

**UNIVERSIDAD PRIVADA DE TACNA
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA
ELECTRÓNICA**



TESIS

**“APLICACIÓN DE ESTACIONES VIRTUALES EN 3D CON
FACTORY I/O Y TIA PORTAL PARA LA SIMULACIÓN DE LA
AUTOMATIZACIÓN INDUSTRIAL EN TIEMPO REAL”**

PARA OPTAR:

TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERÍA ELECTRÓNICA

PRESENTADO POR:

Bach. MOISES VILCA LUNA

Bach. VICTOR HUGO CLAVITEA PARI

TACNA – PERÚ

2022

UNIVERSIDAD PRIVADA DE TACNA
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA ELECTRÓNICA

TESIS

**“APLICACIÓN DE ESTACIONES VIRTUALES EN 3D CON
FACTORY I/O Y TIA PORTAL PARA LA SIMULACIÓN DE LA
AUTOMATIZACIÓN INDUSTRIAL EN TIEMPO REAL”**

Tesis sustentada y aprobada el 15 de junio de 2022; estando el jurado calificador integrado por:

PRESIDENTE: : Mtro. HERACLIO HENRY GÓMEZ DEL CARPIO

SECRETARIO: : Mtro. MARKO JESÚS POLO CAMACHO

VOCAL: : Ing. CARLOS ARMANDO RODRIGUEZ SILVA

ASESOR: : Ing. MARCO ANTONIO COLOMA YUNGANINA

DECLARACIÓN JURADA DE ORIGINALIDAD

Nosotros, *Moises Vilca Luna* y *Victor Hugo Clavitea Pari*, en calidad de Bachilleres de la Escuela Profesional de Ingeniería Electrónica de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Privada de Tacna, identificados con DNI 70112489 y 71432357 respectivamente, declaramos bajo juramento que:

1. Somos autores de la tesis titulada: *Aplicación de estaciones virtuales en 3D con Factory I/O y Tia Portal para la simulación de la automatización industrial en tiempo real*, La misma que presentamos para optar el *Título Profesional de Ingeniero Electrónico*.
2. La tesis no ha sido plagiada ni total ni parcialmente, para la cual se han respetado las normas internacionales de citas y referencias para las fuentes consultadas.
3. La tesis presentada no atenta contra derechos de terceros
4. La tesis no ha sido publicada ni presentada anteriormente para obtener algún grado académico previo.
5. Los datos presentados en los resultados son reales, no han sido falsificados, ni duplicados, ni copiados.

Por lo expuesto, mediante la presente asumimos frente a la universidad cualquier responsabilidad que pudiera derivarse por la autoría, originalidad y veracidad del contenido de la tesis, así como por los derechos sobre la obra y/o invención presentada.

En consecuencia, nos hacemos responsables frente a la universidad y a terceros, de cualquier daño que pudiera ocasionar, por el incumplimiento de lo declarado o que pudiera encontrar como causa del trabajo presentado, asumiendo todas cargas pecuniarias que pudieran derivarse de ello en favor de terceros con motivo de acciones, reclamaciones o conflictos derivados del incumplimiento de lo declarado o las que encontrasen causa en el contenido de la tesis.

De identificarse fraude, piratería, plagio, falsificación o que el trabajo de investigación haya sido publicado anteriormente; asumimos las consecuencias y sanciones que de nuestras acciones se deriven, sometiéndome a la normativa de la Universidad Privada de Tacna.

Tacna, 1 de diciembre del 2022



MOISES VILCA LUNA
DNI:70112489



VICTOR HUGO CLAVITEA PARI
DNI: 71432357

DEDICATORIA

A mi madre Dora por la vida y confiar en mí, muy agradecido también por la oportunidad y apoyo incondicional de mi tía Luisa, y a mi pareja Celia a pesar de los momentos difíciles siempre está ahí.

MOISES VILCA LUNA

A mi Madre quien siempre confió en mi depositando su confianza, brindándome su apoyo incondicional y sobre todo su comprensión.

VICTOR HUGO CLAVITEA PARI

AGRADECIMIENTO

A nuestros familiares que confiaron en nuestras capacidades y nos impulsaron a no rendirnos.

A nuestro asesor por brindarnos el tiempo y la paciencia, para poder terminar y no decaer en el proceso.

A nuestras amistades y compañeros por el apoyo incondicional que nos brindan día a día.

ÍNDICE GENERAL

PÁGINA DE JURADOS	ii
DECLARACIÓN JURADA DE ORIGINALIDAD	iii
DEDICATORIA.....	v
AGRADECIMIENTO	vi
ÍNDICE DE TABLAS.....	xi
ÍNDICE DE FIGURAS.....	xii
RESUMEN.....	vii
ABSTRACT	viii
INTRODUCCIÓN.....	1
CAPÍTULO 1: PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN.....	2
1.1. Descripción del Problema	2
1.2. Formulación del Problema	2
1.2.1. Problema General.....	2
1.2.2. Problemas específicos.....	2
1.3. Justificación e Importancia de la Investigación.....	3
1.4. Objetivos.....	4
1.4.1. Objetivo General.....	4
1.4.2. Objetivos Específicos.....	4
1.5. Hipótesis.....	4
1.5.1. Hipótesis Específica.....	4
CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO	5
2.1. Antecedentes de Estudio	5
2.2. Bases Teóricas	6
2.2.1. Automatización Industrial.....	6
2.2.1.1. Definición.....	6
2.2.2. Niveles de Automatización.....	6
a. Nivel Operativo.	6

b.	Nivel de Control	7
c.	Nivel de Supervisión	7
d.	Nivel de Integración y Gestión	7
e.	Nivel de Planeación	8
2.2.2.	Software Tia Portal	8
a.	Lenguaje FUP.....	9
b.	Lenguaje KOP.	9
c.	Lenguaje AWL y SCL.....	10
d.	Lenguaje S7- GRAPH.....	11
2.2.4.	Utilidades del software.....	12
2.2.5.	Controlador Lógico Programable (PLC)	13
2.2.5.1.	Clasificación de los PLC.	13
2.2.6.	PLC Compacto Simatic S7-1200 Siemens.....	13
2.2.6.1.	Descripción.....	13
2.2.6.	Software Factory I/O.....	16
2.2.6.1.	Descripción.....	16
2.2.6.2.	Característica Principal.....	16
2.2.6.3.	Interfaz de Usuario.	17
2.2.6.3.1.	Navegación.....	18
2.2.7.	PLC SIM	21
2.2.7.1.	Descripción.....	21
2.2.7.2.	Soporte de Hardware y Firmware.	22
2.2.7.3.	Tipos de Vistas del PLC SIM	23
2.2.8.	Control de Procesos	24
2.3.	Definición de Términos	25
2.3.1.	Programación Ladder.	25
2.3.2.	Factory I/O.....	25
2.3.3.	Tia Portal v16.....	25
2.3.4.	PLCSIM.	25
2.3.5.	Proceso Industrial.....	25
CAPÍTULO III: MARCO METODOLÓGICO		26
3.1	Tipo y Nivel de la Investigación.....	26
3.1.1.	Exploratorio	26

3.1.2.	Descriptivo	26
3.1.3	Correlacional	26
3.2	Operacionalización de variables	26
3.3	Técnicas e instrumentos para la recolección de datos	28
3.4	Procesamiento y análisis de datos.....	28
CAPÍTULO IV: RESULTADOS		29
4.1.	Implementación de las estaciones Virtuales	29
4.1.1.	Equipos de Desarrollo de proyecto	29
4.1.1.1.	PLC S7-1200	29
4.1.1.2.	Equipo Portátil	29
4.2.	Comunicación Factory I/O y Tia Portal.....	29
4.2.1.	Configuración Tia Portal	30
4.2.2.	Configuración Factory I/O	33
4.3.	Programación de las Estaciones Virtuales en 3D.....	35
4.3.1.	Estación de Clasificación y Distribución por Altura.....	35
4.3.1.1.	Diagramas de Flujo de la Estación.....	35
4.3.1.2.	Diseño de Programación	38
4.3.1.3.	Funcionamiento de la Estación	39
4.3.1.4.	Componentes de la Estación	40
4.3.2.	Estación de Clasificación y Distribución por Peso	41
4.3.2.1.	Diagramas de Flujo de la Estación.....	41
4.3.2.2.	Diseño de Programación	45
4.3.2.3.	Funcionamiento de la Estación	47
4.3.2.4.	Componentes de la Estación	47
4.3.3.	Estación de Clasificación y Distribución Color.....	49
4.3.3.1.	Diagramas de Flujo de la Estación.....	49
4.3.3.2.	Diseño de Programación	51
4.3.3.3.	Funcionamiento de la Estación	52
4.3.3.4.	Componentes de la Estación	53
4.3.4.	Estación de Distribución de Objetos Pick and Place	55
4.3.4.1.	Diagrama de Flujo de la Estación	55
4.3.4.2.	Diseño de Programación	56
4.3.4.3.	Funcionamiento de la Estación	59

4.3.4.4.	Componentes de la Estación	61
4.3.5.	Modelo de Planta de Clasificación de Producción.....	62
4.3.5.1.	Diagrama de Flujo.	62
4.3.5.2.	Implementación de Planta.....	62
4.3.5.3.	Diseño de programación.....	64
4.3.5.4.	Componentes de la estación.....	67
	CAPÍTULO V: DISCUSIÓN.....	69
	CONCLUSIONES.....	70
	RECOMENDACIONES.....	71
	REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS.....	72

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Control de vista de cámara Orbit.....	19
Tabla 2. Control de vista de cámara Fly.....	19
Tabla 3. Control de vista de la cámara de primera persona.....	20
Tabla 4. Cuadro de Operacionalización de Variables	27
Tabla 5. Direcciones para sensores de entrada de la estación Pistón	37
Tabla 6. Direcciones para actuadores, de la estación Pistón	37
Tabla 7. Direcciones para cada tipo de sensores entradas etiquetadas para la estación Peso.....	44
Tabla 8. Direcciones para cada tipo de actuadores etiquetadas para la estación Peso.....	44
Tabla 9. Direcciones de sensores de entradas para la estación Color.....	50
Tabla 10. Direcciones para cada tipo de actuadores etiquetadas para la estación Color.....	50
Tabla 11 Dirección de sensores de entradas etiquetadas para la Estación de Distribución.....	60
Tabla 12 Dirección de actuadores de salida en la Estación de Distribución.....	60

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Niveles de automatización	8
Figura 2. Esquema de diagrama de bloques.....	9
Figura 3. Lista de instrucciones del lenguaje AWL.....	10
Figura 4. Lista de instrucciones del lenguaje SCL.....	10
Figura 5. Lenguaje S7 de bloques de códigos.	11
Figura 6. Integración de programación a nivel software industrial.....	12
Figura 7. CPU modelo Simatic S7-1200	14
Figura 8. Módulo de señal	14
Figura 9. Módulo de comunicación Profibus DP S7-1200	15
Figura 10. Diseño de trabajo de investigación mediante software.....	15
Figura 11. Control de estación virtual con controlador físico	17
Figura 12. Campo de trabajo en Factory I/O	18
Figura 13. Tipo de visualización de cámaras.	18
Figura 14. Escenas de trabajo propuesto por software Factory I/O.....	21
Figura 15. Visualización de la vista compacta del PLC SIM.....	23
Figura 16. Plantillas de versiones según versión de Tia Portal	30
Figura 17. Apertura de plantilla de conexión a Factory I/O.....	31
Figura 18. Visualización del bloque de función de comunicación.....	31
Figura 19. Requisitos para establecer comunicación con el simulador	32
Figura 20. Modo de compilación de información	32
Figura 21. Arrancar modulo y configuración final.	33
Figura 22. Selección de controlador y configuración de enlace.....	34
Figura 23. Selección de entradas y salidas.....	34

Figura 24. Verificación de establecimiento de comunicación	35
Figura 25. Diagrama de flujo de estación de distribución por altura	36
Figura 26. Programa de la estación de clasificación por altura (Parte 1).....	38
Figura 27. Programa de la estación de clasificación por altura (Parte 2).....	39
Figura 28. Funcionamiento de la Estación de clasificación por altura	40
Figura 29. Vista de diseño superior de la estación por altura.....	40
Figura 30. Diagrama P&ID Estación por altura	41
Figura 31. Diagrama de Flujo de la estación de Peso (Parte 1)	42
Figura 32. Diagrama de Flujo de la estación de Peso (Parte 2)	42
Figura 33. Programa de la estación de clasificación por peso (Parte 1).....	45
Figura 34. Programa de la estación de clasificación por peso (Parte 2).....	46
Figura 35. Funcionamiento de la Estación de Peso	47
Figura 36. Vista de diseño superior de la estación por peso.....	48
Figura 37. Diagrama P&ID Estación de Peso	48
Figura 38. Diagrama de Flujo de la Estación de Color	49
Figura 39. Programa de la estación de clasificación por color (Parte 1).....	51
Figura 40. Programa de la estación de clasificación por color (Parte 2).....	52
Figura 41. Imagen de Funcionamiento de la estación de Color.....	53
Figura 42. Vista de diseño superior de la estación de color	53
Figura 43. Diagrama P&ID Estación de color.....	54
Figura 44. Cuadro de identificación de equipos	54
Figura 45. Diagrama de Flujo de la Estación del brazo	55
Figura 46. Programa de la estación Pick and Place (parte 1).....	56
Figura 47. Programa de la estación Pick and Place (parte 2).....	57
Figura 48. Programa de la estación Pick and Place (parte 3).....	58

Figura 49. Programa de la estación Pick and Place (parte 4).....	59
Figura 50. Vista superior de la estación de distribución de objetos	61
Figura 51. Diagrama P&ID de Estación de objetos	61
Figura 52. Diagrama de flujo de la planta de clasificación.....	62
Figura 53. Planta de distribución y clasificación de Materiales.....	63
Figura 54. Programa de la estación integrada (Parte 1).....	64
Figura 55. Programa de la estación integrada (Parte 2).....	65
Figura 56. Programa de la estación integrada (Parte 3).....	66
Figura 57. Vista superior de la estación de distribución y clasificación.....	67
Figura 58. Diagrama P&ID de la estación de distribución y clasificación final ...	68

RESUMEN

En el campo de la ingeniería se estudia el comportamiento de la automatización industrial. El presente informe nos muestra el diseño virtual de estaciones de trabajos en el campo virtual, el cual nos permite desarrollar procesos industriales con total seguridad de manera rápida empleando los diferentes softwares que nos permitirán la comunicación virtual como son el Factory IO y Tia Portal, siendo el desarrollo de estaciones virtuales en 3D con Factory IO y Tia Portal para la simulación de la automatización industrial en tiempo real como principal objetivo de la investigación. De acuerdo al diseño y programación de las estaciones virtuales en 3D se ha planteado el desarrollo de la planta de clasificación y distribución en sus diferentes etapas pre-diseñadas en la estaciones, como resultado se ha obtenido lograr establecer la comunicación de las estaciones mediante el empleo de software especializados para lograr el control de la planta, así como poder realizar la corrección de errores mediante el diseño de las estaciones para la reducción del código de programación mediante el lenguaje de programación ladder, y proceder a la verificación del funcionamiento de la planta de clasificación y distribución propuesta en el modelo virtual.

Palabras claves: Programación Ladder; Factory I/O; Tia Portal; PLCSIM; Proceso industrial

ABSTRACT

In the field of engineering, the behavior of industrial automation is studied. This report shows us the virtual design of workstations in the virtual field, which allows us to develop industrial processes with total security quickly using the different software that will allow us virtual communication such as Factory IO and Tia Portal, being the development of virtual stations in 3D with Factory IO and Tia Portal for the simulation of industrial automation in real time as the main objective of the research. According to the design and programming of the virtual stations in 3D, the development of the classification and distribution plant has been proposed in its different pre-designed stages in the stations, as a result it has been possible to establish the communication of the stations through the use of specialized software to control the plant, as well as to be able to correct errors by designing the stations for the reduction of the programming code using the ladder programming language, and verifying the operation of the plant. classification and distribution proposed in the virtual model.

Key words: Lagger Programming; Factory I / O; Virtual 3D Simulation; Tia Portal; PLCSIM; Industrial Processes.

INTRODUCCIÓN

En la investigación se pretende el estudio en el diseño de automatización industrial de una línea de producción industrial, se busca conseguir destreza en la programación y control de procesos en tiempo real, mediante la visualización y corrección de errores en tiempo real. El déficit que se puede encontrar es la falta de equipamiento físico, pero se logra la meta de adquirir más destrezas y lograr entender la lógica de programación mediante el empleo de software para la programación lógica y simulación de equipos, como los PLC de uso industrial. Con la revolución industrial en marcha (Industria 4.0), se da paso a la necesidad de personal capacitado con conocimiento de los diferentes equipos que este campo solicita, por cual se realiza esta investigación con el fin de no detener la adquisición de conocimiento mediante el uso de plataformas virtuales en 3D como Factory I/O de la corporación Real Games con un entorno de trabajo completamente virtual en 3D y en simulación en tiempo real. El contenido de investigación consta de los siguientes capítulos:

Capítulo I, Planteamiento del problema, se define aspectos importantes para el desarrollo de la investigación, mediante su planteamiento, descripción, formulación y justificación. Dando a conocer el alcance del estudio, mediante el desarrollo de los objetivos e hipótesis

Capítulo II, Marco Teórico, se dará a conocer los puntos a investigar: mediante antecedentes, bases teóricas con respecto a los Niveles de Automatización y lenguajes de programación para su aplicación en Tia Portal y Simulación 3D en Factory I/O, así como la definición de términos. Los cuales respaldan la investigación.

Capitulo III, Marco Metodológico, se detalla la estrategia para el desarrollo de la investigación: definiendo el tipo y nivel de investigación, Operacionalización de variables, técnicas e instrumentos para la recolección de datos para su procesamiento y análisis de aplicación.

Capítulo IV, Implementación y programación de estaciones virtuales 3D, se detalla los equipos para el desarrollo del proyecto, comunicación del software Factory I/O y Tia Portal, programación de las estaciones base planteadas finalmente integrando estas estaciones en una sola planta de clasificación programado en Tia Portal y simulación 3D en Factory I/O.

Y finalmente se presenta las conclusiones del resultado de los capítulos anteriores obtenido en base de los objetivos planteados en la investigación.

CAPÍTULO 1: PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

1.1. Descripción del Problema

La Universidad Privada de Tacna, cuenta con un laboratorio de control de proceso y automatización, el cual se encuentra en el pabellón de la Escuela Profesional de Ingeniería Electrónica siendo este el principal laboratorio para lograr la formación académica de la carrera profesional.

Ante la actual coyuntura nacional por la emergencia sanitaria el estudio en el diseño del control de procesos en el área industrial, se ha dificultado y se ha interrumpido siendo de vital importancia el uso de herramientas de software virtuales para la comprensión y prueba de funcionamiento de estaciones industriales.

Al no tener acceso físico a dicho laboratorio se ha visto conveniente el uso de herramientas virtuales que cuentan con diferentes módulos industriales en 3D para la visualización del funcionamiento en tiempo real.

El laboratorio virtual en Factory I/O cuenta con una red industrial de procesos prediseñados, así como también nos permite el diseño personalizado de las diferentes estaciones industriales más relevantes. Dicho software cuenta con módulos de entrenamientos para vinculación del control lógico programable de diferentes marcas del mercado siendo principales Allen Bradley, Siemens, Schneider, el cual nos permitirá realizar experiencias y aplicaciones del sistema de control y automatización.

1.2. Formulación del Problema

1.2.1. Problema General

¿Qué estaciones virtuales en 3D con Factory I/O y TIA PORTAL permitirá la simulación de la automatización industrial en tiempo real?

1.2.2. Problemas específicos

- a. ¿En qué medida influirá la programación y simulación virtual en 3D con Factory I/O y TIA PORTAL en la estación de distribución en tiempo real?
- b. ¿En qué medida influirá la programación y simulación virtual en 3D con Factory I/O y TIA PORTAL en la estación de separación en tiempo real?

- c. ¿En qué medida influirá la programación y simulación virtual en 3D con Factory I/O y TIA PORTAL en la estación de clasificación de altura en tiempo real?
- d. ¿En qué medida influirá la programación y simulación virtual en 3D con Factory I/O y TIA PORTAL en la estación de clasificación por peso en tiempo real?
- e. ¿En qué medida influirá la programación y simulación virtual en 3D con Factory I/O y TIA PORTAL en la estación de producción en tiempo real?

1.3. Justificación e Importancia de la Investigación

Con la presente investigación se espera lograr adquirir los conocimientos de control y automatización de procesos industriales a través del uso del software Factory I/O (Simulación en entorno 3D) y TIA PORTAL (PLC SIM) que nos permite simular entornos industriales.

Durante los últimos años las diferentes empresas están en búsqueda continua de automatizar sus procesos de producción para estar acorde con la demanda del mercado, por lo cual se busca evitar errores humanos, así como utilizar al máximo los recursos, debido a esta situación es que la automatización de procesos permitirá realizar dichos procesos en menor tiempo.

Ante la actual coyuntura sanitaria se busca comprender los procesos industriales mediante el uso del software de simulación en 3D Factory I/O, el cual nos facilita simular diferentes líneas de producción mediante estaciones industriales en 3D, así como la vinculación de la programación en *Tia Portal* mediante driver del PLC SIM (Control virtual lógico programable).

El PLC SIM nos permitirá realizar el control de las estaciones virtuales en Factory I/O, este proyecto es necesario si se quiere visualizar el funcionamiento de las estaciones en tiempo real, y administrar posibles fallas o errores de programación lógica.

Se debe tener en consideración que la importancia de esta propuesta radica principalmente, que influirá en la capacitación para el control y automatización de estaciones industriales en un entorno controlado virtual.

Siendo una necesidad entender el funcionamiento de los diferentes equipos que intervienen en los procesos industriales en las etapas de automatización y control, se plantea el uso de un entorno virtual 3D en Factory I/O y el software de TIA PORTAL (PLC SIM).

1.4. Objetivos

1.4.1. Objetivo General

Aplicar estaciones virtuales en 3D con Factory I/O y TIA PORTAL para la simulación de la automatización industrial en tiempo real.

1.4.2. Objetivos Específicos

- a. Programar en TIA PORTAL el control virtual en 3D en Factory I/O para la estación de distribución en tiempo real
- b. Programar en TIA PORTAL el control virtual en 3D en Factory I/O para la estación de separación en tiempo real
- c. Programar en TIA PORTAL el control virtual en 3D en Factory I/O para la estación de clasificación de altura en tiempo real
- d. Programar en TIA PORTAL el control virtual en 3D en Factory I/O para la estación de clasificación por peso en tiempo real
- e. Programar en TIA PORTAL el control virtual en 3D en Factory I/O para la estación de producción en tiempo real

1.5. Hipótesis

La aplicación de estaciones virtuales en 3D con Factory I/O y TIA PORTAL permitirá la simulación de la automatización industrial en tiempo real

1.5.1. Hipótesis Específica

- a. La programación en Tia Portal permitirá el control y automatización en Factory I/O de la estación virtual de distribución en tiempo real
- b. La programación en Tia Portal permitirá el control y automatización en Factory I/O de la estación virtual de separación en tiempo real
- c. La programación en TIA PORTAL permitirá el control y automatización en Factory I/O de la estación virtual de clasificación de altura en tiempo real
- d. La programación en TIA PORTAL permitirá el control y automatización en Factory I/O de la estación virtual de clasificación por peso en tiempo real
- e. La programación en TIA PORTAL permitirá el control y automatización en Factory I/O de la estación virtual de clasificación por peso en tiempo real
- f. La programación en TIA PORTAL permitirá el control y automatización en Factory I/O de la estación virtual de producción en tiempo real

CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes de Estudio

Según la revista SIEMENS TIA PORTAL V17 Con SIMATIC S7-PLCSIM, es posible la creación de controladores digitales y virtuales para lograr la simulación de controladores lógicos programables en S7-1200 y S7-1500, mediante el uso de múltiples funciones en la simulación. SIEMENS (2012)

En el artículo “*Programación atractiva PLC*” de la Universidad de Valladolid concluye que, al finalizar la programación, así como la simulación de las estaciones virtuales en 3D de Factory I/O establece que se logra adquirir nuevos conceptos, así como principios de programación en cuanto a programadores lógicos se refiere (PLC). Otro software como Factory I/O de simulación en tiempo real nos permite realizar el uso de diferentes elementos como gráficas para realizar la monitorización del comportamiento de la estación, así como realizar modificaciones en caso se produzca algún error de funcionamiento de la estación. Sirvent (2018)

En el artículo “Puesta en marcha virtual de un almacén automatizado para paletización de dos tipos de cajas con transe levador con 42 estantes” indica el procedimiento de creación de estaciones en Factory I/O y la versatilidad de comunicación con TIA PORTAL. Dando conformidad a sus antecedentes para la investigación, mediante el análisis, el estudio de la propuesta para la posterior solución, respondiendo a las necesidades de poseer diferentes herramientas y recursos para realizar la innovación de equipamiento de la industria. Maicas (2020)

Sirvent (2018) En el trabajo de investigación “Programación de un almacén automático de palés” demuestra que el control eficiente de un almacén automático virtual mediante el empleo del simulador en 3D de Factory I/O donde la programación del proyecto se realiza en GRAFCET el cual pasara a programación Ladder para el diseño de la programación de la planta virtual, las diferentes variables que controlan su proceso como son sensores y los diferentes actuadores está definido por el Factory I/O, de acuerdo al requerimiento del proceso de la planta, mediante el uso de programación del software de programación TIA PORTAL.

