

UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE



FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS APLICADAS

CARRERA DE INGENIERÍA EN MANTENIMIENTO ELÉCTRICO

**“IMPLEMENTACIÓN DE UNA HERRAMIENTA VIRTUAL PARA LA SIMULACIÓN
DE PROCESOS INDUSTRIALES PARA LOS LABORATORIOS DE INGENIERÍA
EN MANTENIMIENTO ELÉCTRICO”**

**PROYECTO PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE INGENIERÍA EN
MANTENIMIENTO ELÉCTRICO.**

Autor:

Romel Patricio Mera Pozo

DIRECTOR:

Eliana Carolina Ormeño Mejía

Ibarra, mayo 2019



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

BIBLIOTECA UNIVERSITARIA

AUTORIZACIÓN DE USO Y PUBLICACIÓN A FAVOR DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

1. IDENTIFICACIÓN DE LA OBRA

En cumplimiento del Art. 144 de la Ley de Educación Superior, hago la entrega del presente trabajo a la Universidad Técnica del Norte para que sea publicado en el Repositorio Digital Institucional, para lo cual pongo a disposición la siguiente información:

DATOS DE CONTACTO			
CÉDULA DE IDENTIDAD:	0401649579		
APELLIDOS Y NOMBRES:	Romel Patricio Mera Pozo		
DIRECCIÓN:	Ibarra,		
EMAIL:			
TELÉFONO FIJO:		TELÉFONO MÓVIL:	0996433943

DATOS DE LA OBRA	
TÍTULO:	“IMPLEMENTACIÓN DE UNA HERRAMIENTA VIRTUAL PARA LA SIMULACIÓN DE PROCESOS INDUSTRIALES PARA LOS LABORATORIOS DE INGENIERÍA EN MANTENIMIENTO ELÉCTRICO”
AUTOR:	Romel Patricio Mera Pozo
FECHA:	09/05/2019
PROGRAMA:	PREGRADO
TITULO POR EL QUE OPTA:	Ingeniero en Mantenimiento Eléctrico
DIRECTOR:	Magister Eliana Ormeño

2. CONSTANCIAS

El autor manifiesta que la obra objeto de la presente autorización es original y se la desarrollo sin violar derechos de autores de terceros, por lo tanto, la obra es original, y que es el titular de los derechos patrimoniales, por lo que asume la responsabilidad sobre el contenido de la misma y saldrá en defensa de la Universidad en caso de reclamación por parte de terceros.

Ibarra, a los 16 días del mes de Mayo del 2019



Firma

Nombre: Romel Patricio Mera Pozo

Cédula: 0401649579

DECLARACIÓN

Yo, **Romel Patricio Mera Pozo**, declaro bajo juramento que el trabajo aquí escrito es de mi autoría; que no ha sido previamente presentado para ningún grado o calificación profesional; y, que he consultado las referencias bibliográficas que se incluyen en este documento.

A través de la presente declaración cedo mis derechos de propiedad intelectual correspondientes a este trabajo, a la Universidad Técnica del Norte - Ibarra, según lo establecido por la Ley de Propiedad Intelectual, por su Reglamento y por la normativa institucional vigente.



Nombre: Romel Patricio Mera Pozo

Cédula: 0401649579

CERTIFICACIÓN

En calidad de tutor del trabajo de grado titulado: "IMPLEMENTACIÓN DE UNA HERRAMIENTA VIRTUAL PARA LA SIMULACIÓN DE PROCESOS INDUSTRIALES PARA LOS LABORATORIOS DE INGENIERÍA EN MANTENIMIENTO ELÉCTRICO", certifico que el presente trabajo fue desarrollado por el señor, bajo mi supervisión.



Msc. Eliana Ormeño

DIRECTOR DEL PROYECTO

AGRADECIMIENTO

En este pequeño espacio quiero expresar mi agradecimiento infinito a Dios, que me permitió cumplir con mi sueño.

También mi agradecimiento más profundo a mis padres por el apoyo incondicional que me brindaron durante mi formación universitaria. A mi esposa e hijas por el apoyo y paciencia que me brindó durante esta última etapa de este proyecto de estudio.

Romel Mera.

DEDICATORIA

El presente trabajo de tesis lo dedico principalmente a Dios, por ser el inspirador y darme la sabiduría y fuerza para continuar en este proceso de obtener uno de los anhelos más deseados.

A mis padres, por su apoyo moral en todos estos años, a mi esposa por ser mi soporte en los momentos más difíciles, ya que gracias a ustedes he logrado llegar hasta aquí y convertirme en lo que soy.

Romel Mera.

ÍNDICE GENERAL

AUTORIZACIÓN DE USO Y PUBLICACIÓN A FAVOR DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE.....	ii
1. IDENTIFICACIÓN DE LA OBRA	ii
2. CONSTANCIAS	iii
DECLARACIÓN	iv
CERTIFICACIÓN.....	v
AGRADECIMIENTO	vi
DEDICATORIA.....	vii
ÍNDICE GENERAL	viii
ÍNDICE DE ANEXOS.....	x
ÍNDICE DE FIGURAS.....	xi
ÍNDICE DE TABLAS.....	xv
RESUMEN.....	xvi
ABSTRACT.....	xvii
INTRODUCCIÓN	xviii
DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA	xviii
OBJETIVO GENERAL	xix
OBJETIVOS ESPECÍFICOS	xix
ANTECEDENTES.....	xix
JUSTIFICACIÓN	xxii
ALCANCE.....	xxiii
CAPÍTULO I.....	24
1. PRINCIPIOS BÁSICOS DEL SOFTWARE DE PROGRAMACIÓN Y SIMULACIÓN.....	24
1.1. SISTEMAS SCADA.....	24
1.2. TIA PORTAL V15	25
1.2.1. CARACTERÍSTICAS PRESENTES EN TIA PORTAL V15.....	25
1.3. FACTORY IO.....	27
1.3.1. COMPONENTES DEL FACTORY I/O	27
1.3.2. NAVEGACIÓN	29
1.4. INTOUCH.....	36
1.4.1. CARACTERÍSTICAS	37
1.4.2. REQUISITOS DEL SISTEMA	38
CAPÍTULO II	41
2. CONFIGURACIÓN DE TIA PORTAL V15, INTOUCH Y FACTORY I/O	41
2.1. CREACIÓN DEL PROYECTO EN TIA PORTAL V15	41
2.2. CONFIGURACIÓN DEL DISPOSITIVO	42
2.2.1. CREACIÓN DE UN PROGRAMA DE EJEMPLO	44
2.2.2. CARGAR EL PROGRAMA	46
2.2.3. COMPROBACIÓN DE FUNCIONAMIENTO.....	50
2.3. CONEXIÓN FACTORY I/O AL PLC	51
2.4. TUTORIAL INTOUCH.....	56
2.4.1. TUTORIAL KEPSERVER.....	56
2.5. CONFIGURACIÓN INTOUCH	65
CAPÍTULO III.....	72
3. DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DEL TABLERO DE PRÁCTICAS, ANÁLISIS DE COSTOS Y SIMULACIÓN DE LAS ESTACIONES DE PRÁCTICA.	72

3.1.	DISEÑO DEL TABLERO DE PRÁCTICAS	72
3.2.	CONSTRUCCIÓN DEL TABLERO DE PRÁCTICAS.....	73
3.3.	ESTRUCTURA DE SOPORTE DEL MÓDULO DE PRÁCTICAS.....	75
3.4.	ANÁLISIS DE COSTOS DEL PROYECTO.....	78
3.4.1.	COSTOS DIRECTOS DE IMPLEMENTACIÓN DEL PROYECTO	78
3.4.2.	COSTOS INDIRECTOS DE FABRICACIÓN	78
3.4.3.	COSTO TOTAL	79
3.5.	SIMULACIÓN DE LAS ESTACIONES DE PRÁCTICAS.....	79
3.6.	PRÁCTICA 1: CONTADOR DE CAJAS	80
3.7.	PRÁCTICA 2: CONTROL DE NIVEL ON/OFF	80
3.8.	PRÁCTICA 3: CONTEO Y EMPAQUETADO DE PRODUCTOS.....	81
3.9.	PRÁCTICA 4: SEMÁFORO	82
3.10.	PRÁCTICA 5: CLASIFICACIÓN DE CAJAS BASADA EN PESO	83
3.11.	PRÁCTICA 6: APLICACIÓN ROBOT XYZ.....	84
3.12.	PRÁCTICA 7: CLASIFICACIÓN BASADA EN COLOR.....	85
3.13.	PRÁCTICA 8: ALMACENAMIENTO DE PRODUCTOS	86
	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	87
	CONCLUSIONES	87
	RECOMENDACIONES.....	89
	BIBLIOGRAFÍA.....	90
	ANEXOS.....	92

ÍNDICE DE ANEXOS

ANEXO	DESCRIPCIÓN	PÁG.
NÚM.		
1	Contador de cajas	93
2	Control de nivel.....	102
3	Empaquetado.....	113
4	Semáforo	123
5	Clasificación de cajas basada en peso.....	131
6	Aplicación robot XYZ	143
7	Clasificación de cajas por color	157
8	Ordenador de cajas en un bastidor	167

ÍNDICE DE FIGURAS

FIGURA	DESCRIPCIÓN	PÁG.
NÚM.		
P.1	Diseño 3D de la banda transportadora	xx
P.2	Diagrama de bloques del proceso de empacado de solidos.....	xx
P.3	Esquema HIL del simulador del tanque de reacción con agitación continua.	xxi
P.4	Esquema de comunicación entre FACTORY I/O y TIA PORTAL	xxi
1.1	Esquematzación la función multiusuario en TIA Portal V15	26
1.2	Esquematzación de diagnóstico más eficiente en TIA Portal V15.....	26
1.3	Dispositivos disponibles en Factory I/O.....	28
1.4	Emisor de elementos en Factory I/O	28
1.5	Destructor de elementos en Factory I/O.....	29
1.6	Cámara orbital.....	30
1.7	Escenas implementadas en Factory I/O.....	33
1.8	Control manual en Factory I/O	35
1.9	Control automático en Factory I/O.....	36
1.10	Ejemplo de un SCADA implementado en INTOUCH	36
2.1	Inicio de TIA Portal V15.....	41
2.2	Crear proyecto en TIA Portal V15	41
2.3	Configuración en TIA Portal V15.....	42
2.4	Selección de controladores en TIA Portal V15	42
2.5	Código del modelo del PLC S7-1200	43
2.6	Versión del firmware en TIA Portal V15	43
2.7	Selección del PLC a programar en TIA Portal V15	44
2.8	Ventanas en TIA Portal V15.....	44
2.9	Comandos necesarios en TIA Portal V15	45
2.10	Instrucciones avanzadas en TIA Portal V15.....	45
2.11	Ejemplo de programación (KOP) en TIA Portal V15	46
2.12	Programación (KOP) en TIA Portal V15.....	46
2.13	Cargar programa de TIA Portal V15 al PLC S7-1200.....	47
2.14	Selección de red de comunicación y búsqueda de dispositivos accesibles	47
2.15	Seleccionar el dispositivo accesible y cargar el programa	48
2.16	Advertencia de la misma subred	48
2.17	IP asignada de la misma subred	48
2.18	Poner en stop el dispositivo para descargar el código	49
2.19	Aponer en run el PLC y finalizar.....	49
2.20	Visualizar en forma On-Line.....	50
2.21	Modo On-Line del programa.....	50
2.22	Visualización de marcas energizadas	51
2.23	Iniciación de Factory I/O.....	51
2.24	Selección de drivers en Factory I/O	52
2.25	Selección del PLC S7-1200 en Factory I/O	52
2.26	Diagrama del controlador disponible en Factory I/O para conectar y desconectar las entradas y salidas.....	53
2.27	Configuración de IP	54

2.28	Selección de cantidad de entradas y salidas analógicas y digitales	54
2.29	Entradas y salidas utilizadas en cada programa	55
2.30	Conexión establecida entre TIA Portal y Factory I/O.....	55
2.31	Tablero de control implementado en Factory I/O	56
2.32	Simulación en tiempo real de la escena implementada	56
2.33	Conexión establecida entre TIA Portal y Factory I/O.....	57
2.34	Conexión establecida entre TIA Portal y Factory I/O.....	57
2.35	Conexión establecida entre TIA Portal y Factory I/O.....	58
2.36	Conexión establecida entre TIA Portal y Factory I/O.....	58
2.37	Conexión establecida entre TIA Portal y Factory I/O.....	59
2.38	Conexión establecida entre TIA Portal y Factory I/O.....	59
2.39	Conexión establecida entre TIA Portal y Factory I/O.....	60
2.40	Conexión establecida entre TIA Portal y Factory I/O.....	60
2.41	Conexión establecida entre TIA Portal y Factory I/O.....	61
2.42	Conexión establecida entre TIA Portal y Factory I/O.....	61
2.43	Conexión establecida entre TIA Portal y Factory I/O.....	62
2.44	Conexión establecida entre TIA Portal y Factory I/O.....	62
2.45	Conexión establecida entre TIA Portal y Factory I/O.....	63
2.46	Conexión establecida entre TIA Portal y Factory I/O.....	63
2.47	Conexión establecida entre TIA Portal y Factory I/O.....	64
2.48	Conexión establecida entre TIA Portal y Factory I/O.....	64
2.49	Ventana de inicio de Intouch	65
2.50	Selección de un nuevo archivo.....	65
2.51	Elección de la ubicación del archivo a guardar	66
2.52	Nombrar el archivo	66
2.53	Nombrar la interfaz.....	67
2.54	Proyecto en blanco.....	67
2.55	Nombrar a la práctica	68
2.56	Diferentes tipos de luces implementadas en Intouch	68
2.57	Nombrar al elemento a insertar	69
2.58	Se define el nombre de la luz como inicio	69
2.59	Elegir el tipo de dato.....	69
2.60	Tipos de datos.....	70
2.61	Configuración de las variables OPC.....	70
2.62	Configuración del acceso al servidor OPC.....	71
3.1	Diseño del circuito	72
3.2	Base para montaje de elementos.....	73
4.3	Base pegado el adhesivo	74
3.4	Tablero eléctrico implementado	75
3.5	Flujograma de construcción de la estructura mecánica	77
3.4	Escena implementada en Factory I/O para el empaquetado de cajas	82
3.5	Escena implementada en Factory I/O para simular semáforos en una intersección de calles	83
3.6	Clasificación de cajas basadas en peso.....	83
3.7	Robot XYZ para simular un proceso	84
3.8	Clasificación de cajas de acuerdo a su color.....	85
3.9	Escena implementada en Factory I/O para el almacenamiento de cajas....	86
A1.1	Contador de cajas con banda transportadora.....	95
A1.2	Conexión de entradas y salidas.....	96
A1.3	Etiquetas de entradas y salidas en el PLC	96

A1.4	Inicio y detención del sistema.	97
A1.5	Conteo de cajas con flanco descendente.	97
A1.6	Interfaz de contadores	98
A1.7	Tipos de contadores en TIA PORTAL.....	98
A1.8	Ventana de llamada para configuración del contador	99
A1.9	Interfaz de visualización en Intouch	99
A1.10	Variables de comunicación Intouch	100
A2.1	Tanque para el control de nivel On/Off.	105
A2.2	Conexión de entradas y salidas.	106
A2.3	Etiquetas de entradas y salidas en el PLC	106
A2.4	Inicio y detención del sistema.	107
A2.5	Proceso para llenado del tanque.	108
A2.6	Proceso para vaciado del tanque.....	109
A2.7	Proceso para vaciado del tanque.....	110
A2.8	Interfaz de visualización de Intouch.	111
A2.9	Variables asignadas en Intouch.	112
A3.1	Proceso de conteo de cajas y paquetes.	116
A3.2	Control de mando de empaquetado.....	116
A3.3	Conexión de entradas y salidas.	117
A3.4	Etiquetas de entradas y salidas en el PLC	117
A3.5	Inicio y detención del sistema.	118
A3.6	Control de la Banda inicial.	118
A3.7	Conteo de paquetes con flanco descendente.	119
A3.8	Control de la Banda final.....	119
A3.9	Conteo de cajas por flanco descendente.	120
A3.10	Interfaz de visualización de Intouch.	120
A3.11	Variables asignadas en Intouch.	121
A4.1	Control de semáforos.....	126
A4.2	Conexión de entradas y salidas.	126
A4.3	Etiquetas de entradas y salidas en el PLC	127
A4.4	Activación de la luz verde del semáforo principal.	127
A4.5	Activación de la luz ámbar del semáforo principal.	128
A4.6	Activación de la luz roja del semáforo principal.	128
A4.7	Interfaz de visualización de Intouch.	129
A4.8	Variables asignadas en Intouch.	129
A5.1	Clasificación de cajas basadas en peso	134
A5.2	Tablero de control	134
A5.3	Conexión de entradas y salidas.	135
A5.4	Etiquetas de entradas y salidas en el PLC	135
A5.5	Inicio y detención del sistema.	136
A5.6	Control de inicio de la banda de pesaje.	136
A5.7	Control de detención de la banda de pesaje.....	137
A5.8	Proceso de selección de objeto Tipo 1.	137
A5.9	Proceso de selección de objeto Tipo 2.	138
A5.10	Proceso de selección de objeto Tipo 3.	138
A5.11	Condiciones de encendido de la banda transportadora.....	138
A5.12	Direccionamiento del producto Tipo 1.....	139
A5.13	Direccionamiento del producto Tipo 2.....	139
A5.14	Direccionamiento del producto Tipo 3.....	139
A5.15	Reinicio de las variables del sistema.	140

A5.16	Interfaz de visualización de Intouch.....	140
A5.17	Variables asignadas en Intouch.....	141
A6.1	Utilización del robot XYZ.....	146
A6.2	Tablero de control.....	147
A6.3	Conexión de entradas y salidas.....	147
A6.4	Etiquetas de entradas y salidas en el PLC.....	148
A6.5	Inicio y detención del sistema.....	148
A6.6	Reinicio de variables de la ubicación XYZ.....	149
A6.7	Control de la banda de rodillos de entrada.....	149
A6.8	Control de la banda transportadora de salida.....	149
A6.9	Detección de la base en posición correcta.....	150
A6.10	Detección de la caja en posición correcta.....	150
A6.11	Ubicación del robot XYZ para recolectar la caja.....	151
A6.12	Caja lista para ser recolectada.....	151
A6.13	Ubicación de la caja en la base de transporte.....	152
A6.14	Rotación de la caja en la base de transporte.....	152
A6.15	Rotación de la caja completa.....	153
A6.16	Inicio de la banda de rodillos de salida.....	153
A6.17	Conteo de cajas.....	154
A6.18	Inicio del movimiento de reinicio del eje Z.....	154
A6.19	Eje Z a llegado a su posición inicial.....	155
A6.20	Eje Z ha llegado a su posición inicial.....	155
A6.21	Eje Z ha llegado a su posición inicial.....	156
A7.1	Utilización módulo de clasificación.....	160
A7.2	Tablero de control.....	160
A7.3	Conexión de entradas y salidas.....	161
A7.4	Etiquetas de entradas y salidas en el PLC.....	161
A7.5	Inicio y detención del sistema.....	162
A7.6	Activación de la banda transportadora.....	162
A7.7	Detección del objeto dentro de la banda clasificadora.....	163
A7.8	Detección de un objeto Tipo 1.....	163
A7.9	Clasificación de un objeto Tipo 1.....	163
A7.10	Detección y clasificación de un objeto Tipo 2.....	164
A7.11	Detección y clasificación de un objeto Tipo 3.....	164
A7.12	Interfaz de visualización en Intouch.....	165
A7.13	Variables de comunicación Intouch.....	165
A8.1	Sistema de almacenamiento.....	170
A8.2	Tablero de control.....	170
A8.3	Conexión de entradas y salidas.....	171
A8.4	Etiquetas de entradas y salidas en el PLC.....	172
A8.5	Inicio y detención del sistema.....	173
A8.6	Inicio del sistema de almacenamiento.....	173
A8.7	Inicio de emisión de cajas.....	174
A8.8	Caja llegó a la base de carga.....	174
A8.9	Caja lista para ser almacenada.....	174
A8.10	Conteo del sistema de almacenamiento.....	175
A8.11	Posición inicial del sistema de almacenamiento.....	175
A8.12	Interfaz de visualización en Intouch.....	176
A8.13	Variables de comunicación Intouch.....	176

ÍNCIDE DE TABLAS

TABLA NÚM.	DESCRIPCIÓN	PÁG.
1.1	Navegación con la cámara de orbita en Factory I/O	30
1.2	Navegación con la cámara Fly en Factory I/O.....	31
1.3	Navegación con la cámara en primera persona en Factory I/O	32
1.4	Características necesarias para la instalación de Factory I/O.....	32
1.5	Diferentes métodos de comunicación de Factory I/O.....	34
1.6	Características necesarias para la instalación de InTouch	38
4.1	Simbología de la norma ASME para diagramas de flujo	76
4.2	Costos directos de fabricación	78
4.3	Costos indirectos de fabricación.....	78
4.4	Costo Total de la herramienta se simulación de procesos industriales	79
A1.1	Contador de cajas.....	94
A2.1	Control de nivel.....	103
A3.1	Empaquetado.....	114
A4.1	Semáforo	124
A5.1	Clasificación de cajas basada en peso	132
A6.1	Aplicación robot XYZ	144
A7.1	Clasificación de cajas por color.....	158
A8.1	Ordenador de cajas en un bastidor.....	168

RESUMEN

Este trabajo consiste en simular utilizando un software especializado, el comportamiento de varias estaciones de trabajo automatizadas, cuyo control se lleva a cabo mediante la programación a PLC. En estos últimos años, la aparición de nuevo software de simulación y las mejoras de los existentes, han permitido desarrollar entornos virtuales para estudiar el comportamiento de sistemas reales sin la necesidad de disponer de los elementos físicos que los componen. Dentro de estas aplicaciones se encuentra FACTORY I/O, enfocado especialmente al ámbito educativo. Este software permite disponer de componentes de automatización simuladas que ayudan a mejorar el aprendizaje y formación de los alumnos, que, de otro modo serían prácticamente imposibles de adquirir debido a su elevado costo. En primer lugar, se ha realizado una presentación del software utilizado tanto para la programación del PLC (TIA PORTAL) como para la simulación de las estaciones (FACTORY I/O), para conocer sus características principales y las ventajas que aportan. Posteriormente, se exponen distintos procedimientos de conexión y comunicación entre estos dos tipos de software que garantice la correcta simulación de las estaciones. En último lugar, se van explicando una a una las diferentes estaciones que se han diseñado, en las cuales se presenta una descripción de los objetivos de funcionamiento de cada estación; con los elementos de los cuales están formadas y su configuración. También se desarrolla el comportamiento secuencial de las mismas, mediante diagramas de flujo del funcionamiento y por último se incluye el proceso realizado en la programación del autómatas utilizando las diferentes direcciones de entrada, salida y marcas internas para que el comportamiento sea acorde a los objetivos de comportamiento de cada estación.

ABSTRACT

This work consists of simulating using a specialized software, the behavior of several automated work stations, whose control is carried out by programming to PLC. In recent years, the emergence of new simulation software and improvements to existing ones have allowed the development of virtual environments to study the behavior of real systems without the need to have the physical elements that make them up. Within these applications is FACTORY I / O, especially focused on the educational field. This software allows us to have simulated automation components that help improve learning and training of students, which otherwise would be practically impossible to acquire due to its high cost. First of all, a presentation of the software used for programming the PLC (TIA PORTAL) and for the simulation of the stations (FACTORY I / O) has been made, to know its main characteristics and the advantages that they bring to us. Subsequently, different connection and communication procedures are exposed between these two types of software that guarantee us the correct simulation of the stations. Lastly, the different stations that have been designed are explained one by one, in which a description of the operating objectives of each station is presented; with the elements of which they are formed and their configuration. The sequential behavior of the same ones is also developed, by means of flowcharts of the operation and finally the process carried out in the programming of the automaton is included using the different directions of entry, exit and internal marks so that the behavior is in accordance with the objectives of behavior of each station

INTRODUCCIÓN

DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA

En el ámbito de la automatización industrial, varias investigaciones han sido llevadas a cabo con la ayuda de software especializados, no obstante, la mayoría de ellas aun enfrentan el reto de mejorar o implementar entorse de simulación con efectos similares a la realidad, tales como, efecto de la gravedad, movimiento cámara, en fin, un escenario 3D.

En la actualidad, para llegar a automatizar un proceso industrial, el estudiante de la carrera de Ingeniería en Mantenimiento Eléctrico se ve limitado a la variedad y cantidad de dispositivos de entradas y salidas disponibles en los módulos didácticos de los laboratorios, así como también los elementos de control. Si se requiere realizar un HMI (Human Machine Interface) o SCADA (Supervisory Control And Data Acquisition), debe obtener hardware que se puedan comunicar entre sí, siendo este un limitante al momento de poner en práctica sus conocimientos. Para realizar esto es necesario adquirir diversos periféricos, software de aplicación, unidades remotas, sistemas de comunicación, etc., que le permitan tener acceso completo al proceso industrial que requiera automatizar, como son, control de nivel, temperatura, velocidad, peso, entre otros. Estos dispositivos aumentan los costos de implementación, sin tomar en cuenta que deben estar conectados en máquinas físicas implementadas para poder ver el comportamiento real del proceso a automatizar. Por esta razón, se propone la implementación de una herramienta virtual para la simulación de procesos industriales para los laboratorios de ingeniería en mantenimiento eléctrico, que permita ampliar la cantidad de prácticas que el estudiante pueda realizar con la ayuda del software Factory I/O que brinda simulación de errores y una interfaz lo más parecida a la realidad; el estudiante podrá obtener el conocimiento sin tener que implementar dicho proceso.

¿Ayuda la herramienta virtual de simulación de procesos industriales a complementar el aprendizaje de los estudiantes de la carrera de Ingeniería en Mantenimiento Eléctrico de la Universidad Técnica del Norte?

OBJETIVO GENERAL

Implementar una herramienta virtual para la simulación de procesos industriales para complementar el aprendizaje de los estudiantes de la carrera de Ingeniería en Mantenimiento Eléctrico de la Universidad Técnica del Norte.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Construir un tablero didáctico que permita el acceso a las entradas y salidas del PLC S7-1200 para adaptarlo a las prácticas.
- Implementar una interfaz en Intouch para el monitoreo en tiempo real de los procesos de automatización mediante la comunicación OPC entre SIEMENS e Intouch.
- Diseñar un manual de prácticas que tenga comunicación OPC entre Intouch / Factory I/O y S7-1200.

ANTECEDENTES

En esta sección se menciona estudios realizados referentes a simulación de procesos industriales planteados como módulos didácticos.

En el estudio realizado por (Vásconez & Carvajal, 2011), se implementa una banda transportadora encargada de simular un proceso continuo de transporte de latas de café. La construcción en su totalidad es de aluminio didáctico perfilado, es un sistema modular, pues permite la adición de procesos y estaciones de control en la misma, se ha utilizado cilindros neumáticos para el desplazamiento transversal del producto.

Un Controlador Lógico Programable (PLC) se encarga de automatizar la parte mecánica del proceso, mientras que la parte de control es monitoreada a través de LabView. Este proceso es de gran utilidad al momento de adquirir nuevos conocimientos, pero al ser implementado de forma física, la adquisición de todos sus componentes, sensores y actuadores conlleva a que se encarezca el prototipo. Además, el sistema está limitado a la simulación de un solo proceso.

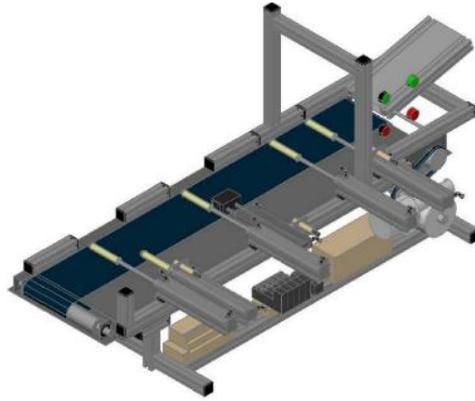


Figura P.1 Diseño 3D de la banda transportadora

Fuente: (Vásconez & Carvajal, 2011)

En el trabajo realizado por (Núñez Núñez & Sisa Amaguaña, 2011) plantean la implementación de un módulo didáctico para simular el proceso de empaqueo de sólidos. Para ello realizan una estructura de aluminio, que consta de sensores magnéticos, capacitivos y fotoeléctricos, posee cilindros neumáticos lineales activados por electroválvulas y otros elementos que fueron ubicados de manera experimental en la estructura. Para el control de estos dispositivos se utilizó un Controlador Lógico Programable (PLC) utilizando el método Grafset.

Este sistema es muy eficiente, pero para poder simular el proceso industrial se debe adquirir todos los sensores y actuadores así también de disponer de materia prima para poder realizar de una forma más verídica el proceso, encareciendo el módulo, así también el que este limitado a solo ese tipo de practicas

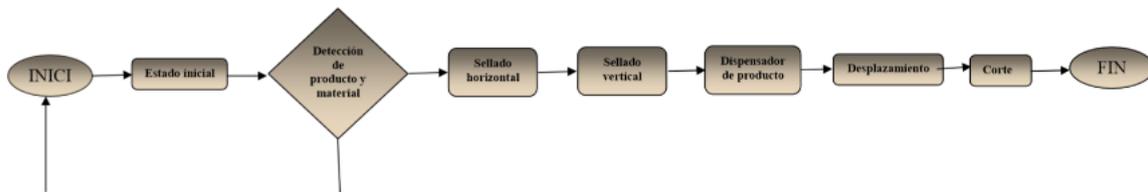


Figura P.2 Diagrama de bloques del proceso de empaqueo de solidos

Fuente: (Núñez Núñez & Sisa Amaguaña, 2011)

Así también se puedecitar a (D'Artenay Bermudez, 2015) en el cual realiza la simulación de un proceso de esterilización por vapor de agua (proceso discreto) y la de un tanque de reacción con agitación continua (proceso continuo). El componente

real es controlado con un PLC y como componente virtual son las plantas propiamente dichas simuladas en un computador a través del software Easy Java Simulations. Estas simulaciones son llevadas a prácticas de laboratorio en donde los estudiantes ejercen control sobre las plantas simuladas mediante el PLC, aproximándolos a una experiencia de industria real, de esta forma estas simulaciones se convierten en una herramienta de enseñanza-aprendizaje en los tópicos de control lógico y de control regulatorio de procesos industriales.

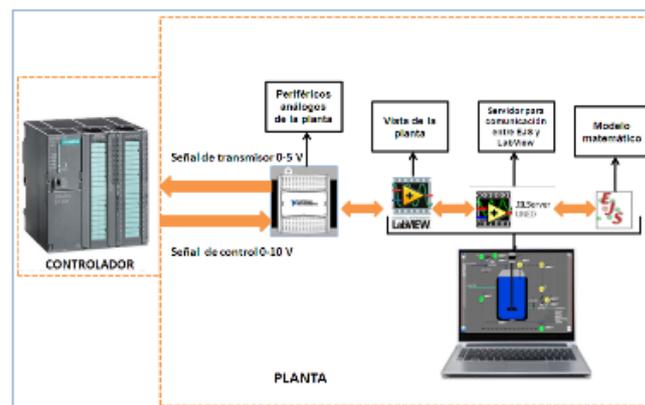


Figura P.3 Esquema HIL del simulador del tanque de reacción con agitación continua.

Fuente: (D'Artenay Bermudez, 2015)

La aparición en el mercado en estos últimos años de nuevo software de simulación hacen posible que se plantee nuevos métodos de enseñanza – aprendizaje como es el estudio planteado por (Núñez Núñez & Sisa Amaguaña, 2011), que proponen realizar varias estaciones de trabajo para proceso de enseñanza aprendizaje con la utilización de software de simulación.

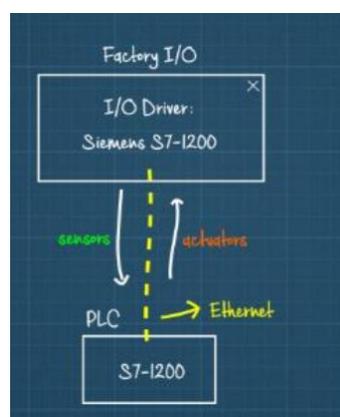


Figura P.4 Esquema de comunicación entre FACTORY I/O y TIA PORTAL

Fuente: (Núñez Núñez & Sisa Amaguaña, 2011)

JUSTIFICACIÓN

El presente trabajo tiene un gran impacto en los estudiantes de la carrera de Ingeniería en Mantenimiento Eléctrico, ya que permitirá fortalecer los conocimientos teóricos adquiridos en el aula mediante la práctica dentro en un entorno seguro de simulación de tareas de control en escenarios realistas ya establecidos, o a su vez, creados de acuerdo con las necesidades de los estudiantes en el software Factory I/O. Todos estos procesos industriales se podrán monitorear y controlar en tiempo real desde Intouch consolidando así los conocimientos teóricos – prácticos del estudiante.

La implementación de este sistema será un aporte tecnológico en beneficio de los estudiantes de la facultad, siendo una herramienta que permitirá al estudiante realizar sus propias aplicaciones de control y automatización. También será una herramienta útil para los docentes que dictan estas materias como un apoyo en las clases, ya que las nuevas generaciones deben estar capacitadas en diversos aspectos que complementen su formación académica y más aún si se lo realiza de una forma económica.

El software permitirá al estudiante elegir entre 80 dispositivos industriales virtuales para implementar su propio entorno industrial para realizar prácticas de control y automatización, ya que disponerlos en forma física conlleva a tener que invertir una gran cantidad de dinero.

ALCANCE

Se propone un recurso virtual para mejorar el material pedagógico mediante un manual de prácticas, el presente proyecto intenta aportar una evolución en el sistema educativo brindando un módulo didáctico orientado a prácticas de automatización; consta de un tablero de prácticas controlado por un PLC S7-1200 el cual será de fácil acceso para los estudiantes, teniendo disponibles las entradas y salidas del controlador en las que puedan conectar, en caso de ser necesario, sensores y actuadores.

El sistema contará con una interfaz 3D de manejo intuitivo y de fácil conexión con los dispositivos físicos para realizar simulaciones industriales en tiempo real y sin peligro para el estudiante.

CAPÍTULO I

1. PRINCIPIOS BÁSICOS DEL SOFTWARE DE PROGRAMACIÓN Y SIMULACIÓN

En esta sección se hablará del software utilizado para el desarrollo del proyecto.

1.1. SISTEMAS SCADA

En los años setenta empezó la aparición de una nueva generación de autómatas de la mano de fabricantes de equipos eléctricos como Siemens, Square-D o Allen-Bradley, quienes implementaron autómatas capaces de controlar grandes cantidades de entradas y salidas, ideales para industrias tales como la automoción, pero con el inconveniente de tener dispositivos grandes, pesados y muy caros. Estos controles estaban diseñados para soportar las condiciones más severas por lo que los entornos de trabajo no eran amigables.

En los años ochenta continuó la evolución de la electrónica ayudando a la reducción de los componentes, permitiendo realizar una disminución progresiva de tamaño, peso y coste en todos los niveles industriales de control, dando resultado la introducción los micro PLC, los cuales permitían realizar controles modulares que se adaptaban a las necesidades del momento y venían provistos ahora de sistemas de programación genéricos (ladder o escalera), lo que les deparó un éxito inmediato en todo el ámbito industrial.

Cualquier control de un sistema, grande o pequeño, tiene la necesidad de visualizar la información de su funcionamiento, proporcionando cada vez la visualización de variables de proceso con mayor complejidad de una manera amigable con el usuario además de permitir el control a distancia de la estación desde cualquier parte del mundo.

La introducción de sistemas SCADA (Supervisory Control And Data Acquisition) tuvo su inicio en los años noventa, y se lo define a cualquier software que permita el acceso

a datos remotos de un proceso y permita, utilizando las herramientas de comunicación necesarias en cada caso, el control del mismo (Penin, 2007).

1.2. TIA PORTAL V15

TIA Portal es el innovador sistema de ingeniería que permite configurar de forma intuitiva y eficiente todos los procesos de planificación y producción. Conviene por su funcionalidad probada y por ofrecer un entorno de ingeniería unificado para todas las tareas de control, visualización y accionamiento (Siemens, 2018).

Ahora también es compatible con llamadas de método con la nueva versión de firmware 2.5 además de llamadas al servidor OPC UA. Esto permite comunicaciones estandarizadas e integradas horizontal y verticalmente dentro las máquinas y plantas y también a los niveles MES / SCADA / IT (Siemens, 2017).

1.2.1. CARACTERÍSTICAS PRESENTES EN TIA PORTAL V15

- **INGENIERÍA MULTIUSUARIO.**

El trabajo en equipo en TIA Portal con la ingeniería multiusuario se vuelve aún más fácil de usar porque los objetos modificados son ahora marcados automáticamente, haciéndolo posible trabajar en modo fuera de línea. La gestión de cambios ampliada (como el historial de cambios, los comentarios de los usuarios para cambios) permite optimizar la sincronización basada en el sistema de cambios en el equipo.



Figura 1.1 Esquemática de la función multiusuario en TIA Portal V15

Fuente: (Siemens, 2017)

- **MEJORAS EN DIAGNÓSTICO.**

El diagnóstico eficiente de máquinas y plantas con Simatic ProDiag ha sido ampliado con la supervisión de módulos a prueba de fallos. La identificación del primer operando defectuoso también es nueva. Cuando se combina con el S7 Graph Control en Simatic WinCC, los usuarios pueden hacer diagnósticos aún más eficientes de procesos de máquina y aplicaciones de fallos en el panel de operador HMI directamente en la máquina.



Figura 1.2 Esquemática de diagnóstico más eficiente en TIA Portal V15

Fuente: (Siemens, 2017)

Funciones disponibles con TIA Portal Multiuser Engineering V15:(Siemens, 2017)

- Marcado automático de objetos multiuso
- Trabajo fuera de línea posible con ingeniería multiusuario
- Funciones mejoradas de registro y comentarios
- Servidor de proyectos con historial ampliado de revisiones y funciones de recuperación
- Plataforma multifuncional para integración de aplicaciones C / C ++.
- Control de cinemática 2D a 4D.
- Integración del servo multieje con el convertidor Sinamics S120.
- Test de Aceptación de seguridad guiada para el convertidor Sinamics G120.
- Nuevas funciones en Simocode ES, incluyendo funciones de ingeniería masiva, un asistente de parámetros, y el Interfaz TIA Portal Openness utilizada para la importación / exportación de funciones.

