



**ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE
CHIMBORAZO**

**FACULTAD DE MECÁNICA
ESCUELA DE INGENIERÍA DE
MANTENIMIENTO**

**“CONSTRUCCIÓN Y MONTAJE DE UN MÓDULO
EDUCATIVO PARA LA SIMULACIÓN DE
PROCESOS INDUSTRIALES (MESPI)”**

**BERREZUETA ESPÍN TANIA KARINA
NARANJO SUPE NÉSTOR GUSTAVO**

TESIS DE GRADO

Previa a la obtención del Título de:

INGENIERO DE MANTENIMIENTO

RIOBAMBA – ECUADOR

2012

ESPOCH

Facultad de Mecánica

CERTIFICADO DE APROBACIÓN DE TESIS

Junio, 22 de 2012

Yo recomiendo que la Tesis preparada por:

TANIA KARINA BERREZUETA ESPÍN

Titulada:

**“CONSTRUCCIÓN Y MONTAJE DE UN MÓDULO EDUCATIVO PARA LA
SIMULACIÓN DE PROCESOS INDUSTRIALES (MESPI)”**

Sea aceptada como parcial complementación de los requerimientos para el Título de:

INGENIERA DE MANTENIMIENTO

Ing. Geovanny Novillo A.
DECANO DE LA FAC. DE MECÁNICA

Nosotros coincidimos con esta recomendación:

Ing. Marco Santillán
DIRECTOR DE TESIS

Ing. Marco Haro
ASESOR DE TESIS

ESPOCH

Facultad de Mecánica

CERTIFICADO DE APROBACIÓN DE TESIS

Junio, 22 de 2012

Yo recomiendo que la Tesis preparada por:

NÉSTOR GUSTAVO NARANJO SUPE

Titulada:

**“CONSTRUCCIÓN Y MONTAJE DE UN MÓDULO EDUCATIVO PARA LA
SIMULACIÓN DE PROCESOS INDUSTRIALES (MESPI)”**

Sea aceptada como parcial complementación de los requerimientos para el Título de:

INGENIERO DE MANTENIMIENTO

Ing. Geovanny Novillo A.
DECANO DE LA FAC. DE MECÁNICA

Nosotros coincidimos con esta recomendación:

Ing. Marco Santillán
DIRECTOR DE TESIS

Ing. Marco Haro
ASESOR DE TESIS

ESPOCH

Facultad de Mecánica

CERTIFICADO DE EXAMINACIÓN DE TESIS

NOMBRE DEL ESTUDIANTE: Tania Karina Berrezueta Espín

TÍTULO DE LA TESIS: “CONSTRUCCIÓN Y MONTAJE DE UN MÓDULO EDUCATIVO PARA LA SIMULACIÓN DE PROCESOS INDUSTRIALES (MESPI)”

Fecha de Examinación: 22 de Junio de 2012.

RESULTADO DE LA EXAMINACIÓN:

COMITÉ DE EXAMINACIÓN	APRUEBA	NO APRUEBA	FIRMA
Ing. Geovanny Novillo (PRESIDENTE TRIB. DEFENSA)			
Ing. Marco Santillán (DIRECTOR DE TESIS)			
Ing. Marco Haro (ASESOR)			

* Más que un voto de no aprobación es razón suficiente para la falla total.

RECOMENDACIONES: _____

El Presidente del Tribunal certifica que las condiciones de la defensa se han cumplido.

Ing. Geovanny Novillo A.

Presidente del Tribunal

ESPOCH

Facultad de Mecánica

CERTIFICADO DE EXAMINACIÓN DE TESIS

NOMBRE DEL ESTUDIANTE: Néstor Gustavo Naranjo Supe

TÍTULO DE LA TESIS: “CONSTRUCCIÓN Y MONTAJE DE UN MÓDULO EDUCATIVO PARA LA SIMULACIÓN DE PROCESOS INDUSTRIALES (MESPI)”

Fecha de Examinación: 22 de Junio de 2012.

RESULTADO DE LA EXAMINACIÓN:

COMITÉ DE EXAMINACIÓN	APRUEBA	NO APRUEBA	FIRMA
Ing. Geovanny Novillo (PRESIDENTE TRIB. DEFENSA)			
Ing. Marco Santillán (DIRECTOR DE TESIS)			
Ing. Marco Haro (ASESOR)			

* Más que un voto de no aprobación es razón suficiente para la falla total.

RECOMENDACIONES: _____

El Presidente del Tribunal certifica que las condiciones de la defensa se han cumplido.

Ing. Geovanny Novillo A.

Presidente del Tribunal

DERECHOS DE AUTORÍA

El trabajo de grado que presentamos, es original y basado en el proceso de investigación y/o adaptación tecnológica establecido en la Facultad de Mecánica de la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. En tal virtud, los fundamentos teóricos - científicos y los resultados son de exclusiva responsabilidad de los autores. El patrimonio intelectual le pertenece a la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo.

Tania Karina Berrezueta Espín

Néstor Gustavo Naranjo Supe

DEDICATORIA

Es nuestro deseo como sencillo gesto de agradecimiento, dedicarle esta tesis de grado plasmada en el presente trabajo, en primera instancia a nuestros progenitores, quienes permanentemente nos apoyaron con espíritu alentador, contribuyendo incondicionalmente a lograr las metas y objetivos propuestos.

Además lo dedicamos con mucho amor y entrega a nuestros motivos esenciales de lucha, que con su amor y dulzura sin igual nos permiten seguir avanzando en búsqueda de un futuro mejor, ellas son nuestras hijitas Stefanny Damaris y Janine Dominique, las princesas de los ojos de papá y mamá, y tengan por seguro que no será ni el primero ni el último logro de sus padres.

Tania Karina Berrezueta Espín

Néstor Gustavo Naranjo Supe

AGRADECIMIENTO

Nuestra gratitud, principalmente está dirigida a Dios Todopoderoso por habernos dado la existencia y permitido llegar al final de nuestra carrera.

Igualmente los autores del presente estudio agradecen muy profundamente a todos los organismos y personas naturales que hicieron posible la realización del mismo, entre los que se deben mencionar:

A nuestra casa de estudios por habernos dado la oportunidad de ingresar al sistema de Educación Superior y cumplir este gran sueño. El más sincero agradecimiento a la **Escuela Superior Politécnica de Chimborazo**, en especial a la **Escuela de Ingeniería de Mantenimiento**, por brindarnos la oportunidad de obtener una profesión y ser personas útiles a la sociedad.

A todas y todos quienes de una u otra forma han colocado un granito de arena para el logro de este Trabajo de Grado, agradecemos de forma sincera su valiosa colaboración.

Nos gustaría agradecer sinceramente hoy y siempre a nuestras familias por el esfuerzo realizado por ellos. El apoyo en nuestros estudios, de ser así no hubiese sido posible. A nuestros padres y demás familiares que nos animan con su alegría y nos brindan fortaleza para seguir adelante.

A nuestro director y nuestro tutor de Tesis, Ing. Marco Santillán y Dr. Marco Haro, su esfuerzo y dedicación. Sus conocimientos, sus orientaciones, su manera de trabajar, su persistencia, su paciencia y su motivación han sido fundamentales para nuestra formación como ingenieros.

Y en especial a todos los amigos, compañeros y personas que nos apoyaron de una u otra manera para culminar con éxito una etapa de nuestras vidas.

Tania Karina Berrezueta Espín

Néstor Gustavo Naranjo Supe

CONTENIDO

	Pág
1. INTRODUCCIÓN	1
1.1 Consideraciones preliminares	1
1.2 Antecedentes	2
1.3 Justificación	3
1.4 Objetivos	3
1.4.1 Objetivo general	3
1.4.2 Objetivos específicos	3
2. MARCO TEÓRICO	5
2.1 Estudio del problema a resolver	5
2.1.1 Consideraciones preliminares	6
2.1.2 Requerimientos del proceso.	7
2.2 Conceptualización básica	8
2.2.1 Automatización	8
2.3 Control de procesos industriales	11
2.3.1 El control automático.	11
2.4 STEP 7 Basic	12
2.5 Controlador lógico programable PLC	13
2.5.1 Campos de aplicación	14
2.5.2 Ventajas e inconvenientes	14
2.5.3 Capacidad de memoria	15
2.5.4 Entradas y salidas del PLC	16
2.6 Comunicación entre PLC y PC	17
2.7 Pantalla táctil	18
2.7.1 Panel de operador	20
2.8 Selección de componentes y accesorios	21
2.9 Aplicación de las pantallas táctiles en la simulación de procesos industriales ...	27
3. CONFIGURACIÓN DEL PLC Y LA INTERFAZ HOMBRE MÁQUINA – HMI	29
3.1 Descripción del sistema	29

3.2	Ensamble del módulo didáctico para la simulación de procesos industriales.....	29
3.2.1	Estructura del módulo de automatización industrial.....	29
3.2.2	Dimensionamiento del módulo.....	30
3.2.3	Construcción de la estructura modular.....	32
3.2.4	Colocación de cada componente.....	32
3.3	Montaje.....	36
3.3.1	Procedimientos de montaje y desmontaje.....	37
3.4	Directrices de cableado.....	41
3.4.1	Requisitos.....	41
3.4.2	Directrices de aislamiento galvánico.....	41
3.4.3	Directrices de puesta a tierra del S7-1200.....	41
3.5	Diagramas de instalación.....	43
3.5.1	Asignación de variables.....	43
3.6	Control con panel de operación.....	46
3.7	Configuración del PLC.....	49
3.7.1	Step 7.....	49
3.7.2	Crear nuevo proyecto.....	50
3.7.3	Configuración S7-1200.....	52
3.8	Configuración del touch panel (pantalla táctil).....	59
3.8.1	Creación de imágenes.....	61
3.8.2	Editar Pantallas.....	64
3.9	Transferir la programación al panel operador.....	66
3.10	Sistemas de comunicación.....	67
3.10.1	Comunicación con una programadora.....	67
3.10.2	Asignar direcciones IP a los dispositivos de programación y red.....	68
3.10.3	Configurar una dirección IP en el proyecto.....	71
3.10.4	Comprobar la red PROFINET.....	73
3.10.5	Comunicación entre dispositivos HMI y el PLC.....	75
3.10.6	Conexiones On line.....	75
3.11	Comprobación de la programación del proyecto.....	76
3.11.1	Probar el programa visualizando el estado del programa.....	79
3.12	Puesta en marcha.....	82

4.	GUÍA DE PRÁCTICAS PARA LABORATORIO CON LA PANTALLA TÁCTIL PARA EL TRABAJO CON PLC EN SISTEMAS DE SIMULACIÓN DE PROCESOS INDUSTRIALES.....	85
4.1	Elaboración de guías de práctica de laboratorio	85
4.1.1	Practica N.-1.....	85
4.1.2	Practica N.-2:	88
4.1.3	Practica N.-3:	94
4.1.4	Practica N.-4:	98
4.1.5	Practica N.-5:	106
4.2	Elaboración de un plan de mantenimiento del módulo.....	110
4.2.1	Mantenimiento preventivo.....	110
4.3	Mantenimiento Preventivo para la HMI.	111
5.	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	114
5.1	Conclusiones	114
5.2	Recomendaciones.....	114

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BIBLIOGRAFÍA

LINKOGRAFÍA

ANEXOS

LISTA DE TABLAS

		Pág
1	Características del PLC S7-1200	23
2	Características de la fuente de alimentación externa.....	24
3	Características del Interruptor diferencial	25
4	Tabla de características de los pulsadores e indicadores	26
5	Áreas para la distribución física de los elementos.....	35
6	Medidas del PLC S7-1200.....	38
7	Asignación de entradas	43
8	Asignación de Salidas.....	44
9	Asignación de Variables para HMI	44
10	Dirección IP	71
11	Dirección Máscara Subred.....	72
12	Parámetros de la dirección IP	72
13	Identificación de direcciones CPU	76
14	Realización del Mantenimiento Preventivo de PLC's.....	111

LISTA DE FIGURAS

	Pág
1 Factores que intervienen en el proceso de manufactura	5
2 Automatización con Touch Pad.....	8
3 Partes del Sistema Automatizado	9
4 Comunicación del PC y PLC con HMI	18
5 PLC S7-1200.....	23
6 Fuente de Alimentación Externa.....	24
7 Interruptor Diferencial	25
8 Dimensionamiento Activación Manual	31
9 Dimensionamiento Activación Automático.....	31
10 Ubicación del PLC.....	33
11 Espacio para ubicar el panel operador	34
12 Colocación de los conectores o jacks.	36
13 Montaje de selectores y lámparas piloto.....	36
14 Dimensiones S7-1200	37
15 Vista Frontal y lateral del PLC S7-1200.....	37
16 Elementos del PLC para montaje.....	38
17 Montaje del módulo de comunicación.....	39
18 Colocación del módulo de comunicación.....	39
19 Colocación de una mordaza de plástico.....	40
20 Módulo con sus elementos montados	40
21 Asignación de variables	44
22 Diagrama del Proceso	45
23 Puertos del OP 177B.....	46
24 Interfaz RS -485/RS -422	46
25 Conexión PROFINET	46
26 Conexión USB	47
27 Conexión a tierra.....	47
28 Conexión de la fuente de alimentación.....	48
29 Conexión de la regleta macho.....	48
30 Conexión entre el panel de operador y el controlador	49
31 Conexión del PC al panel.....	49
32 Página inicial TIA Portal	50
33 Nuevo proyecto.....	51
34 Primeros pasos	51
35 Agregar dispositivo.....	52
36 Ingreso de módulos	52
37 Transferir configuración	53
38 Asignación de IP	53
39 Selección de interfaz	54

40	Comprobación de dispositivos accesibles.....	54
41	Cargar configuración	55
42	Compilar proyecto	55
43	Editar Main OB1	55
44	Ventana de propiedades	56
45	Diagramas de configuración del PLC S7-1200	56
46	Insertar pantalla.....	60
47	Configurar proyecto	60
48	Verificar conectividad.....	61
49	Propiedades de la pantalla.....	61
50	Creación de alarmas	62
51	Insertar número de pantallas	62
52	Seleccionar pantalla	63
53	Seleccionar botones de la pantalla	63
54	Seleccionar imagen a trabajar	64
55	Insertar objetos.....	65
56	Asignar propiedades y eventos	65
57	Verificación interface de PLC y HMI.....	66
58	Cargar Software en Step 7	66
59	Configurar los dispositivos	68
60	Vista de dispositivos	68
61	C:\WINDOWS\system32\cmd.exe	70
62	Respuesta de la PC al comando de conectividad.....	70
63	Dirección MAC.....	71
64	Propiedades de direcciones	72
65	Cargar proyecto.....	73
66	Accesos on line	74
67	Mostrar dispositivos accesibles	74
68	Comunicación entre HMI y PLC	75
69	Cargar software al dispositivo	77
70	Ventana de carga con problemas en Red Ethernet	77
71	Colocación de Stop en el controlador	78
72	Establecer comunicación Online.....	78
73	Compilación adecuada del programa.....	79
74	Visualización del proyecto Online.....	80
75	Seleccionar opción Forzar a “1”	80
76	Contacto forzado a “1”	81
77	Seleccionar opción Forzar a “0”	81
78	Página de inicio de HMI	82
79	Ingreso erróneo de control manual	83
80	Ingreso correcto al control manual	83
81	Ventana de control Automático.	84
82	Ventana crear proyecto	87
83	Primeros Pasos	87

84	Abrir Bloque Main OB1	88
85	Circuito NA/ NC	89
86	Circuito NA.....	89
87	Circuito NC.....	90
88	Bobina	90
89	Insertar contacto normalmente abierto.....	91
90	Insertar contacto normalmente cerrado.....	92
91	Insertar bobina al segmento	92
92	Creación de rama paralela.....	93
93	Circuito programado bajo 2 condiciones	93
94	Botón guardar Proyecto	94
95	Segmento con instrucción	95
96	Favoritos	95
97	Entrada señalada para ser asignada.....	96
98	Asignar primera entrada.....	96
99	Asignación de contacto NC	96
100	Menú contextual	96
101	Opción “Cambiar nombre a la variable”	97
102	Variables “On”, ”Off” y ”Run” Asignadas.....	97
103	Tabla de Variables	97
104	Circuito de Autorretención culminado	98
105	Botón guardar Proyecto	98
106	Comparación nombre de la variable con la imagen del PLC	99
107	Detección del editor	100
108	Árbol de Proyectos.....	101
109	Establecer una conexión con la CPU online	101
110	Cargar configuración al PLC	102
111	Visualización PLC en el TIA Portal	102
112	Configuración de dispositivos.....	103
113	Asignación de IP.....	104
114	Botón guardar Proyecto	105
115	Cargar proyecto al CPU	108
116	LED de PLC parpadeantes en conexión activado ON	108
117	LED de PLC parpadeantes en conexión desactivado ON.....	109
118	LED de PLC parpadeantes en conexión activado OFF	109
119	Opción On line.....	112
120	Mantenimiento de HMI	112
121	Sistema Pack & Go	113

LISTA DE ABREVIACIONES

AFV	Vehículos guiados automáticamente
API	Autómata Programable Industrial
CAD	Dibujo Asistido por Computador
CAM	Control Automático de Manufactura
CIM	Computing Integrated Manufacturing
FMS	Sistema de Manufactura Flexible
HMI	Interfaz Hombre Máquina
MESPI	Módulo Educativo de Simulación de Procesos Industriales
NEMA	National Electrical Manufacturers Association
PLC	Controlador Lógico Programable
SAW	Onda Acústica Superficial
SCADA	Supervisory Control and Data Acquisition
TIA	Total Integrated Automation

LISTA DE ANEXOS

A	Datos técnicos de la CPU 1214 C
B	Diagramas de cableado
C	Módulo de comunicación CM 1241 RS485
D	Pantalla táctil
E	Dimensiones KTP 600 Basic
F	Lógica de Funcionamiento

RESÚMEN

Se realizó el Montaje de un Módulo de Automatización con Paneles Operadores Táctiles para el Laboratorio de Control Industrial de la Facultad de Mecánica con la finalidad que los estudiantes puedan involucrarse en la aplicación de nuevas tecnologías.

Se plantean los objetivos a ser alcanzados. Posteriormente, se conocen las características técnicas y funcionamiento de equipos que resultan fundamentales para el montaje y simulación de procesos industriales en el módulo de automatización con HMI. Además, se presenta de forma clara y concisa las aplicaciones industriales de una pantalla táctil dentro de un contexto experimental.

Los equipos requieren de una programación que permita la comunicación entre sí. Se utilizó el software STEP 7 para el Panel Operador instalados previamente en un computador. Luego, se transfiere el programa hacia los equipos mediante los diferentes interfaces de comunicación.

Las prácticas propuestas van encaminadas para ayudar a los estudiantes a tener el conocimiento suficiente y puedan realizar la aplicación de pantallas táctiles de cualquier tipo.

De igual manera se elaboró un manual de tareas de mantenimiento preventivo y normas de seguridad. Esto servirá de guía para los estudiantes en la realización de sus prácticas. Es más, proporcionará el mantenimiento apropiado del equipo.

ABSTRACT

An automation module assembly with touchscreen for the Industrial Control Lab was carried out in the Mechanical Faculty so that the students can get involved with the new technology application.

Objectives to be achieved are determined. Later, technical features and equipment running essential for the industrial process simulation and assembly in the automated module with man-machine interface are known. Besides, the industrial touchscreen application is presented clearly and accurately in an experimental context.

A programming is required for all equipment to communicate each other. Software STEP 7 was used in the operating panel installed previously in a computer. Then, the program is transferred to the equipment by means of different communication interfaces.

The proposed practices are aimed to help students have enough knowledge so that they can manufacture any kind of touchscreen application.

A preventive maintenance task manual and safety rules was elaborated. It will help students to carry out their practices. Moreover, it will provide proper equipment maintenance.

CAPÍTULO I

1. INTRODUCCIÓN

1.1 Consideraciones preliminares

Hoy por hoy, la competitividad dentro de la industria ha alcanzado niveles jamás antes vistos, ahora no solo es importante obtener un buen producto terminado, sino también hacerlo con eficiencia y eficacia dentro de los tiempos operativos óptimos y con el mínimo margen de error.

La Mecatrónica como herramienta en la competitividad, productividad e Integración de tecnologías avanzadas de manufactura debe estar contemplada en la educación técnica.

La producción orientada a cubrir la demanda mundial está desafiando a las compañías industriales en sus tareas diarias para producir un producto correcto al precio correcto y para el cliente correcto. La flexibilidad en la producción es un paso inevitable para las compañías industriales en busca de la excelencia.

Sin embargo, la flexibilidad en la producción puede lograrse únicamente por una integración gradual de tecnologías sofisticadas y avanzadas en producción. Dentro de estas tecnologías se incluye el control de procesos mediante sistemas HMI. La aplicación de estas nuevas tecnologías implica un largo proceso de adaptación. Desde el diseño de nuevos medios de producción, hasta el mantenimiento de líneas de producción ya existentes, cada proceso y funcionamiento industrial necesitan una manera interdisciplinaria de comprensión de un sistema de control automatizado. Bajo estas exigencias, hemos implementado un módulo capaz de realizar controles operativos en diversas áreas, ya que su finalidad en esta ocasión es estrictamente educativa, lo hemos llamado MESPI (Módulo Educativo de Simulación de Procesos Industriales).

Basado en una educación científica fuerte, la educación de técnicos e ingenieros debe empezar con una desmitificación de tecnologías y debe estar de acuerdo con el uso apropiado de las tecnologías existiendo en un ambiente orientado a la producción. El módulo cumple con todos los requerimientos necesarios para su implementación, es así como se realiza un análisis de los diferentes tipos de montajes de la parte mecánica,

neumática, eléctrica, y una revisión de los diferentes sistemas de control, partiendo de lo más básico como es el control electromecánico (tecnología cableada), utilizando uno de sistemas más eficientes actualmente para la comunicación vía Ethernet llamado Interfaz Profinet.

El procesos está controlado a través de receptores, los dispositivos encargados de realizar esta verificación son los diferentes tipos de sensores, complementados por los mandos como son los actuadores, solenoides, etc. La pantalla táctil es controlada por una lógica de control implementada mediante el software adecuado.

El presente módulo está en la capacidad de realizar simulación de diversos procesos, en nuestro caso se trabajará en la simulación de un módulo existente en el laboratorio de Mecatrónica. Pero esto no limita el módulo a otras aplicaciones.

1.2 Antecedentes

La mayor parte de los procesos no sólo de manufactura, sino también de servicios, evolucionan en el tiempo de manera natural y desordenada. La idea del simulación de procesos en la manufactura de productos, es tecnificar los mismos, de manera que evolucionen en forma eficiente y controlada.

La automatización había existido por muchos años en una escala pequeña, utilizando mecanismos simples para automatizar tareas sencillas de manufactura. Sin embargo el concepto solamente llegó a ser realmente práctico con la adición (y evolución) de las computadoras digitales, cuya flexibilidad permitió manejar cualquier clase de tarea.

Cada vez es más necesaria una buena comunicación Hombre-Máquina (HMI), y una de las formas de mejorar dicha interacción es mediante sensores táctiles.

La iconografía es un método muy utilizado, ya que permite una excelente comprensión por parte de cualquier usuario sin necesidad de tener conocimientos informáticos. La Escuela de Ingeniería de Mantenimiento de la Facultad de Mecánica de la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo cuenta con un Laboratorio de Control Industrial donde se encuentran módulos para prácticas para los estudiantes. Se ha visto la necesidad de simular procesos industriales con la ayuda de pantallas táctiles para el trabajo con PLC simulando de esta manera señales para observar el funcionamiento de

los respectivos sistemas, haciéndolos más funcionales para las distintas prácticas que se realizan en el Laboratorio de Control Industrial, desarrollando de mejor manera las destrezas y habilidades del alumnado.

1.3 Justificación

El Módulo Educativo de Simulación de Procesos Industriales (**MESPI**), tiene como propósito solucionar problemas educativos relacionados con la puesta en práctica de los conocimientos adquiridos durante los cursos de Control y Automatización en la formación académica de los futuros profesionales.

Es cierto que los elevados costos de los equipos de control muchas veces impiden a los docentes tener un conocimiento más profundo en lo relacionado con la Ingeniería de Control y la Automatización Industrial, concibiendo de ello la idea de realizar este trabajo.

El **MESPI** puede ser controlado desde un computador, micro controlador o PLC, que junto con las técnicas básicas de los Sistemas de Control permiten obtener un módulo que ofrece una serie de alternativas a los estudiantes, con la finalidad de relacionarlos con procesos reales.

1.4 Objetivos

1.4.1 *Objetivo general.* Construir y montar un módulo educativo para simulación de procesos industriales (MESPI).

1.4.2 *Objetivos específicos*

Emplear el MESPI como complemento en la actividad educativa en las asignaturas correspondientes a electrónica, control y automatización.

Conocer las características más utilizadas de los procesos industriales, y en el caso particular, el transporte y distribución de objetos, para mantener un manejo adecuado de las tecnologías acorde a la simulación de procesos.

Determinar el principio de funcionamiento de las pantallas táctiles, para programar sin mayores complicaciones los equipos disponibles

Utilizar dispositivos electrónicos de costo moderado y de uso local, para la simulación, familiarizándonos con los equipos existentes en la industria, y poder vincular a los docentes a procesos reales relativos al ambiente industrial.

Conocer cuáles son las aplicaciones más habituales en las industrias para aprovechar las bondades que nos brindan los equipos.

CAPÍTULO II

2. MARCO TEÓRICO

2.1 Estudio del problema a resolver

Durante años, pocas compañías pensaban que las operaciones y sus procesos podían ser una fuente importante de ventajas competitivas.

A medida que las empresas japonesas se convirtieron en competidores globales y dominaron amplios sectores de la producción industrial (automóviles, electrodomésticos, productos electrónicos, etc), décadas de los setenta y ochenta, es que las empresas americanas empiezan a estudiar los motivos de estos éxitos.[1]

Figura 1. Factores que intervienen en el proceso de manufactura



Fuente: http://www.cdi.org.pe/tema_0032004.htm.

Lo más importante que encontraron, es prácticamente en todas las empresas japonesas, una alta eficiencia y calidad en las operaciones.

Adicionalmente estas empresas lograban lanzar y consolidar nuevos productos en tiempos extremadamente cortos.

Las empresas analizadas establecieron patrones de referencia, Benchmarking, de clase mundial en productividad, costo, calidad y entrega.

Los gerentes occidentales entendieron que para recuperar competitividad tenían que lograr que las operaciones sea parte fundamental de una estrategia corporativa orientada básicamente a:

- Agregar valor a los productos
- Atender eficientemente las necesidades de los clientes.

En la búsqueda de esta mejora competitiva se fue diversificando la aplicación de simulación de procesos y la automatización de la industria como una fortaleza dentro de aquellas empresas que se consolidaron cada una en su campo.

Es decir, que una de las maneras más eficientes de mejorar técnica, productiva y económicamente una empresa es de la mano de la tecnología, utilizando instrumentos de automatización y simulación de procesos, para prever futuros fallos en los sistemas existentes.

2.1.1 Consideraciones preliminares. Para la automatización de procesos, se desarrollaron máquinas operadas con Controles Programables (PLC), actualmente de gran ampliación en industrias como la textil y la alimentación

Para la información de las etapas de diseño y control de la producción se desarrollaron programas de computación:

- Dibujo (CAD),
- Manufactura CAM, para el manejo de proyectos, para la planeación de requerimientos, para la programación de la producción, para el control de calidad, etc.

Con la ayuda de estas tecnologías de información, la producción industrial de los países ha conocido un ritmo de crecimiento cada vez más elevado en los últimos años. Por ejemplo, la información amplía enormemente la capacidad de controlar la producción con máquinas de control computarizado y permite avanzar hacia mayores y más complejos sistemas de automatización, unas de cuyas expresiones más sofisticadas y más ahorradoras de trabajo humano directo son los robots, los sistemas flexibles de producción y los sistemas de automatización integrada de la producción (Computer Integrad Manufacturing CIM). [2]

La mayor calidad en los productos se logra mediante exactitud de las máquinas automatizadas y por la eliminación de los errores propios del ser humano; lo que a su vez repercute grandes ahorros de tiempo y materia al eliminarse la producción de piezas defectuosas.

La flexibilidad de las máquinas permite su fácil adaptación tanto a una producción individualizada y diferenciada en la misma línea de producción, como el cambio total de la producción. Esto posibilita una adecuación flexible a las diversas demandas del mercado.

2.1.2 *Requerimientos del proceso.* Sistema de Manufactura Flexible (FMS) resulta de un nuevo enfoque de la producción que con la aplicación de la tecnología ha creado sistemas altamente automatizados. Es una filosofía de la producción que se basa en el control efectivo del flujo de materiales a través de una red de estaciones de trabajo muy versátiles y es compatible con diferentes grados de automatización está integrado por máquinas-herramientas enlazadas mediante un sistema de manejo de materiales automatizado operado automáticamente con tecnología convencional o al menos por un CNC (control numérico por computador). [3]

FMS consta de varias máquinas y/o equipos controlados por computador, o interfaz HMI donde cada una de ellas es capaz de realizar muchas operaciones debido a la versatilidad y a la capacidad de intercambiar tareas con rapidez (en segundos), estos sistemas son relativamente flexibles respecto al número de piezas que pueden producir, elaborar y distribuir de manera simultánea y en lotes de tamaño reducido (a veces unitario). Estos sistemas pueden ser casi tan flexibles y de mayor complejidad que un taller de trabajo y al mismo tiempo tener la capacidad de alcanzar la eficacia de una

línea de ensamble bien balanceada. Los procesos pueden ser entregados al FMS tanto en forma manual como automática.

Por ejemplo a través de vehículos guiados automatizados. Los FMS disponen de un sistema de manejo de materiales automatizado que transporta las piezas de una máquina a otra hacia dentro y fuera del sistema. Puede tratarse de vehículos guiados automáticamente (AGV) conducidos por diversos medios, como bandas transportadoras y transporte a través de sistemas neumáticos.

El empleo de los FMS permite flexibilidad productiva, gestión en tiempo real y acelerado nivel de automatización general, así que una celda en línea es resumen aceptar el ingreso de materia prima y sacar productos listos para ser ensamblados.

2.2 Conceptualización básica

2.2.1 Automatización. La automatización es un sistema donde se transfieren tareas de producción, realizadas habitualmente por operadores humanos a un conjunto de elementos tecnológicos. [4]

Figura 2. Automatización con Touch Pad



Fuente: <http://www.ia.net.ve/automatizacion.htm>

Un sistema automatizado consta de dos partes principales:

- Parte de Mando
- Parte Operativa

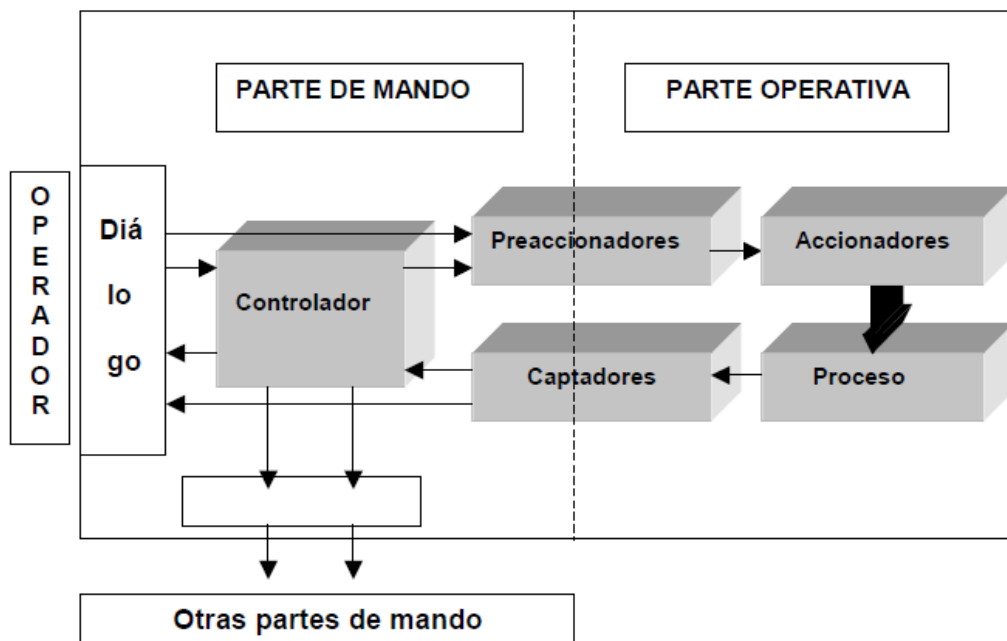
La parte operativa es la parte que actúa directamente sobre la máquina. Son los elementos que hacen que la máquina se mueva y realice la operación deseada.

Los elementos que forman la parte operativa son los accionadores de las máquinas como motores, cilindros, compresores, y los captadores como fotodiodos, finales de carrera, etc.

La parte de mando suele ser un autómata programable (tecnología programada), aunque hasta hace bien poco se utilizaban relés electromagnéticos, tarjetas electrónicas o módulos lógicos neumáticos (tecnología cableada).

En un sistema de fabricación automatizado el autómata programable está en el centro del sistema. Este debe ser capaz de comunicarse con todos los constituyentes de sistema automatizado.

Figura 3. Partes del Sistema Automatizado



Fuente: <http://www.ia.net.ve/automatizacion.htm>

Objetivos de la automatización

- Mejorar la productividad de la empresa, reduciendo los costes de la producción y mejorando la calidad de la misma.
- Mejorar las condiciones de trabajo del personal, suprimiendo los trabajos penosos e incrementando la seguridad.
- Realizar las operaciones imposibles de controlar intelectual o manualmente.

- Mejorar la disponibilidad de los productos, pudiendo proveer las cantidades necesarias en el momento preciso.
- Simplificar el mantenimiento de forma que el operario no requiera grandes conocimientos para la manipulación del proceso productivo.
- Integrar la gestión y producción.

Clases de automatización [5]

A pesar de que la automatización es un campo bastante amplio su clasificación es bastante concisa, de modo que sus características puedan ser fácilmente diferenciadas.

Hay tres clases muy amplias de automatización industrial:

- Automatización fija.
- Automatización programable.
- Automatización flexible.

La automatización fija se utiliza cuando el volumen de producción es muy alto, y por tanto se puede justificar económicamente el alto costo del diseño de equipo especializado para procesar el producto, con un rendimiento alto y tasas de producción elevadas. Además de esto, otro inconveniente de la automatización fija es su ciclo de vida que va de acuerdo a la vigencia del producto en el mercado.

La automatización programable se emplea cuando el volumen de producción es relativamente bajo y hay una diversidad de producción a obtener. En este caso el equipo de producción es diseñado para adaptarse a las variaciones de configuración del producto; esta adaptación se realiza por medio de un programa (Software).

Por su parte la automatización flexible es más adecuada para un rango de producción medio. Estos sistemas flexibles poseen características de la automatización fija y de la automatización programada.

Los sistemas flexibles suelen estar constituidos por una serie de estaciones de trabajo interconectadas entre si por sistemas de almacenamiento y manipulación de materiales, controlados en su conjunto por una computadora. De las tres clases de automatización, la robótica coincide más estrechamente con la automatización programable.

2.3 Control de procesos industriales

El control automático de procesos es parte del progreso industrial desarrollado durante lo que ahora se conoce como la segunda revolución industrial.

El uso intensivo de la ciencia de control automático es producto de una evolución que es consecuencia del uso difundido de las técnicas de medición y control. Su estudio intensivo ha contribuido al reconocimiento universal de sus ventajas.

El principio del control automático o sea el empleo de una realimentación o medición para accionar un mecanismo de control, es muy simple. El mismo principio del control automático se usa en diversos campos, como control de procesos químicos y del petróleo, control de hornos en la fabricación del acero, control de máquinas herramientas y en el control y trayectoria de un proyectil.

El uso de las computadoras analógicas y digitales ha posibilitado la aplicación de ideas de control automático a sistemas físicos que hace apenas pocos años eran imposibles de analizar o controlar.

Es necesaria la comprensión del principio del control automático en la ingeniería moderna, por ser su uso tan común como el uso de los principios de electricidad o termodinámica, siendo por lo tanto, una parte de primordial importancia dentro de la esfera del conocimiento de ingeniería. También son tema de estudio los aparatos para control automático, los cuales emplean el principio de realimentación para mejorar su funcionamiento.

2.3.1 El control automático. El control automático es el mantenimiento de un valor deseado dentro de una cantidad o condición, midiendo el valor existente, comparándolo con el valor deseado, y utilizando la diferencia para proceder a reducirla. En consecuencia, el control automático exige un lazo cerrado de acción y reacción que funcione sin intervención humana.