Prada (2018) Se aborda el problema con respecto a la automatización de almacenes de mercaderías mediante el uso del software de programación CODESYS, y el simulador de procesos industriales en 3D Factory I/O, donde se plantea la resolución de dicha interrogante desde un punto de vista real, llevada a un sistema virtual, este proyecto de automatización se realiza primero con el diseño, organización de la planta,

así como el control y su funcionamiento. Su diseño ejecuta un sistema de control multiproceso el cual es controlar diferentes procesos en paralelo el cual es llevado para su prueba de en simulación virtual Factory I/O.

Pozo (2019) Se enfoca en simular el proceso a investigar utilizando un software especializado, cuyo control se lleva a cabo con la programación en controladores lógicos programables, así como el estudio mediante del comportamiento en tiempo real, dejando de lado la utilización de equipos externos o equipos físicos, para la simulación de diferentes procesos.

Kazmi (2019) se ha desarrollado un sistema con herramientas que permitirán almacenar información del proceso que se va a realizar. El sistema que se ha presentado en el documento tiene la como capacidad el trabajo con diferentes controladores simultáneos mediante el uso de programación visual y el controlador lógico programable virtual.

2.2. Bases Teóricas

2.2.1. Automatización Industrial

2.2.1.1. Definición

BRUNETE (2020). define la automatización como la aplicación del proceso automatizado de un dispositivo industrial. Consiste en la aplicación de tecnologías convergentes con la finalidad de controlar y monitorear uno o más proceso, mediante el empleo sistemas electromecánicos, electro-neumáticos, electro hidráulico, así como sistemas computarizados para la programación de las funciones con diferentes tareas repetitivas de la planta, reduciéndose al mínimo la intervención humana.

2.2.2. Niveles de Automatización

Brunete (2020) Existen 5 niveles en el proceso de automatización industrial son los siguientes: “nivel operativo, nivel de control, nivel de supervisión, nivel de integración y gestión y el nivel de planeación.”

a. Nivel Operativo.

También denominado como el nivel de campo donde se encuentra principalmente los diferentes sensores, actuadores, temporizadores, contadores y todo el equipo de la maquinaria y los diferentes equipos que se

disponga para la producción. Este es el nivel de la parte operativa, que se limita solo a este campo o zona.

En este nivel como parte operativa se realizará la automatización siendo este el nivel de campo o piso si su control se realiza solo en esta zona.

b. Nivel de Control.

Tiene la función del control de diferentes procesos por medio de ordenadores conocidos como controladores lógicos programables o también denominados PLC, los cuales recibirán las señales de entradas y señales de salida para la ejecución del proceso automatizado, los cuales cuentan con un CPU para el almacenamiento de información, memoria encargada de procesar la información almacenada, cargada en el PLC.

En este nivel los diferentes dispositivos son programados para la realización de tareas específicas mediante el uso de comandos. Se debe contar con una red para la comunicación mediante el uso de protocolos de comunicación, siendo uno de los protocolos más utilizados es el Ethernet IP V4, esta red de comunicación no es opcional ya que nos permitirá realizar la ejecución de las ordenes enviadas a los controladores de campo.

c. Nivel de Supervisión

También denominado sistema SCADA, tiene como función la visualización grafica de los niveles inferiores mediante el uso de pantallas o el uso de paneles. Esta encargada de crear una interfaz entre la máquina y el usuario/operario, logrando la interacción y supervisión de la estación en tiempo real.

d. Nivel de Integración y Gestión

Es el nivel que se encarga del control total de la planta, en este nivel se vincula la planta con sistemas de tipo MES (Sistema de ejecución de manufactura) el cual se encargara de realizar el control, supervisión y el monitoreo externo de la planta.

La planificación en este nivel nos brinda información del proceso de la planta para realizar la toma de decisiones, organizar corrección de errores, agilizar el tiempo de producción y final mente organizar tomas de decisiones.

Todo sistema integral al centralizar la información permite al usuario/operario el fácil análisis e interpretación el cual permitirá la fácil toma de decisiones.

e. Nivel de Planeación

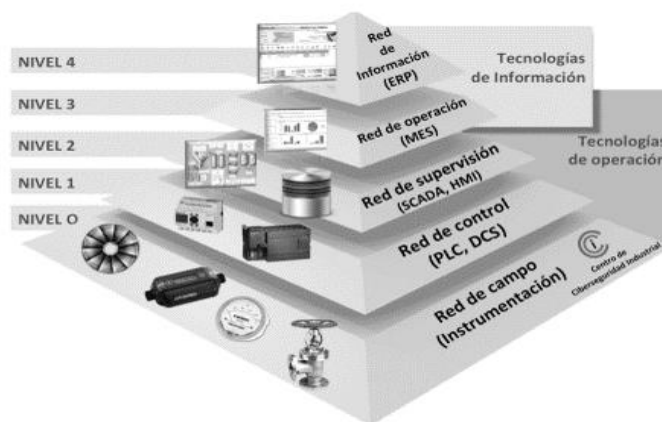
En este nivel encontramos los sistemas ERP (Planificación de recursos empresariales) este tipo de software controla los diferentes recursos para realizar una mejor planificación, así también nos brinda información en tiempo real en las diferentes áreas tanto operativas y administrativas.

Encontramos dos tipos de planificación:

- ✓ ERP vertical: expresa soluciones expresamente de cada industria o manufactura.
- ✓ ERP horizontal: Nos permite gestionar el tipo de administración que va realizar en la industria por la configuración que se adapta a la necesidad de la misma.

Figura 1

Niveles de automatización



Nota. El gráfico representa los 5 niveles jerárquicos de automatización tomado de Iberalt automatización recuperado el 21 de octubre (IBERALT, s.f.)

2.2.2. Software Tia Portal

En el mundo de la automatización se está dando diferentes cambios. Al ser los procesos cada vez más rápidos y con tareas cada vez más complejas y con diferentes requisitos digitales el enfoque debe ser integral. Tia Portal permite el acceso completo a toda la automatización digitalizada, permitiendo al programador ser ms rápido, más flexible y

más eficiente para aumentar la flexibilidad de un programa siendo posible trabajar de forma virtual y en red.

Mediante la reducción de complejidad del programa se acortará el tiempo de ejecución el cual aumentará la productividad y se operará con una capacidad máxima.

Siemens (2019) Nos permite configurar de forma intuitiva y eficiente todos los procesos de planificación y producción, su funcionalidad ofrece un entorno unificado de ingeniería para diferentes tareas de control y visualización.

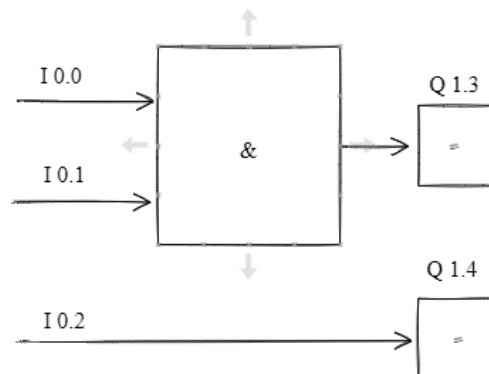
(Altairano, s.f.) El presente software nos permite la programación mediante el uso de 5 lenguajes de programación según la necesidad o facilidad del programador.

a. Lenguaje FUP.

Es denominado como la programación de lenguaje de diagrama de bloques (ver Figura 2), donde se aplica conocimientos de la lógica booleana, siendo una principal ventaja en este lenguaje es que se trabaja con bloques agrupados de la lógica empleada.

Figura 2

Esquema de diagrama de bloques



Nota. El grafico representa el lenguaje de bloques o lenguaje FUP siendo un lenguaje de programación en Tia Portal.

b. Lenguaje KOP.

Es el lenguaje con más uso de los programadores también denominado como diagrama de contactos o el lenguaje escalera, tiene el uso de la lógica de programación booleana mediante el uso de contactos eléctricos para las diferentes configuraciones tanto en serie y en paralela.

Este lenguaje nos permite representar la lógica cableada mediante la programación, el cual será dada mediante patrones insertados en un PLC.

c. Lenguaje AWL y SCL.

Mediante este lenguaje se emplea listas de instrucciones, normalmente se utiliza para dar indicaciones básicas de nivel bajo de programación (ver Figura 3), todo con el propósito de que el controlador lógico reduzca el tiempo en traducir la información.

La desventaja que presenta este tipo de lenguaje lógico es que al momento de realizar el seguimiento y depuración es complicado, además es muy fácil de cometer errores.

Figura 3

Lista de instrucciones del lenguaje AWL

A	"M1_START"	%I124.0
=	%L20.0	%L20.0
BLD	103	103
A	"M1_STOP"	%I124.1
=	%L20.1	%L20.1
BLD	103	103
CALL	"Bloque_1", "Bloque_1_DB"	%FB1, %DB4
	ARRANQUE :=%L20.0	%L20.0
	PARO :=%L20.1	%L20.1
	SALIDA := "M1_ON"	%Q124.0
NOP	0	

Nota. El grafico nos presenta el lenguaje de programación mediante instrucciones de tipo AWL (SIEMENS, Documentación didáctica SCE automatización homogénea TIA PORTAL, edición 09/2012)

Figura 4

Lista de instrucciones del lenguaje SCL

```

REGION REGION 1
  FOR #i := 0 TO 4 DO
    IF #myArray[#i] = 3 THEN
      #bAnElementIs3 := TRUE
      EXIT;
    END_IF;
  END_FOR;
END_REGION

```

Nota. El grafico nos presenta el lenguaje de programación mediante instrucciones de tipo estructurado SCL (SIEMENS, Documentación didáctica

SCE automatización homogénea TIA PORTAL, edición 09/2012).

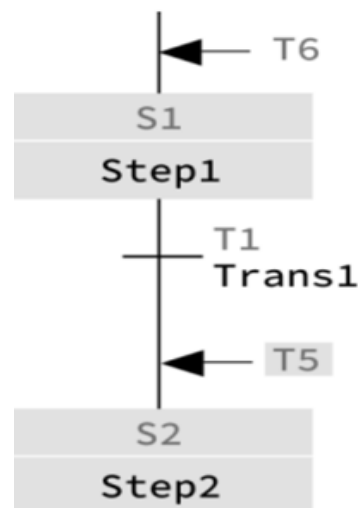
d. Lenguaje S7- GRAPH.

Este lenguaje es básicamente una combinación de procesos en cadenas de etapas donde pequeños bloques de los códigos van a representar las diferentes punciones o etapas del proceso.

Este lenguaje puede combinarse con los diferentes bloques de programación de tipo AWL, KOP y FUP. Significa que la programación del bloque con S7- SCL puede denominarse un bloque híbrido ya que logra convocar los bloques anteriores ya mencionados en las figuras 2 – 4. Cuenta con la función de testeo de errores de programación lógica. SIEMENS (edición 09/2012)

Figura 5

Lenguaje S7 de bloques de códigos.



Nota. El grafico muestra una secuencia de llamado de bloques. (SIEMENS, Documentación didáctica SCE automatización homogénea TIA PORTAL, edición 09/2012).

2.2.4. Utilidades del software.

Tia Portal nos da la posibilidad de poder utilizar e integrar procesos de producción dentro de la misma interfaz, facilitando el aprendizaje, así como la interconexión y control de uno o más procesos industriales.

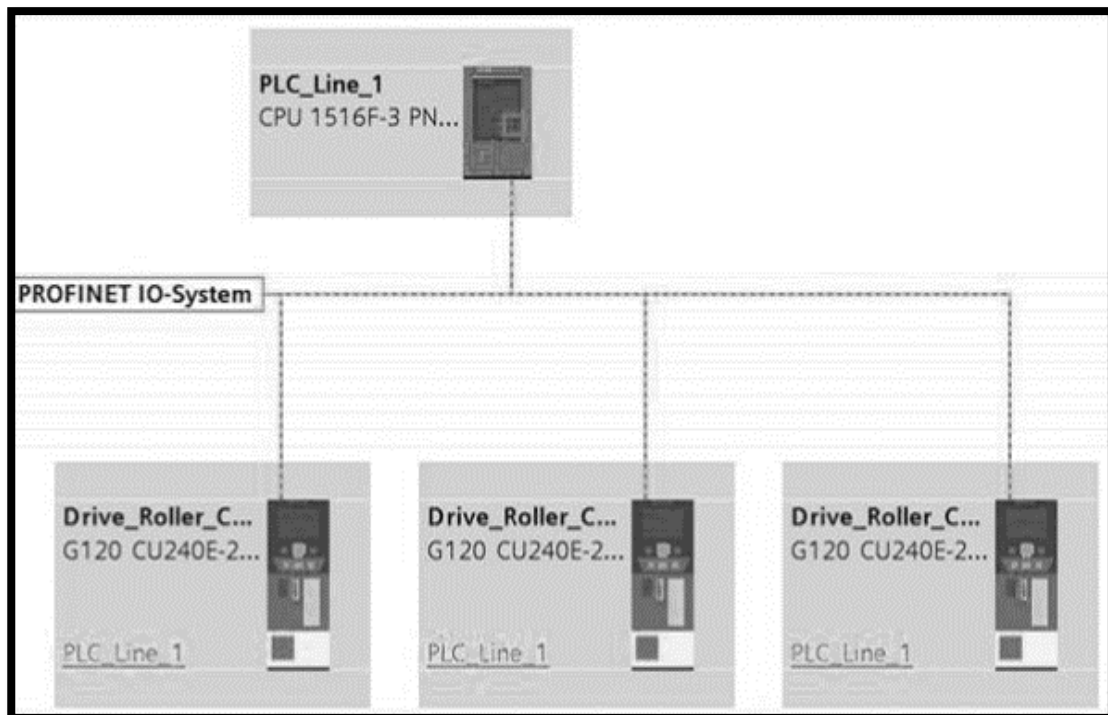
Tia Portal nos permite trabajar con distintos controladores, así como configuraciones de pantallas de tipo HMI y otras características, además en la Figura 6 nos presenta una nueva arquitectura de programación en software completamente intuitiva siendo efectiva para lograr operar diferentes sistemas.

Esta es una aplicación modular donde podemos añadir funciones dependiendo el tipo de necesidad logrando unir el diferente software a nivel industrial, logrando una mayor eficiencia en el ciclo de producción

gracias a una ingeniería simplificada, una rápida puesta en marcha, detección de errores de programación y una reducción de 5 tiempos de paradas de la planta. Los errores se pueden gestionar online lo que reduce los tiempos de parada de producción y aumenta la disponibilidad de la instalación.

Figura 6

Integración de programación a nivel software industrial



Nota. Interconexión de sistemas se puede gestionar los errores del sistema.

www.tecnopl.com

2.2.5. Controlador Lógico Programable (PLC)

Este equipo de control computarizado tiene como función principal el de realizar diferentes procesos de automatización en la industrial. Siendo la principal fuente de alimentación de todo el sistema.

El controlador lógico programable está diseñado con el fin de ejecutar las diferentes entradas y salidas de tipo digital y analógica de forma rápida y segura.

De acuerdo a la Asociación Nacional de fabricantes eléctricos, siendo una asociación estadounidense un PLC es: Un equipo electrónico capaz de ser operado digitalmente, que trabaja con memorias programables para lograr almacenar las diferentes funciones y instrucciones a implementar, como es la secuencia lógica de los registros y control de tiempos, realizando conteos y diferentes operaciones aritméticas para controlar diferentes puertos de entradas y salidas tanto de estado digital y analógicos. Páez et. Al (2015).

2.2.5.1. Clasificación de los PLC.

En la actualidad existen tres tipos de PLC.

- ✓ PLC NANO: Este tipo de PLC normalmente incorpora diferentes módulos de montaje los cuales son incorporados en un panel.
- ✓ PLC MODULAR: En esta categoría de PLC presenta grandes prestaciones cuando es necesario incorporar grandes cantidades de entradas y salidas analógicas como digitales. Normalmente existen módulos micros de PLC.
- ✓ PLC COMPACTO: El presente PLC a diferencia de los anteriores trabaja con varios módulos especiales, se trata de una sola unidad, además de presentar incorporado una fuente de alimentación y el CPU y no requiere necesariamente incorporar entradas y salidas adicionales.

2.2.6. PLC Compacto Simatic S7-1200 Siemens.

2.2.6.1. Descripción.

Siemens(2012). Presenta un diseño modular y presenta una funcionalidad escalable, además nos presenta una interfaz para la planta, además de una variedad de módulos de señal para la entrada y salida, así como diferentes módulos de tecnología, como conteo y módulos de comunicación, el PLC S7-1200 está probada con protección de clase IP20 además de estar diseñada para su instalación dentro de un gabinete de control. SIEMENS (2012)

- a. **CPUs:** Las unidades de procesamiento central (ver figura 7) tienen la función principal la ejecución del programa de usuario y lograr la conexión del controlador a la red para la comunicación con los componentes de automatización.

Figura 7

CPU modelo Simatic S7-1200



Nota. En el gráfico se presenta CPU modelo 1200 de la marca (SIEMENS, SIMATIC S7-1200, 2018).

- b. **Módulos de señal:** Su función del módulo es formar la interfaz de comunicación entre el controlador y el proceso de la planta.

Figura 8

Módulo de señal



Nota. En gráfico observamos el Modulo de señal de marca Siemens. (SIEMENS, SIMATIC S7-1200, 2018)

- c. **módulos de comunicación:** Los módulos existentes de comunicación son mediante los protocolos de comunicación RS485 y RS232 los cuales nos permiten realizar conexiones punto a punto en conexión tipo serie.

Figura 9

Módulo de comunicación Profibus DP S7-1200



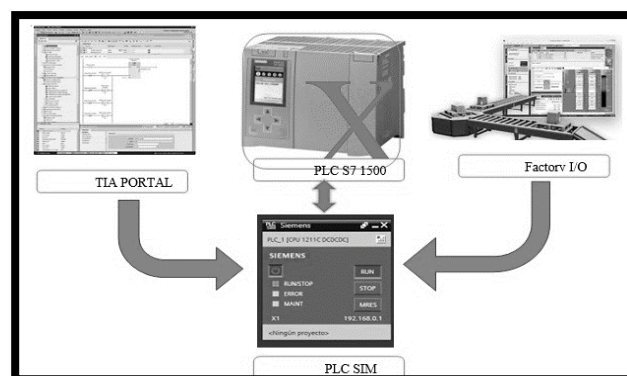
Nota. En grafico observamos el Modulo de señal de marca Siemens. (SIEMENS, SIMATIC S7-1200, 2018)

Siemens (Simatic S7-1200, 2018). Las funciones de programación mediante el uso de instrucciones también pueden ser reemplazadas mediante el empleo de librerías todo esto para realizar configuraciones de tipo maestro – esclavo.

Bajo esa consideración en la Figura 10 se plantea el entorno de trabajo para el establecimiento de control de las estaciones a controlar el proceso.

Figura 10

Diseño de trabajo de investigación mediante software.



Nota. Uso del entorno virtual para lograr la simulación de un proceso industrial en tiempo real.

El equipo de programación lógica es de los dispositivos de mayor uso en la automatización industrial, ya que abarca múltiples herramientas de uso versátil en la ejecución de tareas.

A continuación, describiremos su composición:

- ✓ Conector de corriente
- ✓ Conector para el cableado de usuario
- ✓ Ranura para memoria
- ✓ Leds para entradas y salidas
- ✓ Conector Profinet

Estos son algunos de los dispositivos de la serie S7-1200:

CPU 1200, S7-1200, CPU 1212C, DC/DC/DC, 8DI/6DO/2AI A 24VDC, S7-1200, fuente de alimentación PM 1207, S7-1200, CPU 1212C, AC/DC/RELE, 8DI/6DO/2AI 230VAC, S7-1200, CPU 1214C, AC/DC/RELE, S7-1200, entrada digital SM 1221, 16DI, 24V DC, S7-1200, entrada analógica. SM 1231, 8AI. (características técnicas del equipo descritos en folleto de técnico) siemens(2012).

2.2.6. Software Factory I/O

2.2.6.1. Descripción.

Factory I/O nos presenta la simulación de procesos industriales en tiempo real. Software diseñado y presentado por la cooperación de Real Games, este software nos va permitir construir y poder controlar los diferentes procesos industriales más comunes en tiempo real.

La tecnología que emplea la corporación de Real Games el cual permite al programador la fácil creación, así como rápida e interactiva con los softwares de programación industrial.

Los modelos pre diseñados en Factory I/O así como los diseñados por el usuario pueden ser controlados por diferentes procesadores de información.

Factory I / O como sirve como una plataforma de capacitación, tenemos a la familia de PLC, los controladores más comunes que se encuentran en aplicaciones industriales. (Lda., s.f.)

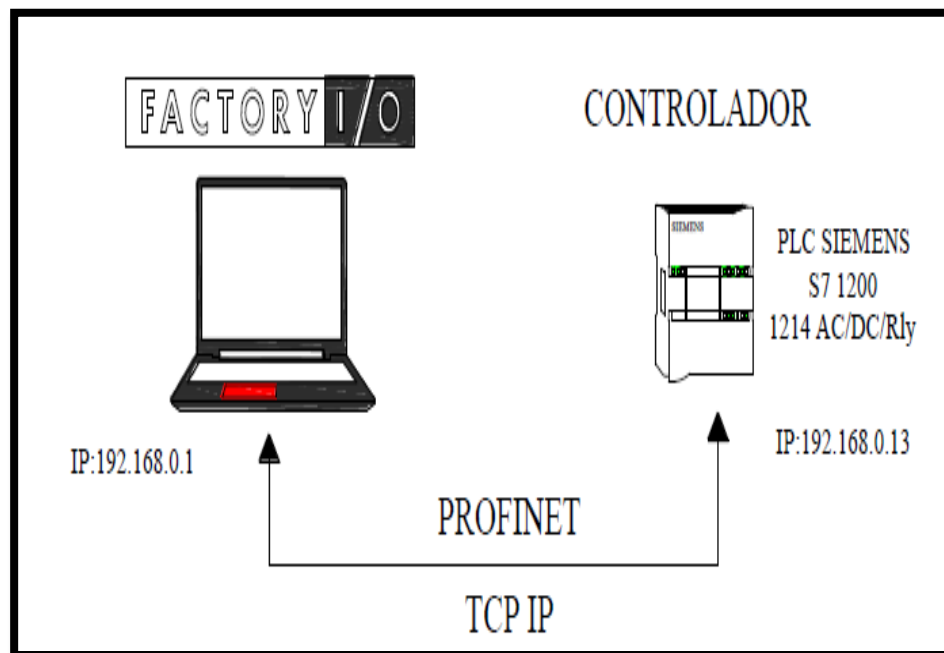
2.2.6.2. Característica Principal

Factory I/O es un gran software para el estudio de tareas con pruebas de control de plantas en tiempo real. Mediante el empleo del PLC, con más de 20 escenas que están inspirados a diferentes aplicaciones industriales que son más comunes y frecuentes en la industrial.

Además, presenta aproximadamente 80 librerías con componentes industriales con los cuales nos permite la creación de escenarios personalizados. Estos componentes industriales cumplen los diferentes requerimientos y normas estandarizadas. En la figura 11 se observa un entorno de control físico donde *Factory I/O* nos permite la creación de una fábrica completamente virtual con un *PLC* físico permitiéndonos crear diferentes estrategias para realizar el diagnóstico de errores.

