



**ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO**

**FACULTAD DE MECÁNICA**

**ESCUELA DE INGENIERÍA DE MANTENIMIENTO**

**“DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UN MÓDULO DE  
AUTOMATIZACIÓN CON PANTALLA TÁCTIL  
APLICADO AL CONTROL DE TEMPERATURA  
PARA EL LABORATORIO DE CONTROL  
INDUSTRIAL DE LA FACULTAD DE MECÁNICA”**

**PATRICIO JAVIER LASCANO ÁLVAREZ**

**JULIO LEONARDO MORENO ANDRADE**

**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**

---

Julio, 17 de 2012

Yo recomiendo que la Tesis preparada por:

**PATRICIO JAVIER LASCANO ÁLVAREZ**

---

Titulada:

**“DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UN MÓDULO DE AUTOMATIZACIÓN CON PANTALLA TÁCTIL APLICADO AL CONTROL DE TEMPERATURA PARA EL LABORATORIO DE CONTROL INDUSTRIAL DE LA FACULTAD DE MECÁNICA”**

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

\_\_\_\_\_  
Dr. Marco Haro  
ASESOR DE TESIS

**ESPOCH**

Facultad de Mecánica

---

**CERTIFICADO DE APROBACIÓN DE TESIS**

---

Julio, 17 de 2012

Yo recomiendo que la Tesis preparada por:

**JULIO LEONARDO MORENO ANDRADE**

---

Titulada:

**“DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UN MÓDULO DE AUTOMATIZACIÓN CON  
PANTALLA TÁCTIL APLICADO AL CONTROL DE TEMPERATURA PARA  
EL LABORATORIO DE CONTROL INDUSTRIAL DE LA FACULTAD DE  
MECÁNICA”**

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

---

Dr. Marco Haro  
ASESOR DE TESIS

# ESPOCH

Facultad de Mecánica

---

## CERTIFICADO DE EXAMINACIÓN DE TESIS

---

**NOMBRE DEL ESTUDIANTE:** PATRICIO JAVIER LASCANO ÁLVAREZ

TÍTULO DE LA TESIS: "DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UN MÓDULO DE AUTOMATIZACIÓN CON PANTALLA TÁCTIL APLICADO AL CONTROL DE TEMPERATURA PARA EL LABORATORIO DE CONTROL INDUSTRIAL DE LA FACULTAD DE MECÁNICA"

**Fecha de Examinación:** Julio, 17 de 2012.

### RESULTADO DE LA EXAMINACIÓN:

COMITÉ DE EXAMINACIÓN	APRUEBA	NO APRUEBA	FIRMA
Ing. Hernán Samaniego (PRESIDENTE TRIB. DEFENSA)			
Ing. Marco Santillán (DIRECTOR DE TESIS)			
Dr. 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.

\_\_\_\_\_  
f) Presidente del Tribunal

# ESPOCH

Facultad de Mecánica

---

## CERTIFICADO DE EXAMINACIÓN DE TESIS

---

**NOMBRE DEL ESTUDIANTE:** JULIO LEONARDO MORENO ANDRADE

TÍTULO DE LA TESIS: "DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UN MÓDULO DE AUTOMATIZACIÓN CON PANTALLA TÁCTIL APLICADO AL CONTROL DE TEMPERATURA PARA EL LABORATORIO DE CONTROL INDUSTRIAL DE LA FACULTAD DE MECÁNICA"

**Fecha de Examinación:** Julio, 17 de 2012.

### RESULTADO DE LA EXAMINACIÓN:

COMITÉ DE EXAMINACIÓN	APRUEBA	NO APRUEBA	FIRMA
Ing. Hernán Samaniego (PRESIDENTE TRIB. DEFENSA)			
Ing. Marco Santillán (DIRECTOR DE TESIS)			
Dr. 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.

---

f) Presidente del Tribunal

## DERECHOS DE AUTORÍA

El trabajo de grado que presentamos, es original de adaptación tecnológica realizada 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.

---

Patricio Javier Lascano Álvarez.

---

Julio Leonardo Moreno Andrade.

## **AGRADECIMIENTO**

Nuestro sincero agradecimiento a la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo en especial a la Facultad de Mecánica a la Escuela de Ingeniería de Mantenimiento, autoridades, docentes y compañeros quienes nos acogieron y nos permitieron compartir conocimiento y amistad desinteresada.

Deseamos también agradecer al Ing. Marco Santillán, Dr. Marco Haro M. Por su acertada dirección y asesoría en el planteamiento y ejecución del presente trabajo quienes de una manera especial impulsaron para llevar a cabo este anhelado proyecto.

Agradecemos a nuestros padres por su apoyo incondicional en esta etapa de lucha y constancia que nos ha permitido culminar con éxito una etapa importante de nuestra vida.

Julio Leonardo Moreno Andrade

Patricio Javier Lascano Álvarez.

## **DEDICATORIA**

Este trabajo va dedicado a para todos los compañeros estudiantes y profesionales que requieran una guía para diseñar o construir un módulo de automatización con pantalla táctil aplicado al control de temperatura o aplicaciones similares.

Julio Moreno

Este trabajo va dedicado a Dios, a mis padres que día a día guían mis pasos quienes me brindaron todo su apoyo y comprensión incondicional, para cumplir con responsabilidad este gran reto.

Patricio Lascano

## CONTENIDO

	<b>Pág.</b>
<b>1. INTRODUCCIÓN</b>	<b>1</b>
1.1 Antecedentes.....	2
1.2 Justificación.....	2
1.3 Objetivos.....	3
1.3.1 Objetivo general.....	3
1.3.2 Objetivos específicos.....	3
	4
<b>2. MARCO TEÓRICO</b>	
2.1 Desarrollo de la automatización industrial.....	4
2.2 Nuevas tendencias de la automatización industrial.....	6
2.3 Los controladores lógicos programables (PLC).....	7
2.3.1 Aplicaciones de los PLC.....	8
2.3.2 Estructura básica de un PLC.....	8
2.3.2.1 Unidad de entrada.....	9
2.3.2.2 Unidad de salida.....	9
2.3.2.3 Unidad lógica.....	10
2.3.2.4 Memoria.....	10
2.4 Interfaz hombre máquina HMI.....	11
2.4.1 Administrar parámetros de proceso y parámetros de máquina.....	11
2.4.2 Representar procesos.....	12
2.4.3 Manejar procesos.....	12
2.4.4 Emitir avisos.....	12
2.4.5 Archivar valores de proceso y avisos.....	12
2.4.6 Documentar valores de proceso y avisos.....	12
2.5 Pantalla táctil.....	12
2.5.1 Sistema infrarrojo.....	13
2.5.2 Sistema capacitivo.....	13
2.5.3 Sistema onda acústica superficial (SAW).....	14
2.5.4 Sistema resistivo.....	14
2.6 Medios de comunicación.....	17
2.6.1 Interfaces de comunicación.....	18
2.6.1.1 Formas de transmisión de datos.....	18
2.6.1.2 Modos de transmisión.....	19
2.6.2 Redes de comunicación.....	20
2.6.2.1 Clasificación de las redes.....	20
2.6.2.2 Protocolos.....	22
2.6.2.3 Criterios para elegir un acoplamiento.....	24
2.6.3 Comunicaciones entre el panel operador y el autómatas.....	24
2.6.3.1 Principios de comunicación.....	26
2.6.3.2 Comunicación a través de variables.....	26
2.6.3.3 Comunicación a través de áreas de datos de usuarios.....	27
2.7 Software.....	28
2.8 Dispositivos de protección.....	29
2.8.1 Protección contra cortocircuitos.....	29
2.8.1.1 Circuitos de parada de emergencia.....	30
2.9 Dispositivo de control y medida de temperatura.....	31

2.9.1	Dispositivos de medida de señal.....	31
<b>3.</b>	<b>DISEÑO DEL MÓDULO DE AUTOMATIZACIÓN</b>	<b>35</b>
3.1	Consideraciones para el diseño.....	35
3.1.1	Instalación y puesta a punto.....	35
3.1.1.1	Condiciones ambientales del entorno.....	35
3.1.2	Alimentación de corriente y protección de la línea.....	37
3.1.3	Circuito de alimentación para el autómatas.....	38
3.1.4	Distribución eléctrica del autómatas programable.....	38
3.1.5	Tendido de los conductores.....	39
3.1.6	Protecciones.....	40
3.2	Estructura del módulo de automatización industrial.....	41
3.2.1	Dimensionamiento de la estructura.....	42
3.2.2	Ubicación del PLC en el módulo.....	43
3.2.3	Ubicación del HMI en el módulo.....	43
3.2.4	Entradas y salidas del módulo.....	43
3.2.4.1	Entradas digitales.....	44
3.2.4.2	Entradas analógicas.....	45
3.2.4.3	Salida analógica.....	46
3.2.5	Colocación de un potenciómetro.....	47
3.2.6	Ubicación de los pulsadores.....	47
3.2.7	Colocación de lámparas.....	47
3.3	Selección de los equipos y dispositivos a utilizar.....	48
3.3.1	Selección del autómatas programable.....	48
3.3.2	Tarjeta de señales SignalBoards.....	50
3.3.2.1	Montaje y desmontaje de una SignalBoards.....	51
3.3.3	Módulos de señales.....	53
3.3.4	Extraer y reinsertar el conector del bloque de terminales del S7-1200.....	53
3.3.5	Montaje del conector.....	56
3.3.6	Datos técnicos de la SignalBoard1232.....	61
3.3.7	Ejecución del programa de usuario.....	61
3.3.8	Estados operativos de la CPU.....	62
3.3.9	Recuperación si se olvida la contraseña.....	63
3.3.10	Almacenamiento de datos, áreas de memoria y direccionamiento.....	63
3.3.11	Selección del panel operador HMI.....	64
3.311.1	Pasos necesarios para instalar el panel operador en la estructura metálica.....	66
3.3.11.2	Conexión de la fuente de alimentación.....	67
3.3.11.3	Conexión con PC y PLC de un Basic Panel PN.....	69
3.3.12	Selección de fuente de corriente continua.....	70
3.3.13	Selección de la tarjeta acondicionadora de señal.....	70
3.3.14	Selección de dispositivos de protección.....	72
3.3.15	Selección de terminales.....	72
3.3.16	Selección de pulsadores de encendido y apagado.....	73
3.3.17	Selección de lámparas.....	74
3.4	Plano eléctrico.....	74
3.5	Montaje de equipos y dispositivos eléctricos.....	75
3.6	Conexiones eléctricas y medios de comunicación.....	75
3.7	Programación.....	76
3.7.1	Conceptos existentes para programar el s7 1200.....	78
3.7.1.1	Programación lineal.....	78
3.7.1.2	Programación estructurada.....	79

3.7.1.3	Requisitos de funcionamiento.....	81
3.7.1.4	Operaciones de lenguaje y programación empleadas.....	73
3.7.1.5	Termo ventilador.....	87
3.7.1.6	Programación mediante el uso de bloques Main OB1.....	77
3.7.1.7	Programación para el control de temperatura.....	89
3.7.1.8	Operaciones utilizadas en Wincc Flexible.....	92
3.7.1.9	Simulación mediante el uso de una batería.....	94
<b>4.</b>	<b>PRUEBAS EN EL MÓDULO</b>	<b>97</b>
4.1	Prueba del circuito de potencia.....	97
4.2	Prueba del circuito de mando.....	97
4.3	Prueba del circuito de seguridad y protección.....	97
4.4	Puesta en marcha.....	98
4.4.1	Procedimiento de inicio de la operación del módulo didáctico de automatización.....	98
4.5	Elaboración de un manual de prácticas.....	98
4.5.1	Instalación del programa.....	98
4.5.2	Creación de una máquina virtual.....	99
4.5.3	Pasos para iniciar la programación en el TIA.....	101
4.5.4	Crear una imagen HMI. ....	108
4.6	Elaboración de un banco de tareas de mantenimiento para el módulo. ....	145
<b>5.</b>	<b>CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES</b>	<b>151</b>
5.1	Conclusiones.....	151
5.2	Recomendaciones.....	152

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BIBLIOGRAFÍA

LINKOGRAFÍA

ANEXOS

## LISTA DE TABLAS

		<b>Pág.</b>
1	Protocolos de comunicación dependiendo del autómeta.....	23
2	Redes de comunicación dependiendo del autómeta.....	27
3	Características técnicas del módulo.....	42
4	Características técnicas del PLC s7 1200.....	57
5	Características técnicas de la SignalBoard 1232.....	60
6	Características almacenamiento y configuración de software...	64
7	Datos técnicos del panel operador KTP600.....	66
8	Comparadores lógicos de variables del PLC .....	86
9	Variables utilizadas para el control de temperatura.....	88
10	Requisitos del sistema.....	99
11	Mantenimiento del PLC s7 1200.....	146
12	Mantenimiento de la HMI KTP 600 pn.....	147
13	Mantenimiento de los terminales del PLC.....	148

## LISTA DE FIGURAS

		<b>Pág.</b>
1	PLC en control de procesos.....	7
2	Estructura básica de un PLC.....	9
3	Diagrama de un PLC con dispositivos de entrada y salida.....	9
4	Sistema infrarrojo pantallas táctiles.....	13
5	Sistema onda acústica superficial (SAW).....	14
6	Sistema resistivo pantallas táctiles.....	15
7	Capas sistema resistivo.....	15
8	Red industrial de conexión vía PROFINET.....	21
9	Conexión directa. Programadora conectada a una CPU S7-1200....	25
10	Conexión directa. HMI conectado a una CPU S7-1200.....	25
11	Conexión directa. Una CPU S7-1200 conectada a otra CPU S7-1200.....	25
12	Conexión de red. Más de dos dispositivos interconectados, utilizando un switch Ethernet.....	26
13	Comunicación con el TIA.....	28
14	Breaker automático.....	30
15	Fusible.....	30
16	Mando de paro de emergencia.....	31
17	Termopar.....	32
18	Termopar con acondicionamiento de señal.....	34
19	Vista lateral. Disposición en el tablero, la ubicación del PLC.....	43
20	Disposición indicativa frontal, de las partes que conforman el módulo de automatización.....	44
21	Indicador de la ubicación de la entrada analógica IW64.....	44
22	Nos indica la segunda entrada analógica IW67.....	45
23	Salida analógica con su respectiva dirección.....	46
24	Ubicación de un potenciómetro para simulación.....	47
25	PLC S7 1200.....	50
26	Tarjeta SignalBoards.....	51
27	Montaje del SignalBoards.....	51
28	Desmontaje del SignalBoards.....	52
29	Ubicación de módulos de señales.....	53
30	Pasos para extraer el conector del bloque de terminales del S7-1200.....	54
31	Como conectar el conector del bloque de terminales del S7-1200....	55
32	Diagrama del cableado.....	56
33	Signal board 1232.....	56
34	Diagrama del cableado de la SignalBoard B 1232.....	61
35	Estados operativos CPU.....	62
36	Componentes del KTP 600 PN Basic.....	65
37	Instalación del panel operador.....	67
38	Dimensionamiento para el pelado de cables.....	68
39	Forma de conectar el HMI con una fuente de poder.....	68
40	Enlaces PROFINET con diferentes equipos.....	69
41	Fuente de poder de 24 Voltios y 2.5 A.....	70
42	Tarjeta acondicionadora se señal.....	71
43	Esquema eléctrico del integrado AD 595 necesario para amplificar la señal.....	71
44	Fusible para la salida de la fuente de 24V.....	72
45	Jack Banana.....	73
46	Contactador 12A para el módulo.....	73

47	Esquema eléctrico de conexión del contactor.....	74
48	Secuencia lógica del s7 1200.....	77
49	Programación lineal.....	79
50	Programa estructurado por áreas.....	80
51	Representación de un contacto en lenguaje KOP.....	81
52	Bobina.....	82
53	Bloques de programa.....	82
54	Función set –reset.....	82
55	Función de temporización.....	83
56	Función de transferencia.....	84
57	Función de conversión de variables.....	84
58	Función multiplicación.....	85
59	Función de división.....	85
60	Comparadores de variable.....	86
61	Módulo de temperatura.....	89
62	Visor barra de escalas.....	92
63	Visor de curvas.....	93
64	Herramienta botón.....	93
65	Campo para ingreso y salida de datos.....	93
66	Campo para ingreso y salida de datos en runtime.....	94
67	Vista del proyecto en Wincc Flexible.....	94
68	Creación de una máquina virtual en el sistema operativo MAC.....	100
69	Ejecución del TIA dentro de una máquina virtual.....	100
70	Crear proyecto en el interior del TIA.....	101
71	Configuración de nuevo proyecto.....	101
72	Selección del tipo de PLC.....	102
73	Especificación de dispositivo a utilizar.....	102
74	Auto detección de dispositivos con su respectiva dirección IP.....	103
75	Selección de dispositivo que se desee abrir.....	103
76	Confirmación de dirección IP.....	104
77	Vista cargada del PLC en el TIA.....	104
78	Bloque Main OB1.....	105
79	Task de instrucciones.....	105
80	Rama del programa.....	106
81	Vista del árbol de instrucciones.....	106
82	Definir e interconectar variables del PLC.....	107
83	Conexión de variable del PLC.....	108
84	Definir variable.....	108
85	Definir variable.....	109
86	Definición de un nombre a la bobina.....	109
87	Instrucción para definir variables.....	109
88	Definir variable booleana.....	110
89	Vista de las instrucciones para cargar el proyecto.....	111
90	Carga avanzada del proyecto.....	112
91	Asignación de dirección IP.....	113
92	Ventana para conmutar el PLC.....	113
93	Cuadro vista preliminar.....	114
94	Carga de resultados en el PLC.....	114
95	Conexión online.....	115
96	Vista del árbol de proyecto una vez cargado el programa en el PLC.....	115
97	Icono de visualización del programa.....	116
98	Forzar programa al estado lógico 1.....	117
99	Visualización del circuito encendido.....	118
100	Forzar programa al estado lógico 0.....	119
101	Vista del circuito en el estado lógico 0.....	119

102	Visualización de conexión online.....	120
103	Agregar dispositivo nuevo.....	121
104	Asistente para agregar dispositivos nuevos.....	121
105	Asistente para conexiones con PLCs.....	122
106	Asistente para seleccionar color de la pantalla.....	123
107	Asistente para agregar dispositivos nuevos.....	124
108	Asistente para cambiar de nombre a la pantalla.....	124
109	Asistente para desactivar y activar imágenes del sistema.....	125
110	Asistente para agregar iconos apagados, idioma inicio de sesión....	126
111	Asistente para agregar un botón desde las herramientas.....	128
112	Asistente para adaptar tamaño al contenido de un objeto.....	128
113	Asistente para rotular texto.....	129
114	Asistente para asignar una función.....	129
115	Asistente para designar una variable.....	130
116	Herramienta objeto grafico círculo.....	131
117	Propiedades para dar color a un objeto.....	131
118	Asistente para agregar color al segundo objeto.....	132
119	Propiedad para agregar una animación.....	132
120	Propiedad para enlazar la animación con la variable PLC.....	133
121	Propiedad para activar parpadeo del LED.....	133
122	Propiedad para agregar una animación para el LED rojo.....	134
123	Propiedad para enlazar una animación.....	134
124	Propiedad para agregar parpadeo LED rojo.....	135
125	Enlace de varias pantallas en WinCC Flexible.....	136
126	Asistente para agregar una nueva imagen.....	136
127	Nueva imagen creada.....	137
128	Agregar botón para cambiar a otra imagen.....	137
129	Pasos para activar una nueva imagen.....	138
130	Pasos para cargar el programa en el HMI.....	139
131	Vista de características de carga del programa en el HMI.....	140
132	Vista inicio del panel HMI.....	141
133	Vista del bloque transferir en panel HMI.....	142
134	Vista del bloque Profinet del panel HMI.....	143
135	Vista simulación Runtime en el WinCC Flexible.....	144
136	Vista simulada del programa dentro del runtime del WinCC Flexible	145
137	Vista de las herramientas de diagnóstico online del PLC con el TIA V11.....	149

## **LISTA DE ANEXOS**

- A** Circuito de mando y de potencia del módulo
- B** Disposición de elementos en el módulo
- C** Cuidados que hay que tomar en cuenta con el PLC
- D** Vista frontal del módulo de automatización SIEMENS
- E** Recomendaciones para conectar el termopar al módulo

## LISTA DE ABREVIACIONES

<b>ANSI</b>	American National Standards Institution
<b>CPU</b>	Unidad central de proceso
<b>CSV</b>	Comma Separate Values
<b>CTS</b>	Clear To Send
<b>DC</b>	Direct Current
<b>DCD</b>	Data Carrier Detect
<b>DHCP</b>	Dynamic Host Configuration Protocol
<b>DIL</b>	Dual-in-Line (diseño de carcasa de chip electrónico)
<b>DNS</b>	Domain Name System
<b>DP</b>	Periferia descentralizada
<b>DSN</b>	Data Source Name
<b>DSR</b>	Data Set Ready
<b>DTR</b>	Data Terminal Ready
<b>ES</b>	Entrada y salida
<b>ESD</b>	(ESDS) Componentes/tarjetas sensibles a descargas electrostáticas
<b>EMC</b>	Compatibilidad electromagnética
<b>EN</b>	Norma europea
<b>ES</b>	Engineering System
<b>ESD</b>	Electrostatic Sensitive Device
<b>GND</b>	Ground
<b>AF</b>	Alta frecuencia
<b>HMI</b>	Human Machine Interface
<b>IEC</b>	International Electronic Commission (Comisión Internacional Electrónica)
<b>IF</b>	Interface
<b>IP</b>	Internet Protocol
<b>LED</b>	Light Emitting Diode
<b>MAC</b>	Media Access Control
<b>MOS</b>	Metal Oxide Semiconductor
<b>MPI</b>	Multipoint Interface (SIMATIC S7)
<b>MS</b>	Microsoft
<b>MTBF</b>	Mean Time Between Failures (tiempo medio de funcionamiento entre dos paradas)
<b>N.C.</b>	No conectado
<b>OP</b>	Operator Panel
<b>PC</b>	Personal Computer
<b>PG</b>	Unidad de programación
<b>PPI</b>	Point to Point Interface (SIMATIC S7)
<b>RAM</b>	Random Access Memory
<b>PELV</b>	Protective Extra Low Voltage
<b>RJ45</b>	Registered Jack Type 45
<b>RTS</b>	Request To Send
<b>RxD</b>	Receive Data
<b>SELV</b>	Safety Extra Low Voltage
<b>SP</b>	Service Pack
<b>PLC</b>	Autómata programable
<b>STN</b>	Super Twisted Nematic
<b>Sub D</b>	Subminiatura D (conector)
<b>TAB</b>	Tabulador
<b>TCP/IP</b>	Transmission Control Protocol/Internet Protocol
<b>TFT</b>	Thin Film Transistor

<b>TTY</b>	Teletype
<b>TxD</b>	Transmit Data
<b>UL</b>	Underwriter's Laboratory
<b>USB</b>	Universal Serial Bus
<b>UPS</b>	Fuente de alimentación ininterrumpida
<b>WINS</b>	Windows Internet Naming Service

## RESUMEN

Se construyó un Módulo de Automatización con Pantalla Táctil que se utilizará en el Laboratorio de Control Industrial de la Facultad de Mecánica, con la finalidad de que los estudiantes puedan realizar prácticas de automatización con PLC y HMI. Se plantearon objetivos a ser alcanzados, se conocen las características técnicas y de funcionamiento de los equipos, consideramos aspectos fundamentales; como el diseño, cableado y protecciones que éste debe tener en cuanto a precautelar la vida del estudiante, así como el bien material, además se basa en diseños anteriores, fundamentados en ergonomía, estabilidad y estética que son las condiciones básicas.

Se diseñaron los circuitos de mando, potencia y protección en los dispositivos que luego son distribuidos en el tablero de control. Se procedió a ejecutar el proyecto utilizando todas las medidas y normas de instalación eléctrica, necesarias para el correcto funcionamiento.

Los equipos requieren de una programación y comunicación adecuadas, se utilizó software TIA/portal V11, instalado previamente en un computador, luego se transfiere el programa hacia los equipos mediante un interfaz de comunicación. Las prácticas realizadas verifican el correcto funcionamiento, al realizar las pruebas en el circuito de mando, potencia y protección, mediante esto se elaboró un manual de prácticas, un banco de tareas de mantenimiento, nociones básicas que deben saber y tener los estudiantes.

Recomendamos utilizar procedimientos adecuados que permitan conservar de la mejor manera el conjunto instalado, de esta manera evitando daños y poder alargar la vida útil del equipo

## **ABSTRACT**

A Touch Automation Module was created in the industrial Control Laboratory in the mechanical engineering school of the polytechnic University in Riobamba, Ecuador for the purpose of student practice in the area of automation with PLC and HMI. The following objectives were adopted: the identification of technical characteristics and operation of equipment which are considered fundamental aspects such as design and wiring, protection and safety to safeguard the student's life, and acceptable materials that are based on previous designs, ergonomics, stability and aesthetics.

Control circuits were designed and power and protection devices were distributed in the control panel. Electrical installation standards were used for proper operation.

The equipment required adequate programming and communication. TIA / portal V11 software was used from a previous installation which was transferred via communication interface. The practice verified correct operation, and control circuit, power and protection testing. A laboratory manual, a maintenance task bank, and student study notes were developed.

It is recommended to use proper procedures to maintain the optimum installation, in order to prevent damage and extended the life of the equipment.

# CAPÍTULO I

## 1. INTRODUCCIÓN

El siempre cambiante desarrollo tecnológico, que se evidencia dentro de la industria nos obligan a mantener una continua modernización de los sistemas de producción en las diferentes áreas técnicas y tecnológicas constituidas por una diversidad de equipos, es por eso que se hace indispensable la actualización de los conocimientos de tal manera que permita que el profesional, esté capacitado para enfrentar los desafíos que se producen en el campo industrial.

La aparición de los autómatas programables marcó un cambio en la industria tanto de ensamblaje como de líneas de producción. El concepto de línea de producción automatizada apareció entonces como un hecho real, permitiendo que los procesos industriales fuesen desde entonces más eficientes, precisos, y lo que es más importante, reprogramables, eliminando el gran costo que se producía al reemplazar el complejo sistema de control basado en relés y contactares, tanto por tamaño como por vida útil.

Es por eso que, los sistemas de automatización industrial y su funcionamiento distribuido forman parte de un concepto de mayor entidad, encaminado a la optimización global de las industrias mediante la mejora de los procesos de fabricación, la reducción de costes, el incremento en la calidad, la mejora de la eficiencia, la mayor flexibilidad en los procesos de producción y, en general, todos aquellos factores que permitan adaptarse de manera eficiente a las necesidades del mercado al que está orientado el producto.

Ante todos estos requerimientos existe la necesidad de desarrollar e implementar un módulo de automatización en el cual cumpla con los requerimientos que puedan ser aplicados posteriormente en la industria.

## **1.1 Antecedentes**

Los laboratorios existentes en la Escuela de Ingeniería de Mantenimiento de la Facultad de Mecánica desde su creación fueron de gran ayuda para que los estudiantes realicen sus prácticas permitiéndoles de esta manera complementar y consolidar los fundamentos teóricos en conocimientos prácticos.

Los automatismos evolucionan constantemente es por esto que el laboratorio de control Industrial ha quedado discontinuado, ya que no está equipado con la tecnología que nos permita evolucionar y desarrollar aplicaciones más extensas y complejas en la ejecución de prácticas, que necesita el estudiante para complementar los conocimientos teóricos.

## **1.2 Justificación**

La creación de nuevos módulos de automatización para el laboratorio de CONTROL INDUSTRIAL de la Escuela de Ingeniería de Mantenimiento, permitirá que los estudiantes a un futuro próximo tengan un laboratorio apto para realizar prácticas mediante el uso de pantallas táctiles (HMI), de esta manera se conseguirá una mejor formación académica y profesional que es importante para el desarrollo de nuevos conocimientos de los futuros expertos en el área de mantenimiento.

La escuela al momento cuenta con equipos de automatización SIEMENS, pero se hace necesaria la complementación tecnológica mediante el uso y aplicación de otros equipos suplementarios como son las pantallas táctiles; por lo tanto se decide implementar un módulo de trabajo que sirva de plataforma tecnológica para comunicación entre diferentes equipos.

Mediante esta tesis, se propone la construcción de un módulo con pantalla táctil que permitirá comunicar con otros equipos existentes en el laboratorio de Control Industrial. Por medio de los trabajos de investigación realizados por los estudiantes, se valorara el medio para la implementación de equipos de automatización industrial y

aportar, de esta manera, con la Escuela de Ingeniería de Mantenimiento, la facultad de mecánica y la Escuela Superior Politécnica del Chimborazo.

### **1.3 Objetivos**

**1.3.1** *Objetivo general.* Diseñar y construir un módulo de automatización con pantalla táctil aplicado al control de temperatura para el laboratorio de Control Industrial de la Facultad de Mecánica.

#### **1.3.2** *Objetivos específicos*

Analizar el estado actual del laboratorio.

Conocer los equipos que están disponibles y sus parámetros de funcionamiento.

Seleccionar una pantalla adecuada para lograr la comunicación con los equipos SIEMENS.

Determinar una correcta distribución de los equipos, aparatos y conexiones en el módulo.

Realizar el diseño e instalación de los sistemas de alimentación, mando, potencia, seguridad para el módulo.

Realizar pruebas con los equipos.

Elaborar un manual de guías para prácticas de laboratorio.

Elaborar el banco de tareas de mantenimiento para el módulo a implementarse.

## **CAPÍTULO II**

### **2. MARCO TEÓRICO**

#### **2.1 Desarrollo de la automatización industrial [1]**

La historia de la automatización industrial está caracterizada por períodos de constantes innovaciones tecnológicas. Esto se debe a que las técnicas de automatización están muy ligadas a los sucesos económicos mundiales.

Entre todos estos cambios uno de los de mayor influencia lo es sin duda el desarrollo de las nuevas políticas mundiales de mercados abiertos y globalización. Todo esto habla de una libre competencia y surge la necesidad de adecuar nuestras industrias a fin de que puedan satisfacer el reto de los próximos años. Una opción o alternativa frente a esto es la reconversión de las industrias introduciendo el elemento de la automatización. Sin embargo se debe hacerse en la forma más adecuada de modo que se pueda absorber gradualmente la nueva tecnología en un tiempo adecuado; todo esto sin olvidar los factores de rendimiento de la inversión y capacidad de producción.