El elemento más importante de cualquier sistema de control automático es lazo de control realimentado básico. El concepto de la realimentación no es nuevo, el primer lazo de realimentación fue usado en 1774 por James Watt para el control de la velocidad de cualquier máquina de vapor. A pesar de conocerse el concepto del funcionamiento,

los lazos se desarrollaron lentamente hasta que los primeros sistemas de transmisión neumática comenzaron a volverse comunes en los años 1940, los años pasados han visto un extenso estudio y desarrollo en la teoría y aplicación de los lazos realimentados de control.

En la actualidad los lazos de control son un elemento esencial para la manufactura económica y prospera de virtualmente cualquier producto, desde el acero hasta productos alimenticios.

A pesar de todo, este lazo de control que es tan importante para la industria está basado en algunos principios fácilmente entendibles y fáciles.

2.4 STEP 7 Basic

El software STEP 7 Basic ofrece un entorno amigable que permite desarrollar, editar y observar la lógica del programa necesaria para controlar la aplicación, incluyendo herramientas para gestionar y configurar todos los dispositivos del proyecto, tales como PLC's y dispositivos HMI. Asimismo, incluye las herramientas para crear y configurar los dispositivos HMI en el proyecto. [6]

Para aumentar la productividad, el Totally Integrated Automation Portal (TIA Portal) ofrece dos vistas diferentes de las herramientas disponibles, a saber: distintos portales orientados a tareas organizados según las funciones de las herramientas (vista del portal) o una vista orientada a los elementos del proyecto (vista del proyecto).

El usuario puede seleccionar la vista que considere más apropiada para trabajar eficientemente. Con un solo clic es posible cambiar entre la vista del portal y la vista del proyecto.

La vista del portal ofrece una vista funcional de las tareas del proyecto y organiza las funciones de las herramientas según las tareas que deban realizarse, p.ej. configurar los componentes de hardware y las redes. Es posible determinar fácilmente el procedimiento y la tarea que debe seleccionarse. La vista del proyecto proporciona acceso a todos los componentes del proyecto. Puesto que todos estos componentes se encuentran en un solo lugar, es posible acceder fácilmente a todas las áreas del proyecto. El proyecto contiene todos los elementos que se han creado o finalizado.

2.5 Controlador lógico programable PLC

Un PLC (controlador lógico programable) es un dispositivo que fue desarrollado para reemplazar los circuitos secuenciales de relés para el control de máquinas. El PLC trabaja atendiendo sus entradas y dependiendo de su estado conecta/desconecta sus salidas. El usuario introduce un programa, normalmente vía software que proporciona los resultados deseados.

Los PLC son utilizados en muchas aplicaciones reales, casi cualquier aplicación que necesite algún tipo de control eléctrico necesita un PLC. Entonces se define un PLC como una computadora especializada, diseñada para controlar máquinas y procesos en ambientes industriales operando en tiempo real.

También la National Electrical Manufacturers Association (NEMA) define al PLC como un dispositivo electrónico digital que utiliza una memoria programable para almacenar instrucciones y para implementar funciones específicas tales como funciones lógicas, secuenciales, de temporización, de conteo y aritméticas para controlar máquinas y procesos. [7]

Un autómata programable industrial (API) conocido también como PLC es un equipo electrónico de control con un cableado interno (hardware) independientemente de proceso a controlar, que se adapta a dicho proceso mediante un programa específico (software) que contiene la secuencia de operaciones a realizar.

Estas operaciones se definen sobre las señales de entrada y salida al proceso, cableadas directamente en los bornes de conexión del autómata.

Las señales de entrada pueden proceder de elementos digitales, como finales de carrera y detectores de proximidad, o analógicos, como sensores de temperatura y dispositivos de salida en tensión o corrientes continuas.

El autómata gobierna las señales de salida según el programa de control previamente almacenado en una memoria, a partir de estado de las señales de entrada. Este programa se introduce en el autómata a través de la unidad de programación que permite además funciones adicionales como depuración de programas, simulación, monitoreo de control de autómata, etc.

2.5.1 Campos de aplicación. El PLC por sus especiales características de diseño tiene un campo de aplicación muy extenso. La constante evolución del hardware y software amplía constantemente este campo para poder satisfacer las necesidades que se detectan en el espectro de sus posibilidades reales. [8]

Su utilización se da fundamentalmente en aquellas instalaciones en donde es necesario un proceso de maniobra, control, señalización, entre otras, por tanto, su aplicación abarca desde procesos de fabricación industriales de cualquier tipo a transformaciones industriales, control de instalaciones, etc.

Sus reducidas dimensiones, la extremada facilidad de su montaje, la posibilidad de almacenar los programas para su posterior y rápida utilización, la modificación o alteración de los mismos, etc., hace que su eficacia se aprecie fundamentalmente en procesos en que se producen necesidades tales como:

- Espacio reducido
- Procesos de producción periódicamente cambiantes
- Procesos secuenciales
- Maquinaria de procesos variables
- Instalaciones de procesos complejos y amplios
- Chequeo de programación centralizada de las partes del proceso

Ejemplos de aplicaciones generales:

- Maniobra de máquinas
- Maquinaria industrial de plástico
- Máquinas transfer
- Maquinaria de embalajes
- Maniobra de instalaciones: Instalación de aire acondicionado, calefacción, instalaciones de seguridad
- Señalización y control: Chequeo de programas, Señalización del estado de procesos

2.5.2 Ventajas e inconvenientes. No todos los autómatas ofrecen las mismas ventajas sobre la lógica cableada, ello es debido, principalmente, a la variedad de modelos existentes en el mercado y las innovaciones técnicas que surgen constantemente.

Es por ello que a continuación se hace referencia a ciertas ventajas y desventajas que tiene este tipo de dispositivo.

Ventajas

- Menor tiempo empleado en la elaboración de proyectos debido a que:
- No es necesario dibujar el esquema de contactos
- No es necesario simplificar las ecuaciones lógicas, ya que, la capacidad de almacenamiento del módulo de memoria es lo suficientemente grande.
- La lista de materiales queda sensiblemente reducida, y al elaborar el presupuesto correspondiente eliminaremos parte del problema que supone el contar con diferentes proveedores, distintos plazos de entrega.
- Posibilidad de introducir modificaciones sin cambiar el cableado ni añadir aparatos.
- Mínimo espacio de ocupación.
- Menor coste de mano de obra de la instalación.
- Economía de mantenimiento: Además de aumentar la fiabilidad del sistema, al eliminar contactos móviles, los mismos autómatas pueden indicar y detectar averías.
- Posibilidad de gobernar varias máquinas con un mismo autómata.
- Menor tiempo para la puesta en funcionamiento del proceso al quedar reducido el tiempo cableado.
- Si por alguna razón la máquina queda fuera de servicio, el autómata sigue siendo útil para otra máquina o sistema de producción.

Inconvenientes

- Como inconvenientes podríamos hablar, en primer lugar, de que hace falta un programador, lo que obliga a adiestrar a uno de los técnicos en tal sentido, pero hoy en día ese inconveniente está solucionado porque las universidades ya se encargan de dicho adiestramiento.

El coste inicial también puede ser un inconveniente.

2.5.3 *Capacidad de memoria.* La unidad de Memoria tiene la función de almacenar programas y datos.

La memoria de un Autómata o Controlador Programable puede ser visualizada como un arreglo bidimensional de celdas de almacenamiento donde cada una guarda una simple pieza de información en la forma de un cero o de un uno. El nombre que recibe la información almacenada en cada celda se le llama BIT.

El funcionamiento del Procesador será más eficiente si maneja un grupo de bits cuando transfiere datos a y desde la memoria. Un grupo de bits manejados simultáneamente reciben el nombre de Byte.

Organización de la Memoria. [9]

El mapa de memoria muestra no solamente lo que se guarda en ella, sino cosas que de acuerdo con su nombre están almacenadas allí. Es muy difícil que dos PLC de diferentes marcas tengan el mismo mapa, se puede generalizar ya que todos los Autómatas Programables tienen los mismos requerimientos de almacenamiento.

Las memorias del ejecutivo, son una colección permanente de programas los cuales son considerados partes del mismo controlador. Y la de Apuntes la cual es de almacenamiento temporal usado por el CPU para guardar pequeñas magnitudes de datos para cálculos internos o de control. Son inaccesibles al usuario, por lo que pueden considerarse como una sola, llamándose Memoria del Sistema.

De igual forma las memorias del Programa de Aplicación y de la Tabla de Datos son accesibles por el programador, pudiéndose considerar como una sola, llamándose Memoria de Aplicación.

2.5.4 Entradas y salidas del PLC. Las Unidades de Entradas/Salidas son las interfaces entre el CPU y el mundo exterior (equipo de campo).

Ellas tienen la función de convertir las señales provenientes del exterior en información procesable por el CPU así como también se encargan de la conversión de la información emitida por el CPU en señales con significado físico.

A través de varios circuitos de interface, el controlador puede detectar y medir magnitudes físicas correspondientes al funcionamiento de una máquina o proceso, tales como proximidad, posición, movimiento, nivel, temperatura, presión, corriente o

voltaje. Apoyado en el estado detectado o valores medidos, el CPU provee las órdenes para controlar otros artefactos tales como válvulas, motores, bombas, y alarmas.

Entre los tipos de Sistema de Entradas/Salidas se tienen:

- Entradas/Salidas del tipo Discreto.
- Entradas/Salidas del tipo de Datos Numéricos.

Entradas/Salidas del tipo discreto. Esta interface conecta entradas de aparatos de campo, que proveen una señal que es separada y distinta a su naturaleza, o salidas para elementos de campo que requieren una señal distinta a su naturaleza para controlar su estado.

Entradas/Salidas del tipo de datos numéricos. Son aquellos que en su constitución física están integrados por micro-procesadores, los cuales tienen la capacidad para operaciones aritméticas.

Las interfaces numéricas se clasifican en dos grupos:

- Multi-bit: Son aquellas que proveen conexión con aparatos digitales.
- Analógicos: Son aquellos que proveen conexión con aparatos analógicos.

2.6 Comunicación entre PLC y PC

PROFINET 7. La CPU S7-1200 incorpora un puerto PROFINET que soporta las normas Ethernet y de comunicación basada en TCP/IP.

Una eficiente comunicación entre PLC y computador permiten eficiencia en los procesos. La CPU S7-1200 soporta los siguientes protocolos de aplicación:

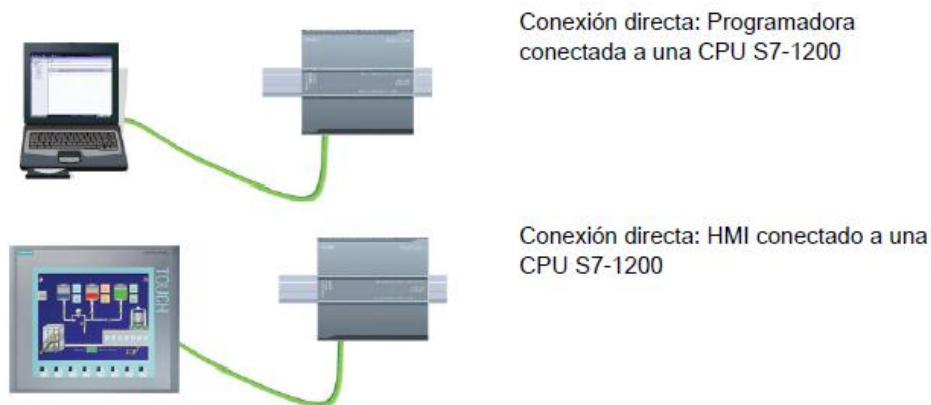
- Transport Control Protocol (TCP)
- ISO on TCP (RFC 1006)(6)

La CPU S7-1200 puede comunicarse con otras CPUs S7-1200, programadoras STEP 7 Basic, dispositivos HMI y dispositivos no Siemens que utilicen protocolos de comunicación TCP estándar. [10]

Hay dos formas de comunicación vía PROFINET:

- Conexión directa: La comunicación directa se utiliza para conectar una programadora, dispositivo HMI u otra CPU a una sola CPU.
- Conexión de red: La comunicación de red se utiliza si deben conectarse más de dos dispositivos (p. ej. CPU's, HMIs, programadoras y dispositivos no Siemens).

Figura 4. Comunicación del PC y PLC con HMI



Fuente: Siemens.Easybook S71200. 2011

Número máximo de conexiones para el puerto PROFINET

El puerto PROFINET de la CPU soporta las siguientes conexiones simultáneas.

- Conexiones para la comunicación entre dispositivos HMI y la CPU
- 1 conexión para la comunicación entre la programadora (PG) y la CPU
- 8 conexiones para la comunicación del programa del S7-1200 utilizando instrucciones del bloque T (TSEND_C, TRCV_C, TCON, TDISCON, TSEN, TRCV)
- 3 conexiones para la comunicación entre una CPU S7-1200 pasiva y una CPU S7 activa.

2.7 Pantalla táctil

Las pantallas táctiles son altamente desarrolladas muestra que puede detectar con precisión la ubicación de toques en el área de visualización, que permite la visualización a utilizarse sin necesidad de cualquier teclado u otro dispositivo. La mayoría del tiempo, las pantallas son las pantallas táctiles LCD que pueden acoplarse fácilmente a cualquier equipo. Se han vuelto muy comunes desde los años setenta y están muy familiarizados

en configuración de minoristas, en cajeros automáticos, etc. Pero uno de los más conocidos de la pantalla táctil es realmente la consola de videojuegos llamada Nintendo DS. [11]

De hecho, diseñar un sistema que utiliza una pantalla táctil como medio de entrada de operador es cada vez más popular dentro de todos los sectores y especialmente en el sector industrial.

El touchpad simplifica vincular el ser humano a la interfaz de la máquina para equipos industriales activando las reacciones del operador ser intuitiva y natural.

Las pantallas LCD táctil serían fácilmente simplificar la tarea de la ingeniería o el operador y reducir considerablemente el tiempo de formación para los operadores al agregar más capacidades a la misma máquina.

El único inconveniente de la pantalla táctil es el problema ergonómico involucrado con el estrés en los dedos humanos cuando se utiliza mucho una pantalla táctil.

Así que, aunque pueda levantar con el uso de un simple lápiz por ejemplo, existen limitaciones, pues esta solución no es realmente posible en lugares de pantallas táctiles en cajeros automáticos por ejemplo.

Una **pantalla táctil** es una pantalla que mediante un toque directo sobre su superficie permite la entrada de datos y órdenes al dispositivo, y a su vez muestra los resultados introducidos previamente; actuando como periférico de entrada y periférico de salida de datos, así como emulador de datos interinos erróneos al no tocarse efectivamente.

Este contacto también se puede realizar por medio de un lápiz óptico u otras herramientas similares.

Actualmente hay pantallas táctiles que pueden instalarse sobre una pantalla normal.

Los paneles SIMATIC HMI Basic Panels han sido diseñados para operar a la perfección con el nuevo controlador SIMATIC S7-1200 para aplicaciones compactas ofrecen una solución que puede adaptarse a la perfección a las necesidades específicas de visualización: potencia y funcionalidad optimizada, gran variedad de tamaños de pantalla y un montaje sencillo que facilita la ampliación.

2.7.1 Panel de operador. En el mundo de la industria actual, es necesario disponer de interfaces de comunicación entre el hombre y la máquina, siendo además imprescindible, que estos aparatos estén a pie de máquina para así, permitir al operario controlar en todo momento el estado actual de la máquina y además, poder emitir órdenes a la misma en función de las necesidades de cada momento. Dado que normalmente tienen que trabajar en ambientes hostiles, están dotados del más alto grado de protección. [12]

Los elementos utilizados para esta comunicación son los llamados paneles de operador, los cuales, según sus prestaciones los podremos dividir en varios grupos, desde los simples visualizadores de mensajes provistos de un número mínimo de pulsadores y una pequeña pantalla, pasando por los provistos de visualizador gráfico (a color o B/N) con pulsadores, hasta los paneles programables táctiles de última generación dotados de memoria suficiente para almacenar programas de grandes dimensiones.

Estos paneles permitirán obtener todo tipo de información sobre las condiciones de trabajo de la máquina, elementos discretos (pulsadores, pilotos), valores de temperatura, velocidad, presión, gráficas, mensajes de texto, alarmas, etc. además, en función de dicha información, permitirán al usuario (si su nivel de acceso se lo permite), dar órdenes a la máquina, realizando modificaciones en los parámetros manejados por el PLC tales como, modificación de los valores de temporizadores y contadores, cambios de niveles de prensado, puestas en marcha y parada de motores y electroválvulas, etc.

Normalmente, el panel estará conectado al PLC, pero en la actualidad, también disponen de salidas de todo tipo como: conexión de impresoras, conexión de varios paneles en red, salidas serie y paralelo, conexión a bus de datos, ethernet, memorias flash, etc.

Incluso los hay que en el mismo panel incorporan un PLC con entradas y salidas.

Para la programación se utilizan softwares específicos de cada fabricante que por lo general suelen servir para la mayoría de sus paneles fabricados.

Al estar basados en Windows, suelen ser muy intuitivos y fáciles de programar, aunque cuando se trata de trabajar con los paneles más completos, las grandes posibilidades de trabajo de éstos, convierte la programación en algo más complicado al tener que

manejar todo tipo de parámetros, con distintos formatos y opciones. Dentro de las distintas familias de cada fabricante, las configuraciones realizadas en equipos pequeños se suelen poder reconfigurar para su aplicación en equipos más potentes, adaptando el tamaño (ZOOM) automáticamente a la nueva resolución de las imágenes. El software utilizado para la programación y configuración de los paneles de operador, debe de reunir las siguientes características:

- Entorno gráfico basado en Windows para facilidad de manejo de forma intuitiva.
- Completas barras de herramientas
- Amplia biblioteca de objetos parametrizados.
- Elementos preconfigurados para avisos, alarmas, recetas, etc.
- Vectores gráficos.
- Simulación de funcionamiento en el propio PC.
- Utilización del mismo software para todos los modelos de paneles (del mismo fabricante).
- Fácil conversión de un proyecto realizado en un modelo a otro modelo (distinto tamaño de pantalla).

2.8 Selección de componentes y accesorios

Para la elección de los diferentes componentes se ha llevado a cabo un extenso estudio de mercado debido a la necesidad de plasmar este estudio en una inversión por parte de los estudiantes que le ha añadido a esta parte del proyecto la responsabilidad de intentar hacer la elección más acertada. Ha recaído en los creadores de este proyecto la responsabilidad de elegir todos los componentes, la toma de decisiones en cuanto al diseño y la negociación con proveedores de todo tipo de materiales.

A continuación se describen las características de los principales elementos necesarios y se describe también su función dentro de la instalación.

Cuadro eléctrico de control

Se describe en este apartado el uso y las características de los componentes que forman el cuadro eléctrico de control de la planta. Dentro de este grupo se encuentran los equipos destinados tanto para la simulación como el control del proceso.

El PLC. El autómatas que se utiliza para el control automatizado de la planta es un modelo de PLC de Siemens, en concreto S7 1200.

Es un modelo de los denominados compactos que integra CPU, entradas y salidas digitales y también analógicas (dependiendo del modelo) y la fuente de alimentación también está integrada. La finalidad del PLC es controlar el funcionamiento del módulo.

Recoge la lógica de control, programada previamente con el software necesario que permite automatizar el funcionamiento de la planta mediante el control de sensores y actuadores.

Figura 5. PLC S7-1200



Fuente: Autores

El funcionamiento de este PLC se caracteriza básicamente por ser un continuo ciclo cerrado, recibiendo señales, lee estados y procesa señales de salida.

Basado en las necesidades de construcción, la compatibilidad con otros equipos y la frecuencia con la que se encuentra el equipo en la industria, se ha elegido el modelo apropiado se analizó la adquisición del modelo.

Sus características técnicas más importantes son:

Tabla 1. Características del PLC S7-1200

Fabricante	Siemens
Módulo central	CPU1214C AC/DC/relé
Programa correspondiente	Step 7 Basic V 10.5
Tensión nominal de alimentación	230 V AC
Tensión nominal de carga	24 V DC
Consumo	Nominal 50 mA, máximo 150 mA
Max. Intensidad al conectar	20 A
Número de entradas digitales	14
Números de entradas analógicas	2
Número de salidas digitales	10 relé

Fuente: Autores

Módulos de extensión del PLC. Aunque el modelo de PLC que se ha utilizado dispone de varias entradas y salidas digitales, en esta instalación es necesario añadir módulos de ampliación.

Módulo de E/S digitales. Al finalizar el diseño de la instalación el resultado es que se necesitan más entradas y salidas digitales de las que el módulo de la CPU compacta del PLC tiene.

Fuentes de alimentación externa. Para la alimentación de gran parte de los elementos de la instalación que no se pueden alimentar directamente de la red eléctrica se han utilizado dos tipos de fuentes de alimentación para elementos con alimentación 24V en continua y 24V en alterna.

Los componentes de la instalación ya se han escogido considerando la unificación de tensiones de alimentación para reducir el número de fuentes de alimentación del montaje.

No obstante todos los elementos que se alimentan con tensiones de valor continuo se han escogido para ser alimentados a 24V y esto se hace con una misma fuente. Pero las electroválvulas requieren de una tensión de alimentación alterna, ya que en el mercado la inmensa mayoría de electroválvulas se alimentan a 24 VAC. La motivación esencial para la elección de la fuente va directamente vinculada con los equipos a utilizar analizando el voltaje promedio al que están sometidos. Por este motivo el circuito

consta de una fuente de alimentación, y cuyas características se detallan en la siguiente tabla:

Tabla 2. Características de la fuente de alimentación externa

Fabricante	Siemens
Modelo	EP1332-1SH43
Tensión de entrada	100 – 240 V AC
Frecuencia nominal de entrada	50 – 50 Hz
Tensión de salida	24 V AC
Corriente de salida	2,5 A
Potencia nominal de salida	35 VA
Protección sobrecarga	Fusible

Fuente: Autores

Figura 6. Fuente de Alimentación Externa



Fuente: Autores

Elementos de protección. Para la protección de los elementos del circuito eléctrico, así como posibles daños hacia las personas, se ha utilizado un seguido de interruptores de protección, descritos a continuación.

Interruptor diferencial. Para la protección general de la instalación se ha utilizado también un interruptor diferencial, protegiendo especialmente a las personas ante fugas indirectas de corriente con una protección mínima de 30mA de fuga.

Además este interruptor estará diseñado para que sea capaz de soportar perfectamente la corriente y tensión nominal total del cuadro de mandos. El criterio de selección de este instrumento está fundamentado en la necesidad de protección eléctrica además del requerimiento de encendido y apagado de los dispositivos electrónicos. A continuación la tabla de características del elemento utilizado.

Tabla 3. Características del Interruptor diferencial

Fabricantes	IndSystems CHNT
Corriente nominal	Hasta 40 A
Características del disparo	Tipo C
Número de polos	2
Corriente de fuga máxima	30 mA
Tensión nominal	240 V AC 230 V AC

Fuente: Autores

Figura 7. Interruptor Diferencial





Fuente: Autores

Pulsadores e indicadores. Describen los pulsadores e indicadores que se pueden ver en la parte exterior del armario del cuadro eléctrico y que son los que el usuario utilizará para controlar la maniobra de la planta.

La función principal de estos dispositivos es el de señalar y permitir realizar maniobras del módulo a simular.

Tabla 4. Tabla de características de los pulsadores e indicadores

CARACTERÍSTICAS	DESCRIPCIÓN	IMAGEN
Fabricante Diámetro de montaje Material Tipo de operario Forma cabezal	Schneider Electric 22 mm Metal cromado Retorno de resorte Redonda	
Fabricante Tipo de señalización Fuente de luz Tensión de alimentación	Schneider Electric Fija LED 24 Vdc/Vac	
Fabricante Diámetro de montaje Forma cabezal	Schneider Electric 22 mm Redonda	
Fabricante Tipo de contacto Función del contacto Protección contra CC Tensión de aislamiento	Schneider Electric NC o NA, estándar Ruptura lenta 10 A 600 V	
Fabricante Tipo de operario Material Forma de cabezal Diámetro de montaje	Schneider Electric 2 pos. de 90° Metal cromado Redonda 22 mm	
Fabricante Tipo de operador Material Diámetro	Schneider Electric Retorno de resorte Metal cromado 22 mm	
Fabricante Tipo de contacto Función del contacto Protección contra CC Tensión de aislamiento	Schneider Electric NC o NA, estándar Ruptura lenta 10 A 600 V	
Fabricante Tipo de operario Material Diámetro de montaje Forma de cabezal	Schneider Electric Enganche mecánico Metal cromado 22 mm Redonda	

Fuente: Autores

Se tiene una gran cantidad de pulsadores e indicadores, entre los que se encuentran las setas de emergencia, selector de dos posiciones, cabezas pulsador iluminado, cabezas

pilotos luminosos, cabeza de pulsador, y de manera interna los diferentes botones de contacto para los botones de control. Los pulsadores e indicadores utilizados en el MESPI, son minuciosamente analizados previo su selección con la finalidad de tener una mayor comprensión de los microcomponentes del módulo, para su operación adecuada y mantenimiento respectivo, en caso de recambios, conocer las características exactas y no variar el modelo planteado.

2.9 Aplicación de las pantallas táctiles en la simulación de procesos industriales

Para aplicaciones basadas en PC más complejas en la construcción de instalaciones, ofrecemos el sistema de visualización de procesos SIMATIC que proporciona funcionalidad SCADA (Supervisory Control and Data Acquisition) complete bajo Windows para todos los sectores.

El abanico de aplicaciones abarca desde sistemas mono puesto hasta sistemas multipuesto distribuidos con servidores redundantes y soluciones diversificadas geográficamente con clientes web.

Con la base de datos de procesos integrada se proporciona una plataforma de información para la integración vertical y a nivel de empresa.

Gracias a la homogeneidad, única en su género, de Totally Integrated Automation, podrá beneficiarse de una interacción sin competencia de todos nuestros productos y sistemas, incluso a medida que vayan apareciendo nuevas generaciones.

Con ello asegura su inversión y se beneficia al mismo tiempo de futuros perfeccionamientos. Como pieza clave de Totally Integrated Automation, SIMATIC abarca un gran número de productos y sistemas estándar.

La Human Machine Interface (HMI) adquiere cada vez mayor importancia como ventana al proceso y resulta idóneo como interfaz hombre-máquina (HMI) para todas las aplicaciones a pie de máquina y a pie de proceso en el ámbito de la construcción de maquinaria, maquinaria de serie e instalaciones.

El programa utilizado está diseñado para cubrir todos los sectores y ofrece software de ingeniería para todos los paneles de mando SIMATIC HMI, desde el más pequeño

Micro Panel hasta el Multi Panel, así como software de visualización runtime para soluciones individuales basadas en PC bajo Windows XP / Windows 7. Los proyectos pueden transferirse a diversas plataformas HMI y ejecutarse en ellas sin necesidad de operaciones de conversión.

CAPÍTULO III

3. CONFIGURACIÓN DEL PLC Y LA INTERFAZ HOMBRE MÁQUINA – HMI

3.1 Descripción del sistema

El presente proyecto simulará uno de los procesos esenciales de todo proceso industrial, el transporte y distribución de objetos (materia prima, producto terminado, etc).

En nuestro caso en particular el proceso a seguir es el siguiente:

- El sensor detecta la presencia de la pieza.
- La electroválvula 1 se activa y hace que la pinza cierre
- La electroválvula 2 eleva la pieza hasta el nivel de distribución.
- El sensor detecta que la pieza se encuentra en el nivel de distribución.
- La electroválvula 3 desplaza horizontalmente a la pieza hasta la rampa.
- El sensor de proximidad detecta la presencia de la pieza y desactiva la electroválvula 3 para soltar a la pieza sobre la rampa.

Para esto el sistema a utilizar el software STEP 7, de la firma Siemens, que fue la proveedora de los equipos como la pantalla táctil y el PLC.

3.2 Ensamble del módulo didáctico para la simulación de procesos industriales

El módulo que se ha desarrollado contiene los elementos necesarios para el aprendizaje, manejo, adiestramiento y desarrollo de proyectos de automatización de procesos industriales con la utilización de controladores lógicos programables (PLCs) y pantallas táctiles para el interfaz hombre máquina (HMI), permitiendo una mejor comprensión de cómo está controlando el PLC.

3.2.1 Estructura del módulo de automatización industrial. La estructura modular es el componente que contiene los equipos de automatización así como sus diferentes accesorios.

La función de la estructura es la de soportar tanto las equipo como las conexiones.

La estructura metálica es de ACERO INOXIDABLE AISI 430, por una mayor resistencia a la corrosión en diferentes entornos de trabajo, y en atmósfera rural y urbana no se oxida; en cambio, no es suficientemente inoxidable en atmósfera marina e industrial, por lo tanto es aceptable en un ambiente externo donde va ir ubicado el módulo didáctico, este tipo de acero es brillante pero se realizará trabajos de pulido para darle un acabado excelente y también para garantizar una superficie lisa.

Además está diseñado de tal manera que permita modificar, e implementar otros elementos de acuerdo a las necesidades y alcances que se necesite llegar con la estructura. Posteriormente se procederá al dimensionamiento y ubicación de todos los elementos que constituirán el presente proyecto, entre los equipos y dispositivos que estarán sujetos a ubicación y dimensionamiento se encuentra:

- Estructura modular
- Controlador Lógico Programable (PLC)
- Panel Operador
- Entradas y salidas del módulo
- Pulsadores y selectores.

3.2.2 Dimensionamiento del módulo. El módulo se ha diseñado acorde especificaciones técnicas y con finalidad pedagógica.

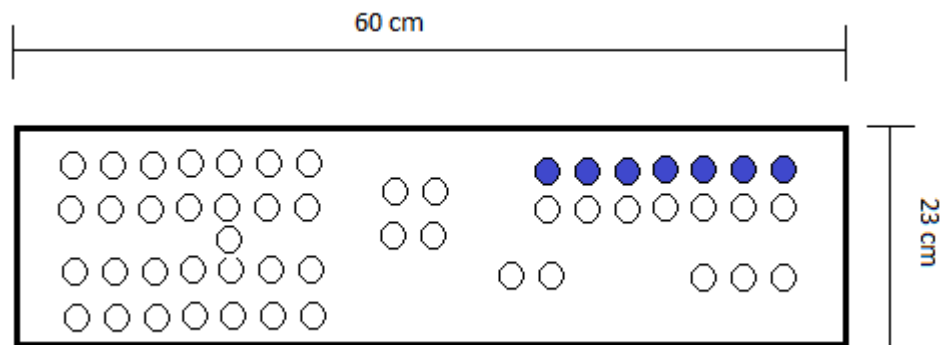
Consta de dos partes esenciales una estrictamente diseñada para los elementos de control de proceso como son la pantalla táctil, el PLC, los módulos de comunicación, interruptores, etc.

La segunda parte es la dedicada a la instalación de Jac's para la conexión y puesta en marcha manual del equipo además de los botones tanto de arranque como de paro, seleccionadores y conexiones a 110V. El módulo se subdivide en dos partes:

Control Manual. En él se encuentran las conexiones para hacer que el módulo trabaje en modo manual.

Se han instalado más de 30 jac's para simular todo el proceso de recepción y distribución de piezas de color, proporcionando espacios para el cableado tanto interior como exterior, entradas salidas. Sus medidas aproximadas son: 60 x 23 cm.

Figura 8. Dimensionamiento Activación Manual



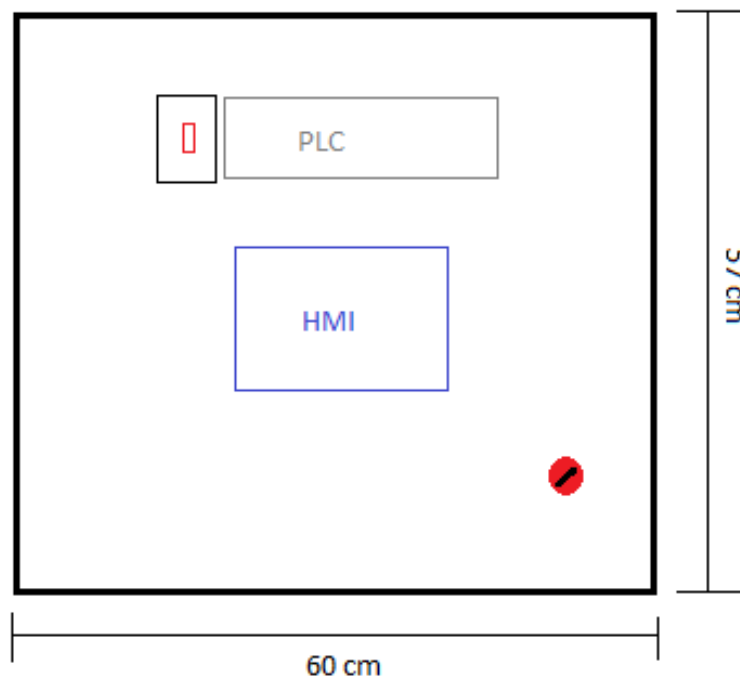
Fuente: Autores

Control Automático. Se encuentra en la parte superior del módulo, está formado tanto por el PLC, módulos de comunicación, módulos I/O, como por el Panel HMI.

El Panel HMI, trabajará automáticamente detectando las señales de entrada y salida estipuladas en el proceso de simulación.

Las dimensiones que posee en esta parte son 60 cm de Base y 55 cm de altura.

Figura 9. Dimensionamiento Activación Automático



Fuente: Autores

3.2.3 Construcción de la estructura modular. La estructura modular se construirá a partir de las medidas que se indicaron en los apartados anteriores, tomando en cuenta las tolerancias establecidas y el espacio necesario para cada Jac.

A continuación se detallan las operaciones y actividades a realizar:

Cortar la plancha de acero inoxidable. Esta operación consiste en realizar cortes a la plancha de acero inoxidable mediante una cizalla electrohidráulica, según las medidas especificadas en los planos.

Doblado de las planchas de acero inoxidable. Consiste en realizar los dobleces a las planchas de acero mediante una dobladora, a la medida que se especifica

Soldar los elementos. Esta operación consiste en soldar los elementos que constituyen el módulo dándole estabilidad y forma, utilizando una soldadora MIC. Se soldaran básicamente las placas frontales con las tapas laterales.

Esmerilado. Consiste en retirar las sobre montas con una esmeriladora angular, que no son más que el exceso de material de aporte que queda luego del proceso de soldar.

Taladrado. El taladrado se realiza para la ubicación y sujeción de los conectores y pulsadores, también se realiza principalmente en las tapas posterior e inferior para sujetar con tornillos a la estructura y poder montar y desmontar con facilidad para realizar el cableado internamente, realizar conexiones en la pantalla y para dar mantenimiento.

Atornillado. Para sujetar las tapas posterior e inferior, se procede a realizar la rosca mediante un machuelo en la estructura, para luego sujetar con tornillos.

Pulido. Para tener un acabado excelente en la estructura y tener una buena apariencia externa se realiza el pulido de la superficie con una lijadora orbital.

3.2.4 Colocación de cada componente. En el tablero se ubicarán los dispositivos de control y monitoreo que son un PLC Siemens S7-1200 con distintas entradas y salidas digitales que nos permitirán controlar los distintos sensores y actuadores. Para el monitoreo habrá una pantalla HMI Simatic KTP 6" a color, también cuenta con una

fuentes de alimentación de 2,5^a y 24V para la alimentación de las entradas del PLC y sus módulos.

Todos estos elementos están sobrepuestos en Rieles **DIN** de 35 mm,

Se utilizó un riel DIN de 20 cm de longitud para la distribución de los elementos, donde va colocado el PLC, el módulo de Comunicación, el Interruptor Diferencial y la fuente externa respectivamente.

Ubicación del PLC. Siendo el PLC una parte elemental en nuestro trabajo, es indispensable que esté en el sitio correcto. Para realizar la ubicación del PLC se realizó las siguientes actividades:

- Perforar la estructura
- Colocación del riel bajo medida de 20 cm

Esto se lo realizó en la parte superior por motivos de seguridad y ergonomía.