Figura 11

Control de estación virtual con controlador físico



Nota. Comunicación estándar con PLC Siemens

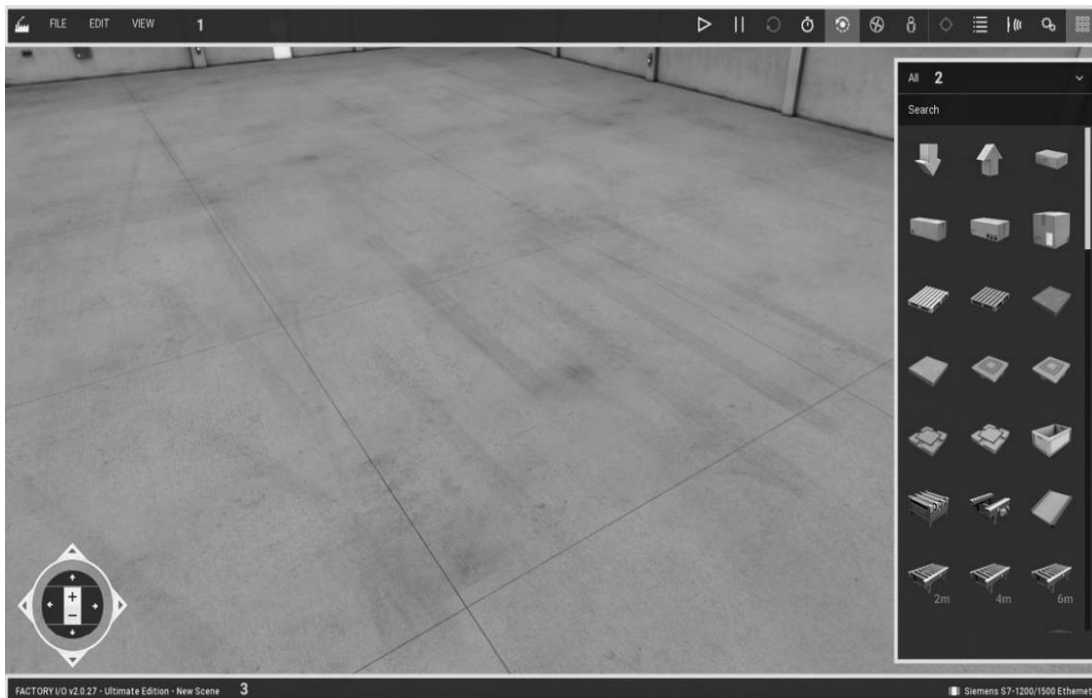
2.2.6.3. Interfaz de Usuario.

Dentro de las metas y objetivo propuesto para la investigación es necesario tener en cuenta conceptos de control de funciones en *Factory I/O*.

Se va tomar puntos principales de los conceptos de distintas categorías y se intenta solucionar fundamentalmente aspectos con respecto al manejo y control del software del *Factory I/O*.

Figura 12

Campo de trabajo en Factory I/O



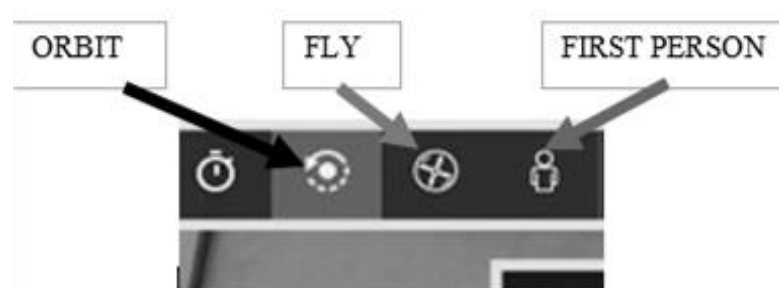
No ta. Visualización del área de trabajo para iniciar con la creación de nuestro proyecto (Lda., s.f.) software Factory I/O Coop. Real Games.

2.2.6.3.1 Navegación

Existen 3 tipos de cámaras que se visualizan en la Figura 13, los cuales serán claves esenciales para lograr la interacción con las diferentes partes presentes en el programa siendo totalmente necesarias para el diseño de una escena totalmente en blanco o editar escenas prediseñadas en Factory I/O.

Figura 13

Tipo de visualización de cámaras.



Nota. En este gráfico se logra visualizar lo 3 tipos de cámaras Recuperado de Factory I/O.

a) *Orbit Camera*: Permite al usuario los movimientos sin colisión alguna con los componentes utilizados en la escena. Su funcionamiento es girado mediante un punto de referencia, el cual permitirá girar la cámara alrededor de la misma referencia.

Tabla 1

Control de vista de cámara Orbit.

Control del Mouse	Función
Doble Botón Izquierdo	Se establece el punto de referencia
Botón derecho + Arrastre	Giro de vista de la cámara alrededor del punto de referencia
Botón central + Arrastre	Giro de vista de cámara de forma horizontal
Botón rueda central	Acercamiento de la vista tanto dentro y hacia afuera.
Back pace	Reinicia de forma predeterminada la vista de la cámara

Nota. Esta tabla nos muestra los controles con respecto al tipo de cámara orbit para el uso del usuario.

b) *Fly Camera*: Esta cámara nos permite movernos libremente en toda la escena tridimensional, nos permite inspeccionar el espacio de trabajo en 3D, no interfiere en las funciones de los sensores así estén en visualización de trabajo, lo que permite lograr perspectivas imposibles de forma segura y rápida.

Tabla 2

Control de vista de cámara Fly

Control del Mouse	Función
Doble Botón Izquierdo	La vista de la cámara se dirige en posición del cursor
Botón Derecho + Arrastre	Giro de vista de la cámara
Botón Izquierdo + Derecho	La vista de la cámara se desplaza hacia adelante
Botón rueda central	Desplaza la vista de la cámara de forma vertical.
W	Vista hacia adelante
S	Vista hacia atrás
A	Vista hacia la Izquierda
D	Vista hacia la Derecha

Nota. Esta tabla nos muestra los controles con respecto al tipo de cámara Fly.

- c) First Person: Esta vista de cámara nos proporciona la visión de una persona de aproximadamente de 1.80 m de altura. Se comporta como un operario en la fábrica.

Tabla 3

Control de vista de la cámara de primera persona.

Control del Mouse	Función
Doble Botón Izquierdo	La vista de la cámara se dirige en posición del cursor
Botón Derecho + Arrastre	Giro de vista de la cámara
Botón Izquierdo + Derecho	La vista de la cámara se desplaza hacia adelante
Espacio	Vista como si se saltara
W	Vista hacia adelante
S	Vista hacia atrás
A	Vista hacia la Izquierda
D	Vista hacia la Derecha

Nota. Esta tabla nos muestra los controles con respecto al tipo de cámara en primera persona para el uso del usuario.

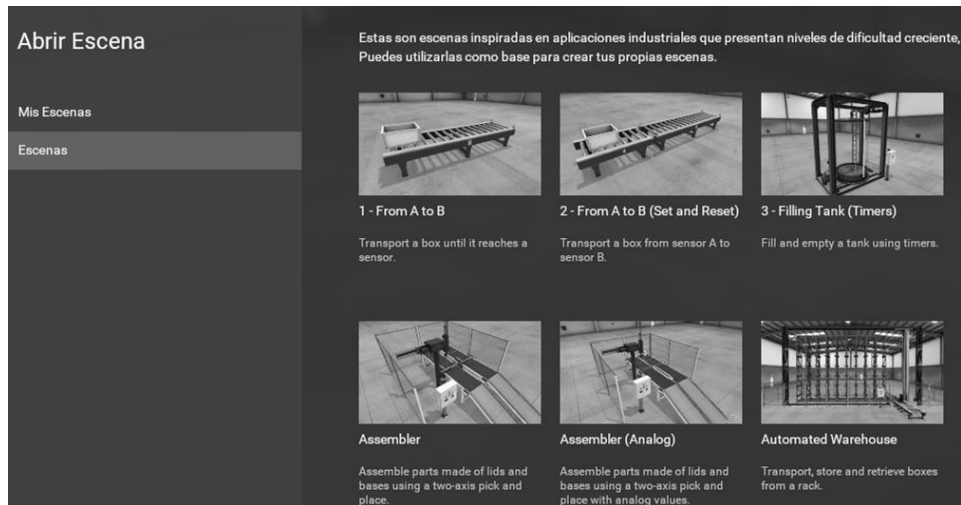
Escena de trabajo: En este proceso solo será necesario realizar la selección de nuevo archivo y seleccionar abrir escena nueva o escenas prediseñadas. El software de Factory I/O también nos da la posibilidad de utilizar comandos directos mediante uso del teclado presionando Ctrl + O.

Factory I/O ofrece para el estudio escenas ya diseñadas que se podrían utilizar en la industria, estas escenas están diseñadas para ir escalando en los conocimientos en cuanto a la programación para el control de los procesos,

Para el fin del proyecto se realizará la creación de los diferentes procesos partiendo de una escena nueva utilizando los componentes que nos facilita Factory I/O.

Figura 14

Escenas de trabajo propuesto por software Factory I/O



Nota. En este grafico logramos visualizar las diferentes escenas de equipos obtenido del software Factory IO.

a) Creación de escena de trabajo.

- ✓ Nos dirigimos a la pestaña archivo y seleccionamos nueva escena o utilizamos los comandos del teclado de acceso rápido con CTRL + N el cual nos permitirá la creación de un campo de trabajo vacío.
- ✓ En la pestaña de herramientas seleccionamos la opción de las paletas donde podremos tener a la mano los diferentes componentes que nos ofrece Factory I/O.
- ✓ Para utilizar cualquier componente solo es necesario dar doble click sobre el componente o equipo a utilizar y desplazarlo al campo de trabajo.

2.2.7. PLC SIM

2.2.7.1. Descripción

El software de PLC SIM ya sea en las diferentes versiones que nos ofrece, nos permitirá depurar y validar la programación en PLC, reemplazando al hardware real.

Este software de siemens nos proporciona herramientas de depuración par toda la serie de STEP 7, así como tablas de observación, funciones online, diagnostico de estado del programa y otras herramientas para realizar la interacción tan real posible.

Para la ejecución de este software se es necesario contar con Tia Portal, y se utiliza para ejecutar las siguientes tareas:

- a) La configuración del PLC y los diferentes módulos que se encuentre vinculados a STEP 7.
- b) Programar la lógica de las aplicaciones
- c) Descargar la configuración hardware y realizar la programación en S7-PLCSIM.

Los valores de entrada del editor de tablas SIM y del editor de secuencias mediante el uso de la vista del proyecto en el PLCSIM son iguales a las entradas de una CPU física de un PLC.

2.2.7.2. Soporte de Hardware y Firmware.

El uso de tipo de licencia que se usa determinará también el tipo de CPU que se podrá simular con el S7-PLCSIM.

a) STEP 7 Basic y S7-PLCSIM

Si se cuenta con una licencia básica nos es posible simular las siguientes familias de CPU en nuestro S7-PLCSIM como son las siguientes versiones:

- ✓ S7-1200 con versión de firmware 4.0 a 4.4
- ✓ S7-1200F con versión de firmware 4.1 a 4.4

Se toma como ejemplo contar con un proyecto que tiene un CPU con firmware de versiones anteriores, observaremos que la función iniciar simulación en nuestro Tia Portal no se encontrará habilitado lo cual no nos permitirá dar inicio a la simulación del proyecto.

Existe la posibilidad de iniciar y ejecutar dos simulaciones de S7-1200 o S7-1200F a la vez con cualquier combinación de estas dos familias de CPU.

STEP 7 Basic no soporta las familias de CPU siguientes:

- ✓ S7-1500 y S7-1500F
- ✓ ET 200SP y ET 200SPF

b) STEP7 Professional y S7- PLCSIM

Con una licencia de STEP 7 Professional es posible simular cualquiera de las siguientes familias de CPU.

- ✓ S7-1200 con versión de firmware 4.0 a 4.4
- ✓ S7-1200F con versión de firmware 4.1 a 4.4

- ✓ S7-1500 y S7-1500F con cualquier versión de firmware hasta la versión 2.8
- ✓ ET 200SP y ET 200SPF con cualquier versión de firmware hasta la versión 2.8

Existe la posibilidad de iniciar y ejecutar dos simulaciones a la vez con cualquier combinación de estas CPU. ManualsLib(2021)

2.2.7.3. Tipos de Vistas del PLC SIM

S7- PLCSIM nos da dos interfaces de trabajo. La elección del tipo de vista se debe elegir a función del modo que se desea utilizar junto al Tia Portal.

a) Vista Compacta

Esta ventana de trabajo es pequeña teniendo un límite de elementos y funciones. Esta vista se visualiza por defecto al iniciar S7-PLCSIM. Principalmente esta ventana se utiliza para depurar el programa STEP 7 en un lugar de vista en el proyecto de S7- PLCSIM.

Figura 15

Visualización de la vista compacta del PLC SIM



Nota. En este grafico del PLCSIM es obtenido durante el desarrollo del proyecto.

b) Vista del Proyecto.

Esta ventana de trabajo incluye todas las funciones y capacidades del S7-PLCSIM. Básicamente su interfaz de trabajo para el usuario es igual al de programa de Tia Portal.

La vista del proyecto consta de diferentes componentes:

- ✓ Menú principal y barra de herramientas principal.
- ✓ Opciones y configuración (el acceso se realiza desde el menú principal).
- ✓ Árbol del proyecto.
- ✓ Vista de dispositivos.
- ✓ Editor de tablas SIM.
- ✓ Editor de secuencias.
- ✓ Editor de eventos.
- ✓ Herramientas online, entre ellas los ajustes del panel de operador y del control de ciclo.

2.2.8. Control de Procesos

El control se basa en dos funciones diferenciadas uno trata de la adquisición de diferentes datos y el control de los sistemas. La adquisición de datos nos va contribuir con la información necesaria para realizar planes de mantenimiento y planes operativos.

La ciencia del control automático se ha logrado gracias a la evolución del uso difundido de las diferentes técnicas que se utilizarán para realizar mediciones y Establecer un control de un sistema para lo cual su estudio intensivo ha logrado reconocimiento Universal de sus diferentes ventajas, así como también existen desventajas.

Dentro de las ventajas del control automático de procesos es fundamentalmente a la reducción del costo de los procesos industriales lo cual va a compensar con creces la inversión en equipos de control hay muchas ganancias intangibles, por ejemplo, la disminución de la mano de obra pasiva lo cual va a provocar una demanda equivalente de un trabajo que es más especializado para la supervisión de los diferentes equipos. Arbildo(2011) Alcuri(2013).

2.3. Definición de Términos

2.3.1. Programación Ladder.

También denominado como el lenguaje de programación escalera, este lenguaje de programación siendo gráfico es el más utilizado en cuanto a programar comunicación entre autómatas programables, siendo su estructura característica de esquemas eléctricos. ROBINSON E (2003).

2.3.2. Factory I/O.

Software especializado en procesos de simulación en tiempo real en 3D, desarrollado por la compañía Real Games especializado en la creación de videojuegos en 3D. este software nos permite la construcción de diferentes procesos industriales a partir de plantillas pre-diseñadas, además de permitirnos el controlar este proceso en tiempo real. Siendo esta simulación totalmente interactiva el cual nos proporción mayor control en el proceso. (Lda., s.f.).

2.3.3. Tia Portal v16.

Software especializado para la realización de programación de diferentes lenguajes que servirán para la automatización de autómatas, nos proporciona varias herramientas las cuales se encuentran dentro del entorno de trabajo. Pomareta (2017).

2.3.4. PLCSIM.

Este software principalmente lo que hace es generar diferentes controladores virtuales los cuales nos permitirán la simulación virtual para poder comprobar el funcionamiento del programa diseñado para el PLC, sin la necesidad de hardware real. SIEMENS (2012).

2.3.5. Proceso Industrial.

Basado en actividades y procedimientos, esta actividad se realiza principalmente para la transformación de alguna materia prima en un producto específico final. Los procedimientos que podrían ser son como la obtención de la materia, así como la transformación y el transporte de la misma.

CAPÍTULO III: MARCO METODOLÓGICO

3.1 Tipo y Nivel de la Investigación.

La investigación es de tipo aplicada o tecnológica porque se utilizan los conocimientos de ingeniería para aplicarlos en beneficio de la sociedad.

El nivel de investigación es aplicado porque permite determinar los efectos de la implementación de una solución tecnológica.

3.1.1. Exploratorio

Se realizará el reconociendo de los procesos, métodos y diferentes técnicas que nos permitirán realizar el monitoreo actual del sistema, esto nos permitirá entender la problemática a solucionar, así como obtener la información para la continuación de la investigación.

3.1.2. Descriptivo

Su enfoque se realizará para plantear las características relevantes con respecto a procesos industriales definiendo su análisis y los métodos que iban a involucrar en el mismo desarrollo de la investigación utilizando técnicas adecuadas de recolección de datos, así como fuentes a consultar.

3.1.3 Correlacional

En este nivel lo que se va a realizar el análisis de las variables por la gran importancia, para lograr establecer una relación entre los dos tipos de variables tanto independiente y dependiente, para lo cual se realizará un análisis, así como la experimentación y la realización de variación de datos que puedan acercarnos a la hipótesis propuesta para la investigación.

3.2 Operacionalización de variables

a) Variable Independiente

“Estaciones virtuales en 3D con Factory I/O y Tia portal”

✓ Descripción.

Se define las estaciones como aplicaciones virtuales capaces de simular procesos industriales, Las estaciones virtuales en 3D de Factory IO

cuenta con una estructura definida de entradas y salidas según el tipo de controlador a utilizar, estas permiten que la programación lógica sea capaz de controlar el proceso industrial, diseñado en el software Tia Portal. El diseño de la programación lógica nos permite realizar el control de las estaciones virtuales diseñados en Factory IO.

Esta variable cumple la función principal e independiente en cada uno de los procesos de los diferentes sistemas tanto en la estructura de la programación, así como la vinculación con el software de simulación en 3D del Factory I/O.

b) Variable dependiente.

Simulación de la automatización industrial en tiempo real

✓ Descripción.

Las estaciones virtuales dependen de una lógica de programación, esta lógica es proporcionada por el software de Tia Portal.

Tabla 4

Cuadro de Operacionalización de Variables

Variables	Definición Operacional	Dimensión	Indicador
Variable Independiente	El software Factory IO es un software de simulación de procesos industriales en 3D para desarrollar diferentes habilidades técnicas para el control de estaciones virtuales en tiempo real.	a) Programación Virtual b) Control de estaciones virtuales en 3D	a) Información textual técnica de software b) Visualización y control virtual de estación en 3D.
Estaciones virtuales en 3D con Factory I/O y TIA PORTAL	El software Tia Portal es un software especializado para la programación de controladores lógicos programables (PLC), para el manejo del software se debe desarrollar las capacidades, habilidades técnicas para realizar la programación mediante el lenguaje Ladder.	3) Programación Lógica en Tia portal	
Variable Dependiente	La simulación virtual permite desarrollar capacidades técnicas, logrando las capacidades del desarrollo en control de estaciones físicas, permite realizar corrección de errores en la lógica de programación, para evitar daños a futuro en estaciones.	Corrección de errores de programación	- Sensores - Actuadores - Controlador virtual lógico programable (PLC SIM)
Simulación de la automatización industrial en tiempo real			

Nota. Elaboración para desarrollo de la investigación.

3.3 Técnicas e instrumentos para la recolección de datos

Se ha realizado el planteamiento del estudio del proceso que se va a controlar, donde se ha definido que no es necesario el uso de los diferentes módulos, así como los dispositivos adicionales en el PLC.

La planta o sistema industrial se ha simulado en el software Factory I/O que posee el establecimiento de conexión directa con el PLC.

Se le ha dado una programación al PLC mediante el empleo del software Tia Portal V16 y realizado la simulación con el PLCSIM. En la presente investigación se ha analizado diferentes análisis de estudios, revisiones, recomendaciones, logrando la simulación y pruebas del funcionamiento de las estaciones virtuales en 3D.

Para el estudio se ha realizado el uso de los siguientes equipos y los diferentes softwares de programación y simulación:

- Pc o Laptop para la instalación de software.
- Software TIA Portal.
- Software Factory I/O.
- Plantilla de conexión.

3.4 Procesamiento y análisis de datos

Para la realización del presente proyecto se ha realizado la investigación descriptiva de informes y documentación referida a la simulación en 3D mediante el uso de software de simulación en tiempo real, realizando la importancia de este tipo de estudio para poder analizar los diferentes datos que nos podría proporcionar una planta industrial.

Para lo cual se ha buscado en la documentación del producto o software Factory I/O información con respecto a los diferentes componentes que nos presenta, estableciendo las características de relevancia al momento del diseño en las diferentes fases de las estaciones.

CAPÍTULO IV: RESULTADOS

4.1. Implementación de las estaciones Virtuales

4.1.1. Equipos de Desarrollo de proyecto

Se describe los diferentes equipos a utilizar durante el desarrollo de la investigación, así como poder lograr cumplir los objetivos planteado.

4.1.1.1. PLC S7-1200

Este controlador tiene una gran flexibilidad para lograr el control de diferentes dispositivos que necesiten grandes capacidades para realizar tareas de automatización.

Su CPU cuenta con fuente de alimentación, cuenta con un microprocesador con capacidad de emplear varias lógicas de programación como operadores matemáticos complejas, lógicas booleanas, contadores, temporizadores. También se cuenta con 14 entradas de tipo digital de 24V DC y con 10 salidas de tipo digital a 24V DC.

Para el desarrollo del proyecto se realiza la descripción del modelo de PLC S7-1200 así como sus características principales.

4.1.1.2. Equipo Portátil

Se ha empleado tres equipos portátiles para el desarrollo de la investigación

- Modelo Toshiba Intel(R) Core(TM) i3-4005U con CPU de 1.70 GHz, cuenta con una memoria de 4GB con Sistema Operativo Windows 8.1 pro. Este equipo ha sido empleado para el diseño de la estación virtual en Factory I/O
- Modelo Lenovo Intel(R) Core(TM) i5-2450M con CPU 2.5 GHz (3.40 GHz c/TB) con memoria de 8GB y sistema operativo Windows 10 con tarjeta de video independiente de 2GB NVIDIA GEFORCE
- Modelo Asus Intel(R) Core(TM) i5-5200U con CPU de 2.20GHz con una memoria de 4GB sistema operativo Windows 10 con tarjeta de video Intel HD Graphics 550.

4.2. Comunicación Factory I/O y Tia Portal

Previamente antes de realizar la comunicación virtual de los equipos es necesario realizar ciertas configuraciones, como se menciona todos los equipos a utilizar serán mediante el empleo de software especializados en automatización tanto para la programación, diseño y simulación de las estaciones y planta industrial.

Se debe considerar los principales requisitos del cual dependerá lograr la comunicación entre los softwares a utilizar.

- Factory I/O Siemens Edition
- Tia Portal Versión 15-16
- S-7 PLCSIM Versión 15-16

La versión a emplear deberá ser la misma en todos los softwares.

4.2.1. Configuración Tia Portal

Como se ha mencionado anteriormente es necesario contar con una plantilla específica el cual nos permitirá establecer una comunicación virtual con el Factory I/O en donde se deberá realizar la programación de las estaciones.

Comenzaremos con la descarga de la plantilla para iniciar un nuevo proyecto, se debe tener en cuenta que existen versiones específicas para cada versión del software que se esté usando del Tia Portal.

Figura 16

Plantillas de versiones según versión de Tia Portal

Plantillas para TIA Portal V14		Acción
FactoryIO_Template_S7-1200_V14.zip		Descargar
FactoryIO_Template_S7-1500_V14.zip		Descargar
Plantillas para TIA Portal V15		Acción
FactoryIO_Template_S7-1200_V15.zip		Descargar
FactoryIO_Template_S7-1500_V15.zip		Descargar
Plantillas para TIA Portal V16		Acción
FactoryIO_Template_S7-1200_V16.zip		Descargar
FactoryIO_Template_S7-1500_V16.zip		Descargar

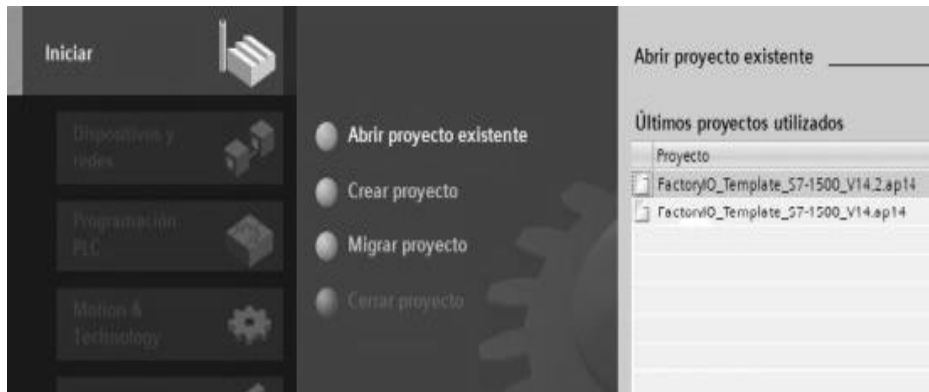
Nota. La descarga de la plantilla se realiza por medio de <https://masterplc.com/factoryio/simulador-siemens-s7-plcsim/>

Una vez realizada la descarga de la plantilla procedemos a realizar la apertura de la misma para dar inicio a la programación de las estaciones.

- Abrimos el software Tia Portal y cargamos la plantilla que hemos descargamos seleccionando la opción “Abrir proyecto existente” y seleccionamos la versión que necesitamos con respecto a la plantilla.