La automatización nos brinda una amplia variedad de sistemas y procesos que operan con mínima o sin intervención del ser humano. En los más modernos sistemas de automáticos, el control de las máquinas es realizado por ellas mismas gracias a sensores de control, PLCs, Pantallas HMI, computadoras, etc., que le permiten percibir cambios en sus alrededores de ciertas condiciones tales como temperatura, volumen, fluidez de la corriente eléctrica y otros, sensores los cuales le permiten a la máquina realizar los ajustes necesarios para poder compensar estos cambios. Y una gran mayoría de las operaciones industriales de hoy; hasta no hace mucho tiempo atrás el control de procesos industriales se hacía de forma cableada por medio de contactores y relés.

Al operario, que se encontraba a cargo de este tipo de instalaciones, se le exigía tener altos conocimientos técnicos para poder realizarlas y posteriormente mantenerlas.

Además cualquier variación en el proceso suponía modificar físicamente gran parte de las conexiones y montaje, siendo para ello un gran esfuerzo técnico y un mayor desembolso económico.

La automatización de procesos está jugando un papel esencial en la modernización de plantas. La misma permite aumentar la eficiencia de un gran número de procesos y por tanto, ayuda a incrementar la competitividad y rendimiento comercial el uso de los PLC permiten implementar sistemas de control con mayores prestaciones a los controles tradicionales con relés que además, pueden realizar diversas tareas de tratamiento de datos de los procesos sustituyendo de esta forma los sistemas de control tradicionales, en la que se necesitaba hacer uso de equipos como contactores, relés, temporizadores, etc., todos estos ocupaban espacios indispensable y generaban grandes costos económicos y necesidades de personal para la industria.

En los últimos tiempos los controladores lógicos programables han jugado un papel muy importante ya que estos, han sido diseñados para ser utilizados en medios industriales bastantes exigentes, en donde otra tecnología de control ha sido inútil o poco eficiente. La utilización de computadoras personales integrados con software de control y adquisición de datos han tenido un significativo aumento en los últimos tiempos debido a la necesidad de interactuar con los procesos de producción; el tener la información de las variables en tiempo real de los controladores lógicos programables en interfaces gráficas, han dado como resultado que hoy se pueda interactuar libremente con la señales que controlan estos equipos, cambiar y alterar los parámetros nominales de control, realizar análisis de producción en línea, generar reportes de producción para analizarlos y corregir cualquier cambio que altere los parámetros ideales del control.

Los nuevos avances tecnológicos han permitido desarrollar nuevos tipos de PLC's, con diseños más compactos y mejores capacidades de procesamiento de datos, de alta confiabilidad, fácil comunicación con diferentes sistemas, fáciles de programar y reprogramar en el lugar de trabajo, con los cuales se pueden desarrollar sistemas complejos de automatización a un bajo costo y mejores resultados. Entre los mencionados existe uno que se incluirá en un módulo de automatización y que es Un PLC SIMATIC S7-1200 y un TOUCH PANEL SIMATIC KTP 600 SIEMENS, los

mismos que permitirán el desarrollo de los conocimientos de los estudiantes inmersos en el campo del control industrial.

## **2.2 Nuevas tendencias de la automatización industrial.**

Las investigaciones sobre el futuro aumentan, la información disponible para afrontar las posibilidades y riesgos que conllevan nuestras elecciones, los resultados de la investigación prospectiva introducen, en los procesos de toma de decisiones, información relevante relativa a los previsible impactos y consecuencias que se derivan de cada una de las operaciones posibles que se pueden tomar. Es por eso todo proceso de evolución es casi imposible comprender plenamente el estado actual y las nuevas tendencias que nos depara el futuro tecnológico, si no se conoce su pasado, lo que hoy se está viviendo en el área del control de procesos industriales es la consecuencia de la suma e interrelación de distintos eventos que fueron sucediendo con el pasar del tiempo en forma gradual, que es probable que nadie haya pensado en su momento, que pudieran tener vinculación de los sucesos que hoy se están dando.

Los individuos que se enfrenten con la situación de ampliar o migrar nuevas tecnologías, sistemas digitales de control y automatización de los diferentes procesos que existen en las plantas, con una nueva tendencia casi obligatoria para mantenerse en el mercado en forma competitiva y mirando hacia el futuro, se le será sumamente conveniente entender los principios y las aplicaciones tecnologías anteriores presentes y futuras posibles, a fin de lograr un resultado óptimo y satisfacer las necesidades existentes en el ámbito global.

El desarrollo de la automatización y concretamente del control industrial está estrechamente relacionado con el de las otras tecnologías y de tres procesos que se desarrollan en forma paralela:

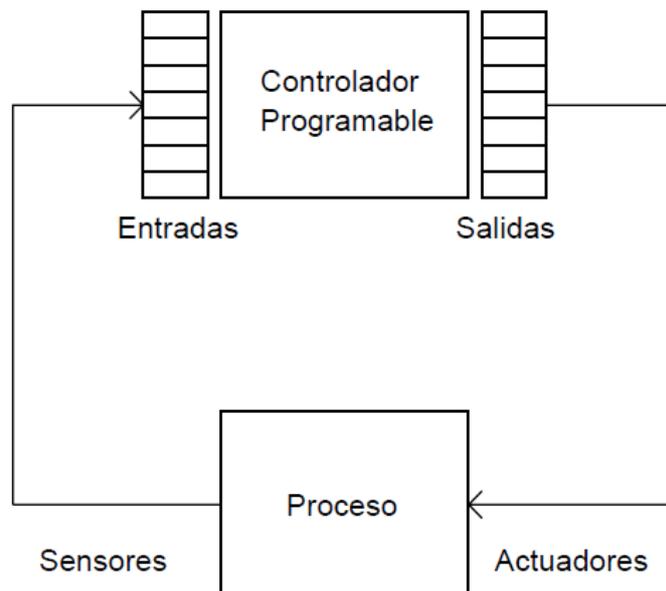
- La evolución de la industria de producción.
- La evolución de la tecnología informática.
- La evolución del control automático.

### 2.3 Los controladores lógicos programables (PLC).[2]

Un Controlador Lógico Programable o (PLC - Programmable LogicController) es un dispositivo electrónico, diseñado para gobernar máquinas o procesos lógicos y/o secuenciales en tiempo real en un ámbito industrial.

Un PLC está compuesto, generalmente, por un rack principal, donde se conectan los distintos elementos que forman parte del sistema: una fuente de alimentación, una unidad central de proceso (CPU), tarjetas de entradas y salidas digitales y analógicas y, en algunos casos, entradas y salidas especiales. El número de puntos que pueda abarcar un determinado PLC dependerá del tipo de aplicaciones en el que se vaya a utilizar, existiendo desde unidades para cubrir simples funciones hasta equipos destinados a grandes coberturas.

Figura 1. PLC en control de procesos.



Fuente: <http://www.automation.com>.

Dentro de las funciones que un PLC ofrece se puede mencionar:

- Adquirir datos del proceso por medio de las entradas digitales y analógicas.
- Tomar decisiones sobre la base de reglas programadas.

- Almacenar datos en memoria.
- Generar ciclos de tiempo.
- Realizar cálculos matemáticos.
- Actuar sobre dispositivos externos mediante las salidas digitales y analógicas.
- Comunicarse con otros sistemas externos.

**2.3.1 Aplicaciones de los PLC.** El PLC es usado en la actualidad en una amplia gama de aplicaciones de control, muchas de las cuales no eran económicamente posibles hace algunos años. Esto debido a:

El costo efectivo por punto de entrada/salida ha disminuido con la caída del precio de los microprocesadores y los componentes relacionados.

- La capacidad de los controladores para resolver tareas complejas de computación y comunicación ha hecho posible el uso de PLC en aplicaciones donde antes era necesario dedicar un computador.

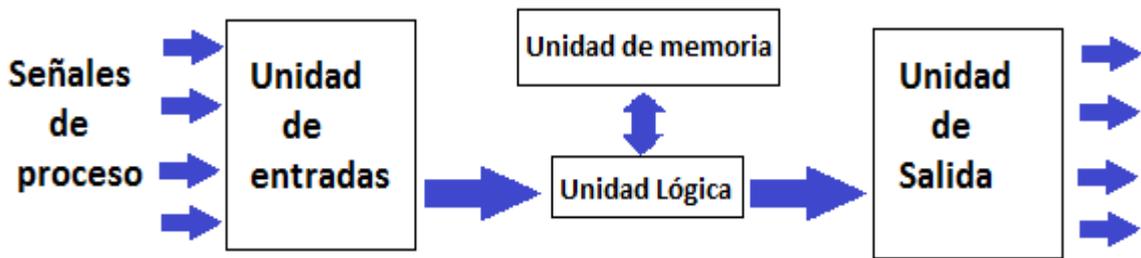
Existen 5 áreas generales de aplicación de PLC:

- Control de procesos de secuencia.
- Control de procesos de regulación.
- Monitoreo y supervisión de procesos.
- Administración de datos.
- Comunicaciones.

**2.3.2 Estructura básica de un PLC.** Un controlador lógico programable se compone de cuatro unidades funcionales:

- Unidad de entradas.
- Unidad de salidas.
- Unidad lógica.
- Unidad de memoria.

Figura 2. Estructura básica de un PLC.

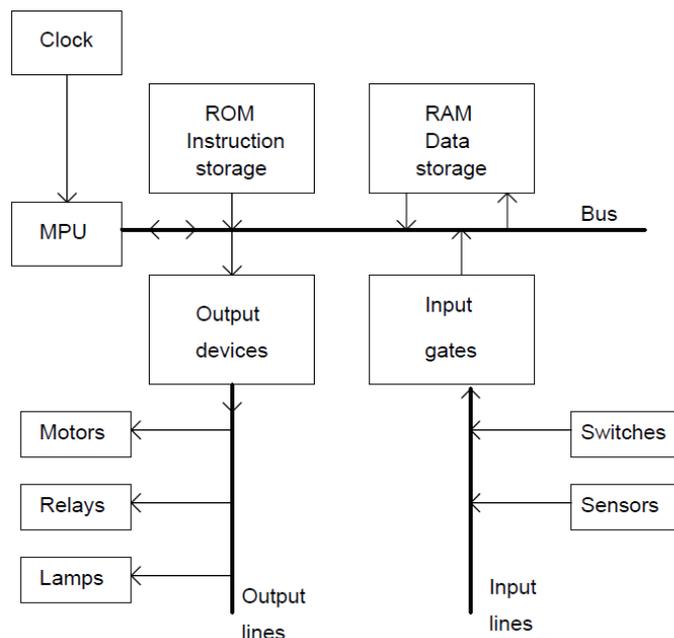


Fuente: Autores

**2.3.2.1 Unidad de entrada.** Proporciona el aislamiento eléctrico necesario y realiza el acondicionamiento de las señales eléctricas de tensión, provenientes de los switches de contactos ON-OFF de terreno, las señales se ajustan a los niveles lógicos de tensión de la Unidad Lógica.

**2.3.2.2 Unidad de salida.** Acepta las señales lógicas provenientes de la unidad lógica, en los rangos de tensión que le son propios y proporciona aislamiento eléctrico a los switches de contactos que se comandan hacia terreno. Las unidades de entrada/salida del PLC son de estado sólido a excepción de los módulos de salida de relés.

Figura 3. Diagrama de un PLC con dispositivos de entrada y salida.



Fuente: <http://recursostic.educacion.es/observatorio/web/gl/component=2>.

**2.3.2.3 Unidad lógica.**El corazón de un PLC es la unidad lógica, basada en un microprocesador. Ésta ejecuta las instrucciones programadas en memoria, para desarrollar los esquemas de control lógico que se especifican.

**2.3.2.4 Memoria.**Almacena el código de mensajes o instrucciones que ejecuta la Unidad Lógica. La memoria se divide en EEPROM o ROM y RAM.

- Memoria no volátil (EEPROM Electrically Erasable Programmable ReadOnlyMemory): Permiten su reprogramación eléctrica. Las FLASH EEPROM son más rápidas por permitir borrado y escritura por bloques aunque se desgastan aproximadamente a los 10.000 borrados.
- Memoria de sólo lectura (ROM – ReadOnlyMemory): Memoria no volátil que puede ser leída pero no escrita. Es utilizada para almacenar programas y datos necesarios para la operación de un sistema basado en microprocesadores.
- Memoria de acceso aleatorio (RAM - Random Access Memory): Memoria volátil que puede ser leída y escrita según sea la aplicación. Se puede acceder a cualquier posición de memoria en cualquier momento.

Las PROM o ROM almacenan los programas permanentes que coordinan y administran los recursos del equipo.

La RAM guarda los programas de aplicación que pueden sufrir modificaciones. Esta memoria es respaldada con baterías, con el propósito de no perder la información al existir cortes de energía eléctrica.

El sistema opera a través de la interacción con el procesador (Unidad Lógica) y la Memoria. Tiene la desventaja de que todo su contenido se pierde o se borra si falta la fuente de energía. Sin embargo, la memoria puede ser protegida de pérdidas usando un condensador o batería de respaldo, pudiendo ser esta última tipo alcalina, o de litio para caso de largos periodos des energización del PLC.

## **2.4 Interfaz hombre máquina HMI.[3]**

En todo sistema de control existen vínculos que establecen una relación entre los operadores y el proceso. Estos vínculos se establecen por medio de equipos que constituyen la Interfaz al ser humano, denominadas como (HMI - Human-Machine-Interface), (MMI -Man-Machine-Interface), (OI-Operator Interface), o (GUI-GraphicalUser Interface).

Las HMI pueden integrarse en todo momento en el nivel de producción y automatización así como en el nivel de gestión. De ello se encargan interfaces abiertas y estandarizadas a nivel hardware y software.

Las posibilidades de conexión a prácticamente cualquier PLC del mercado así como la interfaz de usuario de múltiple lenguaje en software de configuración y visualización, permiten aplicar las HMI en todo el mundo, junto a idiomas como alemán, inglés, francés, español e italiano.

Ya sea en la automatización manufacturera, de procesos o de edificios; los paneles HMI están establecidos en los más variados sectores y aplicaciones, siempre donde se trata de manejar y visualizar a nivel local máquinas e instalaciones.

El proyecto contempla una HMI del tipo (KTP 600 SIEMENS) o panel de operación táctil, cuya principal característica radica en su tecnología de pantalla táctil.

Este tipo de pantallas permite la entrada de datos y órdenes al controlador u ordenador mediante un contacto táctil sobre su superficie. El interfaz HMI nos permite:

**2.4.1 Administrar parámetros de proceso y parámetros de máquina.**El sistema HMI permite almacenar los parámetros de proceso y de máquina en "Recetas". Dichos parámetros se pueden transferir, por ejemplo, desde el panel de operador al autómeta en un solo paso de trabajo para que la producción cambie a otra gama de productos.

**2.4.2 Representar procesos.**El proceso se representa en el panel de operador. Si se modifica por ejemplo un estado en el proceso, se actualizará la visualización en el panel de operador.

**2.4.3 Manejar procesos.**El operador puede manejar el proceso a través de la interfaz gráfica de usuario. Por ejemplo, el operador puede especificar un valor teórico para el autómatas o iniciar un motor.

**2.4.4 Emitir avisos.**Si durante el proceso se producen estados de proceso críticos, automáticamente se emite un aviso (por ejemplo, si se sobrepasa un valor límite especificado).

**2.4.5 Archivar valores de proceso y avisos.**El sistema HMI puede archivar avisos y valores de proceso. De esta forma se puede documentar el transcurso del proceso y, posteriormente, también será posible acceder a anteriores datos de producción.

**2.4.6 Documentar valores de proceso y avisos.**El sistema HMI permite visualizar avisos y valores de proceso en informes. De este modo podrá, por ejemplo, emitir los datos de producción una vez finalizado el turno.

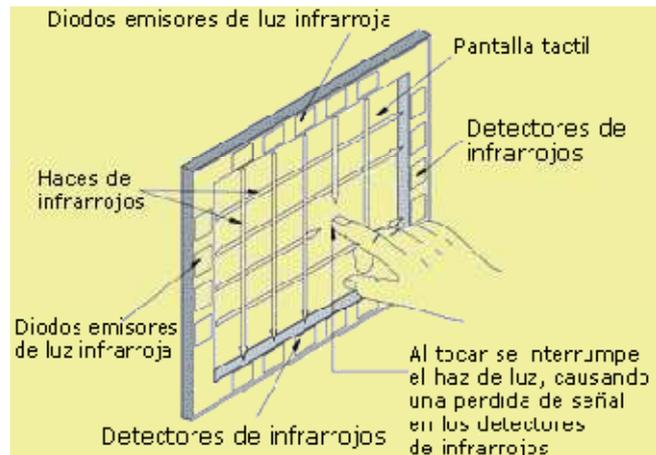
## **2.5 Pantalla táctil[4]**

Existen diversas tecnologías para implementar los sistemas táctiles, cada una basada en diferentes fenómenos y con distintas aplicaciones. Los sistemas táctiles más importantes son:

- Pantallas táctiles por infrarrojos.
- Pantallas táctiles resistivas.
- Pantallas táctiles y touchpad capacitivos.
- Pantallas táctiles de onda acústica superficial (SAW – Surface Acoustic Wave).

**2.5.1 Sistema Infrarrojo.** El sistema más antiguo y fácil de entender es el sistema infrarrojo. En los bordes de la pantalla, en la carcasa de la misma, existen unos emisores y receptores infrarrojos. En un lado de la pantalla están los emisores y en el contrario los receptores. De esta manera se tiene una matriz de rayos infrarrojos vertical y horizontal.

Figura 4. Sistema infrarrojo pantallas táctiles.



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

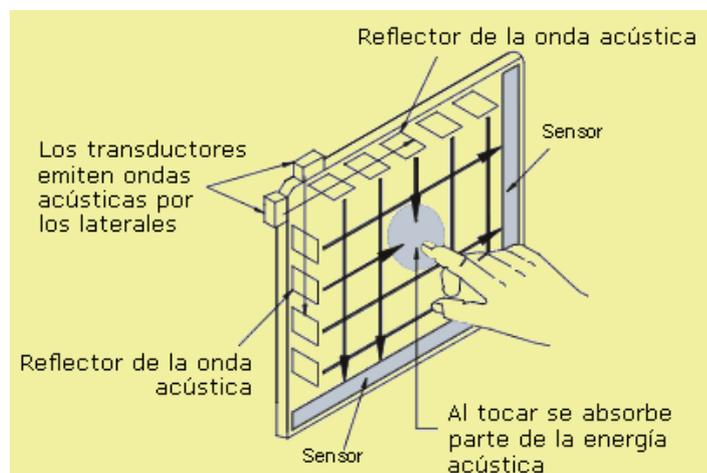
El ordenador detecta que rayos han sido interrumpidos, conociendo de este modo dónde se ha pulsado y actúa en consecuencia. Este sistema tiene la ventaja de la simplicidad y de no oscurecer la pantalla, pero tiene claras desventajas: son caras y voluminosas, muy sensibles a la suciedad y pueden detectar fácilmente falsas pulsaciones (una mosca que se posa, por ejemplo).

**2.5.2 Sistema Capacitivo.** En estas pantallas se añade una capa conductora al cristal del propio tubo. Se aplica una tensión en cada una de las cuatro esquinas de la pantalla. Una capa que almacena cargas se sitúa sobre el cristal del monitor. Cuando un usuario toca el monitor algunas cargas se transfieren al usuario, de tal forma que la carga en la capa capacitiva se decrementa. Este decrecimiento se mide en los circuitos situados en cada esquina del monitor. El ordenador calcula, por la diferencia de carga entre cada esquina, el sitio exacto donde se tocó y envía la información al software de control de la pantalla táctil. La principal ventaja de este sistema es que, al

tener menos capas sobre el monitor, la visibilidad de la pantalla mejora y la imagen se ve más clara.

**2.5.3 Sistema Onda Acústica Superficial (SAW).** A través de la superficie del cristal se transmiten dos ondas acústicas inaudibles para el ser humano. Una de las ondas se transmite horizontalmente y la otra verticalmente. Cada onda se dispersa por la superficie de la pantalla rebotando en unos reflectores acústicos.

Figura 5. Sistema onda acústica superficial (SAW).



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

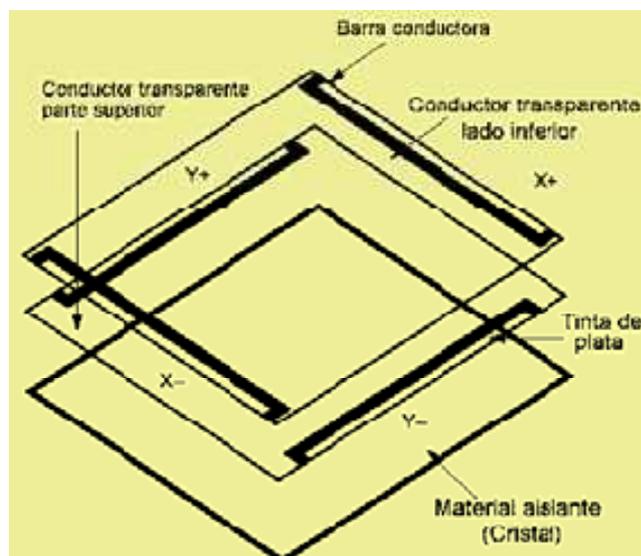
**2.5.4 Sistema resistivo.** Es un tipo de pantallas táctiles muy usado. La pantalla táctil propiamente dicha está formada por dos capas de material conductor transparente, con una cierta resistencia a la corriente eléctrica, y con una separación entre las dos capas. Cuando se toca la capa exterior se produce un contacto entre las dos capas conductoras. Un sistema electrónico detecta el contacto, y midiendo la resistencia puede calcular el punto de contacto, hay varios tipos de pantallas resistivas según el número de hilos conductores que usan, (entre cuatro y ocho). Todas se basan en el mismo sistema.

Cada capa conductora tratada con un material conductor resistivo transparente, normalmente óxido de indio y estaño ( $\text{In}_2\text{O}_3$ ) ( $\text{SnO}_2$ ), tiene una barra conductora en

dos lados opuestos. Una de las capas sirve para medir la posición en el eje X y la otra en el eje Y.

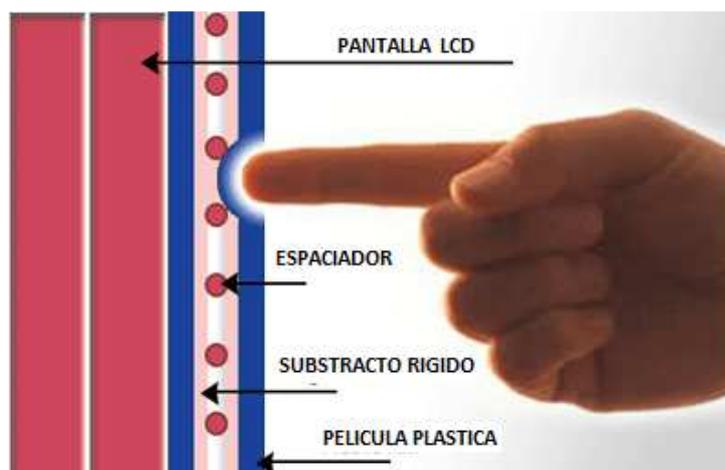
Se conecta la entrada X+ a un convertidor analógico-digital. Se coloca una tensión entre los terminales Y+ Y-. El convertidor analógico-digital digitaliza la tensión analógica generada al pulsar sobre la pantalla. Un microprocesador medirá esta tensión y calculará la coordenada "X" del punto de contacto.

Figura 6. Sistema resistivo pantallas táctiles.



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

Figura 7. Capas sistema resistivo



Fuente: [http://www.tabletschinas.com/?page\\_id=122](http://www.tabletschinas.com/?page_id=122)

Las pantallas táctiles resistivas tienen la ventaja de que pueden ser usadas con cualquier objeto, un dedo, un lápiz, un dedo con guantes, etc. Son económicas, fiables y versátiles.

Por el contrario al usar varias capas de material transparente sobre la propia pantalla, se pierde bastante luminosidad. Por otro lado, el tratamiento conductor de la pantalla táctil es sensible a la luz ultravioleta, de tal forma que con el tiempo se degrada y pierde flexibilidad y transparencia.

Son económicas, fiables y versátiles, mientras que al usar varias capas de material transparente sobre la propia pantalla, se pierde bastante luminosidad, y el tratamiento conductor de la pantalla táctil es sensible a la luz ultravioleta, de tal forma que con el tiempo se degrada y pierde flexibilidad y transparencia.

SIEMENS nos brinda dentro de su mercado las siguientes pantallas que pueden ser aplicadas dentro de la automatización:

Al momento SIEMENS nos brinda la posibilidad de utilizar los siguientes tipos de pantalla:

SISMATIC HMI Basic panels. Esta serie incluye paneles con pantallas de 3" a 15". Para el mando se pueden optar por pantalla táctil, teclado convencional o una combinación de ambos. Su grado de protección IP65 en la parte frontal, permite su instalación en entornos agresivos.

Todos estos tipos de paneles SISMATIC HMI ofrecen la misma funcionabilidad, sea cual sea el tamaño de la pantalla: sistema de alarmas, administración de recetas, curvas y tendencias, son aptos para la comunicación con controladores de otros fabricantes.

SISMATIC HMI Comfort panels. Este tipo de paneles HMI de alta funcionabilidad, poseen pantallas panorámicas 4", 7", 9" y 12" de alta resolución. Gracias a su formato Widescreen permite un 40% más de visualización que las pantallas estándar, esto amplía las posibilidades de implementar imágenes detalladas del proceso.

Todos los paneles SISMATIC HMI Confort panels ofrecen la misma funcionabilidad, sea cual sea el tamaño de la pantalla: poseen sistemas de alarmas, administración de recetas, curvas históricos, tendencias, scripts Visual Basic, gráfica de funciones  $f(X)$ , diferentes visualizaciones para documentación de plantas tales como Word, Excel, PDF, páginas web etc.

## **2.6 Medios de comunicación. [6]**

Todo proceso industrial para que funcione correctamente y con las debidas medidas de seguridad, debe de ser parte de una estructurada y bien organizada red de comunicación industrial, ya que éstas son las encargadas del transporte de los diferentes datos de información que se manejan desde cualquier elemento de esta estructura con el fin de efectuar acciones de control de manera rápida y efectiva.

Una red de transmisión de datos tiene la meta de transferir información entre dos o más unidades que se encuentran enlazadas entre si ya sea físicamente por medio de cables o por medio de una señal ya sea analógica o digital. Por regla general, se suelen enviar caracteres (texto o cifras) y/o instrucciones (comandos).

Para poder enviar una señal se utiliza los llamados caracteres binarios donde cada carácter está compuesto por siete u ocho, unos o ceros, ya que los distintos ordenadores manejan solo este tipo de caracteres, llamado unos y ceros. Cada uno de estos se llama bit al combinar varios bits, se puede construir un código binario; el código más común ASCII, contiene 128 caracteres cada uno de ellos compuesto de 7 bits.

Dentro de toda comunicación ocurre a este nivel o secuencia, tanto en el interior del ordenador, como en el exterior con otras unidades. En el interior, la comunicación es simple, pero tan pronto como se trata de comunicar con unidades externas, se tienen que sincronizar y controlar toda una serie de factores para que la transmisión de datos pueda darse correctamente.

Entonces un cierto número de funciones deben ser ejecutadas para intercambiar datos entre dos aparatos sin error, pérdida o duplicación.

- Detectar errores de transmisión.
- Recuperación de errores
- Control de flujo de transmisión.
- Organizar datos en bloques.
- Sincronizar el transmisor y receptor.
- Identificar los aparatos que están comunicándose.

**2.6.1 Interfaces de comunicación.** En el campo de la transmisión de datos existen las diversas formas de que nos permiten acceder a diversos tipos de información.

**2.6.1.1 Formas de transmisión de datos.** A continuación se detallan algunas de estas:

*Transmisión Analógica.* Estas señales se caracterizan por el continuo cambio de amplitud de la señal. En la ingeniería de control de procesos la señal oscila entre 4 a 20 mA, y es transmitida en forma puramente analógica. En una señal analógica el contenido de información es muy restringido; tan solo el valor de la corriente y la presencia o no de esta puede ser determinado.

*Transmisión Digital.* Estas señales no cambian continuamente, sino que es transmitida en paquetes discretos. No es tampoco inmediatamente interpretada, sino que debe ser primero decodificada por el receptor. El método de transmisión también es otro: como pulsos eléctricos que varían entre dos niveles distintos de voltaje. En lo que respecta a la ingeniería de procesos, no existe limitación en cuanto al contenido de la señal y cualquier información adicional.

*Medios de Transmisión Industrial.* Lo que se busca en la comunicación industrial, es mayor información transmitida a mayor velocidad de transmisión. Por lo que la demanda de mejores características para los medios de transmisión es mayor. Esto es particularmente cierto para las redes industriales de comunicación, en donde las condiciones distan mucho de ser ideales debido a las posibles interferencias de máquinas eléctricas y otros. Por esta razón el mejor medio de transmisión depende

mucho de la aplicación. A continuación alguna de los más importantes medios de transmisión:

- Cables trenzados (TWISTED CABLE).
- Cables coaxiales.
- Cables de fibra óptica.

**2.6.1.2 Modos de transmisión.** Existen varios tipos y modos de transmisión de señales de los cuales vamos a detallar alguno de ellos que son necesarios.

*Transmisión Paralela.* Es el envío de datos de byte en byte sobre un mínimo de ocho líneas paralelas a través de una interfaz paralela por ejemplo la Interfaz Paralela Centronics para impresoras.

*Transmisión en Serie.* Es el envío de datos de bit a bit sobre una interfaz serial. Requiere RS232 y la RS485.

*Interfaz Física Industrial.* Para elegir una interfaz física se toma en cuenta la confiabilidad de transmisión y los costos, por lo tanto a pesar de las altas velocidades de transmisión que se puede obtener con una interfaz paralela, es muy costosa para ser instalada. Por esta razón la interfaz estándar para el campo industrial es el serial. Los bajos costos de la instalación, líneas más largas y transmisión más segura. Compensa las menores velocidades de transmisión, a continuación describiremos algunas interfaces seriales encontradas en el campo industrial.

*Interfaz RS-232C.* Eléctricamente el sistema está basado en pulsos positivos y negativos de 12 voltios, en los cuales los datos son codificados. También utilizan cable multifilar. Mecánicamente este estándar tiene conectores de 9 a 25 pines, las señales principales que llevan a los datos de un terminal a otro son líneas de "Transmit Data" y "Receive Data", para ser posible la transmisión, se requiere una tercera línea que lleva el potencial común de referencia, el resto de líneas no son imprescindibles, pero llevan

información del estado de los terminales de comunicación, a continuación sus características:

*Interfaz RS-485.* Esta interfaz permite que actúen hasta 32 dispositivos en calidad de transmisores o receptores, los cuales pueden ser conectados a un cable de dos hilos, es decir a una verdadera operación de bus.