Figura 10. Ubicación del PLC



Fuente: Autores

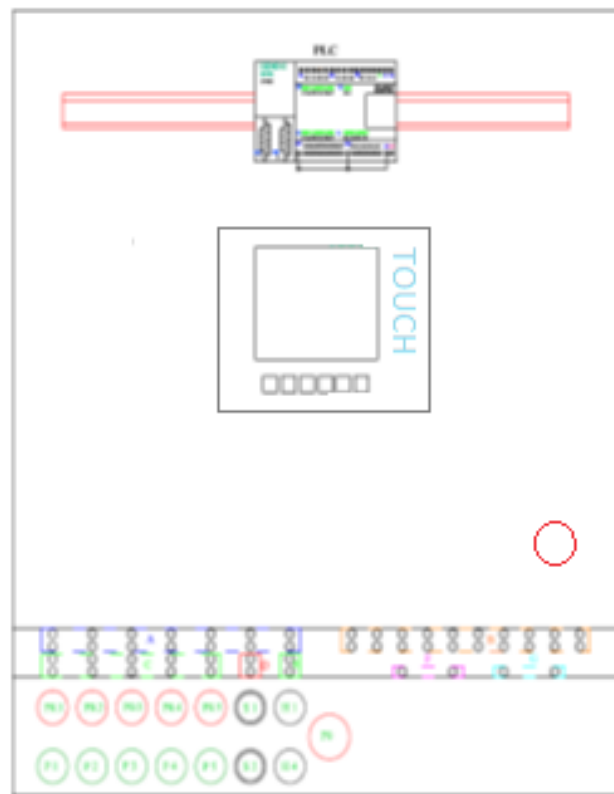
Para la posterior colocación se realizó el cableado interno, se etiquetó las entradas y salidas, y por último se colocó el PLC sobre el Riel.

Ubicación del panel operador. Llamado también el equipo de control. Es aquel que nos permite monitorear las actividades del proceso a simular.

La ubicación se llevó a cabo mediante los siguientes pasos:

- Perforar la estructura
- Dar Forma bajo las siguientes medidas: 23cm x 15 cm
- Limar

Figura 11. Espacio para ubicar el panel operador



Fuente: Autores

Por lo tanto la pantalla táctil se le ubicará en el centro de la estructura modular, por lo que es necesario realizar la perforación de la estructura a las medidas del panel para luego realizar el montaje.

La perforación se realizará de acuerdo la siguiente secuencia:

1. Se comprueba si la junta está disponible en el panel de operador. No se coloca la junta si está retorcida. De lo contrario, podría ocurrir que el recorte de montaje no sea estanco.
2. Se ubica el panel de operador por delante para realizar el recorte en el módulo.

Ubicación de pulsadores, selectores y demás dispositivos. Los pulsadores y selectores que se utilizarán en el módulo son dispositivos de mando que simulan entradas digitales de 24 VCD hacia el PLC. Las entradas digitales serán distribuidas en el espacio físico inferior del módulo, con el fin de tener facilidad de operación y manipulación y también por tener estética en la distribución, para lo cual se agujereará la estructura metálica correspondiente al módulo con un diámetro de ± 3.5 cm.

Los conectores o jac's se ubicarán en el área destinada para las entradas y salidas del PLC, donde se realizarán las diferentes conexiones con los cables bananas. Los pulsadores, selectores y lámparas pilotos se ubicarán en la parte inferior del módulo de automatización, desde aquí se realizarán la simulación de entradas y salidas digitales al PLC.

Tabla 5. Áreas para la distribución física de los elementos

AREA	DIMENSIONES(mm)	ORIGEN
Automatización	600x550	Corte, doblado, soldado, esmerilado, pulido
Conectores	600x180	Corte, doblado, soldado, esmerilado, taladrado, pulido
Simuladores	600x115	Corte, doblado, soldado, esmerilado, taladrado, pulido
Soportes laterales	700x400	Corte, doblado, soldado, esmerilado, pulido
Tapa posterior	700x600	Corte, doblado, taladrado, atornillado, pulido
Tapa inferior	600x400	Corte, taladrado, atornillado, pulido

Fuente: Autores

Procedimiento para ubicar los dispositivos eléctricos en el módulo. Los dispositivos eléctricos como: fuente se procede a ubicar en una base Riel DIN que esta sujeta en el módulo mediante remaches de aluminio, considerando a la fuente como un equipo de alimentación que en este caso ha sido adquirida a un amperaje de 2,5A y 24V.

Para la ubicación de los conectores o jac's, donde se realizarán las diferentes conexiones con los cables bananas se realizan perforaciones en el metal con una broca de ¼ de pulgada, donde se aloja los conectores, y por la parte interna del módulo se realiza el ajuste de las tuercas para fijarlos bien en la estructura.

Es importante tomar en consideración que la parte metálica de los conectores o jac's no hagan contacto con el metal de la estructura y no se origine cortocircuitos que pueda afectar los equipos del módulo de automatización.

Para el montaje de los pulsadores, selectores y lámparas pilotos se realizan perforaciones en el metal del módulo con un sacabocados hidráulico a un diámetro de 22mm, y después se colocan los pulsadores para realizar el ajuste de la rosca de acople por la parte interna del módulo.

Figura 12. Colocación de los conectores o jac's.



Fuente: Autores

Figura 13. Montaje de selectores y lámparas piloto.



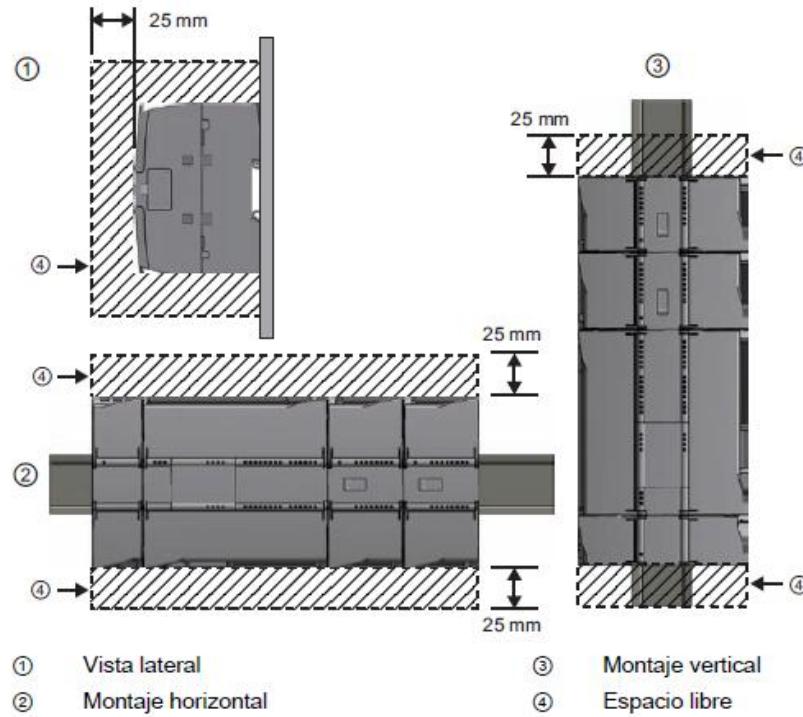
Fuente: Autores

3.3 Montaje.

Al realizar el montaje del sistema S71200, lo primero que se hizo es el prever el espacio suficiente para el cableado y la conexión de los cables de comunicación. Para ello

tomamos referencia del manual de usuario que nos proporciona la casa fabricante del equipo.

Figura 14. Dimensiones S7-1200

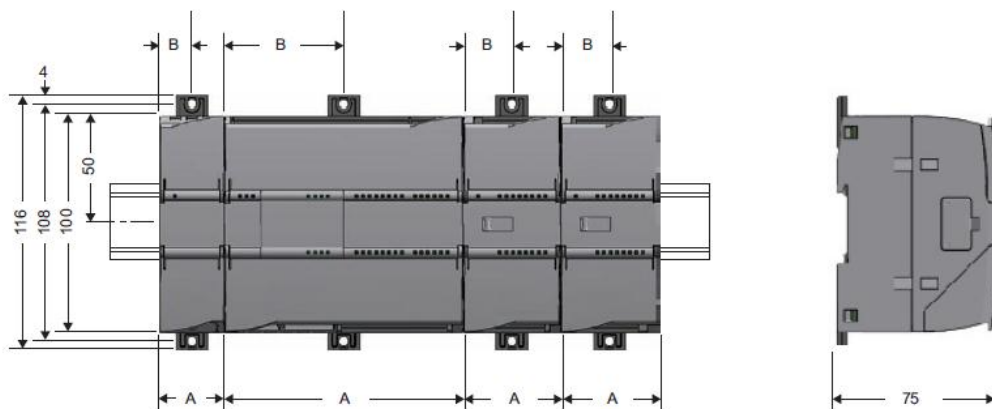


Fuente: SIEMENS, Simatic, S7 controlador Programable S7-1200,

3.3.1 Procedimientos de montaje y desmontaje

Dimensiones de montaje (mm)

Figura 15. Vista Frontal y lateral del PLC S7-1200



Fuente: SIEMENS, Simatic, S7 controlador Programable S7-1200

Tabla 6. Medidas del PLC S7-1200

Dispositivos S7-1200		Ancho A	Ancho B
CPUs:	CPU 1211C y CPU 1212C	90 mm	45 mm
	CPU 1214C	110 mm	55 mm
Módulos de señales:	8 y 16 E/S, DC y relé (8I, 16I, 8Q, 16Q, 8I/8Q) Analógicos (4AI, 8AI, 4AI/4AQ, 2AQ, 4AQ)	45 mm	22,5 mm
	16I/16Q relé (16I/16Q)	70 mm	35 mm
	Módulos de comunicación:	CM 1241 RS232 y CM 1241 RS485	30 mm

Fuente: SIEMENS, Simatic, S7 controlador Programable S7-1200

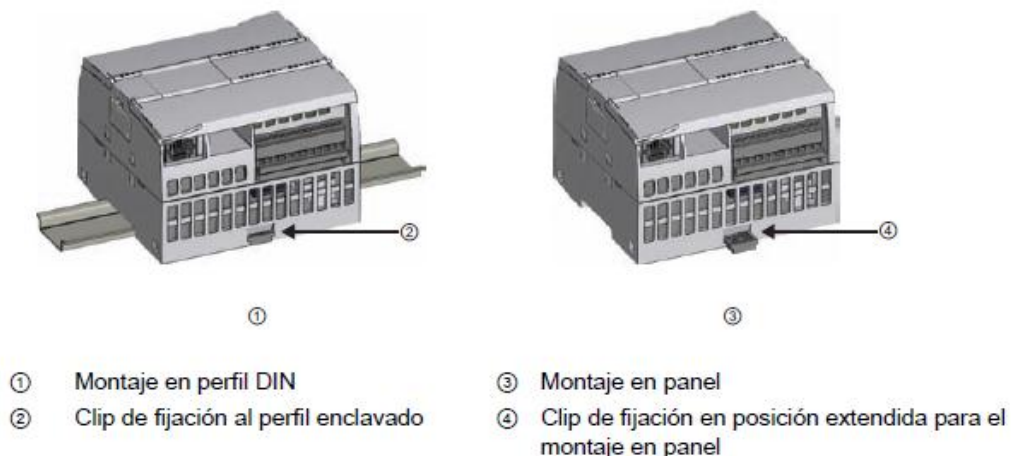
Las CPUs, los módulos de comunicación y los interruptores diferenciales montaron en un perfil DIN. Se utilizó los clips del módulo previstos para el perfil DIN para fijar el dispositivo al perfil.

Estos clips también pueden extenderse a otra posición para poder montar la unidad directamente en un panel. La dimensión interior del orificio para los clips de fijación en el dispositivo es 4,3mm.

Es preciso prever una zona de disipación de 25 mm por encima y por debajo de la unidad para que el aire pueda circular libremente.

Montaje de la CPU. La CPU se colocó sobre un perfil DIN. Al conectar los módulos de comunicación necesarios a la CPU y se montó el conjunto en forma de unidad. Los módulos de señales se montaron por separado una vez montada la CPU.

Figura 16. Elementos del PLC para montaje



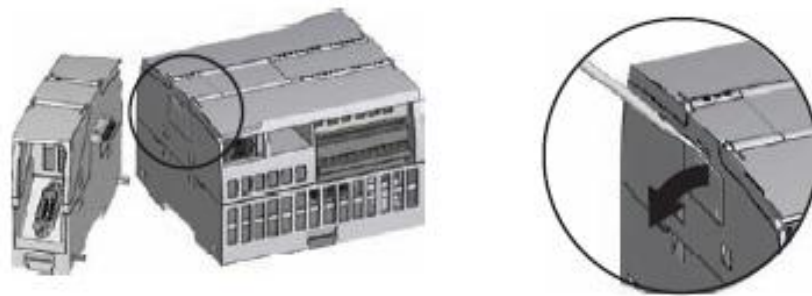
Fuente: SIEMENS, Simatic, S7 controlador Programable S7-1200

Para montar la CPU en un panel, se trabajó bajo el siguiente proceso:

- 1) Se posicionan y taladran los orificios de montaje (M4 o estándar americano n.º 8) según las dimensiones de montaje indicadas en la tabla 6.
- 2) Se extienden los clips de fijación del módulo. Asegurando que los clips de fijación al perfil DIN en los lados superior e inferior de la CPU están en posición extendida.
- 3) Se atornilla el módulo al panel utilizando tornillos dispuestos en los clips.

Montaje de un módulo de comunicación. Previo al montaje del conjunto en forma de unidad en el perfil DIN o panel se debe conectar el MC con el PLC, esto se logra retirando la tapa de bus en el lado izquierdo de la CPU. Para ello se detalla el proceso:

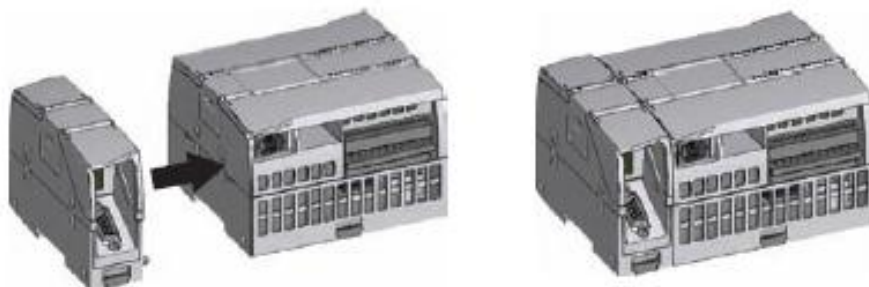
Figura 17. Montaje del módulo de comunicación



Fuente: SIEMENS, Simatic, S7 controlador Programable S7-1200

- 1) Se Inserta un destornillador en la ranura arriba de la tapa de bus.
- 2) Se hace palanca el lado superior de la tapa.
- 3) Se retira la tapa de bus.
- 4) Se conecta las unidades.

Figura 18. Colocación del módulo de comunicación



Fuente: SIEMENS, Simatic, S7 controlador Programable S7-1200

Montaje de la pantalla táctil. Para ello se lleva a cabo el siguiente proceso:

- 1) Se coloca una mordaza en una de las escotaduras previstas del panel de operador.

Figura 19. Colocación de una mordaza de plástico



Fuente: <http://www.siemens.com/automation/support-request>

- 2) Se fija la mordaza apretando el prisionero o el tornillo de cruz, repitiendo los pasos de trabajo hasta haber fijado todas las mordazas.
- 3) Se comprueba que la junta de montaje esté bien colocada.

Si era necesario, se repite los pasos que se indican en los numerales del 1 al 3.

Al final se obtuvo como resultado que el panel operador está montado y cumple el grado de protección por la parte delantera, además de cumplir con los requerimientos de seguridad operativa.

Figura 20. Módulo con sus elementos montados



Fuente: Autores

3.4 Directrices de cableado

La puesta a tierra y el cableado correcto de todos los equipos eléctricos es importante para garantizar el funcionamiento óptimo del sistema y aumentar la protección contra interferencias de la aplicación y del S7-1200.

3.4.1 Requisitos. Antes de poner a tierra o cablear cualquier dispositivo eléctrico, se debe asegurar que la alimentación está desconectada. Y verificar también que está desconectada la alimentación eléctrica de todos los equipos conectados

Se vigila que se respeten todos los reglamentos eléctricos vinculantes al cablear el S7-1200 y los equipos conectados. El equipo se debe montar y operar conforme a todas las normas nacionales y locales vigentes.

3.4.2 Directrices de aislamiento galvánico. Los límites de la alimentación AC del S7-1200 y de las E/S a los circuitos AC se han diseñado y aprobado para proveer un aislamiento galvánico seguro entre las tensiones de línea AC y los circuitos de baja tensión. Estos límites incluyen un aislamiento doble o reforzado, o bien un aislamiento básico más uno adicional, según las distintas normas. Los componentes que cruzan estos límites, tales como optoacopladores, condensadores, transformadores y relés se han aprobado, ya que proveen un aislamiento galvánico seguro.

Los límites de aislamiento que cumplen estos requisitos se identifican en las hojas de datos de los productos S7-1200, indicando que tienen un aislamiento de 1500 V AC o superior. Esta indicación se basa en una prueba de fábrica rutinaria de $(2U_e + 1000 \text{ V AC})$ o equivalente, según los métodos aprobados. Los límites de aislamiento galvánico seguro del S7-1200 se han comprobado hasta 4242 V DC.

3.4.3 Directrices de puesta a tierra del S7-1200. La mejor forma de poner a tierra la aplicación es garantizar que todos los conductores neutros y de masa del S7-1200 y de los equipos conectados se pongan a tierra en un mismo punto. Este punto debería conectarse directamente a la toma de tierra del sistema. Todos los cables de puesta a tierra deberían tener la menor longitud posible y una sección grande, p. ej. 2 mm² (14 AWG).

Al definir físicamente las tierras es necesario considerar los requisitos de puesta a tierra de protección y el funcionamiento correcto de los dispositivos protectores.

Al diseñar el cableado del S7-1200, se previó un interruptor unipolar para cortar simultáneamente la alimentación de la CPU S7-1200, de todos los circuitos de entrada y de todos los circuitos de salida, y de los dispositivos de protección contra cortacircuitos para limitar las corrientes de fallo en el cableado de alimentación.

Para mayor protección es posible disponer un fusible u otro limitador de sobre intensidad en todos los circuitos de salida.

Se debe evitar colocar las líneas de señales de baja tensión y los cables de comunicación en una misma canalización junto con los cables AC y los cables DC de alta energía y conmutación rápida.

El cableado deberá efectuarse por pares; con el cable de neutro o común combinado con el hilo caliente o de señal.

Se utiliza el cable más corto posible y se vigila que tenga una sección suficiente para conducir la corriente necesaria.

El conector acepta cables con una sección de 2mm² a 0,3mm²(14 AWG a 22 AWG). Al utilizar cables apantallados se obtiene una protección óptima contra interferencias.

Por lo general, los mejores resultados se obtienen poniendo a tierra la pantalla del S7-1200. Al cablear circuitos de entrada alimentados por una fuente externa, se prevé dispositivos protectores contra sobre corriente en estos circuitos.

La protección externa no se requiere en los circuitos alimentados por la alimentación de sensores de 24 V DC del S7-1200, puesto que la alimentación de sensores ya está protegida contra sobre corriente.

Todos los módulos S7-1200 incorporan conectores extraíbles para el cableado de usuario. Para evitar conexiones flojas, se aseguró que el conector esté encajado correctamente y que el cable esté insertado de forma segura en el conector. Por lo contrario es desfavorable apretar excesivamente los tornillos para impedir que se deteriore el conector.

Por último, par máximo de apriete de los tornillos del conector es de 0,56Nm (5 pulgadas libra).

3.5 Diagramas de instalación

En el caso particular de la simulación de un proceso de distribución de piezas, el diagrama de flujo empleado toma en cuenta las variables de entrada y salida en cada una de las etapas del proceso, detallando los requerimientos previos a la realización de la simulación del proceso.

El primer paso consiste en identificar qué es lo que tenemos en el sistema, es decir, que recepta la señal, que es lo que entrega tras la recepción, y bajo qué condiciones se recepta la señal y entrega uno u otro comportamiento, señal, alerta o acción, además de considerar las diferentes memorias presentes en la HMI.

3.5.1 Asignación de variables. Una vez comprendido el proceso a simular, se procede a la asignación ordenada de variables, que se distinguen en tres grupos:

- Entradas PLC
- Salidas PLC
- Variables HMI

Tabla 7. Asignación de entradas

ENTRADA (IN)	ASIGNACIÓN
I0.0	Manual – Auto
I0.1	Sensor óptico color
I0.2	Sensor inductivo pistón 1
I0.3	Sensor inductivo 3
I0.4	Sensor inductivo 4
I0.5	Sensor inductivo 5
I0.6	Sensor inductivo 6
I0.7	Sensor inductivo 7
I1.1	Selector de Posición
I1.2	

Fuente: Autores

Tabla 8. Asignación de Salidas

SALIDA (Q)	ASIGNACIÓN
Q0.7	Relé electroválvula 1
Q0.1	Relé electroválvula 2
Q0.2	Relé electroválvula 3
Q0.3	Relé foco electroválvula 1
Q0.4	Relé foco electroválvula 2
Q0.5	Relé foco electroválvula 3

Fuente: Autores

Tabla 9. Asignación de Variables para HMI

VARIABLE (M)	ASIGNACIÓN
M10.1	HMI Sensor óptico
M10.2	HMI Sensor electroválvula 1
M10.3	HMI Sensor electroválvula 2
M10.4	HMI Sensor electroválvula 3
M20.1	HMI On Relé electroválvula 1
M20.2	HMI On Relé electroválvula 2
M20.3	HMI On Relé electroválvula 3
M0.8	Manual – Auto

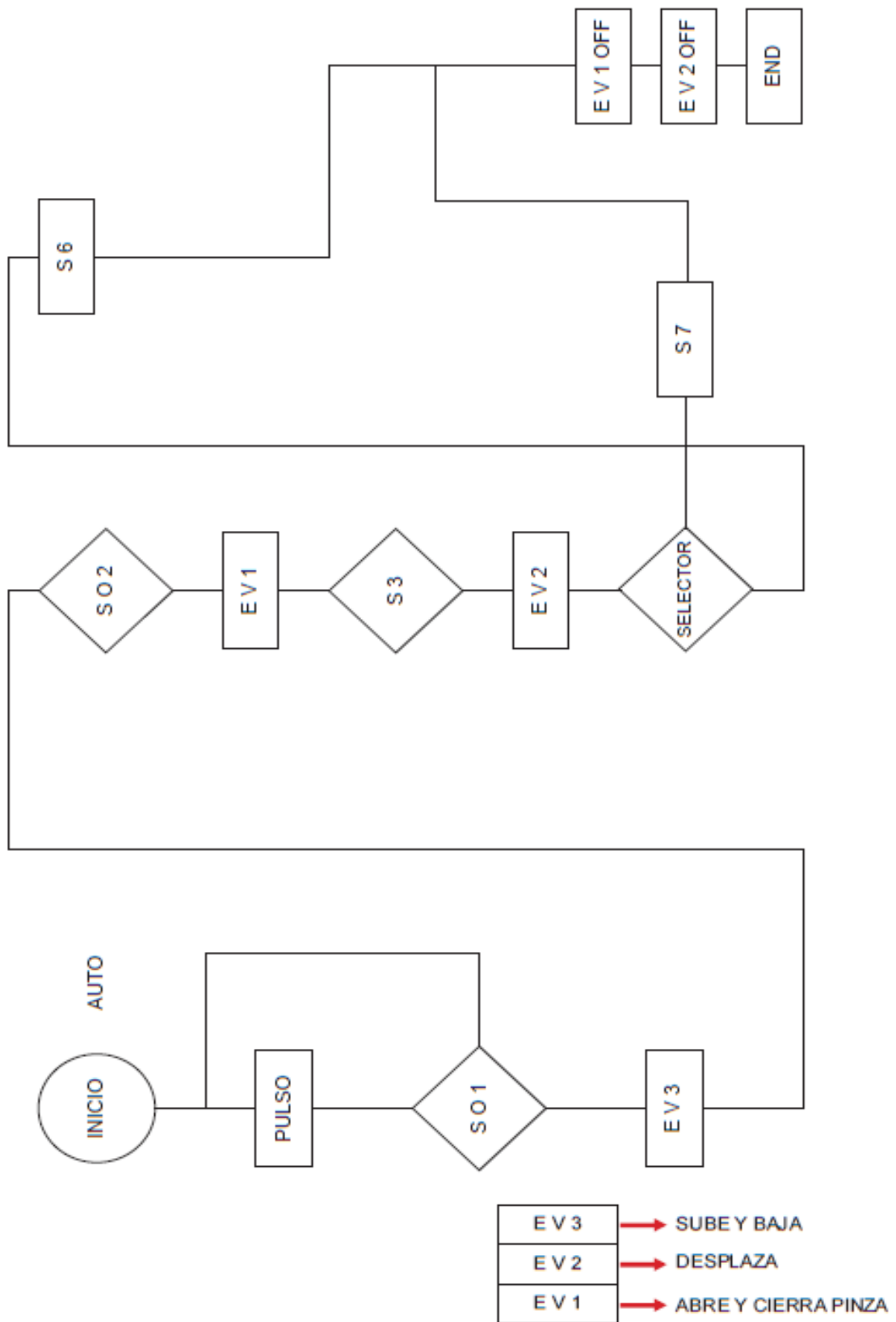
Fuente: Autores

Figura 21. Asignación de variables

Variables PLC									
	Nombre	Tabla de variables	Tipo de datos	Dirección	Rema...	Visible..	Accesi..		
1	MANUAL AUTO	Tabla de variabl...	Bool	%I0.0	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>		
2	S. OPTICO COLOR S1	Tabla de variables e..	Bool	%I0.1	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>		
3	S. IND. PISTON 2	Tabla de variables e..	Bool	%I0.2	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>		
4	S. IND. PISTON 3	Tabla de variables e..	Bool	%I0.3	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>		
5	S. IND. PISTON 4	Tabla de variables e..	Bool	%I0.4	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>		
6	S. IND. PISTON 5	Tabla de variables e..	Bool	%I0.5	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>		
7	S. IND. PISTON 6	Tabla de variables estándar		%I0.6	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>		
8	S. IND. PISTON 7	Tabla de variables e..	Bool	%I0.7	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>		
9	PULKSO DE INICIO DE AUTO	Tabla de variables e..	Bool	%I1.0	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>		
10	R. EV. 1	Tabla de variables e..	Bool	%Q0.0	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>		
11	R. EV 2	Tabla de variables e..	Bool	%Q0.1	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>		
12	R. EV 3	Tabla de variables e..	Bool	%Q0.2	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>		
13	R L EV1 4	Tabla de variables e..	Bool	%Q0.3	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>		
14	R L EV2	Tabla de variables e..	Bool	%Q0.4	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>		
15	R L EV 3	Tabla de variables e..	Bool	%Q0.5	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>		
16	HMI S. OPTICO	Tabla de variables e..	Bool	%M10.1	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>		
17	HMI S. EV1	Tabla de variables e..	Bool	%M10.2	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>		
18	HMI S. EV2	Tabla de variables e..	Bool	%M10.3	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>		
19	HMI S. EV3	Tabla de variables e..	Bool	%M10.4	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>		
20	HMI ON R. EV1	Tabla de variables e..	Bool	%M20.1	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>		
21	HMI ON R. EV2	Tabla de variables e..	Bool	%M20.2	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>		
22	HMI ON R. EV3	Tabla de variables e..	Bool	%M20.3	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>		
23	Tag_1	Tabla de variables e..	Bool	%M20.4	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>		
24	MANUAL AUTO_1	Tabla de variables e..	Bool	%M0.0	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>		
25	LIBRE	Tabla de variables e..	Bool	%M0.1	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>		

Fuente: Autores

Figura 22. Diagrama del Proceso



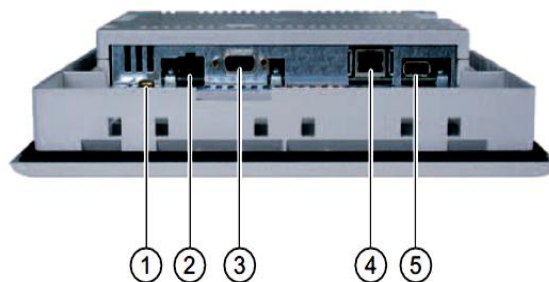
Fuente: Autores

3.6 Control con panel de operación.

Puertos del panel operador OP 177B. La figura 23 se muestra las interfaces disponibles en el panel de operador OP 177B.

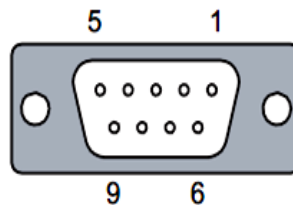
- Conexión a masa
- Conexión para la fuente de alimentación
- Interfaz RS -485/RS -422 (IF 1B). Conector Sub-D (subminiatura D), de 9 pines, con bloqueo de tornillo

Figura 23. Puertos del OP 177B



Fuente: SIEMENS Simatic Easybook S7-1200

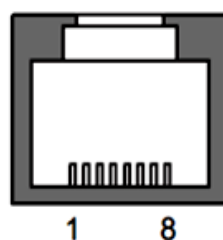
Figura 24. Interfaz RS -485/RS -422



Fuente: SIEMENS Simatic Easybook S7-1200

Conexión PROFINET (sólo en el OP 177B PN/DP). Conector RJ45

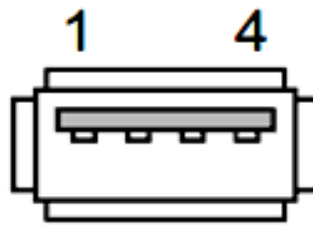
Figura 25. Conexión PROFINET



Fuente: SIEMENS Simatic Easybook S7-1200

Conexión USB. Conector estándar USB

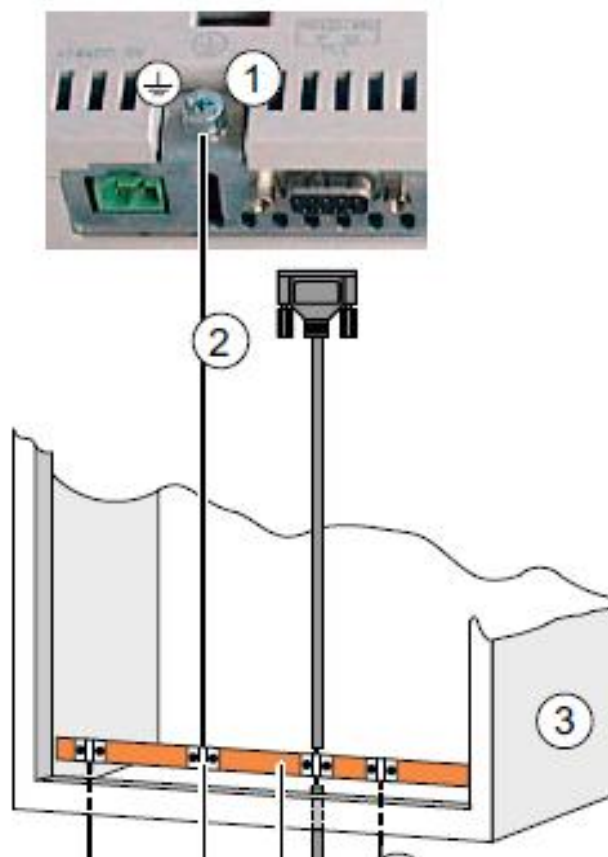
Figura 26. Conexión USB



Fuente: SIEMENS Simatic Easybook S7-1200

Conexión a tierra. En la gráfica 27 muestra cómo se debe realizar la conexión del panel operador a tierra en armarios eléctricos.

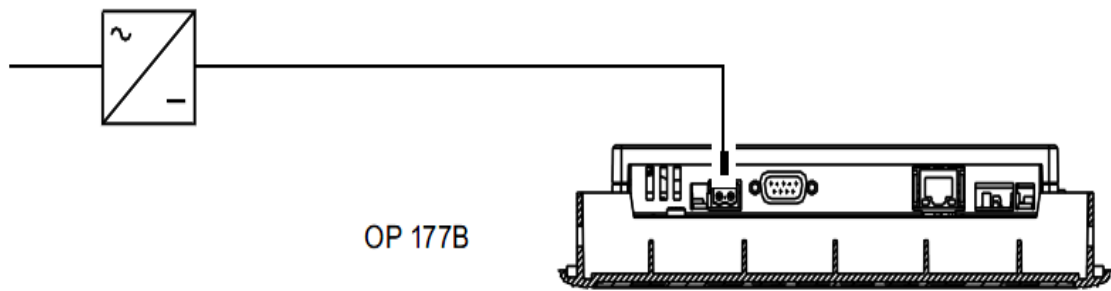
Figura 27. Conexión a tierra



Fuente: SIEMENS Simatic Easybook S7-1200

Conectar la fuente de alimentación. El panel operador se alimenta de una fuente de 24 VCD, en la figura se muestra la conexión entre el panel de operador y la fuente de alimentación.

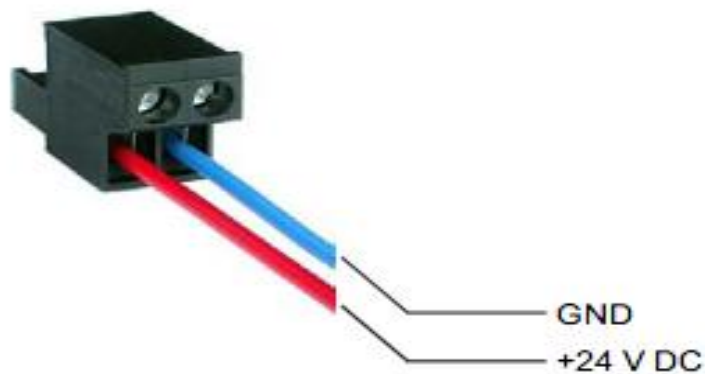
Figura 28. Conexión de la fuente de alimentación



Fuente: SIEMENS Simatic Easybook S7-1200

La regleta de conectores para la conexión de la fuente de alimentación está prevista para cables con una sección máxima de $1,5 \text{ mm}^2$.

Figura 29. Conexión de la regleta macho



Fuente: George Gunter, Instalaciones eléctricas.

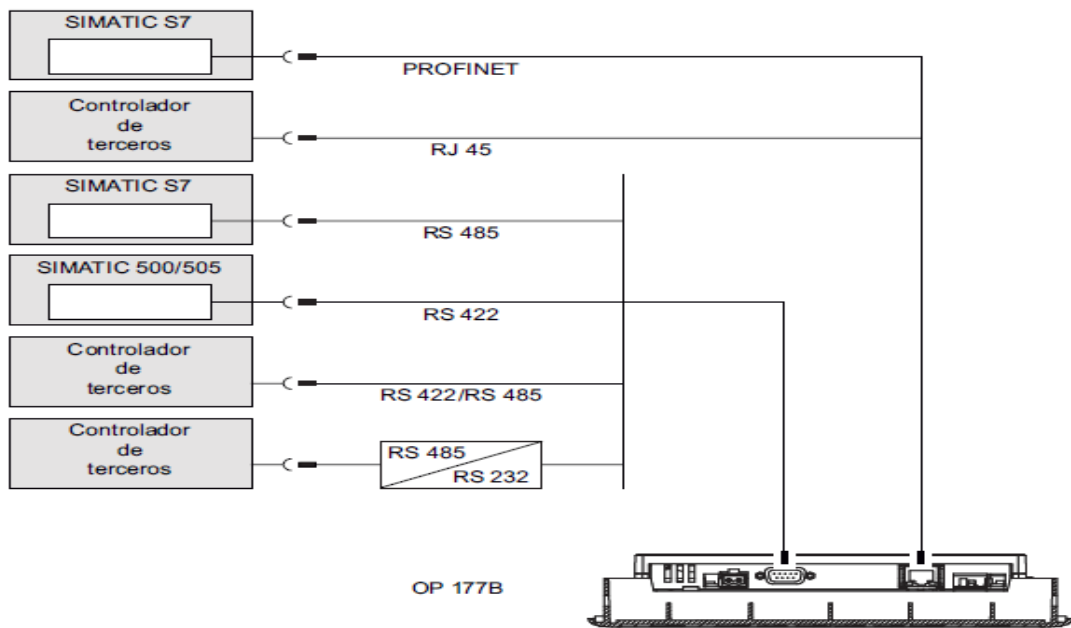
Al conectar la regleta macho a los cables de la fuente de alimentación se aseguró de no confundir los cables al embonarlos. Además se tuvo en cuenta la rotulación de las clavijas de contacto en el lado posterior del panel de operador.

Conexión con el PLC. En la figura 30 se muestra como se realizó la conexión entre el panel de operador y el controlador.

Conexión del PC de ingeniería. En la figura 31 muestra la conexión entre el panel de operador y el PC de ingeniería.