Figura 17

Apertura de plantilla de conexión a Factory I/O

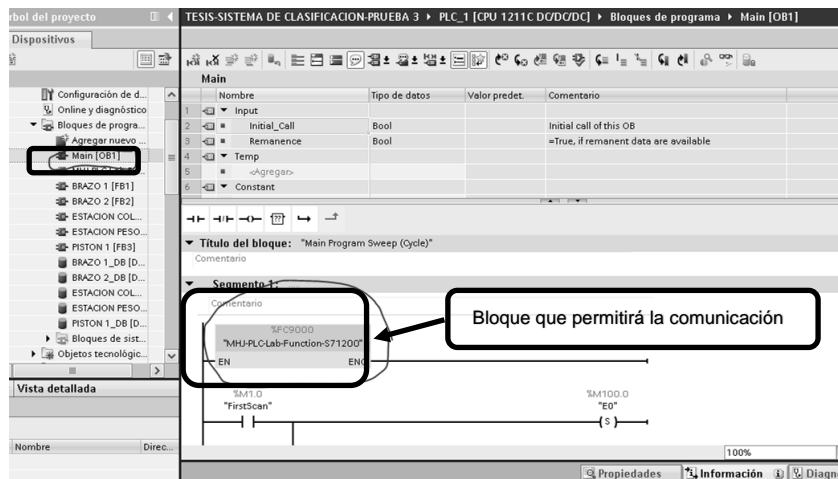


Nota. Esta imagen es obtenida durante el desarrollo del proyecto

- Seguidamente después de abrir el archivo ya podemos programar dentro de mismo archivo, no se debe modificar el bloque que nos va permitir el establecimiento de comunicación con el Factory I/O.

Figura 18

Visualización del bloque de función de comunicación

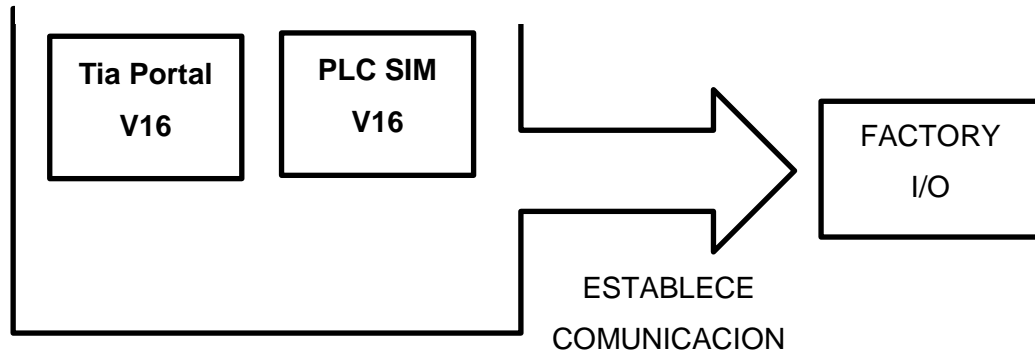


Nota. Imagen obtenida durante el desarrollo del proyecto

- Para dar paso a la simulación es necesario instalar el software de PLCSIM, se debe tener en consideración la versión con la que se va trabajar, tiene que ser la misma versión que el software del Tia Portal.

Figura 19

Requisitos para establecer comunicación con el simulador



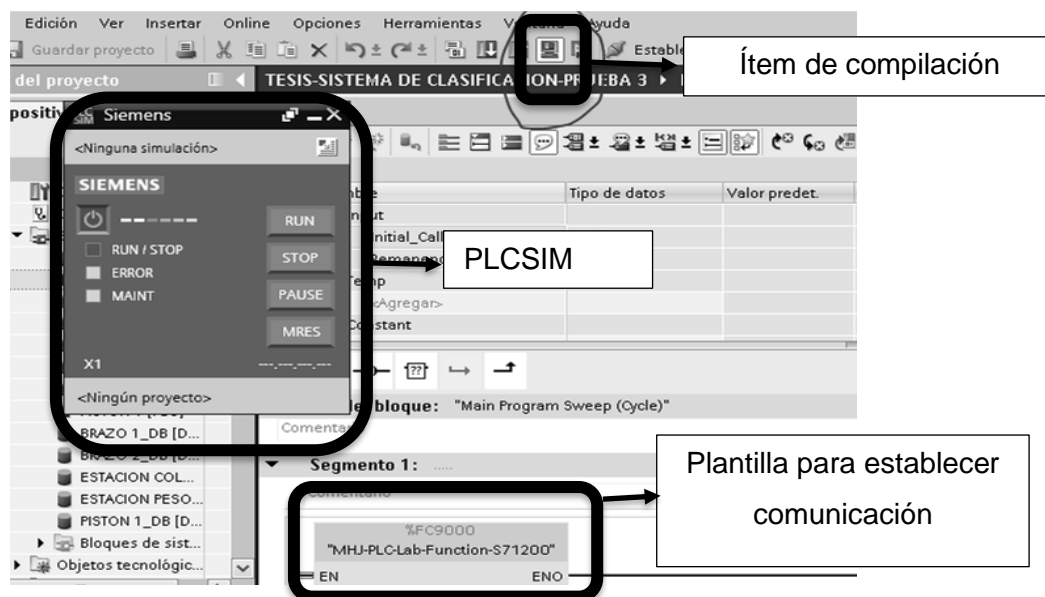
Nota. Imagen desarrollada con el fin del proyecto.

Para establecer la comunicación se debe compilar el archivo o plantilla abierta dando arranque al PLCSIM el cual simulará nuestro PLC S7-1200, como ya se había planteado el entorno de trabajo será netamente virtual.

Cargamos programación.

Figura 20

Modo de compilación de información

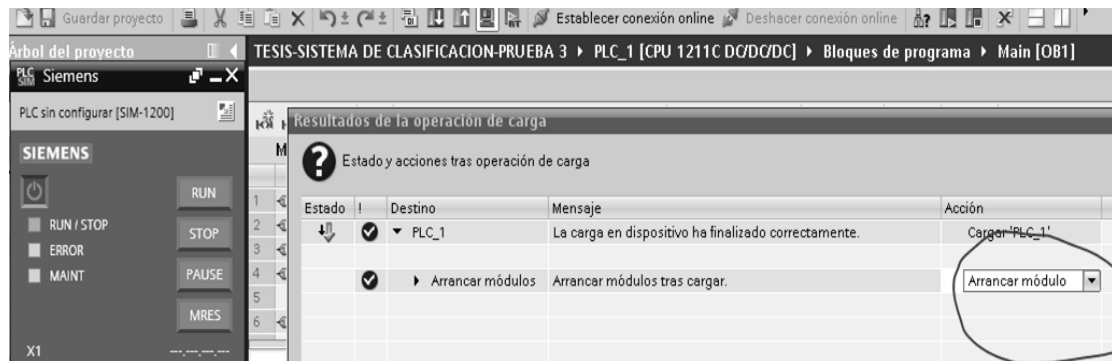


Nota. Imagen obtenida en desarrollo de proyecto.

Después de lograr cargar la programación, seleccionamos la opción arrancar modulo y finalizamos. Y ya tenemos iniciado nuestro y configurado el Tia Portal.

Figura 21

Arrancar modulo y configuración final.



Nota. Imagen obtenida durante desarrollo de proyecto.

Podemos activar el modo de observación para poder visualizar el estado de cada entra durante la visualización.

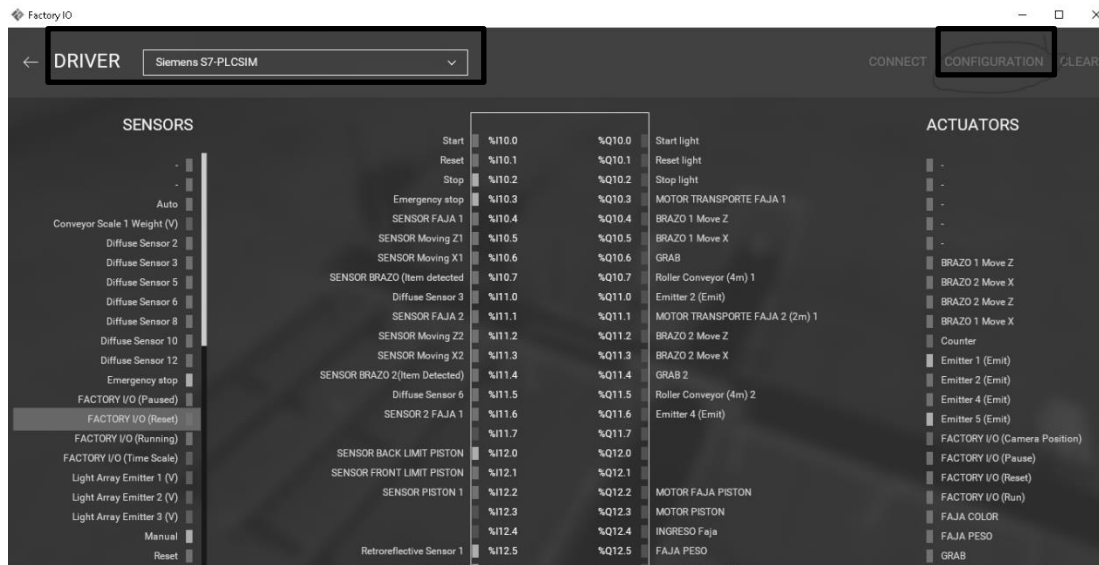
4.2.2. Configuración Factory I/O

Ya configurado en software Tia Portal es necesario establecer comunicación con el software de simulación Factory I/O para lo cual previamente podemos utilizar una escena pre-diseñada o diseñada con fin a desarrollo del proyecto.

- Abrimos el programa Factory I/O, seguidamente ingresamos en la pestaña de FILE y seleccionamos Drivers (F4).
- En Drivers podremos visualizar los diferentes controladores que podremos trabajar o emplear, en para nuestro proyecto previamente hemos inicializado la configuración de software Tia Portal y el S7-PLCSIM, entonces seleccionamos nuestro controlador.

Figura 22

Selección de controlador y configuración de enlace

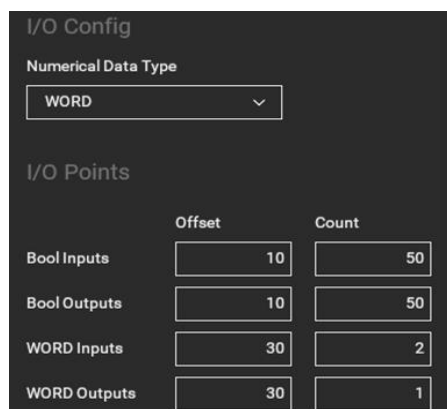


Nota. Imagen obtenida durante el desarrollo del proyecto

- En la configuración del sistema debemos de configurar la cantidad de entradas y salidas de tipo “bool” como también definir las entradas y salidas de tipo “WORD”.

Figura 23

Selección de entradas y salidas



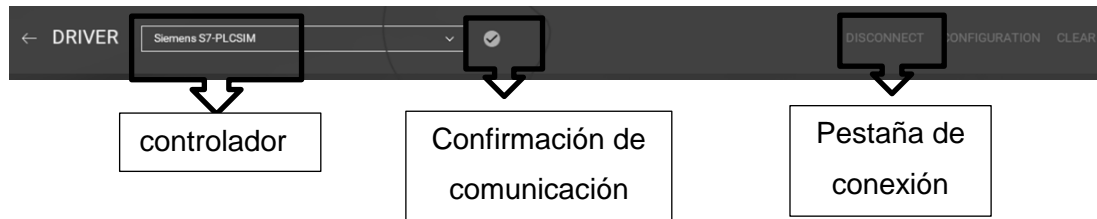
Nota. Se debe conectar las entradas y salidas según corresponda las direcciones en el programa de Tia Portal. Imagen obtenida del proyecto.

Realizado todas las configuraciones tanto la selección del driver y la configuración de la entradas y salidas, al verificar la conexión y comunicación entre el software de programación Tia Portal y el simulador en tiempo real en 3D Factory I/O.

Realizado la conexión entre los softwares, se observará el check de verificación donde, confirma la conexión y establecimiento de comunicación.

Figura 24

Verificación de establecimiento de comunicación



Nota. Imagen obtenida mediante el proyecto que representa el modo en el cual se verifica el establecimiento de la comunicación.

- **Componentes**

En la tabla 5 se presenta los componentes que se empleará en la Estación de distribución por altura, así como la descripción de la función que cumplirá en la estación mencionada.

En la tabla 6 se presenta los componentes que se empleará en la estación de peso así mismo se cuenta con la descripción de su función.

En la tabla 7 se presenta los componentes implicados en el funcionamiento de la estación a color así mismo también se realiza la descripción de su función o como se emplea en la estación de color.

4.3. Programación de las Estaciones Virtuales en 3D

4.3.1. Estación de Clasificación y Distribución por Altura

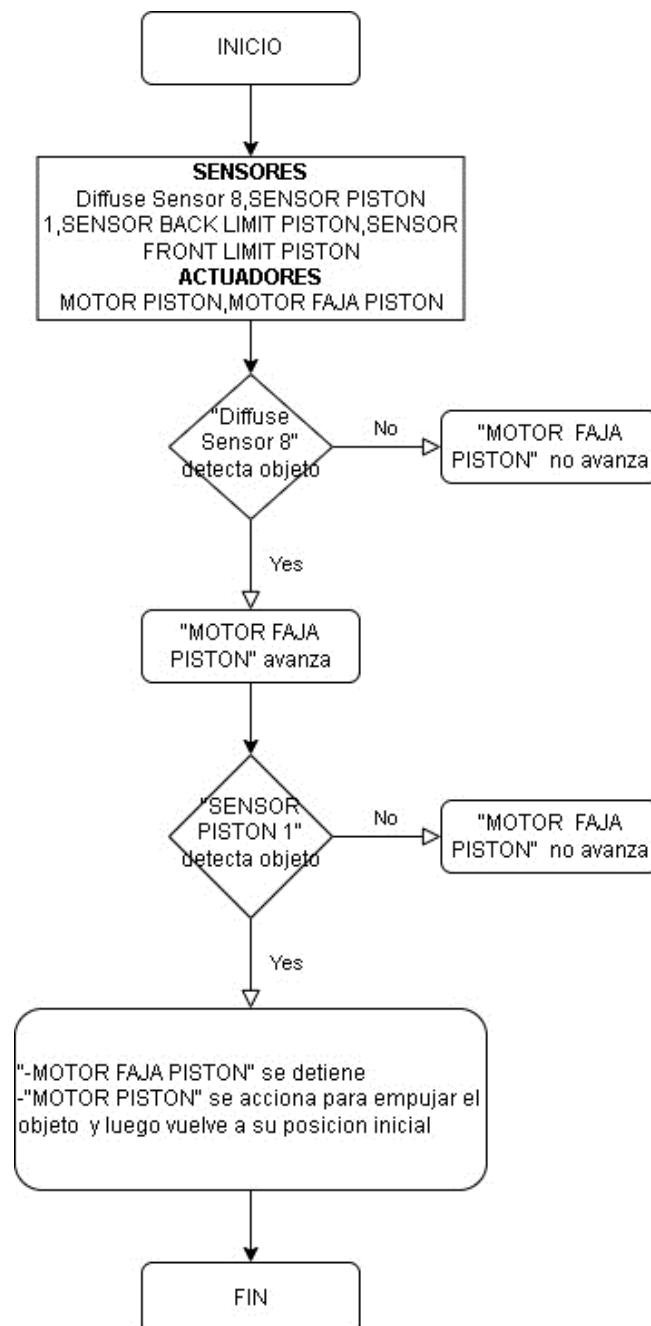
4.3.1.1. Diagramas de Flujo de la Estación

Para el desarrollo del proyecto se ha tenido que trabajar cada objetivo de modo independiente, buscando crear una lógica de programación mediante el empleo de diagramas de flujos los cuales será llevados a programar en Tia Portal.

Dentro de la programación realizada para la presente estación se logra establecer la entradas y salidas los cuales son llevados a una tabla. La programación presentada esta con breves comentarios donde realiza funciones principales.

Figura 25

Diagrama de flujo de estación de distribución por altura



Nota. Diagrama diseñado en Draw.io para desarrollo del proyecto.

Diseñado el diagrama de flujo donde plasmamos la lógica de programación, se define la entradas y salidas a emplearse durante la programación en Lenguaje Ladder mediante el empleo del software Tia Portal. En a la siguiente tabla observamos el tipo de variable, dirección, así como la descripción de la función que cumple.

Tabla 5

Direcciones para sensores de entrada de la estación Pistón

N°	Dirección (%i)	Tipo	Etiqueta Factory IO	Etiqueta Tia Portal	Descripción
1	13.0	Bool	Difusse Sensor 03	Sensor difuso 3	Sensor óptico n/a
2	10.2	Bool	Stop	Stop	Pulsador N/A de parada (STOP)
3	12.2	Bool	Difusse Sensor 05	Sensor difuso 5	Sensor óptico n/a
4	12.1	Bool	Sensor front limit piston	Sensor front limit piston	Sensor de contacto N/C.
5	12.0	Bool	Sensor back limit piston	Sensor back limit piston	Sensor de contacto N/C.

Nota. Tabla diseñada para sensores de entradas con direcciones de entrada identificadas para software Factory IO y Tia Portal descritas según su función para la estación pistón.

Tabla 6

Direcciones para actuadores, de la estación Pistón

N°	Dirección (%i)	Tipo	Etiqueta Factory IO	Etiqueta Tia Portal	Descripción
1	12.3	Bool	Motor faja piston	Motor piston	Banda de Ingreso (avance)
2	12.2	Bool	Motor faja piston	Motor faja piton	Banda bascula (retroceso)
3	QD30	Real	Display pusher	Display pusher	Display contador

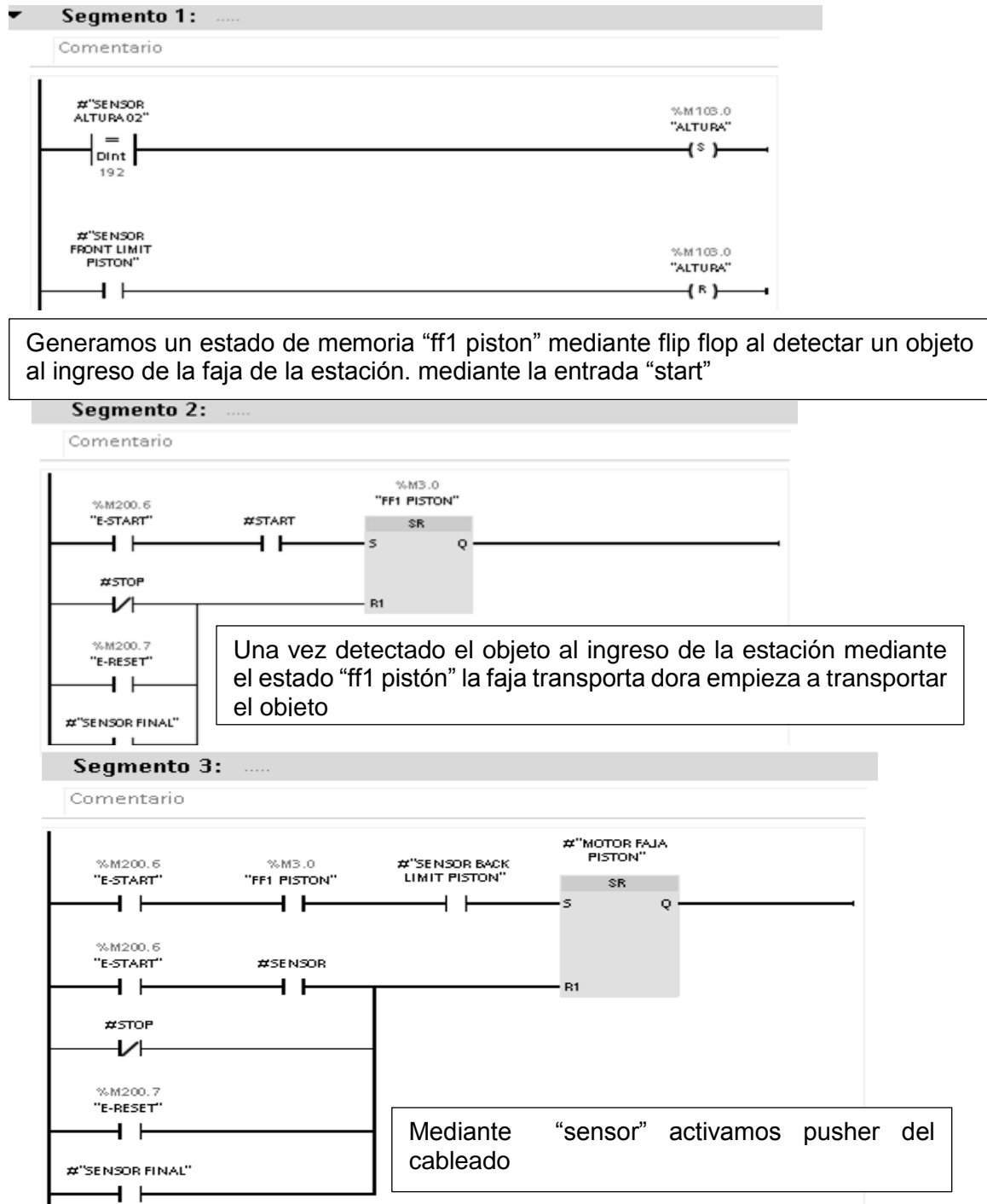
Nota. Tabla diseñada para actuadores con direcciones de entrada identificadas para software Factory IO y Tia Portal descritas según su función para la estación pistón.

Esta estación cuenta con 2 sensores ópticos los cuales van a detectar el objeto con respecto a las condiciones establecidas cumpliendo dos funciones como es clasificar un producto con respecto a su altura.

4.3.1.2. Diseño de Programación

Figura 26

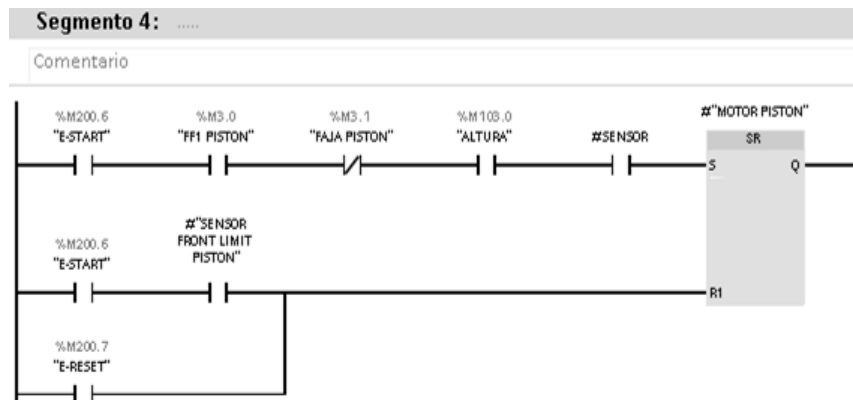
Programa de la estación de clasificación por altura (Parte 1)



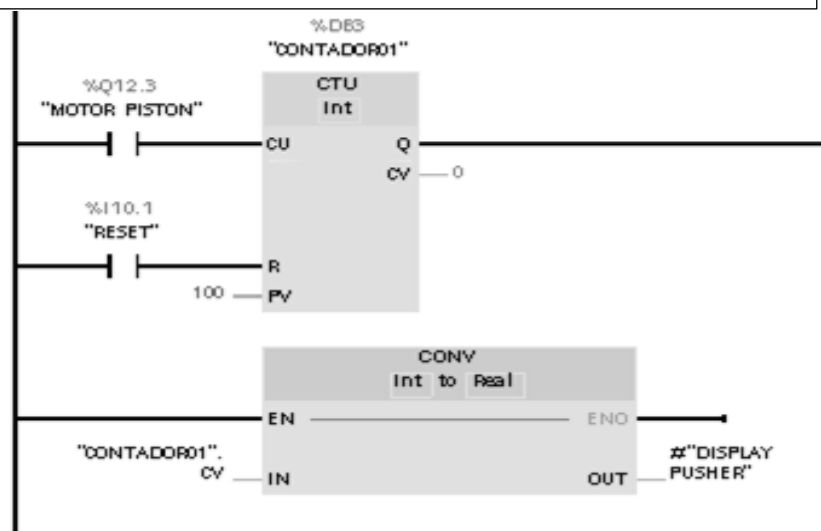
Nota. Diseño de la programación obtenida en software Tia Portal

Figura 27

Programa de la estación de clasificación por altura (Parte 2)



Mediante un contador y un conversor determinamos la cantidad de puntos de ese tipo



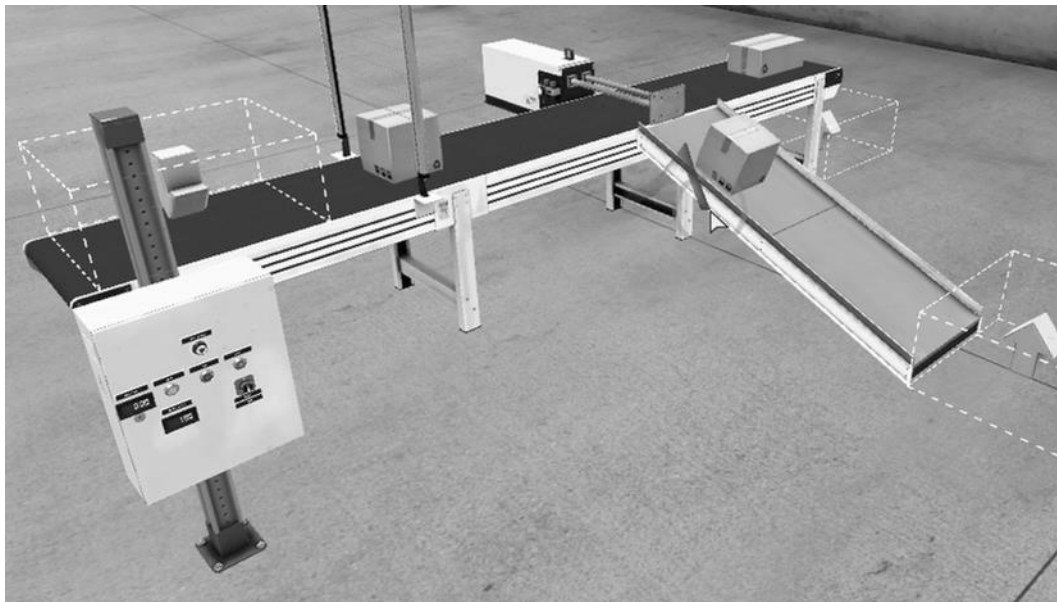
Nota. Diseño de la programación obtenida en software Tia Portal

4.3.1.3. Funcionamiento de la Estación

- Se cuenta con un tablero de control donde se da inicio al sistema, así como se puede detener el proceso.
- Cuenta con un contador para establecer cuantos productos cumplen los requerimientos, así como llevar el estado contable de los productos
- Si un producto NO cumple con los requerimientos este seguirá siendo desplazado hasta llegar a un punto de descarte o punto de verificación.
- Si el producto cumple con los requerimientos como son las dimensiones del producto este activara un pistón, el cual lo clasificara y derivara a un punto de transporte.