El direccionamiento y respuesta a los comandos debe ser resuelta por el software. La máxima longitud de las líneas de transmisión para esta interfaz varía entre 1200 metros a una velocidad de 93.75 Kbps hasta 2000 metros a una velocidad de 500 Kbps, esta interfaz usa tres estados lógicos '0', '1' y 'non-Data', esta última es usada para el control o sincronización del flujo de datos; esta interfaz es encontrada con frecuencia en el campo industrial, al utilizar pares de cables trenzados y blindados, se asegura una comunicación confiable y económica.

**2.6.2 Redes de comunicación.** Comunicación es la transferencia de datos entre dos interlocutores con diferentes prestaciones y el control de un interlocutor por otro, además de la consulta o interrogación del estado operativo del interlocutor. La comunicación se puede establecerse mediante diferentes vías:

- A través del puerto de comunicación integrado en la CPU.
- A través de un procesador de comunicaciones (cP9 aparte)
- A través del bus de fondo (Bus-K que recorre el bastidor).

**2.6.2.1 Clasificación de las redes.** Para adaptarse a los diferentes requisitos de automatización, SIMATIC s7 1200 dispone de las redes de comunicación:

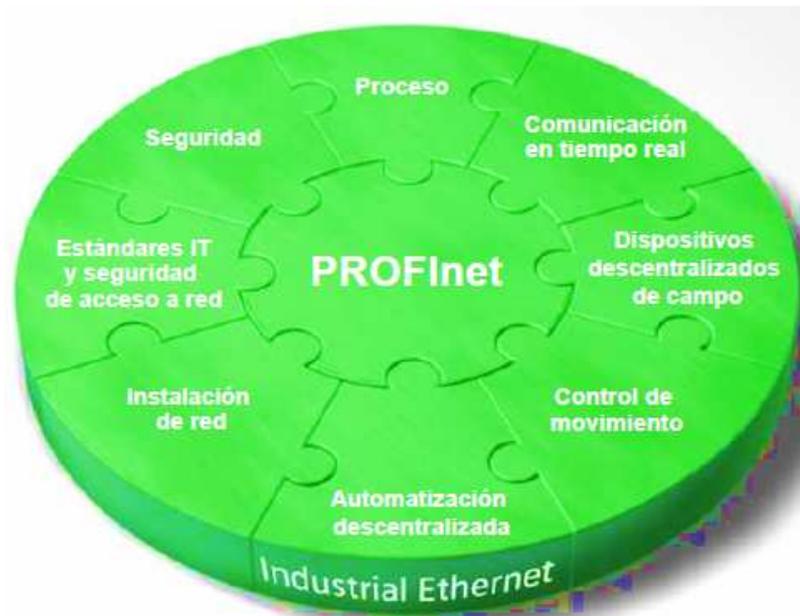
*Red Ethernet.* WinCC Flexible puede conectarse a una red Ethernet con todos los módulos S7 incorporados a la misma vía una interfaz Ethernet integrada, o bien mediante un procesador de comunicaciones (CP). Es posible conectar varios paneles de operador a un autómata SIMATIC S7, así como varios autómatas SIMATIC S7 a un

panel de operador. El número máximo de interlocutores que se pueden conectar a un panel de operador depende de éste último.

*PROFI –NET*. Es el estándar abierto de Ethernet, Industrial de la asociación Internacional de PROFIBUS (PI) (según IEC 61784-2).

- Está basado en Ethernet Industrial
- Utiliza TCP/IP y los estándares IT
- Es Ethernet en tiempo real
- Permite una integración homogénea de
- los sistemas de bus de campo

Figura 8. Red industrial de conexión vía PROFINET



Fuente: <http://www.automation.com/content/profinet-gains-momentum-with-siemens-expanded-simatic-product-portfolio.php>

PROFINET se basa en estándares de TI acreditados y ofrece funcionalidad de TCP/IP completa para la transferencia de datos en toda la empresa y a todos los niveles. Además, los usuarios gozan de las ventajas de los diagnósticos integrados y las comunicaciones de seguridad positiva, que ofrecen una disponibilidad del sistema

óptima, que abarca desde los conceptos de máquinas modulares para conseguir la máxima flexibilidad hasta las velocidades de transferencia más rápidas y aplicaciones WLAN. En su conjunto, estas capacidades le ofrecen un rendimiento considerablemente superior.

**2.6.2.2 Protocolos.** La transferencia ordenada de información de enlaces de comunicación se logra por medio de protocolos de información.

El protocolo constituye el conjunto de reglas y convenciones entre entes comunicantes, define los detalles y especificaciones técnicas del lenguaje de comunicación entre los equipos.

El objetivo es establecer una conexión, identificando el emisor y el receptor, asegurando que todos los mensajes se transfieran correctamente y controlando toda la transferencia de datos que permiten el enlace de datos.

Los modos de operación, la estructura de los mensajes, los tipos de solicitudes y respuesta, constituyen las diferentes piezas constructivas de un protocolo. Un protocolo regula el orden y la sincronización de las señales, como se inicia la comunicación, como se termina, a quien le toca emitir o recibir, cómo se confirma la recepción del mensaje, la interfaz física define la manera de conectar el equipo, y entre otras cosas, el diseño de los conectores, la interfaz eléctrica define los niveles eléctricos y lo que éstos significa (unos y ceros).

*Acoplamiento y protocolos de comunicación.* Una vez definida la conexión física para poder transferir información entre los dispositivos o sistemas, debe existir un formato para los datos y una estrategia de sincronización de cómo se envía y recepta los mensajes, incluyendo la detección y corrección de los errores. En un enlace de datos se presenta bloques que cumplen diferentes funciones.

*Intercambio de datos.* Para las funciones de observación y manejo es imprescindible que el panel de operador esté acoplado a un autómata.

Tabla 1. Protocolos de comunicación dependiendo del autómata.

<b>Autómata</b>	<b>Protocolo</b>
SIMATIC S7	<ul style="list-style-type: none"> <li>• NPT</li> <li>• PPI</li> <li>• MPI</li> <li>• PROFIBUS</li> <li>• ETHERNET</li> </ul>
SIMATIC S5	<ul style="list-style-type: none"> <li>• AS 511</li> <li>• PROFIBUS</li> </ul>
SIMATIC 500/505	<ul style="list-style-type: none"> <li>• NITP</li> <li>• PROFIBUS</li> </ul>
Protocolo SIMATIC HMI	<ul style="list-style-type: none"> <li>• HTTP / HTTPS (<i>Ethernet</i>)</li> </ul>
SIMOTION	<ul style="list-style-type: none"> <li>• PROFIBUS</li> </ul>
Allen- Bradley	<p>Gamas de autómatas SLC 500, SLC 501, SLC 502, SLC 503, SLC 504, SLC 505, Micrologix y PLC 5/11, PLC 5/20, PLC 5/30, PLC 5/40, PLC 5/60, PLC 5/80.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• DF</li> <li>• DH + mediante DF1</li> <li>• DH485 mediante DF1</li> <li>• DH485</li> </ul>
GE FanucAutomation	<p>Gamas de autómatas 90–, 9090</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• SNP</li> </ul>
LG Industrial Systems (Lucky Goldstar) / IMO	<p>Gama de autómatas GLOFA GM (GM4, GM6 y GM7) / series G4, G6 y G7</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Dedicated communication.</li> </ul>
Mitsubishi Eléctric	<p>Gamas de autómatas MELSEC FX0, FX1n, FX2n, AnA, AnN, AnS, AnU, QnA y QnAS</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Protocolo 4.</li> </ul>
OMRON	<p>Gamas de autómatas SYSMAC C, SYSMAC CV, SYSMAC CS1, SYSMAC alpha y CP</p>
Schneider Automation (Modicon)	<p>Gamas de autómatas Modicon 984, TSX Quantum y TSX Compact</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• MODBUS RTU.</li> </ul>

Fuente: <http://www.techdesign.com.ec>.

**2.6.2.3** *Criterios para elegir un acoplamiento.* Existen criterios que debemos tomar en cuenta al momento de elegir el acoplamiento entre el panel de operador y el autómata son, entre otros:

- Tipo de panel de operador.
- Tipo de autómata.
- CPU en el autómata.
- Cantidad de paneles de operador por autómata.
- Estructura y sistemas de bus empleado de una instalación existente.
- Necesidades de componentes adicionales.

**2.6.3** *Comunicación entre el panel operador y el autómata.* La CPU S7-1200 incorpora un puerto PROFINET que soporta las normas Ethernet y de comunicación basada en TCP/IP. La CPU S7-1200 soporta los siguientes protocolos de aplicación: Transport Control Protocol (TCP) ISO on TCP (RFC 1006).

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.

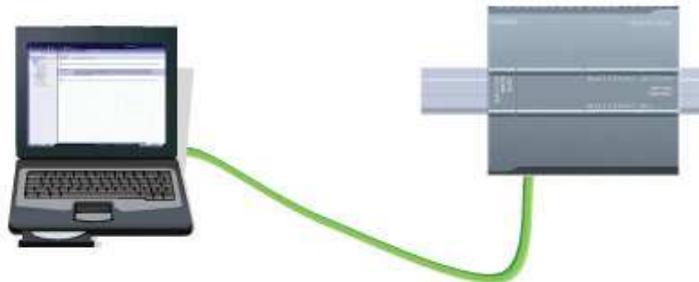
TCP estándar. Hay dos formas de comunicación vía PROFINET: Conexión directa: La comunicación directa se utiliza para conectar una programadora, dispositivo HMI u otra CPU a una sola CPU.

Conexión de red: La comunicación de red se utiliza si deben conectarse más de dos dispositivos (p. ej. CPUs, HMIs, programadoras y dispositivos no SIEMENS).

Tanto los paneles de operador y las CPU se pueden comunicar al autómata programable a través de diversas redes. Las redes dependen del módulo utilizado.

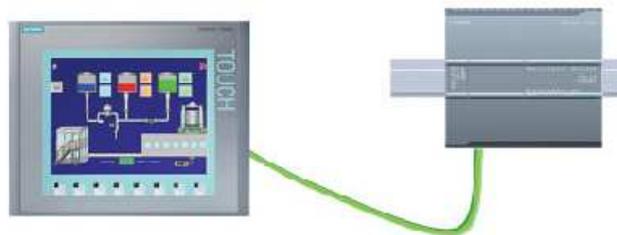
La comunicación se puede efectuar a través de las siguientes redes que se muestra en la tabla 2.

Figura 9. Conexión directa: Programadora conectada a una CPU S7-1200



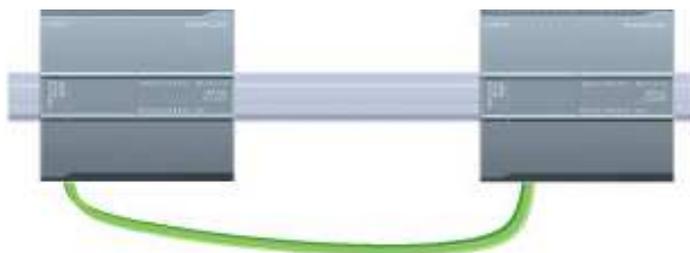
Fuente: Manual de usuario s7 1200.

Figura 10. Conexión directa: HMI conectado a una CPU S7-1200



Fuente: Manual de usuario s7 1200.

Figura 11. Conexión directa: Una CPU S7-1200 conectada a otra CPU S7-1200.



Fuente: Manual de usuario s7 1200.

Figura 12. Conexión de red: Más de dos dispositivos interconectados, utilizando un switch Ethernet.



Fuente: Manual de usuario s7 1200.

**2.6.3.1 Principios de comunicación.** El panel de operador y los autómatas SIMATIC S7 se comunican a través de:

- Variables.
- Áreas de datos de usuario.
- Redes.

**2.6.3.2 Comunicación a través de variables.** Existen variables las mismas que se gestionan variables centralmente en el editor "Variables" de WinCC Flexible. Hay variables externas e internas. Para la comunicación se utiliza las variables externas.

Una variable externa es la imagen de una posición de memoria definida en el autómata. Es posible acceder con derechos de lectura y escritura a esta posición de memoria tanto desde el panel de operador como desde el autómata. Los accesos de lectura y escritura pueden efectuarse de forma cíclica o controlada por eventos.

El panel operador lee y muestra el valor de la dirección indicada. El operador también puede introducir un valor en el panel. Este valor se escribe luego en la dirección en el autómata.

Tabla 2. Redes de comunicación dependiendo del autómata.

Autómata	Módulos	Red	Perfil
SISIMATIC S7-1200	CPU	PROFINET	TCP/IP ISO1)
		Ethernet	
SIMATIC S7-200	CPU	PPI	PPI
		MPI	MPI
	CPU con interfaz PROFIBUS-DP o CP PROFIBUS	PROFIBUS	PROFIBUS-DP (Estándar), Universal
	CP 243-1	Ethernet	MPI
SIMATIC S7-300/400	CPU FM apto para la comunicación	MPI	MPI
	CPU con interfaz PROFIBUS-DP o CP PROFIBUS	PROFIBUS	PROFIBUS- DP Estándar, Universal
SIMATIC S7-300	CP 343-1	Ethernet	TCP/IP ISO1)
SIMATIC S7-400	CP 443-1	Ethernet	TCP/IP ISO1)

Fuente: Manual de Siemens para PLC.

**2.6.3.3 Comunicación a través de áreas de datos de usuarios.** Las áreas de datos de usuario (o punteros de áreas) sirven para intercambiar datos especiales de determinadas áreas de datos. Los punteros de área son campos de parámetros de los que WinCC Flexible Runtime obtiene información sobre la posición y el tamaño de las áreas de datos del autómata. El autómata y el panel de operador escriben y leen en dichas áreas durante la comunicación. Evaluando los datos aquí almacenados, el autómata y el panel de operador ejecutan acciones fijamente definidas.

WinCC Flexible utiliza los siguientes punteros de áreas:

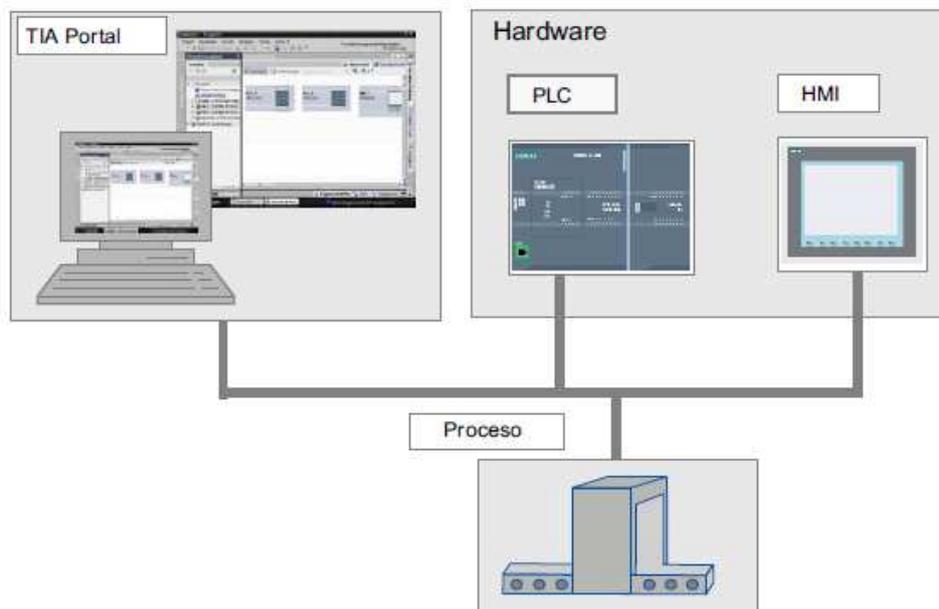
- Orden de control.
- Identificador del proyecto.
- Número de imagen.
- Registro.

- Alarmas
- Fecha y Hora.
- Fecha y Hora del autómeta.

## 2.7 Software

El TotallyIntegratedAutomation Portal (TIA Portal) integra diferentes productos SIMATIC en una aplicación de software que le permite aumentar la productividad y la eficiencia del proceso. Dentro del TIA Portal, viene incorporado el step 7 y WinCC flexible necesarios para programar nuestro autómeta S7 1200, este software se puede utilizar en todas las áreas implicadas en la creación de una solución mediante el uso de la automatización.

Figura 13. Comunicación con el TIA.



Fuente: Manual TIA V 10.5.

Una solución de automatización típica abarca lo siguiente:

- Un controlador que controla el proceso con la ayuda del programa.
- Un panel de operador con el que se maneja y visualiza el proceso.

- Con el TIA Portal se puede configurar, tanto el control como la visualización en un sistema de ingeniería unitario.
- Todos los datos se guardan en un proyecto. Los componentes de programación (STEP 7) y visualización (WinCC) no son programas independientes, sino editores de un sistema que accede a una base de datos común. Todos los datos se guardan en un archivo de proyecto común.
- Para todas las tareas se utiliza una interfaz de usuario común desde la que se accede en todo momento a todas las funciones de programación y visualización.
- Dentro de sus características de funcionamiento se destaca la facilidad que brinda para configurar las aplicaciones.
- Los objetos y grupos de objetos pueden ser movidos, darles tamaño y animados rápidamente.
- Posee herramientas poderosas para diseño orientado a objetos que hacen fácil dibujar, arreglar, alinear, duplicar y combinar los objetos.
- Se puede realizar la comunicación con otros tipos de sistemas scada por medio de la utilización de PC Access.

## **2.8 Dispositivos de protección.**

Para poder garantizar la seguridad y el correcto funcionamiento del sistema en caso de producirse una un fallo ya sea por algún defecto eléctrico o simplemente por un uso inadecuado que se le dé a este módulo. Los circuitos de control externos han de protegerse mediante circuitos de parada de emergencia, los mismos que permitirán la interrupción del funcionamiento mediante una parada brusca, evitando así daños personales o materiales.

**2.8.1** *Protección contra cortocircuitos.* Se hace necesario cuando se arma cualquier tipo de módulo disponer de protecciones para prevenir daños materiales en los dispositivos que constituyen el módulo de automatización.

La protección contra cortocircuitos, el objetivo es garantizar la seguridad del sistema a consecuencia de un funcionamiento incorrecto de alguno de los equipos, si existe una conexión inadecuada por parte del programador, además éstos deben brindar una protección sobre un uso inadecuado de los mismos, las características que deben poseer éstos son:

- Deben seleccionarse calculando la corriente de carga de cada uno de los circuitos.
- Deben ser fáciles de reemplazar en caso de daño de los mismos
- Deben estar colocados en un lugar accesible dentro del módulo.
- Se seleccionan de acuerdo al número de faces o polos que posee la fuente o las líneas a la que deseamos proteger.

Figura14. Breaker automático.



Fuente: Autores

Figura 15. Fusible.



Fuente: Autores

**2.8.1.1 Circuitos de parada de emergencia.** En el circuito de parada de emergencia, debe tener en cuenta ciertos factores, de los cuales se menciona a continuación.

- Cuando se pulsa el pulsador de paro el módulo completo dejará de operar interrumpiendo la señal de corriente.

- El paro de emergencia lo realizara un pulsador cerrado colocado en la parte inferior del módulo el mismo que al pulsar mandara a desactivar la bobina del contactor que a su vez desenchava los contactos que dejan pasar la señal eléctrica al módulo de automatización.
- El pulsador de paro debe ser color rojo, rotulada con texto "parada de emergencia sobre fondo amarillo.

Figura 16. Mando de paro de emergencia.



Fuente: Autores

Características del paro de emergencia.

- Acción de disparo con liberación de llave.
- Estilos de presionar-halar o desbloqueo por rotación.
- Iluminado o sin iluminación.
- Operadores de plástico o metálicos.
- Bloqueo de contacto de auto monitoreo NC.
- Control doble contacto tanto abierto, como cerrado.

## 2.9 Dispositivo de control y medida de temperatura.

**2.9.1 Dispositivos de medida de señal.** Existen varios dispositivos llamados transductores que nos entregan señales ya sea en mili voltios o miliamperios uno de estos es:

**2.9.1.1 Termopar.** Un termopar es un sensor para la medición de temperatura, basado en efectos termoeléctricos. Es un circuito formado por dos conductores de metales diferentes o aleaciones de metales diferentes, unidas en sus extremas y entre cuyas uniones existe una diferencia de temperatura, que origina una fuerza electromotriz efecto Seebeck.

Figura 17. Termopar



Fuente: Autores

Un termopar tiene la propiedad de ser:

- elemento sensor o captador elemental.

Convierte las variaciones de una magnitud física en variaciones de una magnitud eléctrica (señal).

- Acondicionamiento de la señal.

Si existe, realiza la función de modificar la señal entregada por el sensor para obtener una señal adecuada (amplificación, linealización, etc.).

- Transductores, sensores y accionamientos

Un transductor es, en general, un dispositivo que convierte una señal de una forma física en una señal correspondiente pero de otra forma física distinta. Es decir, convierte un tipo de energía en otro.

Al medir una fuerza, por ejemplo, se supone que el desplazamiento del transductor es despreciable, o sea, que no se "carga" al sistema, ya que de lo contrario podría suceder que este último, fuera incapaz de aportar la energía necesaria para el desplazamiento. En la transducción siempre se extrae una cierta energía del sistema donde se mide, por lo que es importante garantizar que esto no lo perturba.

En la práctica, generalmente los transductores ofrecen una señal de salida eléctrica, debido al interés de este tipo de señales en la mayoría de procesos de medida. Los sistemas de medida electrónicos ofrecen, entre otras, las siguientes ventajas:

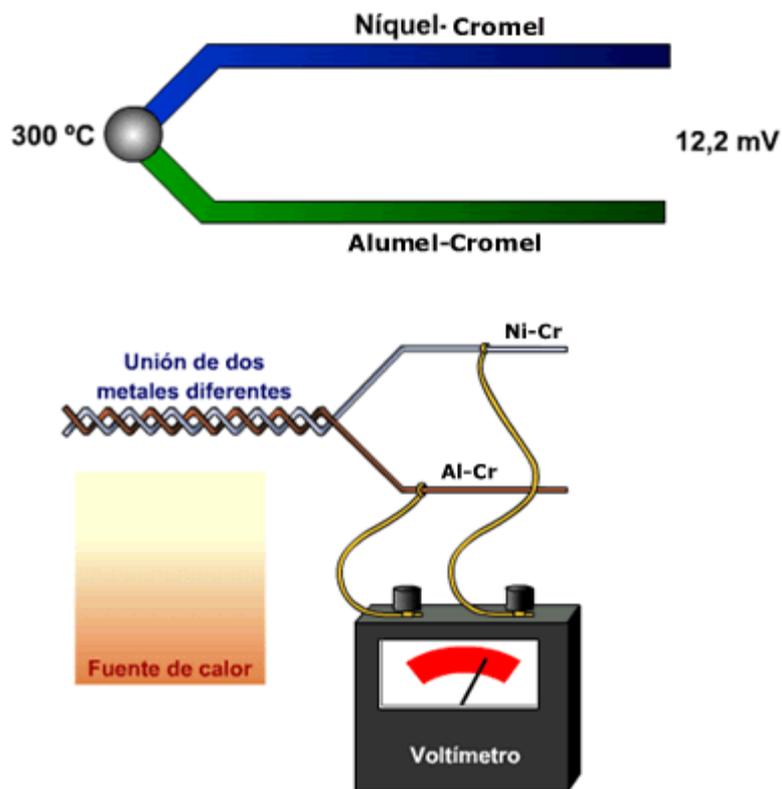
El transductor más utilizado para medir temperatura es el termopar o la termocupla. Aunque el termopar es económico, resistente y puede operar en un amplio rango de temperaturas, el termopar requiere de un acondicionamiento de señal especial.

Un termopar opera bajo el principio de que una unión de metales no similares genera un voltaje que varía con la temperatura. Medir este voltaje representa un reto al ingeniero de mediciones, ya que al conectar el cable del termopar al cable que lo conecta al dispositivo de medición se crea una unión termoeléctrica adicional conocida como unión fría.

Debido al mismo principio que permite funcionar a un termopar, esta unión fría crea además su propia diferencia de voltaje. Por lo tanto, el voltaje medido, incluye el voltaje del termopar y los voltajes de unión fría ( $V_{CJ}$ ). El método para compensar estos voltajes de unión fría no deseados es conocido como compensación de unión fría.

La mayoría de los productos de acondicionamiento de señal que compensan las uniones frías usando un sensor adicional, como un termistor o sensor IC. Este sensor es colocado en el conector de señales o bloque terminal para medir la temperatura ambiente en la unión fría directamente. El software después puede calcular la compensación apropiada para los voltajes termoeléctricos indeseados.

Figura 18. Termopar con acondicionamiento de señal.



Fuente:<http://www.uhv.es/sites/pecas/es/instrumentos.htm>

## CAPÍTULO III

### 3. DISEÑO DEL MÓDULO DE AUTOMATIZACIÓN.

#### 3.1 Consideraciones para el diseño

En este capítulo se abarcaran los diferentes aspectos que se deben tomara en cuenta para una correcta selección y ubicación tanto de materiales, como de equipos los mismos que constituirán en conjunto, un módulo didáctico y de fácil interpretación para el usuario.

**3.1.1 *Instalación y puesta a punto.*** Para una correcta instalación y puesta a punto del módulo de automatización, se hace necesario que se tomen en cuenta, aspectos como:

**3.1.1.1 *Condiciones ambientales del entorno.*** Debe reunir las siguientes condiciones:

- Ausencia de vibraciones.
- No exposición directa a los rayos solares o focos caloríficos internos.
- No elegir lugares donde la temperatura pueda descender por debajo de 5°C y por encima de 50°C.
- No elegir lugares donde humedad esté por debajo de 20% o mayor de 90 %
- Ausencia de gases corrosivos.
- Ambiente exento de gases inflamables.

*Distribución de componentes.* Todos los componentes de un mando se fijan sobre un bastidor provisto de buenas superficies conductoras. Todas las uniones deben ser también buenas conductoras. La unión con el bastidor a través de estas superficies planas (MN masa del armario), posibilita, de manera sencilla, un montaje del autómata con elevada inmunidad ante perturbaciones electromagnéticas.

*Masa del armario.* A la masa del armario se acopla todos los terminales tanto los que constituyen las entradas como salidas además los dispositivos de señalización y de protección.

El negativo de la tensión de servicio interna 5V que alimenta a la tarjeta amplificadora de señal se une eléctricamente con la masa del armario a través del aparato central y los de ampliación.

*Separación galvánica.* Si en casos excepcionales se tienen se tiene que aislar los circuitos de los emisores y actuadores se debe tener en cuenta lo siguiente:

- Utilizar tarjeta de entrada y salida con separación galvánica.
- Los circuitos de los emisores y actuadores deberán ir provistos de un dispositivo de vigilancia de puesta a tierra.
- Eliminar las uniones entre el bastidor (PE) y L<sub>6L2</sub>.

*Calentamiento.* Al elegir los armarios para alojar los aparatos se debe conocer previamente la potencia de disipación así como las condiciones ambientales.

Primeramente, se analizan las condiciones ambientales como la temperatura, humedad, polvo e influencias químicas, donde se va a efectuar la instalación (altura nivel del mar, etc.). Para evitar un posible daño o mal funcionamiento de los equipos.

A continuación se toma la decisión sobre la elección de un armario cerrado o abierto a la vez que se valoran las potencias de disipación de acuerdo a los valores contenidos en los catálogos Siemens. Como consecuencia de los valores que alcanzan las potencias se deberá elegir entre un ventilador o un intercambiador de calor, en nuestro caso actúa como intercambiador, el metal de las paredes y las puertas ya que éste no posee ningún tipo de recubrimiento además se colocó un pequeño ventilador de 24 V corriente directa para ser encendido en caso de exposición a temperaturas fuera de las nominales que soporta los equipos incluidos en el tablero de control.

*Convección propia.* Si la evacuación del calor a través de las paredes del armario no es la suficiente, se ha colocado dos puertas que se pueden abrir fácilmente, para facilitar el efecto de enfriamiento de los equipos.

*Buena alimentación y cableado correcto.* Con el pulsador ON situado en la parte superior derecha del módulo, se procede a accionar un contactor de 12A el mismo que se conecta la tensión de la red, permitiendo el paso de corriente hacia todos los equipos instalados así como también a todos sus circuitos tanto de mando como de potencia. Con pulsador de emergencia (paro) deberán desconectarse todos los circuitos y apagarse los equipos ya que éste desenclava al contactor mencionado anteriormente, cuya desconexión se deba a causa de evitar algún accidente o simplemente, para apagar el sistema.

**3.1.2 Alimentación de corriente y protección de la línea.** Al circuito de mando (incluyendo el aparato PLC y la pantalla central y los equipos de ampliación) se les aplica tensión. La intensidad nominal del dispositivo de protección, depende de la suma total de las intensidades de este circuito de mando para lo cual se hizo necesario la utilización de un relé térmico de 4A.

La conexión a la red del autómata programable, puede efectuarse con conductores de secciones pequeñas (con calibres entre 6 y 18) y sin protecciones adicionales, siempre que la unión sea muy corta, los conductores están protegidos contra cortocircuitos y puesta a tierra.

En las normas de instalación se plantea que:

Las fugas a tierra en los circuitos auxiliares no deben permitir el arranque involuntario de la máquina ni evitar su detención.

Para cumplir con estas exigencias se conectó a tierra los circuitos auxiliares, bobinas y pequeños interruptores así como también las tarjetas del PLC. En el caso de no existir la forma de tierra deberá preverse un dispositivo de vigilancia.

En cumplimiento de esta prescripción se unieron a través de una conexión móvil que a su vez está unida a cable de tierra, la conexión de mando y la L- de la fuente de alimentación.

*Disposición global.* En el sistema completo se debe distinguir entre dos circuitos de alimentación:

El circuito de alimentación para el autómata (24 V CC.), y el circuito de alimentación para los emisores de señal relés y los actuadores.

**3.1.3** *Circuito de alimentación para el autómata.* Este circuito alimenta la CPU, los elementos de bus, el canal para el aparato de programación y los módulos periféricos. Si se utiliza una fuente de 24V CC. /2.5 CA, está garantizada la alimentación interna de los módulos periféricos (U1) hasta para un consumo total de 2.5 A. I total es la suma de la UI de todos los módulos enchufados.

En la unidad central pueden estar unidos galvánicamente los bornes de conexión (masa y tierra), un resorte de tierra situado en la parte posterior, la carcasa del conector para el Autómata, así como el retomo de U1 ( GND ).

Para alimentar con 24 V c.c. los emisores de señal y los actuadores se debe utilizar una fuente de alimentación teniendo en cuenta que la tensión bajo carga debe estar sorprendida entre 20 y 30 v.