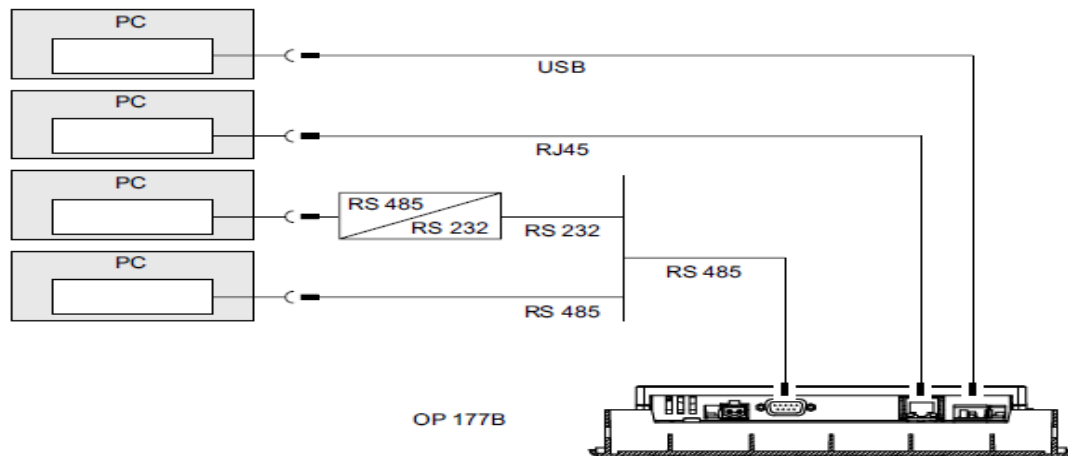
Esta conexión se la realizó para transferir la imagen, el proyecto así como otros datos del proyecto.

Figura 30. Conexión entre el panel de operador y el controlador



Fuente: SIEMENS Simatic Easybook S7-1200

Figura 31. Conexión del PC al panel



Fuente: SIEMENS Simatic Easybook S7-1200

3.7 Configuración del PLC

3.7.1 Step 7. Step 7 es la herramienta con la que se va a configurar tanto el PLC como el Touch Panel, además permitirá administrar y programar todos los componentes bajo un mismo entorno y de forma rápida y sencilla, evitando en especial los problemas de comunicación que por lo general suelen presentarse con otro tipo de programación.

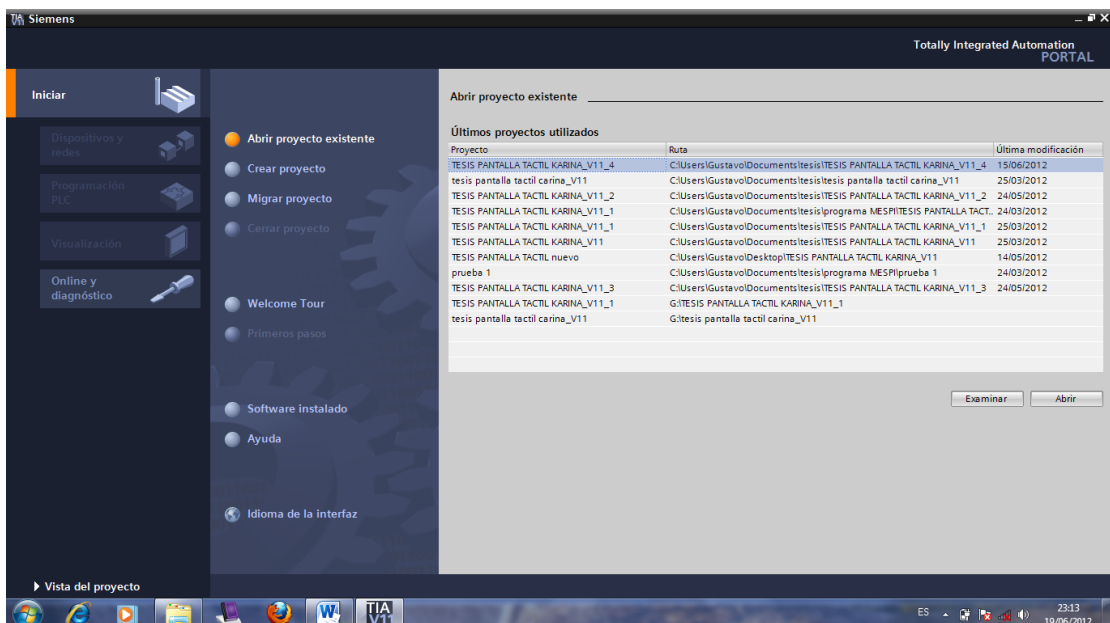
3.7.2 Crear nuevo proyecto. Crear un nuevo proyecto significa, adaptar una nueva configuración en el programa con la finalidad que se adapte a las necesidades del usuario.

En el caso de nuestro proyecto, a la simulación de un proceso de distribución, como el proyecto va a iniciar desde el nivel básico se irán detallando paso a paso cada uno de los procesos e instrucciones seguidas.

Para la creación de un nuevo proyecto, se toma a consideración las siguientes instrucciones:

- 1) Abrir aplicación: Se elige la ruta guardada de nuestro Total Integrated Automation TIA Portal, previo una vez se haya instalado, tomando en cuenta que uno de los requisitos para la instalación es contar con un servidor SP3 o superior y 32 bits.
- 2) Crear proyecto nuevo: Dentro de la pantalla inicio se despliegan un número de opciones a elegir, en el caso del proyecto a realizar se señala “Crear Proyecto” pues se empieza de cero. A partir de ello se inicia con los primeros pasos, o también llamado *first steps* (traducción al inglés).

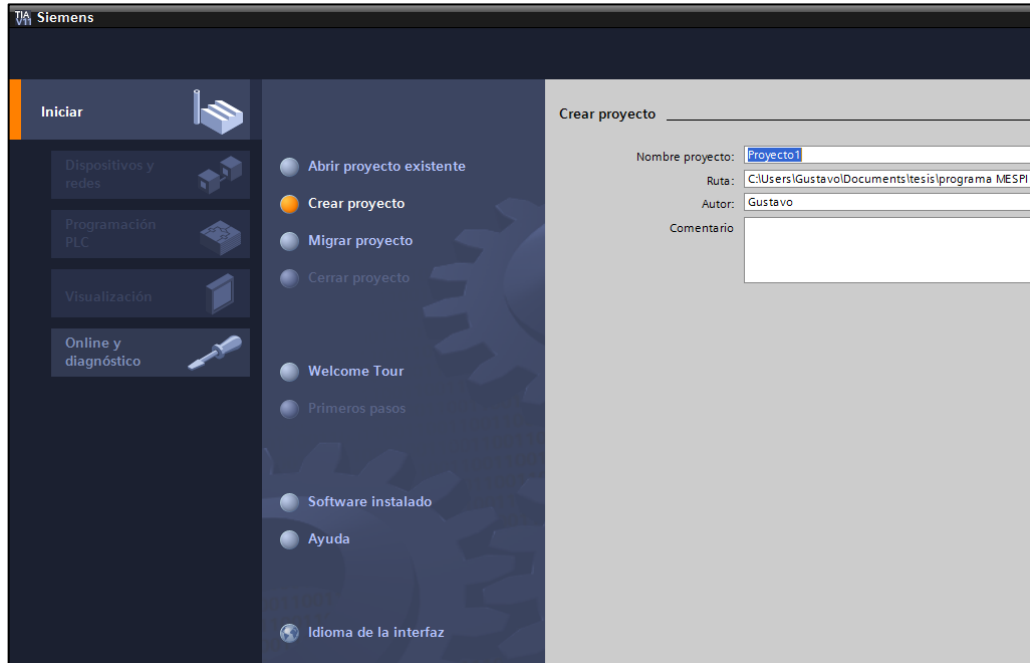
Figura 32. Página inicial TIA Portal



Fuente: SIEMENS Simatic TIA Portal STEP 7 Basic V10.5

- 3) Información del Proyecto: Aquí se asigna nombre, autor, etc. Luego clic en “Crear”.

Figura 33. Nuevo proyecto



Fuente: Autores

- 4) A continuación aparece la “Vista Portal” y nos selecciona por defecto “Primeros Pasos” Aquí tenemos las opciones para configurar el dispositivo: Crear programa PLC, configurar la imagen HMI.

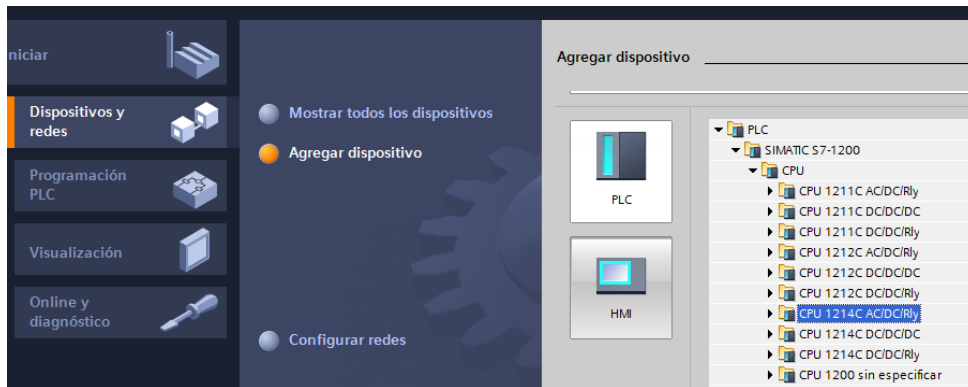
Figura 34. Primeros pasos



Fuente: Autores

- 5) Seleccionar CPU: Al darle clic a “Agregar Dispositivo” salen dos opciones: PLC o el panel HMI, en nuestro caso se iniciará por el PLC, para en lo posterior, realizar la programación de la pantalla.

Figura 35. Agregar dispositivo

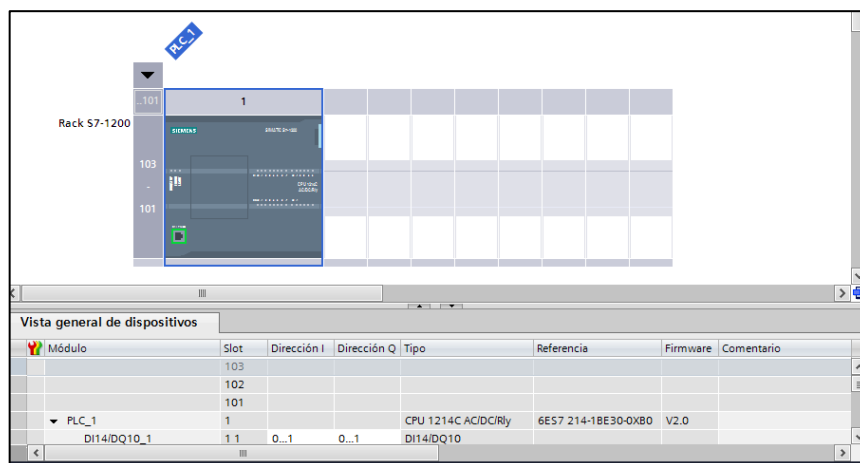


Fuente: Autores


3.7.3 Configuración S7-1200. En este apartado se tratará exclusivamente la programación del PLC S7-1200 Siemens, como continuación de la creación de un nuevo proyecto.

- 1) Para empezar a configurar el dispositivo hay que ingresar los datos de los dispositivos que tenemos físicamente: Módulos de I/O, módulos de comunicación, etc. En el caso del S7-1200 los módulos de comunicación se insertan por la izquierda de la CPU y los módulos I/O por la derecha, como máximo debe haber 3 módulos de comunicación y 8 de I/O

Figura 36. Ingreso de módulos

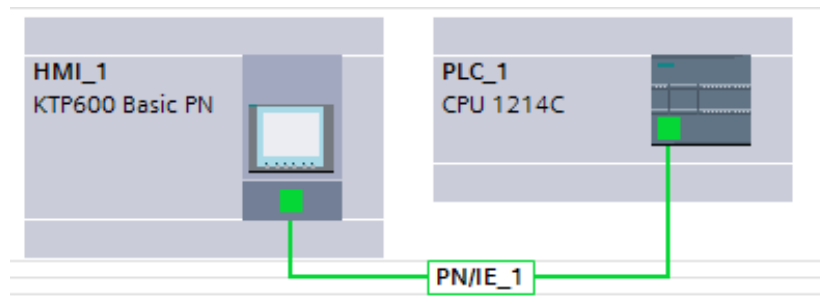


Fuente: Autores

2) Transferir configuración: Para transferir la configuración seleccionamos la CPU y se nos habilita el ícono  que es para transferir, pero antes se comprueba la IP del PLC y de la PC.

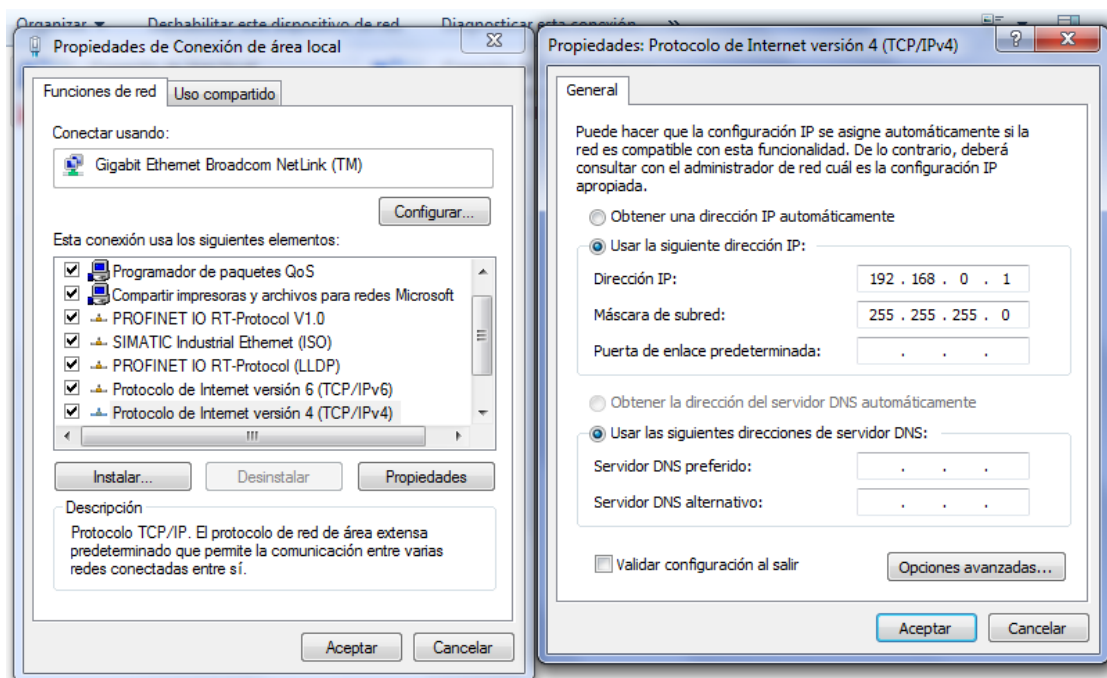
En el apartado de comunicación se da mayores detalles sobre cómo establecer una conexión entre el PLC y la computadora, tomando en cuenta que se trabaja con PROFINET, que es una clase de red Ethernet industrial, y se trabaja como red remota, por lo que se tendrá que configurar tanto la PC como el PLC para poder acoplarlos adecuadamente.

Figura 37. Transferir configuración



Fuente: SIEMENS Simatic TIA Portal STEP 7 Basic V10.5

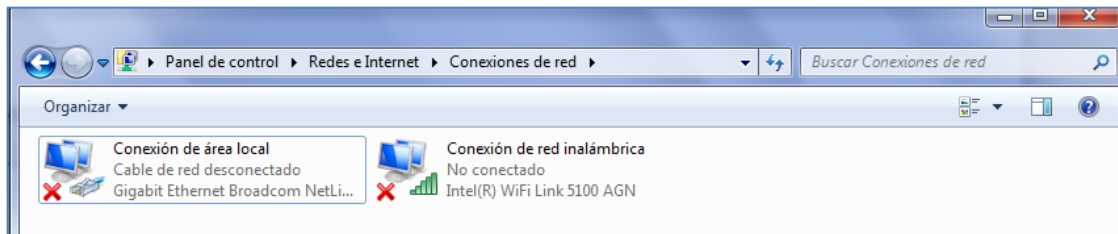
Figura 38. Asignación de IP



Fuente: Autores

Selecciona el interfaz a trabajar en nuestro caso es Ethernet industrial, y se lo hace ingresando al panel de control de la computadora, luego a opciones de internet, conexión de área local, propiedades, y por último, protocolo TCP/IPv4.

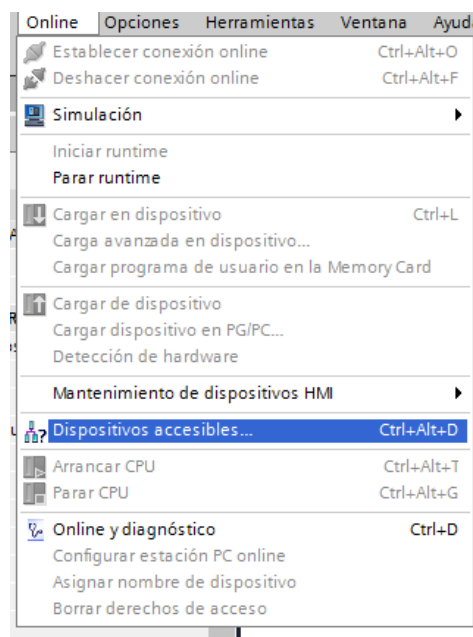
Figura 39. Selección de interfaz



Fuente: Autores

- 3) Comprobar que estaciones son accesibles. Clic en Menú en la opción de “dispositivos accesibles”. Si se encuentra correctamente conectado tanto el PLC como la HMI titilarán.

Figura 40. Comprobación de dispositivos accesibles



Fuente: Autores


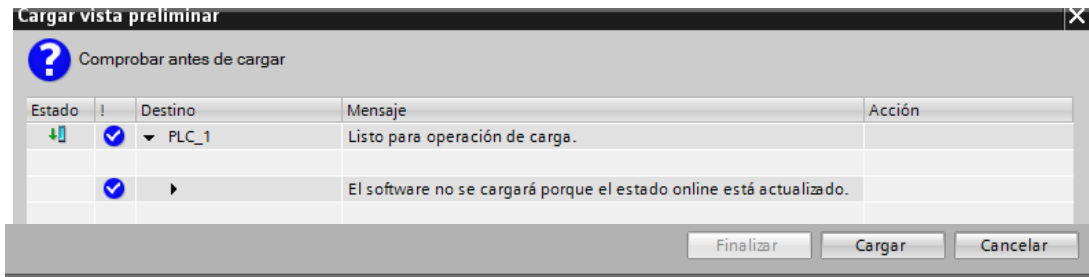
- 4) Una vez comprobado la comunicación con el PLC y la HMI, es posible ya a transferir la información. Dando clic en el botón transferir , y luego en el botón cargar. Si en un caso la conexión no se lleva a cabo de manera exitosa, es aconsejable revisar de nuevo las direcciones de IP y máscara subred.

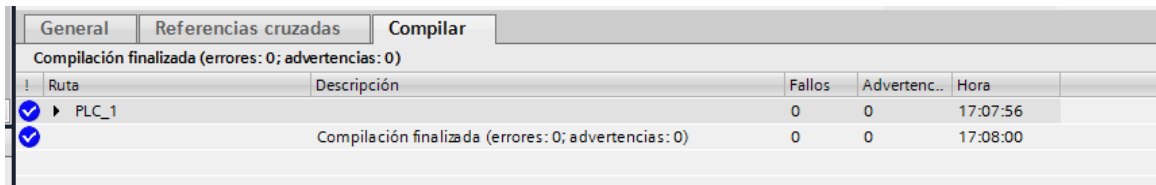
Figura 41. Cargar configuración



Fuente: Autores

- 5) Tras dar clic en Cargar se compila el proyecto y si está todo bien saldrá una ventana que lo notifique.

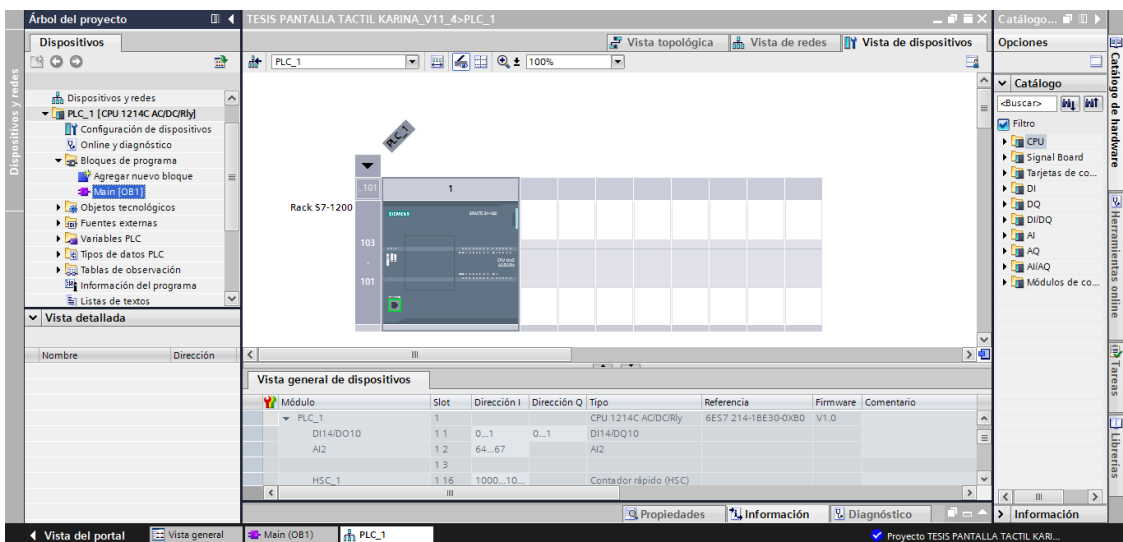
Figura 42. Compilar proyecto



Fuente: Autores

- 6) Centrándose de entero en la programación del S71200, se ubica al árbol de la parte izquierda dentro del equipo en la carpeta de bloques, dando un clic en Main OB1 que es el proyecto que se ha creado al inicio, dando doble clic para editarlo.

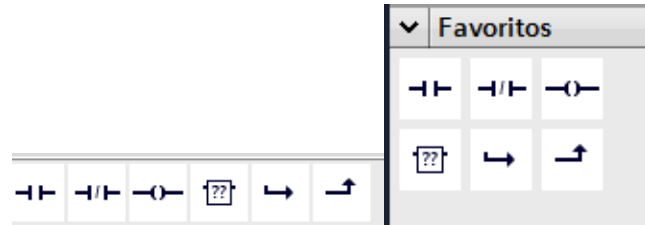
Figura 43. Editar Main OB1



Fuente: Autores

En la parte derecha se tiene el catálogo donde se irá insertando los distintos elementos a programar. Se puede definir los más utilizados en favoritos. Las propiedades del bloque y de los elementos están en la ventana de propiedades.

Figura 44. Ventana de propiedades

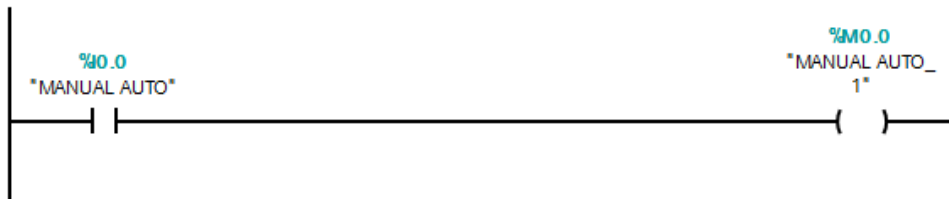


Fuente: SIEMENS Simatic TIA Portal STEP 7 Basic V10.5

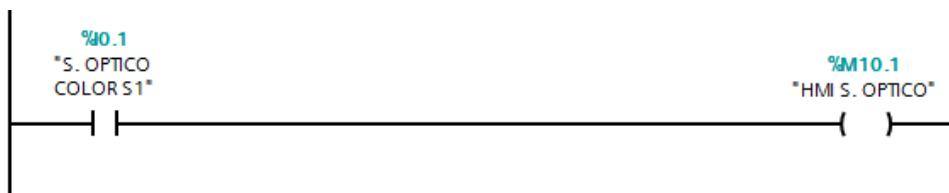
La programación realizada se detalla a continuación:

Figura 45. Diagramas de configuración del PLC S7-1200

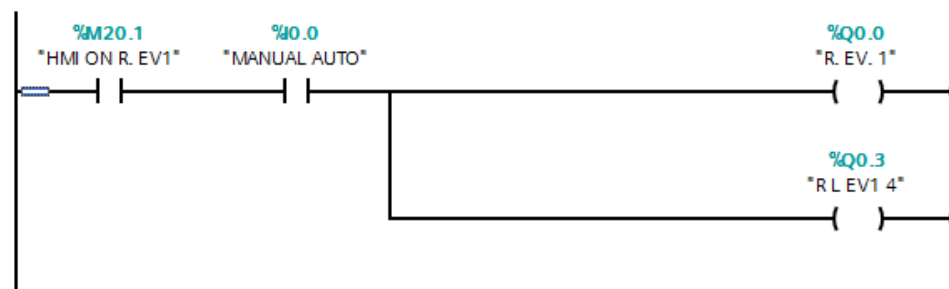
Selección Manual- Auto



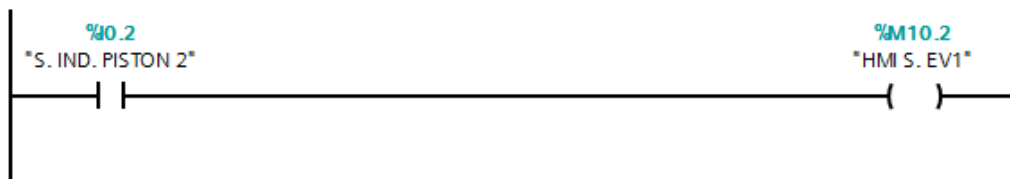
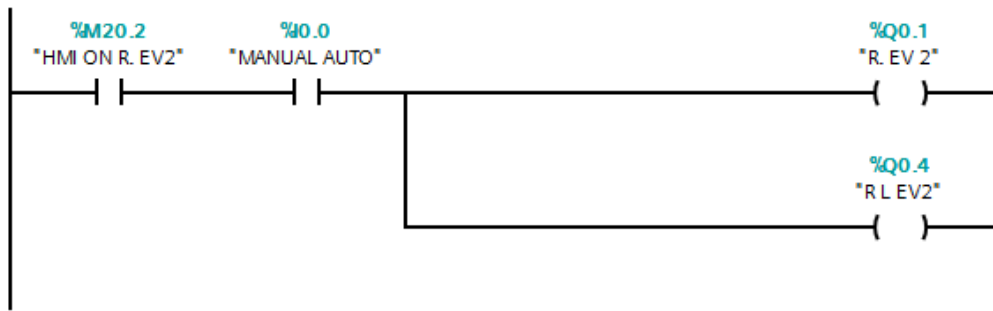
Sensor óptico 1



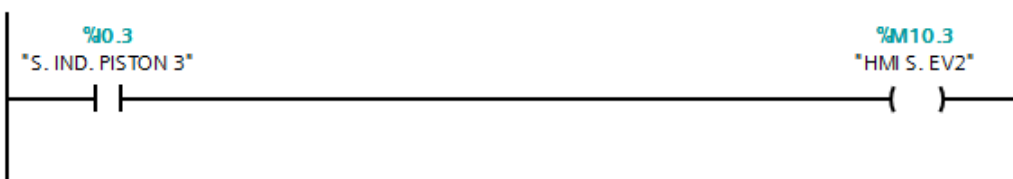
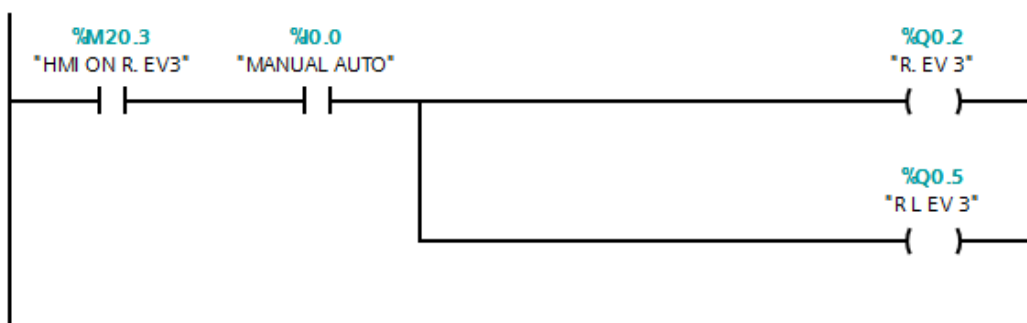
Electroválvula 1



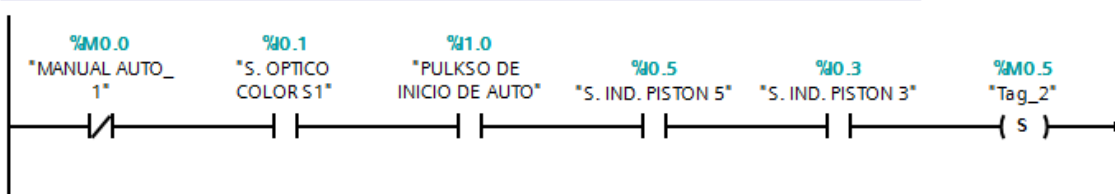
Electroválvula 2

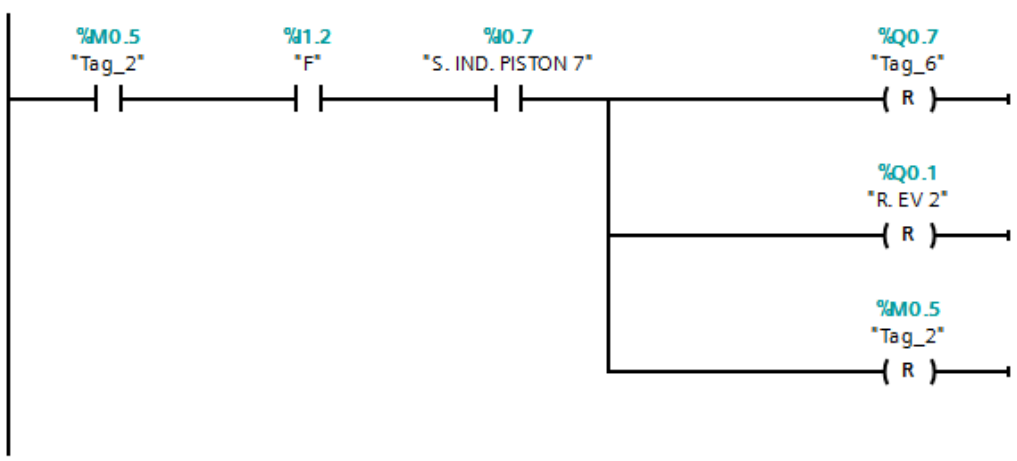
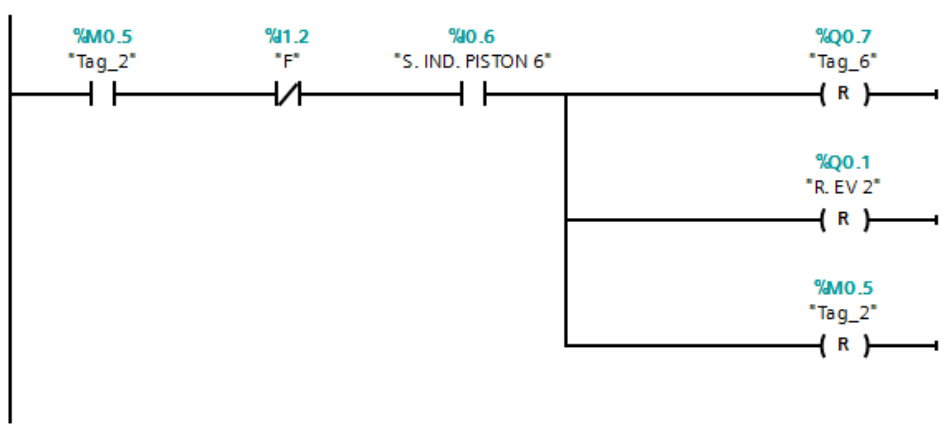
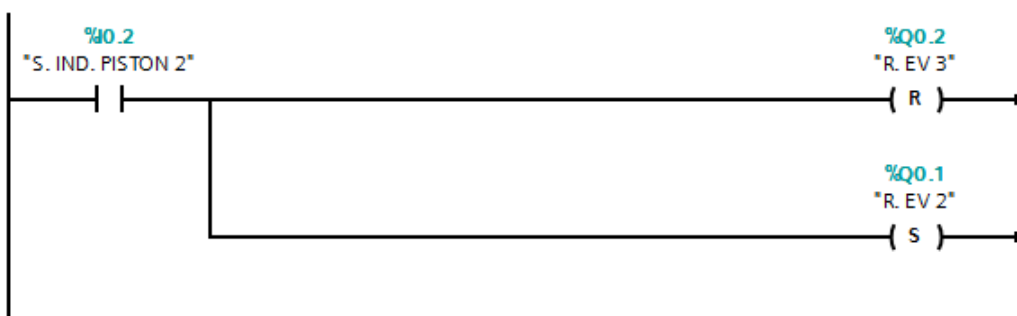
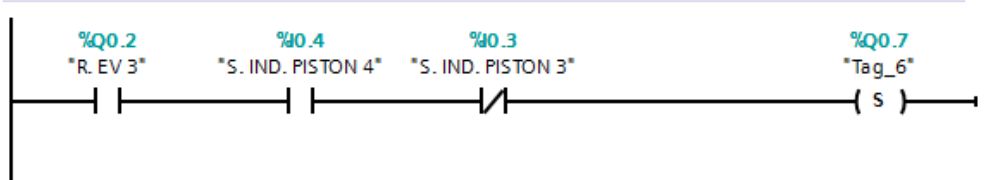
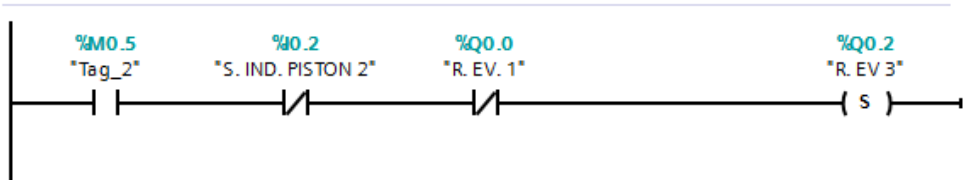


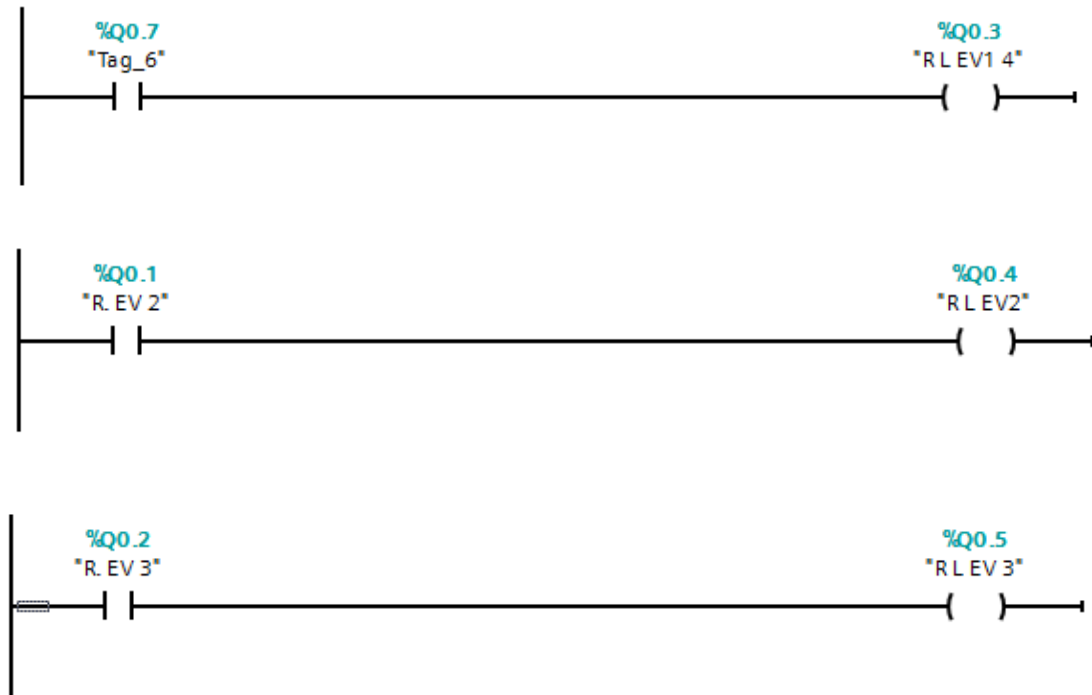
Electroválvula 3



Proceso (trasladar la pieza a través del brazo)







Fuente: Autores

3.8 Configuración del touch panel (pantalla táctil)

La configuración de la pantalla es de vital importancia puesto que en ella se ve reflejado la simulación del proceso.