Figura 28

Funcionamiento de la Estación de clasificación por altura



Nota. Imagen obtenida de Factory IO en desarrollo del proyecto.

En la estación se cuenta con dos medidas de productos, así como la forma y dimensiones en Factory I/O podemos encontrar pesos pre establecidos para las cajas.

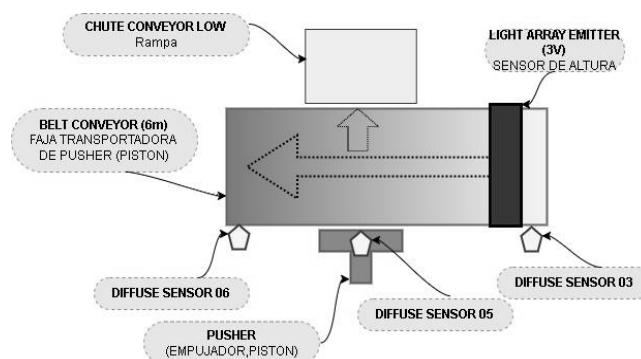
4.3.1.4. Componentes de la Estación

Dicha estación consiste en clasificar objetos según sea su color mediante el sensor de color:

- El actuador pusher clasificara los objetos l que normalmente son de 15 kg de lo contrario sigue en línea directa

Figura 29

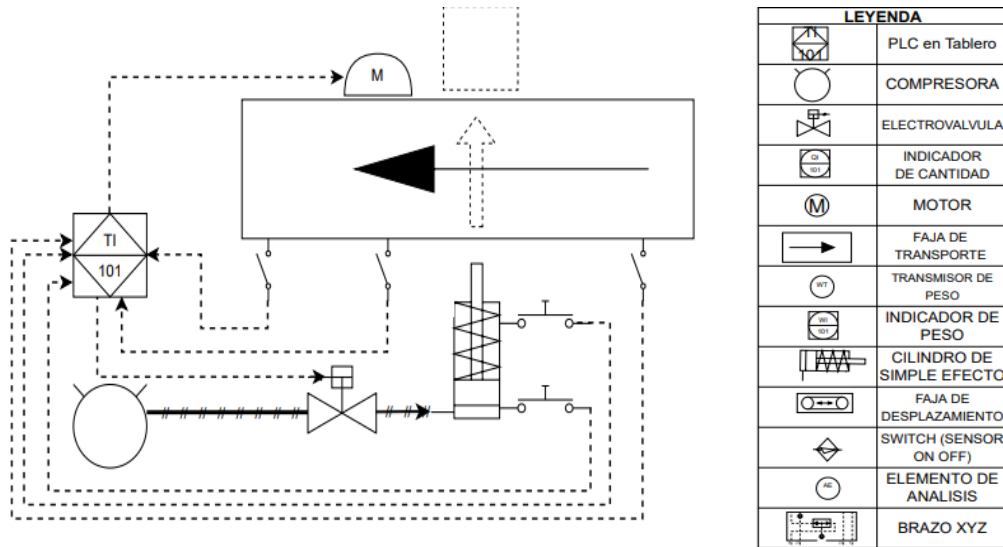
Vista de diseño superior de la estación por altura



Nota. Imagen diseñada en Draiw.io para el desarrollo del proyecto.

Figura 30

Diagrama P&ID Estación por altura



Nota. Imagen diseñada en Draw.io para el desarrollo del proyecto.

4.3.2. Estación de Clasificación y Distribución por Peso

4.3.2.1. Diagramas de Flujo de la Estación

En el diagrama presentamos la configuración para la detección de rangos con respecto al peso del tipo de caja o material que va ser detectado.

Solo si se cumple esa condición el equipo lo clasificara dando lugar a du distribución.

La lógica de programación de la presente estación esta detallada en el apartado (4.3.2.2) donde se visualiza las variables digitales de entradas enteras o analógicas, así como breves comentarios para describir funciones o acciones importantes que va realizar la presente estación.

- Caja pequeña con capacidad de 3kg
- Caja mediana con capacidad de 8kg
- Caja grande con capacidad de 15 kg
- Material color Azul con capacidad de 8kg
- Material color Verde con capacidad de 8kg

Figura 31

*Diagrama de Flujo de la estación de Peso
(Parte 1)*

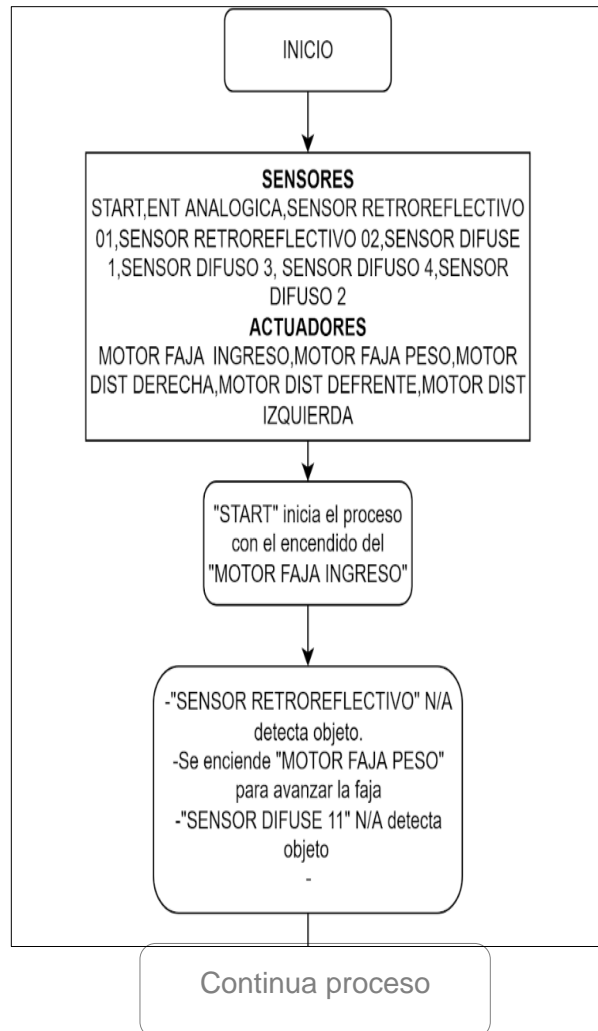
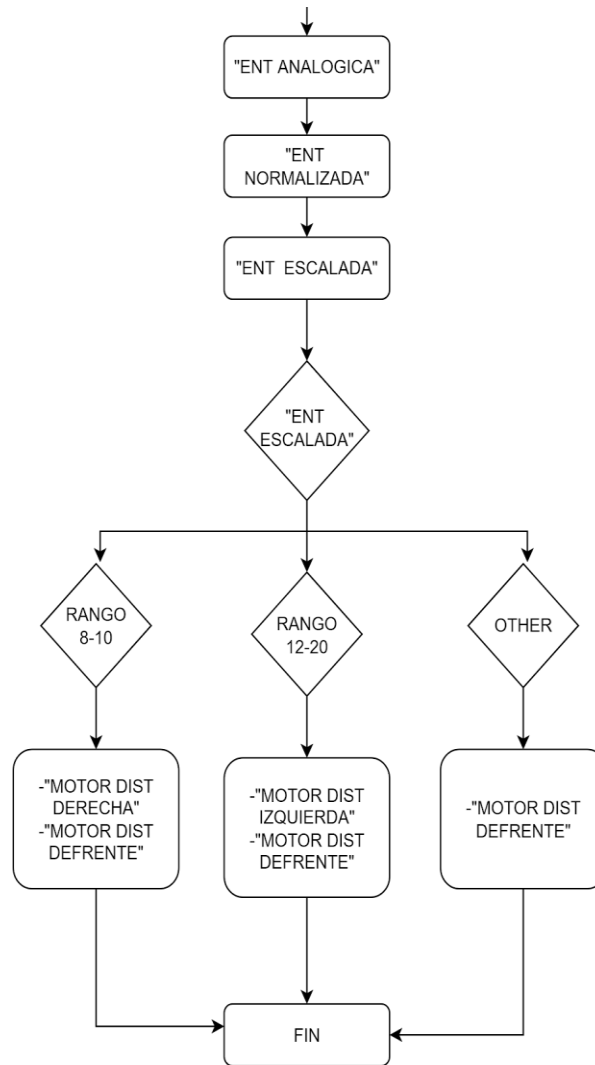


Figura 32

*Diagrama de Flujo de la estación de
Peso (Parte 2)*



Nota. Diagrama diseñado en Draw.io
para el desarrollo del proyecto

Tabla 7

Direcciones para cada tipo de sensores entradas etiquetadas para la estación Peso.

N°	Dirección(%i)	Tipo	Etiqueta Factory IO	Etiqueta TIA portal	Descripción
1	10.0	Bool	Start	Start	Botón n/a que activado inicia el proceso.
2	12.5	Bool	Sensor retroreflective 01	Sensor retroreflectivo 01	Sensor retro reflectivo n/c que capta el ingreso del material.
3	IW30	Real	Conveyor scale 1 weight (v)	Entr analogica	Modulo peso.
4	12.6	Bool	Sensor retroreflective 02	Sensor retroreflectivo 02	Sensor retro reflectivo n/c que detecta la posición del material en el módulo peso.
5	12.7	Bool	Diffuse sensor 01	Sensor difuso 1	Sensor óptico n/a.
6	13.0	Bool	Diffuse sensor 03	Sensor difuso 3	Sensor óptico n/a.
7	13.1	Bool	Diffuse sensor 5	Sensor difuso 5	Sensor óptico n/a.
8	13.2	Bool	Diffuse sensor 02	Sensor difuso 2	Sensor óptico n/a.

Nota. Se estable la dirección de acuerdo al requerimiento de programación reconocida por el software Tia Portal. siendo variables pre-establecidas por el programador en función al desarrollo del proyecto.

Tabla 8

Direcciones para cada tipo de actuadores etiquetadas para la estación Peso.

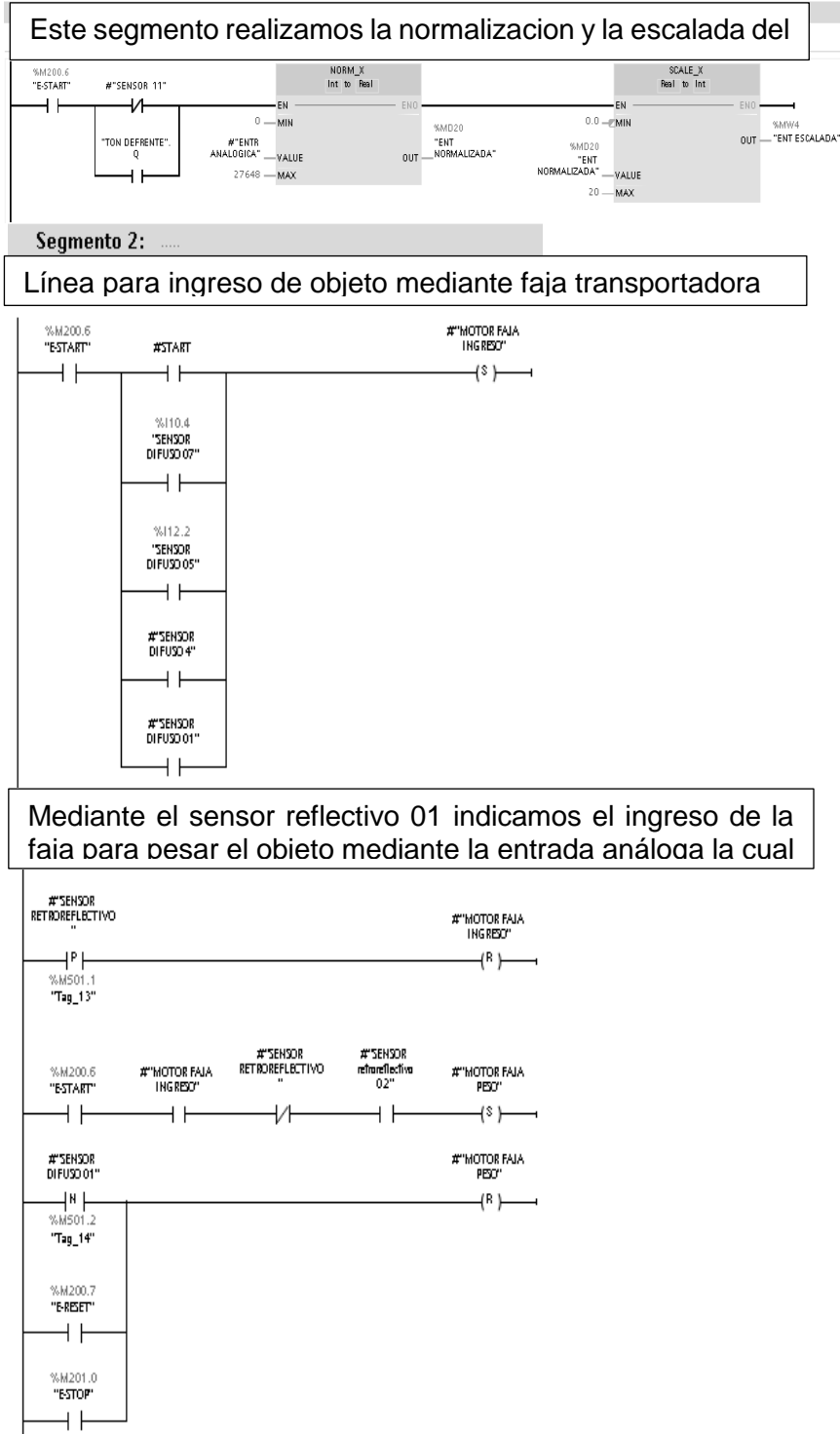
N°	Dirección(%i)	Tipo	Etiqueta Factory IO	Etiqueta TIA portal	Descripción
1	12.4	Bool	Ingreso faja	Motor faja ingreso	Motor de faja de ingreso
2	12.5	Bool	Faja peso	Motor faja peso	Motor de faja de módulo de peso
3	12.6	Bool	Motor dist derecha	Motor dist derecha	Motor gira ala derecha
4	13.0	Bool	Motor dist de frente	Motor dist de frente	Motor acciona distribuidor de frente
5	12.7	Bool	Motor dist izquierda	Motor dist izquierda	Motor gira a la izquierda

Nota. Se estable la dirección de acuerdo al requerimiento de programación reconocida por el software Tia Portal, siendo variables pre-establecidas por el programador en función al desarrollo del proyecto.

4.3.2.2. Diseño de Programación

Figura 33

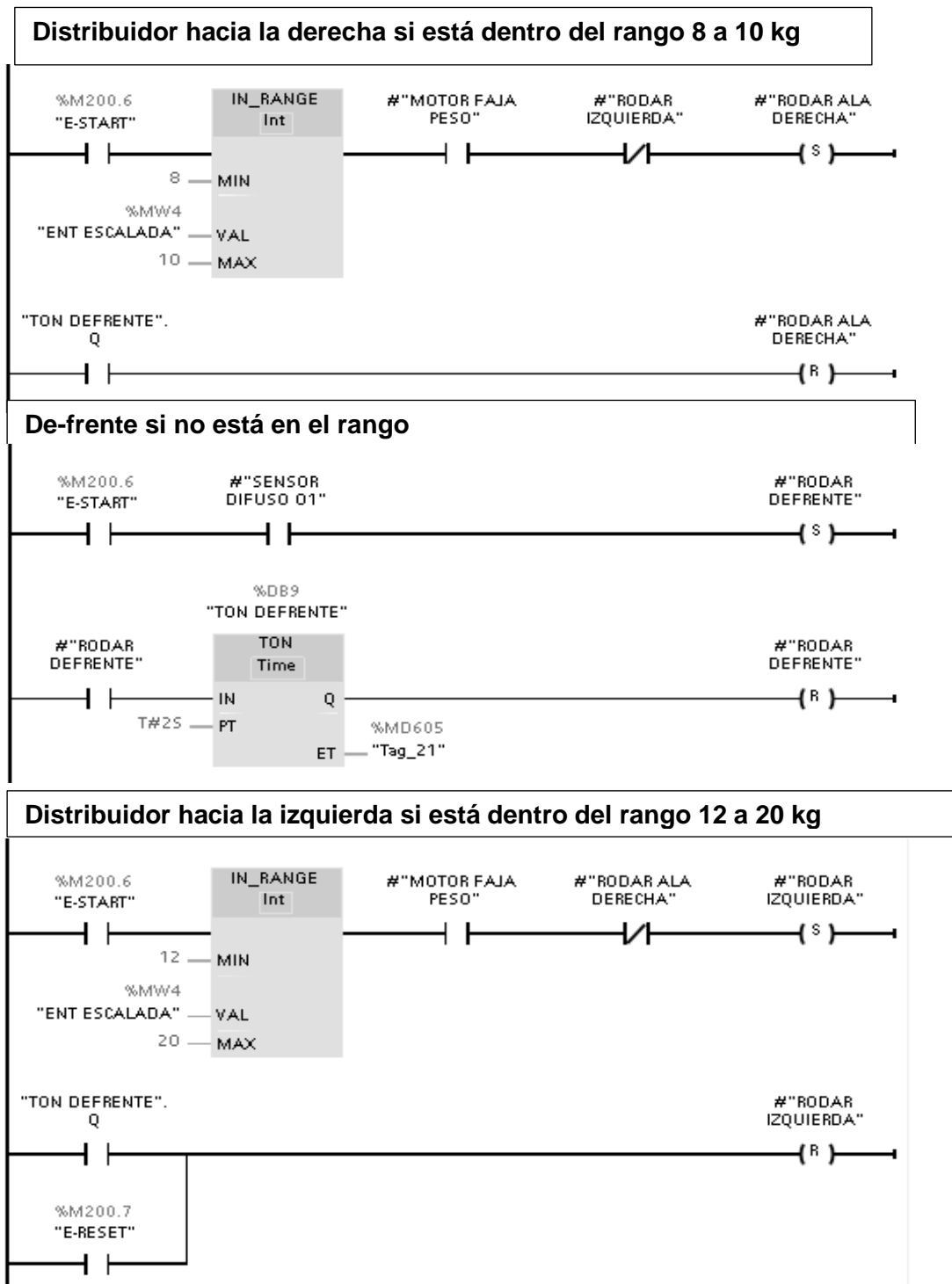
Programa de la estación de clasificación por peso (Parte 1)



Nota. Diseño de la programación obtenida en software Tia Portal, se establece la función de cada variable descrita en la tabla 6 y 7 mediante

Figura 34

Programa de la estación de clasificación por peso (Parte 2)



Nota. Diseño de la programación obtenida en software Tia Portal se establece la función de cada variable descrita en la tabla 6 y 7 mediante la programación en Tia Portal.

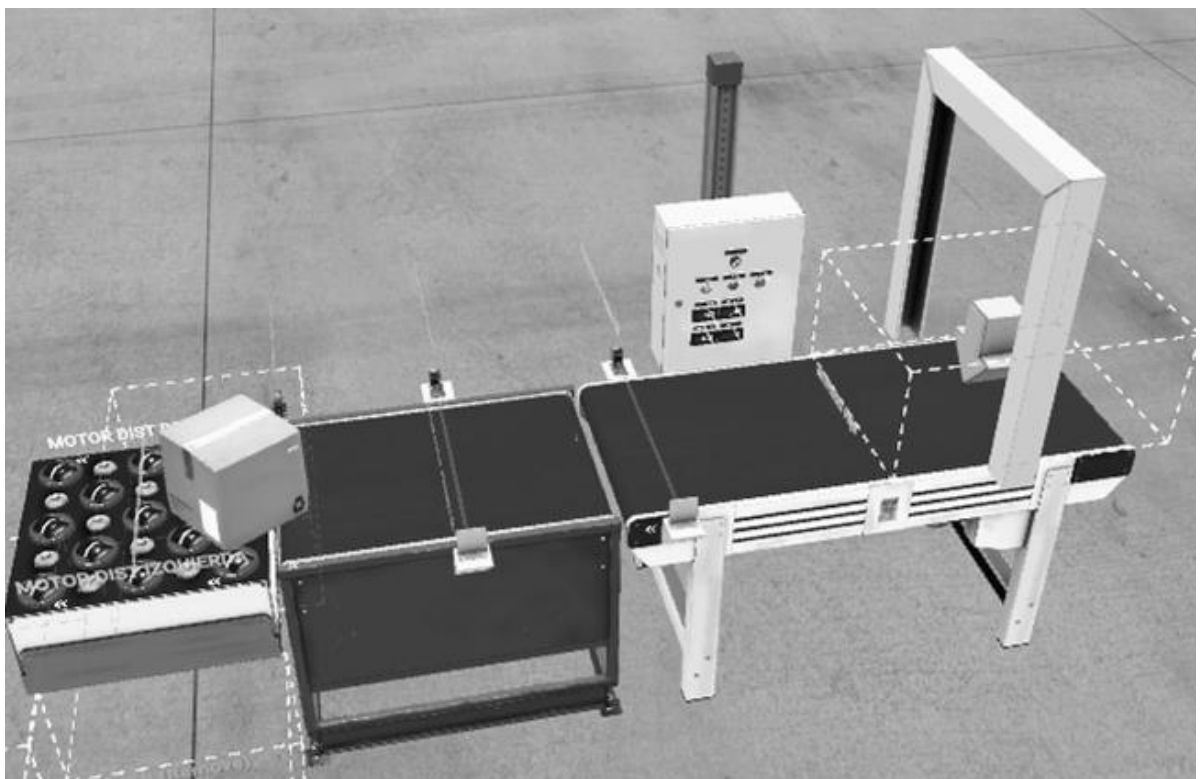
4.3.2.3. Funcionamiento de la Estación

La estación cuenta con un panel de control de inicio y pare de la presente estación iniciando el proceso con la detección del material mediante el empleo de un sensor retro-reflectivo, cuenta con un módulo de peso donde comparar los rangos de pesos de los materiales.

Al realizar la comparación de peso activa las ruedas guías para la clasificación de los materiales, se observa que si no cumple la consideración el material seguirá su dirección inicial.

Figura 35

Funcionamiento de la Estación de Peso



Nota Diagrama diseñado para fin del proyecto

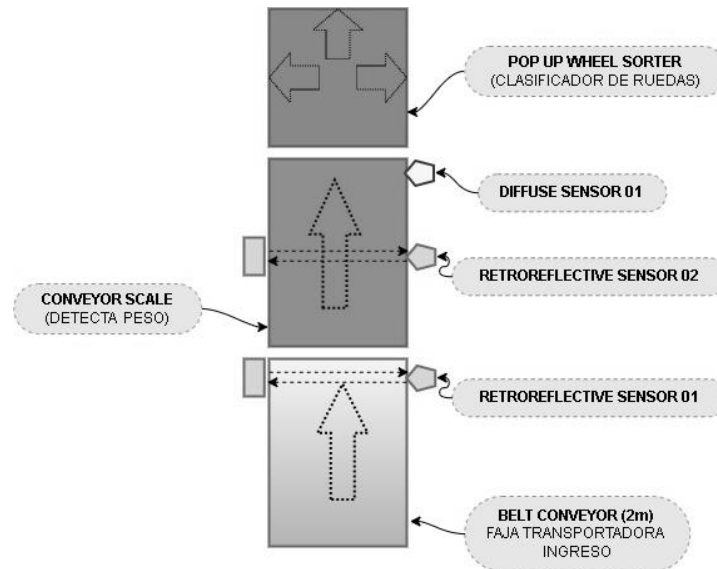
4.3.2.4. Componentes de la Estación

Dicha estación consiste en clasificar objetos según sea su rango de peso:

- Materiales de 12-20kg se distribuye hacia la izquierda para la estación de clasificación por altura pusher.
- Materiales de 8-10kg se distribuye hacia la derecha hacia la estación de distribución pick and place.
- Materiales menores de 5kg se distribuyen de manera directa hacia la estación de clasificación por color.