1.3. FACTORY IO

Es una simulación de fábrica 3D para aprender tecnologías de automatización. Diseñado para ser fácil de usar, permite construir rápidamente una fábrica virtual utilizando una selección de piezas industriales comunes. FACTORY I/O también incluye muchas escenas inspiradas en aplicaciones industriales típicas, desde niveles de dificultad para principiantes hasta avanzados.

El escenario más común es usar FACTORY I/O como una plataforma de capacitación de PLC, ya que PLC son los controladores más comunes que se encuentran en aplicaciones industriales. Sin embargo, también se puede usar con microcontroladores, SoftPLC, Modbus, entre muchas otras tecnologías («FACTORY I / O», 2018).

1.3.1. COMPONENTES DEL FACTORY I/O

Factory proporciona una colección de piezas basadas en los equipos industriales más comunes. Estas partes están organizadas en ocho categorías: artículos, piezas de carga pesada, piezas de carga ligera, sensores, operadores, estaciones, dispositivos

de advertencia y pasillos. En la figura 1.3 se puede observar algunos equipos disponibles en Factory I/O para su uso y simulación.



Figura 1.3 Dispositivos disponibles en Factory I/O

Fuente: («FACTORY I / O», 2018)

Entre los componentes también se han incluidos elementos básicos para la generación y destrucción de las diferentes piezas que atraviesan el proceso. Las características básicas de estos elementos se describen a continuación:

- **Emisor**

Emite un elemento para ser utilizado en una escena. Mientras un elemento todavía está dentro del volumen del emisor, no se emiten más elementos. Se puede configurar la parte o la base a emitir, el tiempo entre emisiones, el número de elementos a emitir y si se debe tener en cuenta o no la posición y orientación.

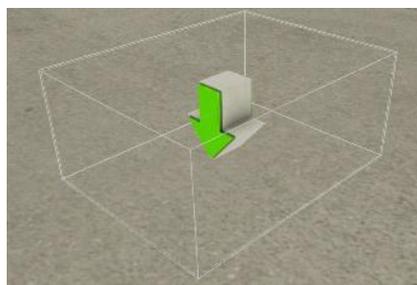


Figura 1.4 Emisor de elementos en Factory I/O

Fuente: Propia

- **Eliminador**

Elimina uno o más artículos de la escena cuando intersecan el volumen del eliminador, en la figura 1.5 se puede observar dicho eliminador.

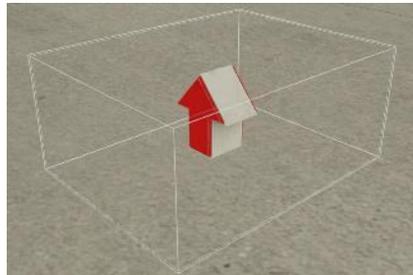


Figura 1.5 Destructor de elementos en Factory I/O

Fuente: Propia

1.3.2. NAVEGACIÓN

Uso de los elementos clave en FACTORY I/O son las cámaras para la navegación en las escenas. Se utilizan al navegar en el espacio tridimensional, editar y crear escenas, interactuar con partes, etc.

Hay tres tipos diferentes de cámaras: Órbita, Volar y Primera persona. Cada cámara es apropiada para ciertas tareas, y se seleccionan según las acciones a realizar. Se puede alternar entre las diferentes cámaras especificadas a continuación.

- **Cámara de órbita**

La cámara Órbita fue diseñada para facilitar las acciones de edición, convirtiéndose así en la más apropiada al crear escenas. Esta cámara funciona girando alrededor de un punto de interés marcado en color blanco que se establece haciendo doble clic izquierdo en una ubicación cualquiera o pieza de la escena. Cuando se utiliza el enfoque automático de la cámara, el punto de interés se establece automáticamente en el centro de la pieza cada vez que se mueve una parte (o selección de partes). En este caso, puede mantener el punto de interés en la posición original manteniendo presionado el botón de la izquierda.

Una vez que se define el punto de interés, gira la cámara alrededor de él sosteniendo el RMB y arrastrando el mouse. Las nuevas partes arrastradas desde la Paleta se

crean a la altura definida por este punto, a excepción de las partes que normalmente se colocan en el piso, como cintas transportadoras, estaciones, etc.

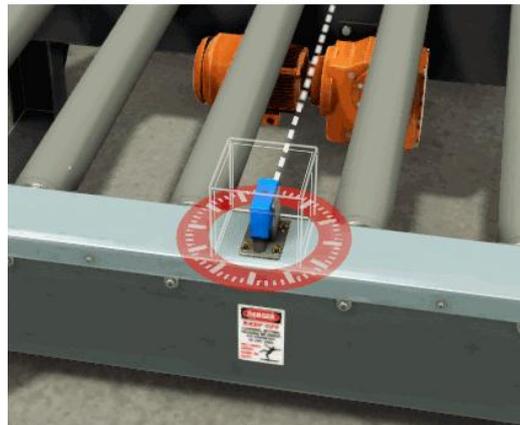


Figura 1.6 Cámara orbital

Fuente: («FACTORY I / O», 2018)

En la tabla 1.1 se detalla los accesos rápidos y el funcionamiento de la cámara orbita

Tabla 1.1 Navegación con la cámara de orbita en Factory I/O

Controlar	Acción
Doble LMB	Establece el punto de interés de la cámara. La cámara girará alrededor de este punto y las partes se colocarán a esta altura
RMB + arrastre	Gira la cámara alrededor del punto de interés.
MMB + arrastre	Traduce la cámara horizontalmente.
Rueda de ratón	Acerca la cámara hacia adentro y hacia afuera.
Retroceso	Restablece la cámara a la posición y rotación predeterminadas.
W Arriba	Se mueve hacia adelante.
S Abajo	Se mueve hacia atrás.
D Derecha	Se mueve a la derecha
A Izquierda	Mueve a la izquierda.

Fuente: («FACTORY I / O», 2018)

- **Cámara Fly**

La cámara Fly se usa para moverse libremente en el espacio 3D. Esta cámara colisiona con las partes de la escena, pero los sensores no la detectan.

En la 1.2 se muestra acceso directo para el funcionamiento de la cámara de sobrevolado.

Tabla 1.2 Navegación con la cámara Fly en Factory I/O

Controlar	Acción
Doble LMB	Mira la cámara hacia donde apunta el cursor del mouse.
MMB + arrastre	Gira la cámara.
Rueda de ratón	Traduce la cámara verticalmente.
LMB +RMB	Mueve la cámara hacia adelante.
W Arriba	Se mueve hacia adelante.
S Abajo	Se mueve hacia atrás.
D Derecha	Se mueve a la derecha
A Izquierda	Mueve a la izquierda.

Fuente: («FACTORY I / O», 2018)

- **Cámara en primera persona**

La cámara en primera persona representa una persona de 1,8 m (~ 5,9 pies) de altura. Se debe usar al simular a una persona en una fábrica. Choca con partes de la escena, pero no es detectado por los sensores.

En la tabla 1.3 se detalla los accesos rápidos y el funcionamiento de la cámara en primera persona.

Tabla 1.3 Navegación con la cámara en primera persona en Factory I/O

Controlar	Acción
Doble LMB	Mira la cámara hacia donde apunta el cursor del mouse.
RMB + arrastre	Gira la cámara.
LMB +RMB	Mueve la cámara hacia delante
W	Se mueve hacia adelante.
S	Se mueve hacia atrás.
A	Se mueve a la izquierda.
D	Se mueve a la derecha.
Espacio	Salta

Fuente: («FACTORY I / O», 2018)

- **Requisitos del sistema**

En la tabla 1.4 se detallan las características mínimas que debe tener el ordenador para la instalación y correcto funcionamiento del software Factory I/O.

Tabla 1.4 Características necesarias para la instalación de Factory I/O

Sistema operativo	Windows Vista o superior
Procesador	Intel Core 2 Duo a 2Ghz, o AMD Athlon 64 x2 2Ghz o superior.
Memoria	1Gb.
Espacio en disco duro	600Mb.
Video	Tarjetas NVIDIA desde 2007 (serie GeForce 8), tarjetas AMD desde 2007 (serie Radeon 2xxx), tarjetas Intel desde 2008 (GMA 4500); soporte para shader modelo 2.0 o superior.
Sonido	Tarjeta de sonido compatible con DirectX.
Otro	NET Framework 4.5.

Fuente: («System Requirements - FACTORY I/O», 2017)

- **ESCENAS**

FACTORY I/O incluye una lista de escenas listas para usar, inspiradas en aplicaciones industriales típicas. Estas escenas van desde niveles de dificultad para principiantes hasta avanzados. En la figura 1.7 se puede observar escenas implementadas.

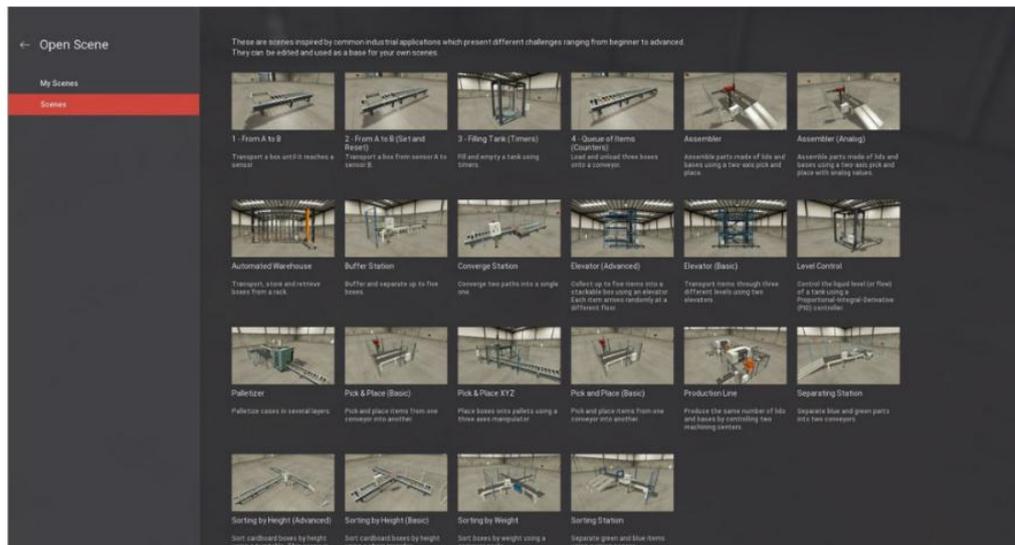


Figura 1.7 Escenas implementadas en Factory I/O

Fuente: («FACTORY I / O», 2018)

- **CONTROLADORES**

Un controlador de E/S es una función incorporada de FACTORY I/O responsable de "hablar" con un controlador externo. FACTORY I/O incluye muchos controladores de E/S, cada uno destinado a ser utilizado con una tecnología específica. En la tabla 1.5 se muestra los diferentes tipos de elementos de control que se puede comunicar Factory I/O

Tabla 1.5 Diferentes métodos de comunicación de Factory I/O

Conductor	Descripción
Advantech USB 4750 y USB 4704	Interfaz para tarjetas de interfaz Advantech USB 4750 y 4704.
Allen-Bradley Logix5000	Conexión Ethernet a Allen-Bradley ControlLogix, CompactLogix o SoftLogix PAC.
Allen-Bradley Micr0800	Conexión Ethernet al PLC Allen-Bradley Micr0800.
Allen-Bradley MicroLogix	Conexión Ethernet al PLC MicroLogix de Allen-Bradley.
Allen-Bradley SLC 5/05	Conexión Ethernet al PLC SLC-5/05 de Allen-Bradley.
Servidor Automgen	Interfaz para Automgen a través de un servidor TCP / IP.
Control I/O	Interfaz para CONTROL I / O: un SoftPLC independiente de la marca, diseñado desde cero para FACTORY I / O.
MHI	Interfaz para el software WinPLC-Engine y WinSPS-S7.
Servidor Modbus TCP / IP	Implementa un cliente Modbus TCP / IR
Servidor Modbus TCP / IP	Implementa un servidor Modbus TCP / IR
Acceso de datos del cliente OPC	Implementa un acceso a datos de cliente OPC.
Siemens LOGO!	Conexión Ethernet a Siemens LOGO! Módulo lógico.
Siemens S7-200 / 300/400	Conexión Ethernet al PLC S7Q00 / S7-200 SMART / 300/400 de Siemens.
Siemens S7-1200 /1500	Conexión Ethernet al PLC Siemens S7-1200 / 1500.
Siemens S7-PLCSIM	Interfaz para Siemens S7-PLCSIM.

Fuente: («System Requirements - FACTORY I/O», 2017)

- **CONTROL MANUAL**

Antes de controlar una escena con un controlador externo (un PLC, por ejemplo), se recomienda probarlo manualmente. De esta manera, puede asegurarse de que el diseño de la escena funcione como se espera.

Cualquier parte que sea un sensor o actuador tiene al menos una etiqueta. Las etiquetas están hechas de un nombre y un valor y pueden ser de dos tipos diferentes: etiquetas de sensores y etiquetas de actuadores. Pueden contener tres tipos de datos diferentes: Boolean para valores on/off, Float para valores analógicos (números reales) e Integer para datos numéricos.

Los valores de los componentes de entrada y salida se pueden forzar en cualquier momento, lo que le permite desempeñar la función del controlador. En la figura 1.8 se puede observar en letras azules que el dispositivo está forzado y está operando de forma manual.

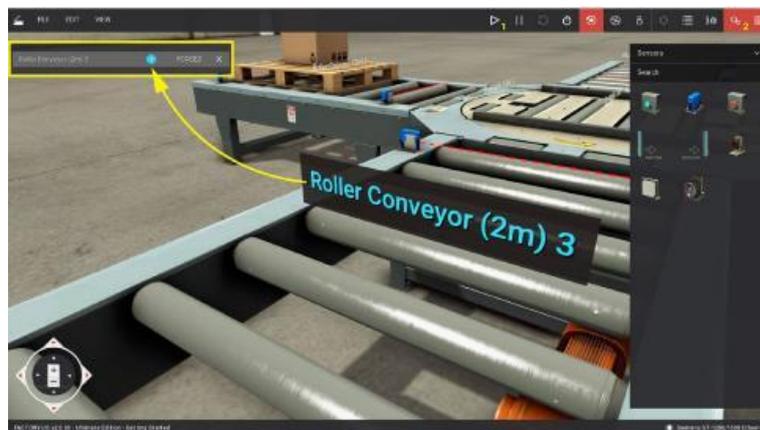


Figura 1.8 Control manual en Factory I/O

Fuente: («FACTORY I / O», 2018)

- **CONTROL AUTOMÁTICO**

Cuando ya se haya creado la escena de trabajo, o a su vez abierto una que ya esté prediseñada en Factory I/O, es hora de controlarla con un PLC.

En el control automático las entradas y las salidas se comportan de acuerdo con la programación realizada en el PLC.

En la figura 1.9 se muestra la ventana con un visto en verde que señala que la conexión es correcta con el elemento de control, en este caso con un PLC Siemens S7-1200.



Figura 1.9 Control automático en Factory I/O

Fuente: («FACTORY I / O», 2018)

1.4. INTOUCH

Wonderware InTouch es la Interfaz Hombre-Máquina (HMI) y software de visualización de procesos más avanzado y conocido en el mundo. Ofrece una innovación de primer nivel, gráficos brillantes, la máxima facilidad de uso y una conectividad inigualable. InTouch es sencillamente la tecnología gráfica más sofisticada y el producto más intuitivo del mercado para visualización de procesos.(«Wonderware InTouch HMI Software - Características - WonderWare», 2018)



Figura 1.10 Ejemplo de un SCADA implementado en INTOUCH

Fuente: («Wonderware InTouch HMI Software - Características - WonderWare», 2018)

InTouch lleva más de 30 años realizando innovadores avances visuales y tecnológicos ayudando a mejorar la capacidad de comprensión del historial del proceso, además de ofrecer niveles inigualables de claridad, coherencia y significado a los datos integrados.

1.4.1. CARACTERÍSTICAS

- **Evaluación de la situación para mayor efectividad del operario**

InTouch proporciona una biblioteca que contiene un conjunto superior de bloques funcionales para visualización dinámica de procesos, permitiendo a los operarios centrarse en el contenido más útil, resolver problemas y minimizar la distracción y la fatiga, dando como resultado menos interrupciones y menos tiempo de inactividad, además de una mayor concentración en mejorar las prestaciones, en la seguridad y en el control de costes («FACTORY I / O», 2018).

- **Visualización accesible desde cualquier lugar**

El HMI permite a los usuarios eventuales y remotos de Web HMI y SCADA móvil ver y controlar los datos de las operaciones de la planta en tiempo real mediante un navegador web seguro desde prácticamente cualquier dispositivo “inteligente” como tablets y smartphones («FACTORY I / O», 2018).

- **Potente y sofisticado**

Wonderware InTouch ofrece opciones de virtualización reciente de Microsoft®, Hyper-V y VMware los cuales permiten reducir los costes de hardware. InTouch aprovecha Hyper-V y VMware para implementar aplicaciones HMI redundantes localmente o en un lugar remoto para una alta disponibilidad más rentable y opciones de recuperación de desastres («FACTORY I / O», 2018).

- **Biblioteca de símbolos lista para usar**

InTouch viene equipado con una completa biblioteca con más de 500 símbolos gráficos ArcestrA diseñados de manera profesional además de carátulas

previamente construidas y comprobadas, InTouch proporciona el acceso al modo “arrastrar y soltar” a componentes de ingeniería previamente construidos, reduciendo los costes de ingeniería y permitiendo desarrollar de forma rápida y sencilla vistas gráficas a medida de sus procesos en tiempo real («FACTORY I / O», 2018).

- **Versátil y ampliable**

InTouch es un HMI abierto y ampliable con animación gráfica intuitiva y capacidades de scripting que aportan una increíble potencia y flexibilidad a los diseñadores de aplicaciones. InTouch ofrece la posibilidad de utilizar gráficos vectoriales, gráficos bitmap, símbolos de bibliotecas, controles .NET y controles ActiveX existentes («FACTORY I / O», 2018).

1.4.2. REQUISITOS DEL SISTEMA

En la tabla 1.6 se detalla los requisitos que necesita tener el ordenador para el debido funcionamiento de Intouch.

Tabla 1.6 Características necesarias para la instalación de InTouch

Requisitos	Características
Sistema – SO del cliente:	Microsoft® Windows® 7 SP1 y 8 Embedded (32 bit) [Windows 7.1 SP 1 Embedded debe utilizar Application Compatibility Template. Windows 8 Embedded debe utilizar la imagen completa con todos los módulos]. Microsoft Windows 7 SP1 Professional, Enterprise, Ultimate (32/64 bit). Microsoft Windows 8, 8.1 y 10 Professional y Enterprise (32/64 bit).
Sistema – SO del servidor:	Microsoft Windows 2008 R2 SP1 Standard y Enterprise (32/64-bit). Microsoft Windows 2008 R2 SP1, 2012 y 2012 R2 Embedded (32/64-bit). Microsoft Windows Server 2012 y 2012 R2 Standard y Data Center (32/64-bit).

Requisitos	Características
Sistema de servidor de Microsoft SQL:	<p>Microsoft SQL 2008 SP3 Express (solo 32 bit), Standard y Enterprise (32/64 bit).</p> <p>Microsoft SQL 2008 R2, 2008 R2 SP1 y 2008 R2 SP2 Express (solo 32 bit), Standard y Enterprise (32/64 bit).</p> <p>Microsoft SQL 2008 R2 SP3 Express, Standard y Enterprise (32/64 bit).</p> <p>Microsoft SQL 2012, 2012 SP1 and 2012 SP2 Express, Standard y Enterprise (32/64-bit).</p> <p>Microsoft SQL 2014 Express (32-bit only), Standard y Enterprise(32/64-bit).</p> <p>Microsoft SQL 2014 SP1 Express, Standard y Enterprise(32/64-bit).</p>
Sistema de Microsoft .Net Framework:	<p>Microsoft .Net Framework 4.5.1, 4.5.2, y 4.6.</p>
Soporte de virtualización	<p>Hyper-V® (basado en la versión del SO compatible).</p> <p>VMWare® vSphere 5.0 y 6.0.</p> <p>VMWare Workstation 7.x a 11.x.</p>
Cumplimiento de normativas y soporte	<p>Soporte para seguridad integrada de Microsoft, Active Directory y tecnología SmartCard.</p> <p>Riesgo reducido de intervención y cambios no autorizados en el sistema.</p> <p>En sectores regulados y validados, las aplicaciones de InTouch le ayudan a cumplir los requisitos de seguridad más exigentes, como FDA 21 CFR Parte 11.</p>
Independencia y conectividad del hardware	<p>Amplia gama variedad de opciones de comunicación para las principales marcas de PLC.</p> <p>Compatible con la tecnología OPC UA (OLE for Process Control Unified Architecture).</p> <p>Ofrece el medio para conectarse cualquier servidor OPC UA de terceros.</p>

Requisitos	Características
	<p>Se conecta a centenares de I/O y servidores OPC disponibles, y el toolkit de Wonderware DA Server le permite crear servidores de datos especializados de forma sencilla si es necesario.</p> <p>Ofrece conectividad a la gama más diversa de servidores de integración de dispositivos.</p>
Despliegue de aplicaciones remotas	<p>Compatible con Microsoft Remote Desktop Services.</p> <p>Gestión centralizada de aplicaciones mediante el entorno de desarrollo integrado (Integrated Development Environment, IDE) de Wonderware.</p>
Soporte multilingüe	<p>Permite el desarrollo de aplicaciones en diferentes idiomas, entre ellos inglés, francés, alemán, español, japonés y chino simplificado.</p> <p>Permite pasar de inglés a otro idioma en el tiempo de ejecución.</p>

Fuente: («Wonderware InTouch HMI Software - Características - WonderWare», 2018)

CAPÍTULO II

2. CONFIGURACIÓN DE TIA PORTAL V15, INTOUCH Y FACTORY I/O

En este capítulo se expondrá la configuración y uso de TIA PORTAL V15, INTOUCH y Factory I/O, además de la grabación de programas en el PLC.

2.1. CREACIÓN DEL PROYECTO EN TIA PORTAL V15

Se inicia TIA PORTAL V15 mediante el menú inicio o un acceso directo en el escritorio, se esperó a que se cargue el software.

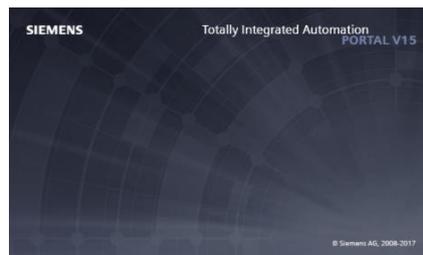


Figura 2.1 Inicio de TIA Portal V15

Fuente: Propia

Aparece la ventana principal de TIA PORTAL V15, en la cual se pulsó la opción “Crear proyecto”, esto permitirá introducir las propiedades del proyecto (Nombre del proyecto, Ruta, Versión, Autor y Comentarios) en el panel ubicado en la derecha de la ventana, tal como se puede observar en la figura 2.2.

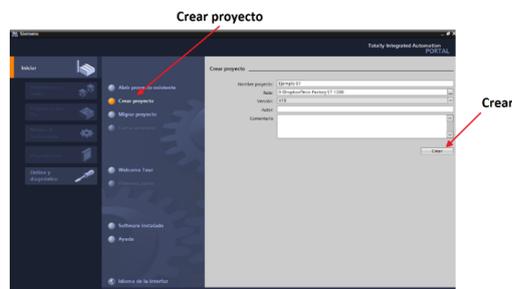


Figura 2.2 Crear proyecto en TIA Portal V15

Fuente: Propia

Se pulsó en el botón “Crear” y al cabo de use pocos segundos el proyecto estará creado en la ruta especificada.

2.2. CONFIGURACIÓN DEL DISPOSITIVO

El siguiente paso es configurar el dispositivo, para esto en la ventana denominada “Vista del proyecto” se pulsa en la opción “Configurar un dispositivo” en la parte derecha del panel.

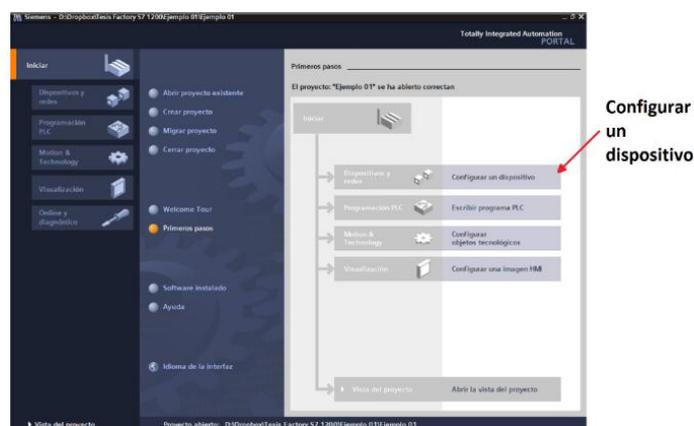


Figura 2.3 Configuración en TIA Portal V15

Fuente: Propia

En la siguiente ventana se pulsa en la opción “Controladores” la cual despliega una lista con todos los posibles dispositivos a los que puede conectarse.

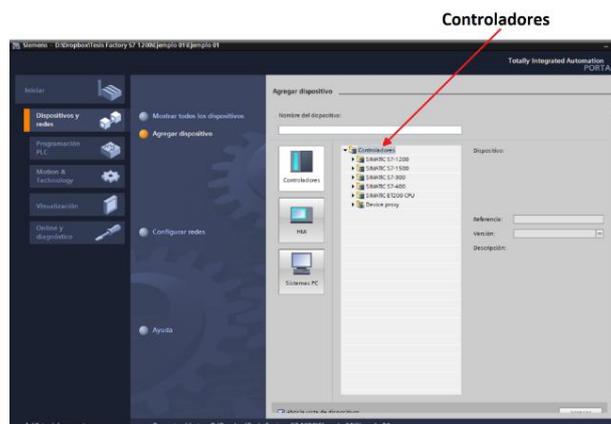


Figura 2.4 Selección de controladores en TIA Portal V15

Fuente: Propia

El modelo del controlador lo se puede encontrar en el lateral derecho del dispositivo físico como lo muestra la figura 2.5, el dispositivo es el “SISMATIC S7-1200” de modelo “CPU 1212C AC/DC/RLY” y con el código de modelo “6ES7 212-1BE40-0XB0”.



Figura 2.5 Código del modelo del PLC S7-1200

Fuente: Propia

Una vez determinado el modelo del dispositivo se selecciona de las listas desplegables como se muestra en la figura 2.6, la versión de firmware del dispositivo es “V4.0”.

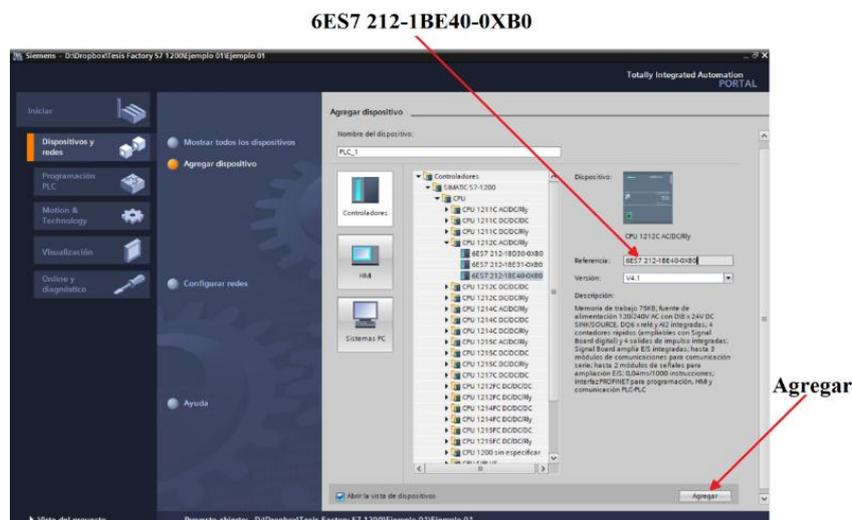


Figura 2.6 Versión del firmware en TIA Portal V15

Fuente: Propia

Una vez seleccionado el dispositivo adecuado se procede a pulsar en el botón “Agregar” con lo cual el controlador quedará configurado y agregado al proyecto como se muestra en la figura 2.7.

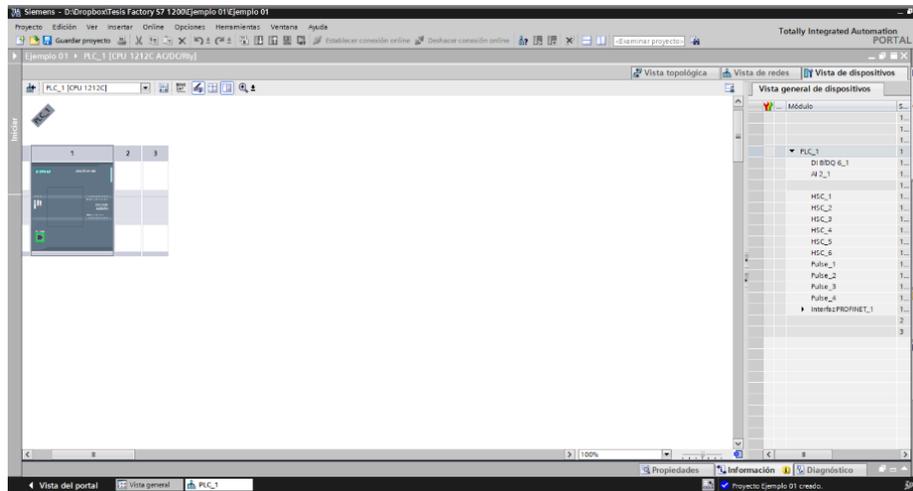


Figura 2.7 Selección del PLC a programar en TIA Portal V15

Fuente: Propia

2.2.1. CREACIÓN DE UN PROGRAMA DE EJEMPLO

El siguiente paso es empezar con un programa ejemplo, para eso se procedió abrir el entorno de programación, pulsando en el nombre del PLC en la parte izquierda de la pantalla “PLC_1 [CPU 1212C AC/AD/Rly]” lo cual mostrará un menú desplegable, se busca y se pulsa en la opción “Bloques de Programa” y por último se da una doble pulsación en la opción “Main [OB1]” lo cual abrirá la ventana de edición en lenguaje KOP como se muestra en la figura 2.8.

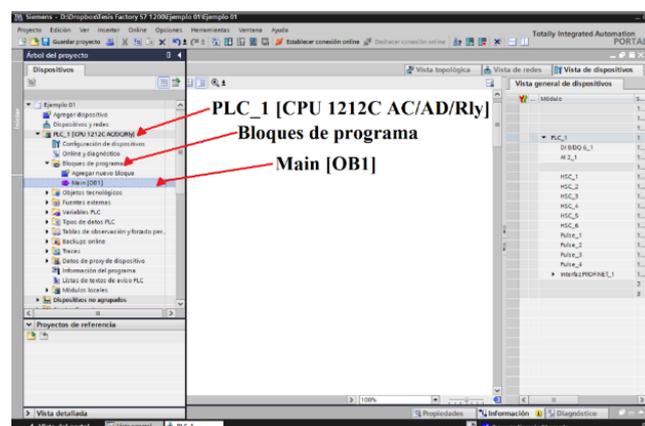


Figura 2.8 Ventanas en TIA Portal V15

Fuente: Propia

Para iniciar la programación es necesario conocer la ubicación de los comandos necesarios, se puede encontrar una barra con las instrucciones más frecuentes sobre la ventana de programación que contiene contactos, bobinas y bloques.



Figura 2.9 Comandos necesarios en TIA Portal V15

Fuente: Propia

Para aplicaciones más avanzada se puede buscar en el menú de instrucciones ubicada en la parte derecha.



Figura 2.10 Instrucciones avanzadas en TIA Portal V15

Fuente: Propia

Con los elementos anteriormente descritos se pudo crear el siguiente programa ejemplo.



Figura 2.11 Ejemplo de programación (KOP) en TIA Portal V15

Fuente: Propia

El programa permite encender y enclavar la salida Q0.0 mediante una pulsación en la entrada I0.0 y apagarla mediante una pulsación en la entrada I0.1.

Dentro de la ventana de programación se tiene el programa ejemplo como se muestra en la figura 2.12.

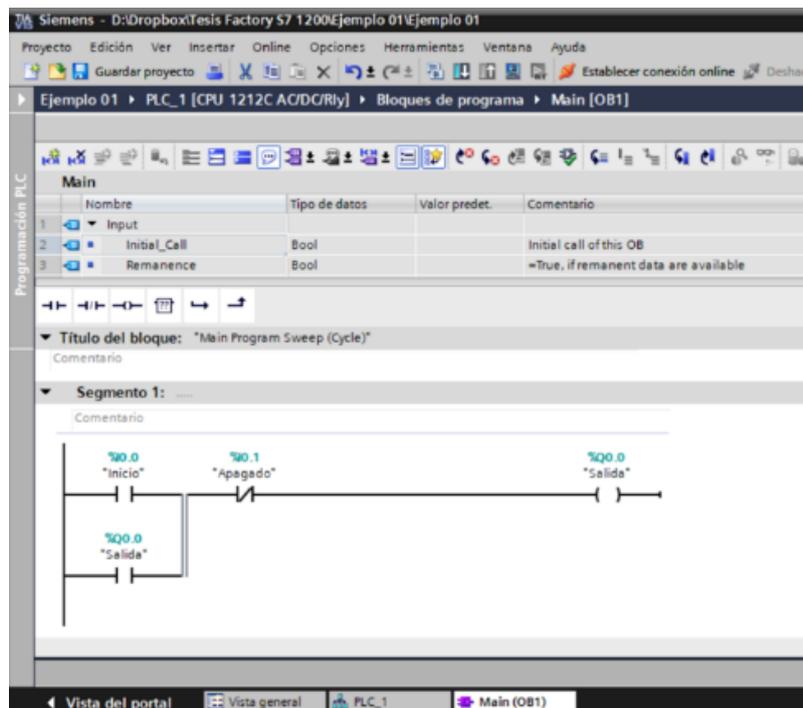


Figura 2.12 Programación (KOP) en TIA Portal V15

Fuente: Propia

2.2.2. CARGAR EL PROGRAMA

Para cargar el programa en el dispositivo se debe pulsar en el menú desplegable “Online” y posteriormente se pulsó en la opción “Cargar en el dispositivo” como se muestra en la figura 2.13, también se pulsó las teclas de acceso rápido “CTRL + L”.

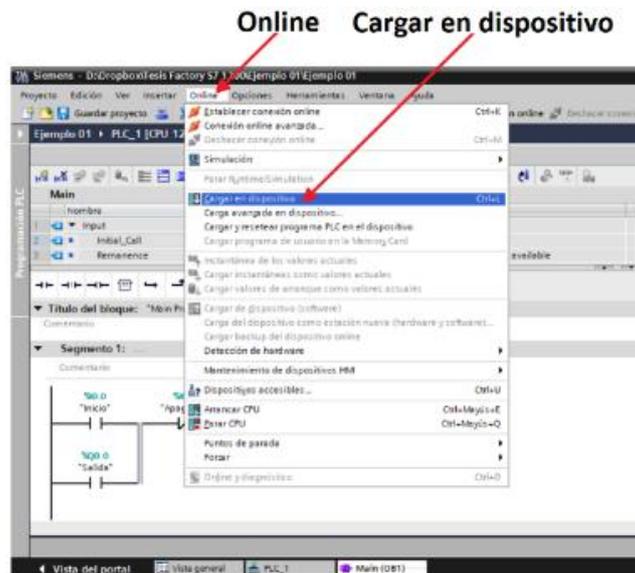


Figura 2.13 Cargar programa de TIA Portal V15 al PLC S7-1200

Fuente: Propia

A continuación, aparecerá una pantalla llamada “Carga avanzada” en la cual se pudo seleccionar las opciones de conexión. En el menú “Tipo de interfaz PG/PC” se debe seleccionar la opción “PN/IE”, y en el menú “Interfaz PG/PC” se selecciona el tipo de tarjeta que se esté usando en el ordenador. Seleccionadas las opciones adecuadas, se pulsa en el botón “Iniciar búsqueda” como se muestra en la figura 2.14.

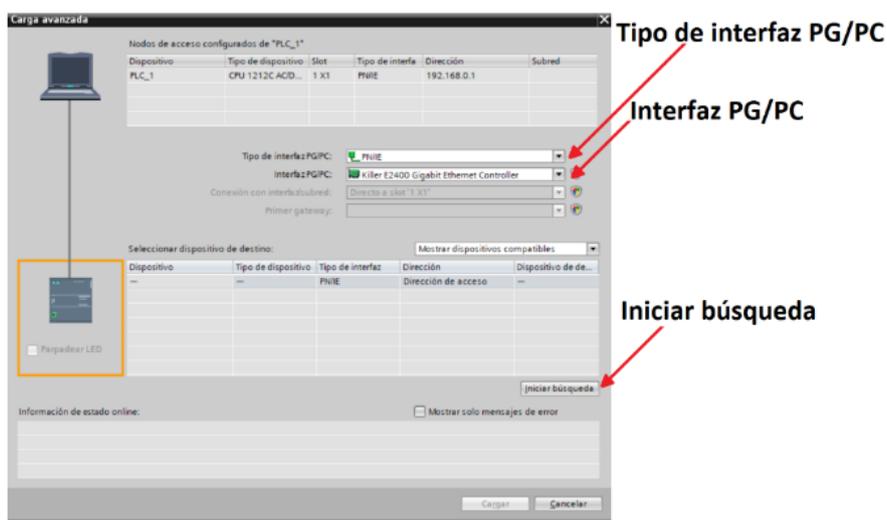


Figura 2.14 Selección de red de comunicación y búsqueda de dispositivos accesibles

Fuente: Propia

Pocos segundos después se muestra en la parte inferior la dirección IP del dispositivo encontrado el cual se pulsa para seleccionar y por último se da una pulsación en el botón “Cargar” como lo se puede ver en la figura 2.15. Para el proyecto se tiene el IP "192.168.0.15",

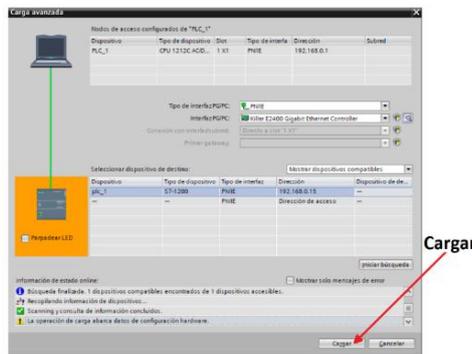


Figura 2.15 Seleccionar el dispositivo accesible y cargar el programa

Fuente: Propia

La primera vez que se realiza la carga en el dispositivo, la PC muestra una ventana emergente que pide agregar una IP de la misma subred que el dispositivo, simplemente se pulsó en el botón “Sí”.