En otras palabras, es el dispositivo de salida mediante el cual se ve reflejado la relación entre el autómatas programable y el proceso real.

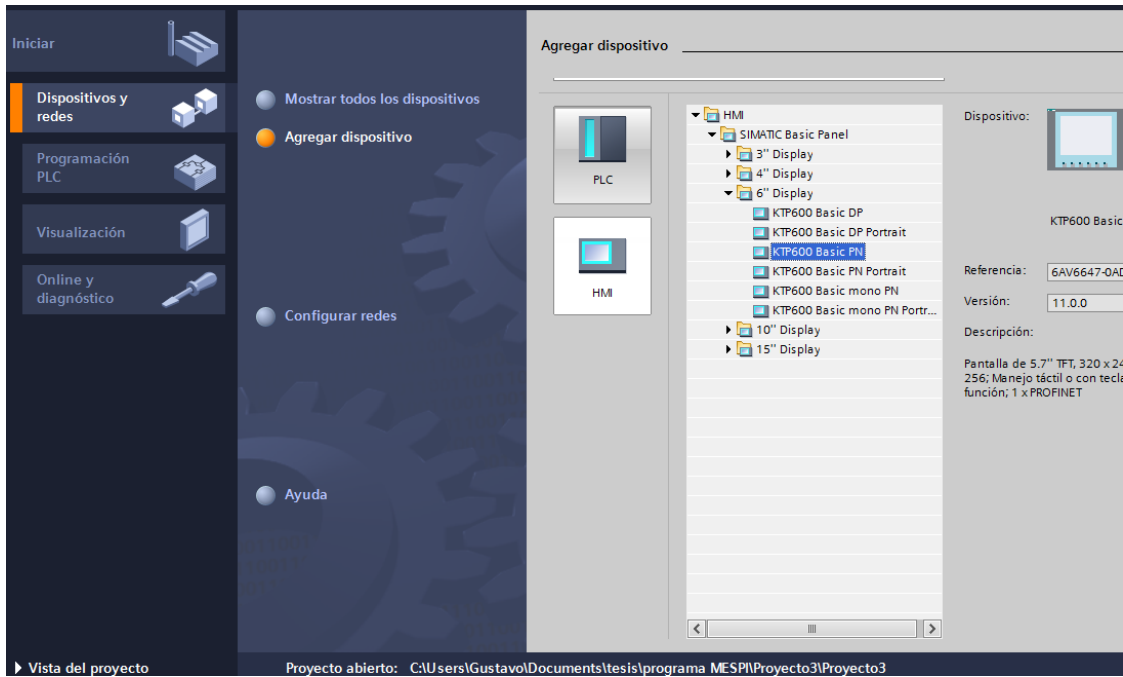
Resulta de vital importancia definir de inicio las características básicas de la pantalla, como son el número de botones y que opciones se desea visualizar, tales como fecha y hora.

Cabe recalcar que, luego una vez programada resulta imposible modificarlas, para ello sería necesario volver a programar un nuevo proyecto. Para configurar el HMI se ha de seguir los siguientes pasos:

- 1) Insertar pantalla: Una vez acabado con el PLC, lo primero que se tiene que hacer es insertar la pantalla que se tenga.

En la ventana de árbol se da clic a insertar nuevo equipo y cuando salga la siguiente ventana, clic a SIMATIC HMI, seleccionando el modelo de pantalla adquirido.

Figura 46. Insertar pantalla

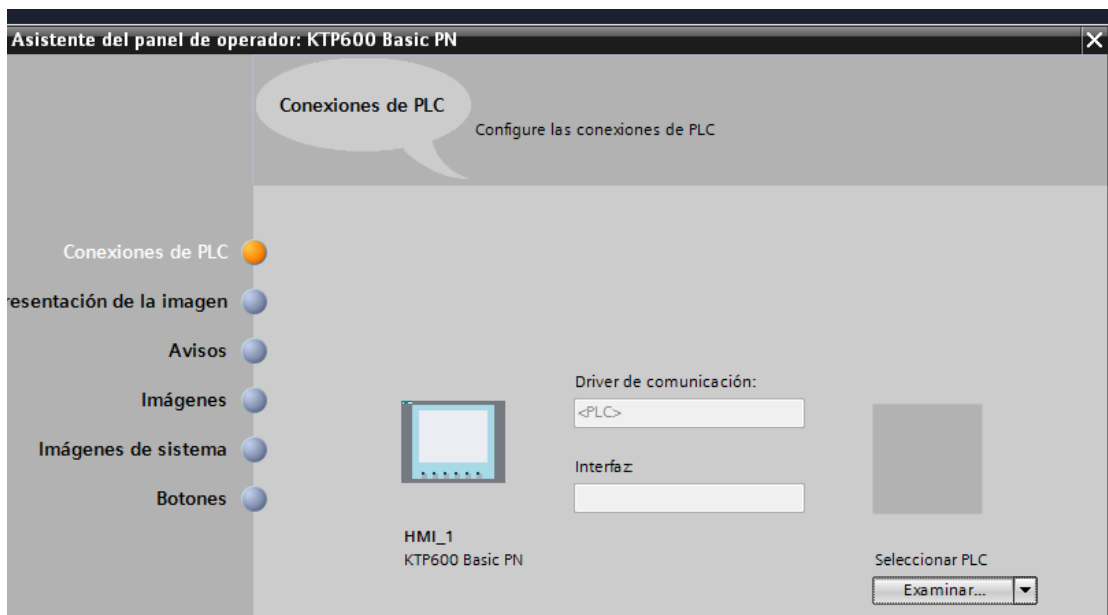


Fuente: Autores

- 2) Configuración del Proyecto: Se verifica que la conectividad entre el PLC y la HMI existe, luego, clic en “Siguiente”.

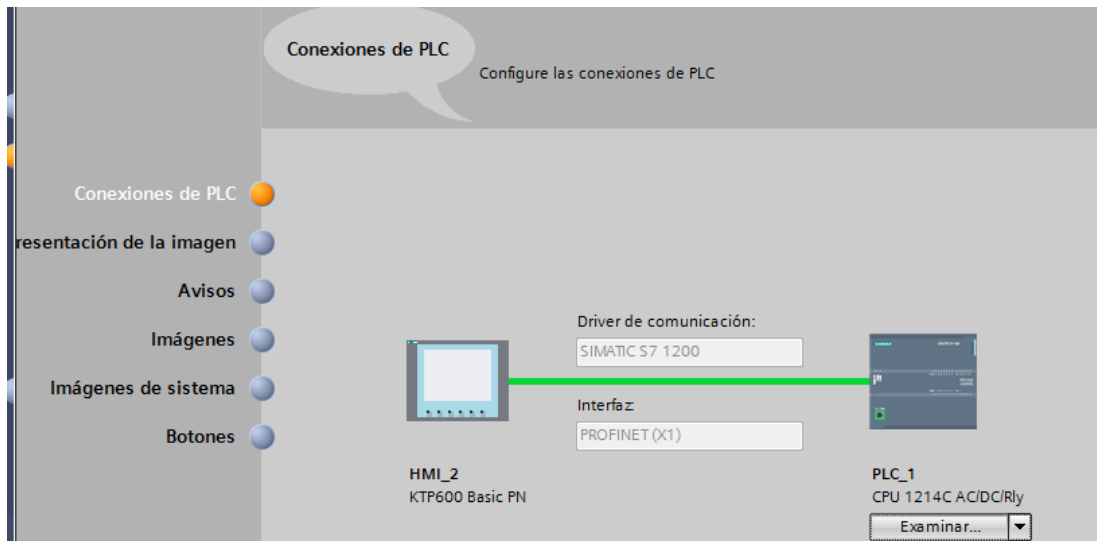
En el caso que no exista la conectividad entre el PLC y la HMI, se tiene que verificar las direcciones IP de cada uno de los dispositivos empleados.

Figura 47. Configurar proyecto



Fuente: Autores

Figura 48. Verificar conectividad

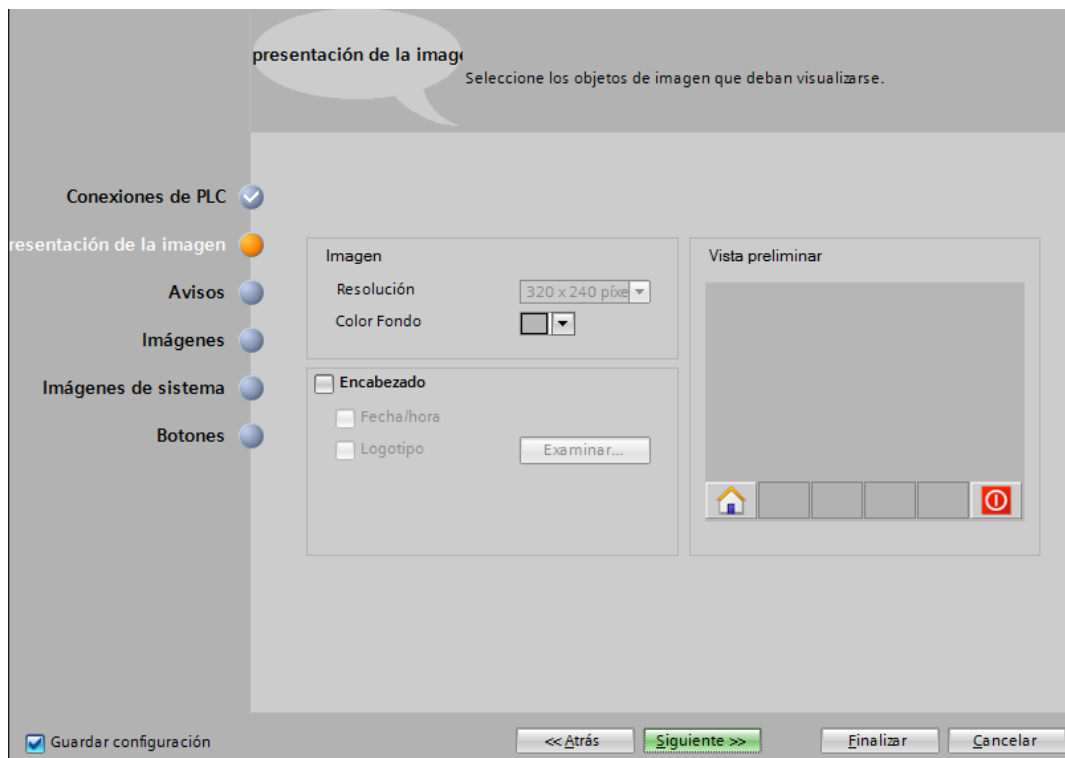


Fuente: Autores

3.8.1 Creación de imágenes. Se refiere a toda la configuración visual de la pantalla táctil, los pasos a seguir son:

- 1) Configurar las propiedades de las pantallas que se va a visualizar, color de fondo, si queremos que muestre la fecha, el logo, etc.

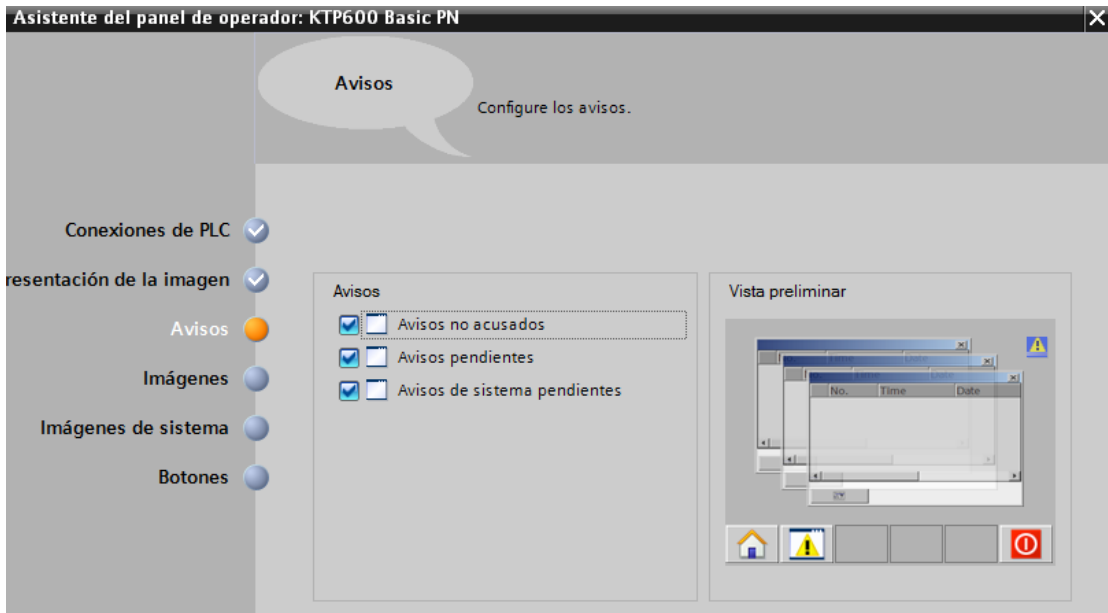
Figura 49. Propiedades de la pantalla



Fuente: Autores

- 2) Configurar si se desea que genere alarmas o avisos, caso contrario continuar a la siguiente configuración.

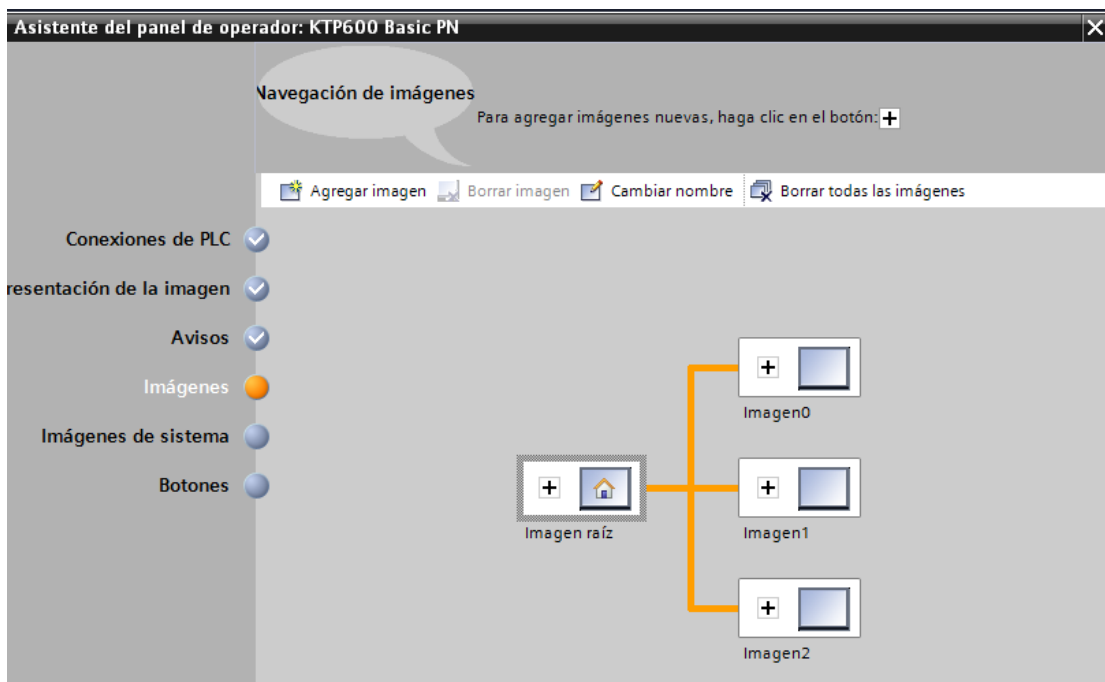
Figura 50. Creación de alarmas



Fuente: Autores

- 3) Seleccionar el número de pantallas que se desea o requiere en el ítem Imágenes (En nuestro caso tres: Presentación o Inicio, Manual, Automático).

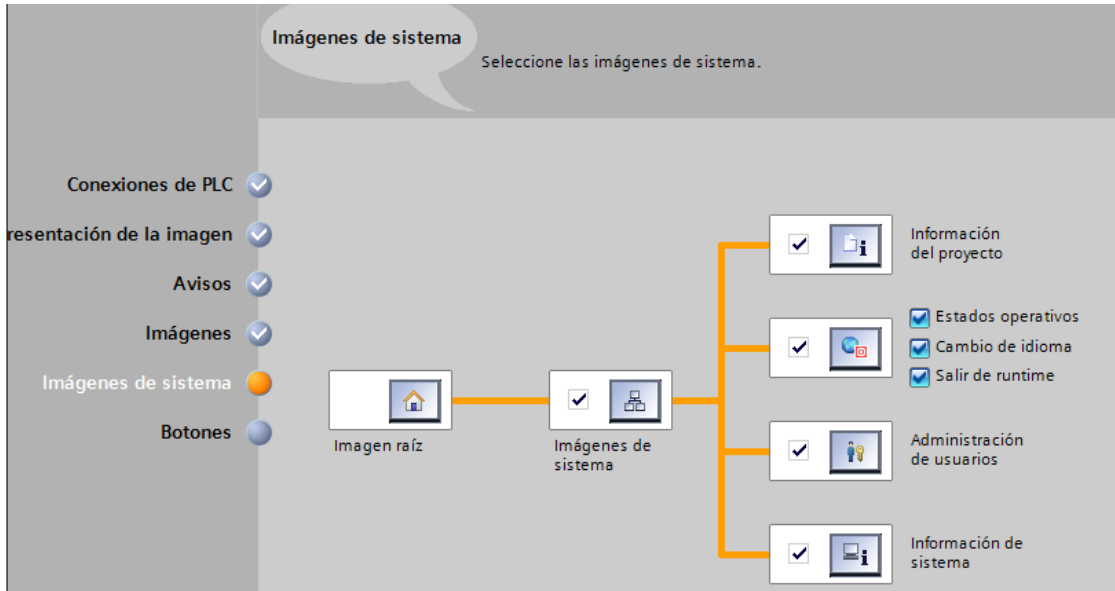
Figura 51. Insertar número de pantallas



Fuente: Autores

- 4) Seleccionar pantallas del Sistema: dice que pantallas queremos que se nos cree automáticamente y con qué opciones.

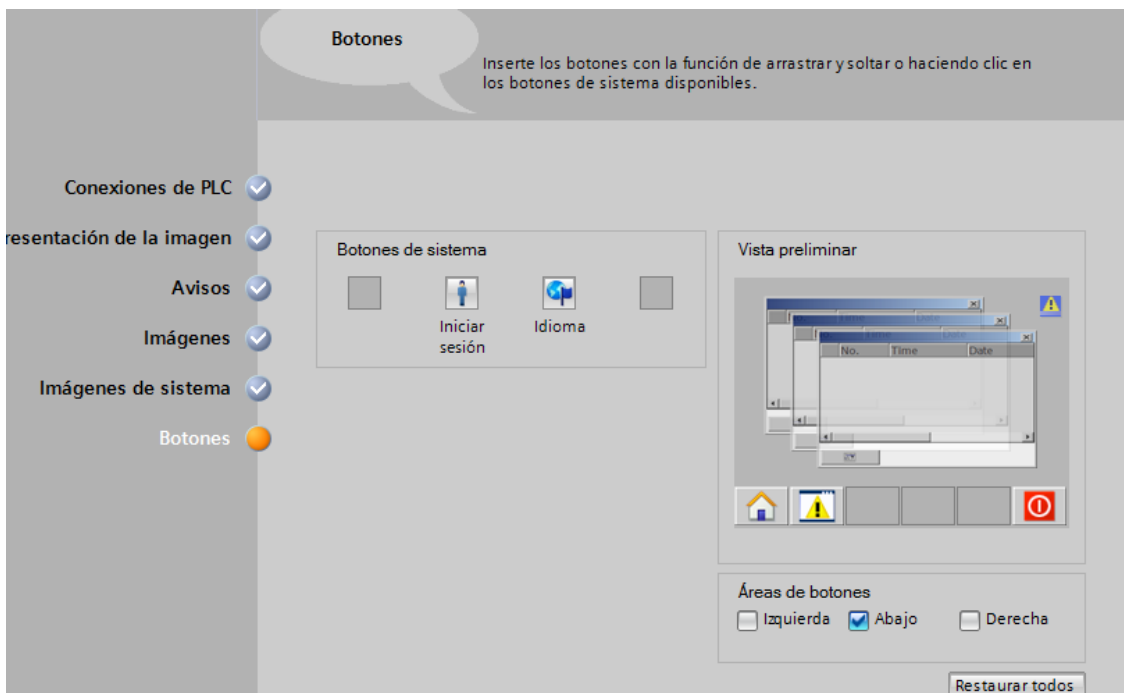
Figura 52. Seleccionar pantalla



Fuente: Autores

- 5) Finalmente se seleccionan los botones que han de estar en todas las pantallas por defecto. Por último clic en finalizar para comenzar a editar en el editor HMI.

Figura 53. Seleccionar botones de la pantalla



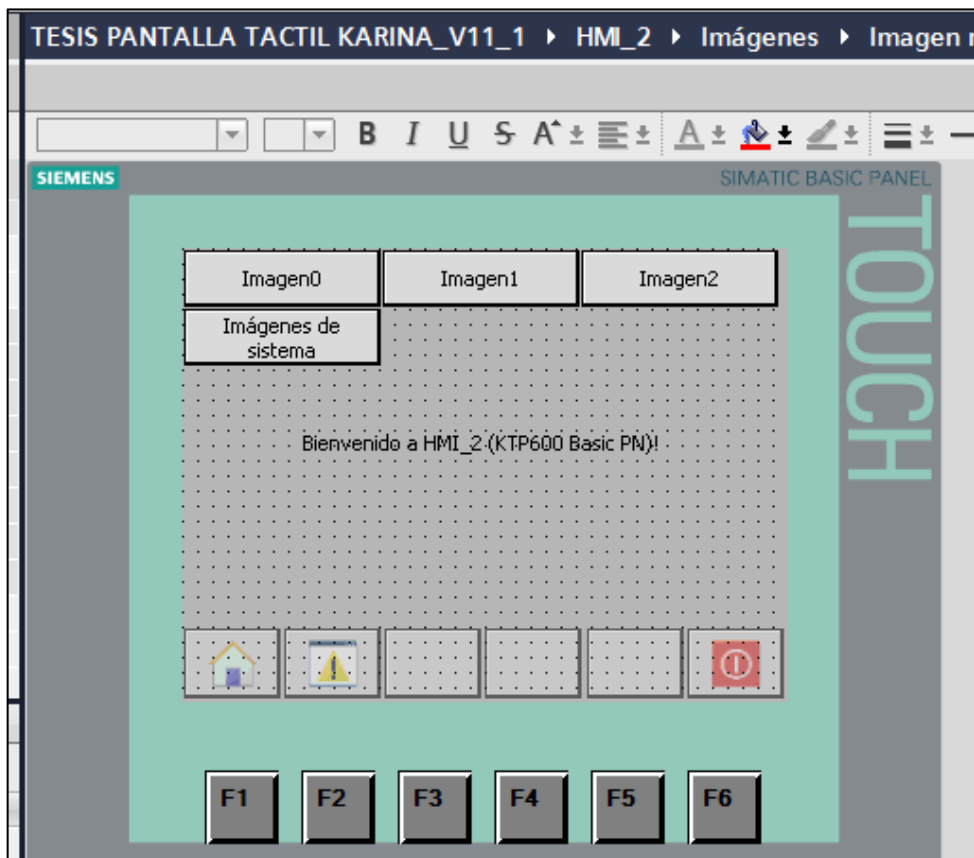
Fuente: Autores

3.8.2 Editar Pantallas. Una vez finalizado el asistente de creación de HMI se puede adaptar cada una de las pantallas creadas con la finalidad que se acoplen de manera ideal con la programación del PLC.

Adaptándose a las exigencias del usuario, en este caso particular la simulación del proceso de recolección y distribución de piezas. El proceso es el siguiente:

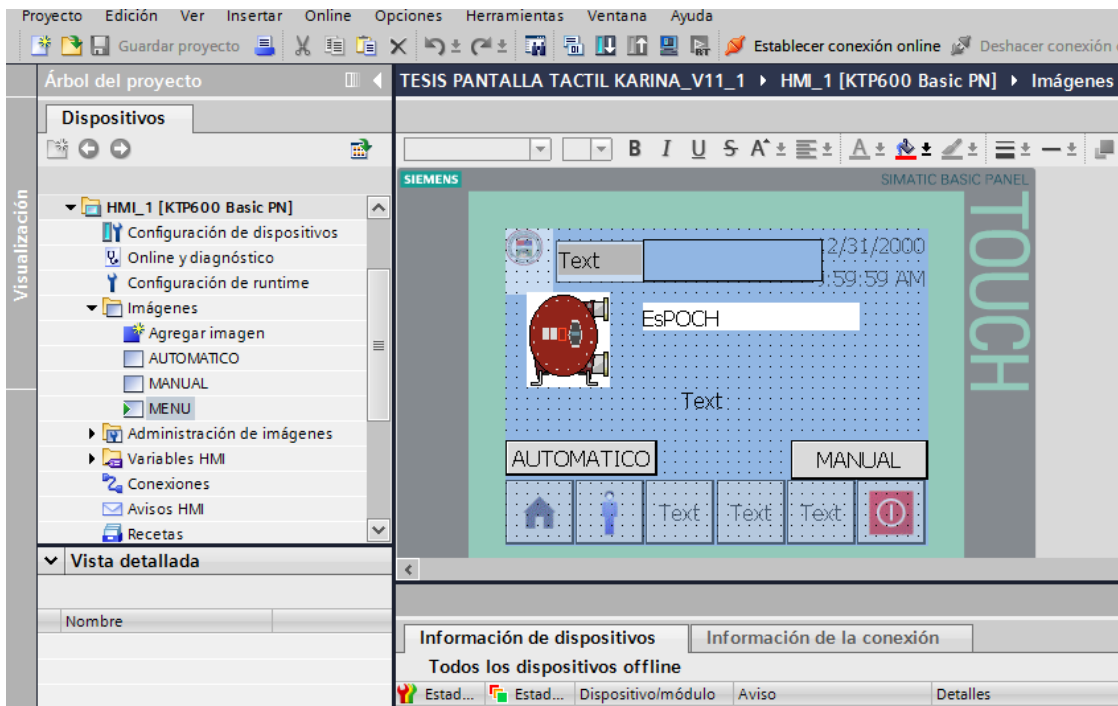
- 1) Nos dirigimos a la ventana del árbol y selecciona la carpeta de “Imágenes”, y seleccionar en la que se quiera trabajar. Cada imagen podrá se configurada según se requiera. Como se observa en la figura 54.
- 2) Una vez en la imagen deseada se empieza a editar insertando objetos desde la barra de herramientas arrastrando y soltando, hasta tener la o las imágenes deseadas. Ver figura 55.
- 3) Se va insertando los distintos elementos, e ingresando a la ventana de propiedades, nos es posible asignarles eventos, cambiado color, etc. Ver figura 56.

Figura 54. Seleccionar imagen a trabajar



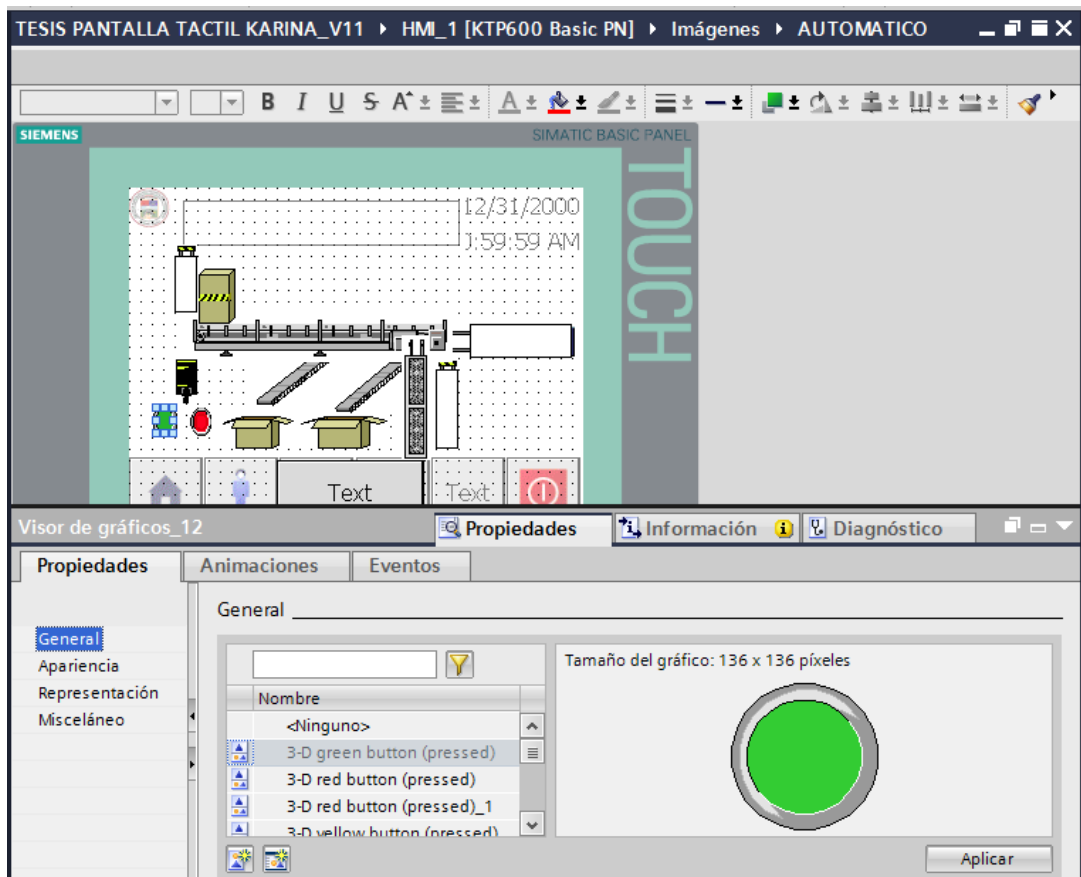
Fuente: Autores

Figura 55. Insertar objetos



Fuente: Autores

Figura 56. Asignar propiedades y eventos

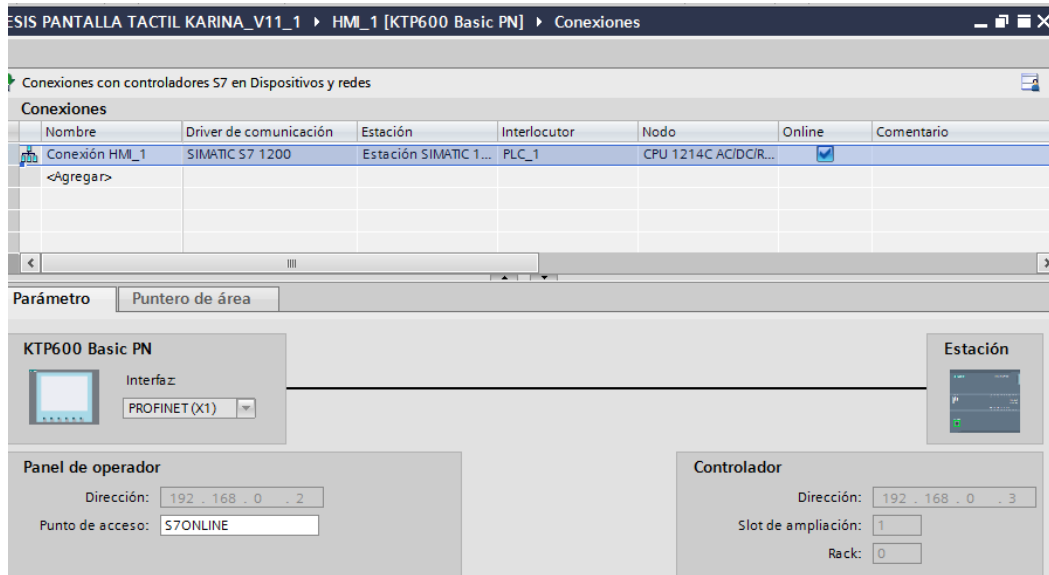


Fuente: Autores

3.9 Transferir la programación al panel operador

Una vez creado el proyecto, es necesario transferirlo a la pantalla. Para evitar problema de acceso debemos asegurarnos que en la ventana del árbol de la izquierda dentro del panel HMI en “Conexiones” tenemos correctamente seleccionado el interface.

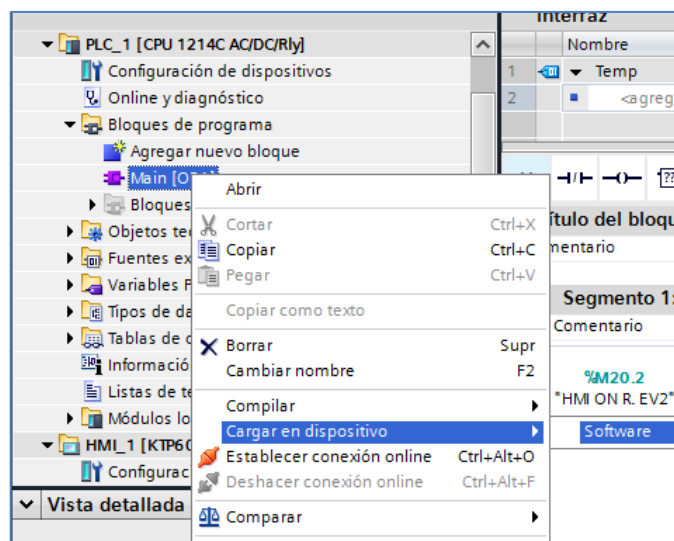
Figura 57. Verificación interface de HMI



Fuente: Autores

Por último seleccionamos nuestra pantalla y le damos al botón transferir. En la ventana que nos aparece le damos clic a “Cargar” y se ha finalizado la creación del proyecto con el software Step 7.

Figura 58. Cargar Software en Step 7



Fuente: Autores

3.10 Sistemas de comunicación

El modo de comunicación establecido es el de Red Ethernet. Interfaz PROFINET integrada en S7- 1200.

PROFINET en S7- 1200. La CPU del PLC Siemens S7 – 1200 incorpora un puerto PROFINET integrado que nos permite comunicar la CPU bajo protocolo TCP/IP.

- El puerto PROFINET de la CPU soporta conexiones de comunicación simultáneas:
 - Conexiones para comunicación de HMI a CPU
 - 1 conexión para comunicación de programadora (PG) a CPU
 - 8 conexiones para comunicación del programa S7-1200 con instrucciones T-block.
 - 3 conexiones para la comunicación entre una CPU S7-1200 pasiva y una CPU S7 activa. La CPU S7 activa utiliza instrucciones GET y PUT (S7-300 y S7-400) o instrucciones ETHx_XFER (S7-200). Una conexión de comunicación S7-1200 activa sólo es posible con instrucciones Tblock.

3.10.1 Comunicación con una programadora. Una CPU puede comunicarse con una programadora con STEP 7 Basic en una red.

Al configurar la comunicación entre una CPU y una programadora debe considerarse lo siguiente:

- Configuración/instalación: Es preciso configurar el hardware.
- Para la comunicación entre dos interlocutores no se requiere un switch Ethernet. Un switch Ethernet se requiere sólo si la red comprende más de dos dispositivos.

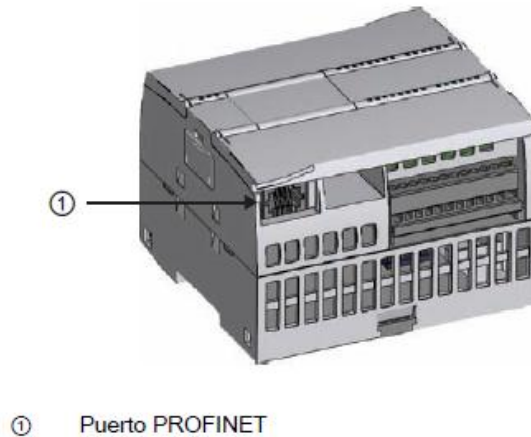
Establecer la conexión de hardware

Las interfaces PROFINET establecen las conexiones físicas entre una programadora y una CPU. Puesto que la CPU ofrece la función "auto-crossover", es posible utilizar un cable PROFINET.

Para crear la conexión de hardware entre una programadora y una CPU, se procede del siguiente modo:

- 1) Se monta la CPU.
- 2) Se conecta el cable Ethernet al puerto PROFINET que se muestra abajo.
- 3) Se conecta el cable Ethernet a la programadora.