Figura 36

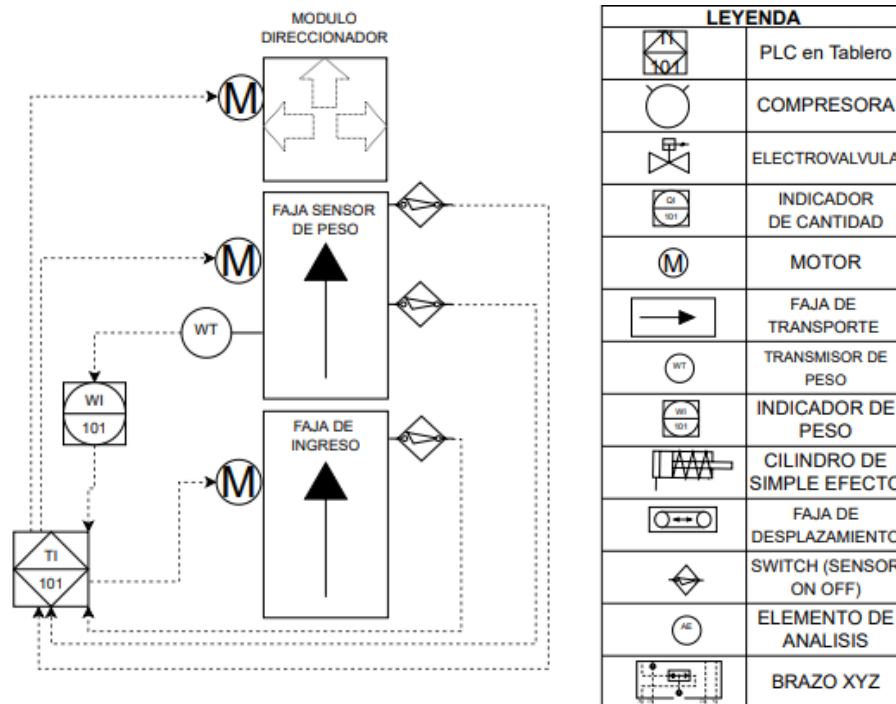
Vista de diseño superior de la estación por peso



Nota. En la presente imagen se establece la dirección o proceso que sigue la estación por peso.

Figura 37

Diagrama P&ID Estación de Peso



Nota. En la presente imagen, establece la descripción del proceso de la estación mediante el diagrama P&ID.

4.3.3. Estación de Clasificación y Distribución Color

4.3.3.1. Diagramas de Flujo de la Estación

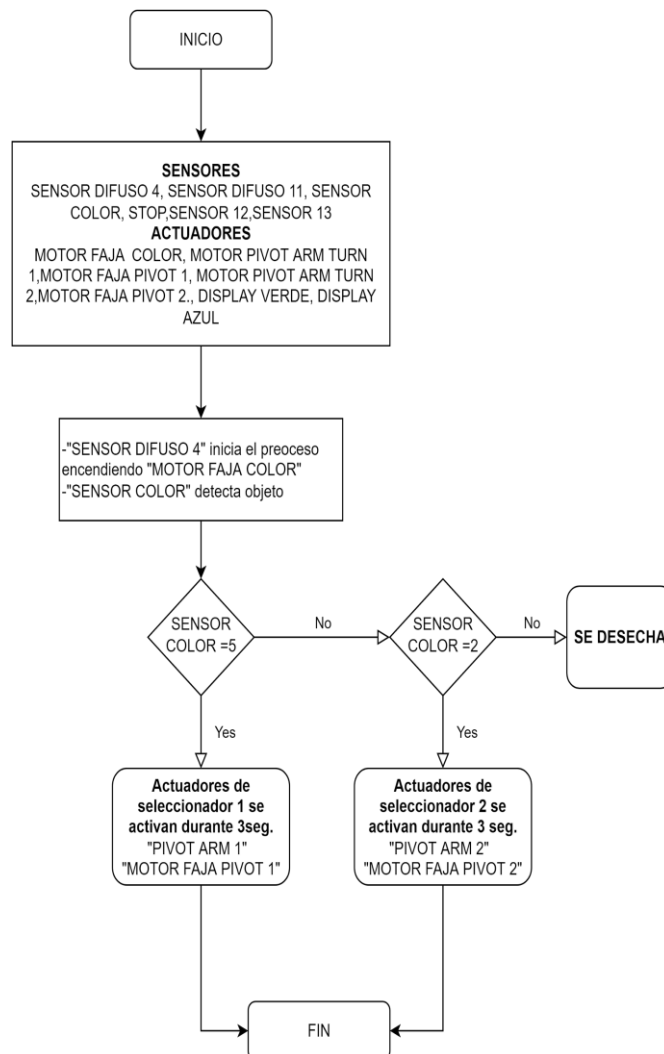
En esta estación no hace distinción del peso del material, pero si diferencia del tipo de color de empaquetado.

Ver tabla 6 para conocer de los equipos y sensores que sean utilizado para el desarrollo de la estaciona si mismo se encuentra detallado en el diagrama de flujo.

La lógica de programación de la presente estación esta detalla en el **Figura 39 y 40**, lugar donde se describe las variables de entradas y salidas de los diferentes valores tanto entero y análogos, así mismo se observará breves comentarios en los segmentos de la ejecución de comandos.

Figura 38

Diagrama de Flujo de la Estación de Color



Nota Diagrama diseñado para fin del proyecto

Tabla 9 Direcciones de sensores de entradas para la estación Color.

N°	Dirección (%)	Tipo	Etiqueta Factory IO	Etiqueta TIA portal	Descripción
1	13.1	Bool	Diffuse Sensor 4	Sensor difuso 4	Sensor óptico externo que detecta el objeto al ingreso de la faja el cual da la señal para que empiece la estación color.
2	13.3	Bool	Diffuse Sensor 11	Sensor difuso 11	Sensor óptico externo que detecta el objeto al final de la faja el cual da la señal para que se pare la estación color.
3	IW32	Int	Vision Sensor 1(Value)	Sensor color	Sensor de visión de color
4	13.4	Bool	Diffuse Sensor 12	Sensor difuso 12	Sensor óptico externo que detecta el objeto al final de la faja el cual da la señal para que se pare la estación color.
5	13.5	Bool	Diffuse Sensor 13	Sensor difuso 13	Sensor óptico externo que detecta el objeto al final de la faja el cual da la señal para que se pare la estación color.

Nota. Tabla de sensores de ingreso con direcciones de entrada identificadas para software Factory IO y Tia portal descritas según su función para la estación de color.

Tabla 10

Direcciones para cada tipo de actuadores etiquetadas para la estación Color.

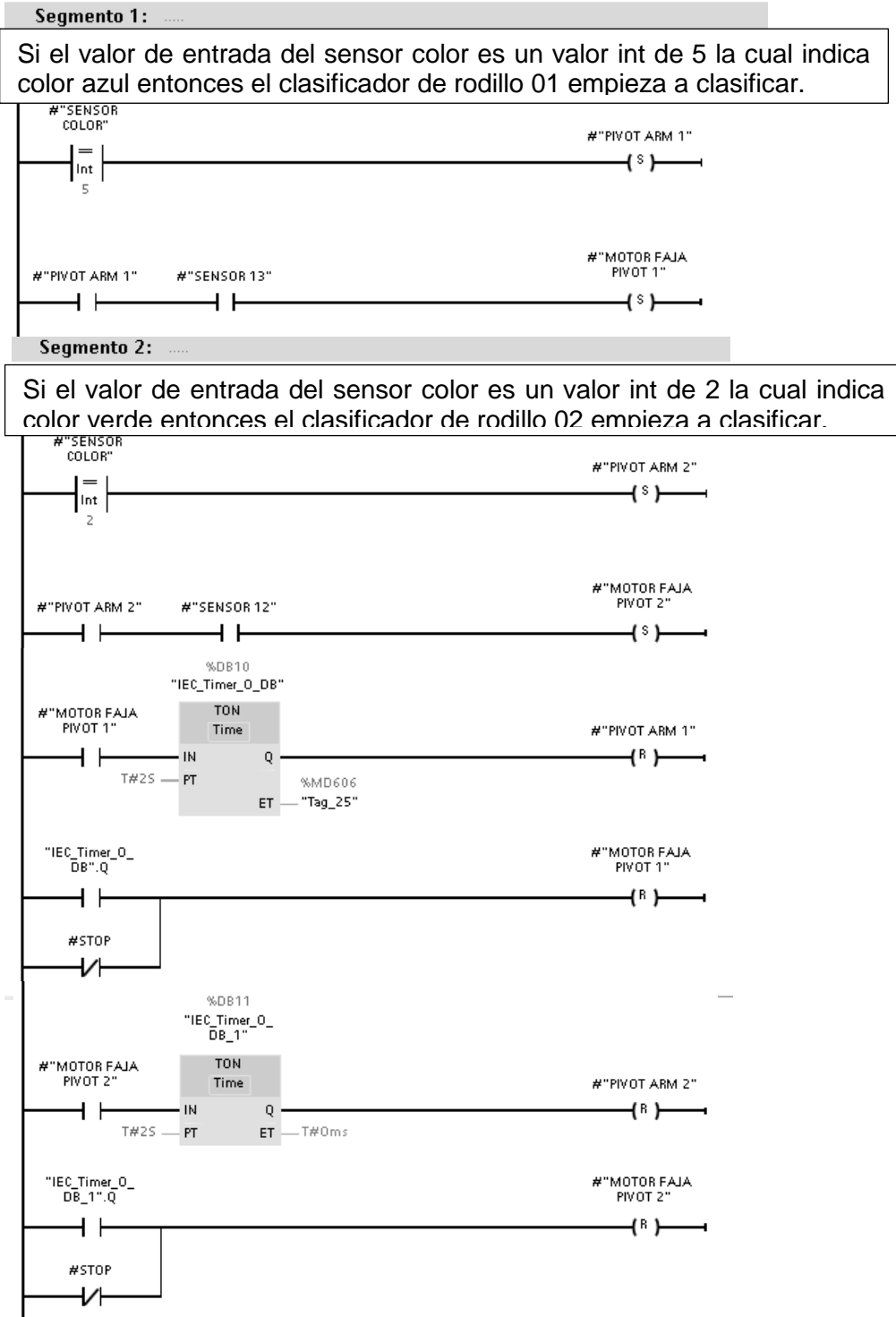
N°	Dirección (%)	Tipo	Etiqueta Factory IO	Etiqueta TIA portal	Descripción
1	13.4	Bool	Faja color	Motor faja	Salida de motor para faja
2	13.5	Bool	Pivot Arm Sorter 1 Turn	Pivot Arm Sorter 1 Turn	Motor palanca pivot 1
3	13.6	Bool	Motor faja pivot 1	Motor faja pivot 1	Motor faja de pivot 1
4	13.7	Bool	Pivot Arm Sorter 2 Turn	Pivot Arm Sorter 2 Turn	Motor palanca pivot 2
5	14.0	Bool	Motor faja pivot 2	Motor faja pivot 2	Motor faja de pivot 2
6	QD34	Real	Display pusher verde	Display pusher verde	Display contador
7	QD38	Real	Display pusher azul	Display pusher azul	Display contador

Nota. Tabla diseñada para actuadores con direcciones de entrada identificadas para software Factory IO y Tia portal descritas según su función para la estación Color.

4.3.3.2. Diseño de Programación

Figura 39

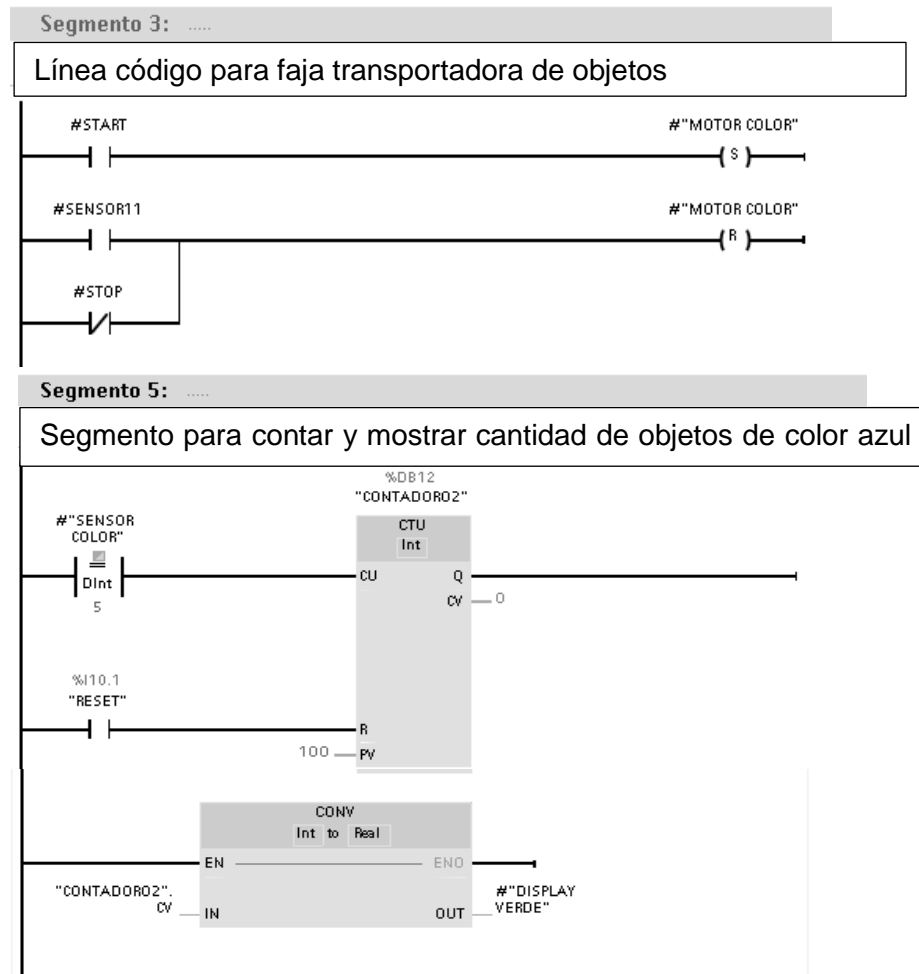
Programa de la estación de clasificación por color (Parte 1)



Nota Diseño de la programación obtenida en software Tia Portal

Figura 40

Programa de la estación de clasificación por color (Parte 2)



Nota Diseño de la programación obtenida en software Tia Portal

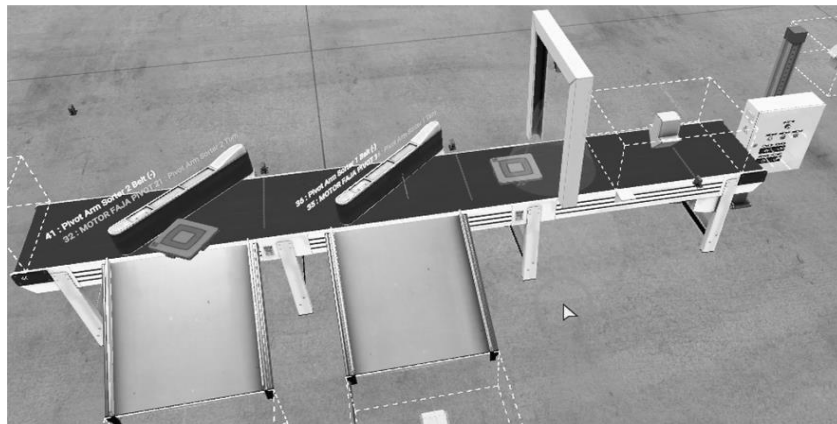
4.3.3.3. Funcionamiento de la Estación

Esta estación cuenta con un panel de control, y dos actuadores que según detecte el tipo de material según el color se irán activando de manera automática, si se produjera el ingreso de un material que no corresponde en la clasificación de este tipo en la estación será descartado.

El primer actuador detecta los materiales de color verde, este material tiene un peso de 8kg, el segundo actuador se activa con los materiales de color azul el cual también tiene un peso promedio de 8kg.

Figura 41

Imagen de Funcionamiento de la estación de Color



Nota. En este grafico es obtenido del proyecto realizado en Factory I/O.

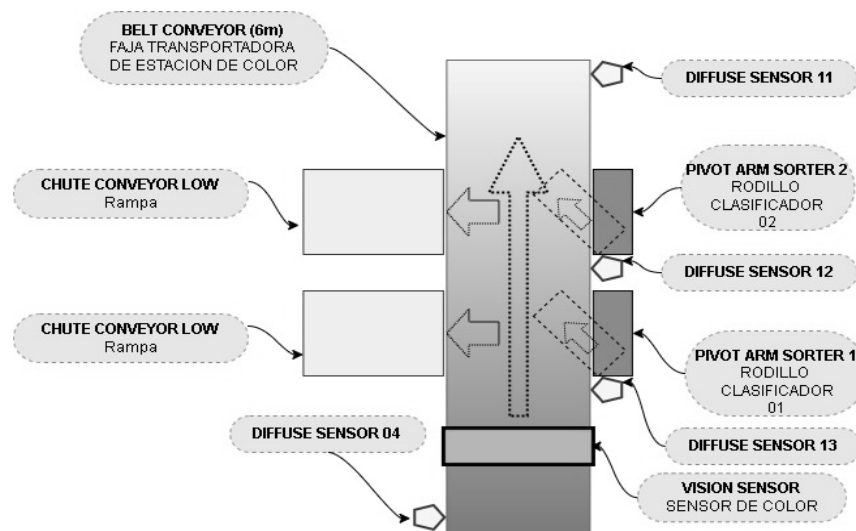
4.3.3.4. Componentes de la Estación

Dicha estación consiste en clasificar objetos según sea su color mediante el sensor de color:

- ✓ El rodillo clasificador 2 clasifica el color azul.
- ✓ El rodillo clasificador 1 clasifica el color verde.
- ✓ De lo contrario sigue en línea directa.

Figura 42

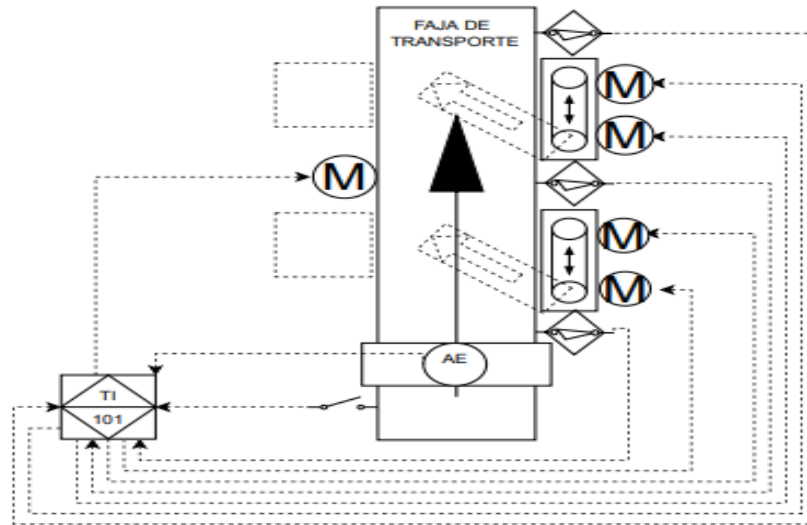
Vista de diseño superior de la estación de color



Nota. Imagen diseñada en Draiw,io en desarrollo del proyecto

Figura 43

Diagrama P&ID Estación de color



Nota. Imagen diseñada en Draw,io conexión de la estación.

Figura 44

Cuadro de identificación de equipos

LEYENDA	
	PLC en Tablero
	COMPRESORA
	ELECTROVALVULA
	INDICADOR DE CANTIDAD
	MOTOR
	FAJA DE TRANSPORTE
	TRANSMISOR DE PESO
	INDICADOR DE PESO
	CILINDRO DE SIMPLE EFECTO
	FAJA DE DESPLAZAMIENTO
	SWITCH (SENSOR ON OFF)
	ELEMENTO DE ANALISIS
	BRAZO XYZ

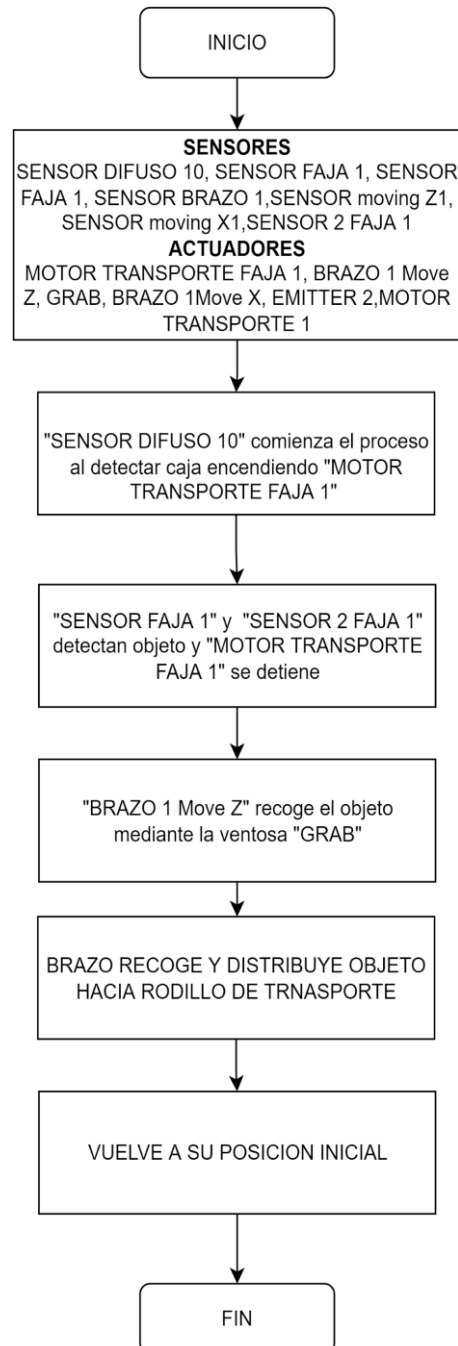
Nota. La presente imagen nos describe los nombres de los equipos, en los diagramas P&ID.

4.3.4. Estación de Distribución de Objetos Pick and Place

4.3.4.1. Diagrama de Flujo de la Estación

Figura 45

Diagrama de Flujo de la Estación del brazo



Nota. Diagrama diseñado en Draiw,io para el desarrollo de proyecto

4.3.4.2. Diseño de Programación

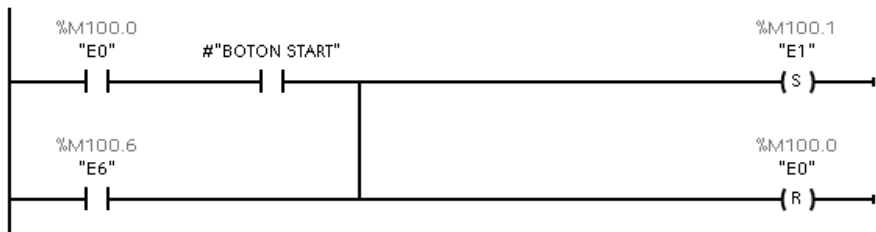
Figura 46

Programa de la estación Pick and Place (parte 1)

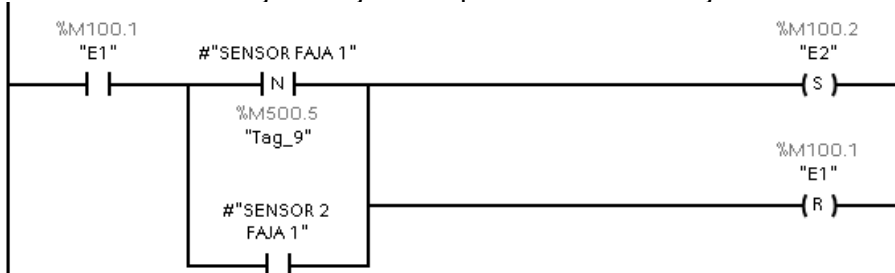
El sistema inicia con el botón Start activando el estado E1 quien da inicio del ingreso de material con la faja de transporte.