**3.1.4** *Distribución eléctrica del autómata programable.*

- Para el autómata, los emisores de señales y los prever un interruptor automático principal actuadores, es necesario.
- Si sus líneas derivadas tienen una longitud igual o menor a 3m y están tendidas a prueba de cortocircuito entre fase y tierra, no es necesario disponer de un interruptor automático adicional en la línea del autómata.

- Si tiene circuitos de 24V CC. es necesario utilizar una fuente de alimentación separada.
- Si el circuito de carga tiene más de cinco bobinas electromagnéticas, se recomienda establecer una separación galvánica a través de un transformador de mando como se vio anteriormente.
- Los circuitos de carga deben ponerse a tierra en un punto. En la fuente de alimentación de la carga o en el secundario del transformador de mando es necesario disponer de una línea de enlace desmontable con un conductor de protección. Los circuitos de la carga no puestos a tierra deberán ir provistos de un controlador (relé) de aislamiento.
- Los circuitos de los emisores de señal y de interruptores automático propio.
- En servicio sin puesta a tierra, el soporte del autómata deberá unirse capacitivamente ( $C=1\mu\text{F}/500\text{ V ef.}$ ), con punto central de tierra.
- Medida adicional para elevar la seguridad de funcionamiento; una eventual interrupción de la unión entre el borne de M de la unidad central y el punto M del circuito de carga provoca un funcionamiento defectuoso de los módulos digitales sin separación galvánica.

**3.1.5 Tendido de los conductores.** Es importante conocer la forma correcta de realizar la distribución eléctrica, ya que podría malograrse los equipos o causar interferencias.

*Tendido dentro del armario*

- Las líneas de señal para C.C. y C.A. pueden tenderse por una canaleta común.
- Las líneas de señal analógicas deben ir apantalladas.
- La pantalla debe ponerse a tierra en la entrada/salida del armario.

*Tendido fuera del armario.* Las líneas de señales digitales para C.C. y C.A. deben tenderse por cables separados de las líneas de señales analógicas.

- Para las líneas de señales analógicas deben utilizarse siempre cables apantallados.

- Los cables que conducen líneas de señal pueden tenderse conjuntamente con cables de energía hasta 380 V sin necesidad de observar una separación mínima.

**3.1.6 Protecciones.** Para lograr un correcto equilibrio tanto de funcionamiento y de seguridad del estudiante se tomaran varias medidas de protección.

*Medidas contra interferencias.*

Las interferencias introducidas en el autómatas a través de las líneas de señal y de la alimentación se derivan del punto central de tierra dispuesto en el riel.

Este punto se unirá con el conductor de protección PE a través de un enlace de poca resistencia (conductor corto y de cobre de 10 mm<sup>2</sup>).

Dentro del armario no deben aparecer sobretensiones en las líneas de alimentación y en las líneas de señal. Para ello se tomó las siguientes medidas:

1. Los dispositivos que generan magnetismo como los relés (sócalos) y el contactor se colocó en la parte baja del módulo alejado del PLC para evitar alguna interferencia.
2. Se utilizó de acuerdo a las recomendaciones, chapas metálicas para blindar la parte del armario donde prevean campos magnéticos intensos. Por ejemplo con transformadores.
3. Para la iluminación del armario y de los indicadores no se utilizó lámparas fluorescentes, ya que producen interferencias.

**3.1.6.2 Protección contra contactos indirectos.** Las piezas conductoras accesibles no deben quedar sometidas a una tensión peligrosa en caso de defecto. Por ello en las salidas de los jacks a más de que éstos poseen una protección, se colocó una capa de acrílico para evitar algún contacto con el operario.

Para el tendido y conexionado de los conductores de entradas y salidas se aplicó los siguientes conceptos:

- Los conductores de ida y vuelta de los de los emisores o aparatos de ajuste deben conducirse juntos y en un mismo cable.
- En cables apantallados se debe conectar la pantalla del cable a la entrada del armario. La pantalla del cable debe estar aislada respecto a tensiones de partes activas.
- Los conductores sometidos a tensión de 24V no deben conducirse juntos en un mismo cable con otros de tensiones más elevadas.

La distribución de las tensiones L/L+ y L/L-, para la alimentación de los circuitos de los emisores actuadores, se efectuó a través de regletas de bornes, en paralelo que se colocaron encima de los bastidores de ampliación.

Los conductores para las entradas a 110/220 V puede ser sin apantallar, siempre y cuando el cable no sobrepase los 600 metros. Los cables a 24/48 V con longitudes comprendidas entre los 600 y los 1000 metros se deberán colocar apantallados.

Los conductores para las entradas a 110/220 V, 60 Hz no deberán exceder de una longitud de 300 metros como consecuencia de los efectos capacitivos que pueden originarse. Únicamente puede aumentarse esa longitud si, antepone a la entrada resistencias de carga puramente óhmicas.

### **3.2 Estructura del módulo de automatización industrial.**

El diseño del de la estructura modular es un componente muy importante que hay que tomar en cuenta ya que en el mismo se alojarán los diferentes equipos con sus respectivas conexiones, además servirá de plataforma tecnológica en donde el estudiante podrá realizar as diversas prácticas de laboratorio.

El modelo del módulo de automatización se tomó de otros existentes en el laboratorio de Control Industrial, para ello se tomaron medidas y las características estructurales de cada uno de ellos se dimensiono los diferentes orificios necesarios para la colocación tanto de pulsadores como de la ubicación de cada uno de los jacks que

comunicaran tanto con las entradas digitales así como también de las entradas analógicas de igual modo se tomó en cuenta las salidas analógicas de la *signalboard* y las diferentes lámparas de señalización.

La estructura metálica que soportara la estructura del módulo será de acero inoxidable, igual a los existentes en el laboratorio esto es beneficioso ya que este tipo de módulos no necesitan ser pintados y su vida útil es muy grande posee características muy resistentes su estructura es de 2mm de espesor.

En el módulo se colocaran dos puertas en la parte posterior estas puertas están diseñadas de aluminio en las mismas irán empotradas dos láminas de acero inoxidable del mismo material de que está constituido el módulo estas puertas se sujetaran al módulo con cuatro bisagras a presión, el objetivo de estas será cubrir los elementos electrónicos y eléctricos ya que estos se colocaran en el interior de la caja metálica.

**3.2.1 Dimensionamiento de la estructura.** Las dimensiones de la estructura metálica vienen indicadas en la tabla (3).

Tabla 3. Características técnicas del módulo

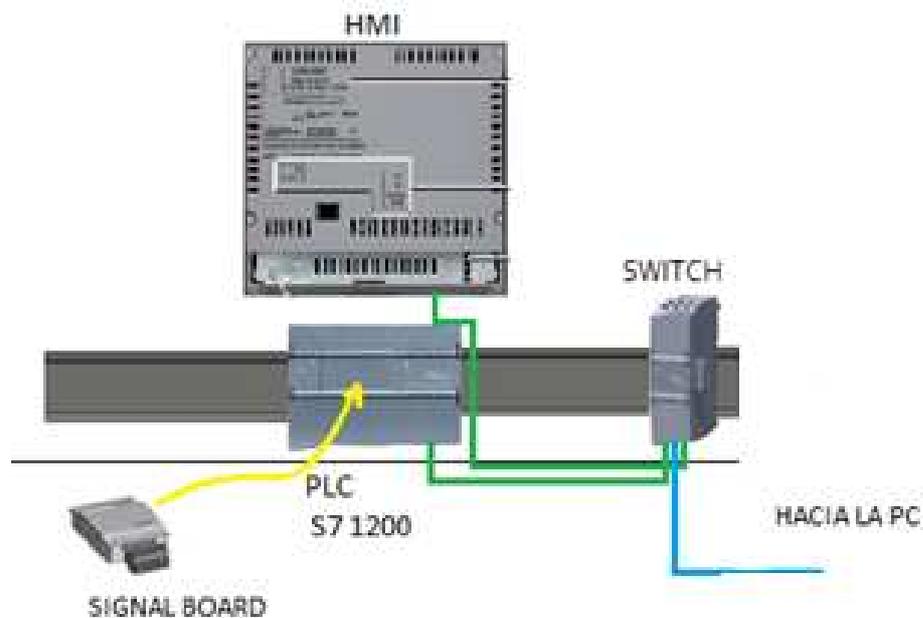
Dimensiones		mm	Material
ESTRUCTURA	Alto(A)	700	Acero inoxidable
	Largo(B)	400	Acero inoxidable
	Ancho(C)	600	Acero inoxidable
PUERTAS	Alto	690	Aluminio
	Ancho	300	Aluminio

Fuente:Autores

**3.2.2 Ubicación del PLC en el módulo.** Tanto el PIC, el switch y sus accesorios como un contactor, relés o sócalos y el cableado en sí van colocados dentro de la estructura

del módulo todo esto con el propósito de proteger a los equipos tanto del polvo como de los rayos solares así como también para evitar interferencias de por cualquier tipo de señal analógica.

Figura 19. Vista lateral. Disposición en el tablero, la ubicación del PLC.

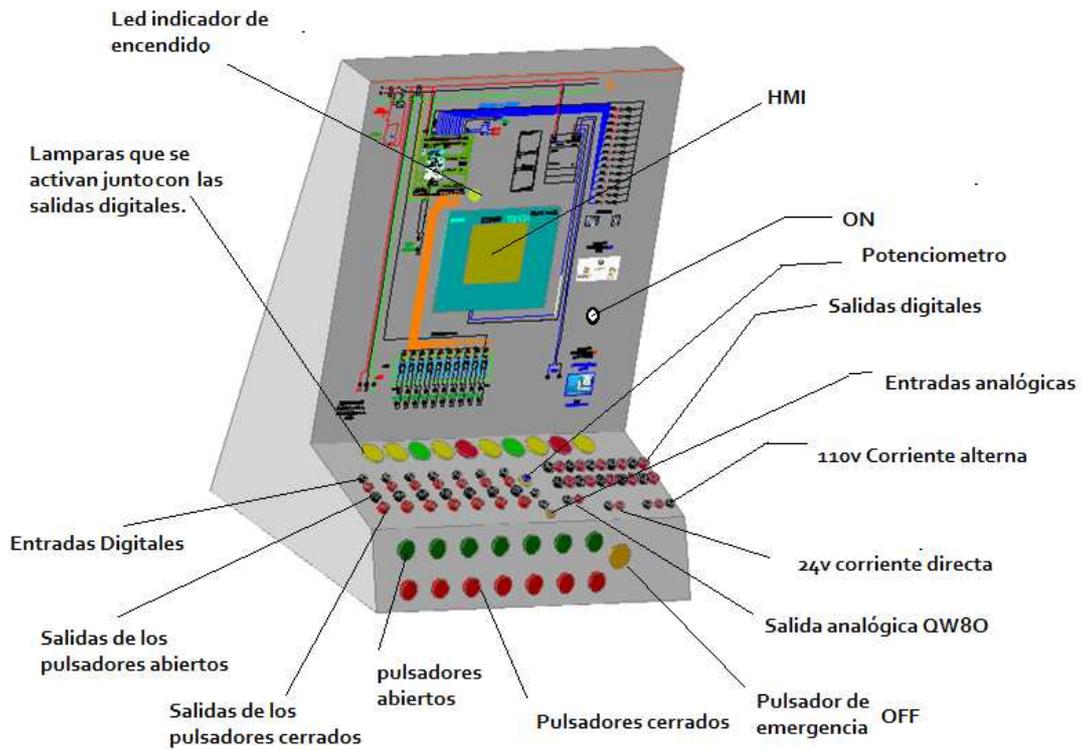


Fuente: Autores

**3.2.3 Ubicación del HMI en el módulo.** El HMI se ubica para este proyecto y futuros en el centro de la estructura metálica, todo esto con el fin de que el estudiante, programador tengan acceso al mismo y se pueda visualizar el proceso que se desarrolla y de esta manera pueda controlar y monitorear la práctica de laboratorio.

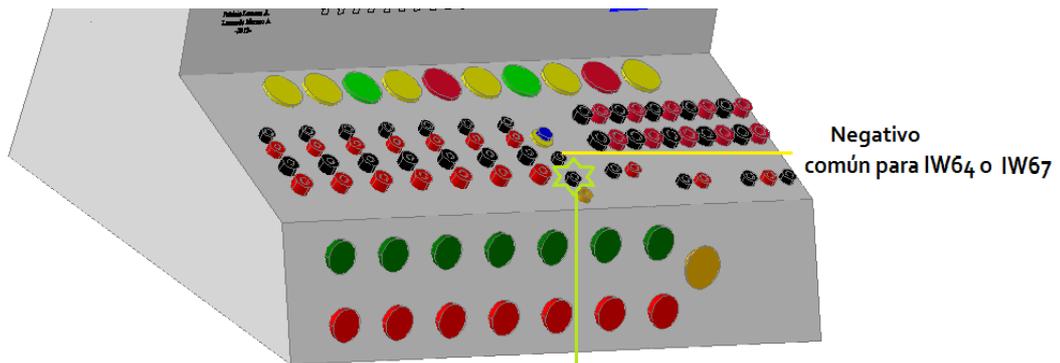
**3.2.4 Entradas y salidas del módulo.** El PLC S71200 es un PLC que viene dispuesto de dos entradas analógicas y catorce entradas digitales, así como también este dispositivo está provisto de dos entradas analógicas, además este está provisto de una SignalBoard que tiene una salida analógica.

Figura 20. Disposición indicativa frontal, de las partes que conforman el módulo de automatización.



Fuente: Autores

Figura 21. Indicador de la ubicación de la entrada analógica IW67



Entrada analógica IW67 esta entrada analogica admite señales de voltaje de 0-10v que se puede utilizar junto con el potenciómetro y una pila.

Fuente: Autores

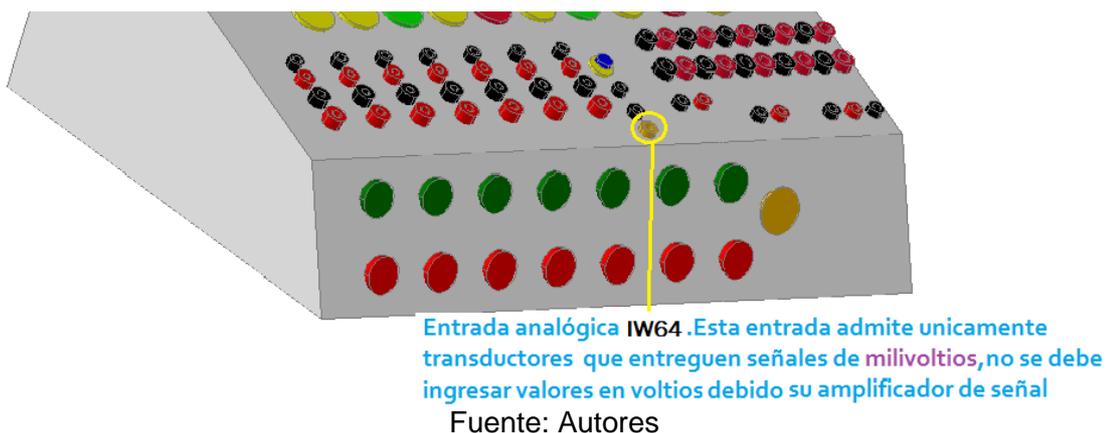
**3.2.4.1 Entradas digitales.** Tanto las entradas como las salidas son colocadas en la parte exterior del módulo, las mismas que están conectadas eléctricamente al PLC,

éstas entradas y salidas están dispuestas mediante terminales de tipo jacks banana las mismas que van indicadas mediante letras y números para poderlas identificar.

A las entradas tanto abiertas como cerradas de 24 VCD del PLC se conectan pulsadores normalmente abiertos y cerrados, los mismos que están conectados a una línea de la fuente, además de borneras de tipo jacks como mencionamos anteriormente, que simulan señales digitales. En los terminales se pueden conectar dispositivos como: Interruptores, finales de carrera, relés térmicos, si se desea se puede tomar el voltaje que está incluido en el módulo tanto de 24V, como de 110V.

**3.2.4.2 Entradas analógicas.** En el módulo existe dos entradas analógicas la una que resiste un voltaje de 0-10V CC. Mediante la cual se puede simular una entrada analógica haciendo uso de una pila o una batería, por medio de un potenciómetro colocado en la parte superior de las entradas analógicas, esta entrada tiene la dirección de **IW67**, no se debe cambiar la dirección de la misma.

Figura 22. Nos indica la segunda entrada analógica IW64

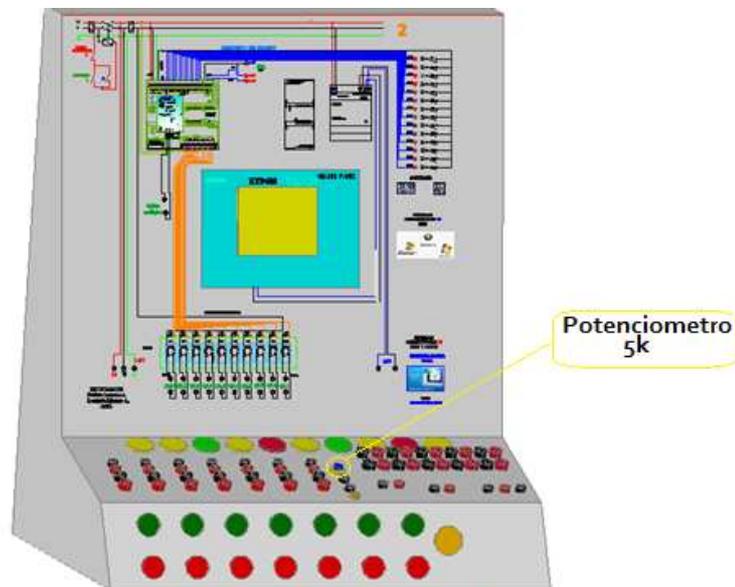


La entrada analógica 2 o **IW64** a esta entrada únicamente se le puede conectar un termo resistencia o un termopar ya que esta tiene incorporada una tarjeta de amplificación y acondicionamiento de señal. Por ningún motivo a esta entrada se conectara voltajes que no sean en el rango de milivoltios ya que su amplificador de



**3.2.5 Colocación de un potenciómetro.** Este potenciómetro va ubicado sobre las dos entradas analógicas pero su funcionalidad será únicamente hacia la entrada **IW67** ya que solo a esta podremos aplicar un voltaje directo de corriente continua en el rango de 0-10V. Este potenciómetro tiene la finalidad de variar la entrada de voltaje simulando caídas y subidas de una señal analógica, mediante este potenciómetro podemos realizar varios tipos de simulaciones como pueden ser el control de temperatura, presión, velocidad y cualquier proceso que simule la entrega de un sensor o transductor.

Figura 24. Ubicación de un potenciómetro para simulación.



Fuente: Autores

**3.2.6 Ubicación de los pulsadores.** Los pulsadores se ubican en la parte Frontal izquierda y uno en la parte frontal superior derecha del módulo los mismos que van dispuestos en un total de 16 pulsadores 7 pulsadores cerrados, 7 pulsadores abiertos, un pulsador de paro y un pequeño pulsador de arranque los mismos que están alimentados tanto con 24 VCD y 110VCA.

**3.2.7 Colocación de lámparas.** Este módulo dispone de 11 lámparas de 110/220V las mismas que nos indicaran:

- Las 10 lámparas ubicadas en la parte de las entradas y salidas de los jacks se encenderán cuando se active una salida analógica, lo cual nos indicara con cuál de estas salidas estamos trabajando.
- La lámpara que se encuentra en la parte superior izquierda sobre el *HMI* al estar encendida nos indicara que el todo el circuito está activado y en funcionamiento.

### **3.3 Selección de los equipos y dispositivos a utilizar.**

Antes de proceder a realizar cualquier proyecto es necesario conocer los equipos que tenemos a disposición es muy importante tener en cuenta, los datos técnicos y su principio básico de funcionamiento para en base a ese conocimiento proceder a la selección de los mismos.

Las diferentes características técnicas y de funcionamiento que nos proporcionan los fabricantes, es información de mucha importancia ya que ésta nos permite conocer con exactitud los equipos y cuáles son las consideraciones a tomar en cuenta.

Al realizar su instalación y programación los equipos necesarios para la automatización; así como también nos hacen conocer sus normas y cuidados de seguridad que debemos tomar en cuenta todo éste nos permite saber que equipos y dispositivos de protección tenemos que utilizar en nuestro proyecto como por ejemplo: PLC, Pantalla HMI, Switch Ethernet, Dispositivos de protección y cableado del mismo.

**3.3.1 Selección del autómata programable.** Para el proyecto se ha utilizado un autómata programable S7-1200, de modelo CPU 1214.

Los autómatas programables pertenecientes a la serie S7-1200 son PLCs de gama baja. Gracias a su diseño compacto, su capacidad de ampliación, su bajo coste y su amplio juego de operaciones están especialmente indicados para solucionar tareas de automatización sencillas.

El controlador lógico programable (PLC) S7-1200 ofrece la flexibilidad y capacidad de controlar una gran variedad de dispositivos para las distintas tareas de automatización. Gracias a su diseño compacto, configuración flexible y amplio juego de instrucciones, el S7- 1200 es idóneo para controlar una gran variedad de aplicaciones.

La CPU incorpora un microprocesador, una fuente de alimentación integrada, así como circuitos de entrada y salida en una carcasa compacta, conformando así un potente PLC.

Una vez cargado el programa en la CPU, ésta contiene la lógica necesaria para vigilar y controlar los dispositivos de la aplicación. La CPU vigila las entradas y cambia el estado de las salidas según la lógica del programa de usuario, que puede incluir lógica booleana, instrucciones de contaje y temporización, funciones matemáticas complejas, así como comunicación con otros dispositivos inteligentes.

Numerosas funciones de seguridad protegen el acceso tanto a la CPU como al programa de control:

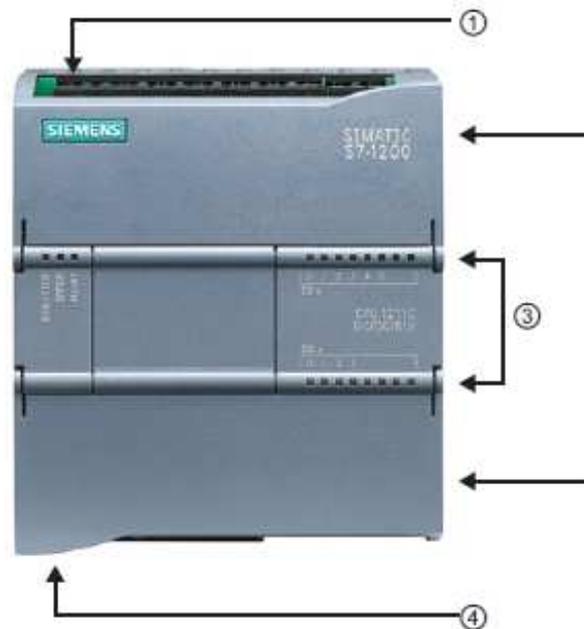
- Toda CPU ofrece protección por contraseña que permite configurar el acceso a sus funciones.
- Es posible utilizar la "protección de know-how" para ocultar el código de un bloque específico. Encontrará más detalles en el capítulo "Principios básicos de programación".

La CPU incorpora un puerto PROFINET para la comunicación en una red PROFINET. Los módulos de comunicación están disponibles para la comunicación en redes RS485 o RS232.

1. Conector de corriente
2. Conectores extraíbles para el cableado de usuario (detrás de las tapas)
3. Ranura para MemoryCard (debajo de la tapa superior)

4. LED de estado para las E/S integradas
5. Conector PROFINET (en el lado inferior de la CPU)

Figura 25. PLC S7 1200.



Fuente: Manual de usuario PLC s7 1200.

**3.3.2 Tarjeta de señales SignalBoards.** Un SignalBoard (SB) permite agregar E/S a la CPU.

Es posible agregar una SB con E/S digitales o analógicas. Una SB se conecta en el frente de la CPU.

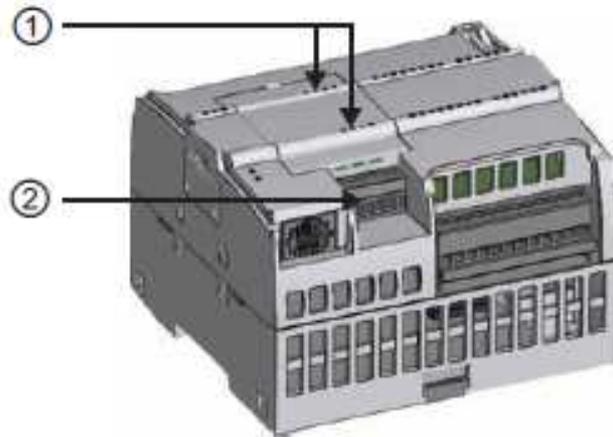
- SB con 4 E/S digitales (2 entradas DC y 2 salidas DC).
- SB con 1 entrada analógica.

#### SignalBoards

1. LEDs de estado en la SB.

2. Conector extraíble para el cableado de usuario.

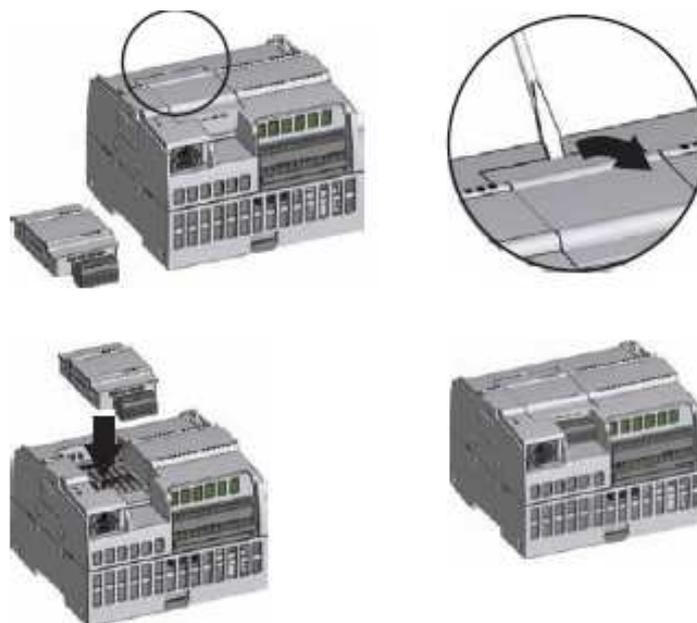
Figura 26. Tarjeta SignalBoards.



Fuente: Manual de usuario PLC s7 1200.

**3.3.2.1 Montaje y desmontaje de una SignalBoard.** Existe una gran variedad de tarjetas de este tipo, por lo cual hay que saber cómo se puede realizar la instalación del mismo, el respectivo montaje se lo efectuó de la siguiente manera.

Figura 27. Montaje del signalboards.



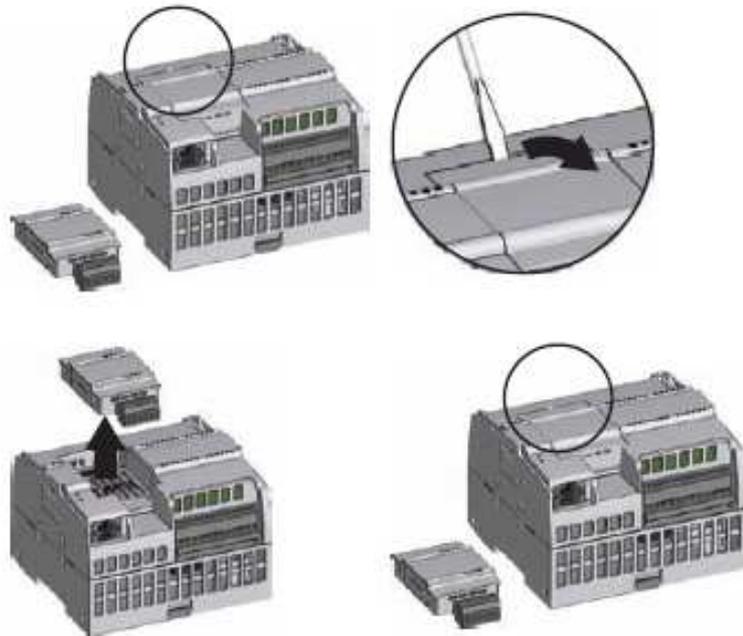
Fuente: Manual de usuario PLC s7 1200.

*Montaje.* Se preparó la CPU Para el montaje de la SB desconectando la alimentación de la misma y retirando las tapas superior e inferior de los bloques de terminales de la CPU.

Para montar el SB, hay que proceder del siguiente modo:

1. Hay que insertar un destornillador en la ranura arriba de la CPU en el lado posterior de la tapa.
2. Hacer palanca suavemente para levantar la tapa y retirarla de la CPU.
3. Colocar la SB rectamente en su posición de montaje en el lado superior de la CPU.
4. Hay que oprimir firmemente la SB hasta que encaje en su posición correcta.
5. Tenemos que colocar nuevamente las tapas de los bloques de terminales.

Figura 28. Desmontaje del SignalBoards.



Fuente: Manual de usuario PLC s7 1200.

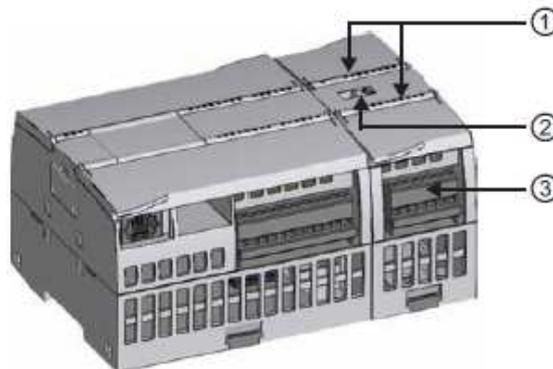
*Desmontaje.* De la misma manera hay que preparó la CPU para el desmontaje de la SB desconectando la alimentación y retirando las tapas superior e inferior de los bloques de terminales de la CPU.

Para desmontar la SB, tenemos que proceder del siguiente modo:

1. Hay que insertar un destornillador en la ranura en el lado superior de la SB.
2. Tenemos que hacer palanca suavemente para desacoplar la SB de la CPU.
3. Hay que retirar la SB rectamente desde arriba de su posición de montaje en el lado superior de la CPU.
4. Tenemos que colocar nuevamente la tapa de la SB.
5. Colocamos nuevamente las tapas de los bloques de terminales.

**3.3.3 Módulos de señales.** La gama de PLC S7 1200 permite agregar componentes de hardware como son los módulos de señales los cuales permiten agregar funciones a la CPU. Estos módulos de señales se conectan a la derecha de la CPU.

Figura 29. Ubicación de módulos de señales.



Fuente: Manual de usuario PLC s7 1200.