Figura 59. Configurar los dispositivos

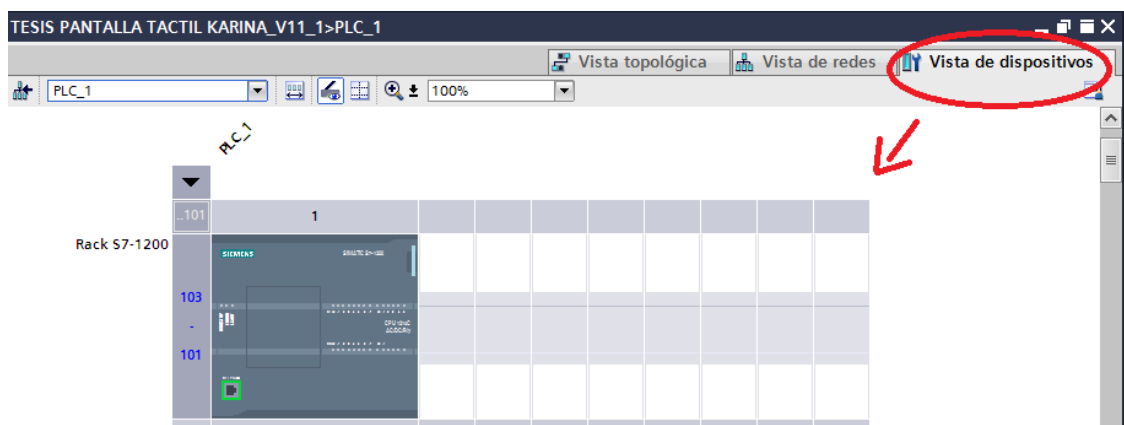


① Puerto PROFINET

Fuente: Autores

Si ya se ha creado un proyecto con una CPU, ábralo en el TIA Portal. En caso contrario, cree un proyecto e inserte una CPU en el rack. En el proyecto que aparece abajo, una CPU se muestra en la "Vista de dispositivos" del TIA Portal.

Figura 60. Vista de dispositivos



Fuente: Autores

3.10.2 Asignar direcciones IP a los dispositivos de programación y red. Si la programadora incorpora una tarjeta adaptadora conectada a la LAN de la instalación (y posiblemente a Internet), la ID de red de la dirección IP y la máscara de subred de la CPU y la tarjeta adaptadora integrada en la programadora deberán ser idénticas.

La ID de red es la primera parte de la dirección IP los tres primeros octetos, en nuestro caso **192.168.0.1** y determina la red IP utilizada. Normalmente, la máscara de subred tiene el valor **255.255.255.0**. No obstante, puesto que el equipo está integrado en una LAN corporativa, la máscara de subred puede tener distintos valores (p. ej. 255.255.254.0) para configurar subredes unívocas.

Al combinar la máscara de subred con la dirección IP del dispositivo en una operación Y matemática se definen los límites de la subred IP.

Si la programadora utiliza una tarjeta adaptadora Ethernet-USB conectada a una red aislada, la ID de red de la dirección IP y la máscara de subred de la CPU y la tarjeta adaptadora Ethernet-USB integrada en la programadora deberán ser exactamente iguales.

Asignar o comprobar la dirección IP de la programadora utilizando "Mis sitios de red" (en el Escritorio). La dirección IP de la programadora se puede asignar o comprobar mediante los siguientes comandos de menú:

- (Clic con el botón derecho del ratón en) "Mis sitios de red"
- "Propiedades"
- (Clic con el botón derecho del ratón en) "Conexión de área local"
- "Propiedades"

En el diálogo "Propiedades de conexión de área local", campo "Esta conexión utiliza los siguientes elementos:", desplácese hasta "Protocolo Internet (TCP/IP)".`

Haga clic en "Protocolo Internet (TCP/IP)" y luego en el botón "Propiedades". Seleccione "Obtener una dirección IP automáticamente (DHCP)" o "Usar la siguiente dirección IP" (para introducir una dirección IP estática).

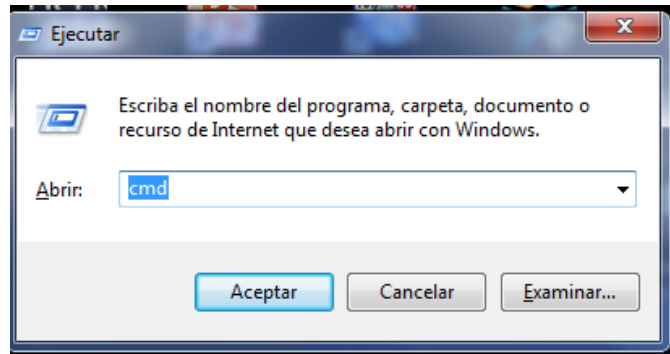
Comprobar la dirección IP de la programadora mediante el comando "ping".

La dirección IP de la programadora y, si es aplicable, la del router IP ("gateway" o pasarela), se puede(n) comprobar a través de los siguientes comandos de menú:

- Botón "Inicio" (en el Escritorio)
- "Ejecutar"

En el campo "Abrir" del diálogo "Ejecutar", introduzca "cmd" y haga clic en el botón "Aceptar". En el diálogo "C:\WINDOWS\system32\cmd.exe" que aparece entonces, introduzca el comando "ping". Un resultado de ejemplo se muestra a continuación:

Figura 61.C:\WINDOWS\system32\cmd.exe



Fuente: Autores

El comando "ping" permite visualizar información adicional. Aquí se indican el tipo de tarjeta adaptadora de la programadora y la dirección Ethernet (MAC):

Figura 62. Respuesta de la PC al comando de conectividad

```
C:\Windows\system32\cmd.exe
C:\Users\Gustavo>ping 192.168.0.3
Haciendo ping a 192.168.0.3 con 32 bytes de datos:
Respuesta desde 192.168.0.3: bytes=32 tiempo=3ms TTL=30
Respuesta desde 192.168.0.3: bytes=32 tiempo<1m TTL=30
Respuesta desde 192.168.0.3: bytes=32 tiempo=1ms TTL=30
Respuesta desde 192.168.0.3: bytes=32 tiempo<1m TTL=30
Estadísticas de ping para 192.168.0.3:
    Paquetes: enviados = 4, recibidos = 4, perdidos = 0
    (0% perdidos),
    Tiempos aproximados de ida y vuelta en milisegundos:
        Mínimo = 0ms, Máximo = 3ms, Media = 1ms
C:\Users\Gustavo>ping 192.168.0.2
Haciendo ping a 192.168.0.2 con 32 bytes de datos:
Respuesta desde 192.168.0.2: bytes=32 tiempo=4ms TTL=30
Respuesta desde 192.168.0.2: bytes=32 tiempo=1ms TTL=30
Respuesta desde 192.168.0.2: bytes=32 tiempo=1ms TTL=30
Respuesta desde 192.168.0.2: bytes=32 tiempo=1ms TTL=30
Estadísticas de ping para 192.168.0.2:
    Paquetes: enviados = 4, recibidos = 4, perdidos = 0
    (0% perdidos),
    Tiempos aproximados de ida y vuelta en milisegundos:
        Mínimo = 1ms, Máximo = 4ms, Media = 1ms
C:\Users\Gustavo>ping 192.168.0.1
Haciendo ping a 192.168.0.1 con 32 bytes de datos:
Respuesta desde 192.168.0.1: bytes=32 tiempo<1m TTL=128
Respuesta desde 192.168.0.1: bytes=32 tiempo<1m TTL=128
Respuesta desde 192.168.0.1: bytes=32 tiempo<1m TTL=128
Respuesta desde 192.168.0.1: bytes=32 tiempo<1m TTL=128
Estadísticas de ping para 192.168.0.1:
    Paquetes: enviados = 4, recibidos = 4, perdidos = 0
    (0% perdidos),
    Tiempos aproximados de ida y vuelta en milisegundos:
        Mínimo = 0ms, Máximo = 0ms, Media = 0ms
C:\Users\Gustavo>
```

Fuente: Autores

3.10.3 Configurar una dirección IP en el proyecto

Dirección Ethernet (MAC): Todo dispositivo de una red PROFINET recibe una dirección MAC (Media Access Control o control de acceso al medio) del fabricante para su identificación. Una dirección MAC consta de seis grupos de dos dígitos hexadecimales, separados por guiones (-) o dos puntos (:), en orden de transmisión (p. ej. 01-23-45-67-89- AB ó 01:23:45:67:89:AB).

Tabla 10. Dirección MAC

Dir. Ethernet MAC	00 IC 00 04 4C 6A
--------------------------	-------------------

Fuente: Autores

Dirección IP: Todo dispositivo debe tener también una dirección IP (Internet Protocol o Protocolo Internet). Esta dirección permite al dispositivo transferir datos a través de una red enrutada y más compleja. Toda dirección IP se divide en segmentos de ocho bits (octetos) y se expresa en formato decimal separado por puntos (p. ej. 211.154.184.16).

La primera parte de la dirección IP se utiliza para la ID de red (¿en qué red se encuentra?) y, la segunda, para la ID del host (unívoca para cada dispositivo de la red). Una dirección IP 192.168.x.y es una designación estándar reconocida como parte de una red privada que no se enruta vía Internet.

Tabla 11. Dirección IP

Dir. IP PC	192.168.0.1
Dir. IP PLC	192.168.0.2
Dir. IP HMI	192.168.0.3

Fuente: Autores

Máscara de subred: Una subred es una agrupación lógica de dispositivos de red conectados. Generalmente, los nodos de una subred están próximos físicamente en una red de área local (LAN).

Una máscara (denominada "máscara de subred" o "máscara de red") define los límites de una subred IP. Generalmente, una máscara de subred 255.255.255.0 se adecúa para

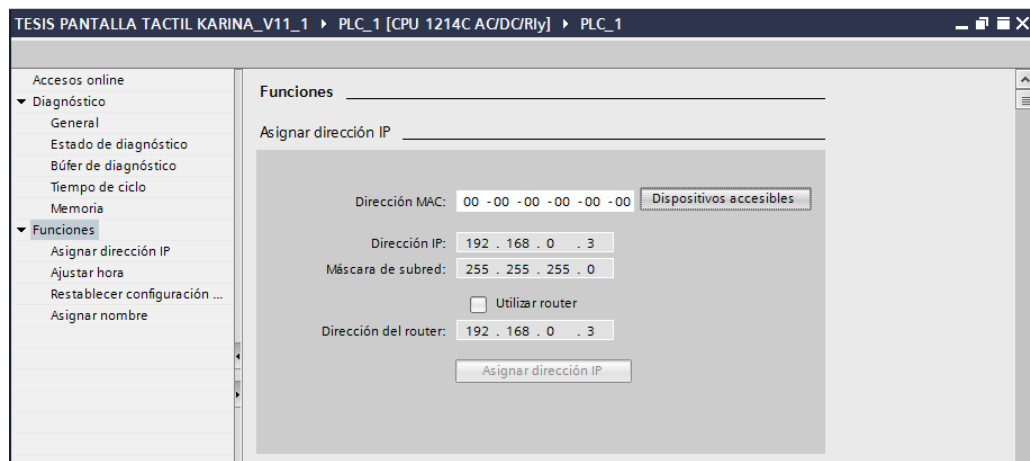
una red local pequeña. Esto significa que los 3 primeros octetos de todas las direcciones IP de esta red deberían ser iguales. Los diferentes dispositivos de la red se identifican mediante el último octeto (campo de 8 bits). Por ejemplo, es posible asignar la máscara de subred 255.255.255.0 y direcciones IP comprendidas entre 192.168.2.0 y 192.168.2.255 a los dispositivos de una red local pequeña.

Tabla 12. Dirección Máscara Subred

Dir. Máscara Subred	255.255.255.0
----------------------------	---------------

Fuente: Autores

Figura 63. Propiedades de direcciones



Fuente: Autores

Nota. La CPU no tiene una dirección IP preconfigurada. La dirección IP de la CPU se debe asignar manualmente.

La tabla siguiente define los parámetros de la dirección IP:

Tabla 13. Parámetros de la dirección IP

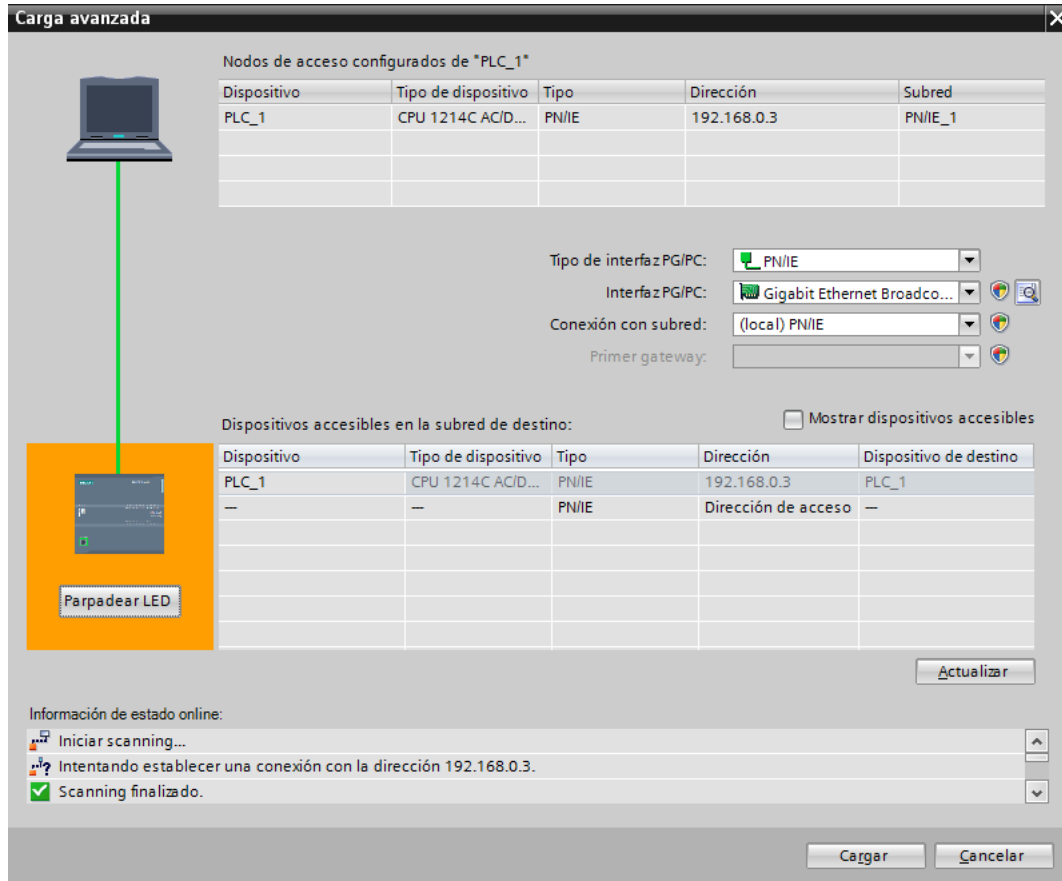
Parámetro	Descripción	
Subred	Nombre la subred que está conectada al dispositivo. Hay dos tipos de conexión posibles <ul style="list-style-type: none"> - El ajuste predeterminado "no conectado" ofrece una conexión local. - Una subred se requiere cuando la red comprende dos o más dispositivos. 	
Protocolo IP	Dirección IP	Dirección IP asignada a la CPU
	Máscara de subred	Máscara de subred asignada
	Utilizar router IP	Indica el uso del router en la casilla de verificación

Fuente: Autores

3.10.4 Comprobar la red PROFINET. Tras finalizar la configuración, cargue el proyecto en la CPU.

Todas las direcciones IP se configuran al cargar el proyecto en el dispositivo, y del dispositivo a la pantalla táctil.

Figura 64. Cargar proyecto



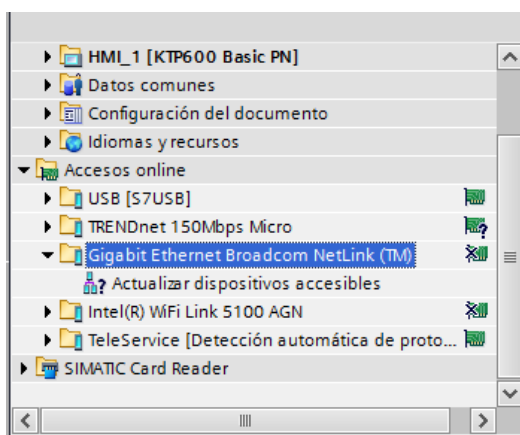
Fuente: Autores

Asignar una dirección IP a un dispositivo online. La CPU S7-1200 no tiene dirección IP preconfigurada. La dirección IP de la CPU se debe asignar manualmente, asignando direcciones a cada dispositivo.

Para asignar una dirección IP a un dispositivo online. Para asignar una dirección IP en el proyecto, es preciso configurarla en la "Configuración de dispositivos", guardar la configuración y cargarla en el PLC.

Utilice "Accesos online" para visualizar la dirección IP de la CPU conectada como se muestra a continuación en la pantalla de TIA Portal, la opción para la configuración de dispositivos On Line.

Figura 65. Accesos on line

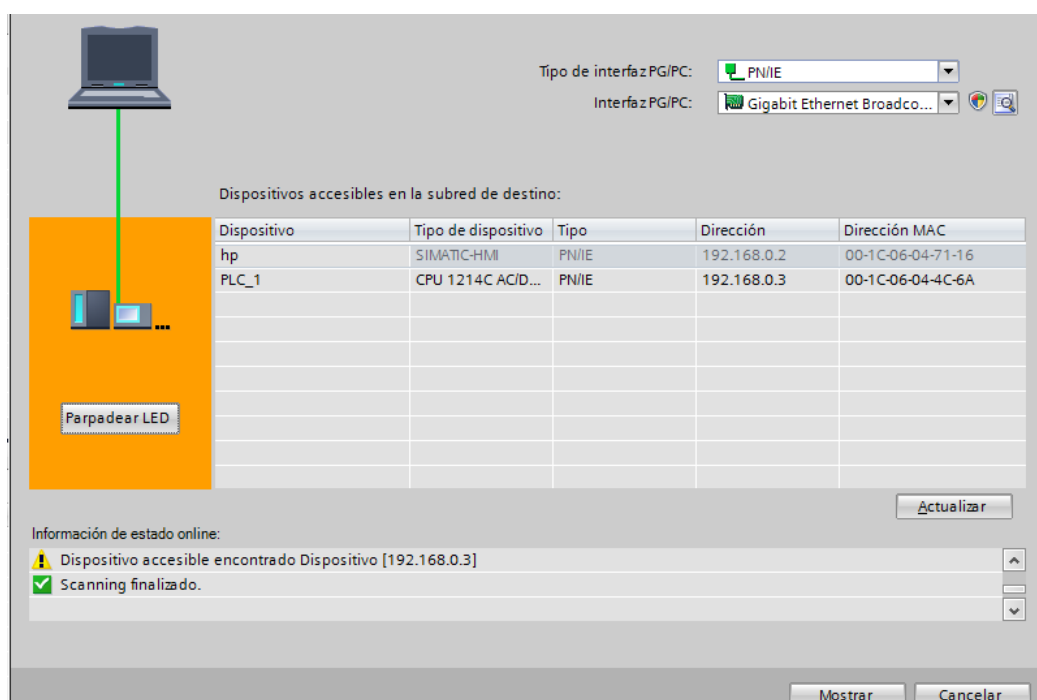


Fuente: Autores

Utilizar el diálogo "Carga avanzada" para comprobar los dispositivos de red conectados. La función de la CPU S7-1200 "Cargar en dispositivo" y su diálogo "Carga avanzada" permiten visualizar todos los dispositivos de red accesibles y verificar si se han asignado direcciones IP unívocas a todos ellos.

Para visualizar todos los dispositivos accesibles y disponibles con sus respectivas direcciones MAC e IP asignadas, active la casilla de verificación "Mostrar dispositivos accesibles".

Figura 66. Mostrar dispositivos accesibles



Fuente: Autores

Si el dispositivo de red deseado no se encuentra en esta lista, la comunicación con ese dispositivo se habrá interrumpido por algún motivo. En este caso es preciso examinar el dispositivo y la red para buscar errores de hardware y/o configuración.

3.10.5 Comunicación entre dispositivos HMI y el PLC

Figura 67. Comunicación entre HMI y PLC



Fuente: SIEMENS Simatic Easybook S7-1200

La CPU soporta conexiones PROFINET con dispositivos HMI. Los siguientes requisitos deben considerarse al configurar la comunicación entre CPUs y HMIs:

- El puerto PROFINET de la CPU debe configurarse para poder establecer una conexión con el HMI.
- El HMI se debe instalar y configurar.
- La información de configuración del HMI forma parte del proyecto de la CPU y se puede configurar y cargar desde el proyecto.
- Para la comunicación entre dos interlocutores no se requiere un switch Ethernet. Un switch Ethernet se requiere sólo si la red comprende más de dos dispositivos.

Funciones soportadas:

- El HMI puede leer/escribir datos en la CPU.
- Es posible disparar mensajes, según la información consultada de la CPU.
- Diagnóstico del sistema

3.10.6 Conexiones On line. La conexión online aporta posibilidades adicionales:

- Utilizar el panel de operador de la CPU para cambiar el estado operativo de la CPU

- Actualizar, comparar y sincronizar bloques lógicos del programa de usuario
- Utilizar una tabla de observación para probar el programa de usuario y para forzar permanentemente variables en la CPU
- Para cargar el proyecto (con el programa de usuario, configuración de dispositivos y dirección IP), establezca una conexión online con la CPU.

Cargar una dirección IP en una CPU online. Para asignar una dirección IP, se procede del siguiente modo:

Se configura la dirección IP de la CPU: En este caso la dirección asignada será:

Tabla 14. Identificación de direcciones CPU

Dir. IP	192.168.0.1
Mascara subred	255.255.255.0

Fuente: Autores

Se guarda y descarga la configuración en la CPU. La dirección IP y la máscara de subred de la CPU deben ser compatibles con la dirección IP y la máscara de subred de la programadora.

Una vez que se ha descargado la configuración del dispositivo, se puede ver la dirección IP en la carpeta "Accesos online".

3.11 Comprobación de la programación del proyecto.

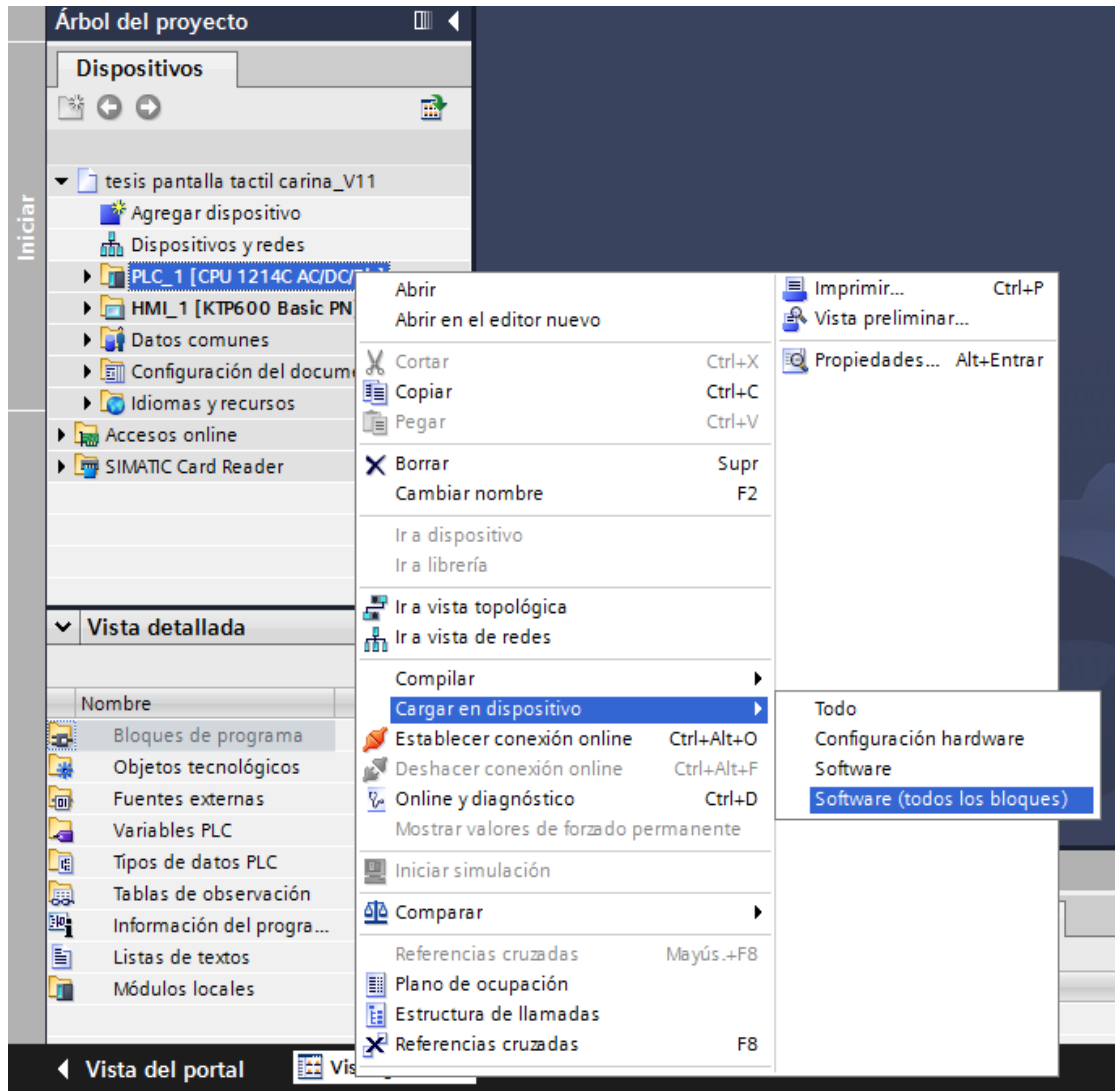
Una vez establecida la conexión Online de los dispositivos se procede a cargar el proyecto al PLC y HMI.

Procedimiento:

- 1) Se Inicia el proceso de carga. Ver Figura 69.
- 2) Se selecciona la interfaz con la que desee conectar el dispositivo. Activando la casilla de verificación "Mostrar dispositivos accesibles". Ver figura 69. Si en la lista "Dispositivos accesibles en la subred de destino" no aparece ningún dispositivo, puede deberse a las causas siguientes:
 - Existe un problema con la conexión hardware del controlador.

- Existe un problema con la interfaz Ethernet de la PG/el PC.
- La dirección IP del controlador no se encuentra en la misma subred que la dirección IP de la PG/del PC.

Figura 68. Cargar software al dispositivo

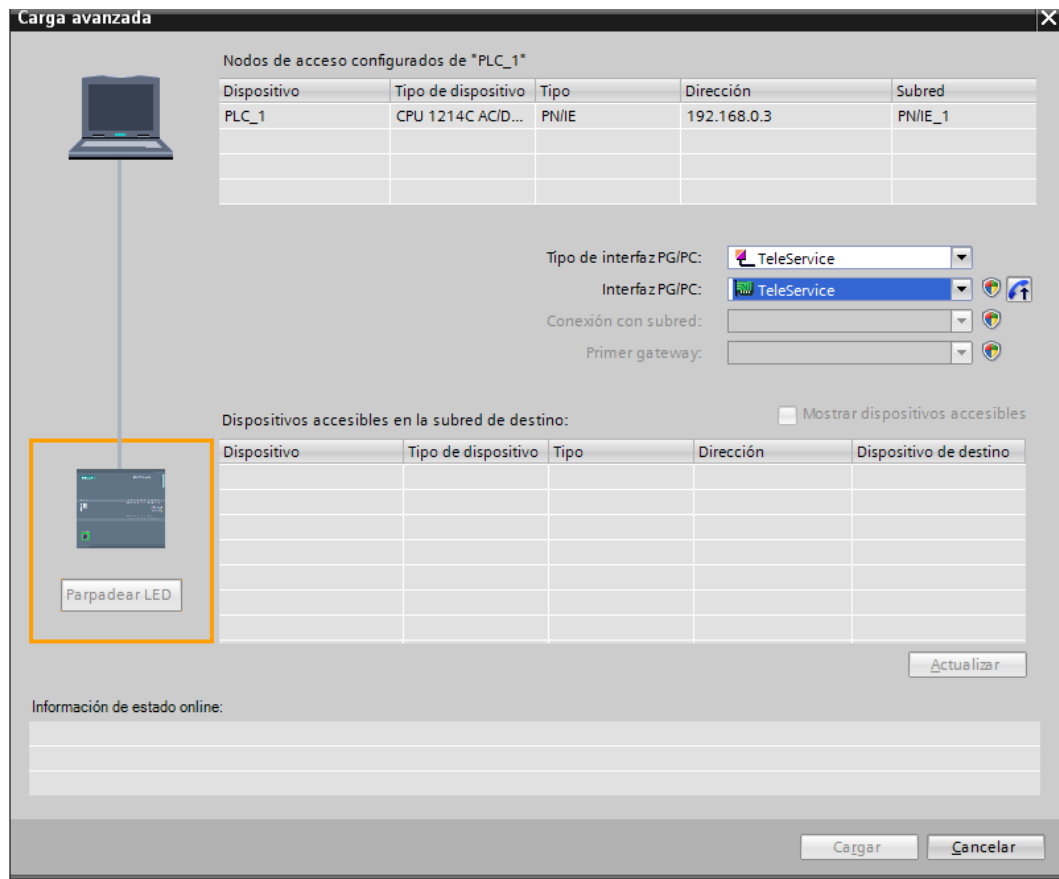


Fuente: Autores

- 1) Si el controlador está en "RUN", se lo pone en estado "STOP": Ver figura 70.
- 2) Se arranca el módulo.
- 3) Se establece la conexión online. Ver figura 71.

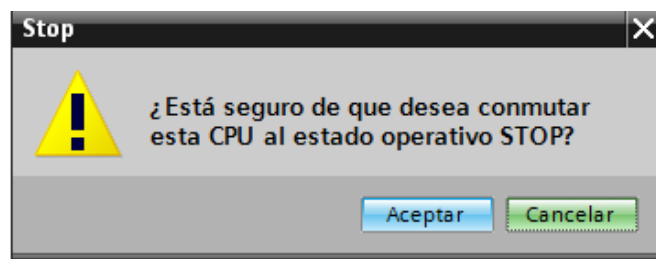
Si durante la compilación se han detectado errores en el programa, en el apartado "Información > Compilar" de la ventana de inspección se muestran los errores y las indicaciones para solucionarlos. El programa se ha cargado en el controlador. En el árbol del proyecto se muestra el estado de los componentes del programa.

Figura 69. Ventana de carga con problemas en Red Ethernet



Fuente: Autores

Figura 70. Colocación de Stop en el controlador



Fuente: Autores

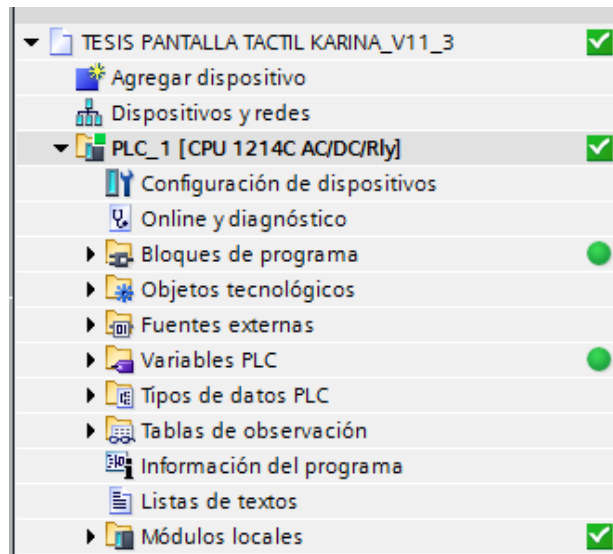
Figura 71. Establecer comunicación Online



Fuente: Autores

Los símbolos verdes indican que los elementos del programa "offline" y "online" son idénticos. El significado de los otros símbolos de estado se explica en los respectivos tooltips.

Figura 72. Compilación adecuada del programa



Fuente: Autores

3.11.1 Probar el programa visualizando el estado del programa. En la visualización del estado del programa existe la posibilidad de asignar valores a las variables ejecutando una de las acciones siguientes con el comando "Forzar" del menú contextual:

- Forzar a 1: este comando pone las variables del tipo de datos BOOL al estado lógico "1".
- Forzar a 0: este comando pone las variables del tipo de datos BOOL al estado lógico "0".
- Valor de forzado: es posible introducir un valor de forzado para las variables que no sean del tipo de datos BOOL.

Requisitos

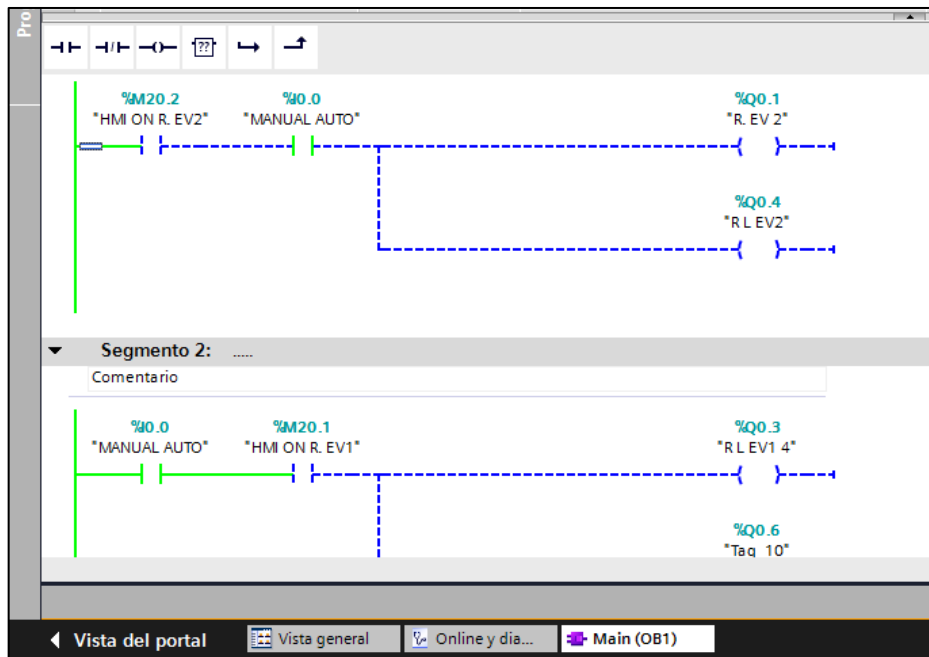
- El controlador está configurado.
- Las entradas y salidas Del controlador no tienen tensión, ya que los valores forzados en modo online son sobrescritos por el módulo.
- El bloque de organización "Main [OB1]" está abierto en el editor de programas.

Procedimiento. Para probar el programa creado visualizando el estado del programa, proceda del siguiente modo:

- 1) Se activa la visualización del estado del programa.



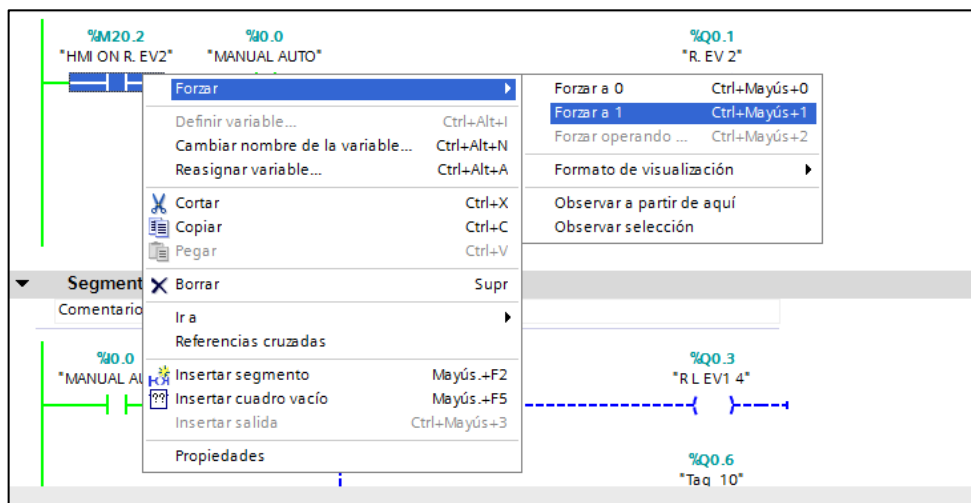
Figura 73. Visualización del proyecto Online



Fuente: Autores

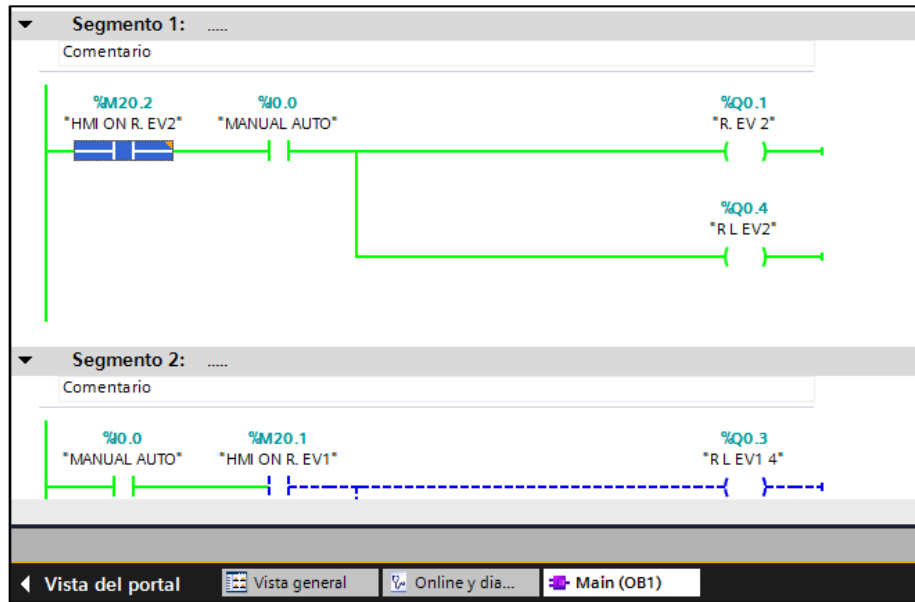
- 2) Se fuerza la variable "ON_OFF_Switch" a "1". La variable "ON_OFF_Switch" pasa al estado lógico "1" y se cierra el contacto normalmente abierto. La corriente fluye por el contacto normalmente abierto hasta las bobinas del final del segmento. El flujo de corriente se reconoce por el color verde del circuito. La variable "ON" se activa y, con ello, se conecta la instalación de ejemplo. La variable "OFF" tiene el estado lógico "0" y no tiene más repercusiones. Esto se reconoce por el trazo azul rayado.