Segmento 1:

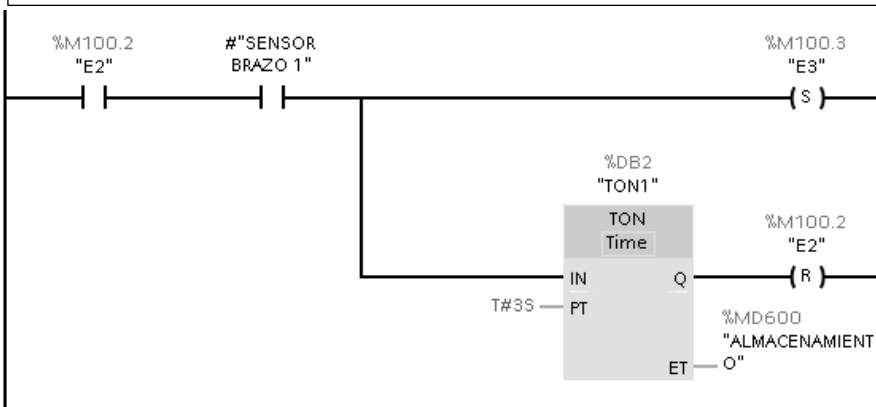
ESTACION DE PICK AND PLACE



Sensor 1 Sensor 2 detectan objeto y desactivan el Estado E1 para detener la faja transportadora y activan el Estado E2 para que el brazo robótico recoja el objeto desplazándose en el eje Z.



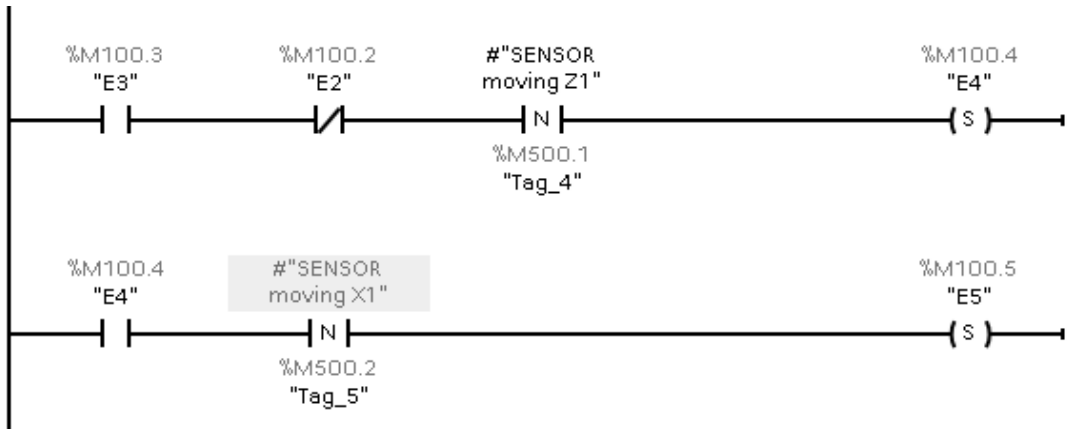
Sensor brazo 1 detecta el objeto y activa el Estado E3 quien se encarga de succionar v mediante presión recoder el obieto después



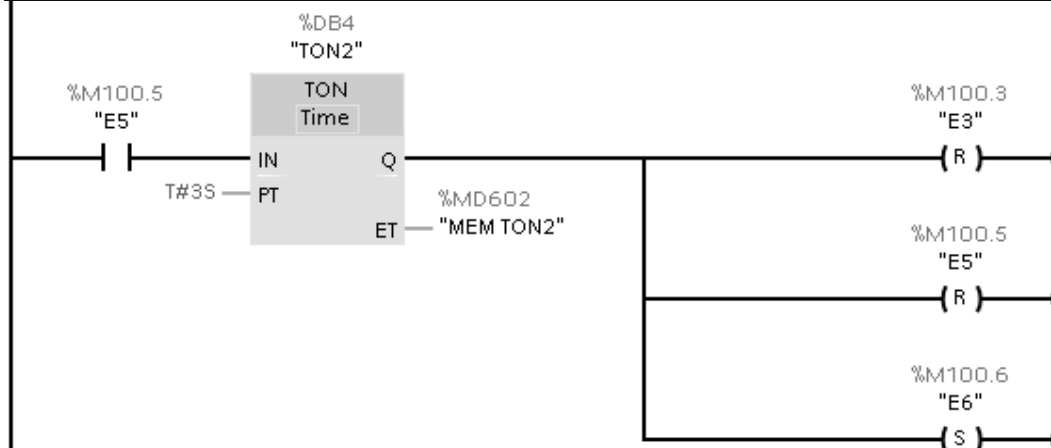
Se desplaza con el Estado E4 con el objeto recogido en el eje X para trasladar el objeto recogido y E5 brazo robótico en eje Z pone el objeto en la siguiente faja de transporte.

Figura 47

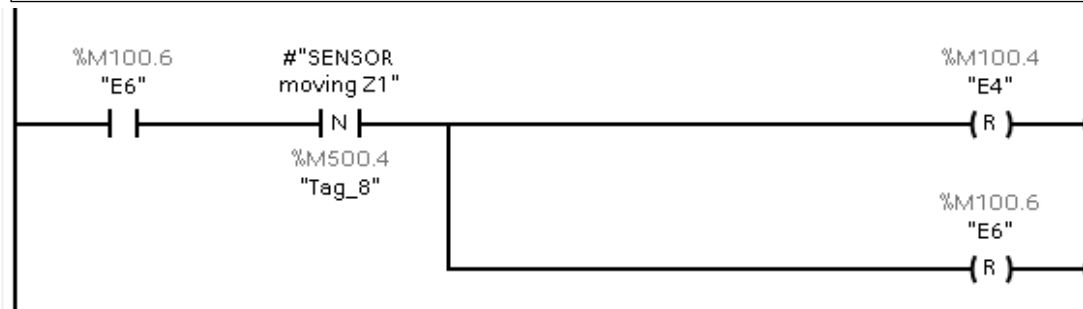
Programa de la estación Pick and Place (parte 2)



Se desactiva después de 3 segundos Estados E3(ventosa para absorber objeto a presión),E5(brazo para desplazar en eje z). y activa el Estado E6 para referencia de que el objeto fue dejado.



Una vez que el objeto fue dejado brazo robótico vuelve a su posición inicial



Se activa Estado E7 para poner una parrilla de madera en la Estación de transporte 2 cada vez que se recoja un objeto de la Estación 1 de transporte. Y cada vez que el brazo robótico deje el objeto referencia mediante Sensor moving Z con flanco negativo en la parrilla de madera, la estación de transporte 2 desplazara el objeto con el Estado E8.

Figura 48

Programa de la estación Pick and Place (parte 3)

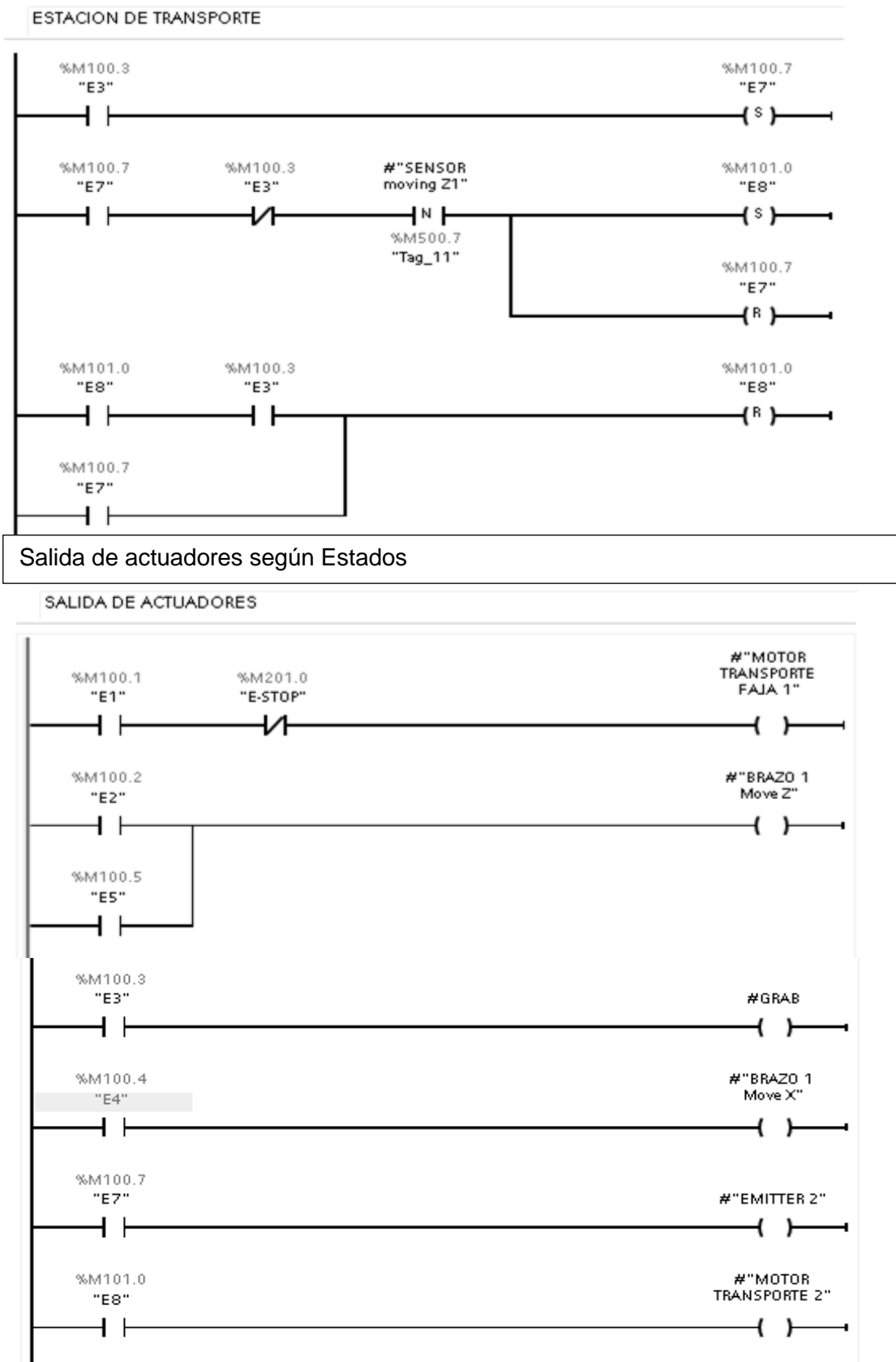


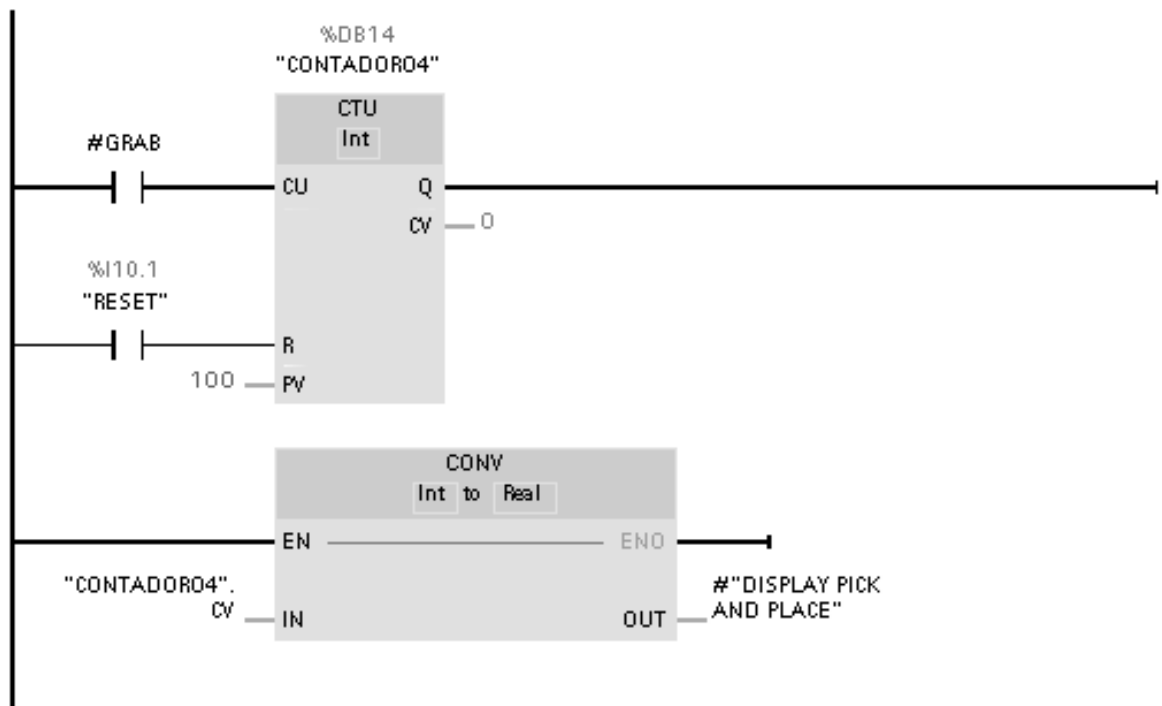
Figura 49

Programa de la estación *Pick and Place* (parte 4)

Contador de objetos trasladados para mostrar en display

Segmento 4:

Contador de objetos para mostrar en display



Nota. Diseño de la programación obtenida en software Tia Portal, mediante diseño de la estación. Las figuras del 46 al 49 son de una sola estación programada

4.3.4.3. Funcionamiento de la Estación

En la presente estación cumple la función de clasificar materiales dentro de un rango de selección de peso el cual activara mediante sensores ópticos. Se debe considera los movimientos que debe ejecutar el brazo y el actuador en los ejes de movimiento "Z, X".

Mediante succión se sostiene la clasificación del material siempre que se cumpla la condición establecida en la programación.

Tabla 11

Dirección de sensores de entradas etiquetadas para la Estación de Distribución

N°	Dirección (%i)	Tipo	Etiqueta Factory IO	Etiqueta Tia Portal	Descripción
1	13.2	Bool	Diffuse Sensor 02	Sensor difuso 2	Sensor Optico N/A
2	10.4	Bool	Diffuse Sensor 07	Sensor faja 1	Sensor Optico N/A
3	10.7	Bool	brazo(Item detected	Sensor brazo 1	Sensor Optico N/A
4	10.5	Bool	Sensor moving Z1	Sensor moving Z1	Sensor que detecta el movimiento en el eje Z
5	10.6	Bool	Sensor moving X1	Sensor moving X1	Sensor que detecta el movimiento en el eje X
6	11.6	Bool	Diffuse Sensor 08	Sensor 2 faja 1	Sensor Optico N/A

Nota. La tabla presenta direcciones con valores reconocidos por el software Factory IO y Tia portal descritas según su función para la estación de Distribución.

Tabla 12

Dirección de actuadores de salida en la Estación de Distribución.

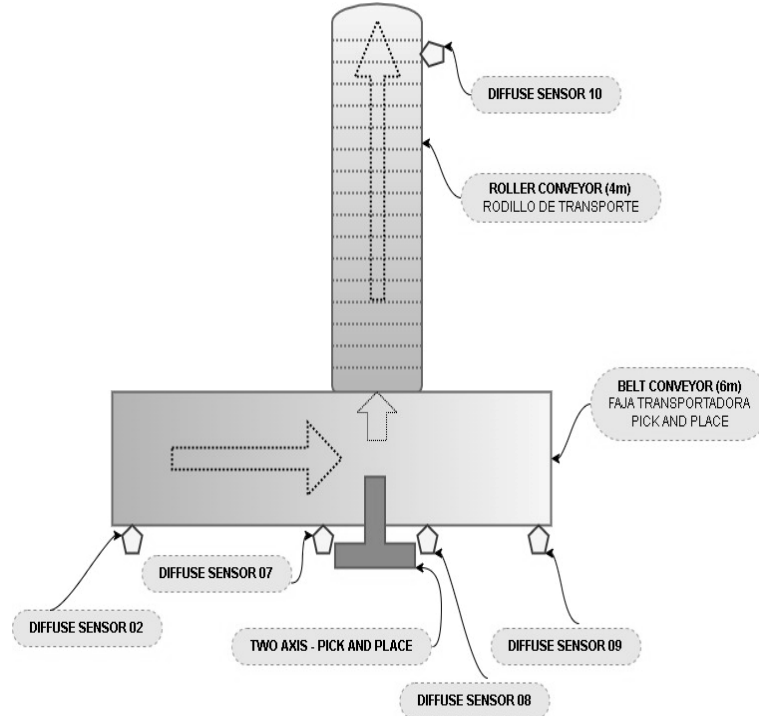
N°	Dirección (%Q)	Tipo	Etiqueta Factory IO	Etiqueta Tia Portal	Descripción
1	10.3	Bool	motor transporte faja 1	Motor de faja	
2	10.4	Bool	brazo 1 move z	Motor eje z	
3	10.6	Bool	grab	Ventosa que absorbe el objeto	
4	10.5	Bool	brazo 1 move x	Motor eje x	
5	11.0	Bool	emitter 2	Emisor de objeto	
6	10.7	Bool	motor transporte 2	Motor de transporte de objeto	

Nota. La tabla presenta direcciones para actuadores y reconocidos por los softwares Factory IO y Tia Portal para fin del proyecto

4.3.4.4. Componentes de la Estación

Figura 50

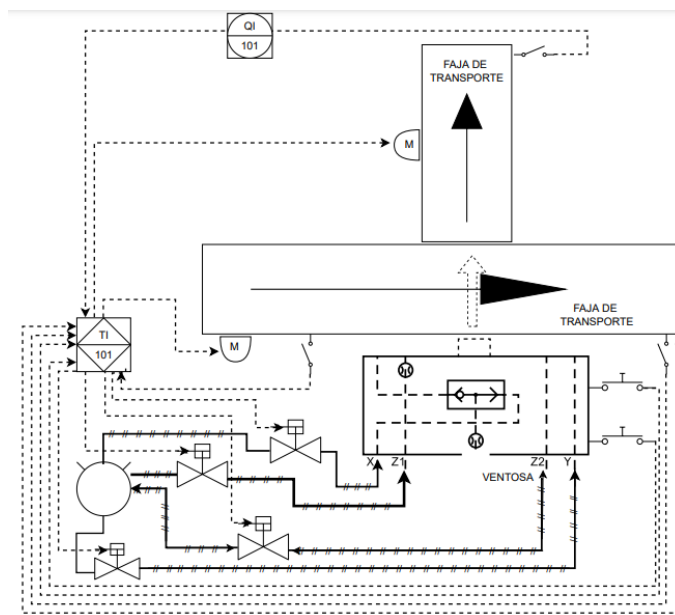
Vista superior de la estación de distribución de objetos



Nota. Imagen diseñada para proyecto en Draiw.io

Figura 51

Diagrama P&ID de Estación de objetos

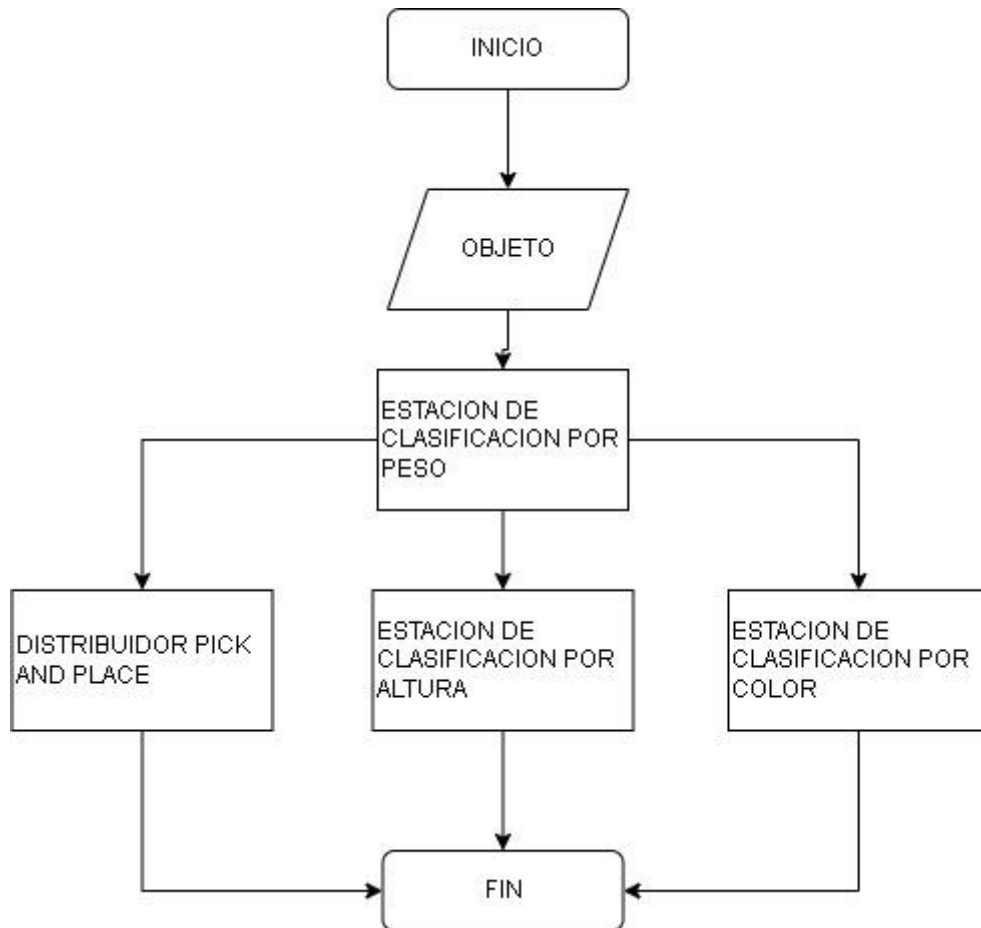


4.3.5. Modelo de Planta de Clasificación de Producción.

4.3.5.1. Diagrama de Flujo.

Figura 52

Diagrama de flujo de la planta de clasificación



Nota. Diagrama diseñado en draw.io para desarrollo del proyecto.

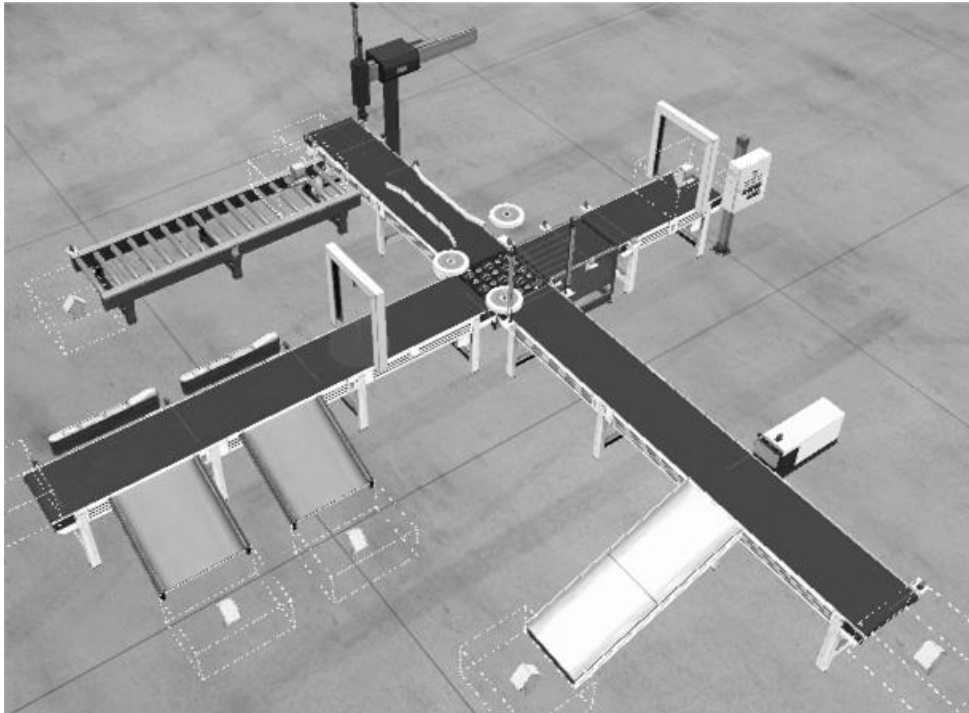
En el desarrollo de la planta se ha tomado las lógicas de programación de los anteriores sistemas estableciendo bloques de funciones. Dando lugar a la programación integrada de sistemas para la automatización en tiempo real de nuestra estación final o planta de distribución y clasificación.

4.3.5.2. Implementación de Planta.

El diseño de se puede observar en el anexo 4 donde se observa el diseño de la planta de vista superior.

Figura 53

Planta de distribución y clasificación de Materiales



Nota Imagen obtenida de software Factory IO en desarrollo del proyecto,

En el desarrollo en el Software de Tia Portal se presentan breves comentarios de su función de cada bloque el cual fueron creadas a partir de los diferentes diseños de las estaciones descritas en la presente investigación.