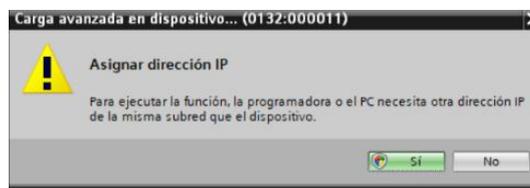


Figura 2.16 Advertencia de la misma subred

Fuente: Propia

Posteriormente, aparecerá otra ventana emergente que muestra la dirección IP asignada, en este caso “192.168.0.241”, se pulsa en el botón “Aceptar” para continuar con la carga del programa,

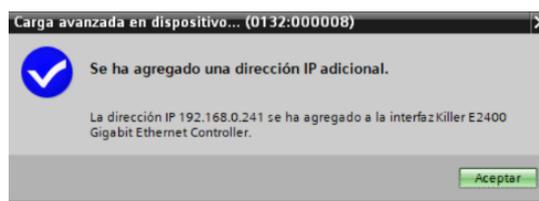


Figura 2.17 IP asignada de la misma subred

Fuente: Propia

Una vez seguidos los pasos anteriores aparece la ventana “Vista preliminar Carga” donde se selecciona la opción “Parar todos” en el menú desplegable y se pulsó en el botón “Cargar” como se muestra en la figura 2.18.

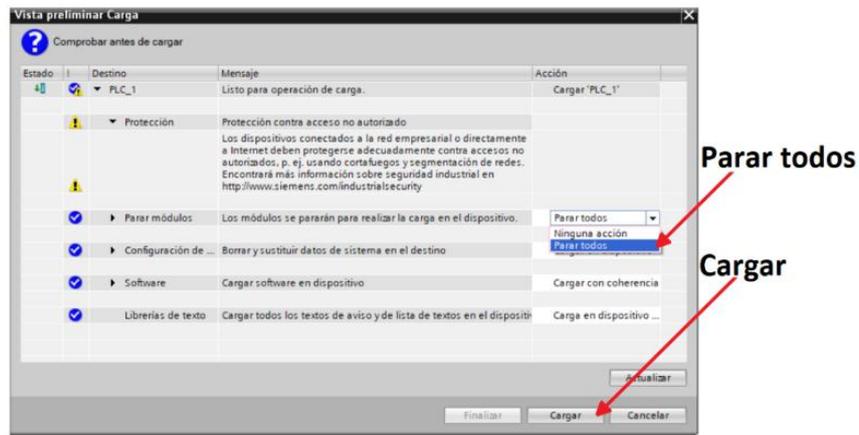


Figura 2.18 Poner en stop el dispositivo para descargar el código

Fuente: Propia

Por último, aparece la ventana “Resultados de la operación de carga” que muestra la información sobre la carga del programa en el dispositivo, a continuación, se pulsa sobre el botón “Finalizar” y se puede empezar a probar el programa en el dispositivo.

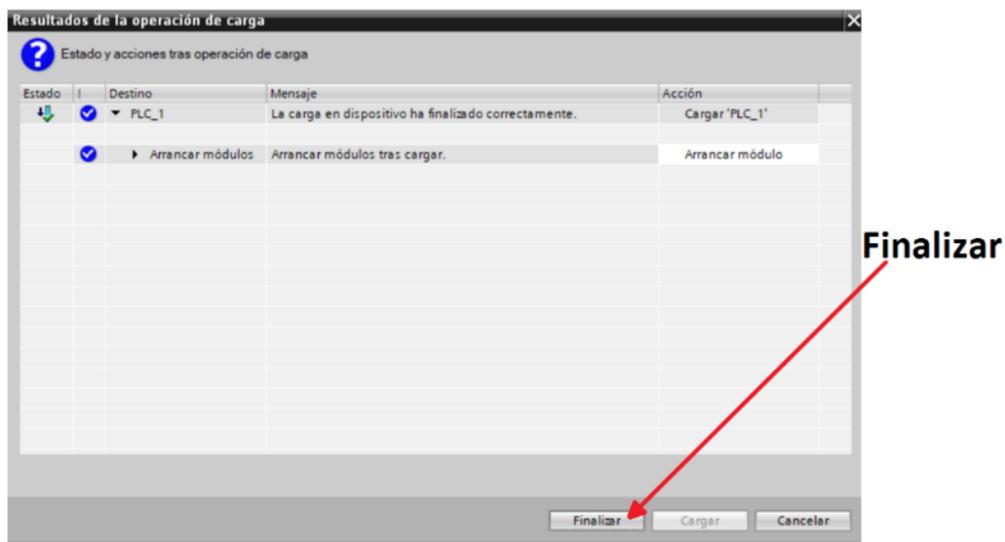


Figura 2.19 Aponer en run el PLC y finalizar

Fuente: Propia

2.2.3. COMPROBACIÓN DE FUNCIONAMIENTO

Después de completar la carga, el dispositivo inicia automáticamente su funcionamiento, este pudo ser manejado mediante los “interruptores” conectados en el tablero de control.

También se puede ver el funcionamiento en tiempo real del dispositivo mediante el monitoreo integrado en TIA PORTAL V15 el cual se puede activar mediante el menú desplegable “Online” y a continuación pulsando sobre la opción “Observar” como se muestra en la figura 2.20, también se puede pulsar las teclas de acceso rápido “CTRL + T”.

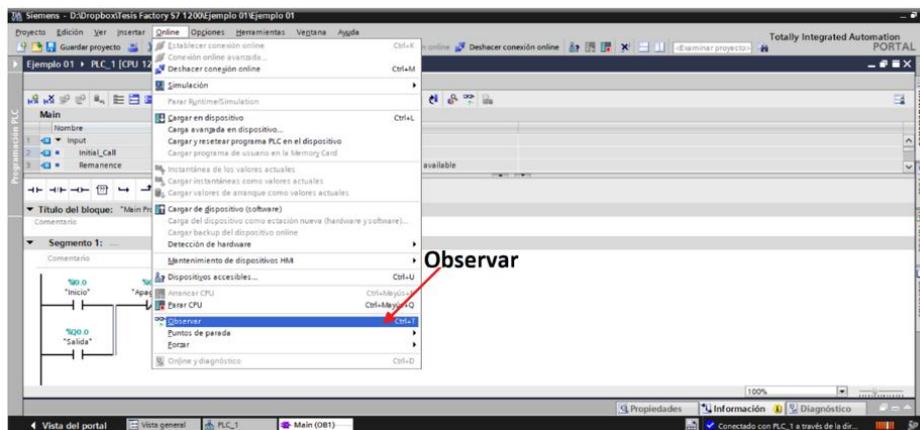


Figura 2.20 Visualizar en forma On-Line

Fuente: Propia

La pantalla de programación estará en modo online y mostrará el estado de las entradas y salidas de el dispositivo como se muestra en la figura 2.21.

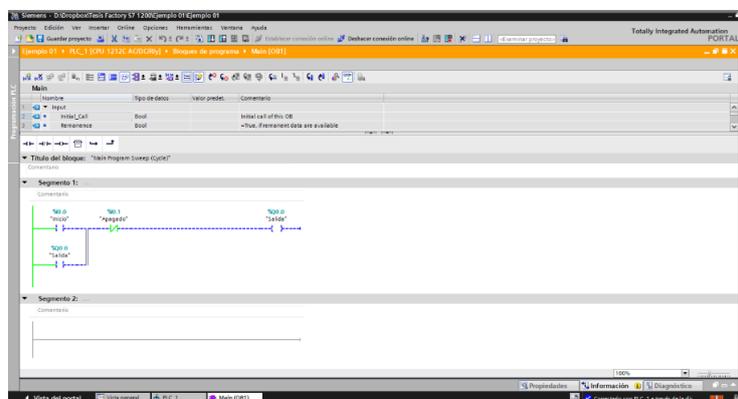


Figura 2.21 Modo On-Line del programa

Fuente: Propia

Se puede observar que cuando un periférico está apagado, muestra en color azul con una línea entrecortada, mientras que cuando está encendido muestra una línea verde continua, esto tanto para las conexiones como para las entradas y salidas, se puede apreciar de mejor manera en la figura 2.22.

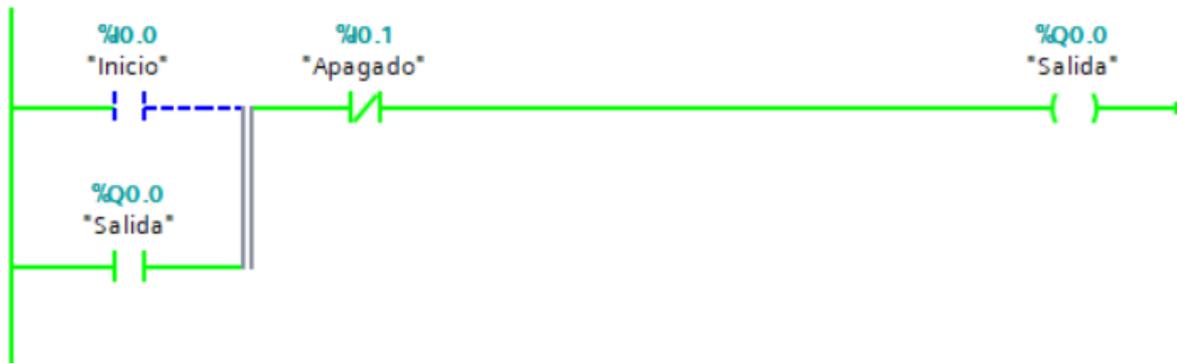


Figura 2.22 Visualización de marcas energizadas

Fuente: Propia

2.3. CONEXIÓN FACTORY I/O AL PLC

En esta sección se explicará el uso del software Factory I/O para las escenas planteadas.

Se inicia FACTORY I/O mediante el menú inicio o un acceso directo en el escritorio.

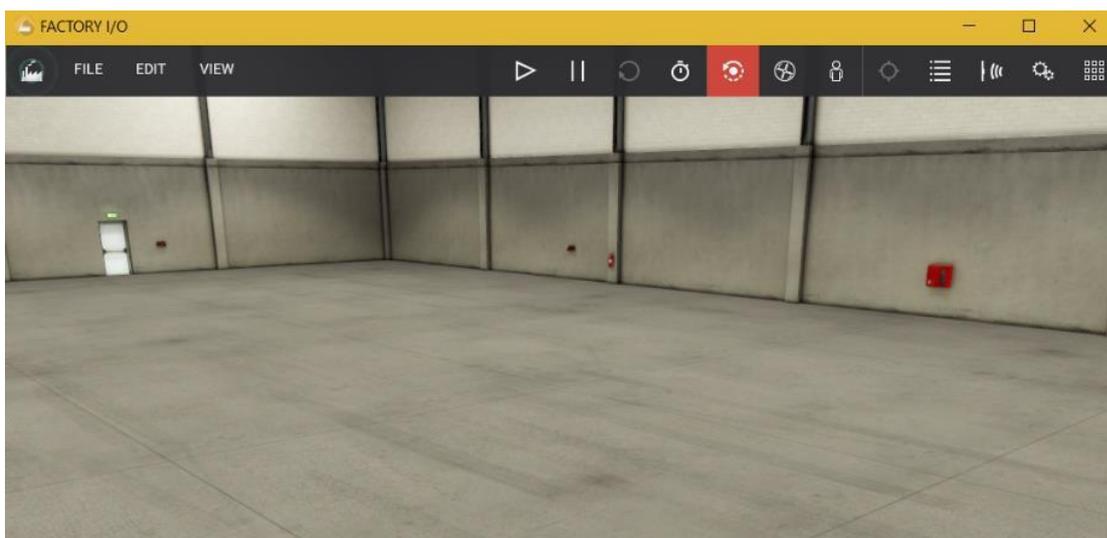


Figura 2.23 Iniciación de Factory I/O

Fuente: Propia

Una vez iniciado el software se procede con la configuración inicial para la conexión con el dispositivo, para esto se pulsa en el menú desplegable “FILE” y después se pulsa en la opción “Drivers”.

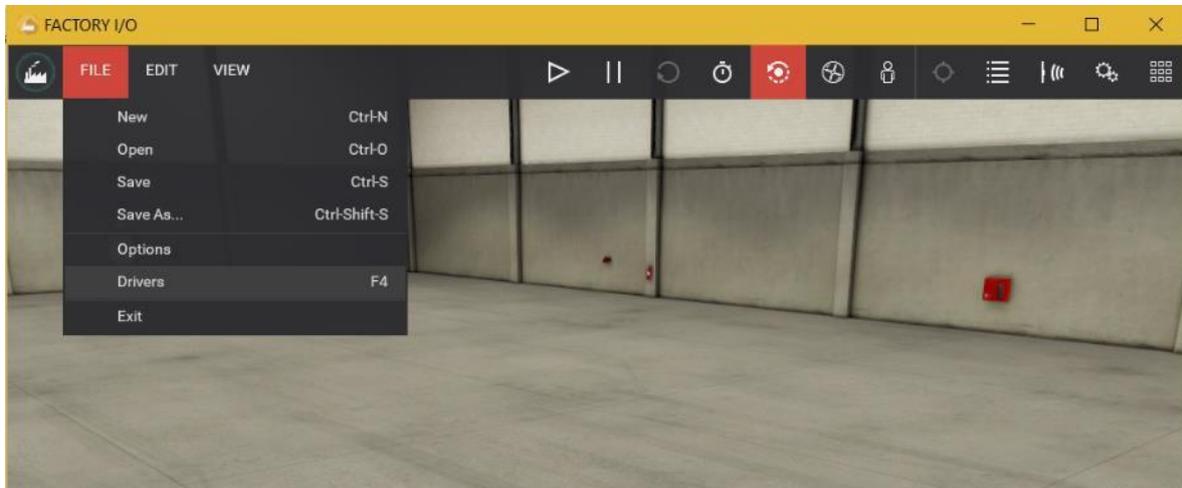


Figura 2.24 Selección de drivers en Factory I/O

Fuente: Propia

Aparece la ventana para la configuración del driver de comunicación, en esta ventana se selecciona de la lista desplegable la opción “Siemens S7-1200/1500”.

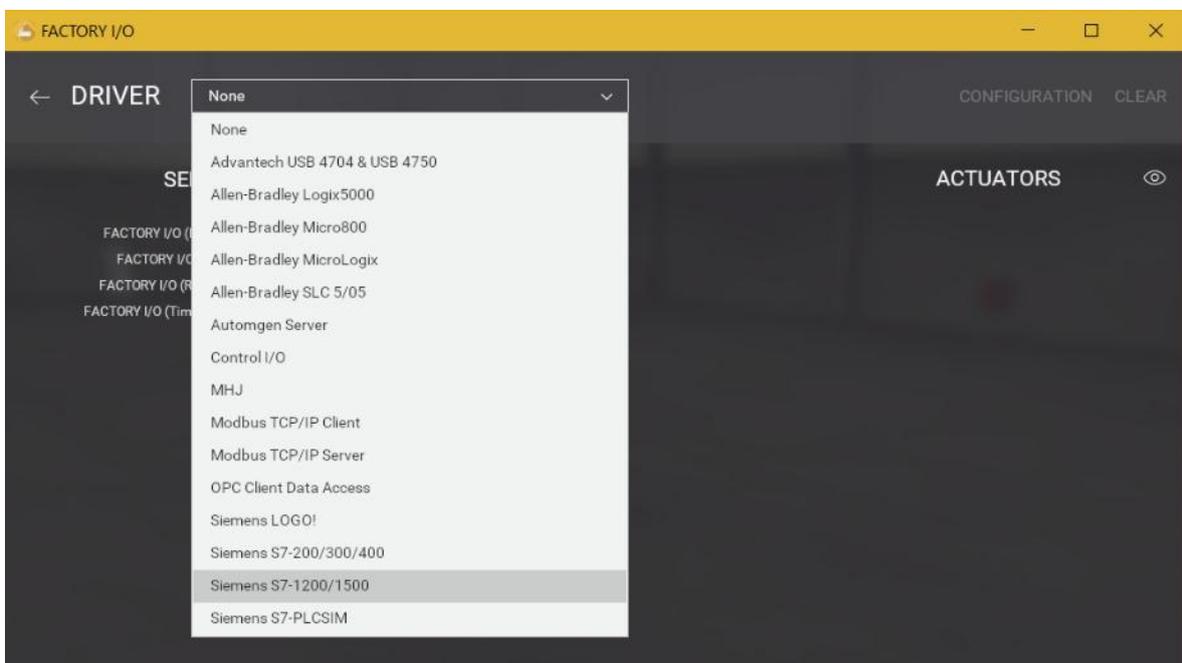


Figura 2.25 Selección del PLC S7-1200 en Factory I/O

Fuente: Propia

A continuación, aparece un diagrama el cual permite conectar los dispositivos de FACTORY I/O a las entradas, se debe pulsar en la opción “CONFIGURATION”.



Figura 2.26 Diagrama del controlador disponible en Factory I/O para conectar y desconectar las entradas y salidas

Fuente: Propia

En la pantalla de configuración se puede elegir el modelo al que se desea conectar, para el proyecto se selecciona del menú desplegable el modelo “S7-1200”, a continuación, en el cuadro de diálogo “Host” se ingresa la dirección IP del dispositivo “192.168.0.15”.

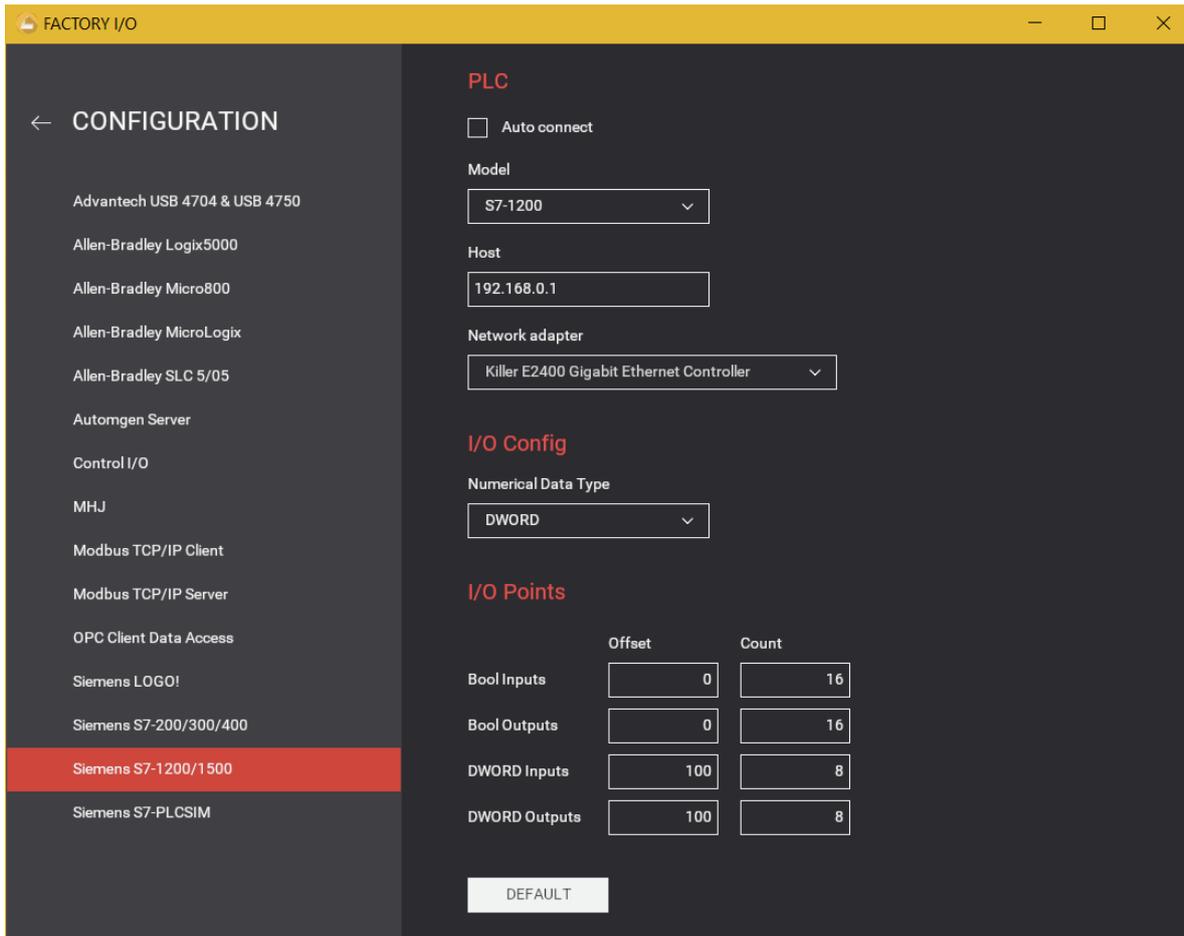


Figura 2.27 Configuración de IP

Fuente: Propia

Para que la programación tenga una mejor organización se puede ingresar la cantidad de entradas y salidas que vamos a necesitar, como se puede ver en la figura 2.28.

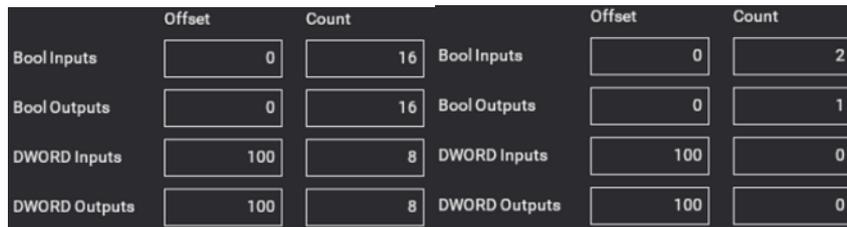


Figura 2.28 Selección de cantidad de entradas y salidas analógicas y digitales

Fuente: Propia

Se puede observar el resultado de la configuración, para conectar los periféricos se debe arrastrar los nombres configurados, en el lado izquierdo se conecta los periféricos de entrada mientras en el lado derecho se conecta los periféricos de salida como se muestra en la figura 2.29.

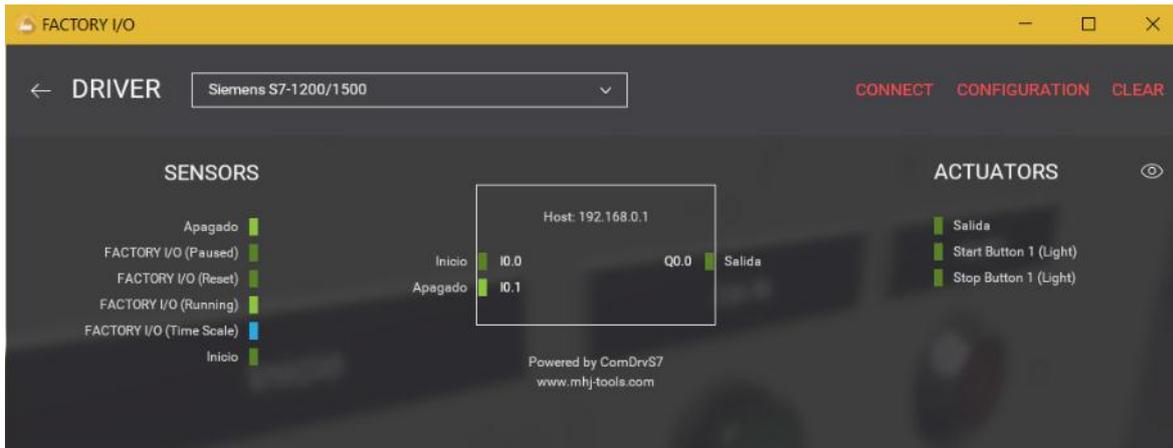


Figura 2.29 Entradas y salidas utilizadas en cada programa

Fuente: Propia

Una vez configurados los parámetros del dispositivo, se procederá a conectar al mismo mediante el botón “CONNECT” ubicada en la parte superior derecha como se muestra en la figura 2.30. Se puede observar el visto en verde indicando que la conexión se ha realizado correctamente en las figuras 2.31 y 2.32 .

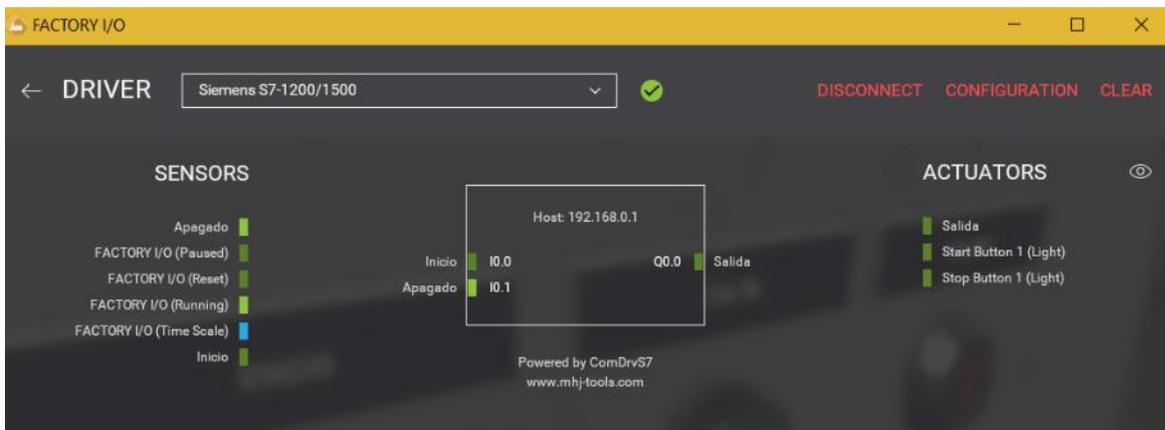


Figura 2.30 Conexión establecida entre TIA Portal y Factory I/O

Fuente: Propia



Figura 2.31 Tablero de control implementado en Factory I/O

Fuente: Propia



Figura 2.32 Simulación en tiempo real de la escena implementada

Fuente: Propia

2.4. TUTORIAL INTOUCH

2.4.1. TUTORIAL KEPSERVER

Para iniciar la interfaz de comunicación entre InTouch y el PLC S7-1200 es necesario configurar la comunicación OPC, para el presente proyecto se ha utilizado el software KEPServer el que permite cumplir el objetivo.

Primeramente, se inicia KEPServer desde el menú inicio, esto permite visualizar la interfaz principal para configurar la comunicación OPC como se muestra en la figura 2.33.



KEPServerEX 6 Configuration

Aplicación de escritorio

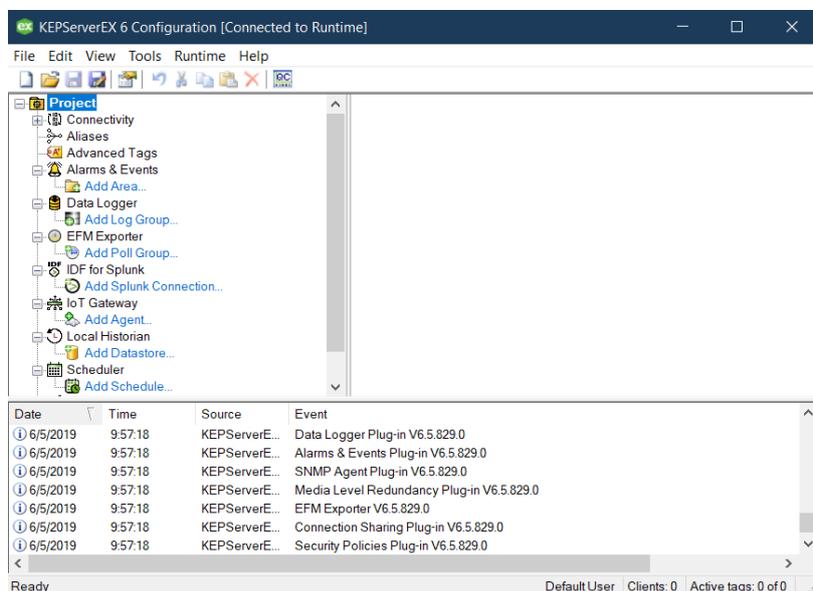


Figura 2.33 Conexión establecida entre TIA Portal y Factory I/O

Fuente: Propia

Dentro de la interfaz principal se crea un nuevo proyecto de comunicación, para esto se despliega el menú File y se da click en la opción New (Ctrl + N), como se muestra en la figura.

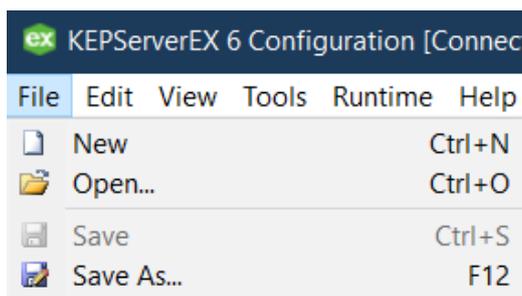


Figura 2.34 Conexión establecida entre TIA Portal y Factory I/O

Fuente: Propia

En el paso siguiente aparece la venta de configuración, donde pide seleccionar del menú desplegable el tipo de canal de comunicación, para este caso se selecciona la opción “Siemens TCP/IP Ethernet” tal como se muestra en la figura 2.35.

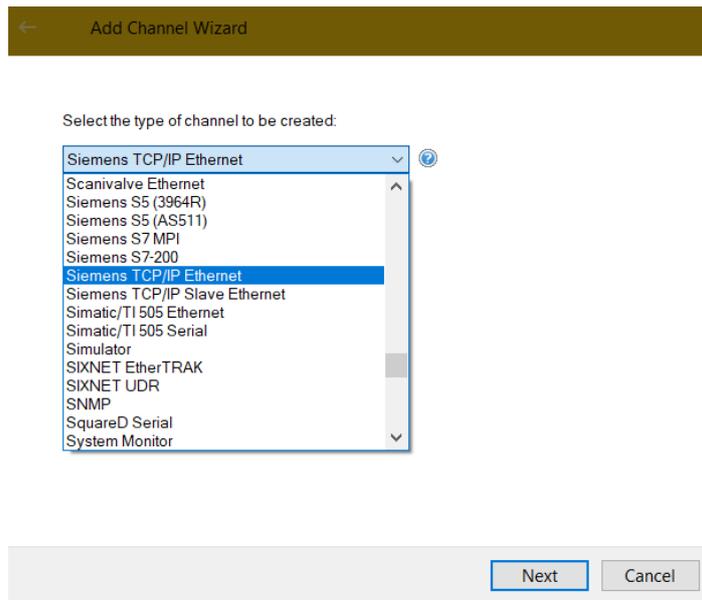


Figura 2.35 Conexión establecida entre TIA Portal y Factory I/O

Fuente: Propia

En la siguiente ventana solicita ingresar un nombre para el objeto que se creó de manera que identifique de manera correcta al proyecto, en este caso se seleccionó el nombre “S7-1200” lo cual se aprecia en la figura 2.36.

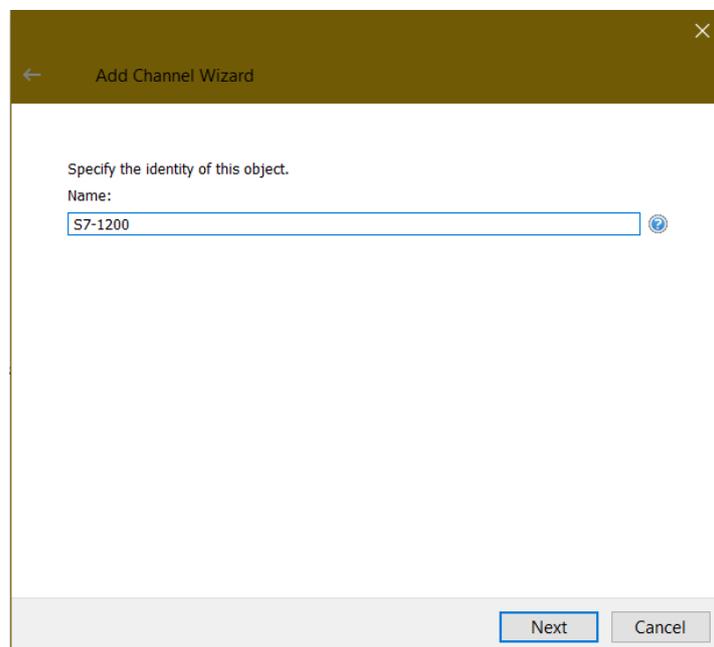


Figura 2.36 Conexión establecida entre TIA Portal y Factory I/O

Fuente: Propia

En la siguiente ventana se requiere elegir el puerto de comunicación al que se encuentra conectado el PLC, en el caso se debe elegir la red cableada del puerto ethernet. El proceso se puede visualizar en la figura 2.37.

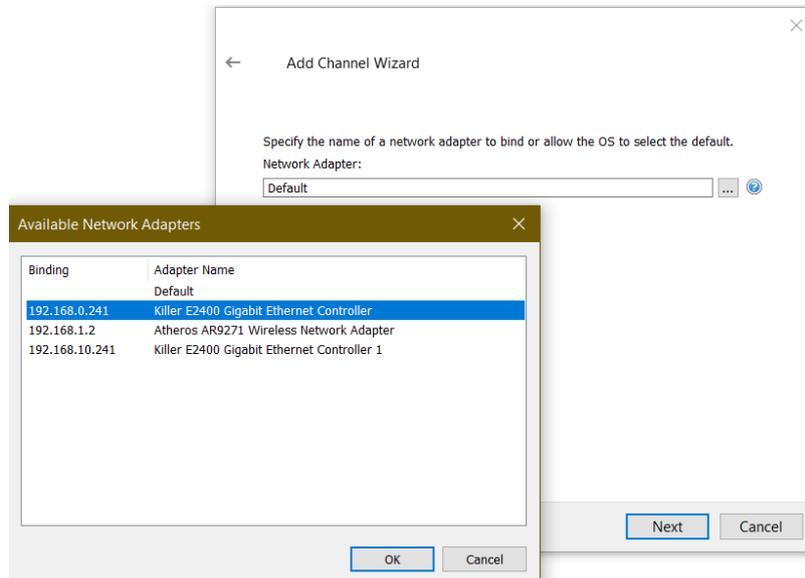


Figura 2.37 Conexión establecida entre TIA Portal y Factory I/O

Fuente: Propia

La última ventana en la configuración OPC muestra el resumen de las opciones seleccionadas, como se puede apreciar en la figura 2.38.

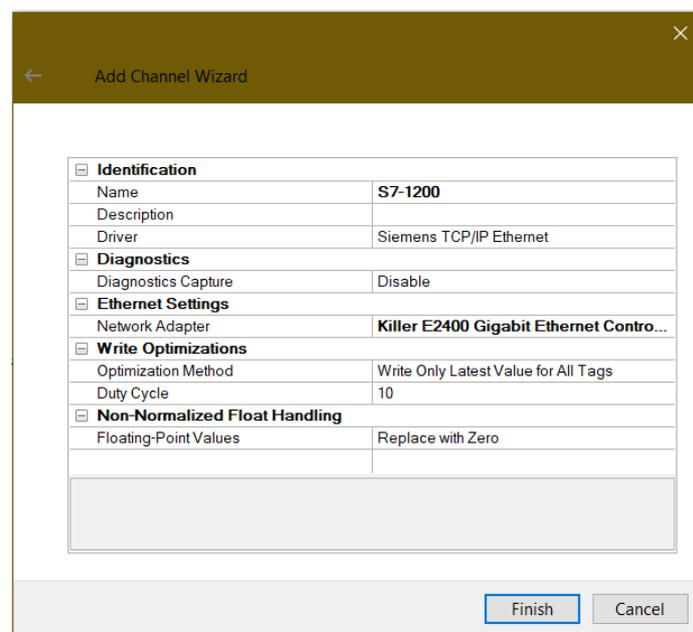


Figura 2.38 Conexión establecida entre TIA Portal y Factory I/O

Fuente: Propia

El siguiente paso de la configuración es agregar los dispositivos para cada práctica, para esto es necesario dar click con el botón derecho sobre el canal de comunicación recién configurado y seleccionar en el menú desplegable la opción “New Device” como se muestra en la figura 2.39.

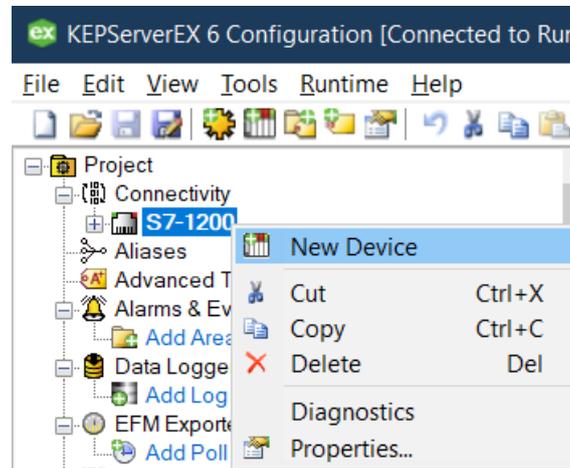


Figura 2.39 Conexión establecida entre TIA Portal y Factory I/O

Fuente: Propia

La ventana que permite agregar un nuevo dispositivo la se puede apreciar en la figura 2.40, dentro de esta es necesario agregar un nombre que permita identificar fácilmente el dispositivo, en este caso en particular se seleccionó el nombre de “Práctica 01”.