Figura 74. Seleccionar opción Forzar a "1"



Fuente: Autores

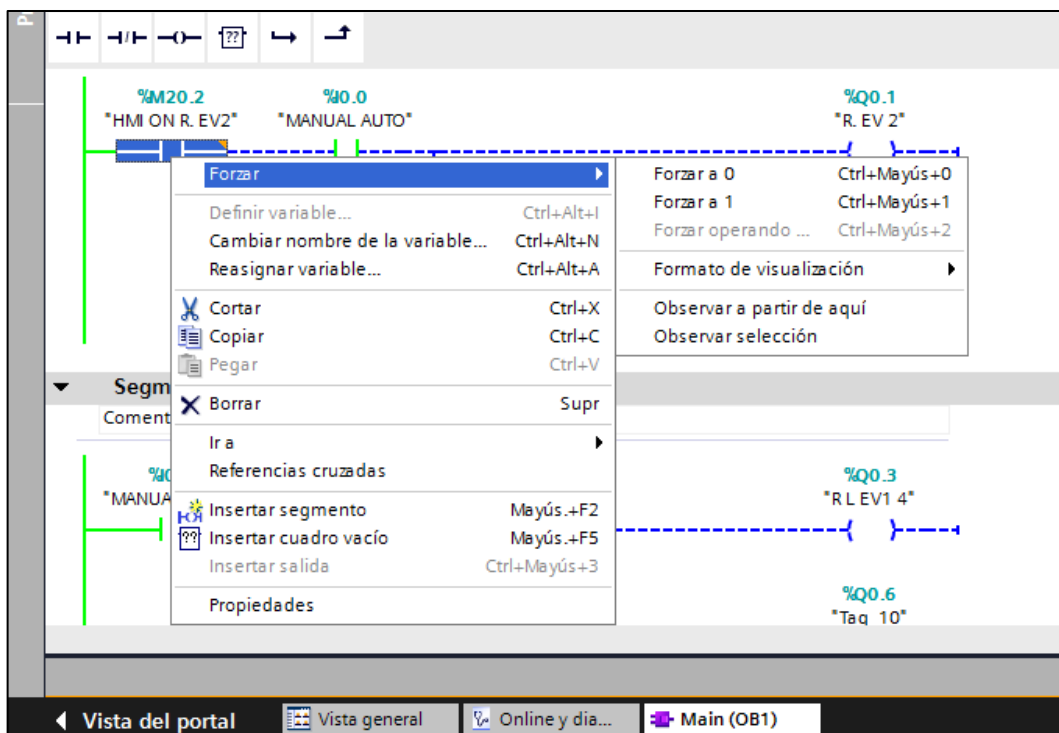
Figura 75. Contacto forzado a "1"




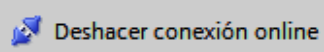
Fuente: Autores

- 3) Se fuerza la variable "ON_OFF_Switch" a "0". La variable "ON_OFF_Switch" se pone al estado lógico "0". El flujo de corriente hacia las bobinas al final del segmento se interrumpe. La variable "OFF" se activa. La variable "ON" se pone a "0".

Figura 76. Seleccionar opción Forzar a "0"



Fuente: Autores

- 4) Desactive la visualización del estado del programa. 
- 5) Deshaga la conexión online. Clic en el botón 

3.12 Puesta en marcha

Para la puesta en marcha se ha tomado en consideración el hecho de que lo primer que se debe tener en cuenta es la conexión física del módulo con el proceso a realizar, en este caso particular la selección y distribución de piezas de diversos colores y texturas. Una vez realizado el cableado, se procede a encender los equipos. Ver Figura 78.

Realizar la verificación manual del proyecto activando cada una de las tres electroválvulas. Un punto a tomar en cuenta es que en el tablero de control del módulo esta un selector de proceso con dos opciones: Manual y Auto.

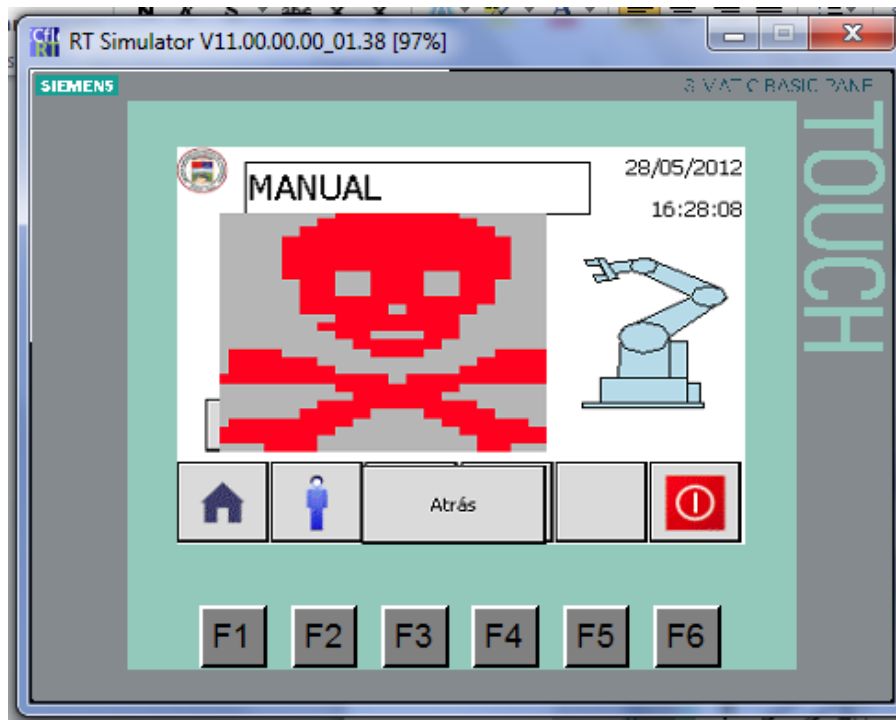
Si la pantalla se encuentra en control auto matico y la HMI en manual aparecerá un gráfico advertencia de que no se está realizando bien le secuencia. Ver figura 79.

Figura 77. Página de inicio de HMI



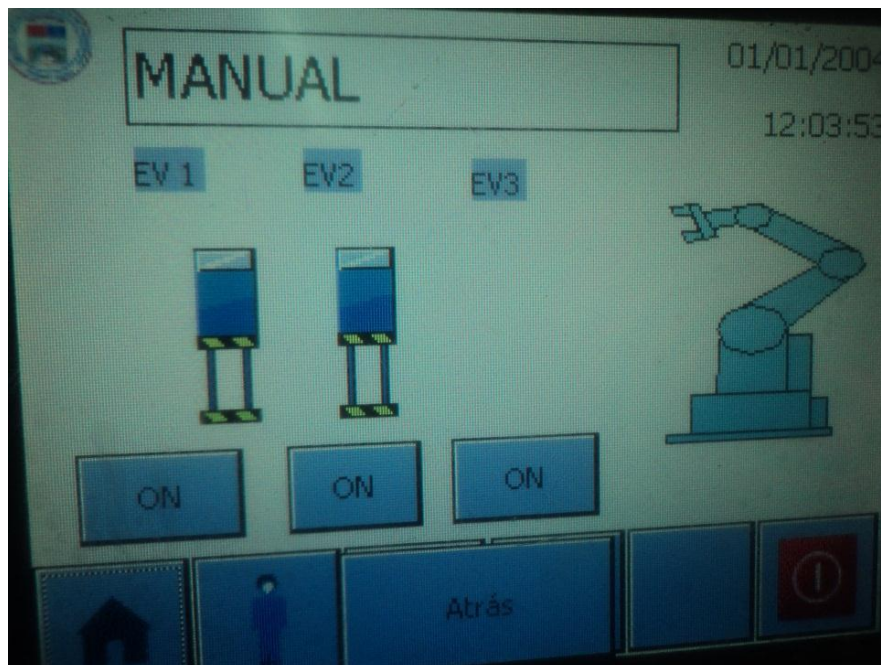
Fuente: Autores

Figura 78. Ingreso erróneo de control manual



Fuente: Autores

Figura 79. Ingreso correcto al control manual



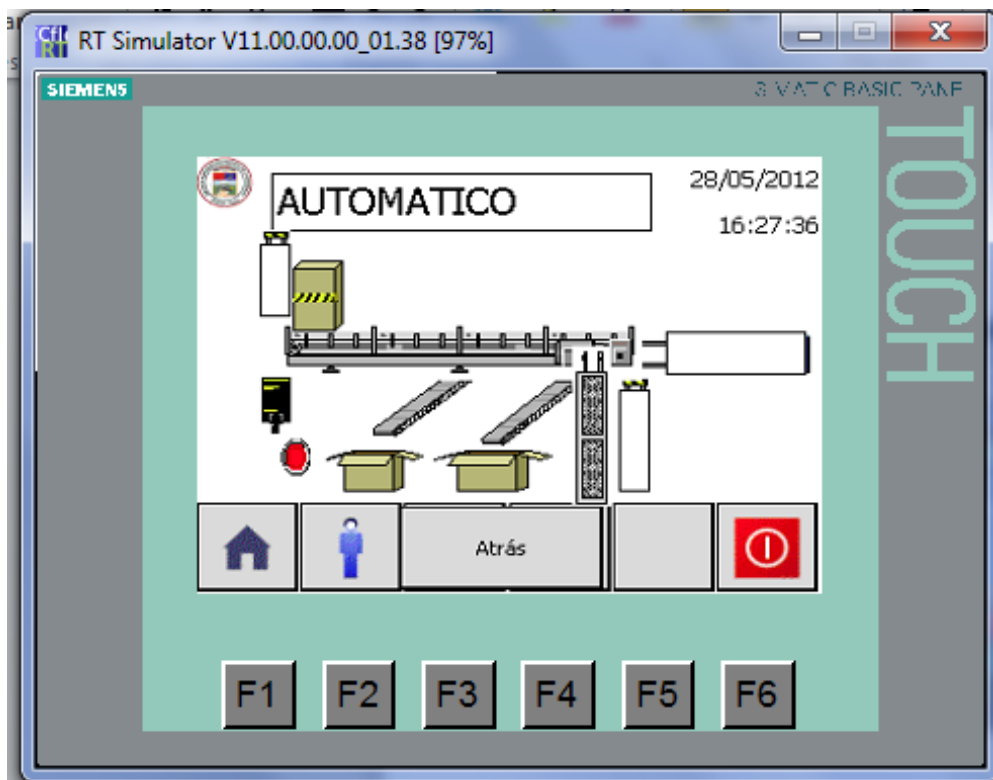
Fuente: Autores

Realizamos la verificación Automática del Proyecto colocándonos en el botón Automático del HMI, cambiando el control del selector a modo Auto y seleccionando la rampa a depositar la pieza.

Se inicia el proceso:

- 1) Se establecen las condiciones previas: presencia de pieza, pulso de arranque
- 2) La EV1 baja y EV3 atrapa la pieza
- 3) EV1 sube y es detectada por los sensores de posición 2, 3, 4 y 5
- 4) La EV2 desplaza la pieza a la rampa seleccionada.
- 5) Una vez en la rampa, EV3 suelta la pieza y se resetea el proceso.

Figura 80. Ventana de control Automático.



Fuente: Autores

CAPÍTULO IV

4. GUÍA DE PRÁCTICAS PARA LABORATORIO CON LA PANTALLA TÁCTIL PARA EL TRABAJO CON PLC EN SISTEMAS DE SIMULACIÓN DE PROCESOS INDUSTRIALES

4.1 Elaboración de guías de práctica de laboratorio

4.1.1 *Practica N.-1*

TEMA: “Crear un proyecto para el programa de usuario ”

OBJETIVOS:

- Crear un proyecto
- Insertar instrucciones KOP para crear un programa de usuario pequeño
- Crear un bloque lógico MAIN.

MARCO TEORICO:

CPU S7-1200: La CPU S7-1200 es un potente controlador que incorpora una fuente de alimentación y distintos circuitos de entrada y salida integrados. Una vez cargado el programa en la CPU, ésta vigila las entradas y cambia el estado de las salidas según la lógica del programa de usuario, que puede incluir lógica booleana, contadores, temporizadores y operaciones matemáticas complejas.

STEP 7 BASIC: STEP 7 Basic proporciona un entorno de fácil manejo para configurar la lógica del controlador, la visualización de HMI y la comunicación por red.

Para aumentar la productividad, STEP 7 Basic ofrece dos vistas diferentes del proyecto, a saber: Distintos portales orientados a tareas y organizados según las funciones de las herramientas (vista del portal) o una vista orientada a los elementos del proyecto (vista del proyecto). El usuario puede seleccionar la vista que considere más apropiada para trabajar eficientemente. Con un solo clic es posible cambiar entre la vista del portal y la vista del proyecto.

¿Cómo funciona un CPU?

.....

.....

.....

¿Cuáles son los estados operativos del CPU?

.....

.....

.....

¿Qué barras encuentras en la pantalla principal del TIA Portal?

.....

.....

.....

EQUIPOS:

- PLC S7-1200
- Pantalla KTP-600
- Computador
- Fuente externa de 24V
- Módulo de entradas/salidas digitales

PROCEDIMIENTO:

Haga doble clic en el icono del Escritorio para iniciar STEP 7 Basic.

Tras abrir STEP 7 Basic, haga clic en "Crear proyecto" en el portal de inicio. Introduzca el nombre del proyecto y haga clic en "Crear". Pasando a la ventana de primeros pasos.

Figura 81. Ventana crear proyecto

Totally Integrated Automation
PORTAL

Crear proyecto

Nombre proyecto: Proyecto1

Ruta: C:\Users\Gustavo\Desktop

Autor: Gustavo

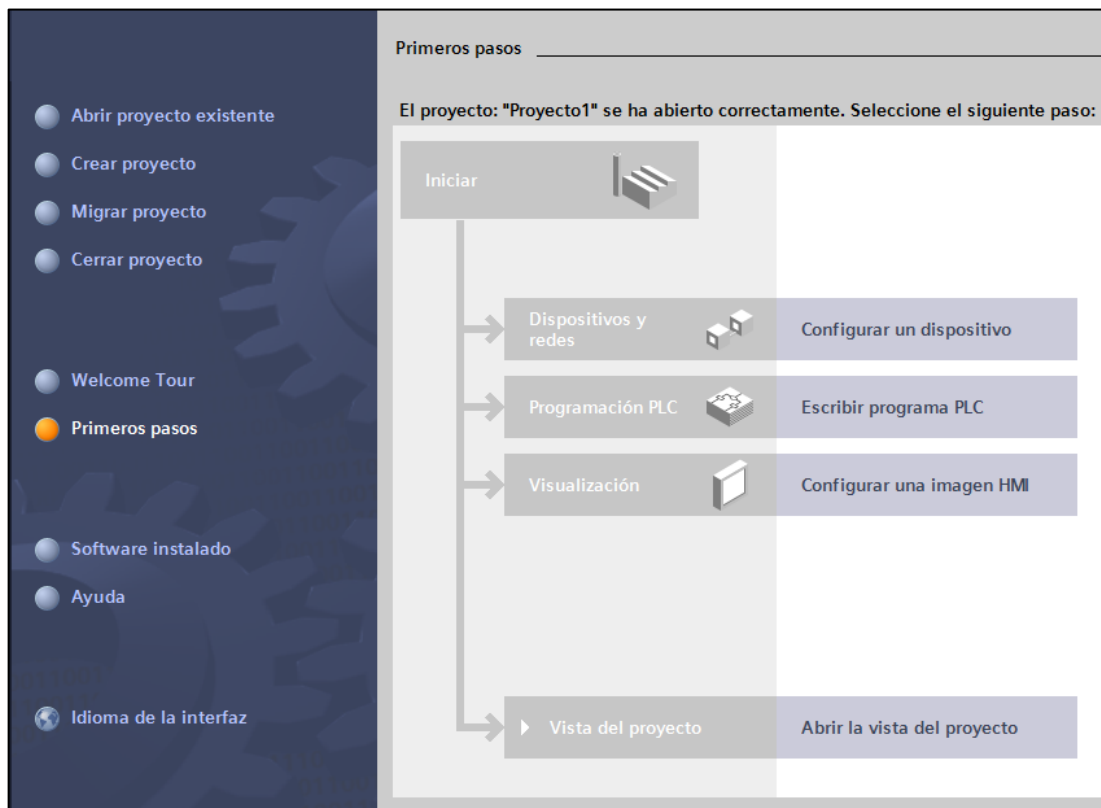
Comentario

Crear

Fuente: Autores

STEP 7 Basic visualiza los "Primeros pasos". Cree un programa de usuario haciendo clic en "Escribir programa PLC". STEP 7 Basic crea el bloque lógico "Main" para el programa de usuario y abre el portal "Programación PLC".

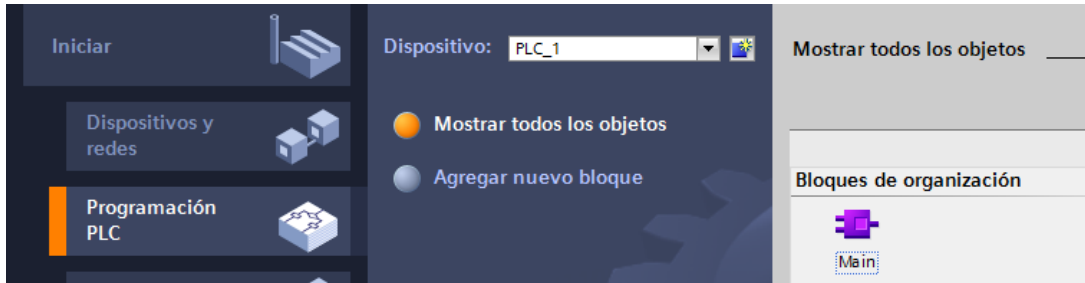
Figura 82. Primeros Pasos



Fuente: Autores

Abra el editor de programas haciendo doble clic en el bloque "Main" STEP 7 Basic cambia a la vista del proyecto y visualiza el segmento del bloque "Main".

Figura 83. Abrir Bloque Main OB1



Fuente: Autores

CONCLUSIONES:

.....
.....

RECOMENDACIONES:

.....
.....

4.1.2 Practica N.-2:

TEMA: “Creación de un segmento simple en el programa de usuario”

OBJETIVOS:

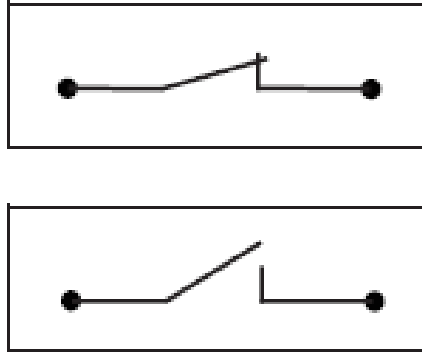
- Insertar instrucciones KOP para crear un programa de usuario pequeño
- Asignar las instrucciones KOP a las E/S de la CPU
- Utilizar la barra de herramientas para la creación de circuitos simples.

MARCO TEÓRICO:

La lógica de control digital utiliza sólo 0 y 1 para los estados de los datos. El estado "0" equivale a una condición "falsa" y el estado "1", a una condición "verdadera". En un

circuito eléctrico, el flujo de corriente determina el estado binario: si la corriente fluye, el estado es "1"; en caso contrario, el estado es "0". Al principio de cada ciclo, la CPU almacena los estados de las entradas como 0 (falso) ó 1 (verdadero).

Figura 84. Circuito NA/ NC



Fuente: TIA Portal

Un contacto cerrado permite que la corriente fluya. En este caso, el estado del circuito es "1". "1" = "verdadero" = la corriente fluye.

Un contacto abierto no permite que la corriente fluya. En este caso, el estado del circuito es "0". "0" = "falso" = la corriente no fluye.

Las instrucciones KOP se corresponden con los circuitos eléctricos básicos del diagrama esquemático.

Lógica positiva para la consulta del sensor de entrada ("contacto normalmente abierto"):

- 24V = nivel alto = "1"
- 0V = nivel bajo = "0"

Figura 85. Circuito NA



Fuente: TIA Portal

Lógica negativa para la consulta del sensor de entrada ("contacto normalmente cerrado").

- 0V = nivel bajo = "1"
- 24V = nivel alto = "0"

Figura 86. Circuito NC



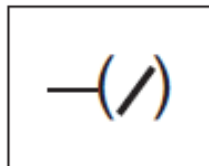
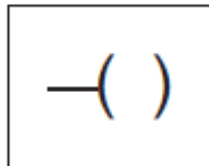
Fuente: TIA Portal

Bobina de salida: Si el valor "verdadero" ("flujo de corriente") se transfiere a la bobina, la CPU activa la bobina (es decir, la pone a "1").

Una bobina de salida se puede insertar en el centro de un segmento, no sólo al final.

Además, la CPU soporta una bobina negada que refleja la inversión del flujo de corriente a dicha bobina.

Figura 87. Bobina



Fuente: TIA Portal

Indique 2 ejemplos de CNA

.....

.....

Indique 2 ejemplos de CNC

.....

.....

¿Qué otros elementos pueden ser simulados con el TIA Portal?

.....

.....

.....

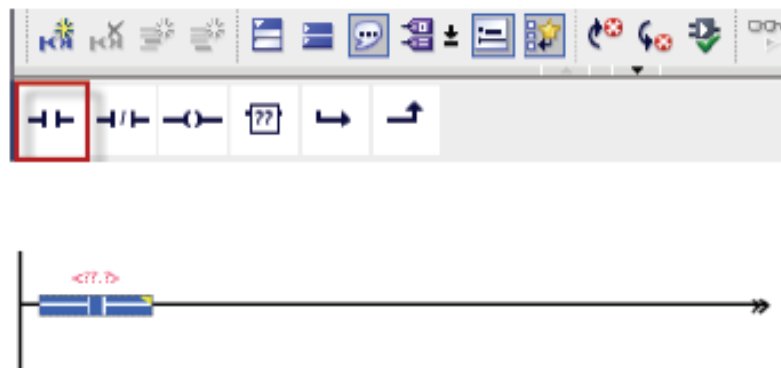
EQUIPOS:

- PLC S7-1200
- Pantalla KTP-600
- Computador
- Fuente externa de 24V
- Módulo de entradas/salidas digitales
- Fuente de alimentación extrema

PROCEDIMIENTO:

Para habilitar el circuito de autorretención, utilice un contacto normalmente abierto. El contacto normalmente abierto hace que la corriente fluya al activar el interruptor. Haga clic en el contacto normalmente abierto en los "Favoritos" para insertarlo en el segmento.

Figura 88. Insertar contacto normalmente abierto

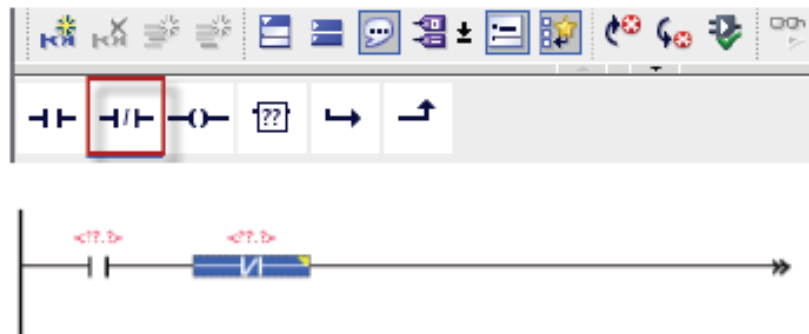


Fuente: Autores

Para deshabilitar el circuito cerrojo, utilice un contacto normalmente cerrado. El contacto normalmente cerrado hace que la corriente fluya hasta que se active el interruptor.

Activando un contacto normalmente cerrado se interrumpe el flujo de corriente. Haga clic en el contacto normalmente cerrado en los "Favoritos" para insertarlo en el segmento.

Figura 89. Insertar contacto normalmente cerrado

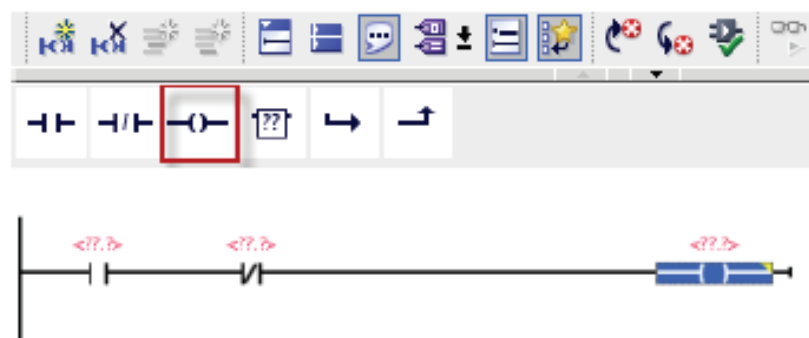


Fuente: Autores

La corriente fluye entre los dos contactos para excitar la bobina. Haga clic en la bobina para insertarla en el segmento. Para que la bobina permanezca activada tras soltar el interruptor "On", se crea una rama paralela. Seleccione la barra de alimentación del segmento.

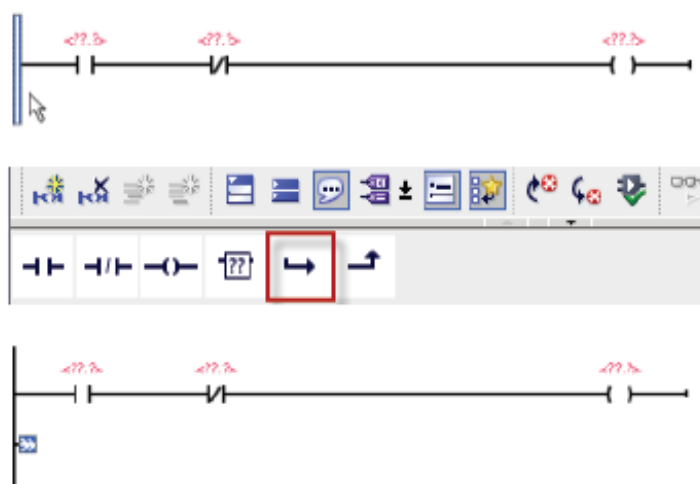
Haga clic en "Abrir rama" en los "Favoritos" para abrir una rama desde la barra de alimentación. Haga clic en el contacto normalmente abierto en los "Favoritos" para insertarlo en la rama.

Figura 90. Insertar bobina al segmento



Fuente: Autores

Figura 91. Creación de rama paralela

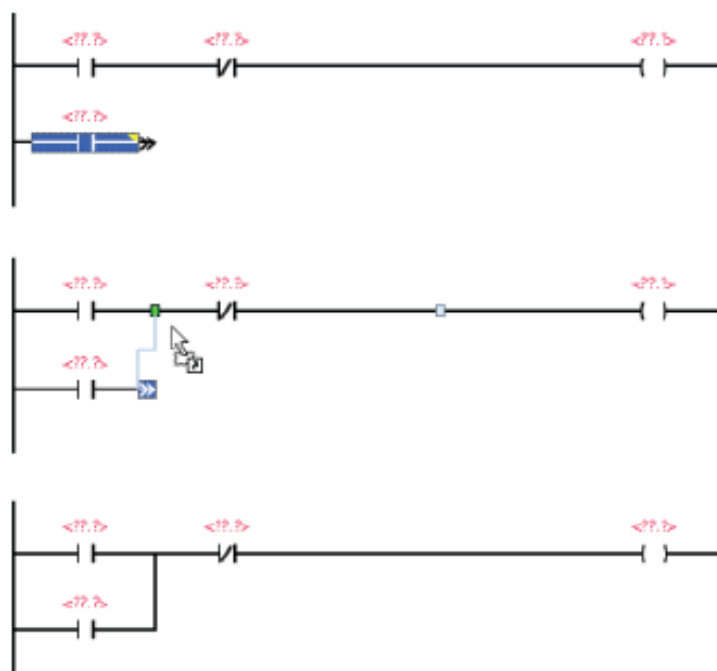


Fuente: Autores

Cierre la rama arrastrando el final hasta el segmento. Conectando la rama entre los dos contactos se aseguran las siguientes condiciones:

- La corriente puede fluir hasta la bobina tras soltarse (desactivarse) el primer interruptor.
- El contacto normalmente cerrado puede interrumpir el circuito y desactivar la bobina.

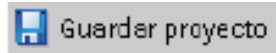
Figura 92. Circuito programado bajo 2 condiciones



Fuente: Autores

Haga clic en el botón "Guardar proyecto" de la barra de herramientas para guardar los ajustes realizados.

Figura 93. Botón guardar Proyecto



Fuente: Autores

CONCLUSIONES:

.....
.....

RECOMENDACIONES:

.....
.....

4.1.3 Practica N.-3:

TEMA: “Introducción de las variables y direcciones para las instrucciones”

OBJETIVOS:

- Introducir las variables y direcciones para las instrucciones
- Configurar la CPU
- Diferenciar entre entrada y salida

MARCO TEÓRICO:

Arrastrar y soltar instrucciones desde el árbol de instrucciones

STEP 7 Basic ofrece Task Cards que contienen las instrucciones para el programa. Las instrucciones se agrupan según su función. Para crear el programa, las instrucciones se arrastran desde la Task Card hasta un segmento.

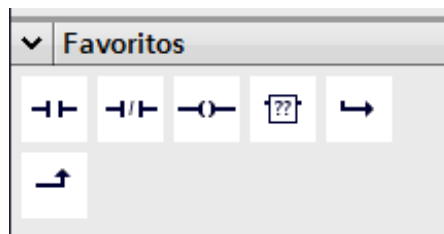
Figura 94. Segmento con instrucción



Fuente: Autores

STEP 7 Basic ofrece una barra de herramienta de "Favoritos" que permite acceder rápidamente a las instrucciones utilizadas con mayor frecuencia. STEP 7 Basic visualiza los "Favoritos" tanto en el editor KOP como en la Task Card "Instrucciones". Sólo tiene que hacer clic en el icono de la instrucción para insertarla en el segmento. (O bien, hacer doble clic si utiliza los "Favoritos" ubicados en la Task Card "Instrucciones".)

Figura 95. Favoritos



Fuente: Autores

EQUIPOS:

- PLC S7-1200
- Pantalla KTP-600
- Computador
- Fuente externa de 24V
- Módulo de entradas/salidas digitales

PROCEDIMIENTO:

El siguiente paso consiste en asignar los contactos y bobinas a las entradas y salidas de la CPU.

Para estas direcciones se crean "Variables PLC". Seleccione el primer contacto y haga doble clic en el operando (" $<??.>$ "). Introduzca la dirección "I0.0" para crear una variable predeterminada para esta entrada. El nombre predeterminado de la variable creado por STEP 7 Basic se puede cambiar fácilmente.

Figura 96. Entrada señalada para ser asignada



Fuente: Autores

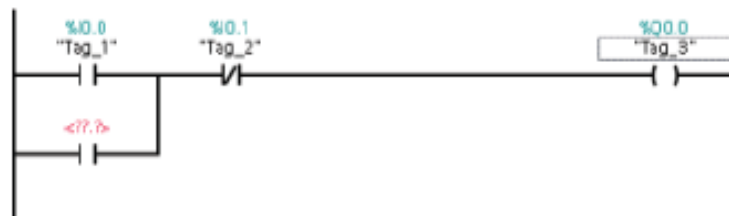
Figura 97. Asignar primera entrada



Fuente: Autores

Introduzca la dirección "I0.1" para el contacto normalmente cerrado.

Figura 98. Asignación de contacto NC



Fuente: Autores

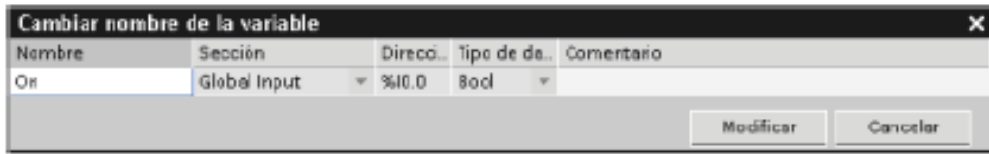
Introduzca una dirección de una salida ("Q0.0") para la bobina. Haga clic con el botón derecho del ratón en la instrucción (contacto o bobina). Elija el comando "Cambiar nombre de la variable" del menú contextual.

Figura 99. Menú contextual



Fuente: Autores

Figura 100. Opción “Cambiar nombre a la variable”



Fuente: Autores

Introduzca los nombres siguientes para las tres instrucciones:

- Cambie "Tag_1" (I0.0) a "On".
- Cambie "Tag_2" (I0.1) a "Off".
- Cambie "Tag_3" (Q0.0) a "Run".

STEP 7 Basic guarda las variables en una tabla de variables. La dirección de la variable se puede introducir directamente desde la tabla de variables en la instrucción.

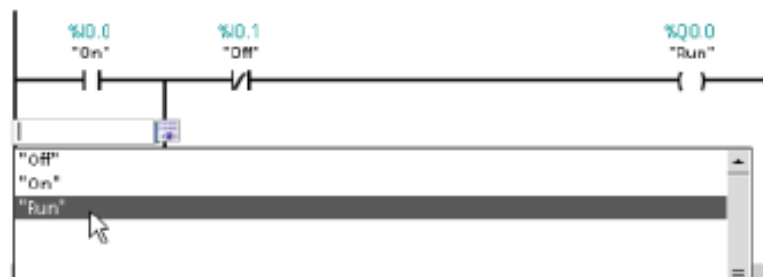
Figura 101. Variables “On”, “Off” y “Run” Asignadas



Fuente: Autores

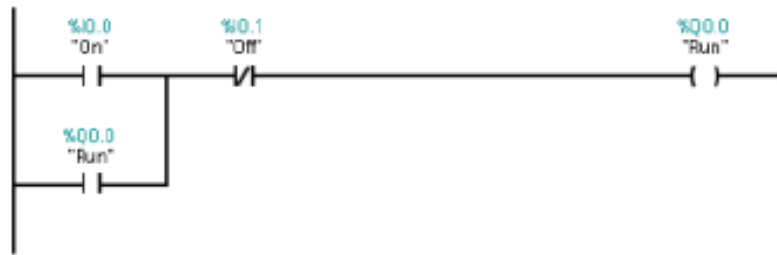
1. Seleccione el contacto en la rama.
2. Haga clic en el icono próximo al campo, o bien teclee una "r" o una "o" para visualizar las entradas de la tabla de variables.
3. Seleccione "Run" en la tabla de variables.

Figura 102. Tabla de Variables



Fuente: Autores

Figura 103. Circuito de Autorretención culminado



Fuente: Autores

Haga clic en el botón "Guardar proyecto" de la barra de herramientas para guardar los ajustes realizados.

Figura 104. Botón guardar Proyecto



Fuente: Autores

CONCLUSIONES:

.....
.....

RECOMENDACIONES:

.....
.....