4.3.5.3. Diseño de programación.

Figura 54

Programa de la estación integrada (Parte 1)

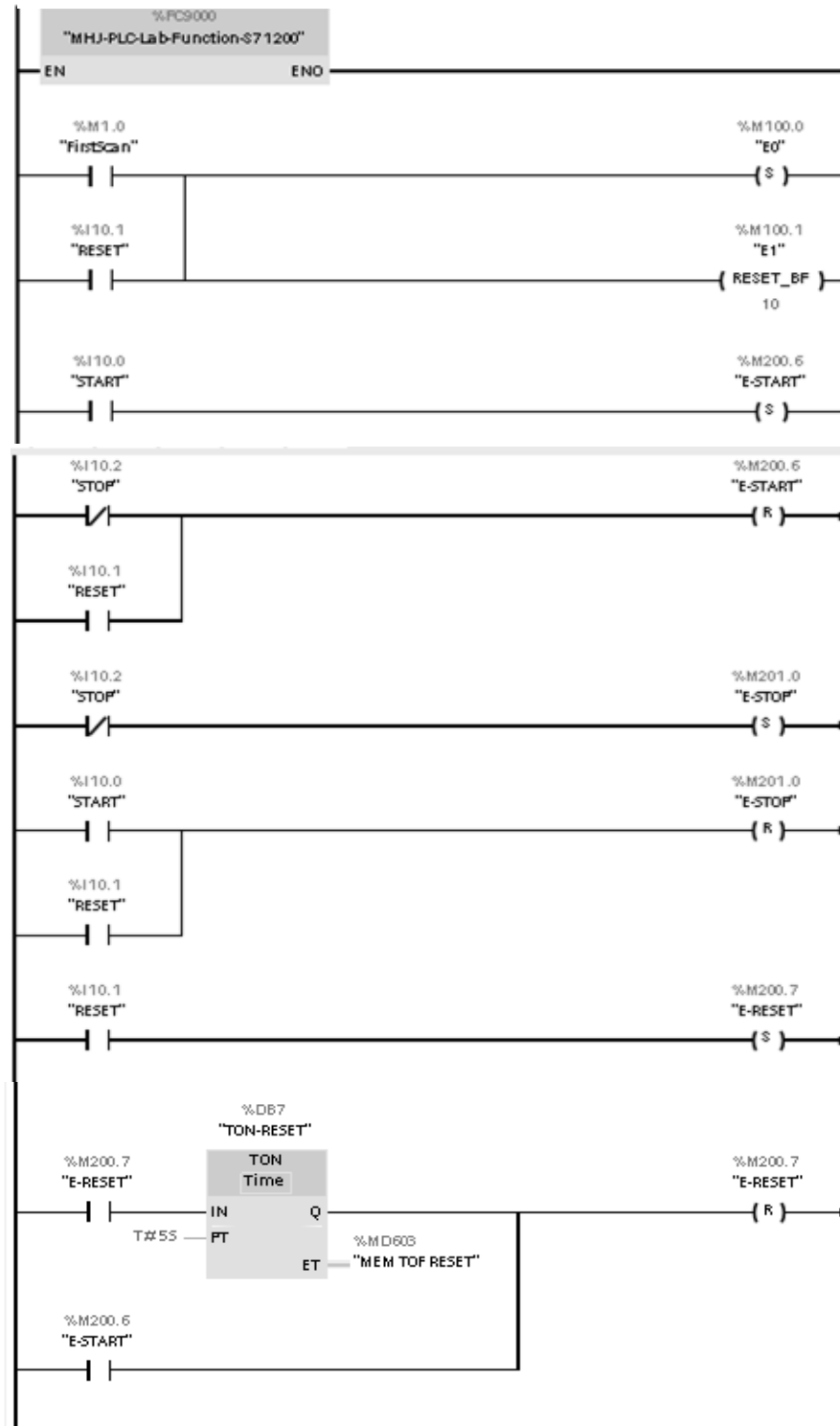


Figura 55
Programa de la estación integrada (Parte 2)

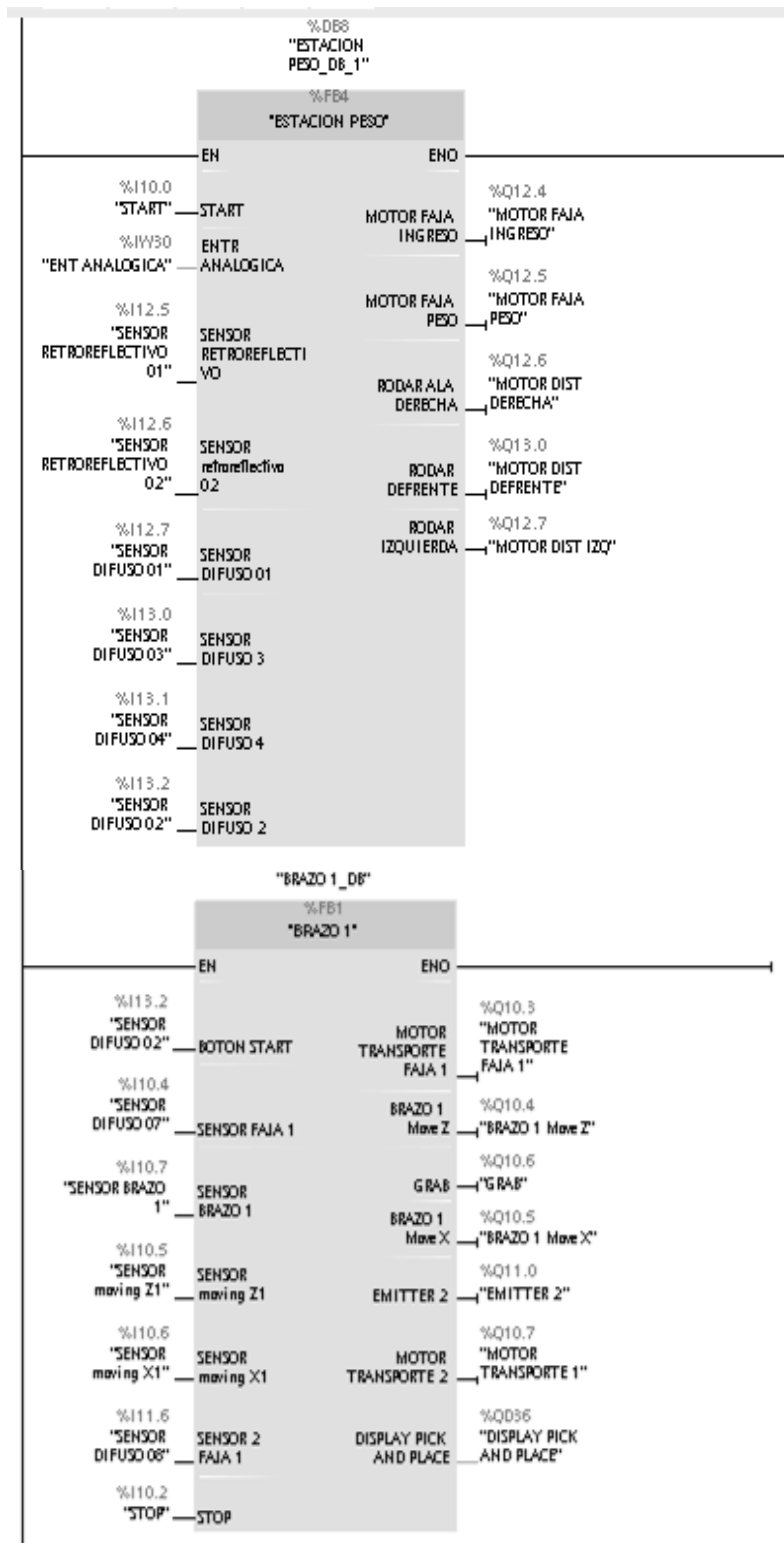
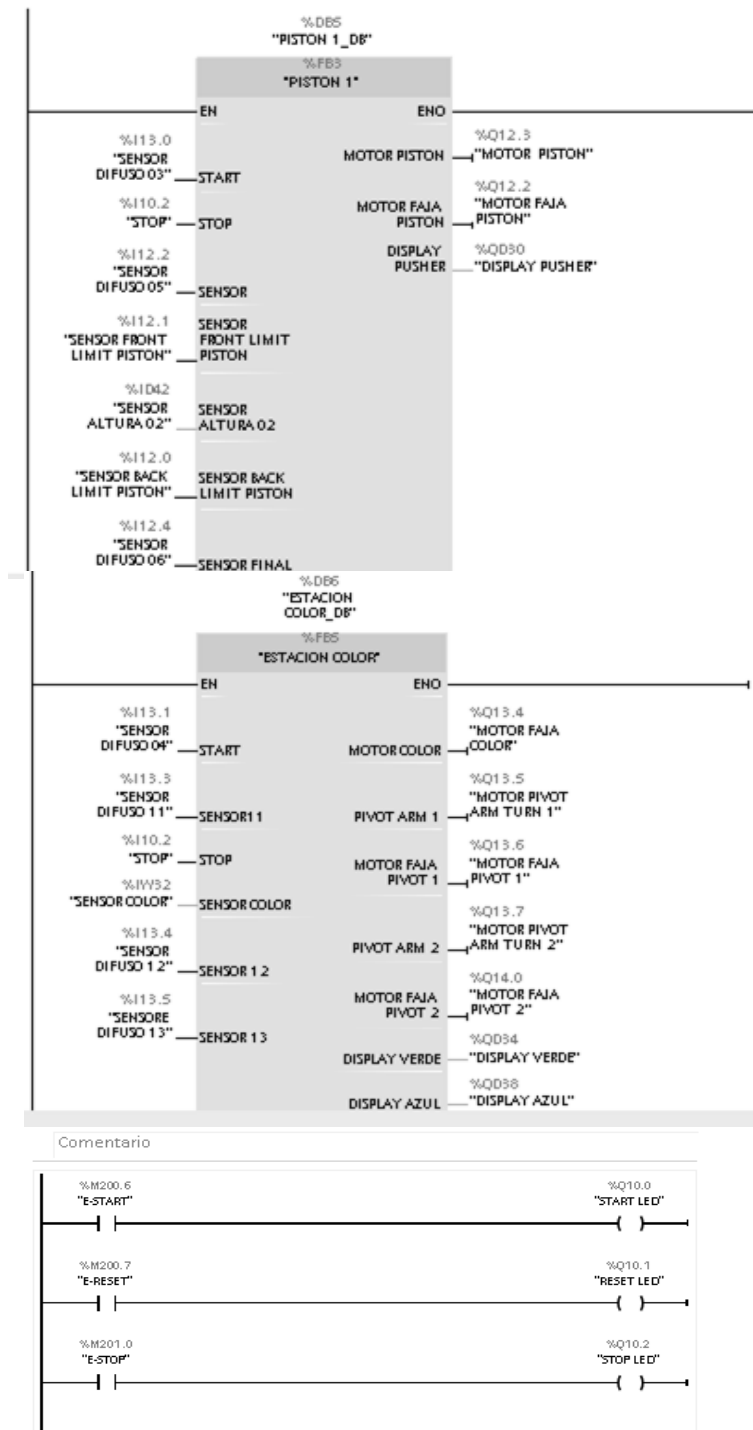


Figura 56

Programa de la estación integrada (Parte 3)

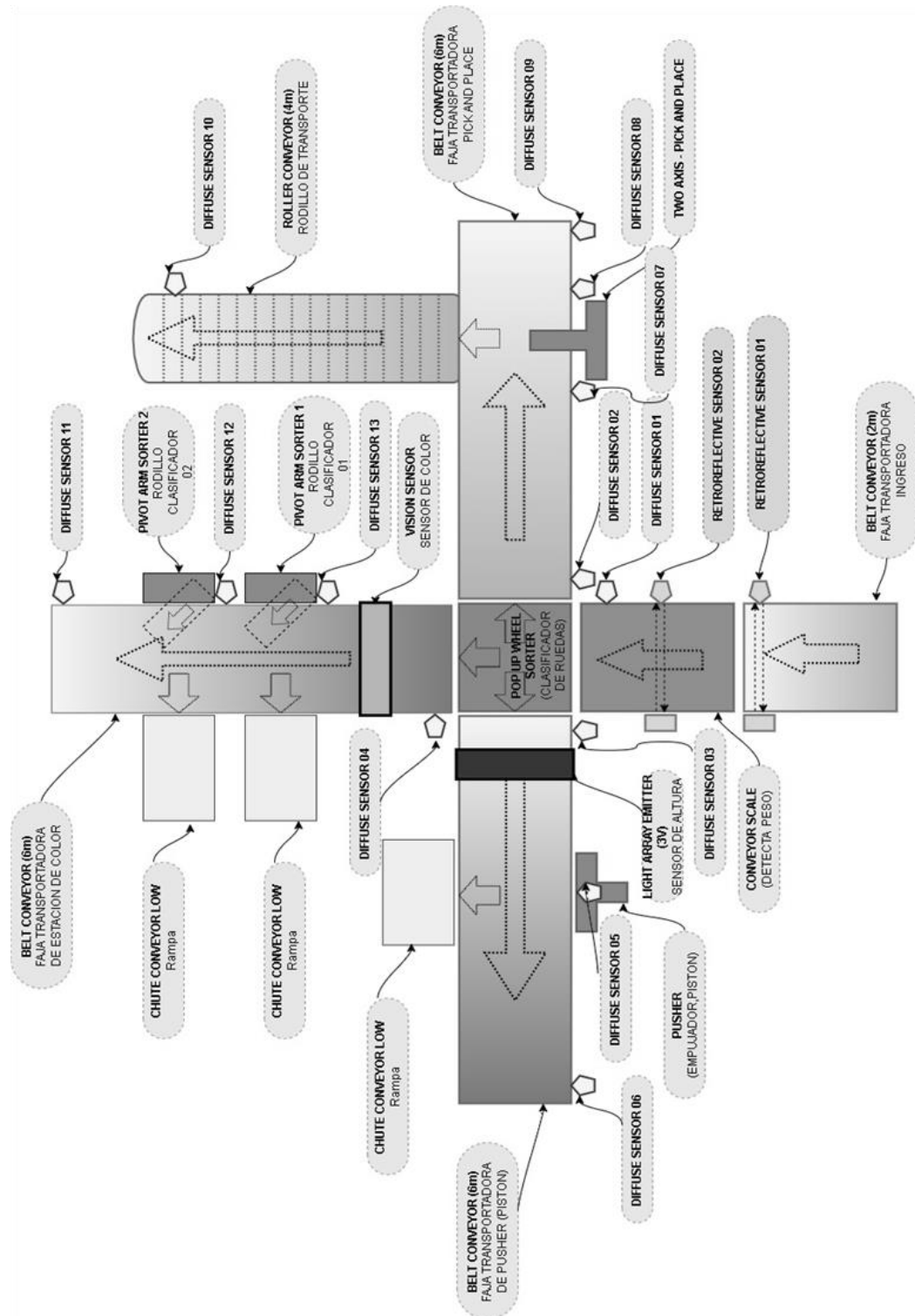


Nota. Diseño de la programación obtenida en software Tia Portal

4.3.5.4. Componentes de la estación.

Figura 57

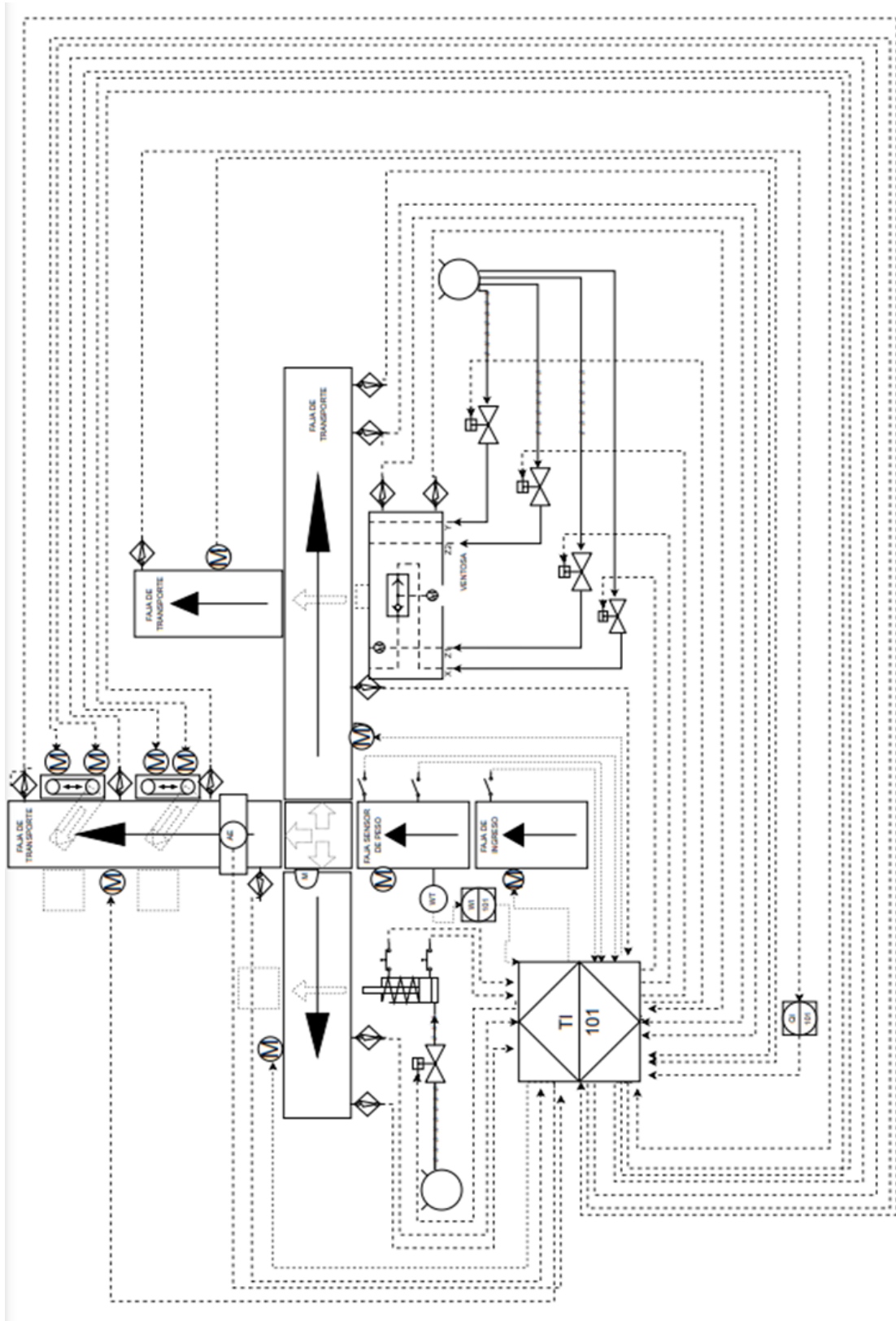
Vista superior de la estación de distribución y clasificación



Nota. Se presenta la integración de las diferentes plantas diseñadas, para lograr la funcionalidad de la estación de distribución y clasificación.

Figura 58

Diagrama P&ID de la estación de distribución y clasificación final



Nota. La presente imagen presenta la representación gráfica de la estación de conexión eléctrica e hidráulica.

CAPÍTULO V: DISCUSIÓN

En el desarrollo de la investigación se ha encontrado con variables e indicadores favorables con el estudio mediante la simulación de procesos industriales mediante el empleo de simuladores 3D como es de la corporación Real Games “Factory IO”.

En la investigación este tipo de simulación tiende a ser provechoso, siendo principalmente los diversos cálculos un problema al momento de cargar un programa. Los diferentes equipos tienen una complejidad específica dando lugar a la necesidad de entender o conocer el proceso que se va a desarrollar.

Un proceso industrial puede ser como físico o también de obtención de datos, para lo cual se tiene que verificar el funcionamiento de del proceso de la planta a implementar.

El proceso de la simulación de la estación de trabajo de distribución y clasificación, permite mejorar constantemente el proceso de las estaciones, este último de gran aprovechamiento a la hora de realizar modificaciones en el diseño de las estaciones, así como la detección de errores de sistema y programación durante la operación o funcionamiento de la planta de trabajo.

El planteamiento de la simulación con opción de capacitación y para mejorar conocimientos, tiende a ser esencial por factores como la implementación costosa de una estación física, emergencias sanitarias como es el caso último del emergencia sanitaria COVID-19, limitando este el acceso a laboratorios, dando lugar a la necesidad de reforzar las simulaciones de plantas industriales y uso de equipos que permita estar en el nivel que solicitan las empresas con respecto a las capacidades de programación.

CONCLUSIONES

Se ha logrado verificar la que el software Factory IO es una herramienta que nos permite reforzar nuestros conocimientos de automatización, así como el empleo de la lógica de programación mediante el empleo del Software de Tia Portal.

La implementación de un laboratorio con estas características industriales presentadas en el Factory IO resulta costosa. Pero es necesario estos diferentes equipos para afianzar los conocimientos adquiridos durante la etapa de formación profesional.

La puesta en marcha de las estaciones virtuales en 3D, se ha realizado mediante la vinculación de los softwares especializados entre el Factory IO y Tia Portal V16, llegando a la verificación del estado del diseño de la programación de cada estación en tiempo real.

La comprensión de las diferentes entradas y salidas de tipo digital y analógicas juegan un papel importante para la programación y asignación de las variables de lectura por el controlador.

RECOMENDACIONES

Se recomienda tener en consideración la implementación del software Factory IO como parte fundamental en el desarrollo de habilidades en control y automatización industrial, teniendo como soporte principal equipos que difícilmente son accesibles en el mercado por su alto costo e inversión. El Factory IO nos permite trabajar con dichos equipos.

Se debe considerar las capacidades de los equipos en donde se van a instalar los diferentes softwares de simulación debido a las capacidades altas de almacenamiento y procesamiento.

La integración de equipos físicos y virtuales permite logra poner en funcionamiento lógicas de control de programación, como la detección de errores en la conectividad de los sensores implementados en las estaciones de producción.

Este tipo de desarrollo de investigación nos permite abrir un campo amplio donde estudiantes y profesionales puede lograr capacidades analíticas en el desarrollo de la lógica de programación de las estaciones.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- Altairano, I. S. (s.f.). *Control +*. Obtenido de Programacion Siemens: <https://www.suileraltamirano.com/5-lenguajes-programacion-tia-portal-contenido-de-valor>
- BRUNETE, A., SAN SEGUNDO, P., & HERRERO, R. (28 de Julio 2020). *INTRODUCCION A LA AUTOMATIZACION INDUSTRIAL*. MADRID: UNIVERSIDAD POLITECNICA DE MADRID. Obtenido de https://bookdown.org/alberto_brunete/intro_automatica/
- Carlos, A. (26 de marzo de 2018). *inteligy.blog*. Obtenido de <https://intelligy.com/blog/2018/03/26/que-utilizar-un-micro-controlador-o-un-PLC/>
- comunidad de electronicos*. (15 de 11 de 2019). Obtenido de <https://www.comunidadelectronicos.com/>
- IBERALT. (s.f.). *Iberalt automatización*. Recuperado el 21 de OCTUBRE de 2021, de <http://iberalter.es/automatizacion/>
- Kazmi, S. M. (2019). *METHODOLOGY FOR VALIDATING*. Tampere University, Finlandia.
- Lda., R. G. (s.f.). *Documentation Factory I/O*. Obtenido de <https://docs.factoryio.com/>
- Maicas, F. X. (29 de SEPTIEMBRE de 2020). *INESEM BUSINESS SCHOOL*. Obtenido de Puesta en marcha virtual de un almacén automatizado para paletización de dos tipos de cajas con transelevador con 42 estantes: <https://www.inesem.pe/articulos-investigacion/almacen-automatizado-paletizacion-cajas-transelevador>
- ManualsLib. (2021). Obtenido de <https://www.manualslib.es/manual/382273/Siemens-Simatic-S7-Plcsim-V16.html>
- Pomareta, D. P. (27 DE SEPTIEMBRE DE 2017). *INTRODUCCION A TIA PORTAL CON S7-1500*. UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE MADRID ETSIS DE TELECOMUNICACIÓN.
- Pozo, R. P. (2019). *Implementación de una herramienta virtual para la simulación de procesos industriales para los laboratorios de ingeniería en mantenimiento eléctrico*. IBARRA : UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE.

- Prada, J. R. (2018). *Automatización de una planta de almacenaje y almacenaje y distribución de mercancías usando Factory I/O y Codesys*. SEVILLA: Escuela Técnica Superior de Ingeniería - UNIVERSIDAD DE SEVILLA.
- ROBINSON E, F. G. (2003). *TUTORIAL BASICO PROGRAMACION PLC*. UNIVERSIDAD TECNOLOGICA DE BOLIVAR.
- SIEMENS . (2012). INICIACION A LA PROGRAMACION DE ALTO NIVEL CON S7-SCL Y SIMATIC S7. En S. SIMATIC, *MÓDULO TIA PORTAL 010-090* (pág. 30).
- SIEMENS. (2018). SIMATIC S7-1200. *SIAMTIC CONTROLLER*, 26.
- SIEMENS. (edición 09/2012). Documentación didáctica SCE automatización homogénea TIA PORTAL. En *Iniciación a la programación en lenguajes de alto nivel con S7-SCL y SIMATIC S7* (págs. 1-30). © Siemens AG 2012.
- Sirvent, S. J. (2018). *PROGRAMACIÓN DE UNA ALMACEN AUTOMÁTICO DE PALÉS*. VALENCIA - ESPAÑA: UNIVERSIDAD POLITECNICA DE VALENCIA.