÓN

PRÁCTICA N°:	2
NOMBRES:	ANGEL EUGENIO CÁRDENAS CADME

Marcar con una X

APARIENCIA					
Criterios	Totalmente de acuerdo	De acuerdo	Neutro	Desacuerdo	Totalmente desacuerdo
El tamaño y tipo de letra es adecuada para una lectura comprensiva.		X			
La redacción del procedimiento carece de faltas ortográficas y gramáticas.		X			
El formato de la guía de práctica permite una interpretación rápida de la información.		X			
Las figuras aportan un mejor entendimiento del procedimiento.	X				
El tamaño y nitidez de las figuras son correctas para un mejor entendimiento del procedimiento.	X				

PROCEDIMIENTO					
Criterios	Totalmente de acuerdo	De acuerdo	Neutro	Desacuerdo	Totalmente desacuerdo
La guía práctica sigue una secuencia lógica del desarrollo de la información.		X			
Los requisitos y conocimientos previos que plantea la guía práctica son necesarios.	X				
Los equipos, instrumentos y software necesarios que plantea la práctica están disponibles en el laboratorio.	X				
El marco teórico expuesto involucra temas desarrollados en la práctica.	X				

OBJETIVOS

Criterios	Totalmente de acuerdo	De acuerdo	Neutro	Desacuerdo	Totalmente desacuerdo
Los objetivos planteados en la práctica fueron desarrollados y alcanzados en el aprendizaje.		X			
Los objetivos planteados incentivan a desarrollar la práctica propuesta.	X				
Los objetivos planteados satisfacen los conocimientos para la mecatrónica.	X				

DESARROLLO DE UNA GUÍA DE PRÁCTICAS DE LABORATORIO
 PARA EL SISTEMA DE PRODUCCIÓN MODULAR MPS-500,
 EMPLEANDO TÉCNICAS DE DISEÑO DE INSTALACIONES DE
 MANUFACTURA"

ENCUESTA DE VALIDACIÓN

PRÁCTICA N°:	3
NOMBRES:	ANGEL EUGENIO CARDENAS CADME

Marcar con una X

APARIENCIA					
Criterios	Totalmente de acuerdo	De acuerdo	Neutro	Desacuerdo	Totalmente desacuerdo
El tamaño y tipo de letra es adecuada para una lectura comprensiva.	X				
La redacción del procedimiento carece de faltas ortográficas y gramáticas.	X				
El formato de la guía de práctica permite una interpretación rápida de la información.		X			
Las figuras aportan un mejor entendimiento del procedimiento.	X				
El tamaño y nitidez de las figuras son correctas para un mejor entendimiento del procedimiento.	X				

PROCEDIMIENTO					
Criterios	Totalmente de acuerdo	De acuerdo	Neutro	Desacuerdo	Totalmente desacuerdo
La guía práctica sigue una secuencia lógica del desarrollo de la información.		X			
Los requisitos y conocimientos previos que plantea la guía práctica son necesarios.	X				
Los equipos, instrumentos y software necesarios que plantea la práctica están disponibles en el laboratorio.	X				
El marco teórico expuesto involucra temas desarrollados en la práctica.		X			

OBJETIVOS

Criterios	Totalmente de acuerdo	De acuerdo	Neutro	Desacuerdo	Totalmente desacuerdo
Los objetivos planteados en la práctica fueron desarrollados y alcanzados en el aprendizaje.		X			
Los objetivos planteados incentivan a desarrollar la práctica propuesta.	X				
Los objetivos planteados satisfacen los conocimientos para la mecatrónica.	X				

DESARROLLO DE UNA GUÍA DE PRÁCTICAS DE LABORATORIO
 PARA EL SISTEMA DE PRODUCCIÓN MODULAR MPS-500,
 EMPLEANDO TÉCNICAS DE DISEÑO DE INSTALACIONES DE
 MANUFACTURA"

ENCUESTA DE VALIDACIÓN

PRÁCTICA N°:	1
NOMBRES:	MÓNICA ALEXANDRA ROMERO SACOTO

Marcar con una X

APARIENCIA					
Criterios	Totalmente de acuerdo	De acuerdo	Neutro	Desacuerdo	Totalmente desacuerdo
El tamaño y tipo de letra es adecuada para una lectura comprensiva.	X				
La redacción del procedimiento carece de faltas ortográficas y gramáticas.	X				
El formato de la guía de práctica permite una interpretación rápida de la información.	X				
Las figuras aportan un mejor entendimiento del procedimiento.	X				
El tamaño y nitidez de las figuras son correctas para un mejor entendimiento del procedimiento.	X				