1. LEDs de estado para las E/S del módulo de señales
2. Conector de bus
3. Conector extraíble para el cableado de usuario

**3.3.4 Extraer e insertar el conector del bloque de terminales del S7-1200.** La PCU que forma parte del módulo de automatización, tanto las entradas como las salidas del dispositivo, así como de su signalboards, estos incorporan conectores extraíbles que facilitan la conexión del cableado. Solo si el caso fuera necesario de extraer este tipo

de conectores o por algún motivo se desprendieron del dispositivo se deberá proceder de la manera que recomendamos a continuación:

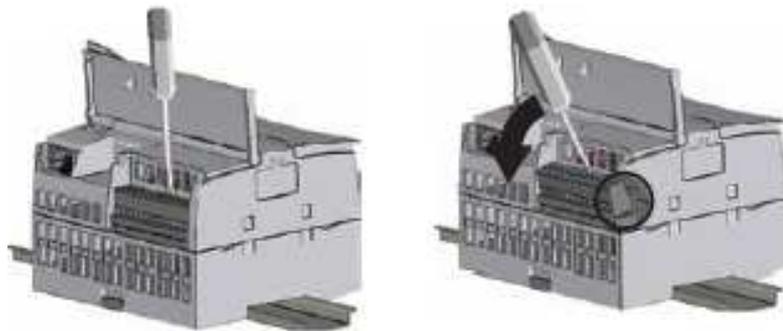
Hay que desconectar la alimentación eléctrica de la CPU.

Tenemos que abrir la tapa por encima del conector.

Para desconectar el conector tenemos que proceder del siguiente modo:

1. Hay que buscar la ranura para insertar la punta del destornillador en el lado superior del conector.
2. Tenemos que insertar un destornillador en la ranura.
3. Hacemos palanca suavemente en el lado superior del conector para extraerlo de la CPU. El conector se desenclava audiblemente.
4. Debemos sujetar el conector con las manos y extraerlo de la CPU.

Figura 30. Pasos para extraer el conector del bloque de terminales del S7-1200



Fuente: Manual de usuario PLC s7 1200.

**3.3.5 Montaje del conector.** Es importante saber cómo se debe montar los conectores correctamente ya que de lo contrario no receptara correctamente la señal, tanto de entrada como de salida.

Es importante saber que cada terminal del conector tiene una ranura predeterminada que funciona correctamente si se ubica al mismo en una posición adecuada, se

detallara a continuación los pasos necesarios para colocar a este en una posición correcta.

1. Debemos primero que nada preparar los componentes para el montaje del bloque de terminales desconectando la alimentación de la CPU y abriendo la tapa del mismo.
2. Tenemos que alinear el conector a los pines del dispositivo.
3. Hay alinear el lado de cableado del conector en el zócalo.
4. Haciendo un movimiento giratorio, empujamos firmemente el conector hacia abajo hasta que encaje. Comprobamos si el conector está bien alineado y encajado correctamente.

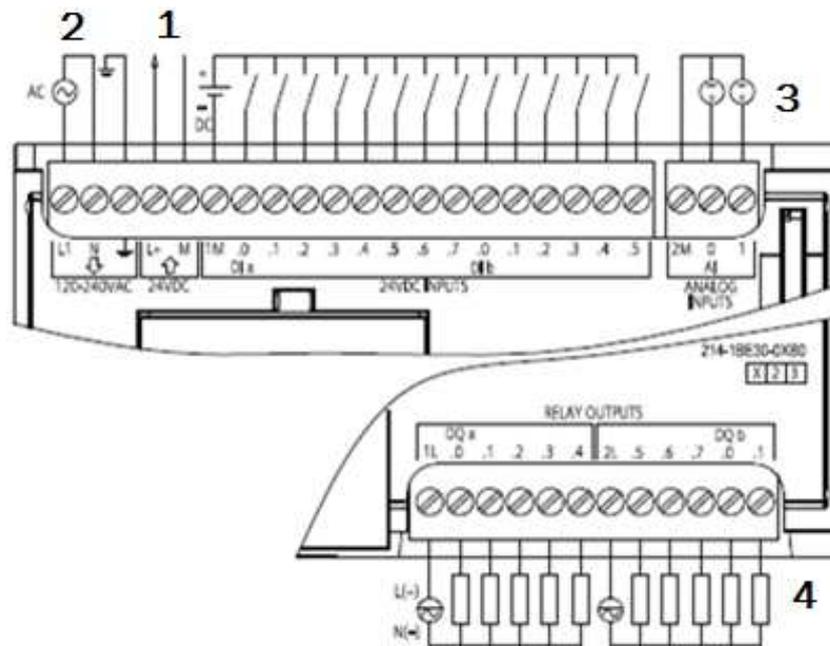
Figura 31. Como conectar el conector del bloque de terminales del S7-1200



Fuente: Manual de usuario PLC s7 1200.

**Advertencia.** Si EL S7-1200 o los equipos conectados se montan o cablean estando estos conectados a la alimentación, pueden producirse un choque eléctrico o un funcionamiento inesperado de los equipos, si la alimentación del S7-1200 y de los equipos conectados no se desconecta por completo antes del montaje o desmontaje, pueden producir la muerte, lesiones corporales graves y /o daños debidos a choques eléctricos o al funcionamiento inesperado de los equipos; se recomienda que respete siempre las medidas de seguridad necesarias y asegúrese que la alimentación eléctrica del s7 1200 esta desconectada antes de montar o desmontar el S7-1200 o los equipos conectados.

Figura 32. Diagrama del cableado



Fuente: Manual de usuario PLC s7 1200.

1. Alimentación de sensores de 24VCC.
2. Alimentación de CPU con 110V.
3. Entradas analógicas.
4. Salidas digitales.

**3.3.6. Datos técnicos de la SignalBoard 1232 de 1 salida analógica.** Es importante conocer estas características técnicas ya que nuestro PLC llevara incorporado en su ranura una SignalBoard de estas características.

Figura 33. Signalboard 1232.



Fuente: Manual de usuario PLC s7 1200.

Tabla 4. Características técnicas del PLC s7 1200

Conexiones	3 para HMI , 1 para la programadora 8 para instrucciones Ethernet en el programa de usuario, 3 para CPU a CPU
Transferencia de datos	10/100 Mb/s
Aislamiento (señal externa a lógica del PLC)	Aislado por transformador, 1500 V DC
Tipo de cable	CAT5e apantallado
<b>Fuente de alimentación</b>	
Rango de tensión	85 a 264 V AC
Frecuencia de línea	47 a 63 Hz
Intensidad de entrada CPU sólo a carga máx. CPU con todos los accesorios de ampliación a carga máx.	100 mA a 120 V AC 50 mA a 240 V AC 300 mA a 120 V AC 150 mA a 240 V AC
Corriente de irrupción (máx.)	20 A a 264 V AC
Aislamiento (potencia de entrada a lógica)	1500 V AC
Corriente de fuga a tierra, línea AC a tierra funcional	0,5 mA máx.
Tiempo de mantenimiento (pérdida de potencia)	20 ms a 120 V AC 80 ms a 240 V AC
Fusible interno, no reemplazable por el usuario	3 A, 250 V, de acción lenta
<b>Alimentación de sensores</b>	
Rango de tensión	20,4 a 28,8 V DC
Intensidad de salida nominal (máx.)	400 mA (protegido contra cortocircuito)
Ruido de rizado máx. (<10 MHz)	< 1 V de pico a pico
Aislamiento (lógica de la CPU a alimentación de sensores)	Sin aislamiento
<b>Entradas digitales</b>	
Número de entradas	14
Tipo	Sumidero/fuente (tipo 1 IEC sumidero)
Tensión nominal	24 V DC a 4 mA, nominal

Tensión continua admisible	30 V DC, máx.
Sobretensión transitoria	35 V DC durante 0,5 seg.
Señal 1 lógica (mín.)	15 V DC a 2,5 mA
Señal 0 lógica (máx.)	5 V DC a 1 mA
Aislamiento (campo a lógica)	500 V AC durante 1 minuto
Grupos de aislamiento	1
Tiempos de filtro	0,2, 0,4, 0,8, 1,6, 3,2, 6,4 y 12,8 ms (seleccionable en grupos de 4)
Frecuencias de entrada de reloj HSC (máx.), (señal 1 lógica = 15 a 26 V DC)	Fase simple: 100 KHz (Ia.0 a Ia.5) y 30 KHz (Ia.6 a Ib.5) Fase en cuadratura: 80 KHz (Ia.0 a Ia.5) y 20 KHz (Ia.6 a Ib.5)
Número de entradas ON simultáneamente	14
Longitud de cable (metros)	500 apantallado, 300 no apantallado, 50 apantallado para entradas HSC
<b>Entradas analógicas</b>	
Número de entradas	2
Tipo	Tensión (asimétrica)
Rango	0 a 10 V
Rango total (palabra de datos)	0 a 27648
Rango de sobre impulso (palabra de datos)	27.649 a 32.511
Desbordamiento (palabra de datos)	32.512 a 32767
Resolución	10 bits
Tensión de resistencia al choque máxima	35 V DC
Alisamiento	Ninguno, débil, medio o fuerte
Rechazo de interferencias	10, 50 ó 60 Hz
Impedancia	$\geq 100\text{ K}\Omega$
Aislamiento (campo a lógica)	Ninguno
Precisión (25°C / 0 a 55°C)	3,0% / 3,5% de rango máximo
Rechazo en modo común	40 dB, DC a 60 Hz
Rango de señales operativo	La tensión de señal más la tensión en modo común debe ser menor que +12 V y mayor que -12 V

Longitud de cable (metros)	10 trenzado y apantallado
<b>Salidas digitales</b>	
Número de salidas	10
Tipo	Relé, contacto seco
Rango de tensión	5 a 30 V DC ó 5 a 250 V AC
Señal 1 lógica a intensidad máx.	--
Señal 0 lógica con carga de 10 K $\Omega$	--
Intensidad (máx.)	2,0 A
Carga de lámparas	30 W DC/200 W AC
Resistencia en estado ON	Máx. 0,2 $\Omega$ (si son nuevas)
Corriente de fuga por salida	--
Sobre corriente momentánea	7 A si están cerrados los contactos
Protección contra sobrecargas	No
Aislamiento (campo a lógica)	1500 V AC durante 1 minuto (bobina a contacto) Ninguno (bobina a lógica)
Resistencia de aislamiento	100 M $\Omega$ mín. si son nuevas
Aislamiento entre contactos abiertos	750 V AC durante 1 minuto
Grupos de aislamiento	2
Tensión de bloqueo inductiva	--
Retardo de conmutación (Qa.0 a Qa.3)	10 ms máx.
Retardo de conmutación (Qa.4 a Qb.1)	10 ms máx.
Frecuencia de tren de impulsos (Qa.0 y Qa.2)	No recomendado
Vida útil mecánica (sin carga)	10.000.000 ciclos abiertos/cerrados
Vida útil de los contactos bajo carga nominal	100.000 ciclos abiertos/cerrados
Reacción al cambiar de RUN a STOP	Último valor o valor sustitutivo (valor predeterminado: 0)
Número de salidas ON simultáneamente	10
Longitud de cable (metros)	500 apantallado, 150 no apantallado

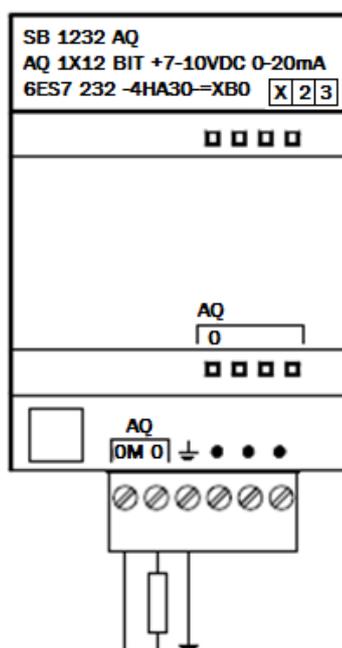
Fuente: Manual de Siemens para PLC s7 1200.

Tabla 5. Características técnicas de la SignalBoard 1232

<b>Datos técnicos</b>	
Modelo	SB 1232 AQ 1x12bit
Referencia	6ES7 232-4HA30-0XB0
<b>General</b>	
Dimensiones A x A x P (mm)	38 x 62 x 21 mm
Peso	40 gramos
Disipación de potencia	1,5 W
Consumo de corriente (bus SM)	15 mA
Consumo de corriente (24 V DC)	40 mA (sin carga)
<b>Salidas analógicas</b>	
Número de salidas	1
Tipo	Tensión o intensidad
Rango	$\pm 10$ V ó 0 a 20 mA
Resolución	Tensión: 12 bits Intensidad: 11 bits
Rango total (palabra de datos)	Tensión: -27.648 a 27.648 Intensidad: 0 a 27.648
Precisión (25°C / 0 a 55°C)	$\pm 0.5\%$ / $\pm 1\%$ de rango máximo
Tiempo de estabilización (95% del nuevo valor)	Tensión: 300 $\mu$ S (R), 750 $\mu$ S (1 uF) Intensidad: 600 $\mu$ S (1 mH), 2 ms (10 mH)
Impedancia de carga	Tensión: $\geq 1000 \Omega$ Intensidad: $\leq 600 \Omega$
Reacción al cambiar de RUN a STOP	Último valor o valor sustitutivo (valor predeterminado: 0)
Aislamiento (campo a lógica)	Ninguno
Longitud de cable (metros)	10 metros, trenzado y apantallado
<b>Diagnóstico</b>	
Rebase por exceso/defecto	Sí
Cortocircuito a tierra (sólo en modo de tensión)	Sí
Rotura de hilo (sólo en modo de intensidad)	Sí

Fuente: Manual de Siemens para PLC s7 1200.

Figura 34. Diagrama del cableado de la *signalboard* B 1232



Fuente: Manual de usuario PLC s7 1200.

**3.3.7 Ejecución del programa de usuario.** La CPU soporta los siguientes tipos de bloques lógicos que permiten estructurar eficientemente el programa de usuario:

- Los bloques de organización (OB) definen la estructura del programa. Algunos OB tienen reacciones y eventos de arranque predefinidos. No obstante, también es posible crear OB con eventos de arranque personalizados.
- Las funciones (FC) y los bloques de función (FB) contienen el código de programa correspondiente a tareas específicas o combinaciones de parámetros. Cada FC o FB provee parámetros de entrada y salida para compartir datos con el bloque invocante. Un FB utiliza también un bloque de datos asociado (denominado DB instancia) para conservar el estado de valores.
- Los bloques de datos (DB) almacenan datos que pueden ser utilizados por los bloques del programa.

La ejecución del programa de usuario comienza con uno o varios bloques de organización (OB) de arranque que se ejecutan una vez al cambiar a estado operativo RUN, seguidos de uno o varios OB de ciclo que se ejecutan cíclicamente. También es

posible asociar un OB a un evento de alarma que puede ser un evento estándar o de error y que se ejecuta cada vez que ocurre el evento en cuestión.

Una función (FC) o un bloque de función (FB) es un bloque de código del programa que puede llamarse desde un OB, o bien desde otra FC u otro FB. Son posibles los niveles siguientes:

- 16 desde OB de ciclo o de arranque
- 4 desde OB de alarma de retardo, alarma cíclica, alarma de proceso, alarma de error de tiempo o alarma de diagnóstico

Las FC no están asociadas a ningún bloque de datos (DB) en particular, mientras que los FB están vinculados directamente a un DB que utilizan para transferir parámetros, así como para almacenar valores intermedios y resultados.

El tamaño del programa de usuario, los datos y la configuración está limitado por la memoria de carga disponible y la memoria de trabajo de la CPU. El número de bloques soportado no está limitado dentro de la cantidad de memoria de trabajo disponible.

En cada ciclo se escribe en las salidas, se leen las entradas, se ejecutan las instrucciones del programa de usuario y se realiza el mantenimiento del sistema o procesamiento en segundo plano. En inglés, el ciclo también se llama "scancycle" o "scan", la SignalBoard, así como los módulos de señales y de comunicación, se detectan y se dan de alta durante el arranque.

**3.3.8 Estados operativos de la CPU.** La CPU tiene tres estados operativos, a saber: STOP, ARRANQUE y RUN. Los LED de estado en el frente de la CPU indican el estado operativo actual.

Figura 35. Estados operativos CPU.



Fuente: Autores

- En estado operativo (STOP), la CPU no ejecuta el programa. Entonces es posible cargar un proyecto en la CPU.
- En estado operativo (ARRANQUE), los OB de arranque (si existen) se ejecutan una vez.
- Los eventos de alarma no se procesan durante la fase de arranque del estado operativo (RUN). El ciclo se ejecuta repetidamente en estado operativo RUN.
- Los eventos de alarma pueden ocurrir y procesarse en cualquier fase del ciclo del programa.

En estado operativo RUN no es posible cargar proyectos en la CPU.

La CPU soporta el arranque en caliente para pasar al estado operativo RUN. El arranque en caliente no incluye la inicialización de la memoria, los datos de sistema no remanentes y los datos de usuario se inicializan en un arranque en caliente, se conservan los datos de usuario remanentes.

**3.3.9 Recuperación si se olvida la contraseña.** Si se ha olvidado la contraseña de una CPU protegida por contraseña, es preciso utilizar una tarjeta de transferencia vacía para borrar el programa protegido por contraseña. La tarjeta de transferencia vacía borra la memoria de carga interna de la CPU. Luego es posible cargar un programa de usuario nuevo desde STEP 7 Basic en la CPU.

**3.3.10 Almacenamiento de datos, áreas de memoria y direccionamiento.** La CPU ofrece varias opciones para almacenar datos durante la ejecución del programa de usuario:

- La memoria de carga nos permite almacenar de forma no volátil el programa de usuario, los datos y la configuración. Cuando un proyecto se carga en la CPU, se almacena primero en el área de memoria de carga. Esta área se encuentra bien sea en una MemoryCard (si está disponible) o en la CPU. Esta área de memoria no volátil se conserva incluso tras una pérdida de potencia.

- La memoria de trabajo ofrece almacenamiento volátil para algunos elementos del proyecto mientras se ejecuta el programa de usuario. La CPU copia algunos elementos del proyecto desde la memoria de carga en la memoria de trabajo.
- La memoria remanente permite almacenar de forma no volátil un número limitado de valores de la memoria de trabajo.

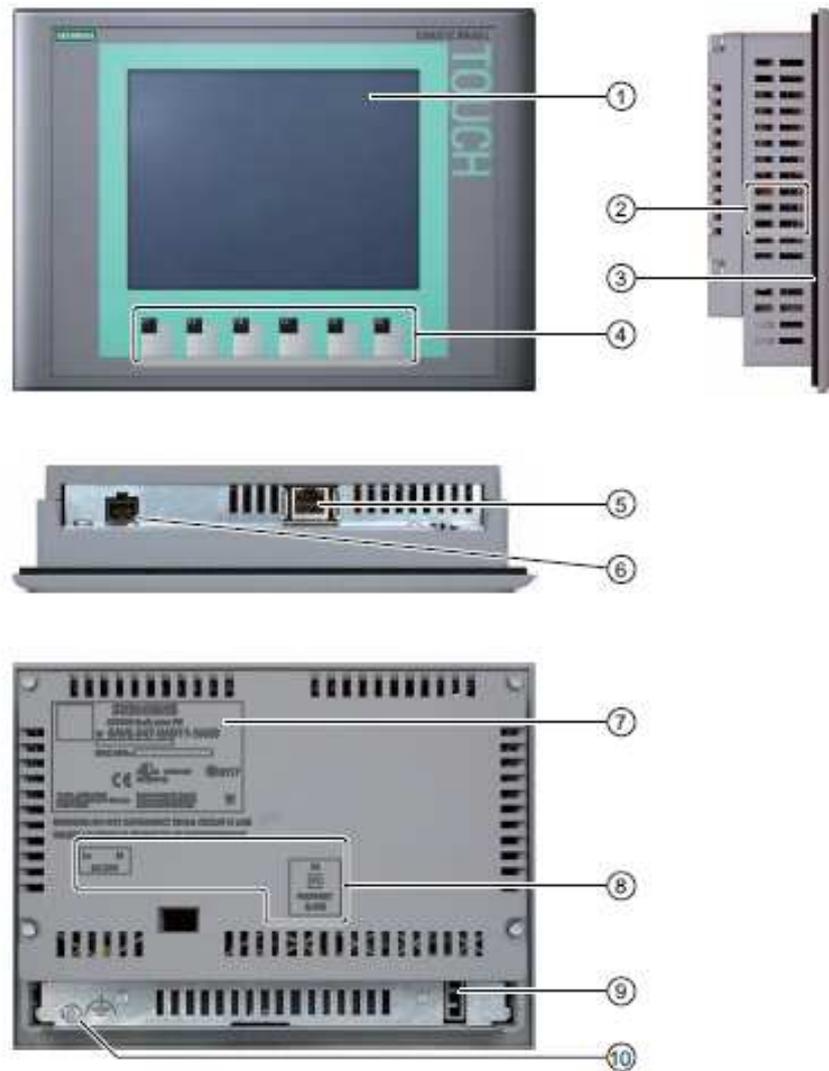
Tabla 6. Características almacenamiento y configuración de software

Área de memoria	Descripción	Descripción	Remanente
<b>I</b> Memoria imagen de proceso de las entradas <b>I_:P</b> (entrada física)	Se copia de las entradas físicas al inicio del ciclo	No	No
	Lectura inmediata de las entradas físicas de la CPU, SB y SM	<b>Si</b>	No
<b>Q</b> Memoria imagen de N proceso de las salidas <b>Q_:P</b> (salida física)	Se copia en las salidas físicas al inicio del ciclo	No	No
	Escritura inmediata en las salidas físicas de la CPU, SB y SM	<b>Si</b>	No
<b>M</b> Área de marcas	Control y memoria de datos	No	<b>Si</b>
<b>L</b> Memoria temporal	Datos locales temporales de un Bloque	No	No
<b>DB</b> Bloque de datos	Memoria de datos y de parámetros de FB	No	<b>Si</b>

Fuente: Manual de Siemens para software TIA portal.

**3.3.11 Selección del panel operador HMI.** Ya que hoy en día, en la mayoría de las máquinas se hace necesario la visualización de los procesos que se desarrollan en ella de forma estándar, especialmente en aquellas de menor tamaño y en las aplicaciones sencillas el uso de un panel operador juega un papel decisivo. Estas exigencias son justo las que queremos satisfacer con nuestro SIMATIC Basic PanelsKTP 600 que lo detallamos a continuación:

Figura 36. Componentes del KTP 600 PNbasic.



Fuente: Manual Siemens para HMI.

1. Display /Pantalla táctil.
2. Escotaduras para las mordazas de fijación.
3. Junta de montaje.
4. Teclas de función.
5. Interfaz PROFINET.
6. Conexión para la fuente de alimentación.
7. Placa de características.
8. Nombre del puerto.
9. Guía para las tiras rotulables.
10. Conexión para tierra funcional.

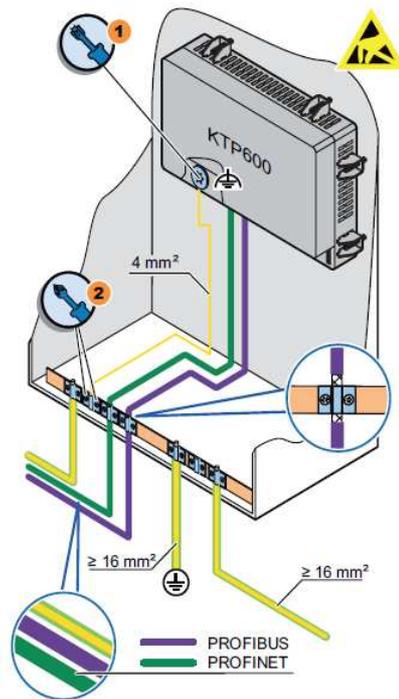
Tabla 7: datos técnicos del panel operador KTP 600

<b>Datos técnicos</b>	
Peso sin embalaje	aprox. 1070 g
<b>Pantalla</b>	
Tipo	LCD-TFT
Área activa del display	115,2 mm x 86,4 mm (5,7")
Resolución, píxeles	320 x 240
Colores representables	256
Regulación de contraste	No
Categoría de error de píxel según DIN EN ISO 13406-2	II
Retroiluminación Half Brightness Life Time, típico	CCFL 50.000 h
<b>Unidad de entrada</b>	
Tipo	Pantalla táctil analógica resistiva
Teclas de función	6
Tiras rotulables	Sí
<b>Memoria</b>	
Memoria de aplicación	512 kBytes
<b>Interfaces</b>	
1 x RS 422/RS 485	-
1 x Ethernet	RJ45 10/100 Mbit/s
<b>Tensión de alimentación</b>	
Tensión nominal Rango admisible	+24 V DC de 19,2 V a 28,8 V (-20 %, +20 %)
Transitorios, máximo Admisible	35 V (500 ms)
Tiempo entre dos transitorios, mínimo	50 s
Consumo • Típico • Corriente continua máx. • Corriente transitoria de conexión I2t	aprox. 350 mA aprox. 550 mA aprox. 0,5 A2s
Fusible interno	electrónico
<b>Otros componentes</b>	
Reloj de tiempo real	Sí, no respaldado

Fuente: Manual Siemens para HMI.

**3.3.11.1 Pasos necesarios para instalar el panel operador en la estructura metálica.** Aquí se detallan los pasos que debemos seguir cuando vamos a conectar la HMI a una fuente de energía eléctrica:

Figura 37. Instalación del panel operador



Fuente: Manual Siemens para HMI.

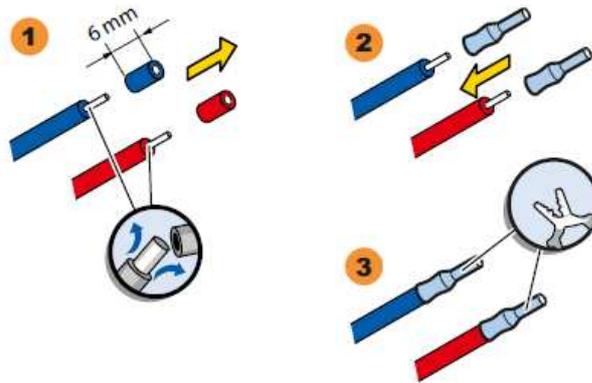
1. Conectamos la conexión de tierra funcional del panel de operador con un cable de tierra, sección  $4 \text{ mm}^2$ .
2. Conectamos el cable de tierra del panel operador con la barra de equipotencialidad.

**3.3.11.2 Conexión de la fuente de alimentación.** Antes de proceder debemos tener en cuenta las características técnicas de la fuente de alimentación a donde vamos a conectar nuestro operador.

Utilizamos para la fuente de alimentación cables con una sección mínima de  $1,5 \text{ mm}^2$ .

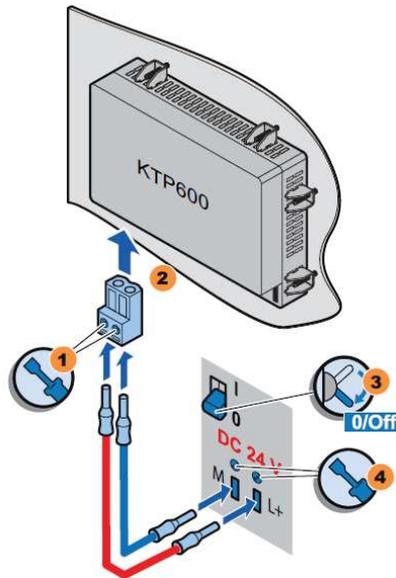
1. pelamos los extremos de dos cables de la fuente de alimentación a una longitud de  $6 \text{ mm}$ .
2. Aplicamos punteras a los extremos pelados de los cables.
3. Fijamos las punteras en los extremos de los cables con una tenaza crimpadora.

Figura 38. Dimensionamiento para el pelado de cables



Fuente: Manual Siemens para HMI.

Figura 39. Forma de conectar el HMI con una fuente de poder.



Fuente: Manual Siemens para HMI.

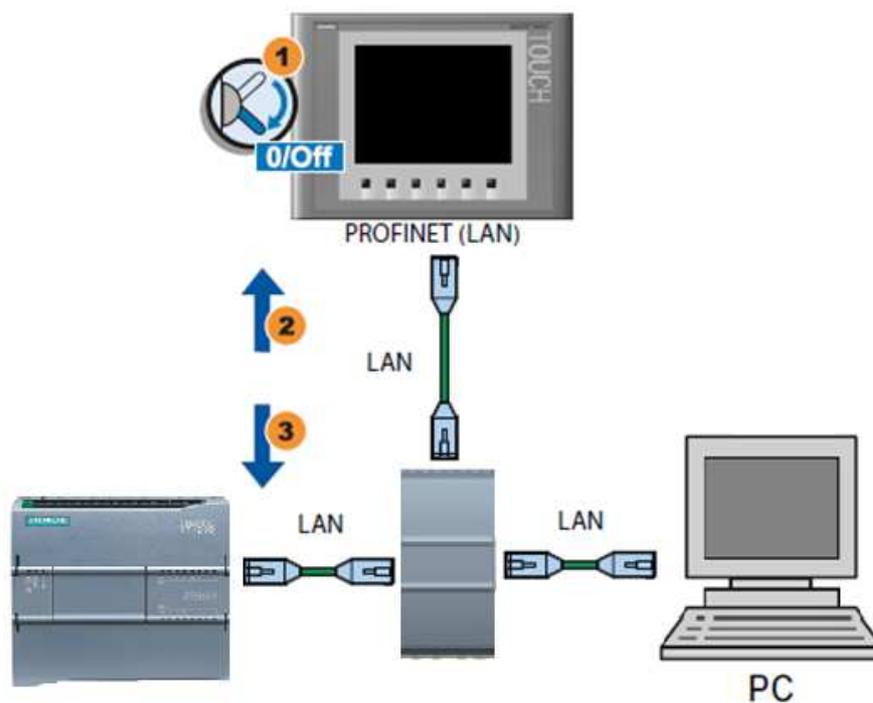
**Procedimiento.** Antes que nada debemos tener cuidado de no utilizar una fuente de alimentación mal dimensionada, puede dañarse el panel de operador de forma irreparable.

Utilizamos una fuente de alimentación de 24V DC de suficiente intensidad, véase datos técnicos.

1. Tenemos que introducir los dos cables de la fuente de alimentación en el borne de conexión de red y fíjelos con un destornillador plano.
2. Conectamos el borne de conexión de red con el panel de operador.
3. Desconectamos la fuente de alimentación.
4. Introducimos los otros dos extremos de los cables en las conexiones de la fuente de alimentación y fijándolos con un destornillador plano. Vigilamos que la polaridad sea la correcta.