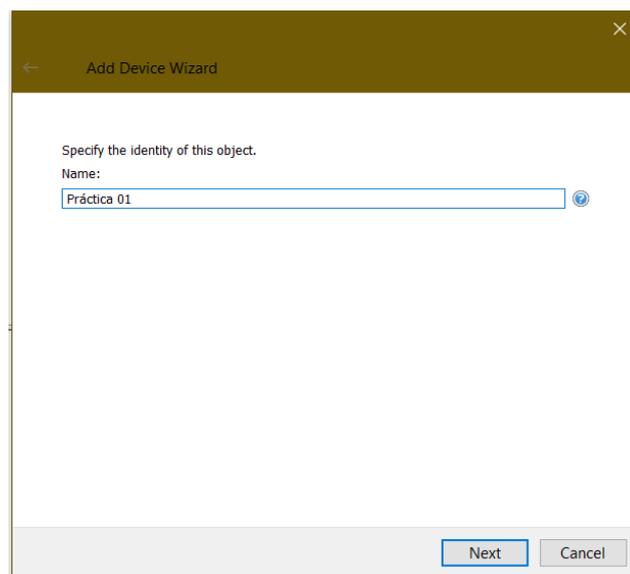


Figura 2.40 Conexión establecida entre TIA Portal y Factory I/O

Fuente: Propia

El siguiente paso de la configuración es seleccionar del menú desplegable el dispositivo al que se desea comunicar, en el presente proyecto se utiliza el “S7-1200”, el proceso se puede apreciar en la figura 2.41.

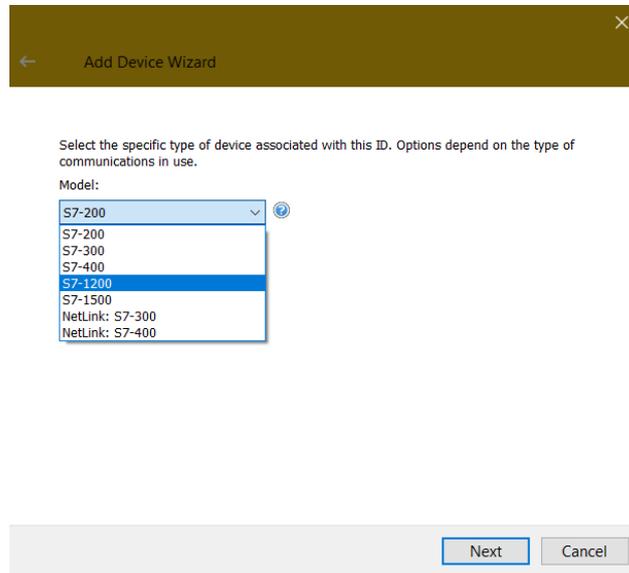


Figura 2.41 Conexión establecida entre TIA Portal y Factory I/O

Fuente: Propia

Un paso muy importante en la configuración del dispositivo es la dirección IP, en la figura 2.42 se puede visualizar la dirección de comunicación para el proyecto en general, que en este caso es la “192.168.0.15”.

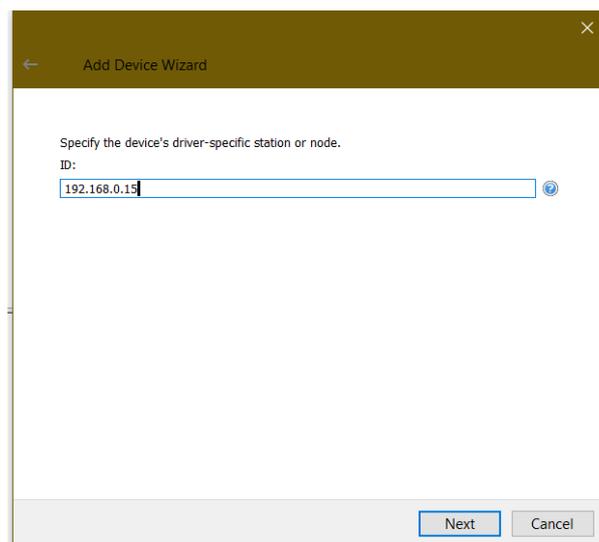


Figura 2.42 Conexión establecida entre TIA Portal y Factory I/O

Fuente: Propia

La última ventana en la configuración del dispositivo muestra el resumen de las opciones seleccionadas, como se puede apreciar en la figura 2.43.

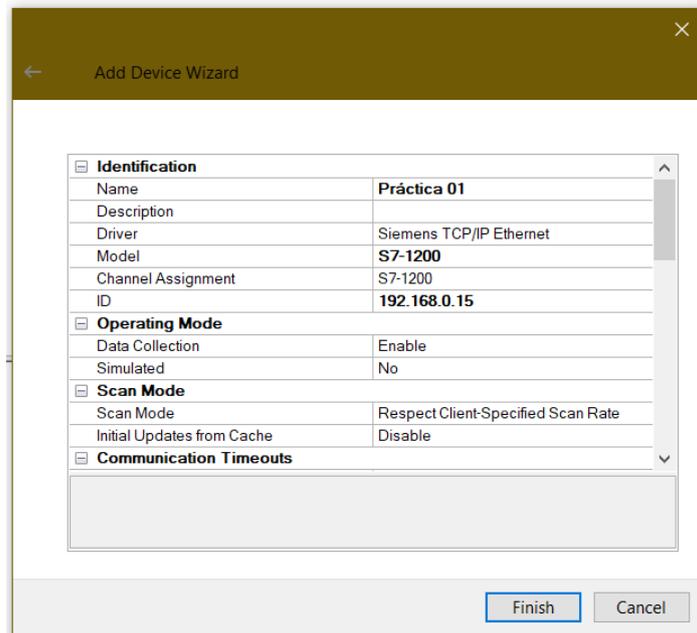


Figura 2.43 Conexión establecida entre TIA Portal y Factory I/O

Fuente: Propia

En el siguiente paso se realiza la configuración de las variables de comunicación con el PLC, para esto se da click derecho en el dispositivo de cada práctica y se da click en la opción “New Tag” del menú desplegable como se muestra en la figura 2.44.

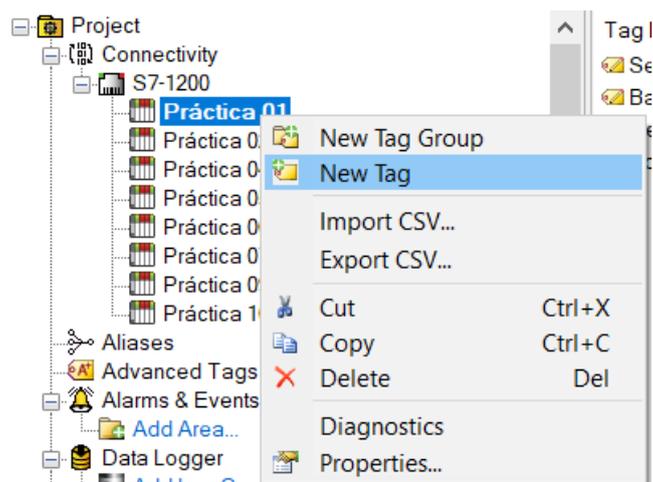


Figura 2.44 Conexión establecida entre TIA Portal y Factory I/O

Fuente: Propia

En la ventana de configuración se agrega el nombre y dirección a monitorear, para este ejemplo se usa el nombre “Banda Transportadora” y la dirección “Q0.1” como se puede observar en la figura 2.45, las variables deben tener de preferencia los mismos nombres que se encuentran configurados dentro de la programación de cada práctica en TIA PORTAL.

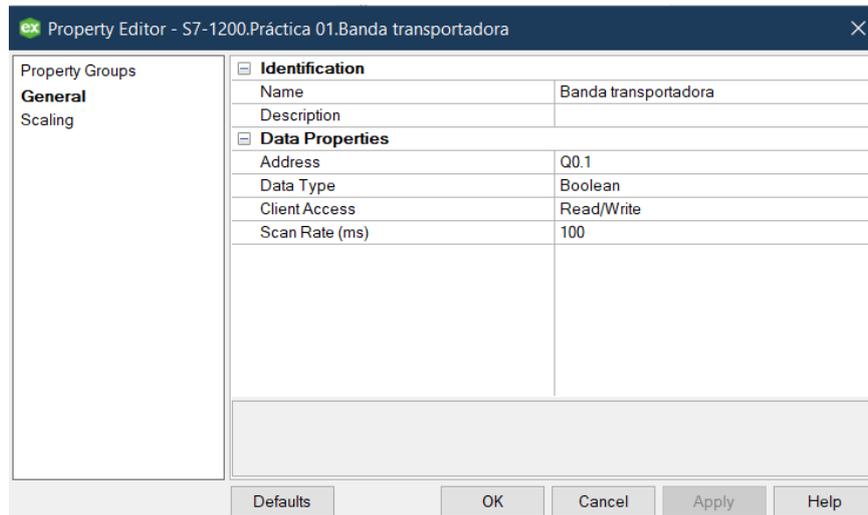


Figura 2.45 Conexión establecida entre TIA Portal y Factory I/O

Fuente: Propia

El último paso en la configuración OPC es crear “alias”, las cuales permiten la correcta comunicación con InTouch. Para esto se da click derecho en la opción “Alias” y se selecciona “New Alias” del menú desplegable como se muestra en la figura 2.46.

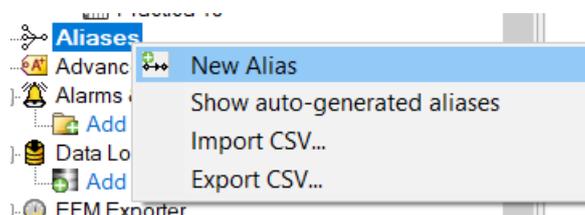


Figura 2.46 Conexión establecida entre TIA Portal y Factory I/O

Fuente: Propia

La siguiente ventana aparece, en la cual se configura el nombre del identificador y se selecciona a que dispositivo debe conectarse. Este proceso se puede apreciar en la figura 2.47.

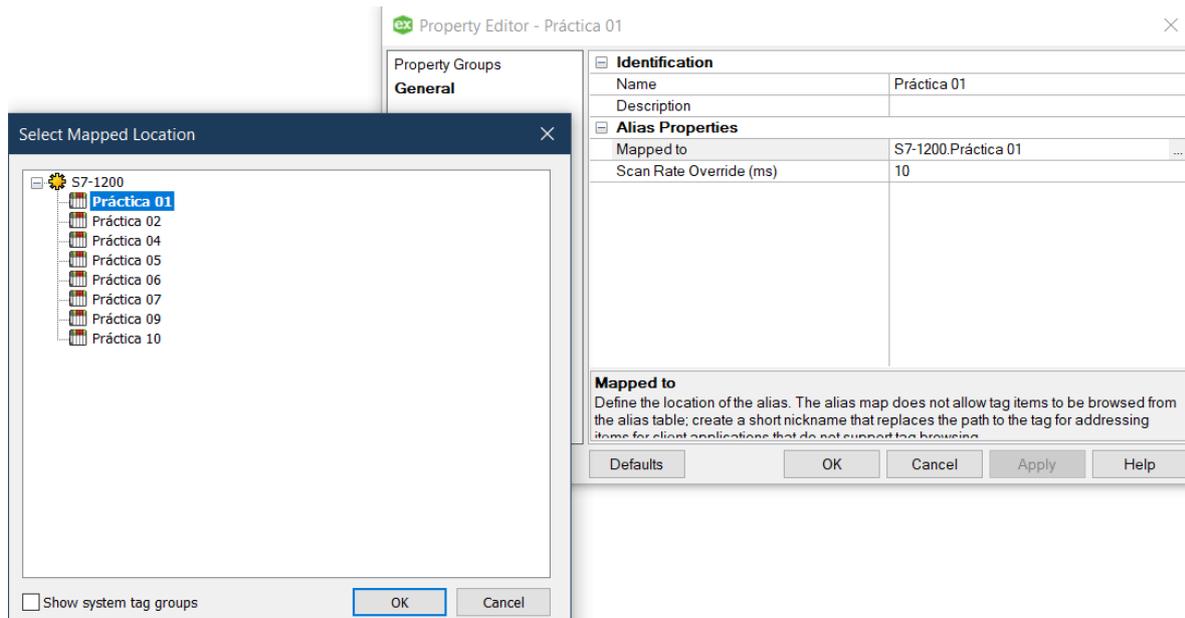


Figura 2.47 Conexión establecida entre TIA Portal y Factory I/O

Fuente: Propia

Por último, se puede visualizar en la figura 2.48 el resultado final de la configuración.

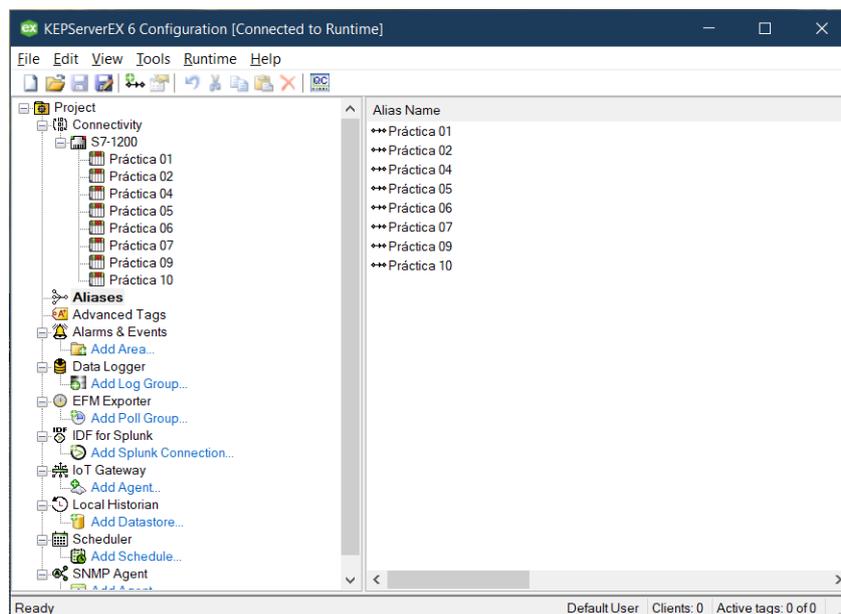


Figura 2.48 Conexión establecida entre TIA Portal y Factory I/O

Fuente: Propia

La configuración de la comunicación OPC ahora se encuentra lista se continuará con el software Intouch

2.5. CONFIGURACIÓN INTOUCH

El siguiente paso es configurar la interfaz de InTouch. Para esto se inicia InTouch desde el menú inicio, esto permite visualizar la interfaz principal para configurar la interfaz del proyecto como se muestra en la figura 2.49.

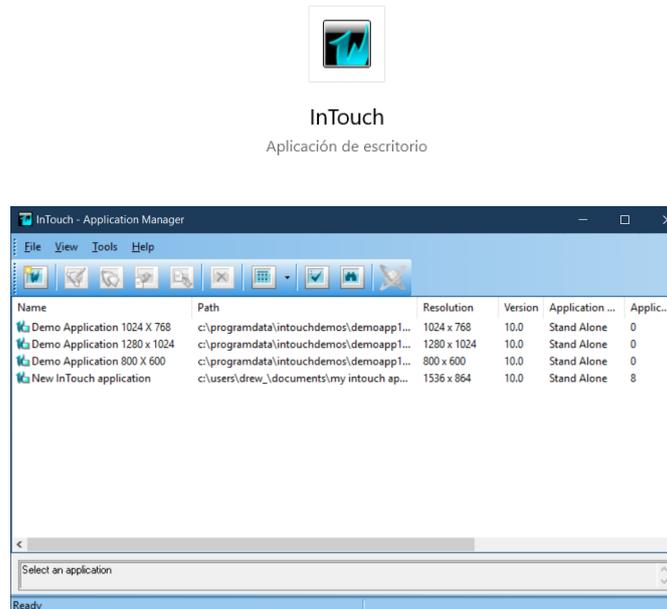


Figura 2.49 Ventana de inicio de Intouch

Fuente: Propia

Para iniciar creando la interfaz de InTouch se selecciona la opción "New" del menú desplegable "File" como se muestra en la figura 2.50.

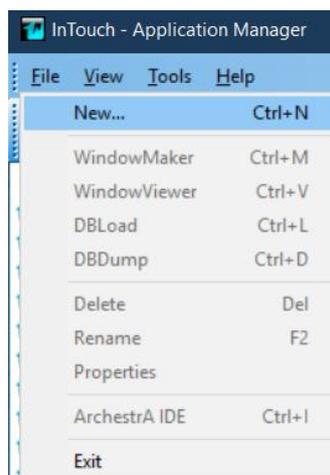


Figura 2.50 Selección de un nuevo archivo

Fuente: Propia

En el paso siguiente aparece una ventana en la cual se configura la dirección inicial donde se guarda la interfaz, este proceso se puede apreciar en la figura 2.51.

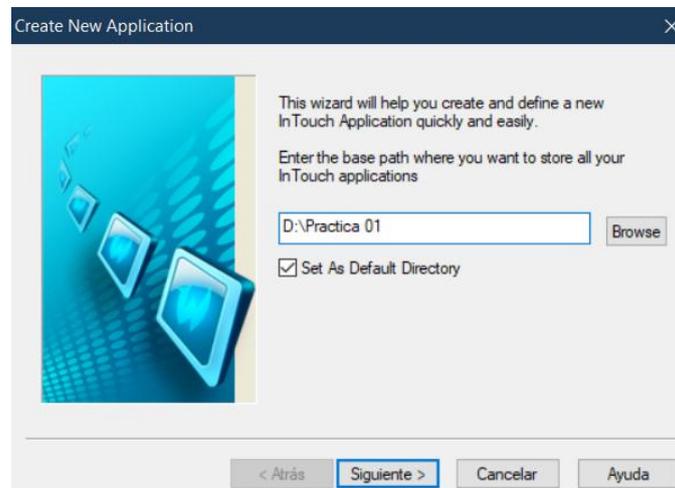


Figura 2.51 Elección de la ubicación del archivo a guardar

Fuente: Propia

En la siguiente ventana se configura el nombre de la carpeta que va a contener todos los archivos requeridos para el correcto funcionamiento de la interfaz como se muestra en la figura 2.52.

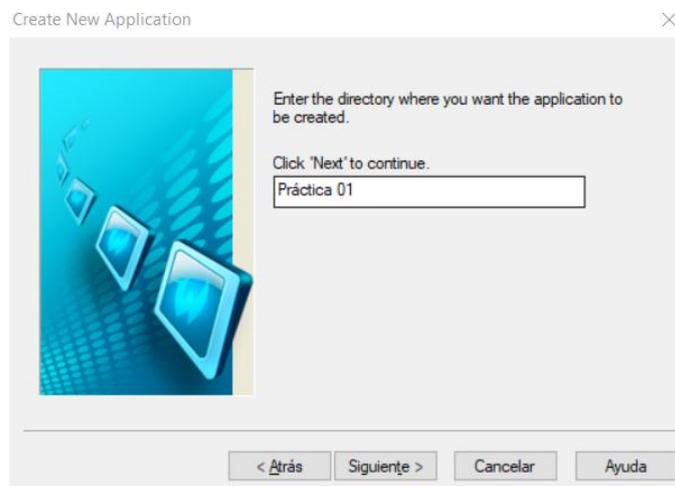


Figura 2.52 Nombrar el archivo

Fuente: Propia

Por último, se configura el nombre de la interfaz, de preferencia debe tener el mismo nombre que la práctica a comunicarse, se puede apreciar la configuración en la figura 2.53.

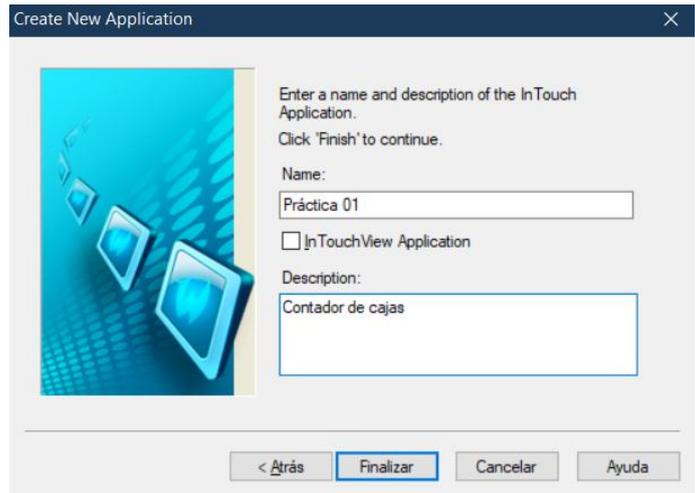


Figura 2.53 Nombrar la interfaz

Fuente: Propia

Una vez completado el proceso anterior aparece una ventana donde se puede iniciar la construcción de la interfaz de comunicación como se muestra en la figura 2.54

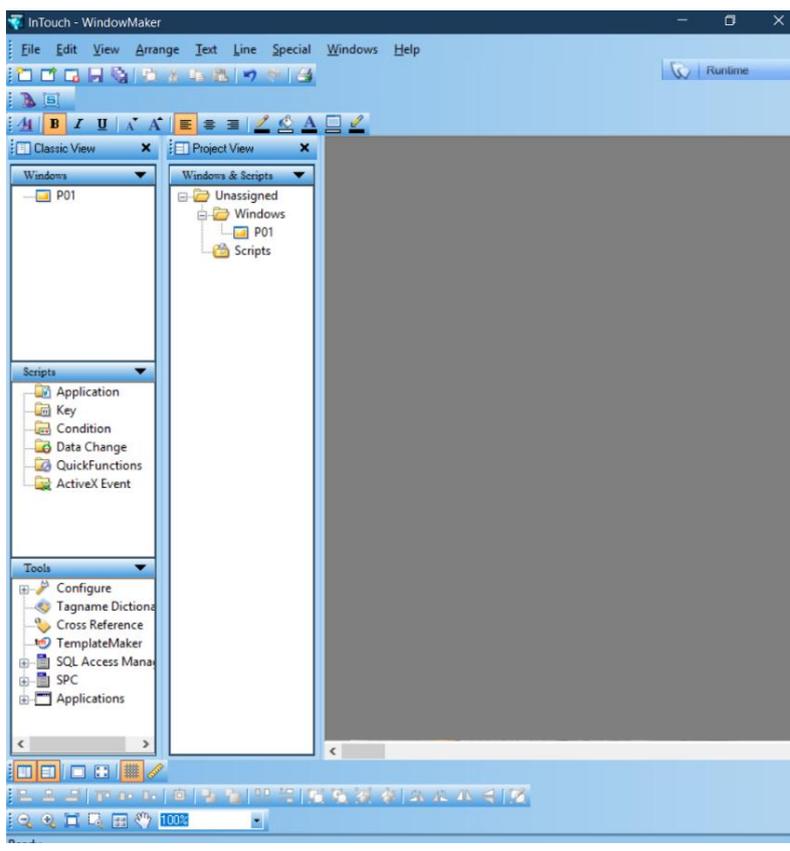


Figura 2.54 Proyecto en blanco

Fuente: Propia

Al crear una nueva interfaz aparece una ventana emergente donde se configura el nombre de la práctica, el tamaño de la interfaz y de manera adicional un comentario que ayude al usuario a reconocer el funcionamiento principal del proyecto, todo esto se lo aprecia en la figura 2.55.

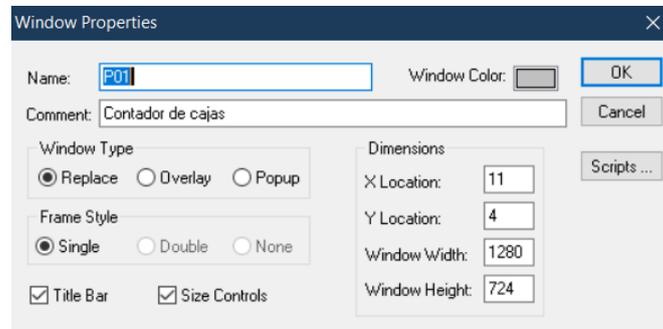


Figura 2.55 Nombrar a la práctica

Fuente: Propia

El siguiente paso consiste en insertar en la interfaz una luz indicadora mediante el cuadro de diálogo “Wizard Selection” que lo se puede encontrar en la barra de menús . Esta ventana de configuración la se puede apreciar en la figura 2.56.

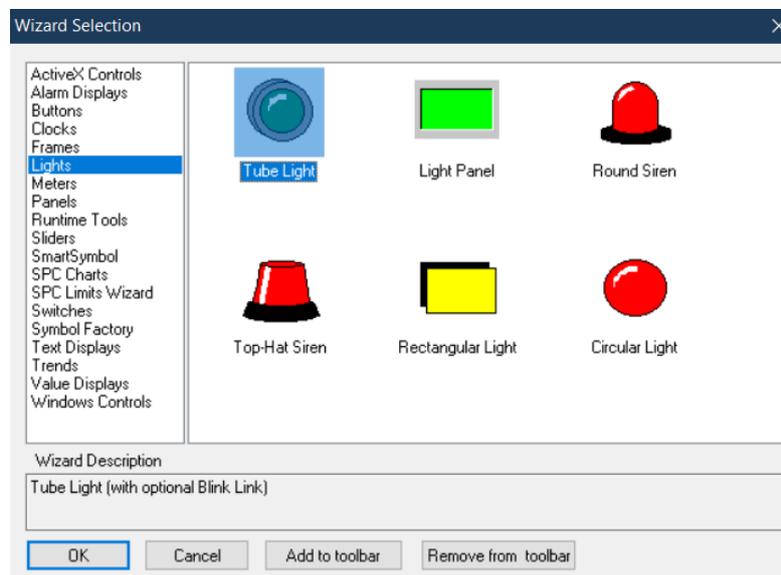


Figura 2.56 Diferentes tipos de luces implementadas en Intouch

Fuente: Propia

Posteriormente aparece una ventana de configuración para la luz seleccionada donde es necesario asignar un nombre o etiqueta, en el caso se asigna “Inicio” como se muestra en la figura 2.57.

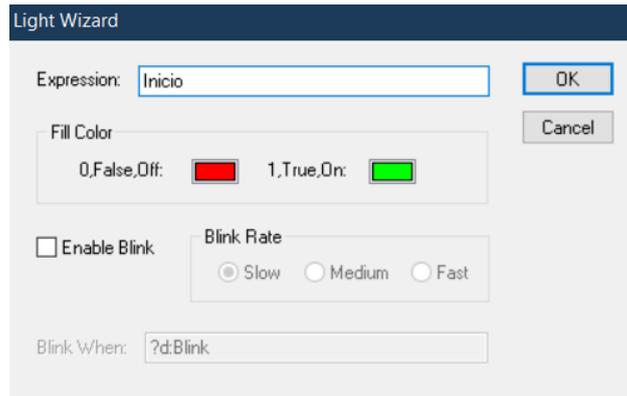


Figura 2.57 Nombrar al elemento a insertar

Fuente: Propia

Una vez que elegimos la etiqueta adecuada, preferiblemente la misma configurada en KEPServer, aparece un cuadro de diálogo como en la figura 2.58 para definir la etiqueta y la comunicación con el OPC.

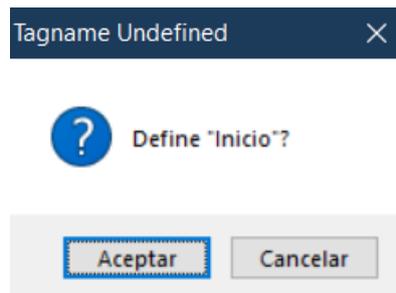


Figura 2.58 Se define el nombre de la luz como inicio

Fuente: Propia

Para crear la etiqueta correspondiente a la luz indicadora aparece una ventana de configuración como se aprecia en la figura 2.59. Dentro de esta ventana se necesita dar click en el botón “Type” ubicado junto al nombre que se acaba de asignar.

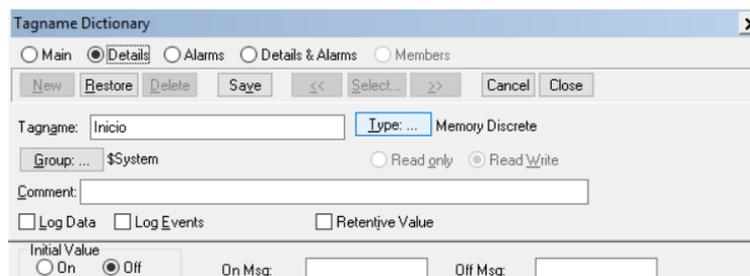


Figura 2.59 Elegir el tipo de dato

Fuente: Propia

Seguidamente del paso anterior aparece un ventana en la que se debe seleccionar el tipo de variable de la etiqueta, para que se pueda comunicar con las variables OPC anteriormente configuradas se debe seleccionar aquellas que tienen en el inicio del nombre “I/O” que se refieren a dispositivo de entrada y salida. En el caso en particular se selecciona el tipo “I/O Discrete” referente a variable de tipo booleana como lo se puede apreciar en la figura 2.60.

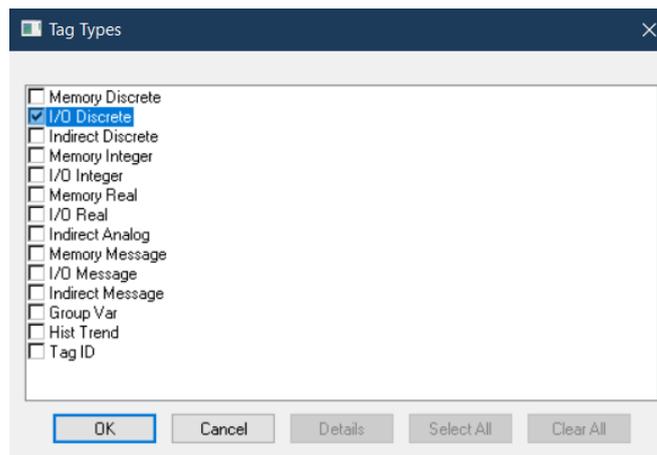


Figura 2.60 Tipos de datos

Fuente: Propia

Una vez aceptado el tipo de variable se debe seleccionar las variables OPC a las que se va a comunicar, para esto se da click en el botón “Access Names” mediante el cual aparece una ventana de configuración como se muestra en la figura 2.61.



Figura 2.61 Configuración de las variables OPC

Fuente: Propia

Dentro de esta ventana se da click en el botón “Add” mediante el cual permite configurar el servidor al cual se va a conectar a las variables OPC, en la figura 2.62

se esta configuración. En la opción “Application Name” se debe poner el nombre “server_runtime” necesario para la correcta comunicación OPC, en el resto de opciones se puede poner cualquier nombre, preferiblemente los que permitan identificar los proyectos a comunicarse.

Modify Access Name

Access:

Node Name:

Application Name:

Topic Name:

Which protocol to use

DDE SuiteLink Message Exchange

When to advise server

Advise all items Advise only active items

Enable Secondary Source

Buttons: OK, Cancel, Failover

Figura 2.62 Configuración del acceso al servidor OPC

Fuente: Propia

Siguiendo correctamente el proceso anteriormente descrito se obtiene una correcta comunicación entre el PLC S7-1200 y el software InTouch.

CAPÍTULO III

3. DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DEL TABLERO DE PRÁCTICAS, ANÁLISIS DE COSTOS Y SIMULACIÓN DE LAS ESTACIONES DE PRÁCTICA.

En esta sección se detalla el diseño y construcción del tablero de control y la estructura del módulo, así como también los costos directos e indirectos del proyecto.

3.1. DISEÑO DEL TABLERO DE PRÁCTICAS

Para la elaboración del tablero de prácticas y con el objetivo de que el estudiante pueda crear nuevas aplicaciones se decide realizar un tablero de fácil acceso a las entradas y salidas del PLC S7-1200, para ello se procede a realizar el diseño que se puede observar en la Figura 3.1.

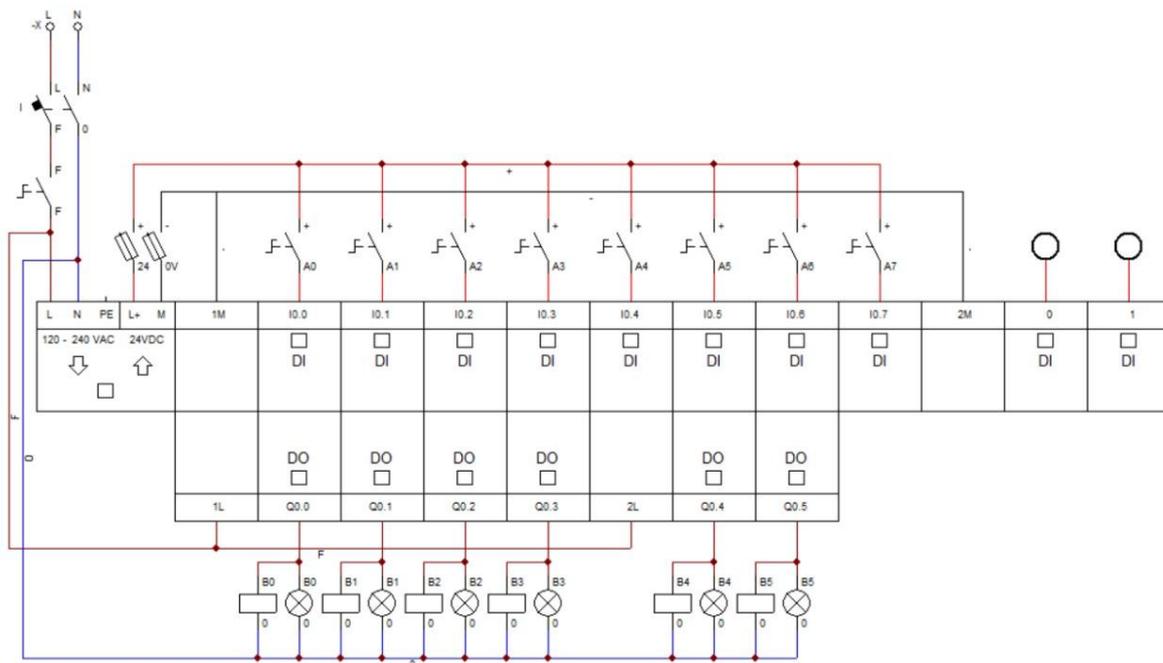


Figura 3.1 Diseño del circuito

Fuente: Propia

3.2. CONSTRUCCIÓN DEL TABLERO DE PRÁCTICAS

El gabinete de prácticas fue desarrollado con el objetivo de permitir al estudiante tener fácil acceso a todas las conexiones del PLC (entradas, salidas y fuentes de alimentación), de manera que el desarrollo de las prácticas sea de manera didáctica y organizada. Para ello se muestra el proceso de construcción del tablero de prácticas en la figura 3.2.

- Gabinete de 40 x 60 x 20 cm
- Se realiza los agujeros empleando el uso del calibrador pie de rey un diagrama de prueba.
- Se organiza los elementos en la parte interna del gabinete.

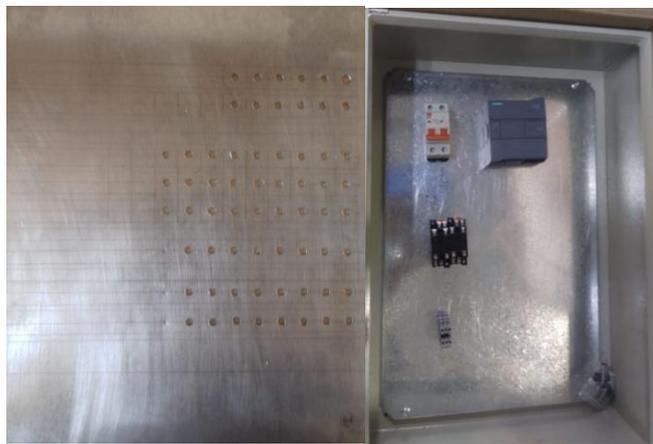


Figura 3.2 Base para montaje de elementos

Fuente: Propia

En la compuerta del gabinete se dispuso el acople de todos los elementos de control con sus respectivas protecciones tanto en el mando de fuerza como el de control. Luego de realizar las perforaciones se procede a pegar el adhesivo y poner los componentes para luego proceder a la conexión basándose en el diseño Figura 3.1.

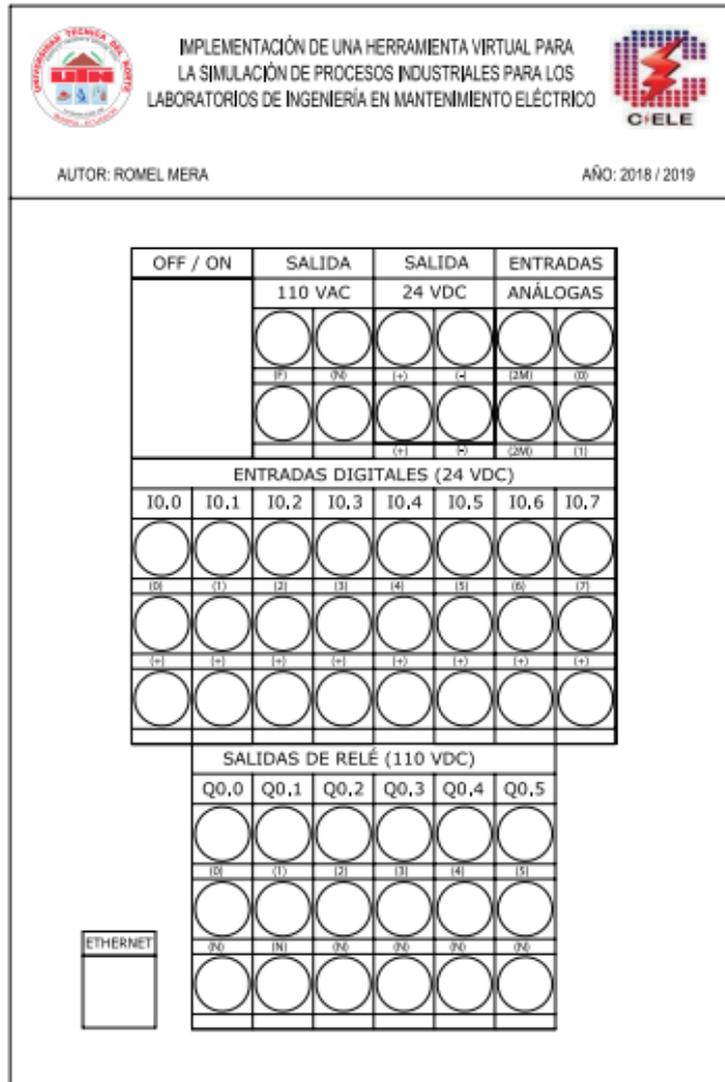


Figura 3.3 Base pegado el adhesivo

Fuente: Propia

El adhesivo cumple la función de rotular y colocar la descripción de los puertos del tablero, para el diseño de este se tomó una escala de 2.3 en formato A2. En la Figura 3.4 se puede apreciar el tablero implementado y terminado.