PROCEDIMIENTO					
Criterios	Totalmente de acuerdo	De acuerdo	Neutro	Desacuerdo	Totalmente desacuerdo
La guía práctica sigue una secuencia lógica del desarrollo de la información.	X				
Los requisitos y conocimientos previos que plantea la guía práctica son necesarios.	X				
Los equipos, instrumentos y software necesarios que plantea la práctica están disponibles en el laboratorio.	X				
El marco teórico expuesto involucra temas desarrollados en la práctica.	X				

OBJETIVOS

Criterios	Totalmente de acuerdo	De acuerdo	Neutro	Desacuerdo	Totalmente desacuerdo
Los objetivos planteados en la práctica fueron desarrollados y alcanzados en el aprendizaje.	X				
Los objetivos planteados incentivan a desarrollar la práctica propuesta.	X				
Los objetivos planteados satisfacen los conocimientos para la mecatrónica.	X				

DESARROLLO DE UNA GUÍA DE PRÁCTICAS DE LABORATORIO
 PARA EL SISTEMA DE PRODUCCIÓN MODULAR MPS-500,
 EMPLEANDO TÉCNICAS DE DISEÑO DE INSTALACIONES DE
 MANUFACTURA"

ENCUESTA DE VALIDACIÓN

PRÁCTICA N°:	2
NOMBRES:	MÓNICA ALEXANDRA ROMERO SACOTO

Marcar con una X

APARIENCIA					
Criterios	Totalmente de acuerdo	De acuerdo	Neutro	Desacuerdo	Totalmente desacuerdo
El tamaño y tipo de letra es adecuada para una lectura comprensiva.	X				
La redacción del procedimiento carece de faltas ortográficas y gramáticas.	X				
El formato de la guía de práctica permite una interpretación rápida de la información.	X				
Las figuras aportan un mejor entendimiento del procedimiento.	X				
El tamaño y nitidez de las figuras son correctas para un mejor entendimiento del procedimiento.	X				

PROCEDIMIENTO					
Criterios	Totalmente de acuerdo	De acuerdo	Neutro	Desacuerdo	Totalmente desacuerdo
La guía práctica sigue una secuencia lógica del desarrollo de la información.	X				
Los requisitos y conocimientos previos que plantea la guía práctica son necesarios.	X				
Los equipos, instrumentos y software necesarios que plantea la práctica están disponibles en el laboratorio.	X				
El marco teórico expuesto involucra temas desarrollados en la práctica.	X				

OBJETIVOS

Criterios	Totalmente de acuerdo	De acuerdo	Neutro	Desacuerdo	Totalmente desacuerdo
Los objetivos planteados en la práctica fueron desarrollados y alcanzados en el aprendizaje.	X				
Los objetivos planteados incentivan a desarrollar la práctica propuesta.	X				
Los objetivos planteados satisfacen los conocimientos para la mecatrónica.	X				

DESARROLLO DE UNA GUÍA DE PRÁCTICAS DE LABORATORIO
 PARA EL SISTEMA DE PRODUCCIÓN MODULAR MPS-500,
 EMPLEANDO TÉCNICAS DE DISEÑO DE INSTALACIONES DE
 MANUFACTURA"

ENCUESTA DE VALIDACIÓN

PRÁCTICA N°:	3
NOMBRES:	MÓNICA ALEXANDRA ROMERO SACOTO

Marcar con una X

APARIENCIA					
Criterios	Totalmente de acuerdo	De acuerdo	Neutro	Desacuerdo	Totalmente desacuerdo
El tamaño y tipo de letra es adecuada para una lectura comprensiva.	X				
La redacción del procedimiento carece de faltas ortográficas y gramáticas.	X				
El formato de la guía de práctica permite una interpretación rápida de la información.	X				
Las figuras aportan un mejor entendimiento del procedimiento.	X				
El tamaño y nitidez de las figuras son correctas para un mejor entendimiento del procedimiento.	X				

PROCEDIMIENTO					
Criterios	Totalmente de acuerdo	De acuerdo	Neutro	Desacuerdo	Totalmente desacuerdo
La guía práctica sigue una secuencia lógica del desarrollo de la información.	X				
Los requisitos y conocimientos previos que plantea la guía práctica son necesarios.	X				
Los equipos, instrumentos y software necesarios que plantea la práctica están disponibles en el laboratorio.	X				
El marco teórico expuesto involucra temas desarrollados en la práctica.	X				

OBJETIVOS

Criterios	Totalmente de acuerdo	De acuerdo	Neutro	Desacuerdo	Totalmente desacuerdo
Los objetivos planteados en la práctica fueron desarrollados y alcanzados en el aprendizaje.	X				
Los objetivos planteados incentivan a desarrollar la práctica propuesta.	X				
Los objetivos planteados satisfacen los conocimientos para la mecatrónica.	X				