**3.3.11.3 Conexión con PC y PLC de a un Basic Panel PN.** Para poder realizar este tipo de conexión se requiere un conector RJ45 con salida de 180°

Figura 40. Enlaces PROFINET con diferentes equipos



Fuente: Autores.

Utilizamos para la conexión de los Basic Panels PN al panel de operador, un conector RJ45 "IE FC RJ45 Plug 2 x 2".

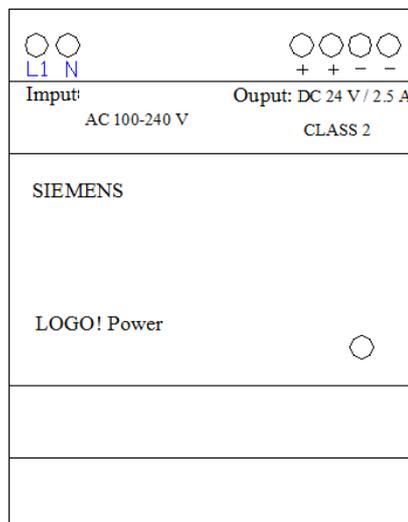
**Procedimiento:**

1. Desconectamos el panel operador.
2. Enchufamos un conector RJ45 del cable LAN al panel de operador.

3. Enchufamos un conector RJ45 del cable LAN al switch.
4. Tomamos un conector RJ45 del de la salida del switch y conecte al PLC
5. Tomamos el otro cable RJ45 y conecte al PC de ingeniería.

**3.3.12 Selección de fuente de corriente continua.** Se ha dimensionado y seleccionado una fuente de poder de 24VCC, con la finalidad de abastecer de energía tanto a la HMI y al switch ETHERNET, además la misma podrá ser utilizada a través de una toma que existe en el módulo, siempre y cuando la necesidad de algún aparato exterior no sobrepase los 2A

Figura 41. Fuente de poder de 24 Voltios y 2.5 A.



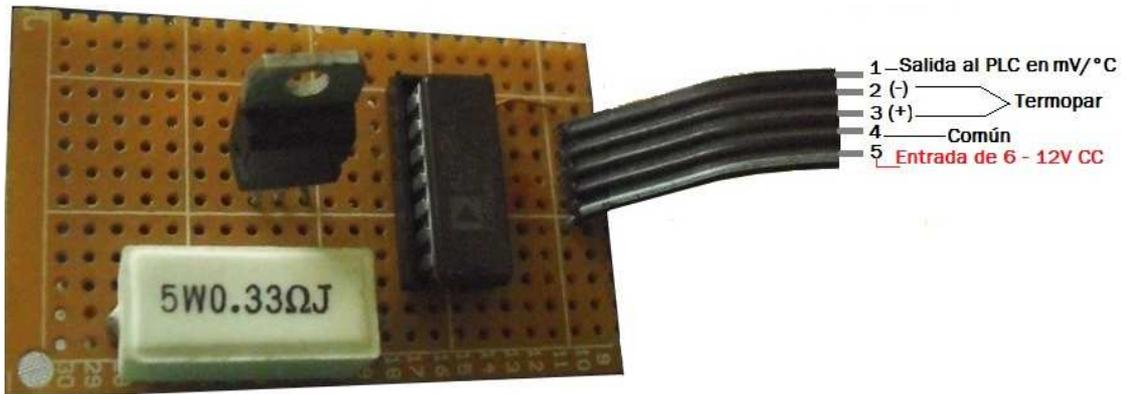
Fuente: Autores

**3.3.13 Selección de la tarjeta acondicionadora de señal y factores a tomar en cuenta.**

En todo proceso de automatización es necesario captar las magnitudes de planta, para poder así saber el estado del proceso que estamos controlando. Para ello empleamos los sensores y transductores.

Para poder leer las señales analógicas que nos entrega el transductor de temperatura termopares PT100 se hace necesario la utilización de una tarjeta que amplifique la señal ya que el transductor entrega una señal en mili voltios demasiado débil que no es suficiente para que pueda ser leída por el PLC.

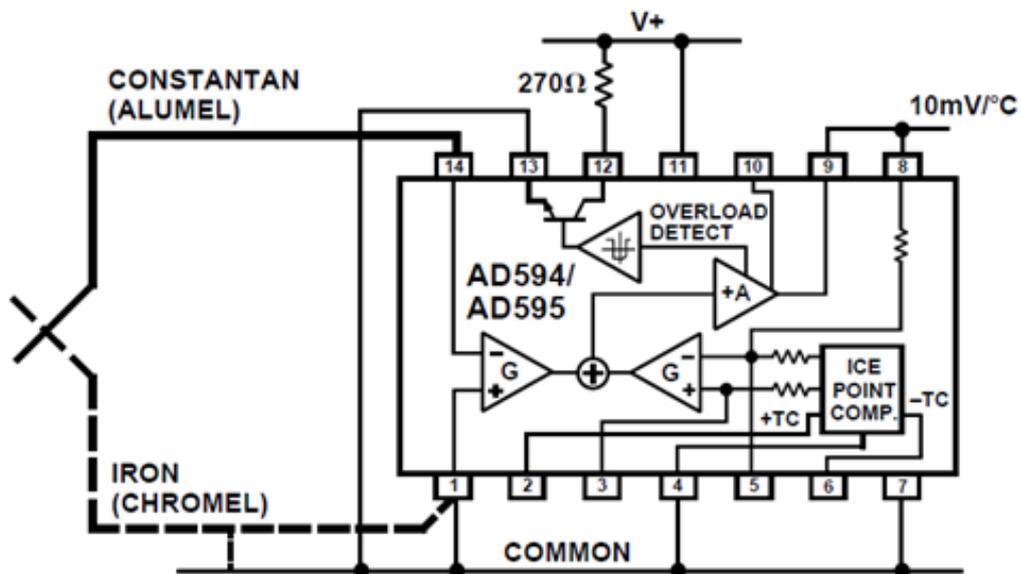
Figura 42. Tarjeta acondicionadora de señal.



Fuente: Autores.

El integrado AD595/AD594 es un amplificador de instrumentación completa el compensador de unión fría del termopar en un chip monolítico. Se combina un punto de referencia de hielo común amplificador pre calibrado para producir un nivel alto (10mV/°C) de salida directamente de una señal de termopar.

Figura 43. Esquema eléctrico del integrado AD 595 necesario para amplificar la señal.



Fuente: Manual de micro controladores AD594/595

Hay que saber que, la sensibilidad y el ruido ambiental son factores importantes que tenemos considerar cuando se mide de termopares. Las salidas de los termopares son

muy pequeñas y cambian de 7 a 50  $\mu\text{V}$  por cada grado ( $1\text{ }^{\circ}\text{C}$ ) de cambio en temperatura haciendo a las señales muy susceptibles a los efectos de ruido eléctrico.

Es por esto que los acondicionadores de termopares incluyen filtros de ruido paso bajo para suprimir el ruido de 50 y 60 Hz. Además incluyen amplificadores de instrumentación de alta ganancia para aumentar el nivel de la señal. Amplificar la señal del termopar también incrementa la resolución o sensibilidad de la medición.

**3.3.14 Selección de dispositivos de protección.** Se seleccionó un fusible de 2A para proteger la salida de la fuente, la misma que está diseñada para soportar 2.5 A, 500mA se designan a los dispositivos que se encuentran conectados como son: HMI, Switch Ethernet el resto de corriente se designa para la salida la misma que su consumo no debe sobrepasar los 2A ya que causaría daño o sobrecalentamiento a la fuente.

Figura 44. Fusible para la salida de la fuente de 24V



Fuente: Autores

**3.3.15 Selección de terminales.** Par poder tener acceso a las entradas y salidas de nuestro PLC se agregó terminales compuestos por jacks tipo banana cortos ya que por su estructura éstos suelen ser robustos y de larga duración, los mismos que nos permiten acoplar cables de los comúnmente existentes para la realización de prácticas de laboratorio.

Figura 45. Jack Banana



Fuente: Autores

**3.3.16 Selección de pulsadores de encendido y apagado.** La alimentación de corriente del módulo está dispuesta de tal forma que se pueda accionar, o quitar la energía en forma automática para precautelar la seguridad tanto del estudiante, como de los equipos para lo cual se utilizó:

Figura 46. Contactor 12A para el módulo.

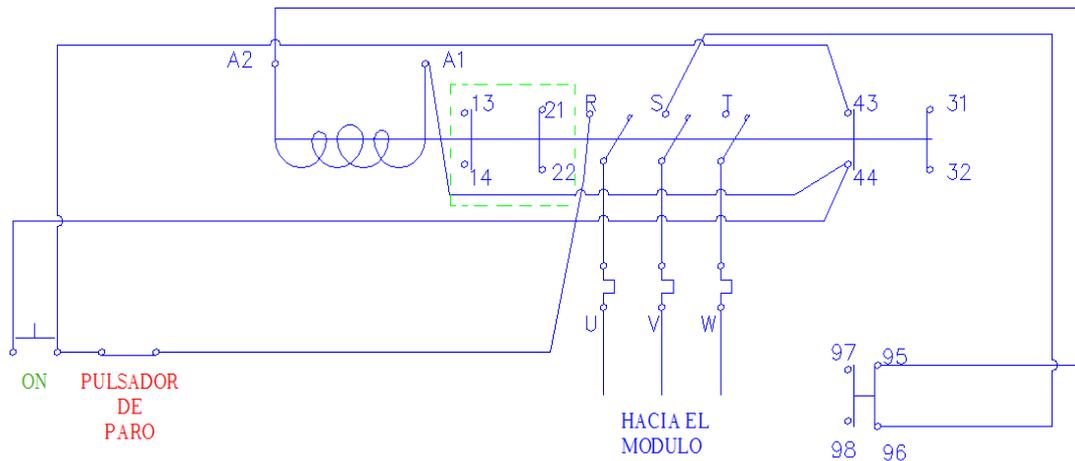


Fuente: Autores

*Contactor.* Para lograr el encendido y apagado de todo el sistema se utilizó un contactor de corriente alterna, su bobina se energiza a 110v. Este dispositivo se utilizó

debido a que resiste el paso de un amperaje de 12A suficiente para el funcionamiento de este módulo, el mismo que permite el accionamiento y apagado.

Figura 47. Esquema eléctrico de conexión del contactor



Fuente: Autores

**3.3.17 Selección de lámparas.** Las lámparas seleccionadas se pueden conectar a voltajes de, 110V y 220V tienen la característica de ser lámparas LED, estas lámparas se utilizan para indicar tanto el encendido del módulo así como también para saber en qué momento se activan las salidas digitales.

#### 3.4 Plano eléctrico.

En el plano eléctrico que se muestra en el ANEXO A, constan las instalaciones eléctricas del módulo de automatización en ella se detallan tanto el circuito de mando como el circuito de potencia, además se indica las entradas y la salida analógica con sus respectivas direcciones de configuración en el software TIA portal V 11 y 10.5.

#### 3.5 Montaje de equipos y dispositivos eléctricos.

Para realizar este montaje se tomó en cuenta ciertos aspectos como alejar los dispositivos S71200 de fuentes de calor, alta tensión e interferencias.

Como regla general para la disposición de los dispositivos del sistema, los aparatos que generan altas tensiones e interferencias deben mantenerse siempre alejados de los equipos de baja tensión y de tipo lógico, tales como el S71200.

Al configurar la disposición del S7 en el panel, debemos tener en cuenta los aparatos que generan calor y disponer los equipos electrónicos en las zonas más frías del armario eléctrico. Si se reduce la exposición a entornos de alta temperatura, aumentará la vida útil de cualquier dispositivo electrónico.

También se consideró la ruta del cableado de los dispositivos montados en el panel. Se evitó tender las líneas de señales de baja tensión y los cables de comunicación en un mismo canal junto con los cables CA y CD de alta energía y conmutación rápida. Se trató y se adecuó el espacio suficiente para la refrigeración y el cableado.

La refrigeración de los dispositivos S71200 se realizó por convección natural. Para la refrigeración correcta es preciso dejar un espacio mínimo de 25 mm por encima y por debajo de los dispositivos, así mismo se deben prever como mínimo 25 mm de profundidad entre el frente de los módulos y el interior de la carcasa.

### **3.6 Conexiones eléctricas y medios de comunicación.**

Para realizar las conexiones eléctricas se utilizó cable azul multifilar número 14 para el circuito de mando y número 12 para el circuito de potencia los mismos que van distribuidos por el módulo por canaletas.

Tanto los cables que llevan la señal del circuito de mando y los que llevan la señal del circuito de potencia cada uno de éstos van distribuidos en canaletas diferentes para evitar cualquier interferencia de señal, además los cables que llevan la señal de las entradas y salidas analógicas son distribuidos de manera independiente para evitar que generen sobre posición de la señal ya sea por algún campo magnético que generen las otras conexiones.

### 3.7 Programación.

Hasta el momento, se ha descrito al autómatas como una máquina formada por elementos del hardware capaces de comunicarse físicamente con el proceso para:

- Recoger el conjunto de variables (digitales y analógicas) que definen los estados del mismo (señales de entrada)
- Enviar otro conjunto de variables que modifiquen dicho estado en un sentido predeterminado (señales de salida)

Además, por su atributo de programable, el autómatas necesita para su completa adaptación de un operador humano que defina como se quiere la evolución del mismo.

Este operador intercambia entonces información con el hardware del autómatas para:

- Fijar, mediante una secuencia de órdenes, la ley general de mando, de la que se obtienen las variables de salida o de control.
- Intervenir, continuamente o no, sobre el proceso para modificar la evolución o, simplemente, para leer su estado.

El primero de los puntos, establecimiento de la secuencia de órdenes, se denomina programación del autómatas, y a la secuencia establecida, programa de la aplicación.

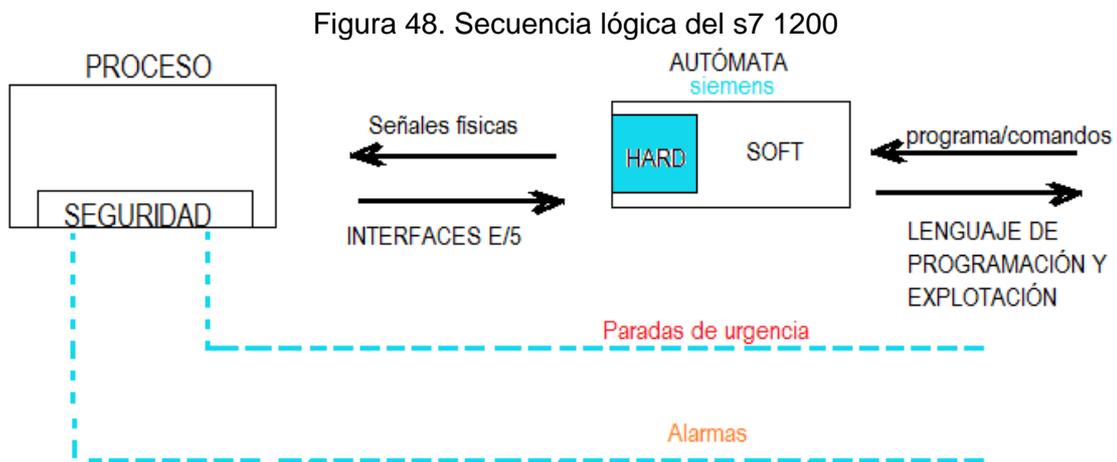
Al segundo punto, intervención del operador sobre el proceso, se le conoce comúnmente como explotación de la aplicación, y durante ella se permiten modificar algunos parámetros (tiempos, consignas, módulos de cuentas, etc.), pero no modificar el programa. Como se observa las intervenciones sobre la planta se efectúan a través del autómatas, aunque en algunos casos (por ejemplo paradas rápidas por motivo de seguridad), el usuario puede actuar directamente sobre el proceso.

De los intercambios mostrados en la figura, el primero de ellos, de informaciones físicas entre autómatas y proceso, está resuelto mediante el empleo de las interfaces E/S mientras que el segundo, la comunicación con el operador para programación y

explotacion, necesita de un soporte software que haga el papel de interprete entre el sistema real y los deseos del usuario.

Asi puede definirse a este software como el conjunto de programas destinados a permitir y facilitar la utilizacion del hardware para la produccion y explotacion de las aplicaciones.

Como se observa las intervenciones sobre la planta se efectuan atravez del autómata, aunque, en algunos casos (por ejemplo paradas rápidas por motivo de seguridad), el usuario puede actuar directamente sobre el proceso.



Fuente: Autores

Según esta definición, se pueden clasificar estas herramientas de software en dos grandes grupos:

Sistemas operativos, residentes en el propio autómata, que se encargan de establecer las secuencias de intercambio de información, de interpretar y ejecutar las ordenes de usuario, y vigilar el correcto funcionamiento del equipo.

Software de edición /depuración de programas, que permiten al usuario la introducción del programa sobre un soporte físico (cinta, disco, memoria de semiconductor), la

modificación del mismo puesta a punto, la obtención de la documentación pertinente, y la creación de copias de seguridad.

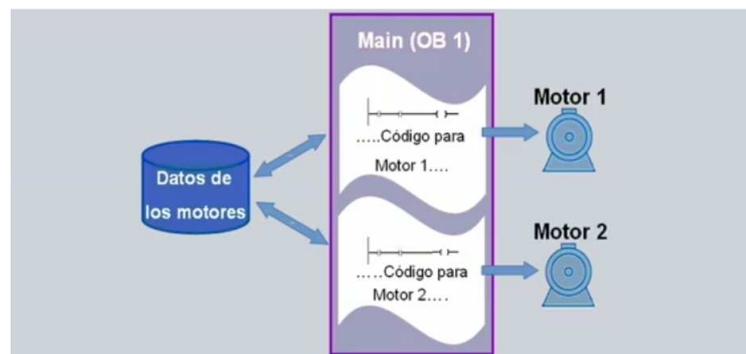
Este software de edición de programación está instalado, es funcionamiento autónomo o supervisado del autómeta en este caso PLC Siemens y HMI.

**3.7.1 Conceptos existentes para programar el S7 1200.** Para poder programar este tipo de PLC nos hemos basado en los siguientes tipos de programación.

**3.7.1.1 Programación lineal.** Se entiende por programación lineal a la que considera el problema de control en su conjunto, con todas sus variables internas y de entrada/salida y el programa escribiendo las instrucciones siguiendo una secuencia lineal, una tras otra desde la primera hasta la última definiendo el ciclo de operación de cuatro pasos:

- supervisión y chequeos.
- Entrada y salida de datos.
- Ejecución secuencial del programa.

Figura 49. Programación lineal



Fuente: Autores

En la programación lineal las sentencias se ejecutan secuencialmente, pero al usuario puede interesarle la ejecución condicionada de partes del programa (lineal), ya sea para buscar una cierta estructuración elemental, o con para inhibir la ejecución de algunas sentencias del algoritmo. Existen instrucciones de modificación de ciclo que

permiten dividir un programa lineal en partes o bloques de ejecución condicionada o dependiente de alguna señal, de modo que si esta no se cumple el bloque no es ejecutado, las instrucciones utilizadas para ordenar programas lineales pueden ser de dos tipos:

- Saltos (incluyendo las sentencias de alto nivel *IF...THEN, ELSE, GOTOWHILE, etc.*
- Habilitación de bloques (*Master Control ST /Master Control Reset, Blok, Programe Pause, etc.*
- Habilitación de bloques (*Master Control Set / Master Control Reset, Block Program Pause, etc.*) Ambos tipos de instrucciones alteran el orden de ejecución normal, pero mientras las primeras se asemejan a un salto físico de instrucciones, con congelación de estados de variables en el sistema del salto, las segundas realizan la función de relé maestro control.

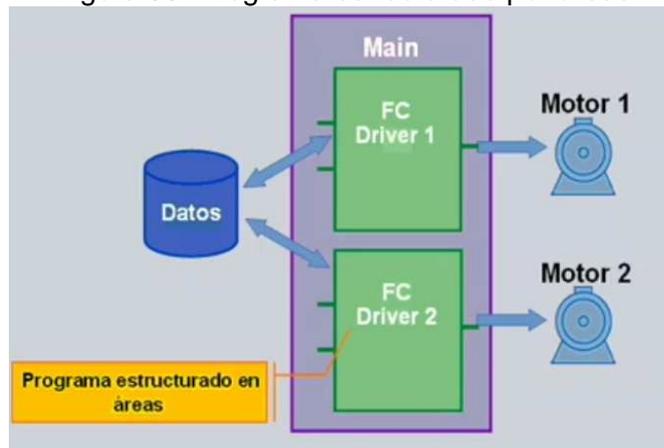
Un recurso frecuente de la programación lineal es el uso de macros que son un conjunto de sentencias normalmente agrupadas buscando una cierta funcionabilidad, el programa de usuario puede llamar a la macros desde cualquier instante intercalando su nombre entre las sentencias que escribe, el empleo de una macros no reduce la longitud total del programa (a diferencia de las sub rutinas) sino que únicamente facilita el trabajo del programador al evitarle rescribir sentencias que ya han sido editadas y almacenadas en la memoria.

**3.7.1.2 Programación estructurada.** Se entiende por programación estructurada aquella que divide la tarea a programar en sub programas o módulos que corresponden a los tratamientos parciales, y que son llamados desde una subrutina desde un programa de raíz.

Estos bloques o parte del programa pueden estar diferenciados por el tipo de tratamiento que realizan, o sea el tipo de instrucciones que contienen. Pueden optimizar el tiempo de ejecución, si los bloques son ejecutados sobre un sistema de procesadores o multiprocesadores especializados.

Se habla de este tipo de programación cuando prácticamente toda la tarea a programar está contenida en módulos independientemente entre sí (aun cuando sea posible la anidación entre ellos), cuya organización está organizada desde un módulo raíz que básicamente contiene las llamadas, condicionales o no, a los módulos de programa, se clasifican según el tipo de instrucciones o datos que contienen, o incluso según el tipo de lenguaje literal de contacto etc.

Figura 50. Programa estructurado por áreas



Fuente: Autores

Se hace frecuente esta modularidad la utilización de bibliotecas de fabricantes con módulos que resuelven los problemas generales de programación PID, tratamientos de alarmas.

**3.7.1.3 Requisitos de funcionamiento.** Para poder simular el funcionamiento de esta práctica diseñada desde el autómata, es necesario disponer de:

- a) Autómata programable S7-1200 de Siemens.
- b) Software de programación TIA V11 o TIA V10.5 de Siemens, 3 cables de conexión Ethernet.
- c) Un switch Ethernet SIMATIC NET o alguno de similares características.
- d) PC con procesador 1.86Hz y 1GB de RAM.

Para la realización física de cada uno de los automatismos propuestos, es necesario conectar a las entradas analógicas y salidas digitales correspondientes del autómata,

tanto transductor de temperatura o una pila que no pase de los 10V en el caso de la pila es más versátil ya que con ella podemos simular una señal analógica de cualquier tipo ya sea de temperatura, presión, volumen, luminosidad, vibración o cualquier magnitud física conocida y que sea el valor entregada en voltios.

**3.7.1.4 Operaciones de lenguaje y programación empleadas.** El esquema de contactos (KOP) es un lenguaje de programación gráfico con componentes similares a los elementos de un esquema de circuitos eléctrico. Para la programación empleamos nomenclatura internacional, asignando la letra **I** a las entradas del autómata y **Q** a las salidas.

Los elementos básicos que constituyen los programas son:

Figura 51. Representación de un contacto en lenguaje KOP.

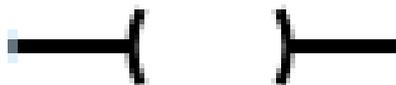


Fuente: Autores

**Contactos.** Representan interruptores por los que circulan corriente cuando están cerrados, se indican por medio del símbolo.

**Bobinas.** Representan los relés que se activan cuando se aplica tensión.

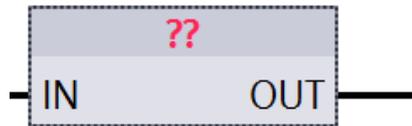
Figura 52. Bobina



Fuente: Autores

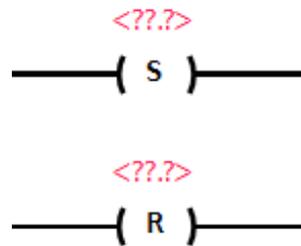
*Bloques.* Representan las funciones que se ejecutan cuando la corriente circula por ellos. (Contadores, temporizadores...)

Figura 53. Bloques de programa



Fuente: Autores

Figura 54. Función set –reset



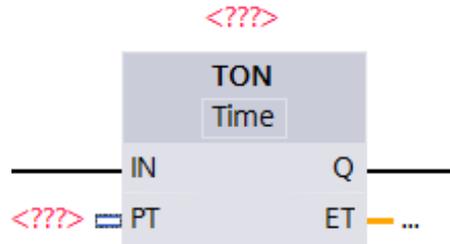
Fuente: Autores

*Operaciones con contactos (Set / Reset).* Cuando se ejecutan las operaciones “poner a 1” (**S**) y “poner a 0” (**R**) se activa o se desactiva el número indicado de salidas (**N**) a partir del valor dado por el parámetro binario (bit), utilizamos operaciones como Set/Reset con los siguientes operandos y diversos tipos de temporizadores.

*Marcas especiales.* El autómata S7-1200 dispone de marcas especiales (SM) que ofrecen una serie de funciones de estado y control. Sirven para intercambiar informaciones entre la CPU y el programa, pudiéndose utilizar en formato de bits, bytes, palabras o dobles palabras.

*Funciones utilizadas.* Las funciones características de estos modelos de autómatas utilizadas en las prácticas y representadas por medio de bloques en los esquemas KOP son:

Figura 55. Función de temporización.



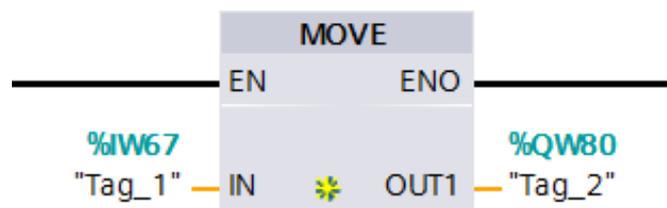
Fuente: Autores

Para identificar el temporizador se emplea el identificador **T** seguido de un número comprendido entre 0 y 255. El número del temporizador determina su resolución; el valor actual resulta del valor de conteo multiplicado por la base de tiempo.

*Transferir palabra (MOV\_W).* Transfiere la palabra de entrada (IN) a la palabra de salida (OUT), para que la transferencia tenga lugar, el bit de habilitación (EN) debe estar activado.

La práctica (termo ventilador), en el segmento 1 la función para leer el valor analógico del canal **AIW64** y transferir su valor a la salida analógica **AQW80**. Como señal de habilitación se emplea la marca especial **SM0.0**.

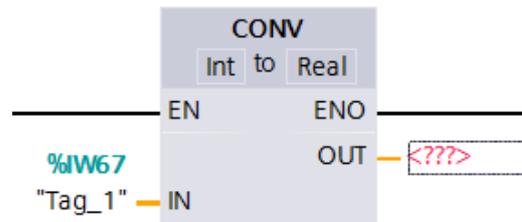
Figura 56. Función de transferencia.



Fuente: Autores

*Convertir formato (DI\_R).* DI\_R: convierte un entero de 32 bits (IN) con signo, en un número real de 32 bits (OUT).

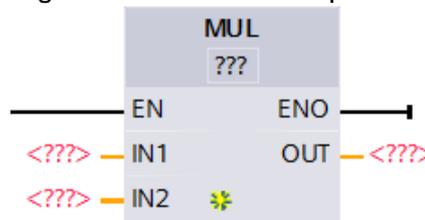
Figura 57. Función de conversión de variables.



Fuente: Autores

*Multiplicar MUL:* multiplica dos enteros (IN1, IN2) de 16 bits (palabras) dando un resultado entero (OUT) de 32 bits (doble palabra).

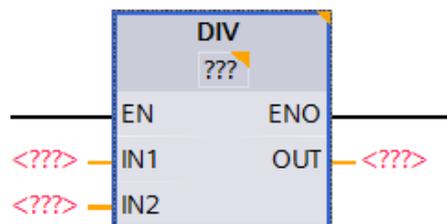
Figura 58. Función multiplicación.



Fuente: Autores

*Dividir reales DIV\_R.* divide dos números reales (IN1, IN2) de 32 bits, dando como resultado (OUT) un número real de 32 bits.

Figura 59. Función de división.



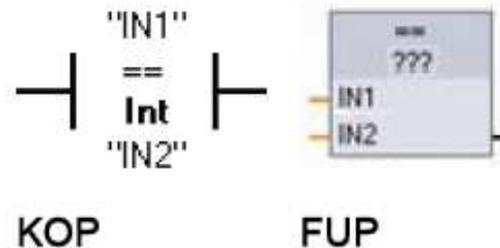
Fuente: Autores

*Comparadores.* Permite comparar un valor de entrada de una variable con una con un valor referencial.

Las instrucciones de comparación se utilizan para comparar dos valores de un mismo tipo de datos. Si la comparación de contactos KOP es TRUE (verdadera), se activa el contacto. Si la comparación de cuadros FUP es TRUE (verdadera), la salida del cuadro es TRUE.

Mediante el uso de comparadores podemos controlar ciertas variables provenientes de una forma de señal exterior señales que puede ser del tipo analógicas como también puede ser señales de tipo digitales.

Figura 60. Comparadores de variable



Fuente: Autores

Tabla 8. Comparadores lógicos de variables del PLC.

Tipo de relación	La comparación se cumple si:
==	1N1 es igual a 1N2
<>	1N1 es diferente de 1N2
>=	1N1 es mayor o igual a 1N2
<=	1N1 es menor o igual a 1N2
>	1N1 es mayor que 1N2
<	1N1 es menor que 1N2

Fuente: Autores

**3.7.1.5 Termo ventilador.** Se pretende controlar el funcionamiento del ambiente interior de forma que responda a las variaciones de temperatura que se produzcan en el local (horno) donde se instale; el autómata controlará el funcionamiento de dos ventiladores a la vez controlará el encendido y apagado del elemento que entrega calor, las condiciones de funcionamiento serán:

- Cuando la temperatura sea inferior o menor a la del set point (ideal), los ventiladores no giraran y la resistencias suministrarán su potencia calorífica máxima.
- si por alguna razón no se apagado el horno con la temperatura máxima y llega al rango de una temperatura de sobrecalentamiento esta mandara a sonar una alarma de emergencia lo cual automáticamente apagara el dispositivo de calefacción.
- Si existiera desconexión accidental o falla en transductor de temperatura y no esté entregando la señal necesaria para el funcionamiento de los dispositivos este automáticamente mandara a sonar una alarma que a la vez desconectara la fuente de calor. Tenemos que tomar en cuenta que la forma de protección más segura en caso de emergencia de un sobre calentamiento es apagar la fuente de calor.
- Para simular el funcionamiento del termostato, detector de la temperatura del local, se utilizó un termopar con salida de mili voltios conectados a través de la tarjeta acondicionadora de señal y del módulo analógico de nuestros autómatas.
- Para poder encender los ventiladores se tomara dos tipos de tensión, para él un ventilador se tomara una señal de CA de 12 V y con una capacidad de 2.5A y para el segundo ventilador se tomara una señal de 24V CD la misma que se encuentra en los terminales del módulo de automatización y para el caso del horno este funcionara con una señal de 110v CA.