Figura 3.4 Tablero eléctrico implementado

Fuente: Propia

3.3. ESTRUCTURA DE SOPORTE DEL MÓDULO DE PRÁCTICAS

Con el objetivo de que sea un diseño portable, se diseña la estructura metálica independientemente para el tablero eléctrico y la computadora, de la forma más compacta posible como se muestra en la Figura 3.5 la cual representa la estructura implementada.



Figura 3.5 Modulo de practicas

Simbología utilizada para la construcción de la estructura.

Tabla 3.1 Simbología de la norma ASME para diagramas de flujo

ACTIVIDAD	SIMBOLOGIA
Operación: Indica las fases del proceso.	○
Inspección: Verificación de calidad y/o cantidad.	□
Desplazamiento o Transporte: Movimiento de empleados, material y equipo de un lugar a otro.	➔
Depósito provisional o espera: Indica demora en el desarrollo de los hechos.	D
Almacenamiento permanente: Indica depósito de un documento o información dentro de un archivo u objeto cualquiera en un almacén.	▽

Fuente: Guía para la elaboración de Diagramas de Flujo. (2009) MIDEPLAN.

A continuación, se detalla el proceso tecnológico necesario para la construcción de cada elemento constituyente del módulo de prácticas, las dimensiones estarán expuestas en los respectivos planos.

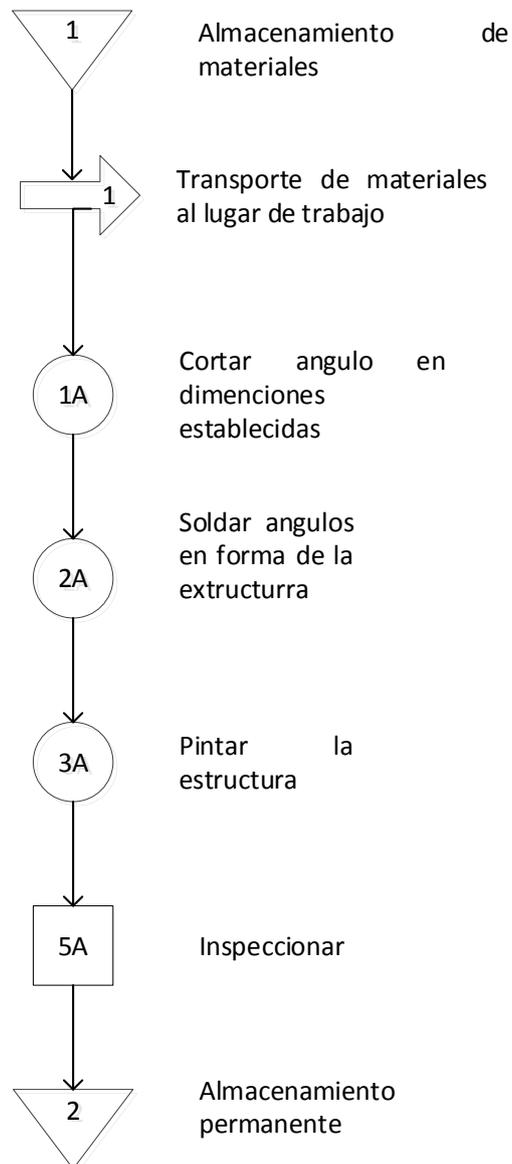


Figura 3.5 Flujograma de construcción de la estructura mecánica

Fuente: Propia

3.4. ANÁLISIS DE COSTOS DEL PROYECTO

En esta sección se detalla los costos que conlleva implementar el módulo didáctico de prácticas.

3.4.1. COSTOS DIRECTOS DE IMPLEMENTACIÓN DEL PROYECTO

Costos que intervinieron directamente en la implementación de la herramienta virtual para la simulación de procesos industriales.

Tabla 3.2 Costos directos de fabricación

Detalle	Costos (\$)
Computadora	800
Materiales	230
Mano de Obra	500
Tablero de control	200
PLC S7-1200	---
TOTAL	1730

Fuente: Propia

3.4.2. COSTOS INDIRECTOS DE FABRICACIÓN

En la tabla 3.3 se detallan los costos que no intervinieron directamente en la implementación de la herramienta virtual para la simulación de procesos industriales pero que son necesarios para llevar a cabo la investigación.

Tabla 3.3 Costos indirectos de fabricación

Detalle	Costos (\$)
Material de oficina	180
Internet	40
Transporte	40
TOTAL	260

Fuente: Propia

3.4.3. COSTO TOTAL

En la tabla 3.4 se puede observar la suma de costos directos y costos indirectos para llevar a cabo la implementación de la herramienta virtual para la simulación de procesos industriales

Tabla 3.4 Costo Total de la herramienta de simulación de procesos industriales

Detalle	Costos (\$)
Costos directos	1730
Costos indirectos	260
TOTAL	1990

Fuente: Propia

3.5. SIMULACIÓN DE LAS ESTACIONES DE PRÁCTICAS.

En este capítulo se detallará las prácticas seleccionadas cuyo objetivo principal es fortalecer los conocimientos adquiridos en clase. Permitiendo al estudiante implementar, controlar y monitorear escenas de procesos industriales virtuales similares a los existentes en fábricas reales. Para ello, se dispone del autómata programable SIMATIC S7-1200 de SIEMENS, el software TIA portal V15, Factory I/O y el software INTOUCH.

A continuación, se detallarán las prácticas a desarrollarse en el módulo que se muestra en la figura 3.5.



Figura 3.5 Módulo de simulación

Fuente: Propia

3.6 PRÁCTICA 1: CONTADOR DE CAJAS

En la Figura 3.6 se observa la escena implementada en Factory I/O, la cual tiene como objetivo principal contar las cajas que pasan por la banda transportadora; fortaleciendo conocimientos del uso de contadores. La simulación muestra uno de los procesos necesarios en la producción industrial como es el conteo de piezas, este puede ser usado para conocer el estado de la producción, tener un conteo de productos en bodega, llevar inventario, etc.



Figura 3.6 Banda transportadora para el conteo de cajas.

Fuente: Propia

Ver anexo A para solución de la práctica implementada en InTouch tía Portal y Factory I/O

3.7. PRÁCTICA 2: CONTROL DE NIVEL ON/OFF

Otra práctica planteada es el control de nivel de un tanque, cuyo funcionamiento se basa en tener dos puntos de referencia (setpoint) que permite ubicar los límites de llenado u vaciado del tanque y así evitar daños en el sistema. En la Figura 3.7 se puede observar la escena implementada en Factory I/O que cumple con el requerimiento de mantener el líquido del tanque dentro de los niveles seleccionados.



Figura 3.7 Tanque para el control de nivel On/Off.

Fuente: Propia

Ver anexo B para solución de la práctica implementada en InTouch vía Portal y Factory I/O

3.8. PRÁCTICA 3: CONTEO Y EMPAQUETADO DE PRODUCTOS

En la industria un proceso que es utilizado con frecuencia es el empaquetado de productos, para simular dicho proceso se implementa una escena en la cual se necesita realizar conteo de diez productos en cada caja para su posterior empaquetado. En la Figura 3.4 se puede observar la escena implementada para simular dicho proceso. Desde la banda A salen los productos a ser contados y empaquetados, en la banda B se encuentra la caja en la que se depositan los productos a empacarse y posteriormente estos se transportan al conteo de cajas llenas.

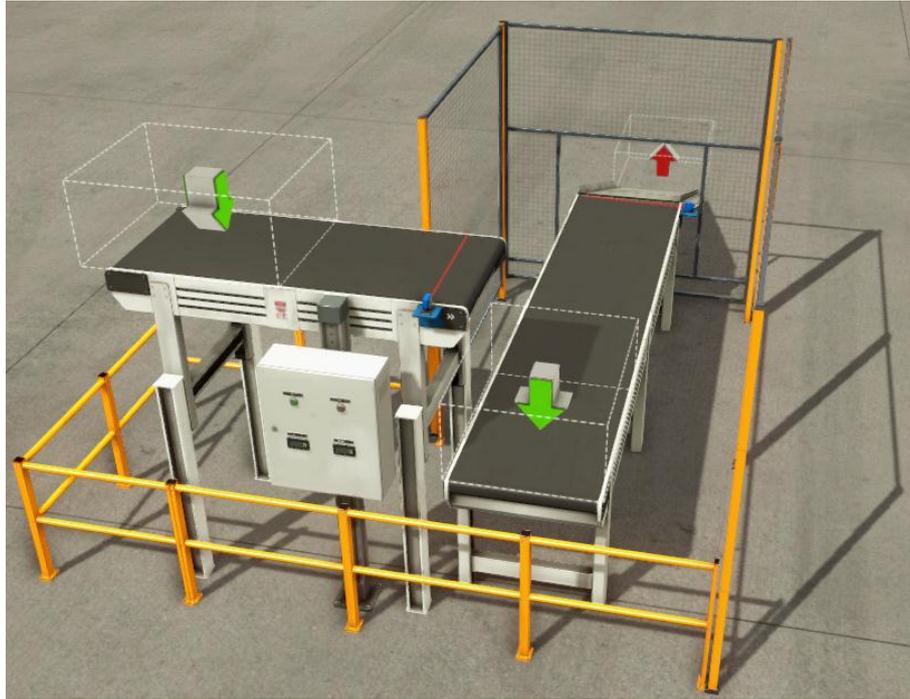


Figura 3.6 Escena implementada en Factory I/O para el empaquetado de cajas

Fuente: Propia

Ver anexo C para solución de la práctica implementada en InTouch vía Portal y Factory I/O

3.9. PRÁCTICA 4: SEMÁFORO

La secuencia del funcionamiento del semáforo es un buen ejemplo para que el alumno aprenda conceptos básicos de temporizadores, debido a esto se implementa en Factory I/O una escena que simule el cruce de calles y así programar el funcionamiento de semáforos ubicados en calle principal y calle secundaria. En la Figura 3.5 se muestra la escena implementada a controlar.

- Usar los temporizadores para generar pausas en el programa.
- Comprender la importancia de un bloque startup en la programación.
- Señalar la importancia de los temporizadores en la automatización.



Figura 3.7 Escena implementada en Factory I/O para simular semáforos en una intersección de calles

Fuente: Propia

Ver anexo D para solución de la práctica implementada en InTouch vía Portal y Factory I/O

3.10. PRÁCTICA 5: CLASIFICACIÓN DE CAJAS BASADA EN PESO

Otra forma de presentar los productos terminados en la industria es por peso, en esta ocasión se plantea clasificar cajas dependiendo del peso. Para esto se ayuda con una balanza que viene implementada en Factory I/O como se muestra en la Figura 3.6. Se realiza la simulación y clasificación de cajas con la ayuda de la banda de pesaje en tres pesos distintos.



Figura 3.8 Clasificación de cajas basadas en peso

Fuente: Propia

Ver anexo E para solución de la práctica implementada en InTouch tía Portal y Factory I/O

3.11. PRÁCTICA 6: APLICACIÓN ROBOT XYZ

Se plantea la programación y utilización en un proceso de la estación existente en el software Factory I/O, este es un robot XYZ como se muestra en la Figura 3.7. Se menciona algunas de las aplicaciones en la industria del robot XYZ («Robot Fanuc», s. f.)

- Paletizaje
- Pick and place
- Ensamblaje
- Colado / sellado
- Pintura/recubrimiento
- Recubrimiento con spray
- Soldadura por arco continua
- Soldadura por puntos



Figura 3.9 Robot XYZ para simular un proceso

Fuente: Propia

Ver anexo F para solución de la práctica implementada en InTouch tía Portal y Factory I/O

3.12. PRÁCTICA 7: CLASIFICACIÓN BASADA EN COLOR

El objetivo de esta práctica es familiarizar al estudiante con los procesos de clasificación usados con frecuencia en la industria, para ello se implementa la escena en Factory con la ayuda del sensor de color. La práctica tiene como objetivo clasificar cajas de tres diferentes colores, este proyecto de automatización industrial busca la reducción de costos y tiempos de producción en el proceso de selección y distribución de materiales. Se usa un método de detección mediante el sensor óptico, los cuales al reconocer el color de las piezas envían una señal al controlador lógico programable (PLC), para que active un actuador y gire en las tres opciones diferentes de acuerdo al color.

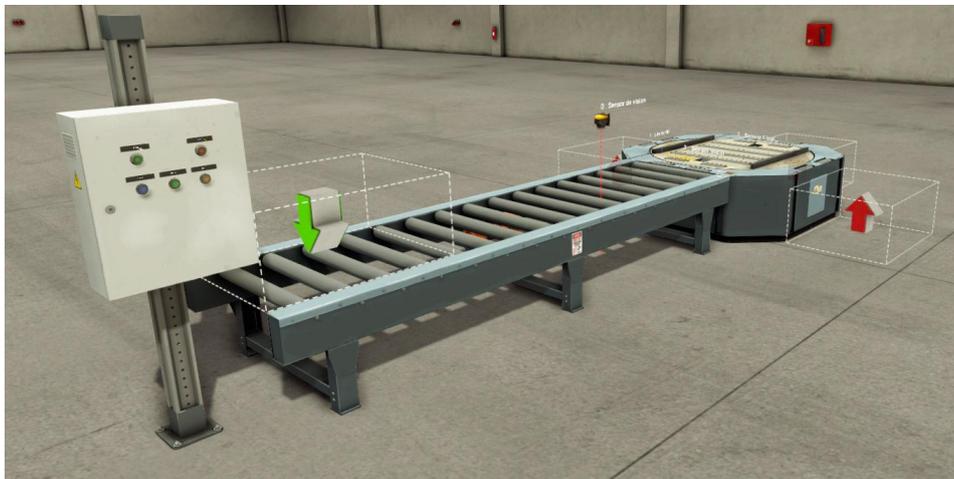


Figura 3.10 Clasificación de cajas de acuerdo a su color

Fuente: Propia

Ver anexo G para solución de la práctica implementada en InTouch vía Portal y Factory I/O

3.13. PRÁCTICA 8: ALMACENAMIENTO DE PRODUCTOS

En la industria se tiene la necesidad de almacenar productos terminados o materia prima. Para simular dicho proceso se utiliza la escena implementada en Factory I/O como se muestra en la Figura 3.9, cuyo objetivo es llenar de forma ordenada las cajas en la estantería, para ellos se utiliza contadores para saber la posición que se va llenando. Se deja planteado como el proceso de vaciar la estantería.



Figura 3.11 Escena implementada en Factory I/O para el almacenamiento de cajas

Fuente: Propia

Ver anexo I para solución de la práctica implementada en InTouch vía Portal y Factory I/O

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

En el presente trabajo se implementó, ocho prácticas de automatización como material de apoyo para los estudiantes de Ingeniería Eléctrica, en esta sección se mencionará las conclusiones y recomendaciones, así como trabajos futuros que se pueden desarrollar.

CONCLUSIONES

Considerando lo expuesto en este estudio se puede concluir que:

- Tras la finalización de la programación y la simulación de las diferentes prácticas en el presente trabajo, en los diferentes software utilizados, y luego de haber observado los resultados, se pudo establecer que el uso del software FACTORY I/O facilita claramente la adquisición de nuevos conceptos en cuanto a materia de automatización.
- En las prácticas implementadas, a la hora de realizar la programación en Intouch no se abordaba directamente la programación completa de la misma, ya que el objetivo principal es el uso del software Factory I/O y la comunicación con el PLC S7-1200.
- Por otro lado, el uso del PLC S7-1200 en todas las estaciones implementadas, permite reforzar los conocimientos en el tema de redes de comunicación al ser necesario la creación de una red local para la correcta simulación de la estación.
- El módulo físico implementado permite al estudiante realizar las conexiones externas de sensores y actuadores, permitiendo reforzar el conocimiento y obtener un acercamiento directo a procesos industriales reales.
- Así mismo, en el caso concreto del control de nivel, el uso del elemento de simulación proporcionado por FACTORY I/O permite observar el efecto que tiene sobre dicho elemento físico las diferentes estrategias de control, de otro modo

hubiera sido necesario la existencia de un sistema físico con su respectivo coste y mantenimiento para poder observar los resultados.

- También se ha observado que se obtienen grandes ventajas en el uso de Factory I/O debido a la gran cantidad de tiempo que se ahorra el usuario en programar un sistema HMI con todas las variables y movimientos requeridos para monitorizar el sistema, Factory I/O permite apreciar el efecto inmediato que tiene sobre cualquier estación, que de otro modo hubieran sido muy complicados de simular.

RECOMENDACIONES

- El software FACTORY I/O es un software recomendable tanto para todos aquellos que se estén iniciando en el mundo de la automatización industrial, como para todas aquellas instituciones que se dediquen a la enseñanza de dicha materia.
- Para futuras investigaciones se podría trabajar el software FACTORY I/O de manera independiente, debido a que este posee un sistema de programación integrado denominado “Control I/O” permitiendo al estudiante programar y simular sin la necesidad de ningún dispositivo físico o software adicional, como TIA PORTAL en este estudio.
- La gran flexibilidad de FACTORY I/O permite realizar interfaces no solo con el PLC S7-1200 planteado en este proyecto, sino también con otras marcas altamente reconocidas ampliando de esta manera la cantidad de proyectos que pueden desarrollarse.
- El amplio campo de aplicación del software FACTORY I/O permite incluso generar sistemas de comunicación personalizadas con otras interfaces de software que no se incluyen en el sistema de programación o comunicación, tanto para monitoreo y control.

BIBLIOGRAFÍA

Coca Salinas, M. fernanda, García Gonzales, A., Jordan Barba, L., Rivero Orellana, M. B., Romero Barrios, S., Vegas, K., & Villaroel Coronado, G. (2014). Informe de control automático de nivel de líquidos aplicando un PID. Recuperado 7 de enero de 2019, de <http://www.dui.uagrm.edu.bo/Informacion/Expociencia2014/1480.pdf>

D'Artenay Bermudez, D. H. (2015). Desarrollo de un simulador de procesos industriales bajo configuración Hardware-in-the-Loop para la práctica-enseñanza de control lógico y regulatorio mediante un PLC. Recuperado 22 de agosto de 2018, de <http://bdigital.unal.edu.co/49790/1/danielhumbertod%27arthenaybermudez.2015.pdf>

FACTORY I / O. (2018). Recuperado 29 de agosto de 2018, de <https://factoryio.com/docs/>

Núñez Núñez, M. L., & Sisa Amaguaña, L. F. (2011). Diseño e implementación de un módulo didáctico para simular y control el proceso de empacado de solidos granulados, para el laboratorio de control de la EIE-CIR. Recuperado 22 de agosto de 2018, de <http://dspace.esPOCH.edu.ec/bitstream/123456789/1162/3/108T0008m.pdf>

Penin, A. R. (2007). *Sistemas SCADA* (2da. ed.). España: Marcombo, Ediciones Técnicas S.A.

Puente, C., Astudillo, K., Asimbaya, D., & Guano, E. (2014). *INFORME DE DISEÑO DE CONTROL DE NIVEL PARA UN TANQUE*. Recuperado de http://www.academia.edu/9842224/INFORME_DE_DISE%CC%81O_DE_CONTROL_DE_NIVEL_PARA_UN_TANQUE

Robot Fanuc. (s. f.). Recuperado 27 de febrero de 2019, de <https://ocw.upc.edu/sites/all/modules/ocw/estadistiques/download.php?file=14589/2011/1/54326/40166-3452.pdf>

Siemens. (2017, noviembre 30). TIA Portal V15 más opciones en aplicaciones y eficiencia energética » tecnopl. Recuperado 29 de agosto de 2018, de tecnopl website: <http://www.tecnopl.com/tia-portal-v15-mas-opciones/>

Siemens. (2018). Programar a un nuevo nivel en el TIA Portal todas las tareas de automatización. Recuperado 29 de agosto de 2018, de https://w5.siemens.com/spain/web/es/industry/automatizacion/sce_educacion/soluciones/Documents/314%20SCE%20-%20CF%20-%20TIA%20Portal.pdf

Smeu, G. A. (2013). Automatic conveyor belt driving and sorting using SIEMENS step 7-200 programmable logic controller. *2013 8TH INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON ADVANCED TOPICS IN ELECTRICAL ENGINEERING (ATEE)*, 1-4. <https://doi.org/10.1109/ATEE.2013.6563408>

System Requirements - FACTORY I/O. (2017). Recuperado 9 de mayo de 2019, de <https://factoryio.com/docs/system-requirements/>

Vásconez, B. A. C., & Carvajal, H. J. G. (2011). *Diseño, implementación de un módulo didáctico para la simulación de procesos industriales en una banda transportadora, por medio de PLC*. 145.

Wonderware InTouch HMI Software - Características - WonderWare. (2018). Recuperado 29 de agosto de 2018, de Wonderware Software - Powering the Industrial World website: <http://www.wonderware.es/hmi-scada/intouch/caracteristicas/>

ANEXOS



Anexo 1 Contador de cajas

UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

GUÍA DE PRÁCTICAS DE LABORATORIO

FACULTAD DE INGENIERÍA EN

CIENCIAS APLICADAS

INGENIERÍA EN MANTENIMIENTO ELÉCTRICO

Práctica #: 01 Tema: Contador de cajas

Fecha de la realización de la práctica: ____ / ____ / ____
año mes día

Observaciones: _____

Fecha de entrega del informe: ____ / ____ / ____
año mes día

Observaciones: _____

Periodo: **Abril – Agosto**

Tema: Contador de cajas

1. Objetivo General

Realizar la programación en TIA Portal que cuente las cajas que pasan por la banda transportadora.

2. Objetivos Específicos

- Aprender el uso de entradas y salidas digitales.
- Comprender el funcionamiento de contadores incrementales.

3. Equipos y materiales

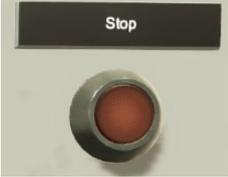
- Computador
- Módulo de prácticas
- Software: TIA PORTAL, FACTORY I/O e INTOUCH

4. Desarrollo

La célula de trabajo ha sido diseñada para estar compuesta por sensores y actuadores cuya descripción y configuración se muestra a continuación Tabla A1.1.

Tabla A1.1 Contador de cajas

Elemento	Configuración	Etiqueta	I/O	Tipo	Descripción
	Digital	Banda Transportadora	Output	Bool	Encargada de transportar las cajas
	Digital	Sensor	Input	Bool	Encargado de censar la presencia de cajas
	Acción momentánea	Start	Input	Bool	Iniciar el sistema (Pulsador)

	Acción momentánea	Stop	Input	Bool	Parar el sistema (Pulsador)
	Sin Acción	---	---	---	Gabinete eléctrico
	Numérico	Contador de cajas	Output		

Dentro de la interfaz de FACTORY I/O se tiene el proceso que se muestra en la Figura A1.1, este proceso se permite contar el número de cajas que pasan por la banda transportadora.



Figura A1.1 Contador de cajas con banda transportadora.

Fuente: Propia

El primer paso es etiquetar y conectar los componentes virtuales, para esto se ingresa en la configuración de el DRIVER y a continuación se ubica los componentes en las entradas y salidas según se muestra en la Figura A1.2.



Figura A1.2 Conexión de entradas y salidas.

Fuente: Propia

En base a las conexiones realizadas en FACTORY I/O, se procederá a crear una tabla de variables en la interfaz de TIA PORTAL en la cual se debe usar las mismas etiquetas como se muestra en la Figura A1.3.

1		Start PLC	Bool	%I0.0
2		Stop PLC	Bool	%I0.1
3		Start Factory	Bool	%I1.0
4		Stop Factory	Bool	%I1.1
5		Sensor de cajas	Bool	%I1.2
6		Banda Transportadora	Bool	%Q1.0
7		Iniciado	Bool	%Q1.1
8		Detenido	Bool	%Q1.2
9		Conteo de cajas	DWord	%QD100
10		Flanco sensor de cajas	Bool	%M1.0

Figura A1.3 Etiquetas de entradas y salidas en el PLC

Fuente: Propia

En la programación de TIA PORTAL se debe agregar algunas variables que se permitan manejar las tareas requeridas.

La primera parte de la programación del dispositivo tiene la tarea de iniciar y detener el proceso desde las entradas físicas en el módulo didáctico y también desde la interfaz de FACTORY I/O, además, se muestra en luces indicadoras en la interfaz

virtual si el sistema está iniciado o detenido. En la Figura A1.4. se puede observar esta etapa de la programación.

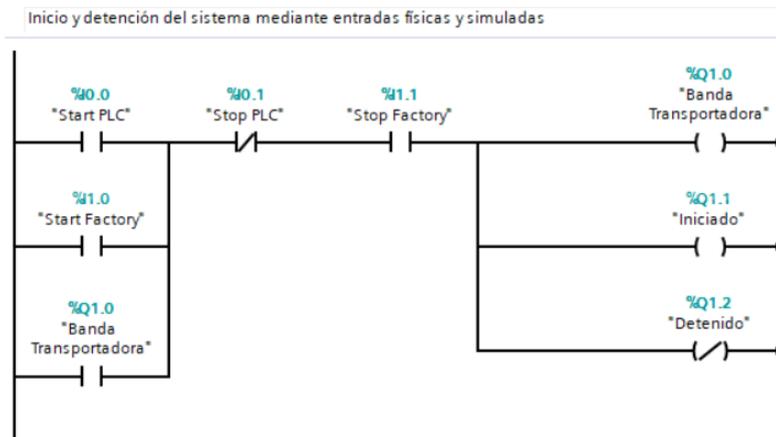


Figura A1.4 Inicio y detención del sistema.

Fuente: Propia

La segunda parte de la programación permite realizar el conteo de cajas. En la interfaz virtual se puede observar que el sensor está ubicado en la parte final de la banda transportadora, el objetivo es contar las cajas que salen de la banda transportadora por lo cual se toma una lectura de flanco descendente en el “Sensor de cajas”.

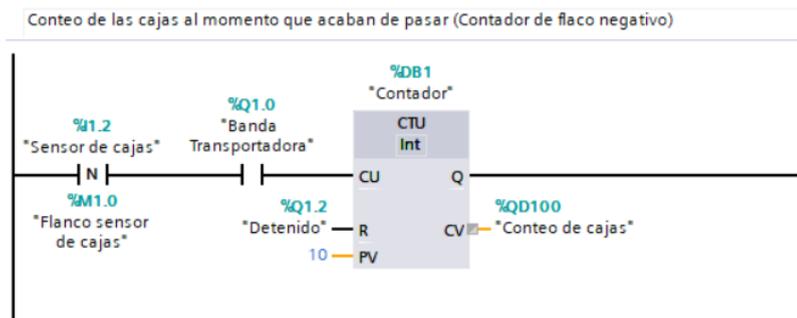


Figura A1.5 Conteo de cajas con flanco descendente.

Fuente: Propia

Ahora es necesario configurar el contador ascendente. Los contadores en TIA PORTAL los se selecciona de la barra de herramientas donde se encuentran todos los elementos que se puede utilizar en el proyecto, al igual que los temporizadores y

otras funciones. Esta barra denominada “Instrucciones” se encuentra en el lado derecho de la interfaz.

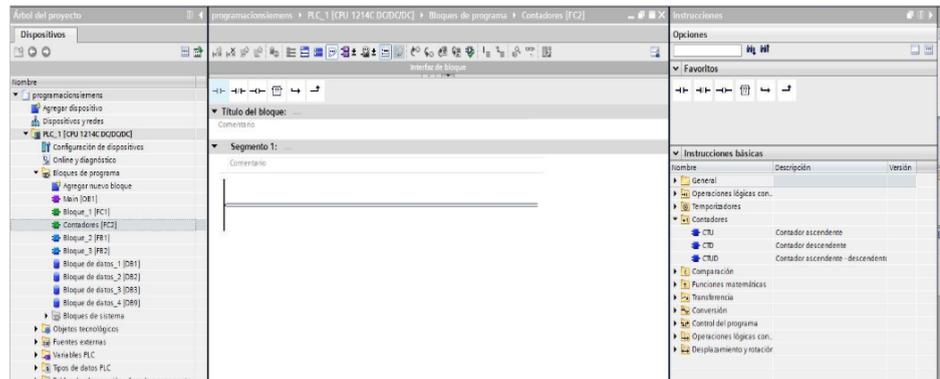


Figura A1.6 Interfaz de contadores

Fuente: Propia

En la Figura A1.7 se puede observar los diferentes tipos de contadores existentes, cada uno con su función específica.

+1 Contadores	
CTU	Contador ascendente
CTD	Contador descendente
CTUD	Contador ascendente - descendente

Figura A1.7 Tipos de contadores en TIA PORTAL

Fuente: Propia

En el proyecto se necesita un contador ascendente “CTU”. Se inicia insertando de la barra de herramientas en el segmento donde lo queremos utilizar, una vez insertado el contador se ubicará aparecerá una ventana emergente denominada “opciones de llamada” que lo se puede ver en la Figura.

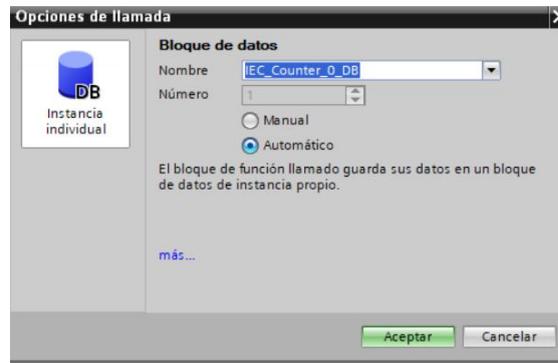


Figura A1.8 Ventana de llamada para configuración del contador

Fuente: Propia

En la ventana de configuración asignamos el nombre “Contador” a el bloque de datos, por último, se pulsa en el botón “Aceptar” y el contador se añadirá a la carpeta de sistema del proyecto.

La programación de la interfaz de InTouch se muestra en la figura A1.9. en la que se extrajo una captura de la interfaz de Factory I/O y se insertó componentes de visualización.



Figura A1.9 Interfaz de visualización en Intouch

Fuente: Propia



Los componentes de visualización de Intouch son luces que muestran el estado en tiempo real de las variables de Factory I/O, estos indicadores cambian su estado del color rojo (apagado) al color verde (encendido).

- a) Sistema de encendido
- b) Banda transportadora
- c) Sensor de presencia de cajas

Además, la interfaz dispone de un visualizador numérico que permite mostrar la cantidad de cajas que han pasado por la banda transportadora.

- a) Conteo de cajas

En la figura A1.10. se puede observar las variables definidas en Intouch con sus correspondientes direcciones de comunicación.

 Banda_Transportadora	I/O Discrete	q0.1
 Conteo_Cajas	I/O Integer	qd100
 Detenido	I/O Discrete	q1.2
 Sensor_cajas	I/O Discrete	i1.2

Figura A1.10 Variables de comunicación Intouch

Fuente: Propia

5. Informe

El informe a presentar por el/los estudiantes deberán al menos tener las siguientes consideraciones:

- Complementar la fundamentación teórica contenida en la etapa de Introducción. Se deberá utilizar bibliografía adecuada.
- Cálculos: Se presentará una etapa de cálculos de acuerdo con la fundamentación teórica que permitan ser comparados con los valores obtenidos en la experimentación.
- Análisis de resultados: Se realizará una evaluación crítica de los resultados y se compararán con los valores calculados.



- Conclusiones: Deben contener al menos ubica tres conclusiones. Estas deben ser simples y concisas. Se deberá hacer comparaciones entre los resultados experimentales y los conceptos teóricos. Los resultados obtenidos deben ser presentados y se debe hacer inferencias a partir del análisis de resultados.
- Recomendaciones: Deben contener al menos ubica tres recomendaciones. Se proponen ideas que contribuyan a mejorar los resultados, así como también el procedimiento de la práctica.

6. Bibliografía y linkografía

(«S7 Controlador programable S7-1200», 2009)



Anexo 2 Control de nivel

UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

GUÍA DE PRÁCTICAS DE LABORATORIO

FACULTAD DE INGENIERÍA EN
CIENCIAS APLICADAS
INGENIERÍA EN MANTENIMIENTO ELÉCTRICO

Práctica #: 02 Tema: Control de nivel

Fecha de la realización de la práctica: ____ / ____ / ____
año mes día

Observaciones: _____

Fecha de entrega del informe: ____ / ____ / ____
año mes día

Observaciones: _____

Periodo: **Abril – Agosto**

Tema: Contador de cajas

1. Objetivo General

Realizar el control ON/ OFF de un tanque con dos puntos de referencia, para obtener el control de llenado.

2. Objetivos Específicos

- Visualizar la cantidad de líquido que contiene el tanque
- Realizar el control de las electroválvulas de entrada y salida para obtener un control de líquido en el tanque
- Realizar la medición y monitoreo del líquido en un tanque.

3. Equipos y materiales

- Computador
- Módulo de prácticas
- Software: TIA PORTAL, FACTORY I/O e INTOUCH

4. Desarrollo

En el desarrollo de esta práctica se usará los componentes descritos en la tabla A2.1.

Tabla A2.1 Control de nivel

Elemento	Configuración	Etiqueta	I/O	Tipo	Descripción
	Sin acción	Tanque	---	---	Recipiente de agua
	Digital	Electroválvula	Output	Bool	Encargada de llenar y vaciar el tanque

	Acción momentánea	Start	Input	Bool	Iniciar el sistema (Pulsador)
	Acción momentánea	Stop	Input	Bool	Parar el sistema (Pulsador)
	Acción analógica	: Setpoint LOW	Input	Analógica	Establece le nivel bajo del tanque
	Acción analógica	Setpoint HIGH	Input	Analógica	Establece el nivel alto del tanque
	Sin Acción	---	---	---	Gabinete eléctrico
	Numérico	LOW	Output		Muestra el límite bajo del tanque
	Numérico	Nivel	Output		Muestra el nivel del líquido

	Numérico	HIGH	Output	Muestra el alto alto del tanque
--	----------	------	--------	---------------------------------

Dentro de la interfaz de FACTORY I/O se tiene el proceso de control On/Off del tanque que se puede apreciar en la Figura A2.1, este proceso se permite controlar el nivel del tanque dado dos límites de referencia, un límite bajo y uno alto, además de poder visualizar los límites y el nivel actual.

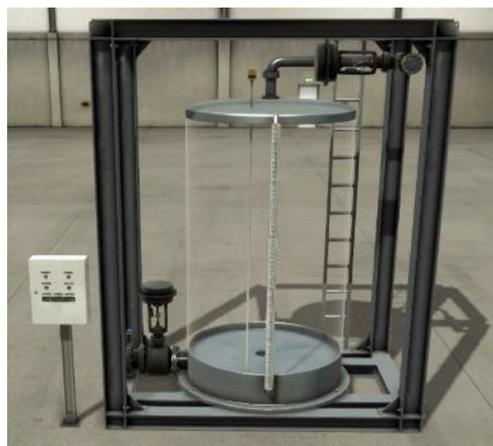


Figura A2.1 Tanque para el control de nivel On/Off.

Fuente: Propia

El primer paso es etiquetar y conectar los componentes virtuales, para esto se ingresa en la configuración de el DRIVER y a continuación se ubica los componentes en las entradas y salidas según se muestra en la Figura A2.2.

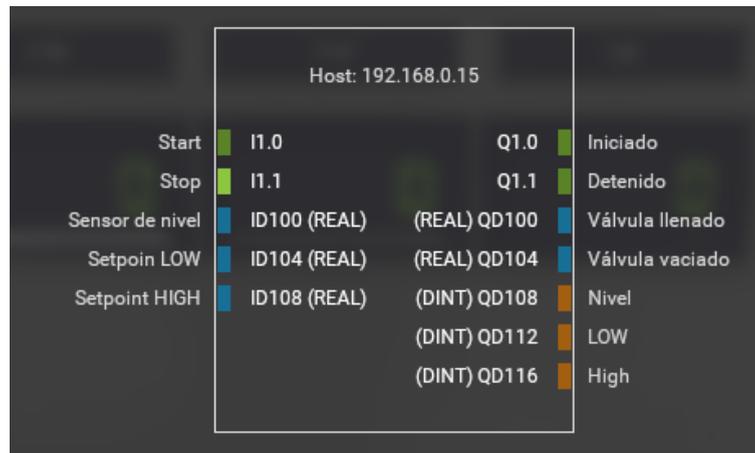


Figura A2.2 Conexión de entradas y salidas.

Fuente: Propia

En base a las conexiones realizadas en FACTORY I/O, se procederá a crear una tabla de variables en la interfaz de TIA PORTAL en la cual se debe usar las mismas etiquetas como se muestra en la Figura A2.3.

1		Start PLC	Bool	%I0.0
2		Stop PLC	Bool	%I0.1
3		Start Factory	Bool	%I1.0
4		Stop Factory	Bool	%I1.1
5		Sensor de Nivel	DWord	%ID100
6		Setpoint Bajo	DWord	%ID104
7		Setpoint Alto	Real	%ID108
8		Iniciado PLC	Bool	%Q0.0
9		Detenido PLC	Bool	%Q0.1
10		Iniciado	Bool	%Q1.0
11		Detenido	Bool	%Q1.1
12		Valvula de llenado	Real	%QD100
13		Valvula de vaciado	Real	%QD104
14		Visualizar Nivel	DWord	%QD108
15		Visualizar SP. Bajo	DWord	%QD112
16		Visualizar Sp. Alto	DWord	%QD116

Figura A2.3 Etiquetas de entradas y salidas en el PLC

Fuente: Propia

En la programación de TIA PORTAL se debe agregar algunas variables que permitan realizar las tareas requeridas.

La primera parte de la programación del dispositivo tiene la tarea de iniciar y detener el proceso desde las entradas físicas en el módulo didáctico y también desde la interfaz de FACTORY I/O, además, se muestra en luces indicadoras en la interfaz virtual si el sistema está iniciado o detenido. En la Figura A2.4. se puede observar esta etapa de la programación.

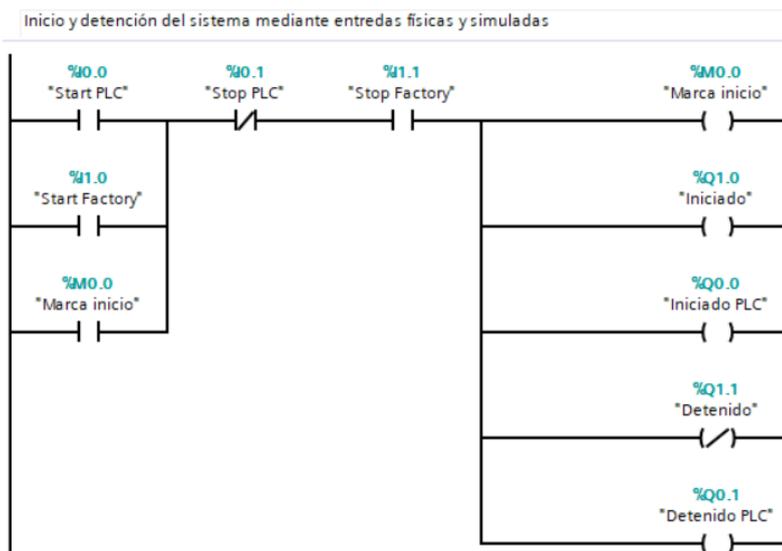


Figura A2.4 Inicio y detención del sistema.