4.1.4 Practica N.-4:

TEMA: “Configurar la CPU”

OBJETIVOS:

- Cargar la configuración al CPU S7-1200
- Establecer una conexión on line entre la PC y el PLC

- Configurar las propiedades de conexión del CPU S27-1200

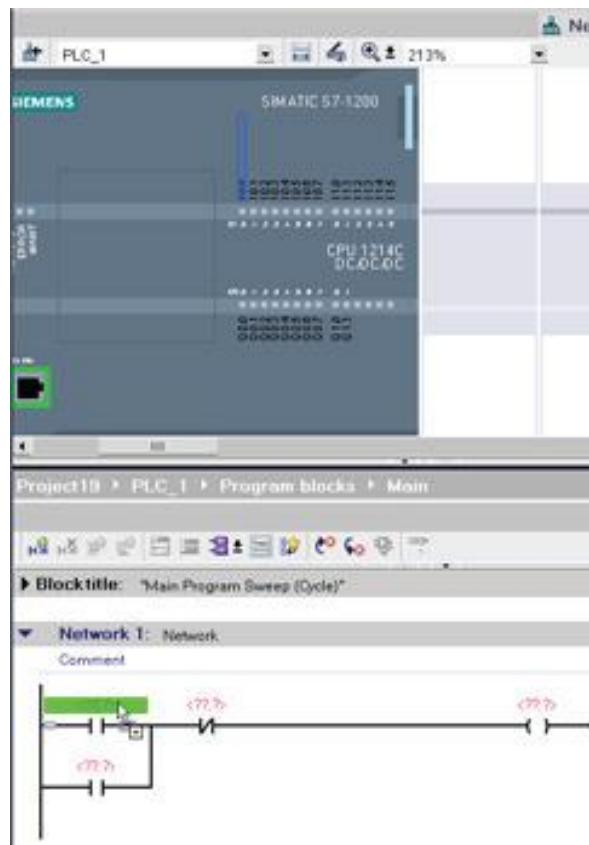
MARCO TEÓRICO:

Detectar la configuración de una CPU

Si se dispone de una CPU física que puede conectarse a una programadora, resulta fácil cargar la configuración hardware desde la CPU.

En primer lugar, conecte la CPU a la programadora y cree un proyecto nuevo. Una vez creada la CPU sin especificar se puede cargar la configuración hardware desde la CPU online.

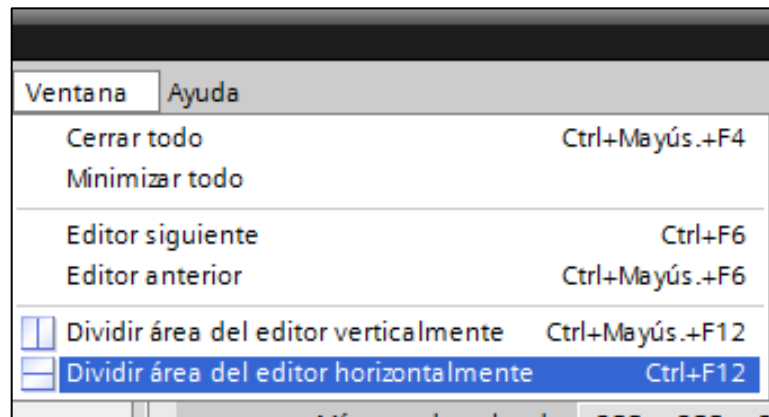
Figura 105. Comparación nombre de la variable con la imagen del PLC



Fuente: Autores

En el editor de programas, seleccione el comando "Detección de hardware" del menú "Online". Posteriormente, en el editor de configuración de dispositivos, seleccione la opción que permite detectar la configuración del dispositivo conectado, o presione el comando "Mayus+F3".

Figura 106. Detección del editor



Fuente: Autores

Nota. Tras seleccionar la CPU en el cuadro de diálogo online, STEP 7 Basic carga la configuración desde la CPU, incluyendo todos los módulos (SM, SB o CM).

Si ya se ha asignado una dirección IP a la CPU, se cargará la dirección IP. Sin embargo, los demás ajustes (p. ej. las propiedades de las E/S analógicas) no se cargan.

Vaya a "Configuración de dispositivos" para configurar manualmente los ajustes de la CPU y los módulos.

EQUIPOS:

- PLC S7-1200
- Pantalla KTP-600
- Computador
- Fuente externa de 24V
- Módulo de entradas/salidas digitales

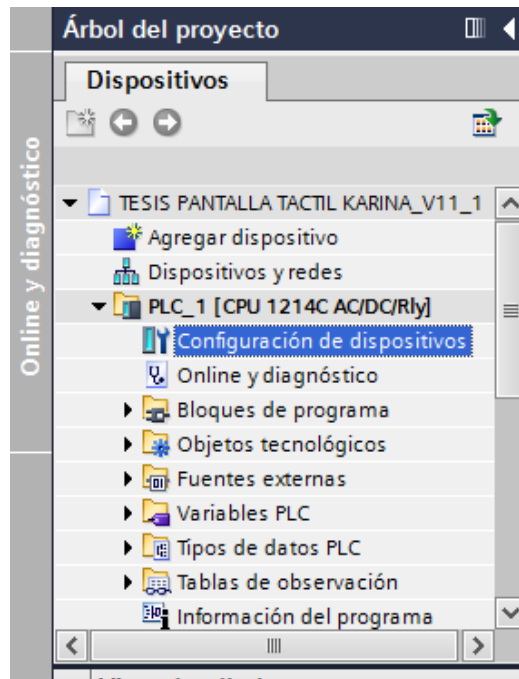
PROCEDIMIENTO:

Cargar la configuración de la CPU.

La función "Detección de hardware" de la configuración de dispositivos puede utilizarse para cargar la configuración de hardware de la CPU.

1. En el "Árbol del proyecto", expanda la carpeta "PLC".
2. Haga doble clic en "Configuración de dispositivos" para visualizar la CPU.

Figura 107. Árbol de Proyectos



Fuente: Autores

Ahora puede hacer clic en el enlace "Determinar" de la CPU sin especificar para establecer una conexión con la CPU online.

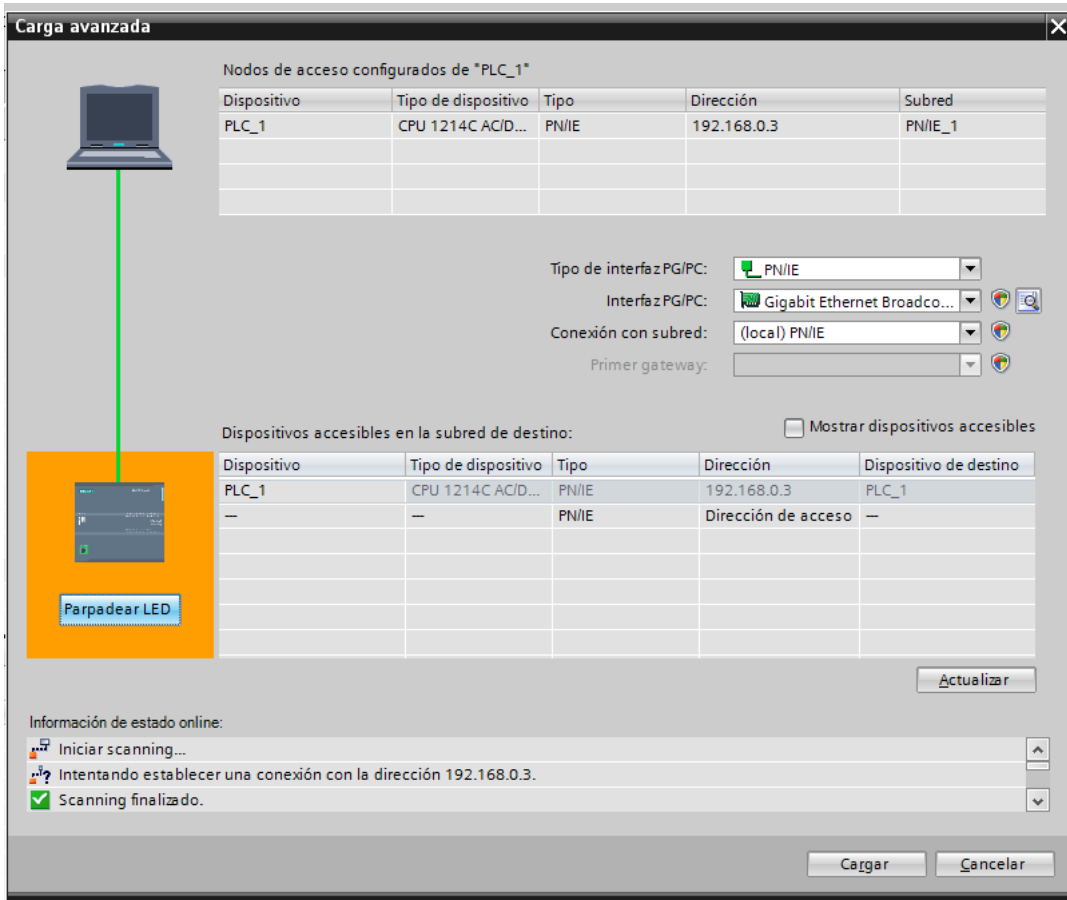
STEP 7 Basic "detecta" toda CPU conectada al equipo. Seleccione la CPU y haga clic en el botón "Cargar" para cargar la configuración de la CPU en el proyecto.

Figura 108. Establecer una conexión con la CPU online



Fuente: Autores

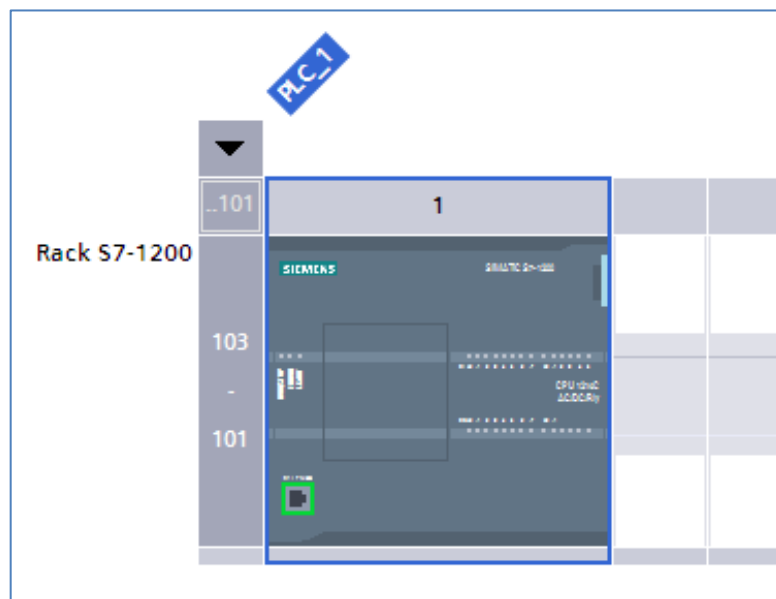
Figura 109. Cargar configuración al PLC



Fuente: Autores

STEP 7 Basic visualiza la CPU en la configuración de dispositivos.

Figura 110. Visualización PLC en el TIA Portal



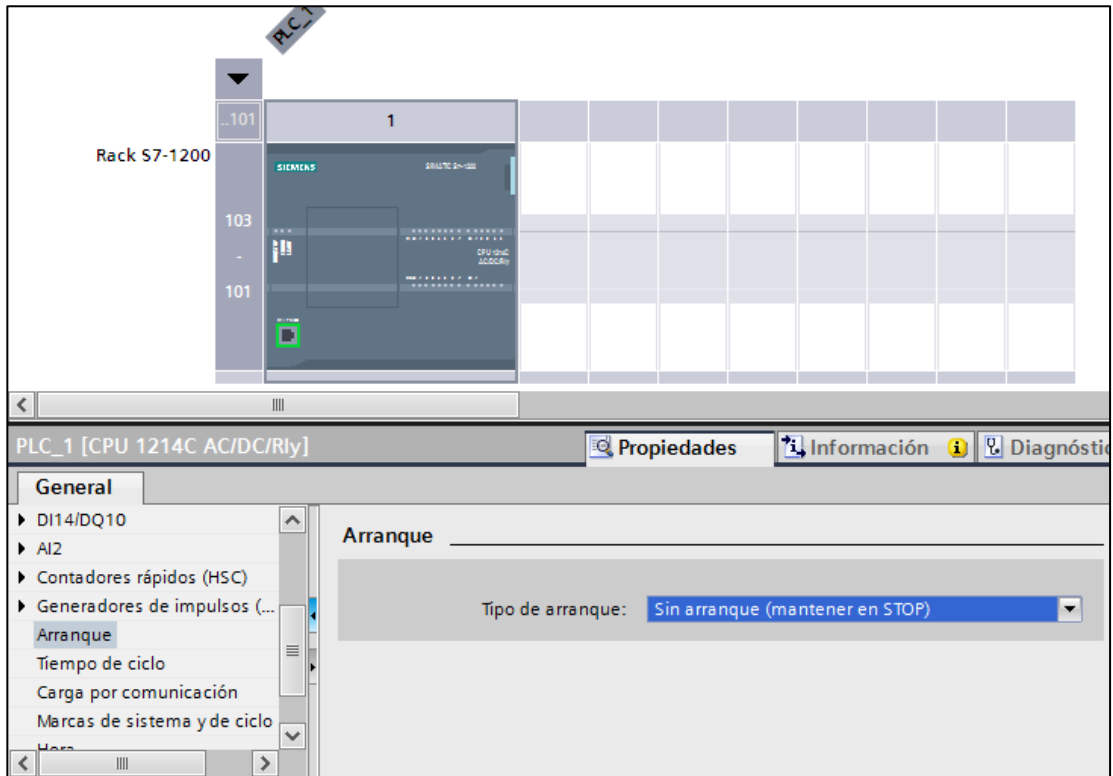
Fuente: Autores

Configurar las propiedades de la CPU

Las propiedades se utilizan para configurar los parámetros operativos de la CPU.

Por ejemplo, el ajuste predeterminado para el arranque tras desconectar y volver a conectar la alimentación es que la CPU pase al estado operativo STOP.

Figura 111. Configuración de dispositivos



Fuente: Autores

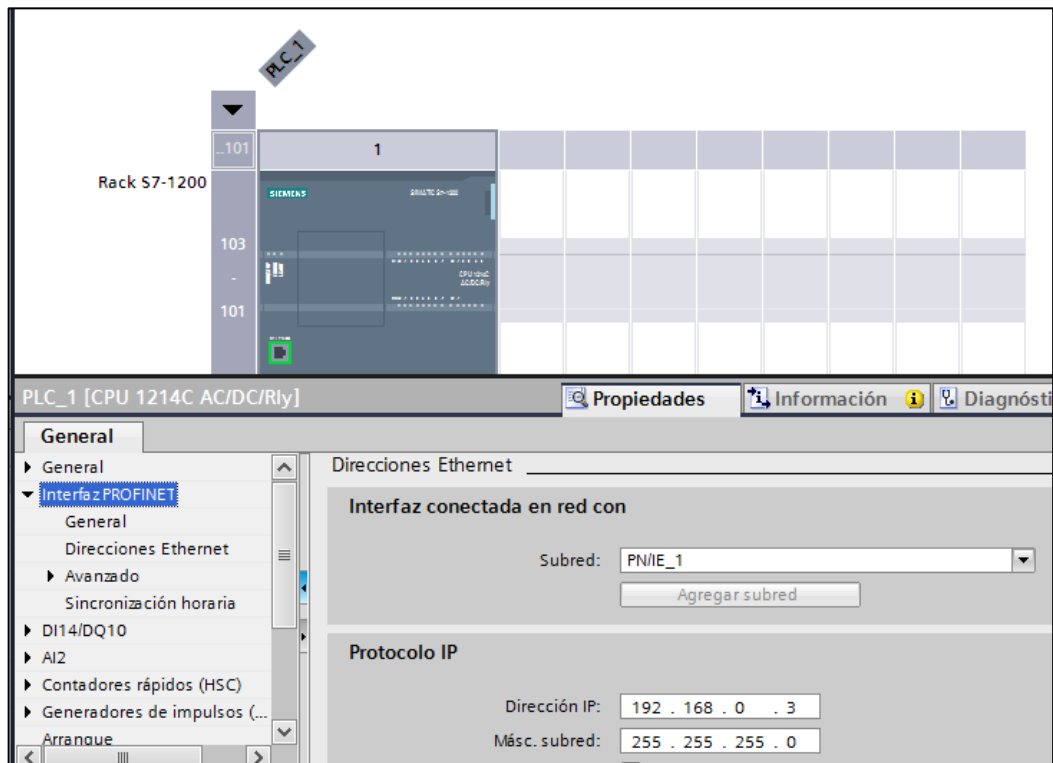
En este ejercicio cambiaremos la propiedad de arranque:

Seleccione la CPU para visualizar las propiedades en la ventana de inspección. En la ventana de inspección, seleccione la ficha "Propiedades" y elija "Arranque" para visualizar las opciones del modo de arranque de la CPU.

Seleccione "Arranque en caliente - RUN". Ha configurado la CPU para que ejecute siempre un arranque en caliente y pase al estado operativo RUN tras desconectar y volver a conectar la alimentación.

Como se habrá dado cuenta al cargar la configuración de la CPU, la CPU no tiene preasignada ninguna dirección IP. La dirección IP debe asignarse para cada CPU.

Figura 112. Asignación de IP



Fuente: Autores

Seleccione el puerto PROFINET en la CPU para visualizar sólo las propiedades de la interfaz PROFINET. (También puede seleccionar "Interfaz PROFINET" en las propiedades "Generales" de la CPU.)

Seleccione "Direcciones Ethernet" en la ventana de inspección.

En el área "Protocolo IP" se visualiza la dirección IP predeterminada que ha creado STEP7 Basic.

Según las exigencias de la aplicación e instalación, puede ser necesario configurar una dirección de red específica para la CPU.

Cargar la configuración en la CPU

Ahora puede cargar la configuración en la CPU:

Seleccione la CPU.

Haga clic en el botón "Cargar en dispositivo" de la barra de herramientas.



Tras establecer la conexión con la CPU, STEP 7 Basic muestra el diálogo "Cargar vista preliminar".

Haga clic en "Cargar" para cargar la configuración de dispositivos en la CPU.

Tras finalizar la carga en la CPU, STEP 7 Basic muestra el diálogo "Cargar resultados". Haga clic en "Finalizar".

La CPU se ha configurado para que utilice la dirección IP predeterminada y pase al estado operativo RUN tras desconectar y volver a conectar la alimentación.

Ahora puede cargar el programa de usuario en la CPU.

Guardar los ajustes realizados en el proyecto.

Puede guardar los ajustes realizados haciendo clic en el botón "Guardar proyecto" de la barra de herramientas.

Figura 113. Botón guardar Proyecto



Fuente: Autores

CONCLUSIONES:

.....
.....
.....

RECOMENDACIONES:

.....
.....
.....

4.1.5 *Practica N.-5:*

TEMA: “Cargar y comprobar el programa de usuario en la CPU”

OBJETIVOS:

- Cargar el programa de usuario en la CPU
- Comprobar el funcionamiento del programa de usuario
- Compilar la configuración en el TIA Portal

MARCO TEÓRICO:

Cargar el programa en el sistema de destino

Al cargar, el programa que está guardado en el disco duro de la programadora (PG) u equipo de programación (PC) se escribe en la memoria del controlador.

Durante el proceso de carga, los bloques incluidos en el programa se compilan, si es necesario, para que el controlador pueda procesarlos.

Una vez el programa está compilado y cargado, el controlador puede procesarlo.

Comparación online/offline

El controlador no registra los cambios realizados en el programa desde la PG/el PC después del proceso de carga. En el TIA Portal existe la posibilidad de realizar una comparación online/offline de los datos del proyecto y visualizar las diferencias.

El modo online permite detectar, por medio de los símbolos del árbol del proyecto, si los componentes del programa "offline" en la PG/el PC son idénticos a los elementos del programa "online" en el controlador. Para actualizar el estado del programa en el controlador es necesario volver a cargarlo.

Probar el programa visualizando el estado del programa

Visualizando el estado del programa se puede observar su ejecución. La visualización del estado se puede activar a partir de un determinado punto del programa obteniendo así una vista general de los valores de las distintas variables y de los resultados lógicos.

De esta manera es posible comprobar si se están controlando correctamente los componentes del sistema de automatización.

La visualización del estado del programa se actualiza cíclicamente. Comienza por el segmento seleccionado.

En la visualización del estado del programa existe la posibilidad de asignar valores a las variables ejecutando una de las acciones siguientes con el comando "Forzar" del menú contextual:

- Forzar a 1: este comando pone las variables del tipo de datos BOOL al estado lógico "1".
- Forzar a 0: este comando pone las variables del tipo de datos BOOL al estado lógico "0".
- Valor de forzado: es posible introducir un valor de forzado para las variables que no sean del tipo de datos BOOL.

Requisitos

- El controlador está configurado.
- Las entradas y salidas del controlador no tienen tensión, ya que los valores forzados en modo online son sobrescritos por el módulo.
- El bloque de organización "Main [OB1]" está abierto en el editor de programas.

EQUIPOS:

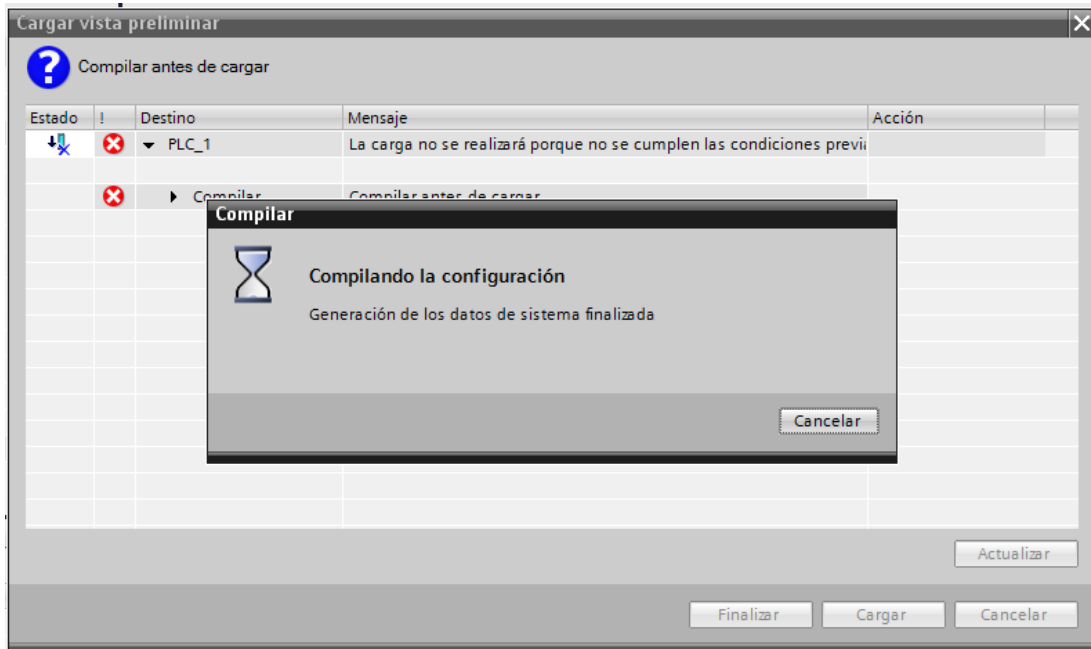
- PLC S7-1200
- Pantalla KTP-600
- Computador
- Fuente externa de 24V
- Módulo de entradas/salidas digitales

PROCEDIMIENTO:

Ahora puede cargar el programa de usuario en la CPU. Abra el editor de programas y

haga clic en el botón "Cargar en dispositivo". 

Figura 114. Cargar proyecto al CPU



Fuente: Autores

Tras establecer la conexión con la CPU, STEP 7 Basic muestra el diálogo "Cargar vista preliminar". Haga clic en "Cargar" para cargar el programa de usuario en la CPU.

Antes de hacer clic en "Finalizar", seleccione "Arrancar todos" para asegurar que la CPU pase a estado operativo RUN.

Active el interruptor "On" (I0.0). Los LEDs de estado de "Start" (I0.0) y "Run" (Q0.0) se encienden.

Figura 115. LED de PLC parpadeantes en conexión activado ON



Fuente: Autores

Desactive el interruptor "On" (I0.0). El LED de estado de "On" (I0.0) se apaga, pero el de "Run" (Q0.0) permanece encendido.

Figura 116. LED de PLC parpadeantes en conexión desactivado ON



Fuente: Autores

Active el interruptor "Off" (I0.1). El LED de estado de "Off" (I0.0) se enciende y el de "Run" (Q0.0) se apaga.

Figura 117. LED de PLC parpadeantes en conexión activado OFF



Fuente: Autores

CONCLUSIONES:

.....

.....

.....

RECOMENDACIONES:

.....
.....
.....

4.2 Elaboración de un plan de mantenimiento del módulo

Podemos describir dos grupos de tareas de mantenimiento:

- *Mantenimiento preventivo para los PLC's.* Como cualquier otra máquina, los PLC necesitan de un mantenimiento preventivo o inspección periódica; esta inspección ha de tener una periodicidad tanto más corta cuanto más complejo sea el sistema; ésta puede variar desde una frecuencia semanal hasta una frecuencia anual.

Aunque la fiabilidad de estos sistemas es alta, las consecuencias derivadas de sus averías originan un alto coste, por lo que es necesario reducir al mínimo esta posibilidad.

- *Localización y reparación de las averías que se produzcan.* Las averías dentro del ambiente industrial, más allá de constituir una fuerte pérdida económica representa una falencia en el sistema de calidad.

Es por ello que basados en el análisis de criticidad, los instrumentos de electrónica y control son considerados frágiles y propensos a fallos sin un adecuado mantenimiento.

Por ser el PLC un elemento electrónico complejo y debido a la importancia que ha de darse a su rápida reparación, en este apartado se señalará algunas indicaciones que puedan ser útiles a los encargados de esta labor. Aquí destaca la importancia de un correcto mantenimiento preventivo para alargar la vida útil del equipo.

4.2.1 Mantenimiento preventivo. Es conveniente disponer de una carpeta de mantenimiento con fichas en las cuales se haya confeccionado un cuadro que recoja los

datos de las inspecciones periódicas, indicando fecha y, en apartado significativo, las averías detectadas y corregidas.

Los datos podrían ser, entre otros:

- Elementos mecánicos
- Entradas y salidas de PLC.
- Condiciones ambientales.
- Condiciones de la fuente de alimentación.

Tabla 15. Realización del Mantenimiento Preventivo de PLC's.

MANTENIMIENTO PREVENTIVO		
Parámetros	SI	NO
De elementos mecánicos: Sujeción firme, en PLC y otros elementos Cables sueltos o rotos Tornillos suficientemente apretados		
De CPU y E/S: Señal de los LED, indicativa de diagnóstico de CPU y E/S		
De condiciones ambientales: Rangos normales de temperatura y humedad Presencia de polvo sobre los elementos Vibración excesiva		
De tensión de alimentación: Tensión de alimentación cerca de los límites máximos permitidos, medidos en la fuente de alimentación La corriente continua y el rizado dentro del margen Tensiones de entrada alas E/S adecuadas		

Fuente: Autores

Las herramientas necesarias para esta labor de mantenimiento preventivo son:

- Algodón y alcohol (para limpiar contactos).
- Herramientas de instalador.
- Multímetro analógico o digital de clase 0,5.
- Osciloscopio.
- Termómetro, etc.

4.3 Mantenimiento Preventivo para la HMI.

TIA Portal ofrece una opción dentro del menú para realizar el mantenimiento de la HMI. Este se lo realiza de la siguiente manera:

Clic en la opción Online

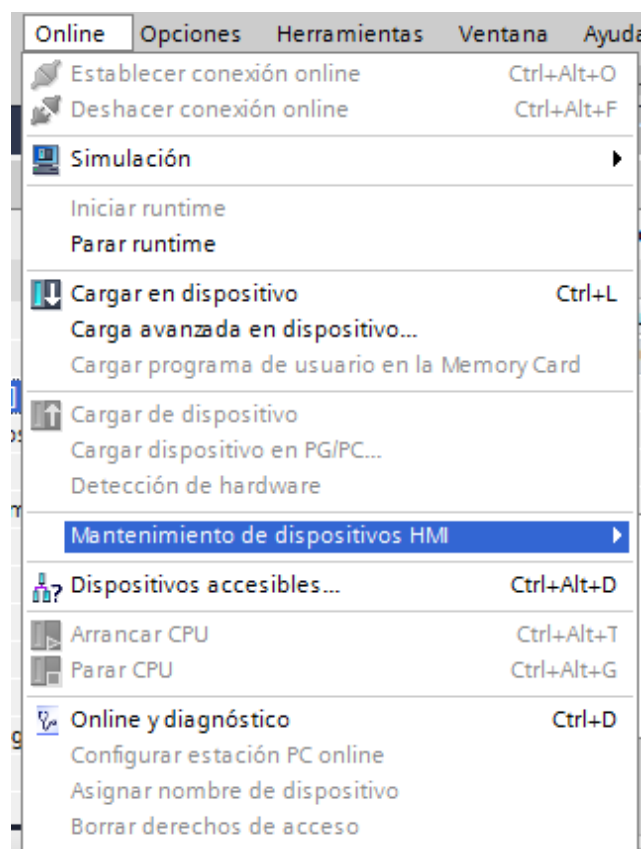
Figura 118. Opción On line



Fuente: Autores

Se despliega las opciones, dentro de éstas elegimos la opción “Mantenimiento de Dispositivos HMI”

Figura 119. Mantenimiento de HMI

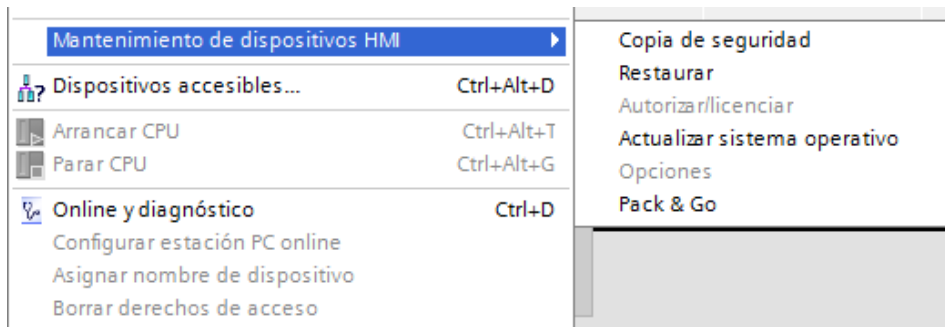


Fuente: Autores

En esta ventana se tendrá varias opciones para realizar el mantenimiento de HMI, tales como:

- Crear copia de seguridad
- Restaurar la Pantalla
- Actualizar Sistema Operativo
- Pack &Go.

Figura 120. Sistema Pack &Go



Fuente: Autores

El panel de operador está diseñado de manera que requiera poco mantenimiento. Sin embargo, se recomienda limpiar con regularidad la pantalla táctil y la lámina del teclado.

Requisitos

Para limpiar el panel utilice un paño húmedo con un producto de limpieza. Como producto de limpieza, utilice únicamente un detergente lavavajillas o un producto de limpieza espumante para pantallas.

Procedimiento

Proceda del siguiente modo:

- 1) Desconecte el panel de operador.
- 2) Rocíe un producto de limpieza sobre el paño. No lo rocíe directamente sobre el panel de operador.
- 3) Limpie el panel de operador.
- 4) Limpie el display desde el borde de la pantalla hacia adentro.

CAPÍTULO V

5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1 Conclusiones

El principio de funcionamiento de las pantallas táctiles, es de gran ayuda al para aprovechar las características y propiedades presentes en los equipos.

Las aplicaciones de los PLC y las pantallas táctiles en los procesos industriales, particularmente, el transporte y distribución de objetos, permiten mantener un manejo adecuado de las tecnologías acorde a la simulación de procesos.

El Módulo Educativo de simulación de Procesos Industriales (MESPI) es una de las mejores opciones como complemento en la actividad educativa en las asignaturas correspondientes a electrónica, control y automatización.

La utilización de dispositivos electrónicos de costo moderado y de uso local para la simulación, permite familiarizarse con los equipos existentes en la industria, y poder vincular a los docentes a procesos reales relativos al ambiente industrial.

La guía de prácticas de laboratorio aplicando la pantalla táctil amplía el conocimiento de los equipos en diversas aplicaciones. Diversificando su estudio a otros campos diferentes al aplicado en el proyecto de tesis.

La creación un plan base de mantenimiento preventivo y correctivo para el módulo de automatización industrial, mejora notablemente la funcionalidad y confiabilidad del módulo, considerando como equipos importantes al autómeta y al panel operador.

5.2 Recomendaciones

Tener conocimientos previos del equipo a utilizar, puesto que es indispensable conocer sobre control industrial, y automatización.

Volver a hacer el análisis de ergonomía pues parte de la construcción del módulo puede ser suprimida, y así efectivizar espacio.

Tener cuidado con la superficie del panel operador y con todo el equipo en sí, el cual debe estar protegido del polvo, suciedad, humedad, temperatura y las vibraciones de otros equipos puesto que estos factores afectan su desempeño.

Emplear de modo adecuado cada práctica siguiendo paso a paso cada uno de los procesos detallados, completando las tareas solicitadas.

Tener cuidado con las asignaciones de direcciones para la programación, puesto un error, puede impedir la carga del programa al PLC.

Dar un adecuado mantenimiento preventivo al autómeta y al panel operador para tener estos equipos en condiciones adecuadas para su utilización.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] Automatización en la manufactura. http://www.cdi.org.pe/tema_0032004.htm.
- [2] <http://www.gestiopolis.com/administracion-estrategia/automatizacion-en-procesos-como-mejores-practicas.htm>.
- [3] <http://www.monografias.com/trabajos6/auti/auti.shtml>.
- [4] mitecnologico.com/Main/DefinicionAutomatizacion.
- [5] AUTOMATIZACIÓN. Problemas resueltos con autómatas programables, 2010.
- [6] Siemens.SIMATIC S7-1200. 2010.
- [7] http://www.catarina.udlap.mx/u_dl_a/tales/documentos/lmt/.../capitulo4.pdf.
- [8] MAYOL, A.Autómatas programables. s.l. : Productica, 1987.
- [9] <http://www.galia.fc.uaslp.mx/-cantocar/autómatas/PRESENTACIONESplc.pdf>
- [10] Siemens.Easybook S71200. 2011.
- [11] <http://www.ecojoven.com/dos/05/tactil.html>.
- [12] <http://www.etitudela.com/celula/downloads/panelesdeoperador.pdf>.
- [13] Aquilano, Chase.Administración y dirección de operaciones. s.l. : MC Graw Hill.

BIBLIOGRAFÍA

AQUILANO, Ch. Administración y dirección de operaciones. s.l. : MC Graw Hill.

GUNTER, G. S. Instalaciones Eléctricas. 2da.ed. Berlín: Siemens, 1989.

MAYOL, A. Autómatas programables. s.l. : Productica, 1987.

MOROCHO, M. Administración de Mantenimiento. Riobamba: 2004. (doc.).

SALESIANOS, S. J. Manual Usuario Simatic S7-200 CPU 224. (doc.).

SIEMENS, Simatic, Controlador Programable S7-1200, 11/2009, cod A5E02486683

SIEMENS, Simatic, Easybook S7-1200, 11/2009, cod A5E02486778-01

SIEMENS, Simatic TIA Portal STEP 7 Basic V10.5, 12/2009, cod A5E02714428-01

TECSUP, Planificación y Programación del Mantenimiento. Perú: 2008. (doc.).

LINKOGRAFÍA

AUTOMATIZACIÓN INDUSTRIAL

<http://www.ia.net.ve/automatizacion.htm>

05/03/2012

http://www.cdi.org.pe/tema_0032004.htm.

11/03/2012

<http://www.gestiopolis.com/administracion-estrategia/automatizacion-en-procesos-como-mejores-practicas.htm>.

20/02/2012

<http://www.monografias.com/trabajos6/auti/auti.shtml>.

20/02/2012

<http://www.mitecnologico.com/Main/DefinicionAutomatizacion>.

17/02/2012

AUTÓMATAS S7-1200

http://www.catarina.udlap.mx/u_dl_a/tales/documentos/lmt/.../capitulo4.pdf.

12/03/2012

<http://www.siemens.de/automation/support-request>

02/02/2012

<http://www.galia.fc.uaslp.mx/-cantocar/autómatas/PRESENTACIONESplc/pdf/S71200>.

PANTALLAS TÁCTILES

<http://www.siemens.com/automation/support-request>

02/03/2012

<http://support.automation.siemens.com>

03/03/2012

<http://www.salesianos.edu/alcoy.juanxxiii/dpts/docs/automatas.pdf>

13/02/2012

<http://www.ecojoven.com/dos/05/tactil.html>.

01/03/2012

<http://www.etitudela.com/celula/downloads/panelesdeoperador.pdf>.

01/03/2012