**3.7.1.6 Programación mediante el uso de bloques organizacionales mainOB1.** Para poder realizar la simulación y el control de la temperatura del horno se utilizó diversos tipos de bloques los cuales corren cíclicamente tanto en el arranque, desarrollo de las funciones así como en el apagado del mismo, para el caso se utilizó un módulo didáctico existente en el laboratorio el cual consta de equipos como son:

- Dos ventiladores de 12 VCA y de 24 VCC.
- Un horno el mismo que funciona a 110V y consume un amperaje de 8A .

Cuando se realice esta práctica hay que tener en cuenta el amperaje de cada uno de los equipos ya que los relés soportan tan solo 7 amperios, precautelar de no dañar estos, es necesario conocer este amperaje si supera el rango se debe utilizar un contactor de línea, si la corriente es grande se debe tomar el voltaje de una fuente que no sea la del módulo.

Tabla 9: Variables utilizadas para el control de temperatura

<b>Variable</b>	<b>Función</b>
M0.0	Arranque de todo el circuito desde la pantalla.
I0.1	Arranque del circuito mediante un pulsador.
M0.1	Permite hacer SET y RESET a todo el circuito.
M0.2	Permite hacer paro (emergencia desde la pantalla).
I0.1	Permite parar el circuito desde un pulsador.
IW67	Es la dirección de la señal analógica a ser procesada en el PLC.
QW80	Es la Dirección por donde saldrá la señal analógica
M4.2	Permite que se encienda el horno cuando la temperatura es menor a la ideal.
M1.1	Apaga el horno cuando se ha encendido a alarma
M4.4	Igual que la anterior apaga el horno cuando la de temperatura ha llegado al grado de sobrecalentamiento.
DB3	Es un temporizador que controla que no se encienda y apague el horno a cada rato por caídas esporádicas de la señal.
Q0.1	Activa una salida al relé que enciende el horno
MD90	Es la dirección de la señal convertida de bits a real
MD6	Es la dirección de la señal dividida
MW10	Es la dirección de la señal convertida de real a bits.
MD94	Esta dirección compara la Señal de MD6 con la ingresada del mínimo set point
MD98	Esta dirección compara la Señal de MD6 con la ingresada del máximo set point
MD0	Compara la señal de MD6 y la señal de sobre calentamiento.
MD86	Compara la señal de MD6 para ver si no existe desconexión del termopar.
DB1	Este temporizador controla el encendido de la alarma.
DB4	Apaga la alarma luego de 3 segundos
Q0.4	Activa el relé que enciende la alarma
MD12	Esta dirección es para el resultado de la suma entre MD98 y MD94
Md16	Es el resultado de la división de MD12 para 2
Q0.3	Ventilador 2
M58.3	Permite encender y apagar el horno en set y reset cuando este se encuentra en un rango de funcionamiento.
M58.0	Temperatura ideal

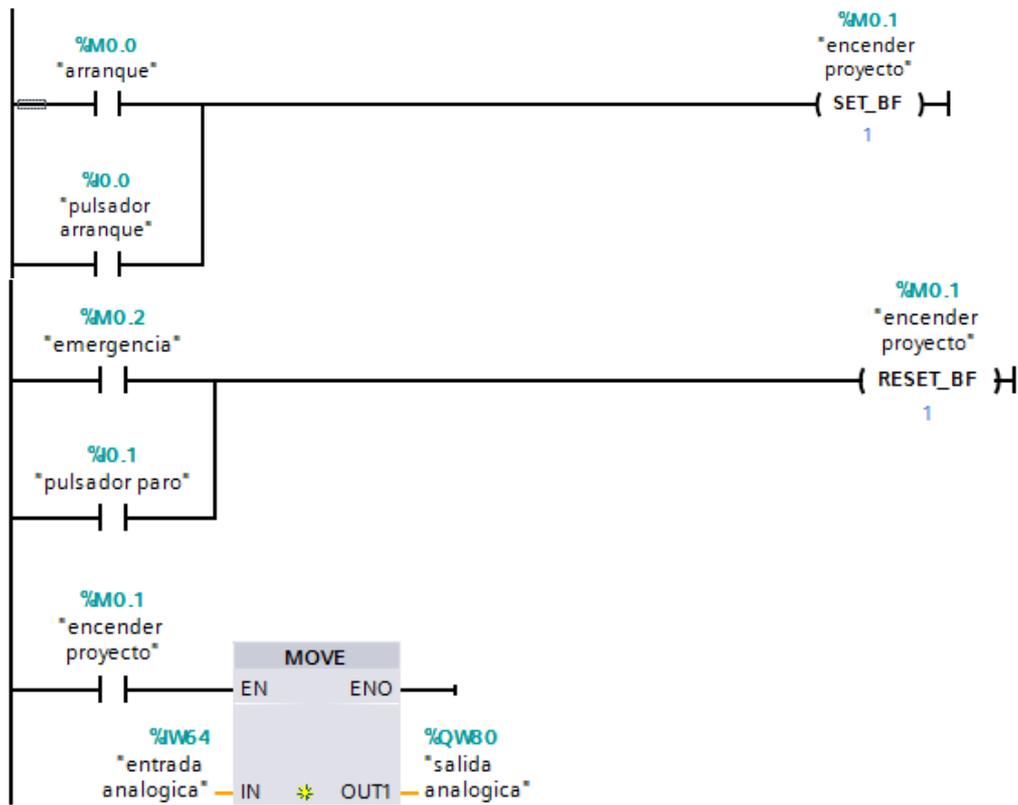
Fuente: Autores

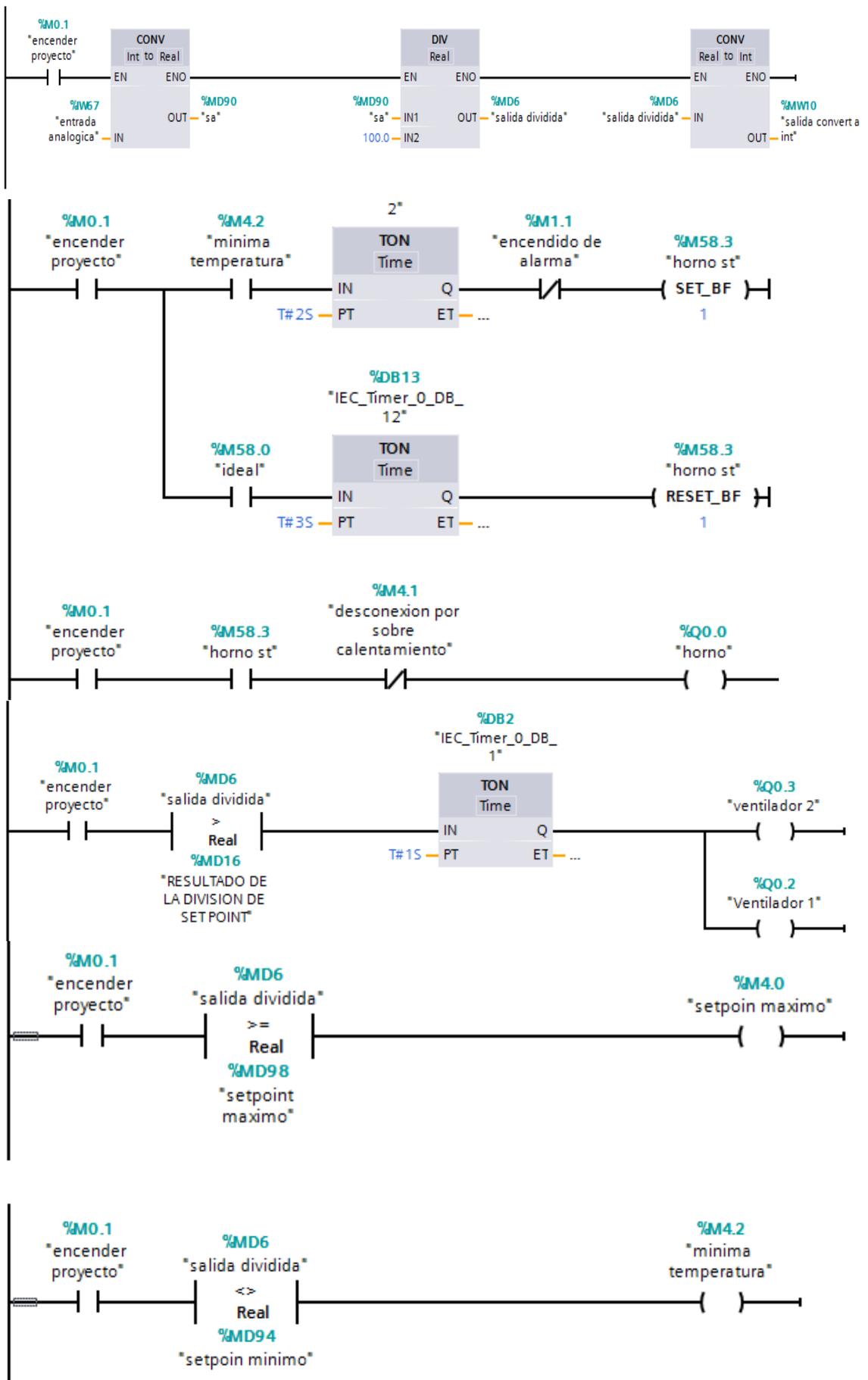
Figura 61. Módulo de temperatura

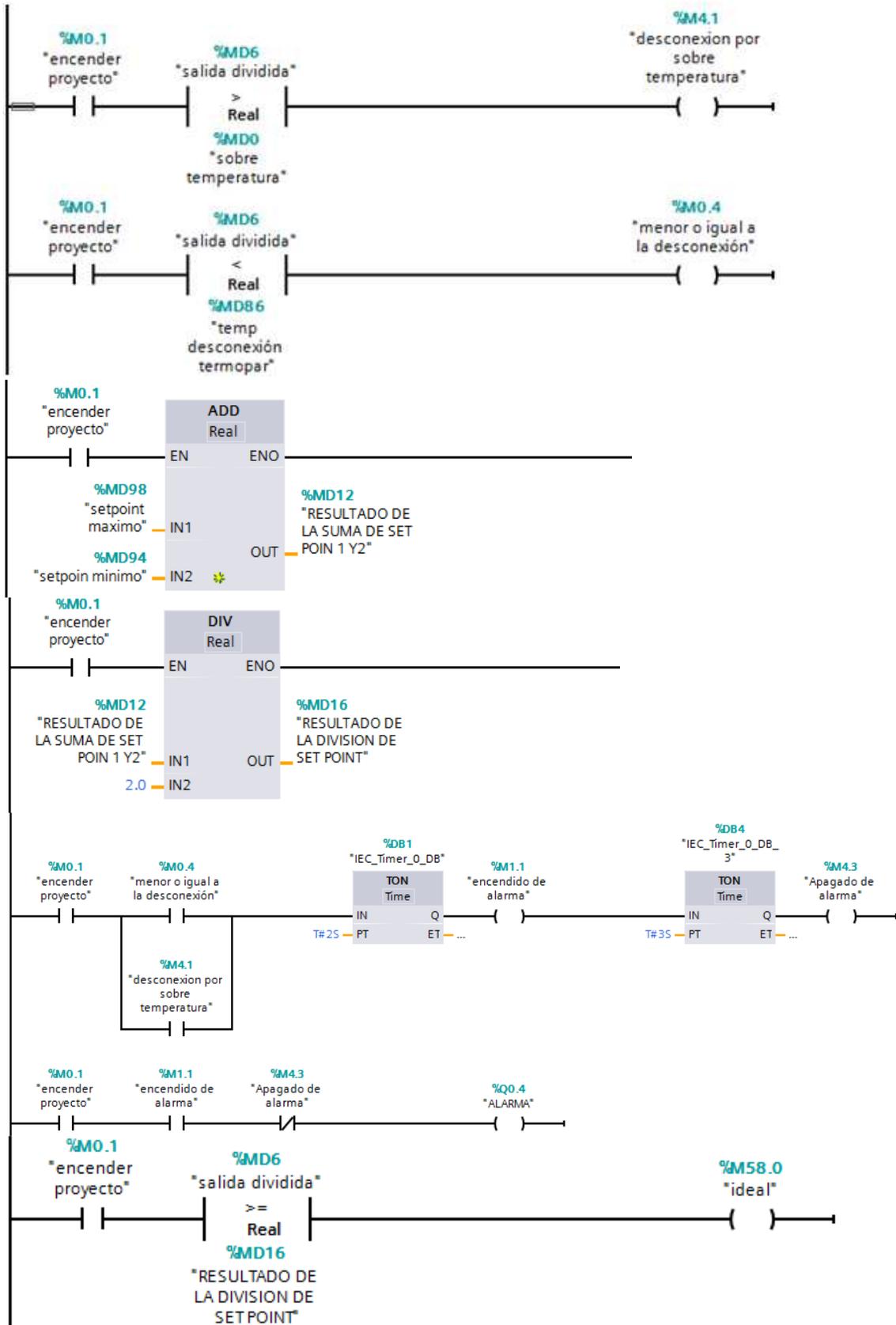


Fuente: Autores

**3.7.1.7 Programación para el control de temperatura.** Aquí se detalla de los circuitos en lenguaje KOP.







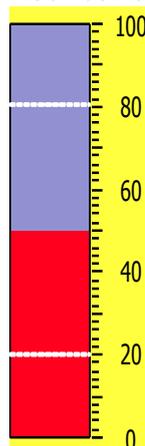
**3.7.1.8 Operaciones utilizadas en WinCC Flexible.** Para poder simular gráficamente el funcionamiento de esta práctica diseñada en autómatas y que se pueda visualizar en la pantalla HMI desde el autómata, es necesario disponer de:

- a) Autómata programable S7-1200 de Siemens.
- b) Pantalla táctil HMI KTP 600 BASIC COLOR o alguna de la pantalla de Siemens.
- c) Software de programación TIA V11 o TIA V10.5 de Siemens 3 cables de conexión Ethernet.
- d) Un switch Ethernet SIMATIC NET o alguno de similares características.
- e) PC con procesador 1.86Hz y 1GB de RAM.

Para la realización física de cada uno de los automatismos propuestos, es necesario conectar a las entradas analógicas y salidas digitales correspondientes del autómata, tanto transductor de temperatura o una pila que no pase de los 10 V.

*Barra.* Representa variables gráficamente. El visor de barras puede rotularse con una escala de valores en el proyecto de temperatura se utiliza para observar la variación de temperatura en forma vertical además da una imagen gráfica mediante el cambio de colores de acuerdo al valor de temperatura registrado en el medio. Para el proyecto se relaciona con una variable de entrada de tipo word.

Figura 62. Visor barra de escalas



Fuente: Autores

*Visor de curvas.* Mediante esta herramienta se puede observar el desarrollo de la temperatura en el proceso tanto en forma horizontal como vertical este tipo de visor

nos permite observar cuatro tipos de curvas ya sea en forma interpolada, por puntos, barras y en forma escalonada. para el ejemplo de temperatura la curva se relaciona con una variable de tipo Word.

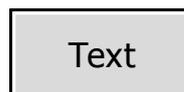
Figura 63. Visor de curvas



Fuente: Autores

*Objeto botón.* El objeto "Botón" permite configurar el objeto con el que el operador ejecuta en runtime una función configurable cualquiera.

Figura 64. Herramienta botón



Fuente: Autores

*Campo E/S 1.* El objeto "Campo E/S" permite la entrada y la visualización de valores de proceso.

Figura 65. Campo para ingreso y salida de datos



Fuente: Autores

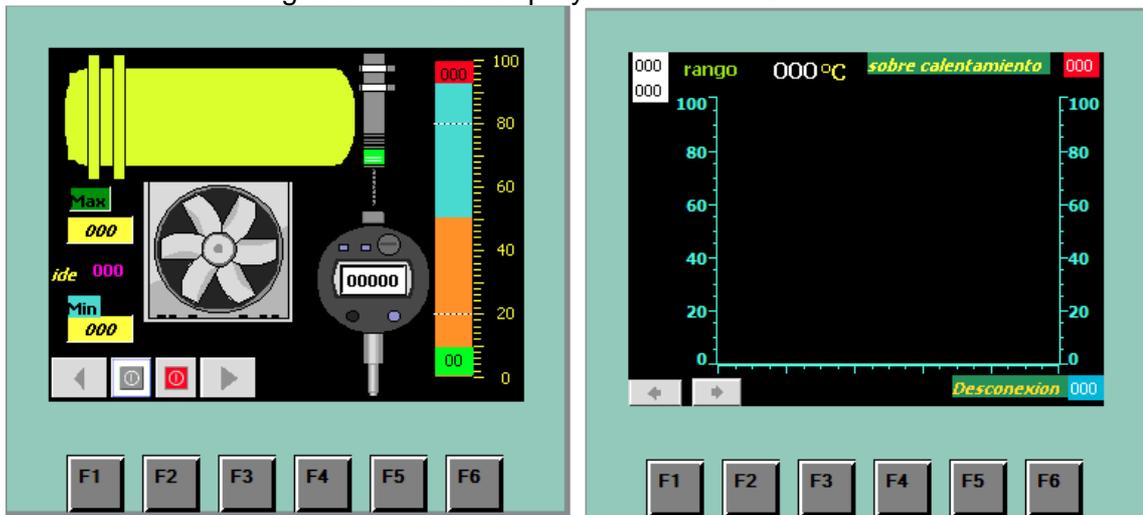
Campo E/S 2. El objeto "Campo E/S simbólico" permite configurar una lista desplegable para introducir y visualizar textos en runtime.

Figura 66. Campo para ingreso y salida de datos en runtime.



Fuente: Autores

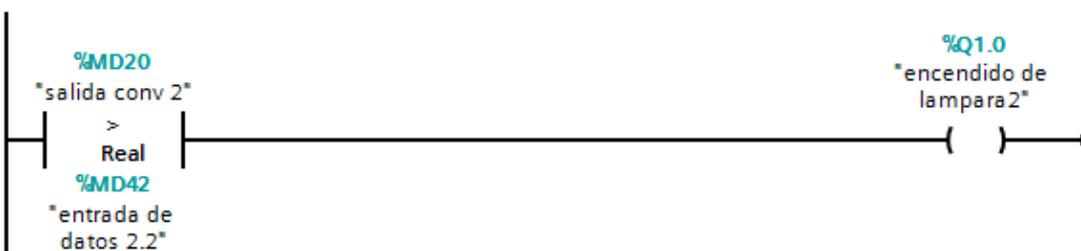
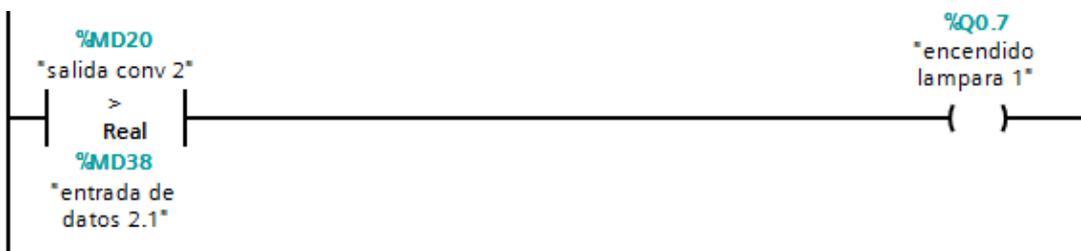
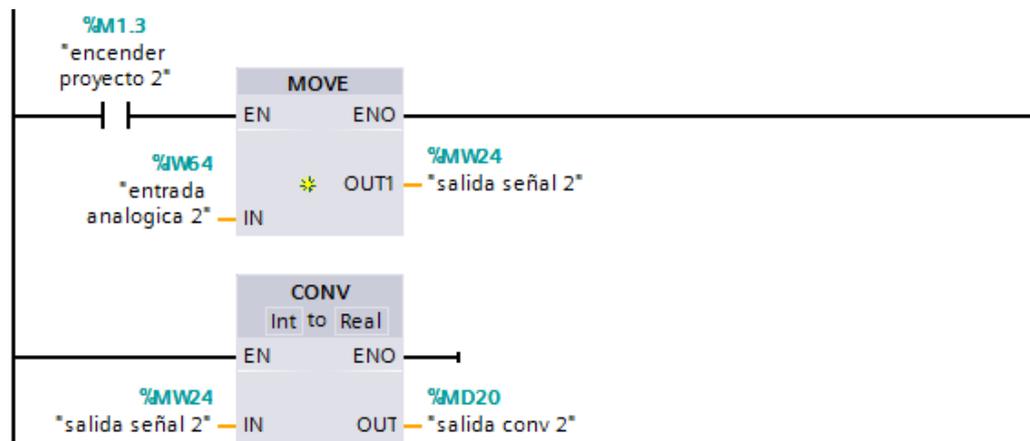
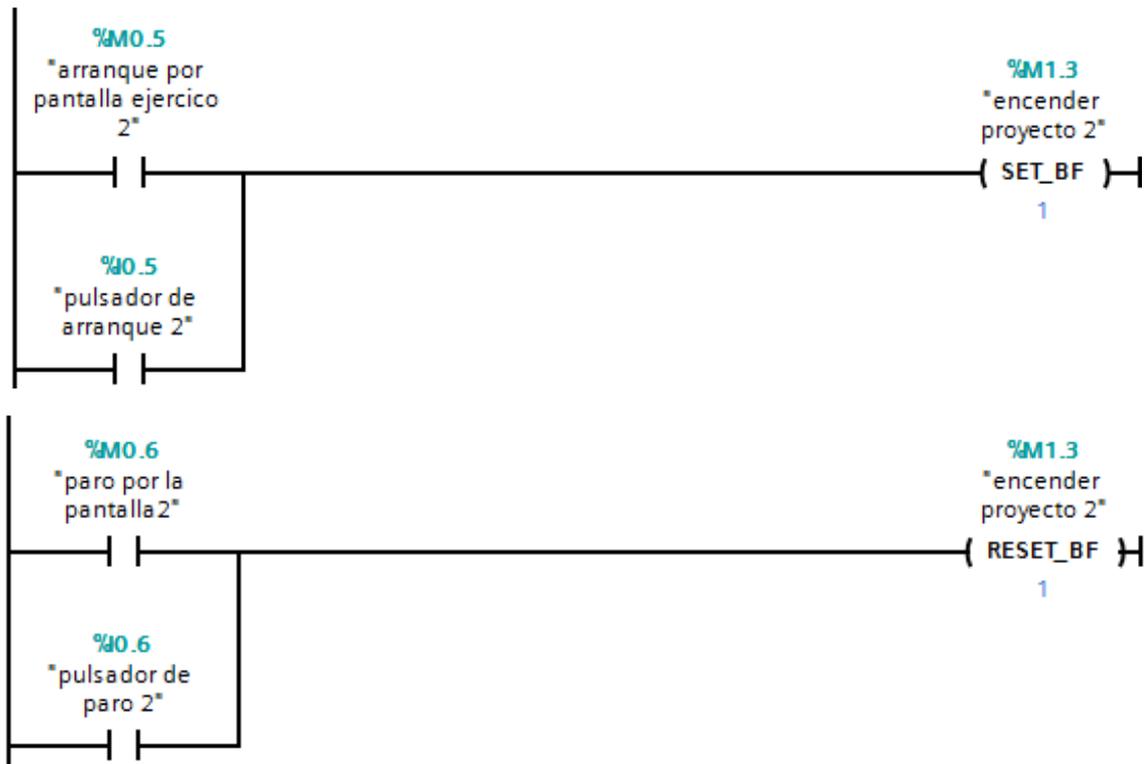
Figura 67. Vista del proyecto en WinCC Flexible

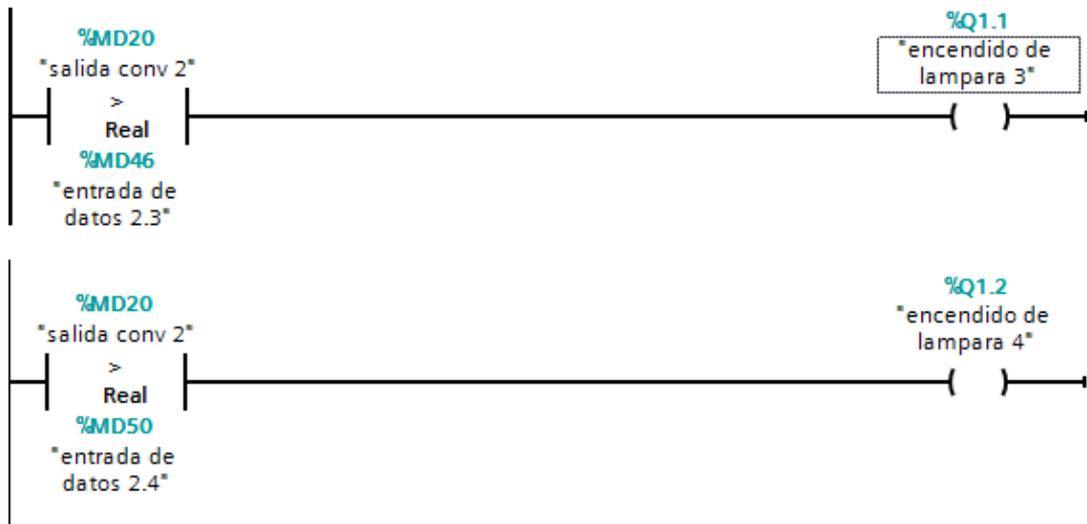


Fuente: Autores

**3.7.1.9 Simulación mediante el uso de una batería.** Para la realización de este ejercicio se utilizó las herramientas de programación del ejercicio 1 así como también se utilizó las herramientas graficas del mismo la única diferencia es que para simular ya no utilizaremos un termopar sino una batería de 9v a la que haremos variar su voltaje.

Utilizando el potenciómetro simularemos una entrada analógica variante, el mismo que se encuentra en la parte inferior del módulo de automatización. Para este caso haremos uso de la entrada IW64.





## CAPÍTULO IV

### 4. PRUEBAS EN EL MÓDULO.

Para saber si existe una correcta conexión y que sus componentes se encuentren en perfecto estado realizamos pruebas tanto eléctricas como de comunicación entre los diferentes equipos instalados.

**4.1 Prueba del circuito de potencia.** Las pruebas eléctricas realizadas, para la verificación del funcionamiento de los equipos y de los distintos de salida y potencia del módulo didáctico de automatización, dieron resultados positivos, obteniendo cero fallas en el funcionamiento y conexiones de los actuadores y dispositivos del módulo didáctico.

La demostración del funcionamiento se realizó una vez terminado las diversas conexiones poniendo a prueba todos los dispositivos conectados en conjunto y monitoreados por un PC.

**4.2 Prueba del circuito de mando.** Para la realización de esta prueba se tomó en cuenta todas las entradas del módulo así como también sus dispositivos como pulsadores, potenciómetro tarjeta de amplificación de señales de termopares, además se designó variables para activar salidas, ya que todo el conjunto de dispositivos deben funcionar en forma recíproca tanto el circuito de mando como el de potencia.

**4.3 Prueba del circuito de seguridad y protección.** Las pruebas que realizo en el circuito de seguridad del módulo constaron de verificar el correcto dimensionamiento de los dispositivos de protección fusibles y que éstos cumplan con las condiciones de bloqueo de en caso de un cortocircuito o un mal uso de los equipos.

Se realizó la prueba del circuito de paro de emergencia el mismo que actuó de manera satisfactoria parando no solo el circuito de mando sino también el circuito de potencia y las tomas de corriente tanto de 110V CA como también las de 24 V CD.

**4.4 Puesta en marcha.** Es necesario saber el correcto procedimiento que debemos tener en cuenta, al momento que vamos a realizar cualquier práctica de laboratorio para lo cual se enumerado ciertos pasos necesarios.

**4.4.1 Procedimiento para el inicio de la operación del módulo didáctico.**

1. Debemos observar que cable de alimentación del módulo esté conectado a la línea de 110 V, si no lo está procedemos a conectar el mismo.
2. Nos colocamos frente del módulo y procedemos a pulsar ON, tanto la lámpara de encendido como el pulsador de paro deben encenderse automáticamente. Si al pulsar no existe ninguna señal de encendido debemos dirigirnos al lado posterior del módulo y abrir las puertas que cubren a los dispositivos y verificar que los dispositivos de protección relés y breaker se encuentren en la posición ON.
3. Abrimos la compuerta del módulo y procedemos a tomar el cable Ethernet de color azul y conectamos a su computador, verificamos que los leds del switch Ethernet se encuentren encendidos esto nos indica que el cable está conectado correctamente.
4. Una vez hecho la conexión al computador procedemos a abrir el programa del TIA y realizamos las operaciones.

**4.5 Elaboración de un manual de prácticas.** Sea a elaborado un manual el mismo que contiene, diversos ejemplos de como hacer un buen uso del programa para el PLC, así como también de su pantalla HMI.

**4.5.1 Instalación del programa.** El portal Tia (*Totally Integrated Automation*) puede ser instalado en sistemas operativos a base de 32 bits como son Windows Xp a partir de SP3, Windows 7.

Para sistemas operativos que no son de 32 bits o en caso de tener un sistema operativo diferente ya sea que este sea de 64 bits u otro como, Linux, Mac OSX, UNIX, Mandriva etc. En este caso se hace necesario la creación de una máquina virtual con

un sistema operativo a base de los mencionados anteriormente, en el cual instalaremos nuestro programa TIA el cual corre con absoluta normalidad.