Fuente: Propia

La segunda parte de la programación permite llenar el tanque. En la interfaz virtual se puede observar que la válvula de llenado se encuentra en la parte superior del tanque, el objetivo aquí es llenar el tanque hasta el valor límite superior (Setpoint HIGH).

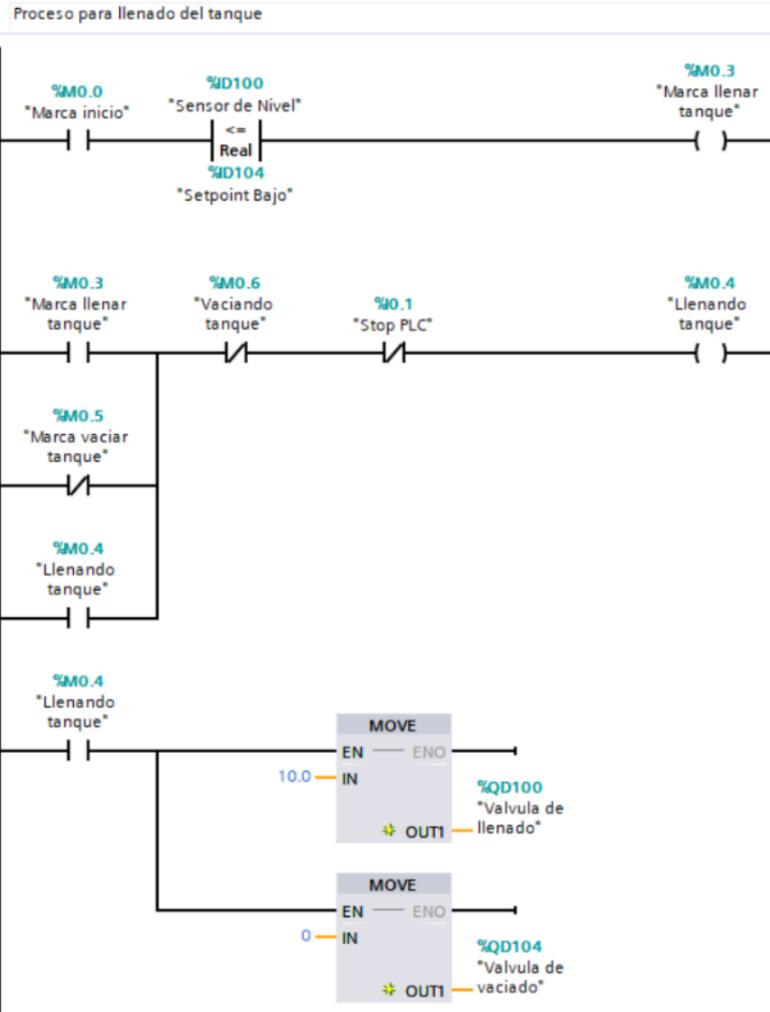


Figura A2.5 Proceso para llenado del tanque.

Fuente: Propia

La siguiente parte de la programación permite vaciar el tanque. Dentro de la interfaz se puede observar que la válvula de vaciado se encuentra en la parte inferior del tanque, en esta etapa del proceso se tiene como objetivo vaciar el tanque hasta el valor límite inferior (Setpoint LOW).

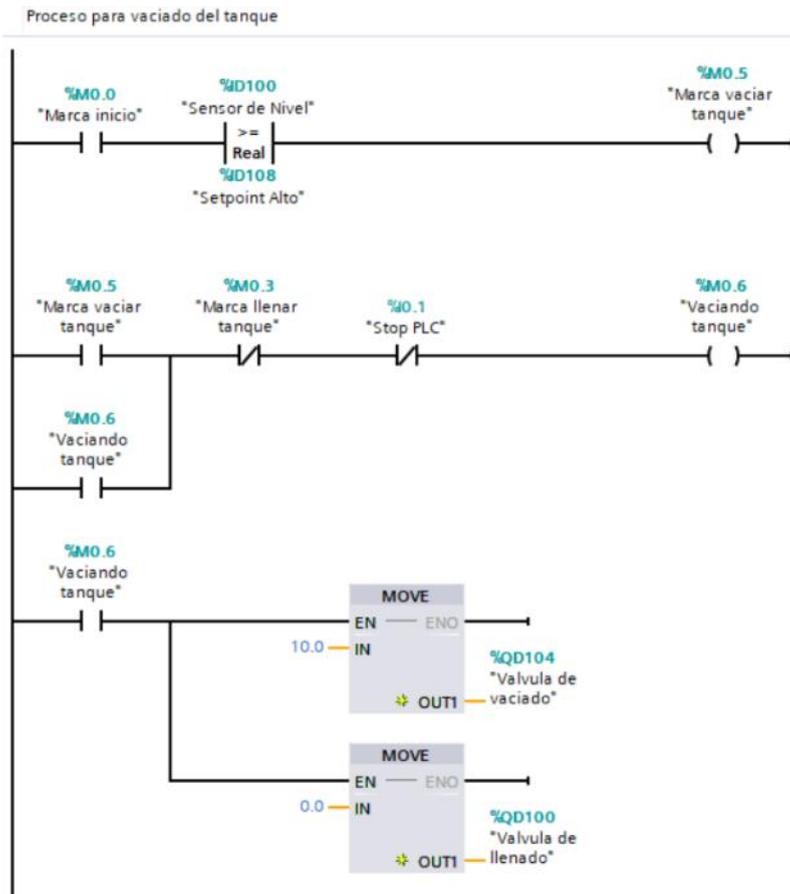


Figura A2.6 Proceso para vaciado del tanque.

Fuente: Propia

En la parte final del proceso de programación, se realiza la transformación de las variables en números enteros que son necesarios para el envío y visualización hacia la interfaz de Factory I/O.

Envío de parámetros

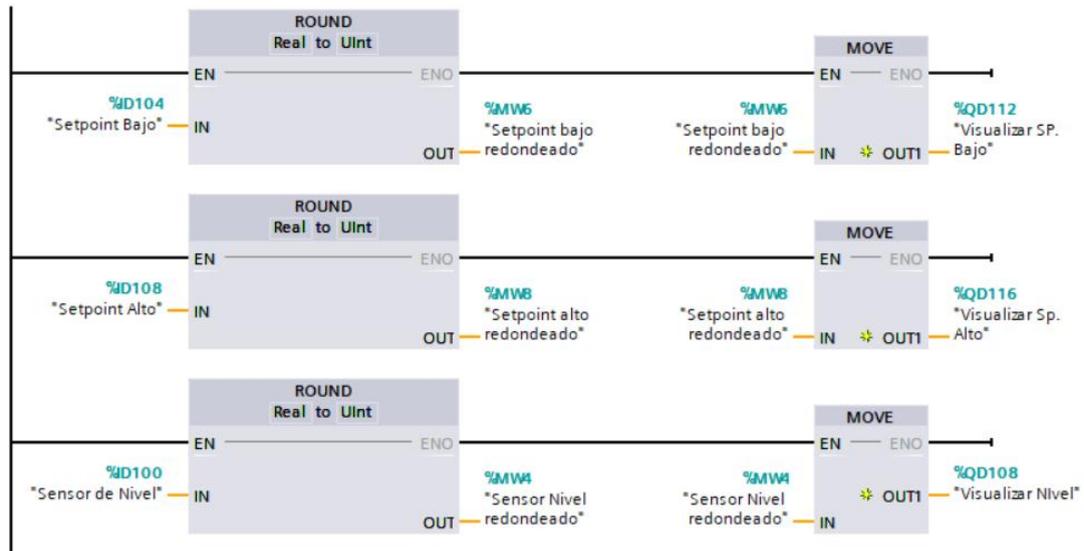


Figura A2.7 Proceso para vaciado del tanque.

Fuente: Propia

La interfaz de Intouch se puede visualizar en la figura A2.8. la cual contiene en la mayor parte indicadores numéricos para observar el valor de los potenciómetros ubicados en la interfaz de Factory I/O.



Figura A2.8 Interfaz de visualización de Intouch.

Fuente: Propia

Los componentes de visualización de Intouch permiten tener el estado actual del funcionamiento del sistema. El indicador booleano cambia su estado del color rojo (apagado) al color verde (encendido).

a) Sistema iniciado.

Los indicadores numéricos muestran los límites de funcionamiento del sistema y del nivel actual en el tanque.

a) Límites de nivel

b) Nivel actual



En la figura A2.9. se puede observar las variables definidas en Intouch con sus correspondientes direcciones de comunicación.

High	I/O Integer	qd116
Iniciado	I/O Discrete	q1.0
Low	I/O Integer	qd112
Nivel	I/O Integer	qd108

Figura A2.9 Variables asignadas en Intouch.

Fuente: Propia

5. Informe

El informe a presentar por el/los estudiantes deberán al menos tener las siguientes consideraciones:

- Complementar la fundamentación teórica contenida en la etapa de Introducción. Se deberá utilizar bibliografía adecuada.
- Conclusiones: Deben contener al menos ubica tres conclusiones. Estas deben ser simples y concisas. Se deberá hacer comparaciones entre los resultados experimentales y los conceptos teóricos. Los resultados obtenidos deben ser presentados y se debe hacer inferencias a partir del análisis de resultados.
- Recomendaciones: Deben contener al menos ubica tres recomendaciones. Se proponen ideas que contribuyan a mejorar los resultados, así como también el procedimiento de la práctica.

6. Bibliografía y linkografía



Anexo 3 Empaquetado

UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

GUÍA DE PRÁCTICAS DE LABORATORIO

FACULTAD DE INGENIERÍA EN
CIENCIAS APLICADAS
INGENIERÍA EN MANTENIMIENTO ELÉCTRICO

Práctica #: 03 Tema: Empaquetado

Fecha de la realización de la práctica: ____ / ____ / ____
año mes día

Observaciones: _____

Fecha de entrega del informe: ____ / ____ / ____
año mes día

Observaciones: _____

Periodo: Abril – Agosto

Tema: Contador de cajas

1. Objetivo General

Empaquetar objetos pequeños en cajas.

2. Objetivos Específicos

- Reforzar conocimientos de contadores en el software TIA PORTAL.
- Realizar un sistema SCADA utilizando INTOUCH para el monitoreo del proceso.

3. Equipos y materiales

- Computador
- Módulo de prácticas
- Software: TIA PORTAL, FACTORY I/O e INTOUCH

4. Desarrollo

En el desarrollo de esta práctica se usará los componentes descritos en la tabla A3.1.

Tabla A3.1 Empaquetado

Elemento	Etiqueta	Configuración	I/O	Tipo	Descripción
	Banda inicial	Digital	Output	Boleana	Encargada de transportar las cajas
	Banda final				
	Sensor de paquetes Sensor de cajas	de Digital	Input	Boleana	Encargado de censar la presencia de cajas
	Start	Acción momentánea	Input	Boleana	Iniciar el sistema (Pulsador)

	Stop	Acción momentánea	Input	Boleana	Detener el sistema (Pulsador)
	Gabinete	Sin acción	---	---	Gabinete eléctrico
	Rampa	Sin acción	---	----	Rampa de salida
	Contador paquetes	de Integral	Output	Numérica	Muestra las cajas contadas
	Contador cajas	de Integral	Output	Numérica	Muestra las cajas contadas

Dentro de la interfaz de FACTORY I/O se tiene el proceso de conteo de cajas y paquetes que se trasladan a través de dos bandas transportadoras, proceso que se puede apreciar en la Figura A1.1. Este proceso se ubica permite controlar el empaquetado de cinco productos dentro de una caja y posteriormente trasladarlos hasta la salida del proceso.

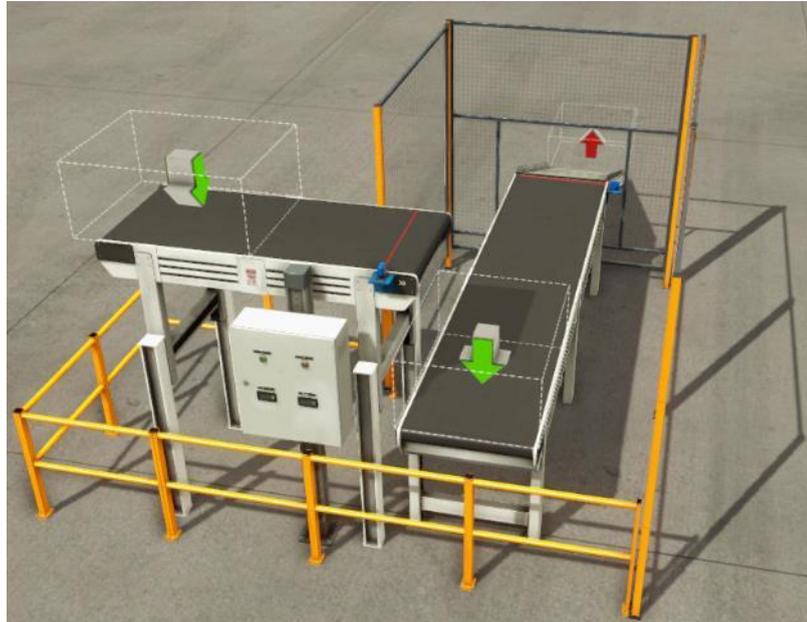


Figura A3.1 Proceso de conteo de cajas y paquetes.

Fuente: Propia

El tablero de control del proceso se lo puede apreciar en la figura A3.2. Donde se encuentran los controles para de inicio y detención del sistema además de la visualización del conteo de cajas y paquetes.



Figura A3.2 Control de mando de empaquetado

Fuente: Propia

El primer paso es etiquetar y conectar los componentes virtuales, para esto se ingresa en la configuración del DRIVER y a continuación se ubica los componentes en las entradas y salidas según se muestra en la Figura A3.3.

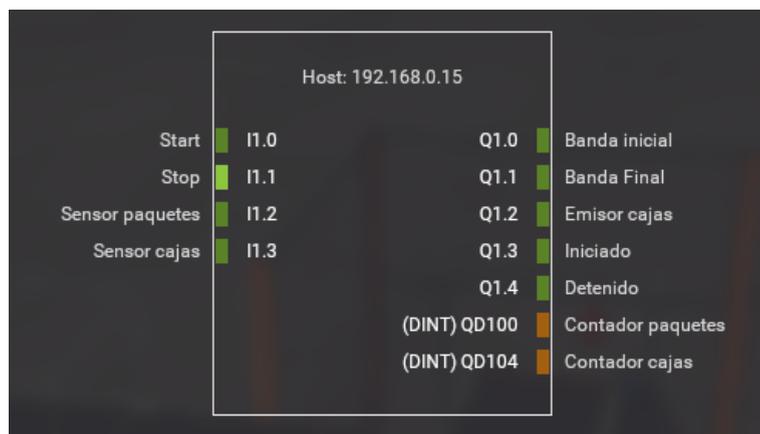


Figura A3.3 Conexión de entradas y salidas.

Fuente: Propia

En base a las conexiones realizadas en FACTORY I/O, se procederá a crear una tabla de variables en la interfaz de TIA PORTAL en la cual se debe usar las mismas etiquetas como se muestra en la Figura A3.4.

1		Start PLC	Bool	%I0.0
2		Stop PLC	Bool	%I0.1
3		Start Factory	Bool	%I1.0
4		Stop Factory	Bool	%I1.1
5		Sensor paquetes	Bool	%I1.2
6		Sensor cajas	Bool	%I1.3
7		Banda Inicial PLC	Bool	%Q0.0
8		Banda Final PLC	Bool	%Q0.1
9		Iniciado PLC	Bool	%Q0.3
10		Detenido PLC	Bool	%Q0.4
11		Banda inicial	Bool	%Q1.0
12		Banda final	Bool	%Q1.1
13		Iniciado	Bool	%Q1.3
14		Detenido	Bool	%Q1.4
15		Contador paquetes	DWord	%QD100
16		Contador cajas	DWord	%QD104

Figura A3.4 Etiquetas de entradas y salidas en el PLC

Fuente: Propia

En la programación de TIA PORTAL se debe agregar algunas variables que permitan manejar las tareas requeridas.

La primera parte de la programación del dispositivo tiene la tarea de iniciar y detener el proceso desde las entradas físicas en el módulo didáctico y también desde la interfaz de FACTORY I/O, además, se ubica muestra en luces indicadoras en la interfaz virtual si el sistema está iniciado o detenido. En la Figura A3.5. Se puede observar esta etapa de la programación.

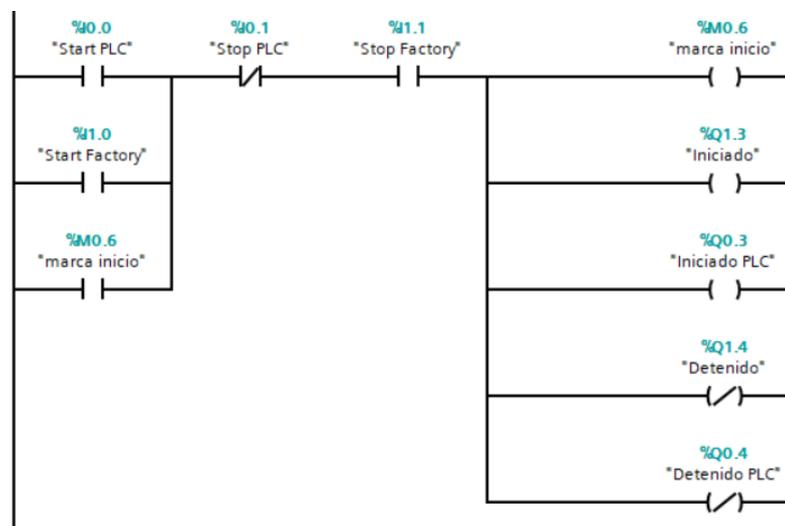


Figura A3.5 Inicio y detención del sistema.

Fuente: Propia

La siguiente parte en el proceso de programación realiza el control de la banda transportadora inicial para dispensar y trasladar los productos hacia las cajas, la que se mantiene encendida hasta que se cuente un total de cinco productos. El proceso se lo observa en la figura A3.5.

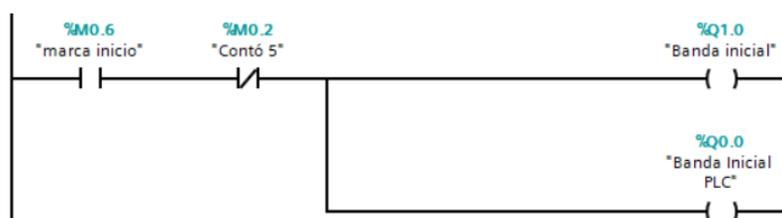


Figura A3.6 Control de la Banda inicial.

Fuente: Propia

La segunda parte de la programación permite realizar el conteo de los productos. En la interfaz virtual se puede observar que el sensor está ubicado en la parte final de la banda transportadora, el objetivo es contar las cajas que salen de la banda transportadora inicial, por lo cual se toma una lectura de flanco descendente en el “Sensor de paquetes”. Este proceso se observa en la figura A3.6.

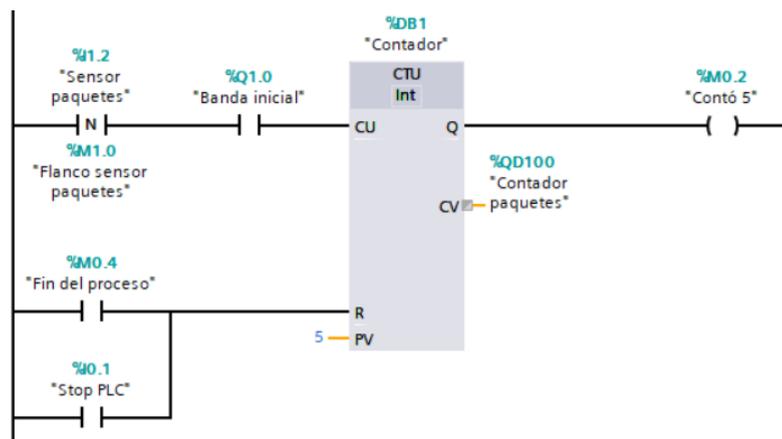


Figura A3.7 Conteo de paquetes con flanco descendente.

Fuente: Propia

La siguiente parte del proceso permite controlar la banda transportadora final para trasladar las cajas hacia la salida del proceso, esta se mantiene encendida hasta que la caja pase por el “Sensor de cajas”. El proceso se lo observa en la figura A3.7.

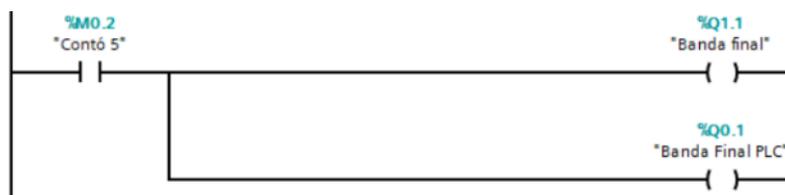


Figura A3.8 Control de la Banda final.

Fuente: Propia

En la parte final del proceso se muestra el conteo de cajas que salen del proceso, esto se puede observar en la figura A3.8. Todas estas variables de control y visualización son enviadas a la interfaz de Factory I/O e Intouch.

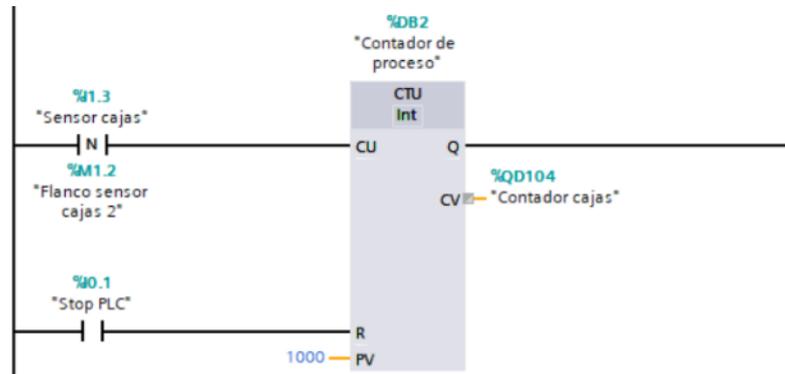


Figura A3.9 Conteo de cajas por flanco descendente.

Fuente: Propia

La interfaz de Intouch se puede visualizar en la figura A3.9. donde se aprecia las bandas transportadoras que guían a los paquetes y las cajas a través del proceso.



Figura A3.10 Interfaz de visualización de Intouch.

Fuente: Propia

Los componentes de visualización de Intouch permiten tener el estado actual del funcionamiento del sistema. El indicador booleano cambia su estado del color rojo (apagado) al color verde (encendido).

- a) Sistema iniciado.
- b) Banda inicial
- c) Banda final



Los indicadores numéricos muestran el conteo de los productos pasando por la banda inicial y de las cajas en la banda final.

- a) Contador de productos
- b) Contador de cajas

En la figura A3.10. se puede observar las variables definidas en Intouch con sus correspondientes direcciones de comunicación.

Iniciado	I/O Discrete	q1.3
Banda_inicial	I/O Discrete	q1.0
Banda_final	I/O Discrete	q1.1
Cajas	I/O Integer	qd104
Paquetes	I/O Integer	qd100

Figura A3.11 Variables asignadas en Intouch.

Fuente: Propia

5. Informe

El informe a presentar por el/los estudiantes deberán al menos tener las siguientes consideraciones:

- Complementar la fundamentación teórica contenida en la etapa de Introducción. Se deberá utilizar bibliografía adecuada.
- Cálculos: Se presentará una etapa de cálculos de acuerdo con la fundamentación teórica que permitan ser comparados con los valores obtenidos en la experimentación.
- Análisis de resultados: Se realizará una evaluación crítica de los resultados y se compararán con los valores calculados.
- Conclusiones: Deben contener al menos ubica tres conclusiones. Estas deben ser simples y concisas. Se deberá hacer comparaciones entre los resultados experimentales y los conceptos teóricos. Los resultados obtenidos deben ser presentados y se debe hacer inferencias a partir del análisis de resultados.
- Recomendaciones: Deben contener al menos ubica tres recomendaciones. Se proponen ideas que contribuyan a mejorar los resultados, así como también el procedimiento de la práctica.



6. Bibliografía y linkografía

(Coca Salinas et al., 2014)

(Puente, Astudillo, Asimbaya, & Guano, 2014)



Anexo 4 Semáforo

UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

GUÍA DE PRÁCTICAS DE LABORATORIO

FACULTAD DE INGENIERÍA EN

CIENCIAS APLICADAS

INGENIERÍA EN MANTENIMIENTO ELÉCTRICO

Práctica #:

04

Tema:

Semáforo

Fecha de la realización de la práctica:

___ / ___ / ___

año mes día

Observaciones: _____

Fecha de entrega del informe:

___ / ___ / ___

año mes día

Observaciones: _____

Periodo:

Abril – Agosto

Tema: Contador de cajas

1. Objetivo General

Aplicar los conocimientos teóricos adquiridos en clases sobre máquinas de estados secuenciales mediante la implementación práctica de un semáforo de dos vías.

2. Objetivos Específicos

- Aprender el uso de temporizadores en el software TIA PORTAL.
- Comprender el funcionamiento de los temporizadores incrementales aplicados a un sistema real virtualizado mediante el programa FACTORY I/O.
- Realizar un sistema SCADA simple utilizando INTOUCH para el monitoreo del semáforo.

3. Equipos y materiales

- Computador
- Módulo de prácticas
- Software: TIA PORTAL, FACTORY I/O e INTOUCH

4. Desarrollo

En el desarrollo de esta práctica se usará los componentes descritos en la tabla A4.1.

Tabla A4.1 Semáforo

Elemento	Etiqueta	Configuración	I/O	Tipo	Descripción
	Verde principal	Digital	Output	Boleana	Color verde calle principal
	Ambar principal	Digital	Output	Boleana	Color ambar calle principal

	Rojo principal	Digital	Output	Boleana	Iniciar el sistema (Pulsador)
	Verde secundaria	Acción momentánea	Input	Boleana	Detener el sistema (Pulsador)
	Amarillo secundaria	Acción momentánea	Input	Boleana	Detener el sistema (Pulsador)
	Rojo secundaria	Acción momentánea	Input	Boleana	Detener el sistema (Pulsador)
	Gabinete	Sin acción	---	---	Gabinete eléctrico

Dentro de la interfaz de FACTORY I/O se tiene el proceso de control de un semáforo de dos vías que se puede apreciar en la Figura A4.1, este proceso se ubica permite visualizar el comportamiento del semáforo que puede ser ubicado en una esquina con calles de una vía.



Figura A4.1 Control de semáforos.

Fuente: Propia

El primer paso es etiquetar y conectar los componentes virtuales, para esto se ingresa en la configuración de el DRIVER y a continuación se ubica los componentes en las entradas y salidas según se muestra en la Figura A4.2.



Figura A4.2 Conexión de entradas y salidas.

Fuente: Propia

En base a las conexiones realizadas en FACTORY I/O, se procederá a crear una tabla de variables en la interfaz de TIA PORTAL en la cual se debe usar las mismas etiquetas como se muestra en la Figura A4.3.

1		Verde principal PLC	Bool	%Q0.0
2		Ambar principal PLC	Bool	%Q0.1
3		Rojo principal PLC	Bool	%Q0.2
4		Verde secundaria PLC	Bool	%Q0.3
5		Ambar secundaria PLC	Bool	%Q0.4
6		Rojo secundaria PLC	Bool	%Q0.5
7		Verde principal	Bool	%Q1.0
8		Ambar principal	Bool	%Q1.1
9		Rojo principal	Bool	%Q1.2
10		Verde secundaria	Bool	%Q1.3
11		Ambar secundaria	Bool	%Q1.4
12		Rojo secundaria	Bool	%Q1.5

Figura A4.3 Etiquetas de entradas y salidas en el PLC

Fuente: Propia

En la programación de TIA PORTAL se debe agregar algunas variables que se permitan manejar las tareas requeridas.

La programación del semáforo se divide en seis etapas de temporización. La primera etapa se puede apreciar en la Figura A4.4. en donde el sistema inicia encendiendo la luz verde de la calle principal, la cual se resetea en un tiempo de 5 segundos, permitiendo pasar al siguiente proceso.

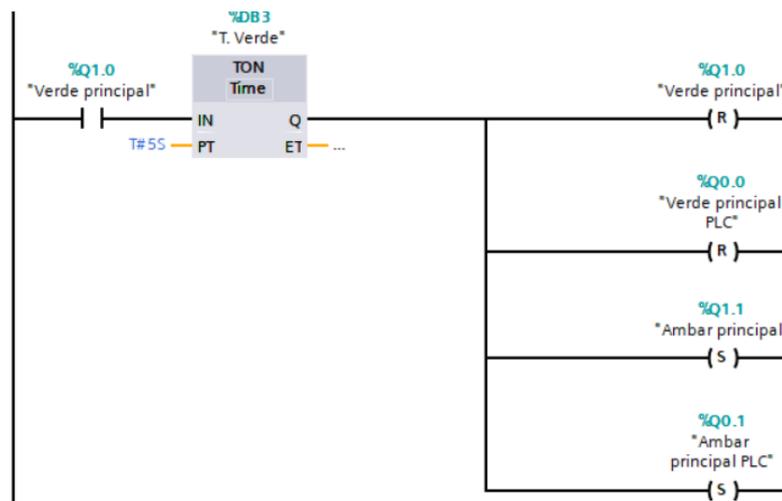


Figura A4.4 Activación de la luz verde del semáforo principal.

Fuente: Propia

La segunda etapa se encarga de encender la luz ámbar de la calle principal durante un tiempo de 2 segundos como se muestra en la figura A4.5.

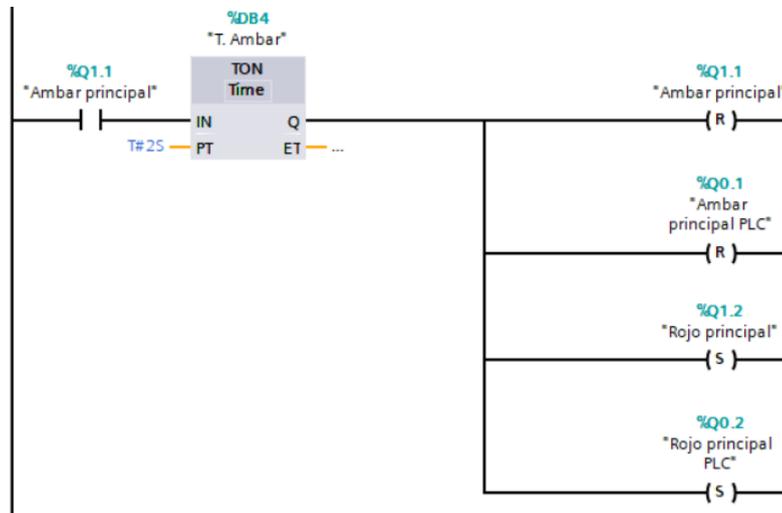


Figura A4.5 Activación de la luz ámbar del semáforo principal.

Fuente: Propia

En la tercera etapa, el sistema enciende la luz roja principal por un tiempo de 7 segundos como se muestra en la figura A4.6.

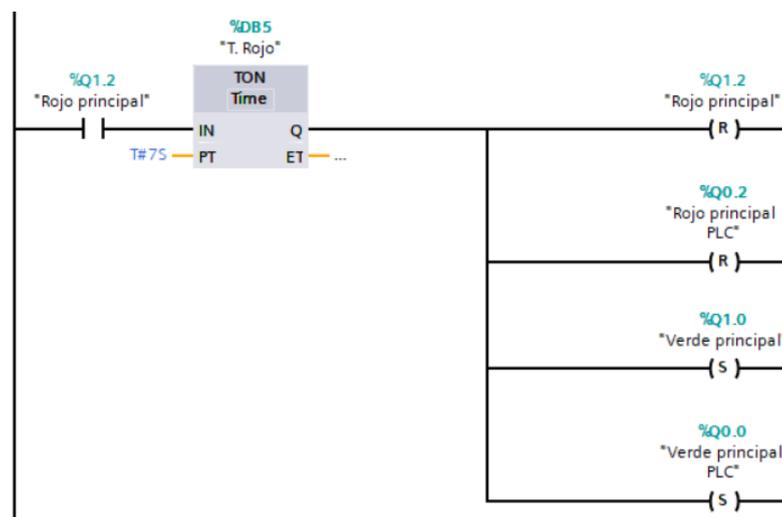


Figura A4.6 Activación de la luz roja del semáforo principal.

Fuente: Propia

Completadas las tres primeras etapas, se sigue el mismo patrón de tiempos para activar el semáforo de la calle secundaria.

La interfaz de Intouch se puede visualizar en la figura A4.7. donde se aprecia el estado de las luces de los semáforos.

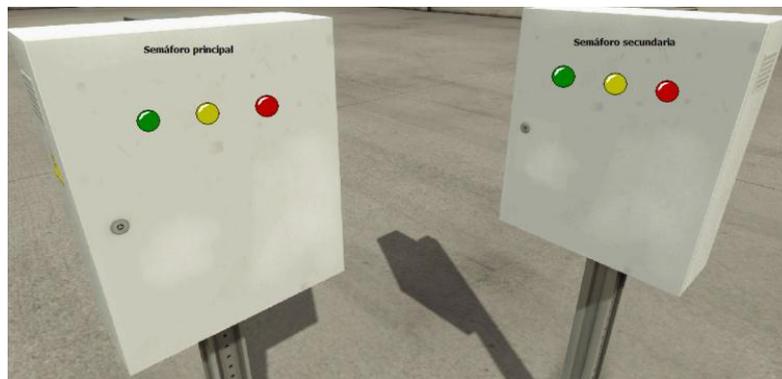


Figura A4.7 Interfaz de visualización de Intouch.

Fuente: Propia

Los componentes de visualización de Intouch permiten tener el estado actual del funcionamiento del sistema. Los indicadores boolease ubica cambian su nivel de iluminación dependiendo de su activación.

- a) Verde Principal.
- b) Ámbar principal.
- c) Rojo principal.
- d) Verde Secundaria.
- e) Ámbar Secundaria.
- f) Rojo Secundaria.

En la figura A4.8. se puede observar las variables definidas en Intouch con sus correspondientes direcciones de comunicación.

	Ambar_principal	I/O Discrete	q1.1
	Ambar_secundaria	I/O Discrete	q1.4
	Rojo_principal	I/O Discrete	q1.2
	Rojo_secundaria	I/O Discrete	q1.5
	Verde_principal	I/O Discrete	q1.0
	Verde_secundaria	I/O Discrete	q1.3

Figura A4.8 Variables asignadas en Intouch.

Fuente: Propia



5. Informe

El informe a presentar por el/los estudiantes deberán al menos tener las siguientes consideraciones:

- Complementar la fundamentación teórica contenida en la etapa de Introducción. Se deberá utilizar bibliografía adecuada.
- Cálculos: Se presentará una etapa de cálculos de acuerdo con la fundamentación teórica que permitan ser comparados con los valores obtenidos en la experimentación.
- Análisis de resultados: Se realizará una evaluación crítica de los resultados y se compararán con los valores calculados.
- Conclusiones: Deben contener al menos ubica tres conclusiones. Estas deben ser simples y concisas. Se deberá hacer comparaciones entre los resultados experimentales y los conceptos teóricos. Los resultados obtenidos deben ser presentados y se debe hacer inferencias a partir del análisis de resultados.
- Recomendaciones: Deben contener al menos ubica tres recomendaciones. Se proponen ideas que contribuyan a mejorar los resultados, así como también el procedimiento de la práctica.

6. Bibliografía y linkografía

(Coca Salinas et al., 2014)

(Puente, Astudillo, Asimbaya, & Guano, 2014)



Anexo 5 Clasificación de cajas basada en peso

UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

GUÍA DE PRÁCTICAS DE LABORATORIO

FACULTAD DE INGENIERÍA EN
CIENCIAS APLICADAS
INGENIERÍA EN MANTENIMIENTO ELÉCTRICO

Práctica #: 05 Tema: Clasificación de cajas basada en peso

Fecha de la realización de la práctica: ____ / ____ / ____
año mes día

Observaciones: _____

Fecha de entrega del informe: ____ / ____ / ____
año mes día

Observaciones: _____

Periodo: Abril – Agosto

Tema: Contador de cajas

1. Objetivo General

- Realizar la simulación de pesaje y clasificación continuo de cajas.

2. Objetivos Específicos

- Aprender el uso del sensor de pesaje en el software TIA PORTAL.
- Comprender el proceso de clasificación basado en peso aplicados a un sistema real virtualizado mediante el programa FACTORY I/O.
- Realizar un sistema SCADA simple utilizando INTOUCH para el control y monitoreo del proceso.

3. Equipos y materiales

- Computador
- Módulo de prácticas
- Software: TIA PORTAL, FACTORY I/O e INTOUCH

4. Desarrollo

En el desarrollo de esta práctica se usará los componentes descritos en la tabla A5.1.

Tabla A5.1 Clasificación de cajas basada en peso

Elemento	Etiqueta	Configuración	I/O	Tipo	Descripción
	Banda 1, Giro 1 Banda 2, Giro 2 Banda 3, Giro 3	Giro izquierda	Output	Boleana	Ubica cajas clasificadas
	Banda transportadora	Digital	Output	Boleana	Transporta cajas para la clasificación
	Sensor de peso	20 Kg max	Output	Numérica	Pesar la caja a clasificar (Sensor)



Start

Acción momentánea

Input

Boleana

Iniciar el sistema (Pulsador)



Stop

Acción momentánea

Input

Boleana

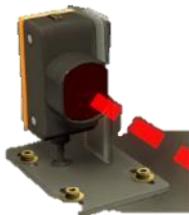
Detener el sistema (Pulsador)



Gabinete

Sin acción

Gabinete eléctrico



Sensor de salida

Input

Boleana

Detectar que la caja terminó d ubicarse en su sección calificada



Sensor de caja

input

Boleana

Detectar que hay una nueva caja a ser censada

Dentro de la interfaz de FACTORY I/O se tiene el proceso clasificación basada en peso de cajas que se puede apreciar en la Figura A5.1, este proceso se ubica permite

clasificar en tres diferentes pesos con la ayuda del sensor de peso incorporado en la banda de pesaje.



Figura A5.1 Clasificación de cajas basadas en peso

Fuente: Propia

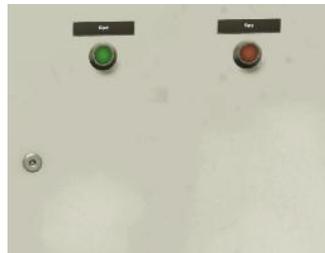


Figura A5.2 Tablero de control

Fuente: Propia

El primer paso es etiquetar y conectar los componentes virtuales, para esto se ingresa en la configuración de el DRIVER y a continuación se ubica los componentes en las entradas y salidas según se muestra en la Figura A5.2.



Figura A5.3 Conexión de entradas y salidas.

Fuente: Propia

En base a las conexiones realizadas en FACTORY I/O, se procederá a crear una tabla de variables en la interfaz de TIA PORTAL en la cual recomience da usar las mismas etiquetas como se muestra en la Figura A5.3.

1		Start PLC	Bool	%I0.0
2		Stop PLC	Bool	%I0.1
3		Start Factory	Bool	%I1.0
4		Stop Factory	Bool	%I1.1
5		Sensor de caja	Bool	%I1.2
6		Sensor sale caja	Bool	%I1.3
7		Sensor de peso	Real	%ID100
8		Tag_2	DWord	%ID1000
9		Iniciado PLC	Bool	%Q0.0
10		Banda Transportadora PLC	Bool	%Q0.1
11		Giro 1 PLC	Bool	%Q0.3
12		Giro 2 PLC	Bool	%Q0.4
13		Giro 3 PLC	Bool	%Q0.5
14		Banda de pesaje	Bool	%Q1.0
15		Banda transportadora	Bool	%Q1.1
16		Banda giro 1	Bool	%Q1.2
17		Giro 1	Bool	%Q1.3
18		Banda giro 2	Bool	%Q1.4
19		Giro 2	Bool	%Q1.5
20		Banda 3	Bool	%Q1.6
21		Giro 3	Bool	%Q1.7
22		Iniciado	Bool	%Q2.0
23		Detenido	Bool	%Q2.1

Figura A5.4 Etiquetas de entradas y salidas en el PLC

Fuente: Propia

En la programación de TIA PORTAL se debe agregar algunas variables que se ubica permitan realizar las tareas requeridas.

La primera parte de la programación del dispositivo tiene la tarea de iniciar y detener el proceso desde las entradas físicas en el módulo didáctico y también desde la interfaz de FACTORY I/O, además, se ubica muestra en luces indicadoras en la interfaz virtual si el sistema está iniciado o detenido. En la Figura A5.4. se puede observar esta etapa de la programación.

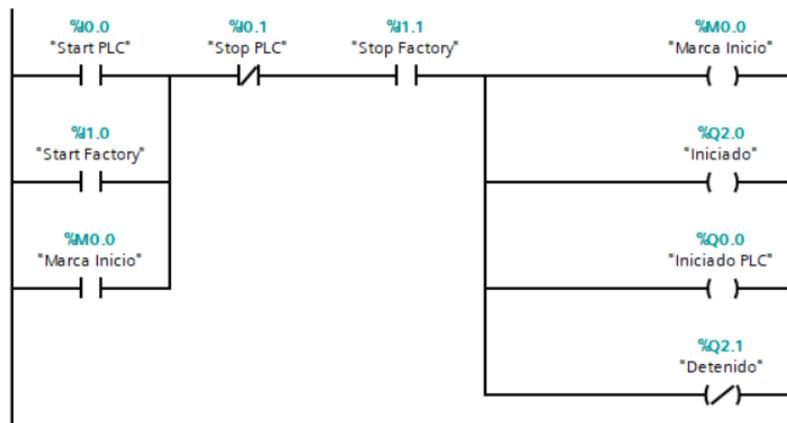


Figura A5.5 Inicio y detención del sistema.

Fuente: Propia

La sección de programación se puede observar la lógica que controla el encendido y apagado de la banda de pesaje.

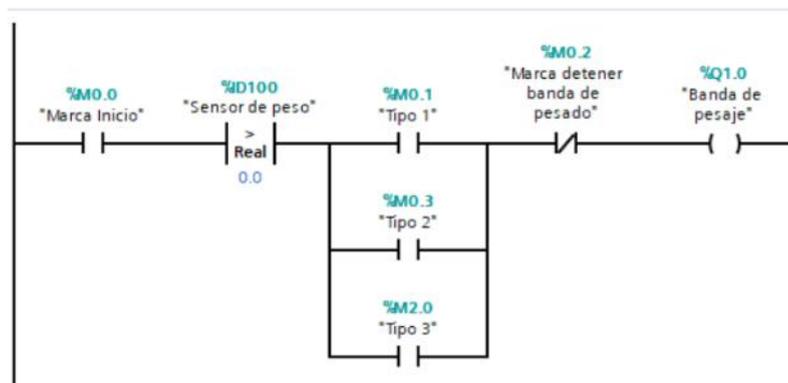


Figura A5.6 Control de inicio de la banda de pesaje.

Fuente: Propia

Para poder establecer en qué circunstancias la banda de pesado se detiene, se hace uso de la marca interna M0.2, la misma que se puede ver en la figura siguiente, esta a su vez está conectada por varios contactos abiertos y cerrados dando la lógica de funcionamiento. Y esta a su vez se conecta a la salida física del motor que controla la banda de pesado.

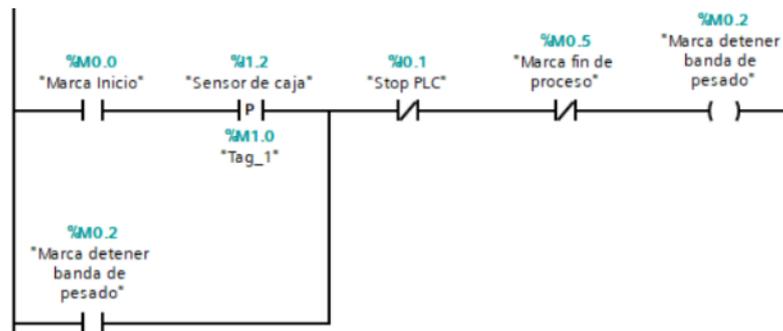


Figura A5.7 Control de detención de la banda de pesaje.

Fuente: Propia

Para saber si el objeto pertenece a la clase de “Tipo 1” se realiza la validación. Si la lectura del sensor se encuentra entre los valores 1.4 y 1.6, se acciona la memoria M0.1 que indica que está dentro del peso para pertenecer a Tipo 1.

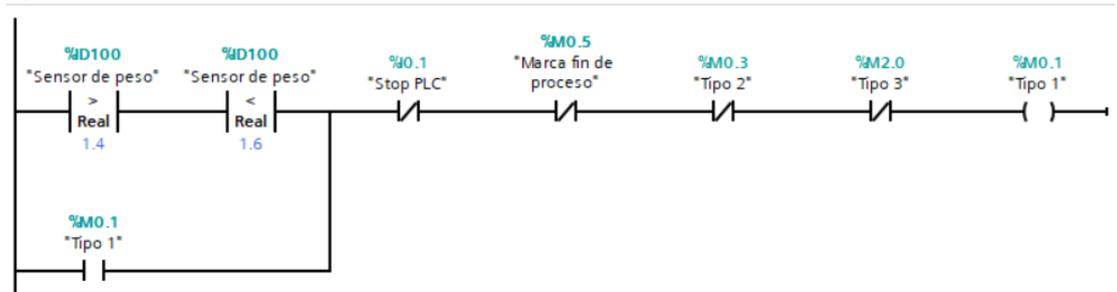


Figura A5.8 Proceso de selección de objeto Tipo 1.

Fuente: Propia

Para clasificar si el objeto que se está pesando pertenece a la “Tipo 2” la lectura del sensor debe estar en el rango 4.9 y 5.1, como se puede ver en la figura siguiente.

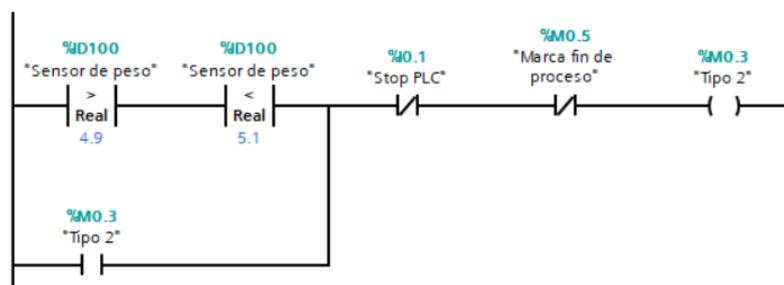


Figura A5.9 Proceso de selección de objeto Tipo 2.

Fuente: Propia

Para clasificar si el objeto que se está pesando pertenece a la “Tipo 3” la lectura del sensor debe estar en el rango 3.9 y 4.1, como se puede ver en la figura siguiente.

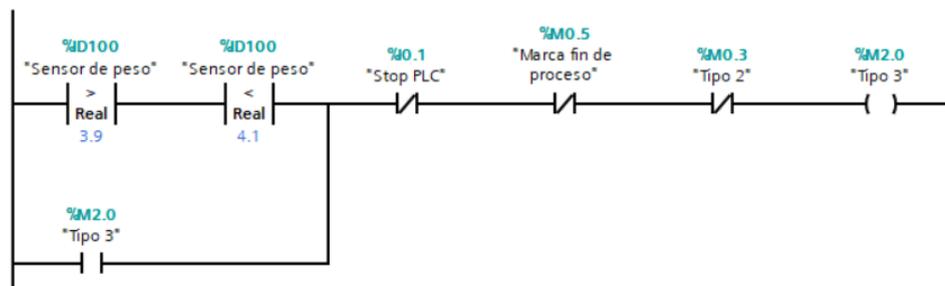


Figura A5.10 Proceso de selección de objeto Tipo 3.

Fuente: Propia

En la siguiente sección de código, se muestra las condiciones necesarias para que la banda transportadora de encienda.

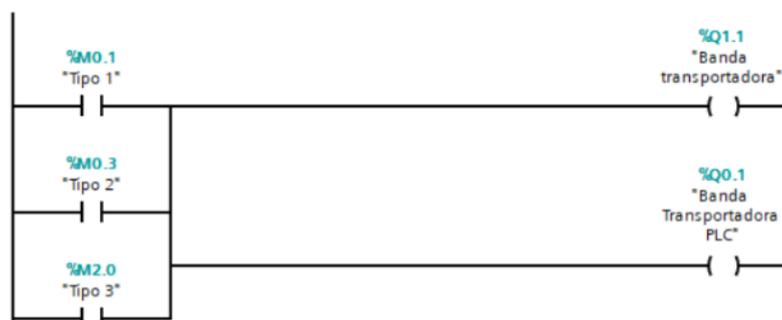


Figura A5.11 Condiciones de encendido de la banda transportadora.

Fuente: Propia

El sistema mide el nivel de voltaje que genera el sensor de peso, dependiendo del intervalo en el que este varíe se establece el tipo de objeto al que pertenece. En siguiente proceso es accionar la banda transportadora junto con la activación de la paleta que direcciona las gavetas de su tipo. En las figuras siguientes se muestra dicho proceso en los diferentes tipos de productos.

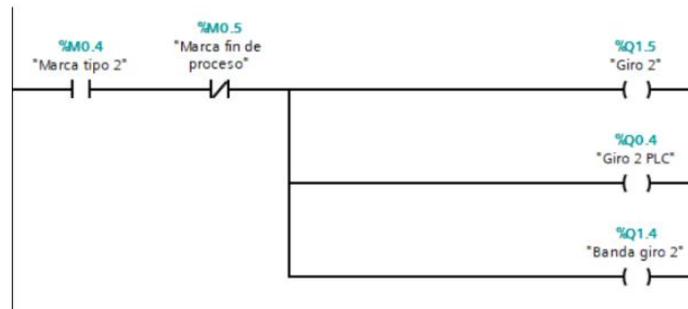


Figura A5.12 Direccionamiento del producto Tipo 1.

Fuente: Propia

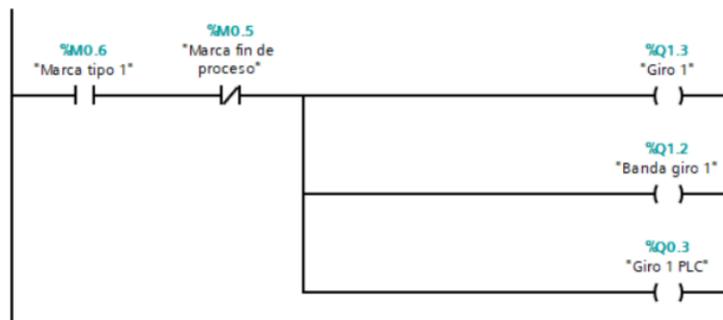


Figura A5.13 Direccionamiento del producto Tipo 2.

Fuente: Propia

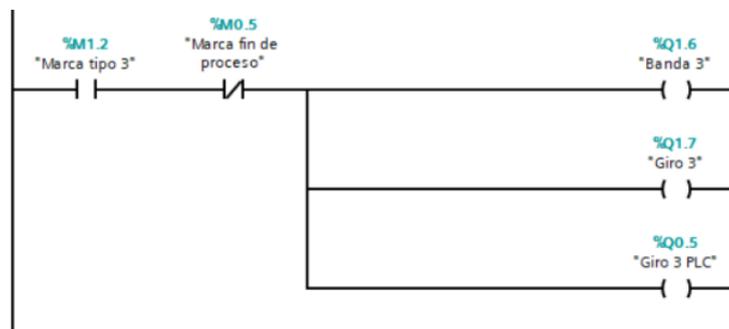


Figura A5.14 Direccionamiento del producto Tipo 3.

Fuente: Propia

En la figura A5.14. se puede observar las condiciones necesarias para que se reinicie el sistema y las variables regresen a sus respectivos valores iniciales.

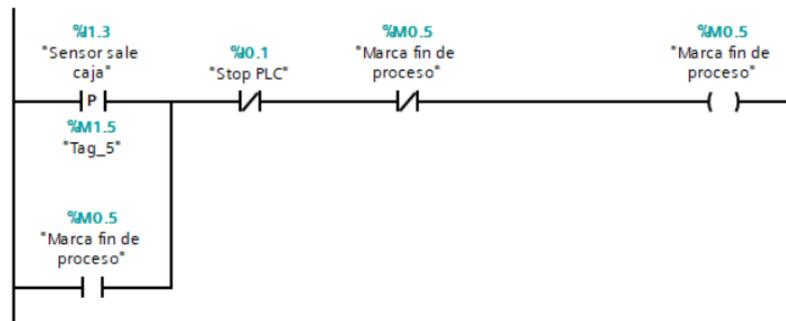


Figura A5.15 Reinicio de las variables del sistema.

Fuente: Propia

La interfaz de Intouch se puede visualizar en la figura A5.15. donde se aprecia el estado del sistema de clasificación por peso.



Figura A5.16 Interfaz de visualización de Intouch.

Fuente: Propia

Los componentes de visualización de Intouch permiten tener el estado actual del funcionamiento del sistema. El indicador booleano cambia su estado del color rojo (apagado) al color verde (encendido).

- a) Sistema iniciado.



- b) Banda transportadora.
- c) Peso 1.
- d) Peso 2.
- e) Peso 3.

En la figura A5.16. se puede observar las variables definidas en Intouch con sus correspondientes direcciones de comunicación.

 Banda_transportadora	I/O Discrete	q1.1
 Iniciado	I/O Discrete	q2.0
 Peso_1	I/O Discrete	q1.2
 Peso_2	I/O Discrete	q1.4
 Peso_3	I/O Discrete	q1.6

Figura A5.17 Variables asignadas en Intouch.

Fuente: Propia

5. Informe

El informe a presentar por el/los estudiantes deberán al menos tener las siguientes consideraciones:

- Complementar la fundamentación teórica contenida en la etapa de Introducción. Se deberá utilizar bibliografía adecuada.
- Cálculos: Se presentará una etapa de cálculos de acuerdo con la fundamentación teórica que permitan ser comparados con los valores obtenidos en la experimentación.
- Análisis de resultados: Se realizará una evaluación crítica de los resultados y se compararán con los valores calculados.
- Conclusiones: Deben contener al menos ubica tres conclusiones. Estas deben ser simples y concisas. Se deberá hacer comparaciones entre los resultados experimentales y los conceptos teóricos. Los resultados obtenidos deben ser presentados y se debe hacer inferencias a partir del análisis de resultados.
- Recomendaciones: Deben contener al menos ubica tres recomendaciones. Se proponen ideas que contribuyan a mejorar los resultados, así como también el procedimiento de la práctica.



6. Bibliografía y linkografía

(Coca Salinas et al., 2014)

(Puente, Astudillo, Asimbaya, & Guano, 2014)



Anexo 6 Aplicación robot XYZ

UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

GUÍA DE PRÁCTICAS DE LABORATORIO

FACULTAD DE INGENIERÍA EN
CIENCIAS APLICADAS
INGENIERÍA EN MANTENIMIENTO ELÉCTRICO

Práctica #: 06 Tema: Aplicación robot XYZ

Fecha de la realización de la práctica: ____ / ____ / ____
año mes día

Observaciones: _____

Fecha de entrega del informe: ____ / ____ / ____
año mes día

Observaciones: _____

Periodo: Abril – Agosto

Tema: Contador de cajas

1. Objetivo General

Realizar la simulación de funcionamiento del robot XYZ implementado en Factory I/O.

2. Objetivos Específicos

- Realizar un código en el software TIA PORTAL que comande el robot XYZ.
- Utilizar el módulo XYZ implementado en Factory I/O para simular el proceso de ensamblaje de piezas.
- Realizar un sistema SCADA simple utilizando INTOUCH para el control y monitoreo del proceso.

3. Equipos y materiales

- Computador
- Módulo de prácticas
- Software: TIA PORTAL, FACTORY I/O e INTOUCH

4. Desarrollo

En el desarrollo de esta práctica se usará los componentes descritos en la tabla A6.1.

Tabla A6.1 Aplicación robot XYZ

Elemento	Etiqueta	Configuración	I/O	Tipo	Descripción
	Z	Analógica			
	X				
	Y				
	Sensor de recolección	Terminó de rotar			
	Banda salida	rodillos Digital	Output	Boleana	Transporta cajas para la clasificación
	Banda entrada	rodillos			

	Banda transportadora	Digital	Output	Boleana	Pesar la caja a clasificar (Sensor)
	Start	Acción momentánea	Input	Boleana	Iniciar el sistema (Pulsador)
	Stop	Acción momentánea	Input	Boleana	Detener el sistema (Pulsador)
	Gabinete	Sin acción	---	---	Gabinete eléctrico
	Sensor de bases		Input	Boleana	Detectar que la caja terminó d ubicarse en su sección calificada
	Sensor de recolección		Input	Boleana	Detectar que hay una nueva caja a ser censada



Contador de Integral Output
cajas

Dentro de la interfaz de FACTORY I/O se tiene el proceso de recolección y ubicación a través de un robot XYZ que se puede apreciar en la Figura A6.1. Este proceso permite recolectar un producto de un proceso y ubicarlo sobre una base en otro proceso a través de un robot XYZ.



Figura A6.1 Utilización del robot XYZ

Fuente: Propia

En la figura siguiente se puede observar el tablero de control, el mismo que tiene botón de encendido y apagado del robot XYZ.



Figura A6.2 Tablero de control

Fuente: Propia

El primer paso es etiquetar y conectar los componentes virtuales, para esto se ingresa en la configuración del DRIVER y a continuación se ubica los componentes en las entradas y salidas según se muestra en la Figura A6.2.

Host: 192.168.0.15			
Start	I1.0	Q1.0	Banda de Rodillos entrada
Stop	I1.1	Q1.1	Banda de rodillos salida
Sensor de bases	I1.2	Q1.2	Bandas transportadora
Sensor de Caja	I1.3	Q1.3	Rotar
Sensor de recolección	I1.4	Q1.4	Recolectar
Termino de rotar	I1.5	Q1.5	Iniciado
X	ID100 (REAL)	Q1.6	Detenido
Y	ID104 (REAL)	(REAL) QD100	Mueve X
Z	ID108 (REAL)	(REAL) QD104	Mueve Y
		(REAL) QD108	Mueve Z
		(DINT) QD112	Contador cajas

Figura A6.3 Conexión de entradas y salidas.

Fuente: Propia

En base a las conexiones realizadas en FACTORY I/O, se procederá a crear una tabla de variables en la interfaz de TIA PORTAL en la cual se debe usar las mismas etiquetas como se muestra en la Figura A6.3.

1		Start PLC	Bool	%I0.0
2		Stop PLC	Bool	%I0.1
3		Start Factory	Bool	%I1.0
4		Stop Factory	Bool	%I1.1
5		Sensor de cajas	Bool	%I1.2
6		Banda Transportadora	Bool	%Q1.0
7		Iniciado	Bool	%Q1.1
8		Detenido	Bool	%Q1.2
9		Conteo de cajas	DWord	%QD100
10		Flanco sensor de cajas	Bool	%M1.0

Figura A6.4 Etiquetas de entradas y salidas en el PLC

Fuente: Propia

En la programación de TIA PORTAL se debe agregar algunas variables que permitan realizar las tareas requeridas.

La primera parte de la programación del dispositivo tiene la tarea de iniciar y detener el proceso desde las entradas físicas en el módulo didáctico y también desde la interfaz de FACTORY I/O, además, se ubica muestra en luces indicadoras en la interfaz virtual si el sistema está iniciado o detenido. En la Figura A6.4. Se puede observar esta etapa de la programación.

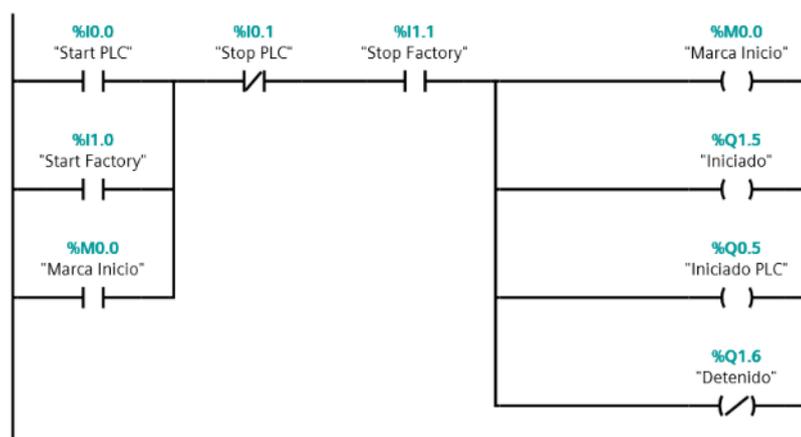


Figura A6.5 Inicio y detención del sistema.

Fuente: Propia

En las siguientes líneas de código se emplea para encerrar las posiciones del robot en los tres ejes XYZ, esto se puede observar en la figura siguiente.

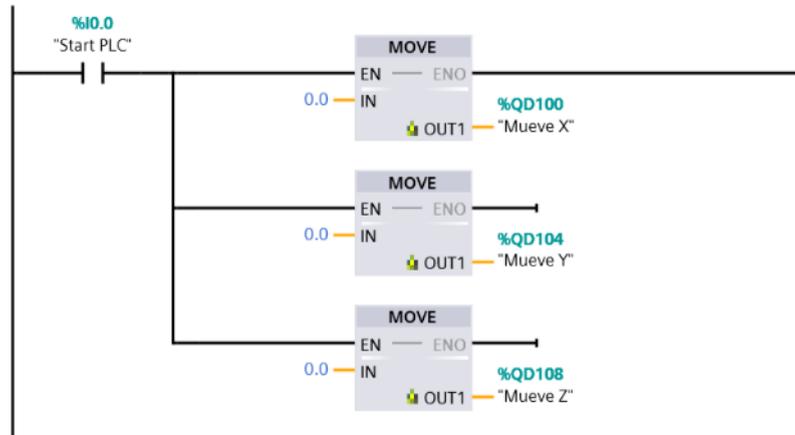


Figura A6.6 Reinicio de variables de la ubicación XYZ.

Fuente: Propia

En la figura siguiente se puede observar el código que controla la banda de rodillos y la banda transportadora.

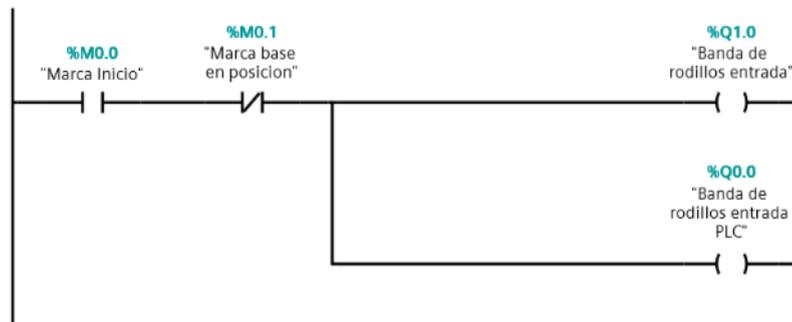


Figura A6.7 Control de la banda de rodillos de entrada.

Fuente: Propia

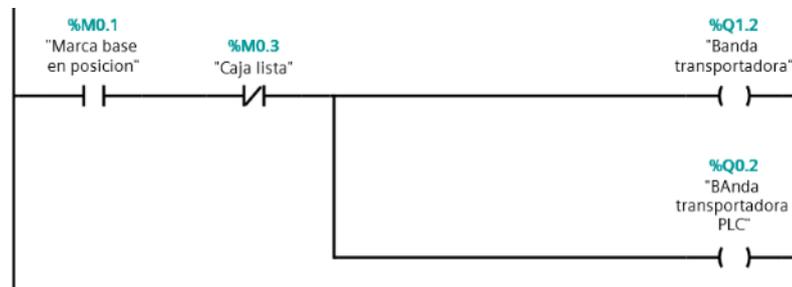


Figura A6.8 Control de la banda transportadora de salida.

Fuente: Propia

En la figura siguiente se observa el código implementado que verifica que la base se encuentra en la posición para continuar con el proceso.

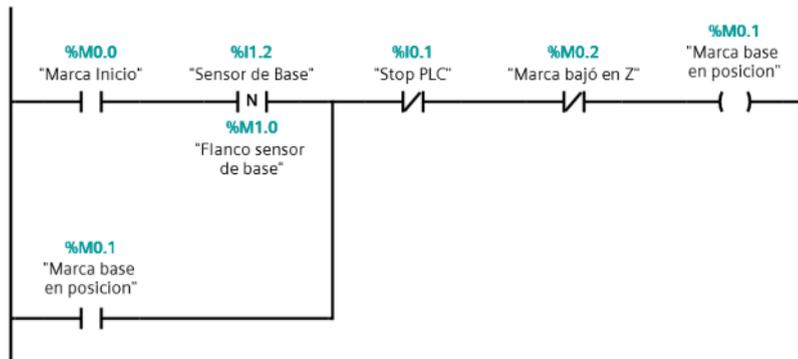


Figura A6.9 Detección de la base en posición correcta.

Fuente: Propia

Todo el proceso es secuencial, en la figura siguiente se muestra el código implementado que indica si la caja está lista para continuar el proceso.

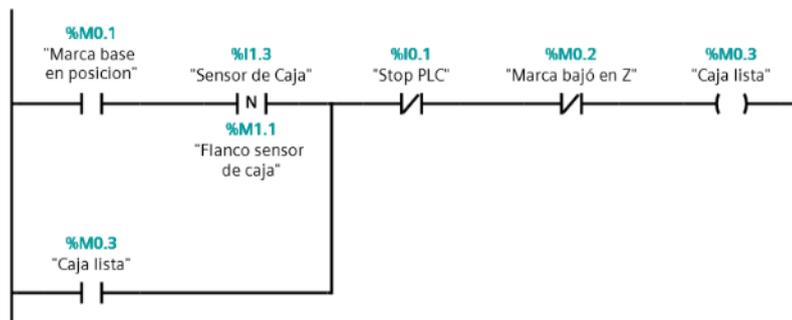


Figura A6.10 Detección de la caja en posición correcta.

Fuente: Propia

Para controlar el posicionamiento del robot se mueve los valores exactos en los tres ejes, el código que se muestra en la figura se ubica ayuda a ello.

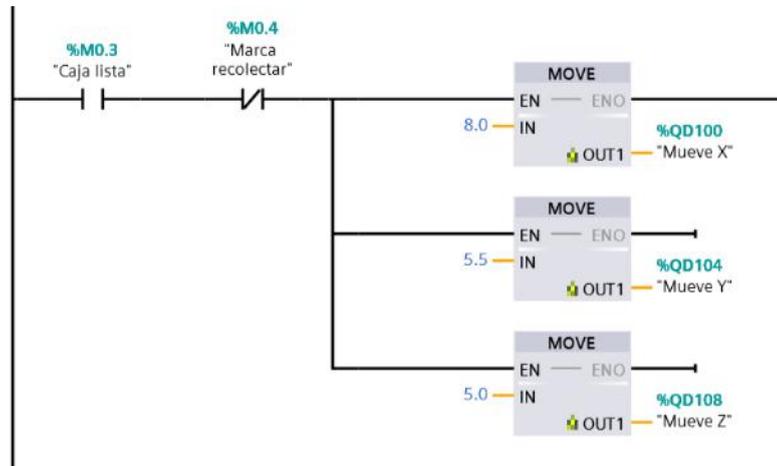


Figura A6.11 Ubicación del robot XYZ para recolectar la caja.

Fuente: Propia

Como se dijo anteriormente el control del robot XYZ, es secuencial en esta sección se muestra las condiciones necesarias para que la marca M0.4 se active la que indica que la pieza esta lista para recolectar.

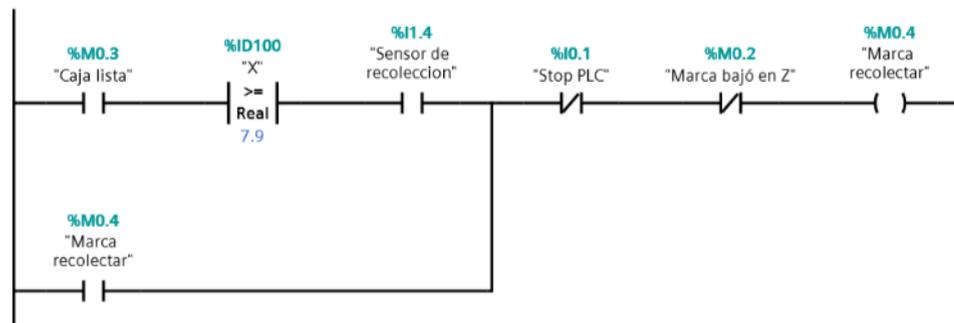


Figura A6.12 Caja lista para ser recolectada..

Fuente: Propia

Luego de recolectar la caja se mueve el eje x en 3.5 unidades como se pude observar la imagen siguiente. Se valida si el movimiento en este eje es el correcto para ello se utiliza la marca M0.5. Luego de comprobar que el eje x termina su movimiento se activa la rotación

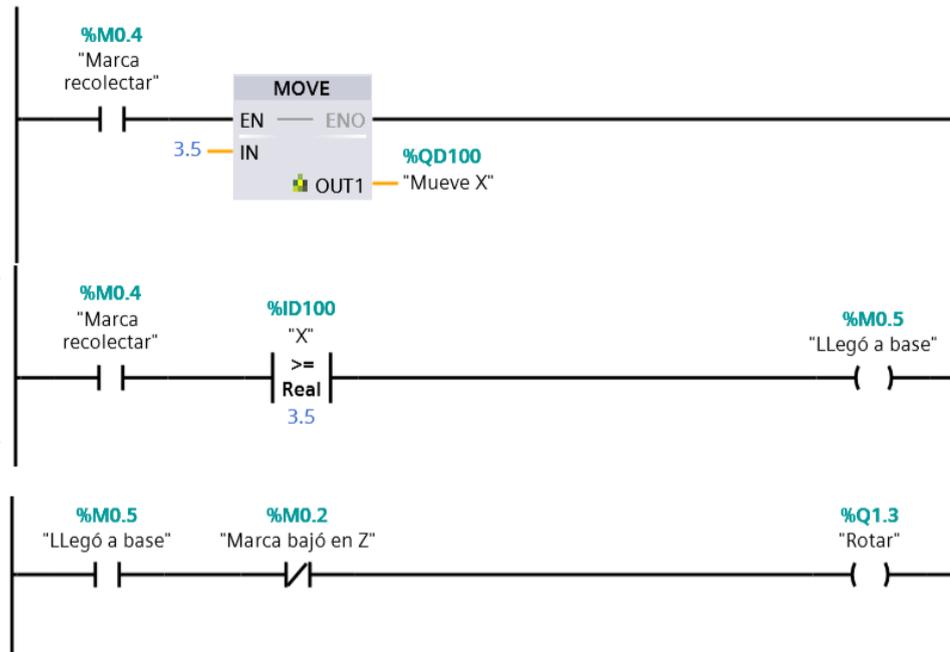


Figura A6.13 Ubicación de la caja en la base de transporte.

Fuente: Propia

También se tiene sensores en los giros de los ejes, en este segmento de programación se puede observar la marca que se activa cuando el eje X termina su movimiento es este proceso.

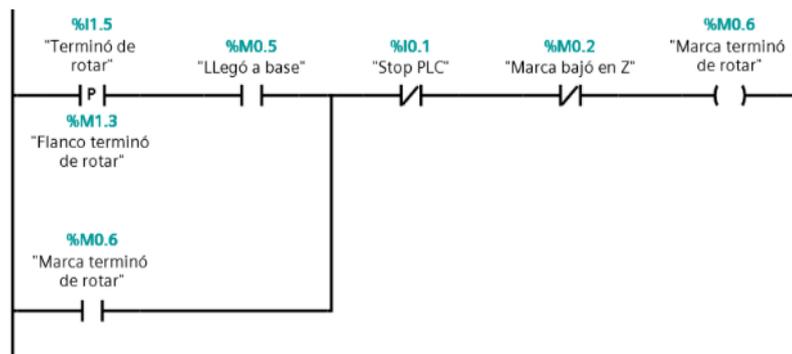


Figura A6.14 Rotación de la caja en la base de transporte.

Fuente: Propia

El momento que termina de rotar se mueve el robot en el eje Z, para ello se emplea la siguiente línea de código.



Figura A6.15 Rotación de la caja completa.

Fuente: Propia

El momento de terminar de mover el robot en Z se activa la marca M0.2, y esta a su vez indica que se debe encender la banda de rodillos.

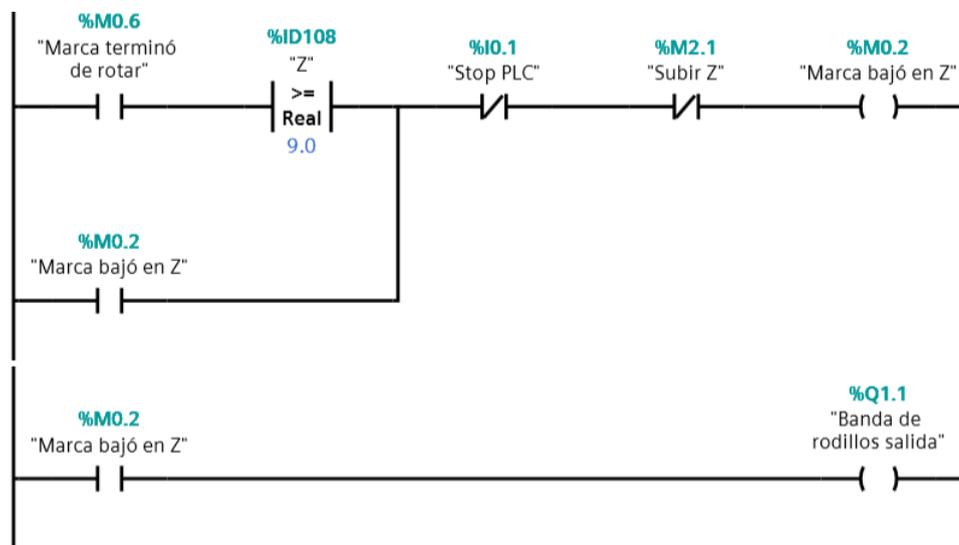


Figura A6.16 Inicio de la banda de rodillos de salida.

Fuente: Propia

En el proceso se lleva un conteo de las cajas ensambladas para ello es necesario la utilización del contador como se muestra en la figura siguiente

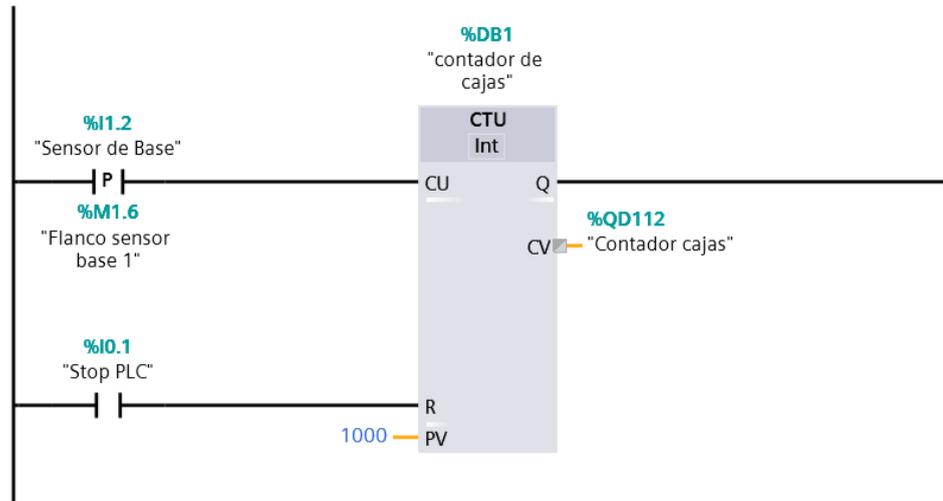


Figura A6.17 Conteo de cajas.

Fuente: Propia

En las siguientes líneas de código se utilizan para mover el robot en el eje Z. así también la marca que establece que el proceso se ha realizado correctamente.

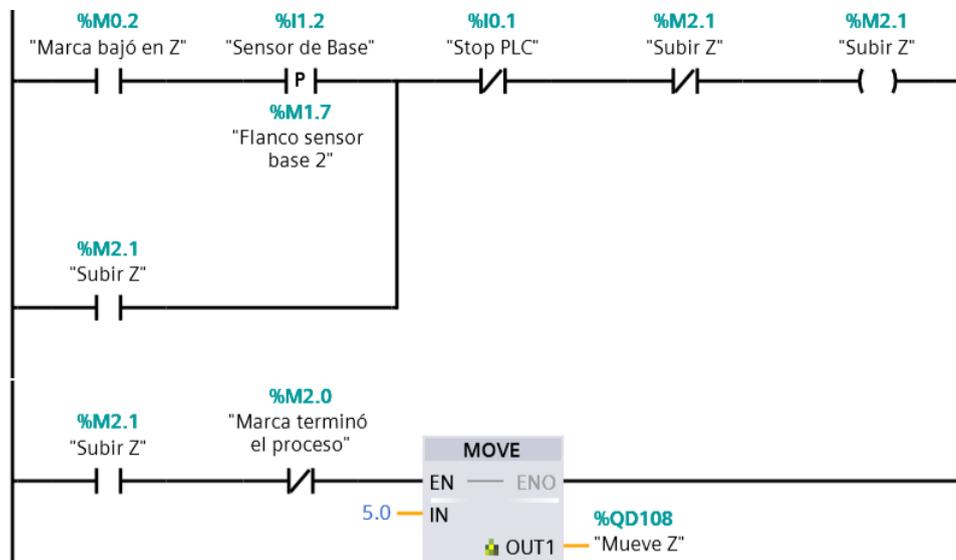


Figura A6.18 Inicio del movimiento de reinicio del eje Z.

Fuente: Propia

En las siguientes líneas de código se valida que le eje z haya llegado a su posición final y se reinicia el proceso

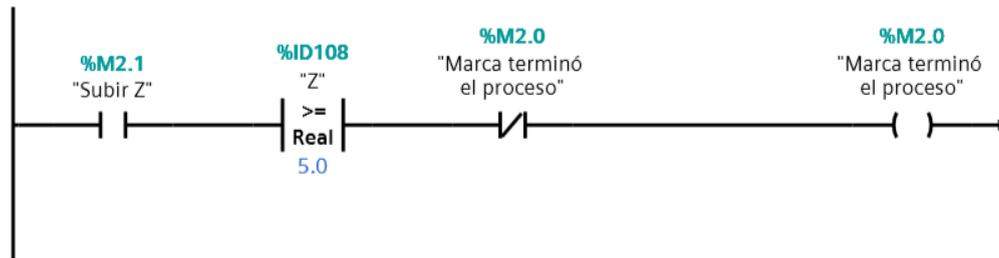


Figura A6.19 Eje Z a llegado a su posición inicial.

Fuente: Propia

La programación de la interfaz de InTouch se muestra en la figura A6.19. en la que se extrajo una captura de la interfaz de Factory I/O y se insertó componentes de visualización.



Figura A6.20 Eje Z ha llegado a su posición inicial.

Fuente: Propia

Los componentes de visualización de Intouch son luces que muestran el estado en tiempo real de las variables de Factory I/O, estos indicadores cambian su estado del color rojo (apagado) al color verde (encendido).

- a) Sistema de encendido
- b) Banda transportadora
- c) Cinta transportadora
- d) Sensor de presencia de bases
- e) Sensor de presencia de cajas



En la figura A6.18. se puede observar las variables definidas en Intouch con sus correspondientes direcciones de comunicación.

 Banda	I/O Discrete	q1.1
 Cinta	I/O Discrete	q1.0
 Iniciado	I/O Discrete	q1.5
 Sensor_base	I/O Discrete	i1.2
 Sensor_caja	I/O Discrete	i1.3

Figura A6.21 Eje Z ha llegado a su posición inicial.

Fuente: Propia

5. Informe

El informe a presentar por el/los estudiantes deberán al menos tener las siguientes consideraciones:

- Complementar la fundamentación teórica contenida en la etapa de Introducción. Se deberá utilizar bibliografía adecuada.
- Cálculos: Se presentará una etapa de cálculos de acuerdo con la fundamentación teórica que permitan ser comparados con los valores obtenidos en la experimentación.
- Análisis de resultados: Se realizará una evaluación crítica de los resultados y se compararán con los valores calculados.
- Conclusiones: Deben contener al menos ubica tres conclusiones. Estas deben ser simples y concisas. Se deberá hacer comparaciones entre los resultados experimentales y los conceptos teóricos. Los resultados obtenidos deben ser presentados y se debe hacer inferencias a partir del análisis de resultados.
- Recomendaciones: Deben contener al menos ubica tres recomendaciones. Se proponen ideas que contribuyan a mejorar los resultados, así como también el procedimiento de la práctica.

6. Bibliografía y linkografía

(Coca Salinas et al., 2014)

(Puente, Astudillo, Asimbaya, & Guano, 2014)



Anexo 7 Clasificación de cajas por color

UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

GUÍA DE PRÁCTICAS DE LABORATORIO

FACULTAD DE INGENIERÍA EN
CIENCIAS APLICADAS
INGENIERÍA EN MANTENIMIENTO ELÉCTRICO

Práctica #: 07 Tema: Clasificación de cajas por color

Fecha de la realización de la práctica: ____ / ____ / ____
año mes día

Observaciones: _____

Fecha de entrega del informe: ____ / ____ / ____
año mes día

Observaciones: _____

Periodo: Abril – Agosto

Tema: Contador de cajas

1. Objetivo General

Clasificar cajas mediante el sensor color implementado en Factory I/O.

2. Objetivos Específicos

- Configurar el sensor de color para clasificar
- Utilizar el módulo de banda transportadora y clasificadora para direccionar los elementos clasificados.
- Realizar un sistema SCADA simple utilizando INTOUCH para el control y monitoreo del proceso.

3. Equipos y materiales

- Computador
- Módulo de prácticas
- Software: TIA PORTAL, FACTORY I/O e INTOUCH

4. Desarrollo

En el desarrollo de esta práctica se usará los componentes descritos en la tabla A7.1.

Tabla A7.1 Clasificación de cajas por color

Elemento	Etiqueta	Configuración	I/O	Tipo	Descripción
	Banda rodillos entrada	Digital	Output	Boleana	Transportar cajas
	Sensor de visión	Numérico	Input	Numérico	Sensor de color encargado de clasificar las cajas
	Banda clasificadora	Digital	Output	Boleana	Direccionar la caja a clasificar (Sensor)

	Gabinete	Sin acción	---	---	Gabinete eléctrico
	Start	Acción momentánea	Input	Boleana	Iniciar el sistema (Pulsador)
	Stop	Acción momentánea	Input	Boleana	Detener el sistema (Pulsador)
	Tipo 1		Output	Boleana	D Indicador de caja tipo 1
	Tipo 2		Output	Boleana	Indicador de caja tipo 2
	Tipo 3		Output	Boleana	Indicador de caja tipo 3

Dentro de la interfaz de FACTORY I/O se tiene el proceso clasificación basada en el color de cajas que se puede apreciar en la Figura A7.1, este proceso permite clasificar en tres diferentes colores con la ayuda del sensor de color.



Figura A7.1 Utilización módulo de clasificación

Fuente: Propia

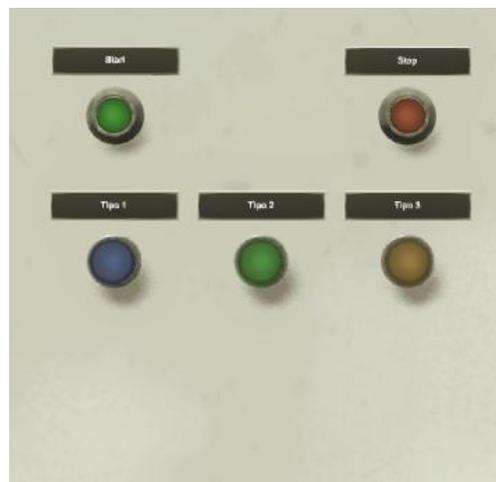


Figura A7.2 Tablero de control

Fuente: Propia

El primer paso es etiquetar y conectar los componentes virtuales, para esto se ingresa en la configuración de el DRIVER y a continuación se ubica los componentes en las entradas y salidas según se muestra en la Figura A7.3.

Host: 192.168.0.15			
Start	I1.0	Q1.0	Banda
Stop	I1.1	Q1.1	Giro Izquierda
Limite 0	I1.2	Q1.2	Giro derecha
Limite 90	I1.3	Q1.3	Posicionador adelante
Sensor Inicio	I1.4	Q1.4	Posicionador Atras
Sensor Final	I1.5	Q1.5	Tipo 1
Sensor de vision	ID100 (DINT)	Q1.6	Tipo 2
		Q1.7	Tipo 3
		Q2.0	Iniciado
		Q2.1	Detenido

Figura A7.3 Conexión de entradas y salidas.

Fuente: Propia

En base a las conexiones realizadas en FACTORY I/O, se procederá a crear una tabla de variables en la interfaz de TIA PORTAL en la cual se debe usar las mismas etiquetas como se muestra en la Figura A7.4.

Start PLC	Bool	%I0.0
Stop PLC	Bool	%I0.1
Start Factory	Bool	%I1.0
Stop Factory	Bool	%I1.1
Limite 0	Bool	%I1.2
Limite 90	Bool	%I1.3
Sensor inicio	Bool	%I1.4
Sensor final	Bool	%I1.5
Sensor de Vision	DWord	%ID100
Iniciado PLC	Bool	%Q0.0
Banda PLC	Bool	%Q0.1
Tag_1	Bool	%Q0.2
Tipo 1 PLC	Bool	%Q0.3
Tipo 2 PLC	Bool	%Q0.4
Tipo 3 PLC	Bool	%Q0.5
Banda	Bool	%Q1.0
Giro Izquierda	Bool	%Q1.1
Giro Derecha	Bool	%Q1.2
Posicionador adelante	Bool	%Q1.3
Posicionador Atras	Bool	%Q1.4
Tipo 1	Bool	%Q1.5
Tipo 2	Bool	%Q1.6
Tipo 3	Bool	%Q1.7
Iniciado	Bool	%Q2.0
Detenido	Bool	%Q2.1

Figura A7.4 Etiquetas de entradas y salidas en el PLC

Fuente: Propia

En la programación de TIA PORTAL se debe agregar algunas variables que se ubica permitan manejar las tareas requeridas.

La primera parte de la programación del dispositivo tiene la tarea de iniciar y detener el proceso desde las entradas físicas en el módulo didáctico y también desde la interfaz de FACTORY I/O, además, se ubica muestra en luces indicadoras en la

interfaz virtual si el sistema está iniciado o detenido. En la Figura A7.5. se puede observar esta etapa de la programación.

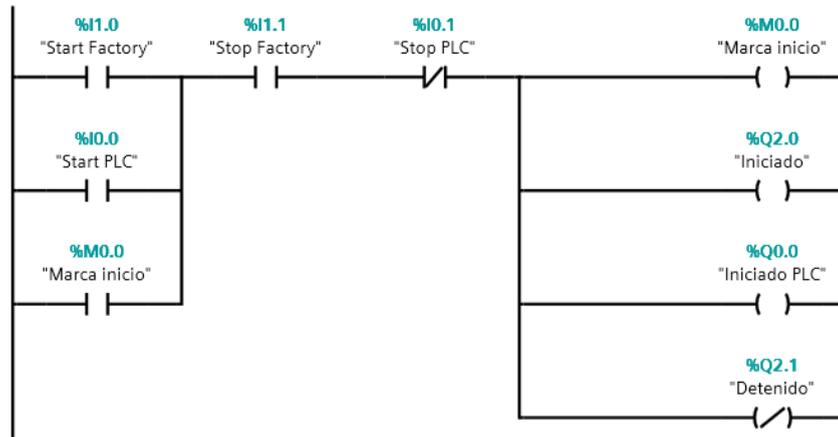


Figura A7.5 Inicio y detención del sistema.

Fuente: Propia

El proceso inicial que realiza el sistema es poner en movimiento la banda, así que se usa las siguientes líneas de código.

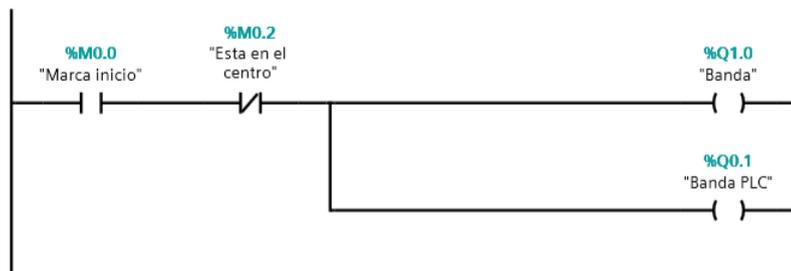


Figura A7.6 Activación de la banda transportadora

Fuente: Propia

La banda se encarga de transportar los objetos hacia la banda clasificadora, pasando por debajo del sensor de color. El ingreso del objeto en la banda clasificadora se lo detecta mediante la entrada **I1.4** indicando que el objeto se encuentra en el centro de la banda clasificadora, código que se muestra en la figura siguiente.

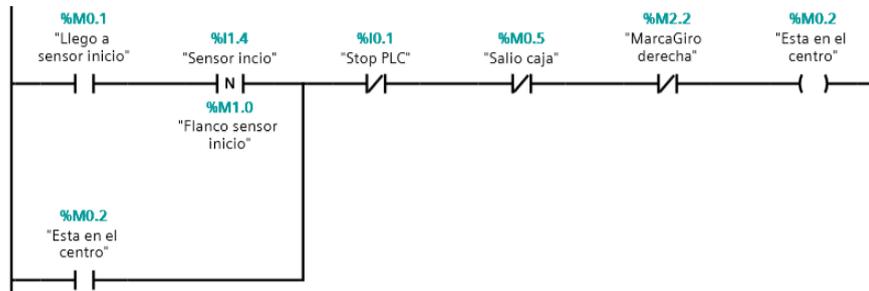


Figura A7.7 Detección del objeto dentro de la banda clasificadora

Fuente: Propia

Dependiendo de la lectura tomada del sensor de visión el sistema procede a clasificar los objetos. La banda clasificadora se mueve en tres direcciones diferentes.

Para el caso de obtener un objeto de tipo 1 la banda de selección lo ubica hacia el lado izquierdo, como se puede apreciar en la siguiente figura.

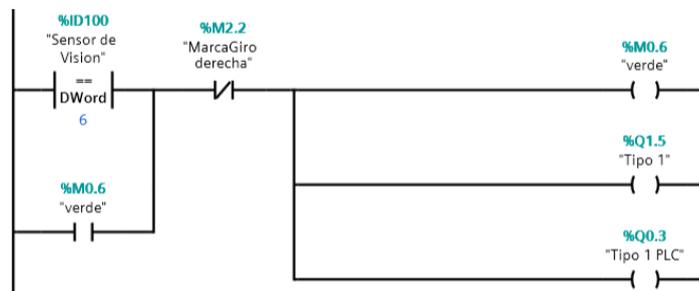


Figura A7.8 Detección de un objeto Tipo 1

Fuente: Propia

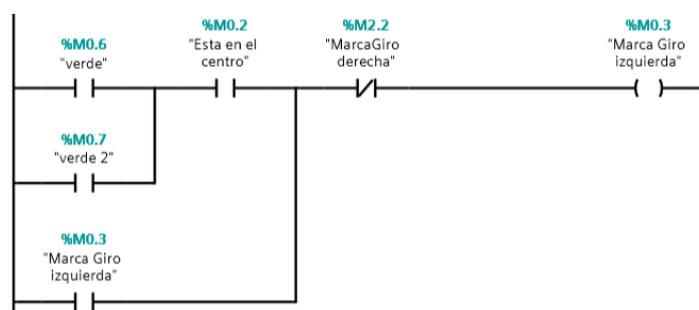


Figura A7.9 Clasificación de un objeto Tipo 1

Fuente: Propia

Para el caso de que se obtenga un objeto del Tipo 2, el sistema de clasificación lo ubica hacia la parte frontal.

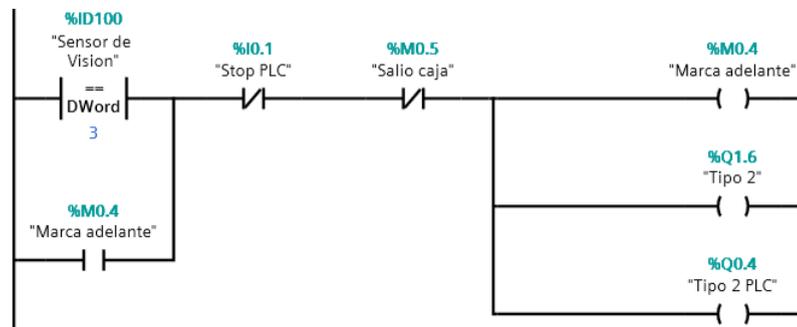


Figura A7.10 Detección y clasificación de un objeto Tipo 2

Fuente: Propia

Por último, al ser un objeto del Tipo 3 se lo ubica hacia el lado izquierdo del sistema de clasificación.

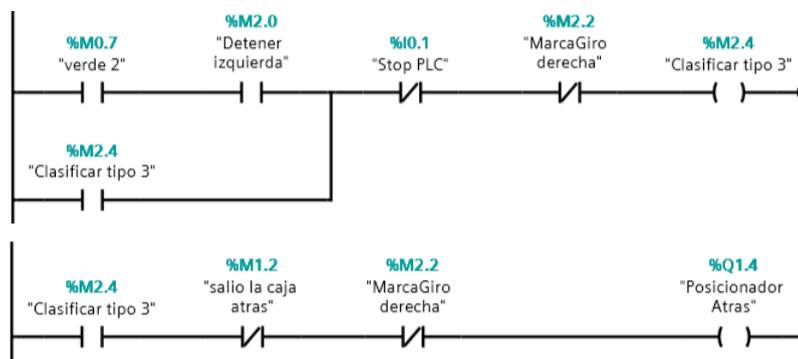


Figura A7.11 Detección y clasificación de un objeto Tipo 3

Fuente: Propia

Una vez completado el proceso de clasificación el sistema reinicia y envía un nuevo objeto a la banda transportadora, repitiendo el proceso hasta que el usuario desactive el sistema.

La programación de la interfaz de InTouch se muestra en la figura A7.12. en la que se extrajo una captura de la interfaz de Factory I/O y se insertó componentes de visualización.

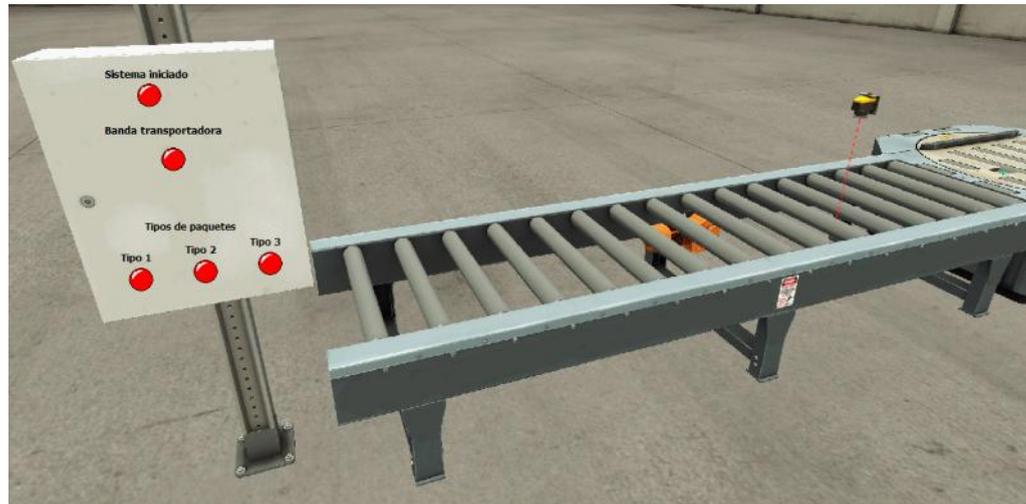


Figura A7.12 Interfaz de visualización en Intouch

Fuente: Propia

Los componentes de visualización de Intouch son luces que muestran el estado en tiempo real de las variables de Factory I/O, estos indicadores cambian su estado del color rojo (apagado) al color verde (encendido).

- a) Sistema de encendido
- b) Banda transportadora
- c) Sensor de presencia de cajas

En la figura A7.13. se puede observar las variables definidas en Intouch con sus correspondientes direcciones de comunicación.

	Banda_entrada	I/O Discrete	q0.1
	Iniciado	I/O Discrete	q2.0
	Tipo_1	I/O Discrete	q1.5
	Tipo_2	I/O Discrete	q1.6
	Tipo_3	I/O Discrete	q1.7

Figura A7.13 Variables de comunicación Intouch

Fuente: Propia

5. Informe

El informe a presentar por el/los estudiantes deberán al menos las siguientes consideraciones:



- Complementar la fundamentación teórica contenida en la etapa de Introducción. Se deberá utilizar bibliografía adecuada.
- Cálculos: Se presentará una etapa de cálculos de acuerdo con la fundamentación teórica que permitan ser comparados con los valores obtenidos en la experimentación.
- Análisis de resultados: Se realizará una evaluación crítica de los resultados y se compararán con los valores calculados.
- Conclusiones: Deben contener al menos ubica tres conclusiones. Estas deben ser simples y concisas. Se deberá hacer comparaciones entre los resultados experimentales y los conceptos teóricos. Los resultados obtenidos deben ser presentados y se debe hacer inferencias a partir del análisis de resultados.
- Recomendaciones: Deben contener al menos ubica tres recomendaciones. Se proponen ideas que contribuyan a mejorar los resultados, así como también el procedimiento de la práctica.

6. Bibliografía y linkografía

(Coca Salinas et al., 2014)

(Puente, Astudillo, Asimbaya, & Guano, 2014)



Anexo 8 Ordenador de cajas en un bastidor

UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

GUÍA DE PRÁCTICAS DE LABORATORIO

FACULTAD DE INGENIERÍA EN
CIENCIAS APLICADAS
INGENIERÍA EN MANTENIMIENTO ELÉCTRICO

Práctica #: 08 Tema: Ordenador de cajas en un bastidor

Fecha de la realización de la práctica: ____ / ____ / ____
año mes día

Observaciones: _____

Fecha de entrega del informe: ____ / ____ / ____
año mes día

Observaciones: _____

Tema: Contador de cajas

1. Objetivo General

Almacenar cajas de forma organizada en un bastidor utilizando la escena implementada en Factory I/O.

2. Objetivos Específicos

- Simular el proceso de arrumar cajas en una escena implementada en Factory con la programación realizada en TIA Portal v15
- Realizar un sistema SCADA simple utilizando INTOUCH para el control y monitoreo del proceso.

3. Equipos y materiales

- Computador
- Módulo de prácticas
- Software: TIA PORTAL, FACTORY I/O e INTOUCH

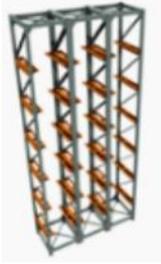
4. Desarrollo

En el desarrollo de esta práctica se usará los componentes descritos en la tabla A8.1.

Tabla A8.1 Ordenador de cajas en un bastidor

Elemento	Etiqueta	Configuración	I/O	Tipo	Descripción
	Banda entrada 2	de Digital	Output	Boleana	Ubica cajas clasificadas
	Banda entrada 1	de Numérico	Input	Boleana	Sensor de color encargado de clasificar las cajas

	Ubicación	Digital	Output	Boleana	Muestra la posición en que está llena en la estantería
	Sensor de entrada y salida de cajas	Digital	Input	Boleana	Encargado de censar a lo que llega y sale la caja de la banda
	Pistón de carga de descarga Levantar	Digital	---	---	Base para posicionar las cajas
	Start	Acción momentánea	Input	Boleana	Iniciar el sistema (Pulsador)
	Stop	Acción momentánea	Input	Boleana	Detener el sistema (Pulsador)
	Gabinete	Sin acción	---	---	Gabinete eléctrico



Bastidor

Sin acción

Estantería donde se colocan las cajas en orden

Dentro de la interfaz de FACTORY I/O se tiene el de almacenamiento de cajas en estanterías, proceso que se puede apreciar en la Figura A8.1, este proceso se ubica permite almacenar de manera organizada productos en una estantería.



Figura A8.1 Sistema de almacenamiento

Fuente: Propia



Figura A8.2 Tablero de control

Fuente: Propia



El primer paso es etiquetar y conectar los componentes virtuales, para esto se ingresa en la configuración de el DRIVER y a continuación se ubica los componentes en las entradas y salidas según se muestra en la Figura A8.2.

Host: 192.168.0.15			
Cargar	I1.0	Q1.0	Banda de entrada 1
En la base	I1.1	Q1.1	Banda de entrada 2
descargar	I1.2	Q1.2	Piston de carga
X	I1.3	Q1.3	Piston de descarga
Y	I1.4	Q1.4	Emisor
Start	I1.5	Q1.5	Levantar
Stop	I1.6	Q1.6	Iniciado
	I1.7	Q1.7	Detenido
Sensor de entrada	I2.0	(DINT) QD100	Posicion
Sensor de carga	I2.1	(DINT) QD104	Ubicación

Figura A8.3 Conexión de entradas y salidas.

Fuente: Propia

En base a las conexiones realizadas en FACTORY I/O, se procederá a crear una tabla de variables en la interfaz de TIA PORTAL en la cual se debe usar las mismas etiquetas como se muestra en la Figura A8.3.

Start PLC	Bool	%I0.0
Stop PLC	Bool	%I0.1
Cargar	Bool	%I1.0
En la base	Bool	%I1.1
Descargar	Bool	%I1.2
X	Bool	%I1.3
Y	Bool	%I1.4
Start Factory	Bool	%I1.5
Stop Factory	Bool	%I1.6
Sensor de entrada	Bool	%I2.0
Sensor de carga	Bool	%I2.1
Iniciado PLC	Bool	%Q0.0
Banda de entrada 1	Bool	%Q1.0
Banda de entrada 2	Bool	%Q1.1
Piaton de Carga	Bool	%Q1.2
Piston de descarga	Bool	%Q1.3
Emisor	Bool	%Q1.4
Levantar	Bool	%Q1.5
Iniciado	Bool	%Q1.6
Detenido	Bool	%Q1.7
Posicion	DWord	%QD100

Figura A8.4 Etiquetas de entradas y salidas en el PLC

Fuente: Propia

En la programación de TIA PORTAL se debe agregar algunas variables que se ubica permitan manejar las tareas requeridas.

La primera parte de la programación del dispositivo tiene la tarea de iniciar y detener el proceso desde las entradas físicas en el módulo didáctico y también desde la interfaz de FACTORY I/O, además, se ubica muestra en luces indicadoras en la interfaz virtual si el sistema está iniciado o detenido. En la Figura A8.4. se puede observar esta etapa de la programación.

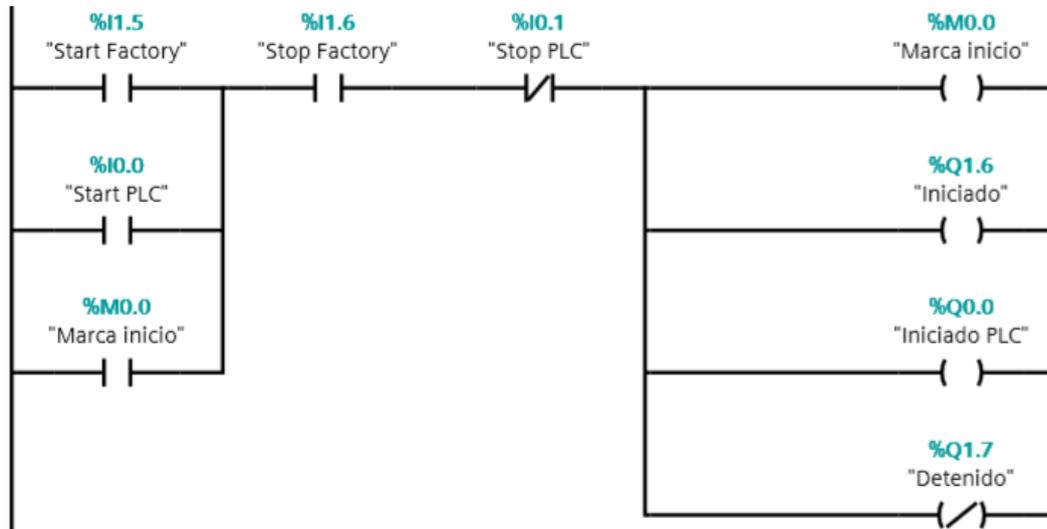


Figura A8.5 Inicio y detención del sistema.

Fuente: Propia

Luego se pone en marcha las bandas por donde ingresan las cajas a ser almacenadas, para ello se implementa las siguientes líneas de código. También se resetea la posición del almacenamiento.

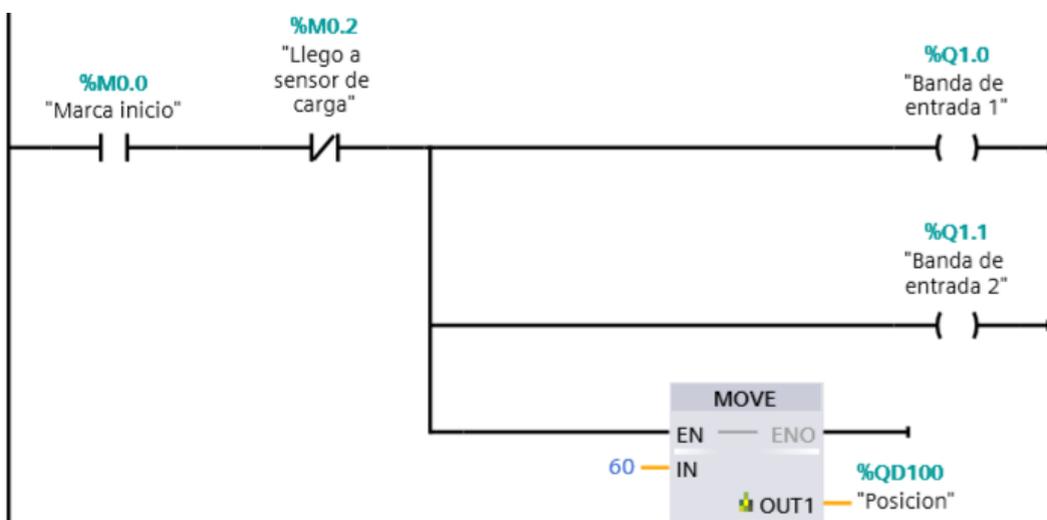


Figura A8.6 Inicio del sistema de almacenamiento.

Fuente: Propia

Junto al inicio del proceso se activa el emisor de cajas, lo cual simula la aparición de los productos.



Figura A8.7 Inicio de emisión de cajas.

Fuente: Propia

La caja se transporta hasta llegar al base de carga, el cual es detectado por el sensor de carga. En este punto se detiene la banda transportadora. Esta sección del código se puede visualizar en la Figura A8.7

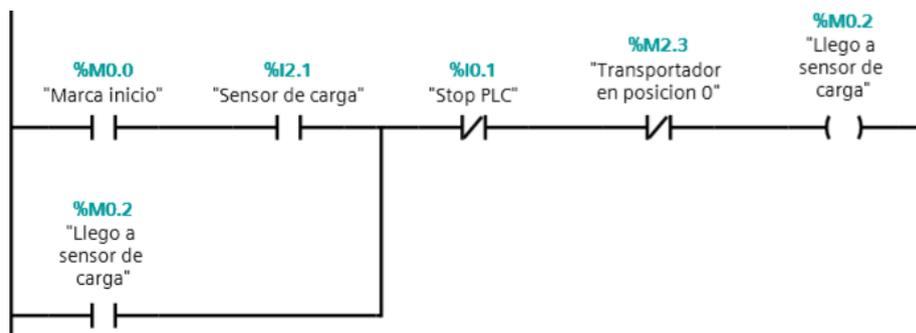


Figura A8.8 Caja llegó a la base de carga.

Fuente: Propia

Una vez que la caja se encuentre en la base de carga se procede a levantar el paquete para empezar el proceso de almacenamiento, como se puede ver en la Figura siguiente.



Figura A8.9 Caja lista para ser almacenada.

Fuente: Propia

En el siguiente paso del sistema se requiere ubicar la caja en la posición correcta de la estantería, para esto se utiliza un contador ascendente que cambia cada vez que una caja es detectada en el sensor de carga, este proceso se puede visualizarlo en la Figura A8.10

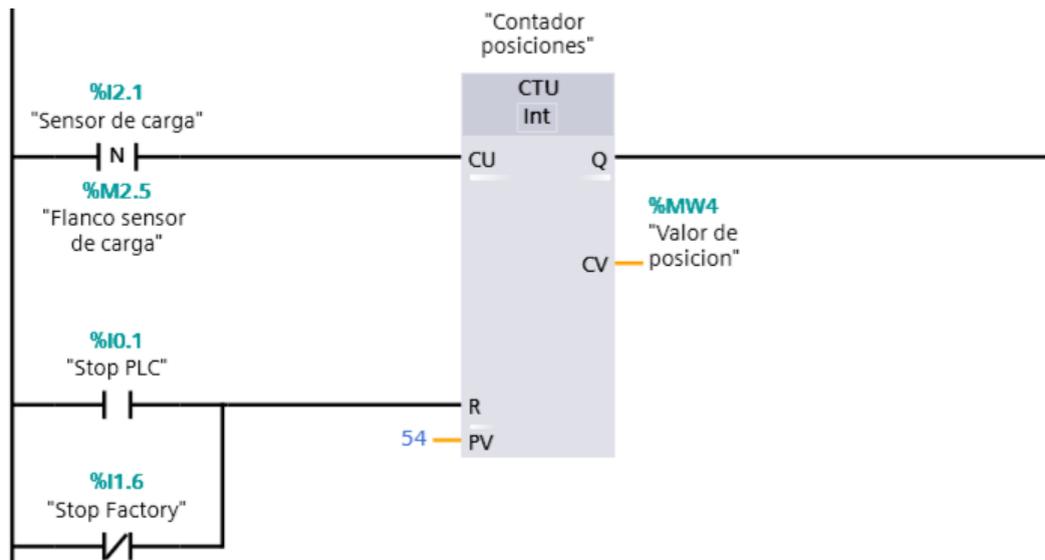


Figura A8.10 Conteo del sistema de almacenamiento.

Fuente: Propia

Por último, después de ubicar la caja en el lugar correcto, el sistema vuelve a la posición inicial y se queda a la espera de una nueva caja para almacenar.

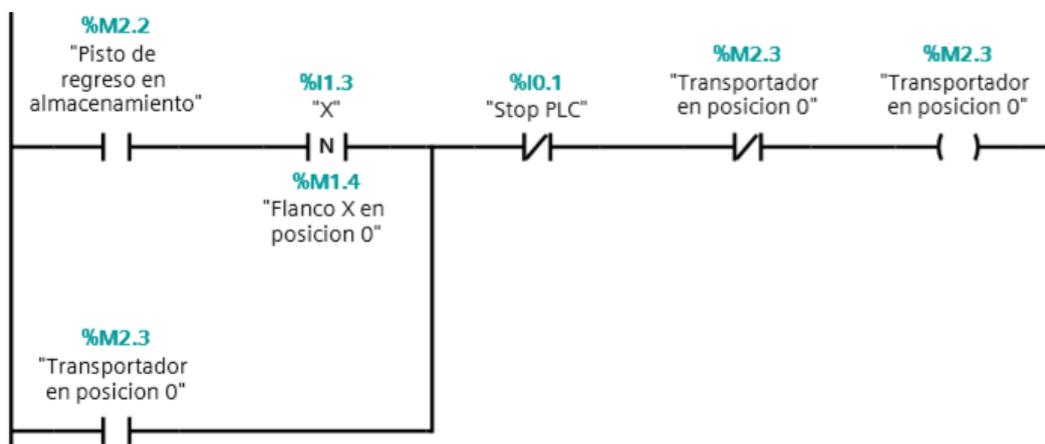


Figura A8.11 Posición inicial del sistema de almacenamiento

Fuente: Propia

La programación de la interfaz de InTouch se muestra en la Figura A8.11. en la que se extrajo una captura de la interfaz de Factory I/O y se insertó componentes de visualización.



Figura A8.12 Interfaz de visualización en Intouch

Fuente: Propia

Los componentes de visualización de Intouch son luces que muestran el estado en tiempo real de las variables de Factory I/O, estos indicadores cambian su estado del color rojo (apagado) al color verde (encendido).

a) Iniciado

Los indicadores numéricos muestran la ubicación hacia donde se va a guardar la caja.

b) Ubicación

En la figura A8.12. se puede observar las variables definidas en Intouch con sus correspondientes direcciones de comunicación.

	Iniciado	I/O Discrete	q1.6
	Ubicación	I/O Integer	qd104

Figura A8.13 Variables de comunicación Intouch

Fuente: Propia



5. Informe

El informe a presentar por el/los estudiantes deberán al menos tener las siguientes consideraciones:

- Complementar la fundamentación teórica contenida en la etapa de Introducción. Se deberá utilizar bibliografía adecuada.
- Cálculos: Se presentará una etapa de cálculos de acuerdo con la fundamentación teórica que permitan ser comparados con los valores obtenidos en la experimentación.
- Análisis de resultados: Se realizará una evaluación crítica de los resultados y se compararán con los valores calculados.
- Conclusiones: Deben contener al menos ubica tres conclusiones. Estas deben ser simples y concisas. Se deberá hacer comparaciones entre los resultados experimentales y los conceptos teóricos. Los resultados obtenidos deben ser presentados y se debe hacer inferencias a partir del análisis de resultados.
- Recomendaciones: Deben contener al menos ubica tres recomendaciones. Se proponen ideas que contribuyan a mejorar los resultados, así como también el procedimiento de la práctica.

6. Bibliografía y linkografía

(Coca Salinas et al., 2014)

(Puente, Astudillo, Asimbaya, & Guano, 2014)