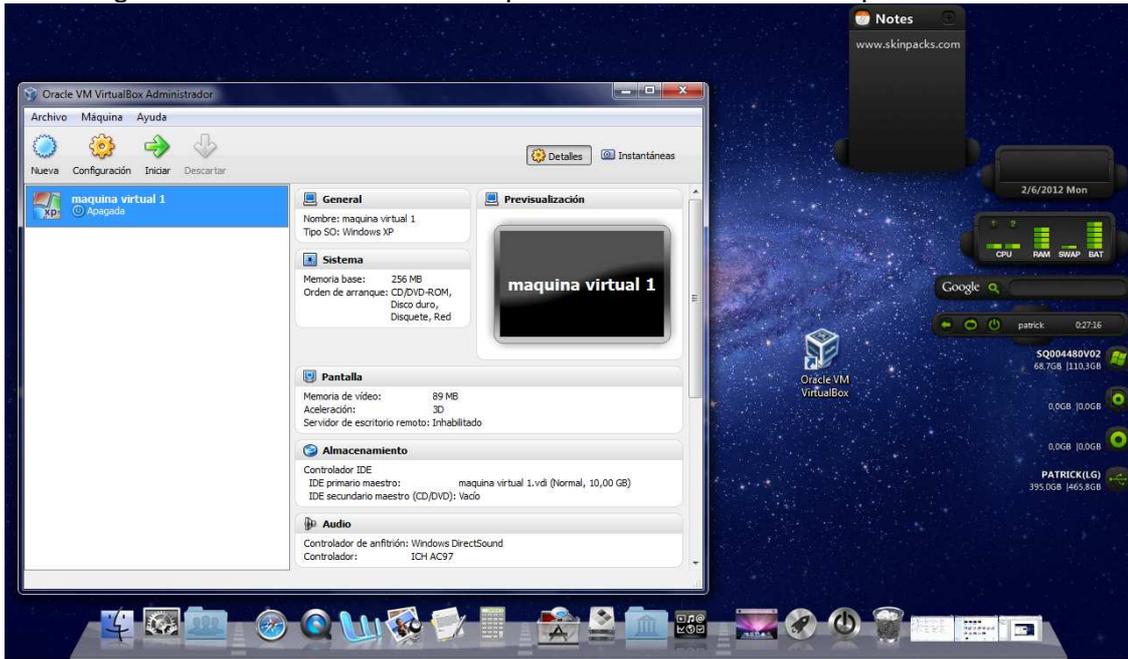
Tabla 10: requisitos del sistema

Requisitos del sistema	Características Técnicas de PC	Sistema operativo
Memoria RAM	Mín. 1 GB, recomendados 2 GB	Windows XP
	Mín. 1,5 GB, mín. recomendados 2 GB	Windows 7
Procesador	min. Pentium IV o un procesador comparable de 1,6 GHz.	Windows XP
	Mín. Pentium IV o un procesador comparable de 1,6 GHz, se recomienda Core 2 Duo.	Windows 7
Disco duro Espacio libre en memoria	<p>Mín. 2 GB en caso de instalar un idioma. Para cada idioma adicional 200 MB adicionales. Si el TIA no se instala en la partición del sistema, el espacio de memoria necesario se distribuirá del siguiente modo:</p> <p>En la partición del sistema aprox. 700 MB.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• en la partición de instalación aprox. 1,3 GB y 200 MB por idioma adicional.</li> <li>• Tenga en cuenta el espacio de memoria adicional libre, p. ej. para el archivo de intercambio.</li> </ul>	Windows XP Windows 7

Fuente: Manual de Siemens para HMI

**4.5.2 Creación de una máquina virtual.** Instale un software que permita crear una máquina virtual seleccionamos el sistema operativo en que mejor nos desempeñemos, luego instalamos el sistema operativo, siempre tomando en cuenta la capacidad de memoria seleccionada para la partición sea lo suficientemente amplia, para que pueda ejecutarse de la mejor manera el programa TIA V11, debemos recordar que muchas máquinas virtuales requiere que el CD del sistema operativo que esta instalando sea bootable o auto arrancable.

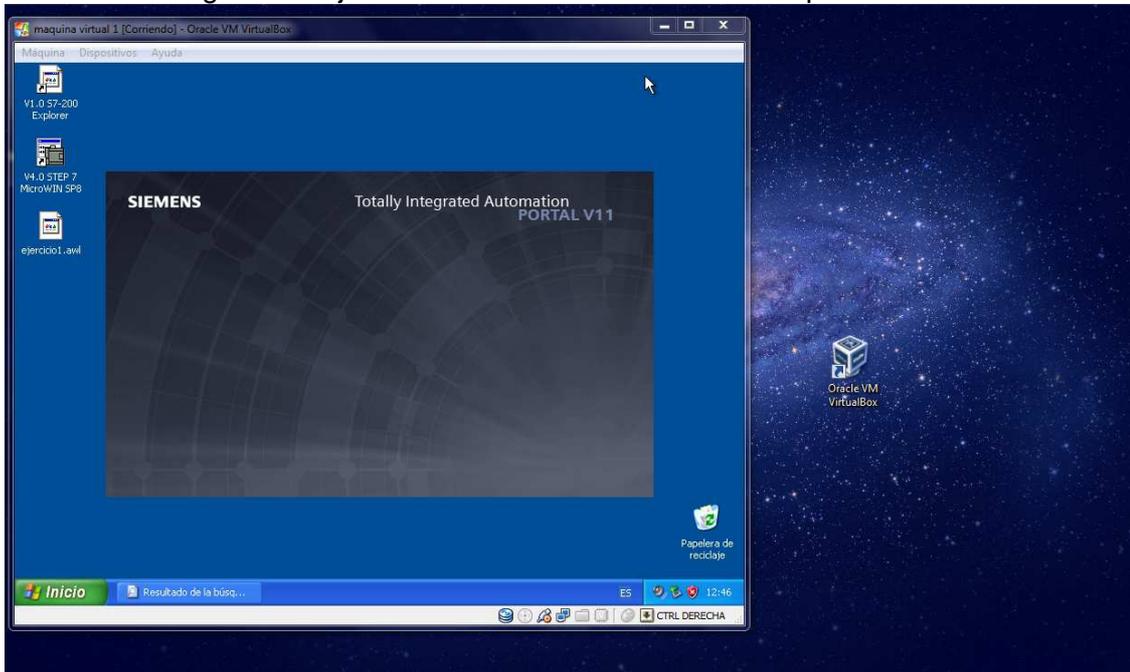
Figura 68. Creación de una máquina virtual en el sistema operativo MAC



Fuente: Autores

Ejecutamos la máquina virtual e instalamos el TIA V11 y luego debemos ejecutar el programa corre normalmente.

Figura 69. Ejecución del TIA dentro de una máquina virtual.

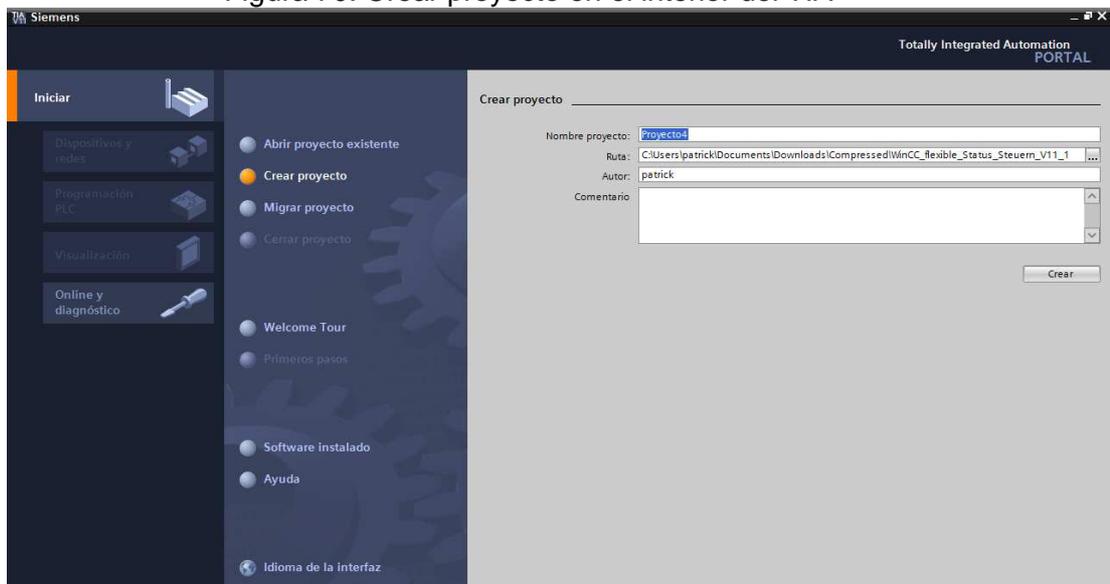


Fuente: Autores

**4.5.3 Pasos para iniciar la programación en el TIA.** Se debe proceder de la siguiente manera.

**a)** Debemos utilizar la opción crear proyecto y escoja la ruta de acceso, puede también añadir comentarios al mismo

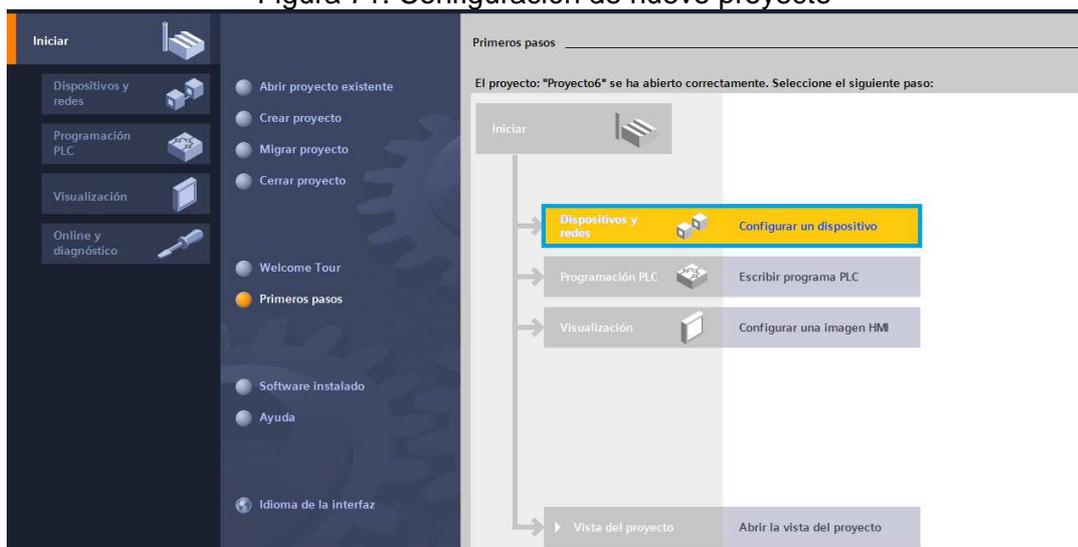
Figura 70. Crear proyecto en el interior del TIA



Fuente: Autores

**b)** Seleccionamos la ruta configurar dispositivo.

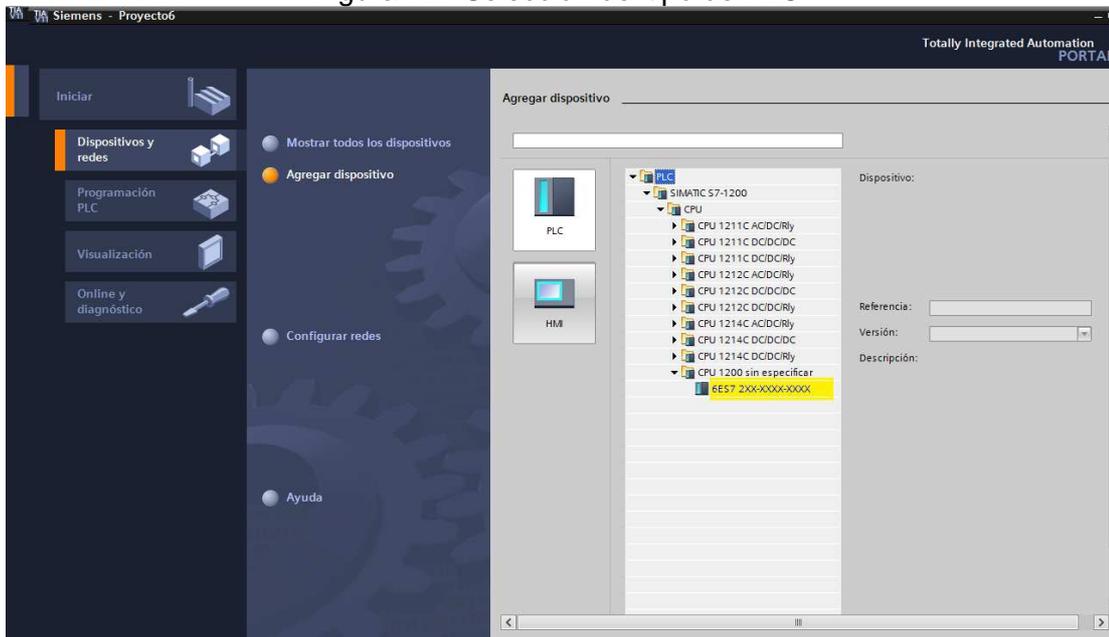
Figura 71. Configuración de nuevo proyecto



Fuente: Autores

c) Seleccione el controlador deseado y agregue al proyecto. Si el cable de comunicación Ethernet se encuentra conectado a la PC y el switch, se recomienda agregar un dispositivo sin especificar.

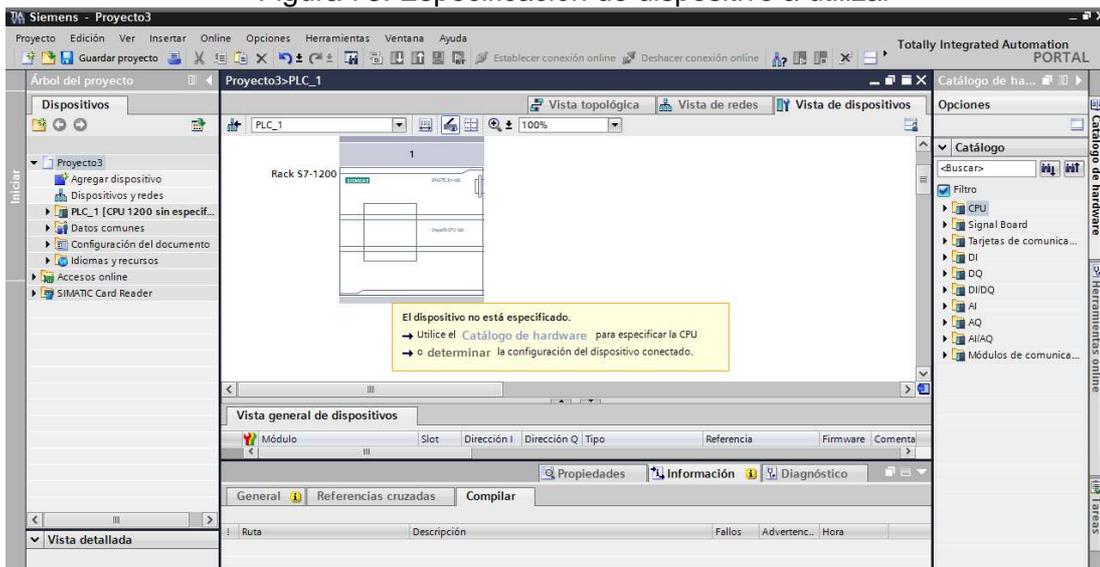
Figura 72. Selección del tipo de PLC



Fuente: Autores

d) En el editor de configuraciones de dispositivos seleccionamos detectar (determinar).

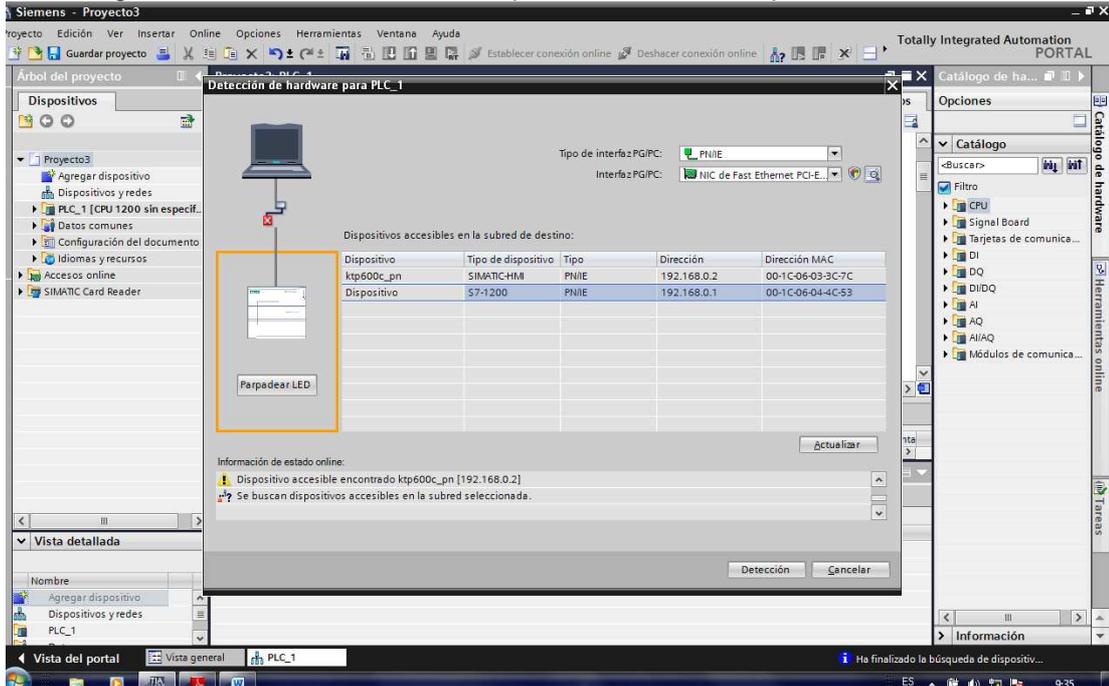
Figura 73. Especificación de dispositivo a utilizar



Fuente: Autores

El programa buscara automáticamente los dispositivos que se encuentran conectados.

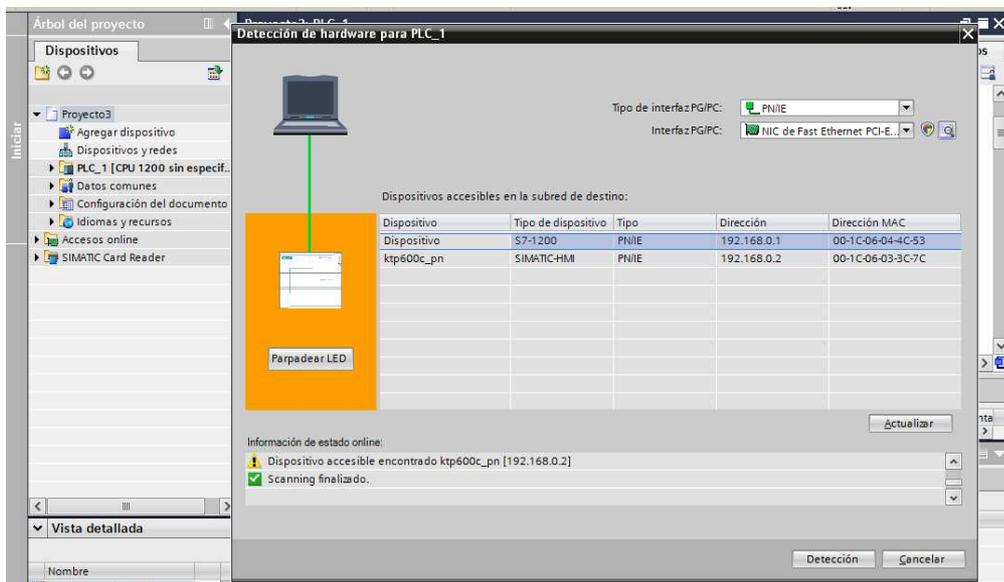
Figura 74. Auto detección de dispositivos con su respectiva dirección IP



Fuente: Autores

e) Seleccione el dispositivo que desea abrir, pulse detección.

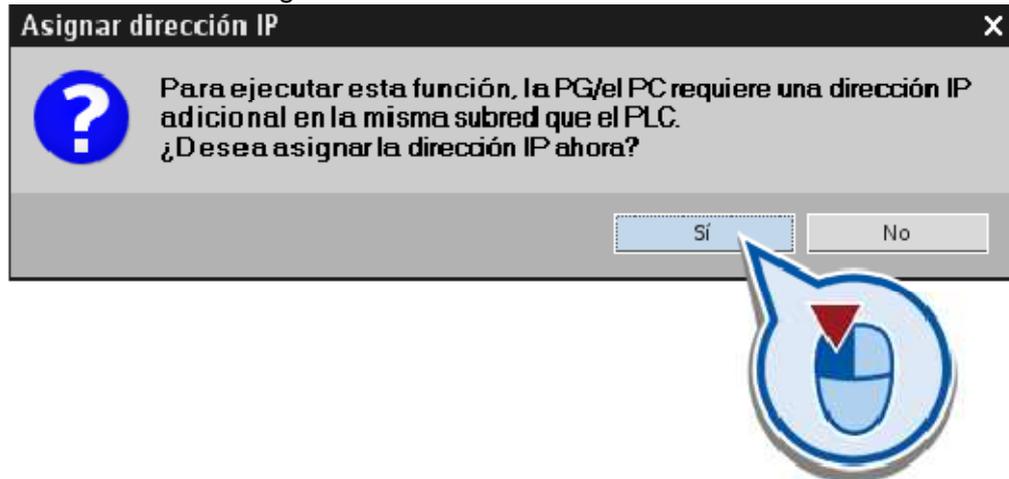
Figura 75. Selección de dispositivo que se desee abrir



Fuente: Autores

f) Confirme una dirección IP si no está asignada.

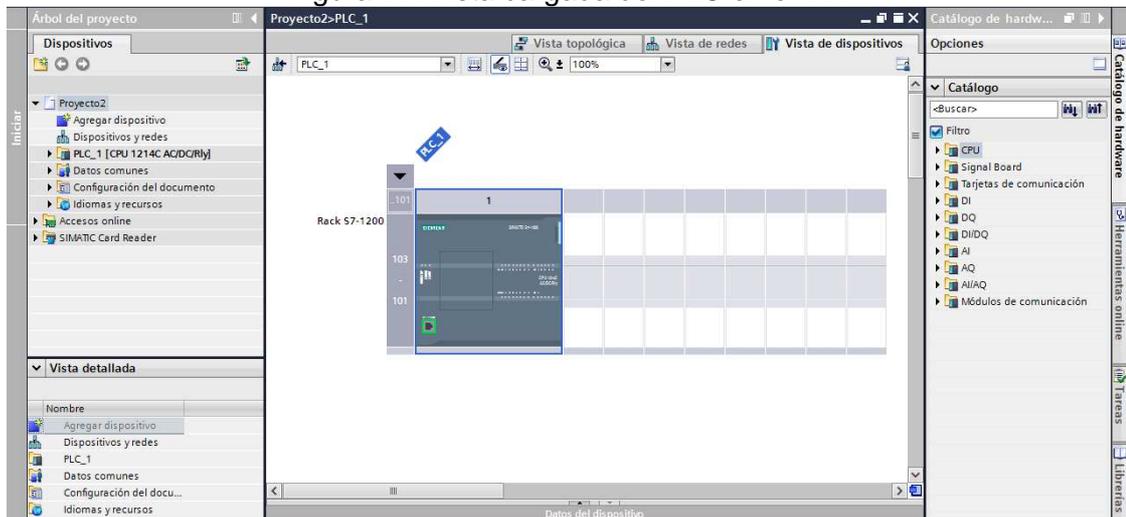
Figura 76. Confirmación de dirección IP



Fuente: Autores

Cuando ya se ha designado la dirección IP (Protocolo de Internet) correspondiente se nos carga automáticamente el PLC, además este método nos permite detectar los módulos de expansión si está conectado adicionalmente alguno, así como también si existe alguna SignalBoards introducida en una de las ranuras del PLC.

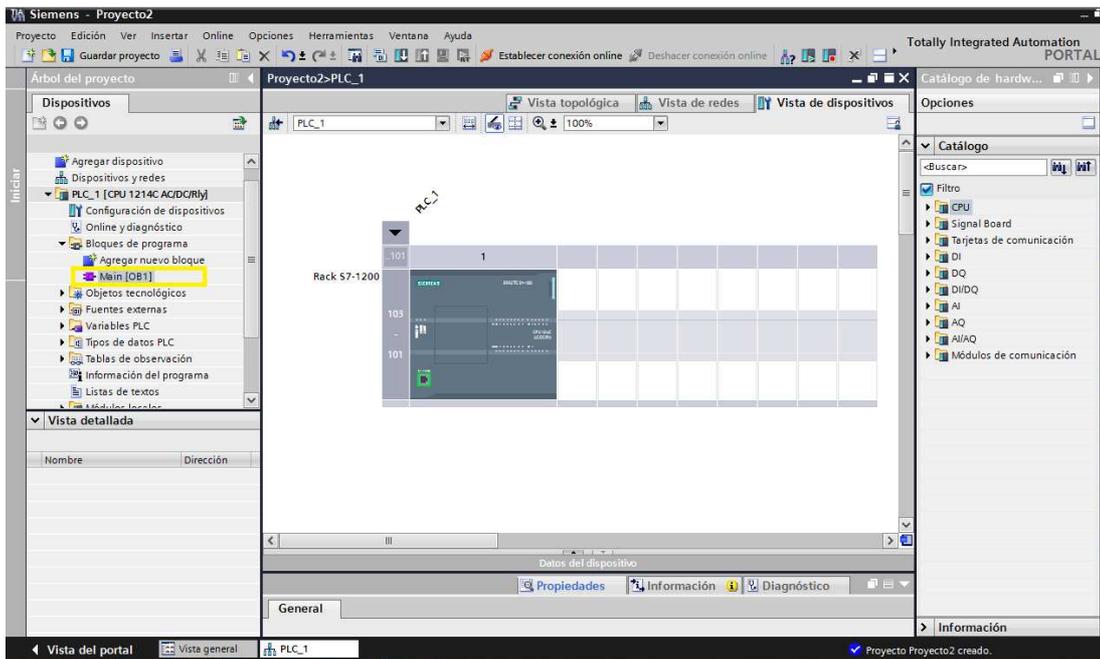
Figura 77. Vista cargada del PLC en el TIA



Fuente: Autores

**g)** Una vez que tenemos en la pantalla el PLC procedemos a iniciar con la programación nos vamos al árbol del proyecto, PLC, luego abrimos la carpeta bloques de programa mainOB1 e introducimos los datos que necesitamos para ejecutar el proyecto.

Figura 78. Bloque Main OB1

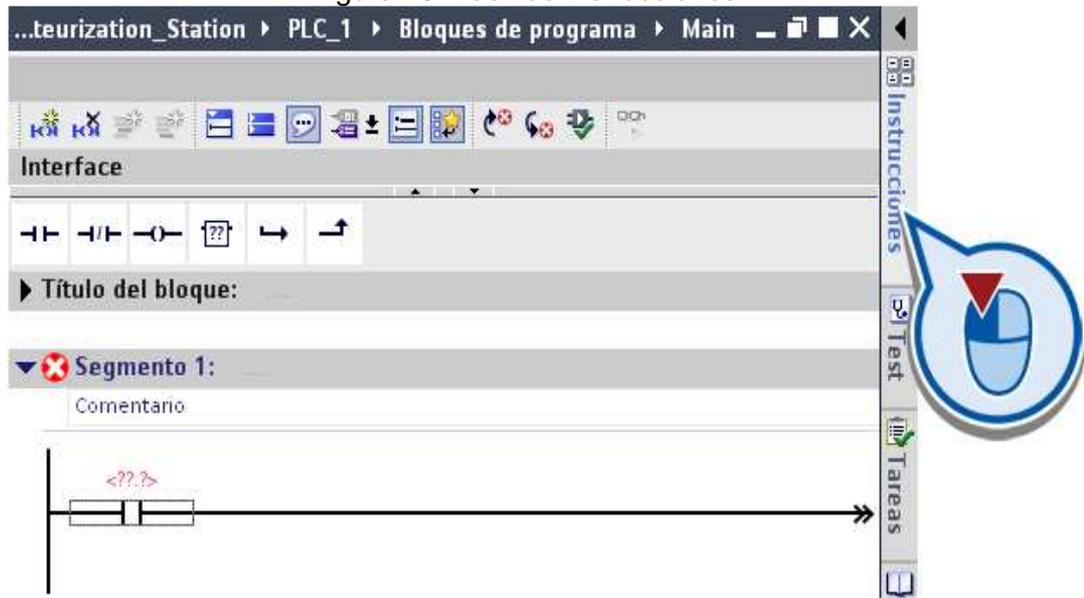


Fuente: Autores

Una vez que haya abierto el main OB1 haciendo doble click se debe proceder de la siguiente manera:

h) Abrimos la *TaskCard* "Instrucciones".

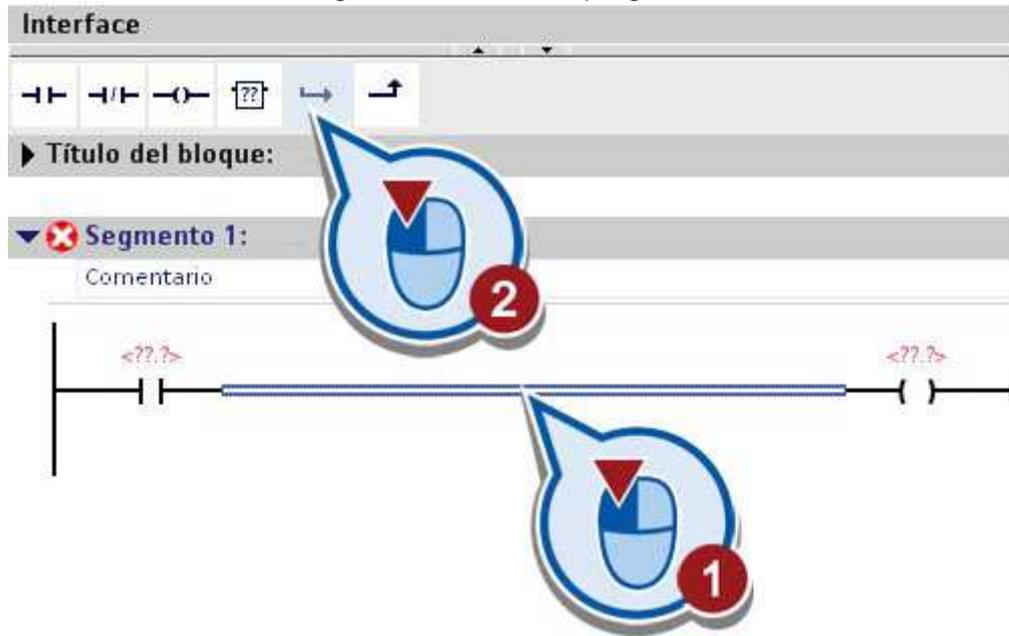
Figura 79. Task de instrucciones



Fuente: Manual de programación TIA 10.5

i) Insertamos una rama.

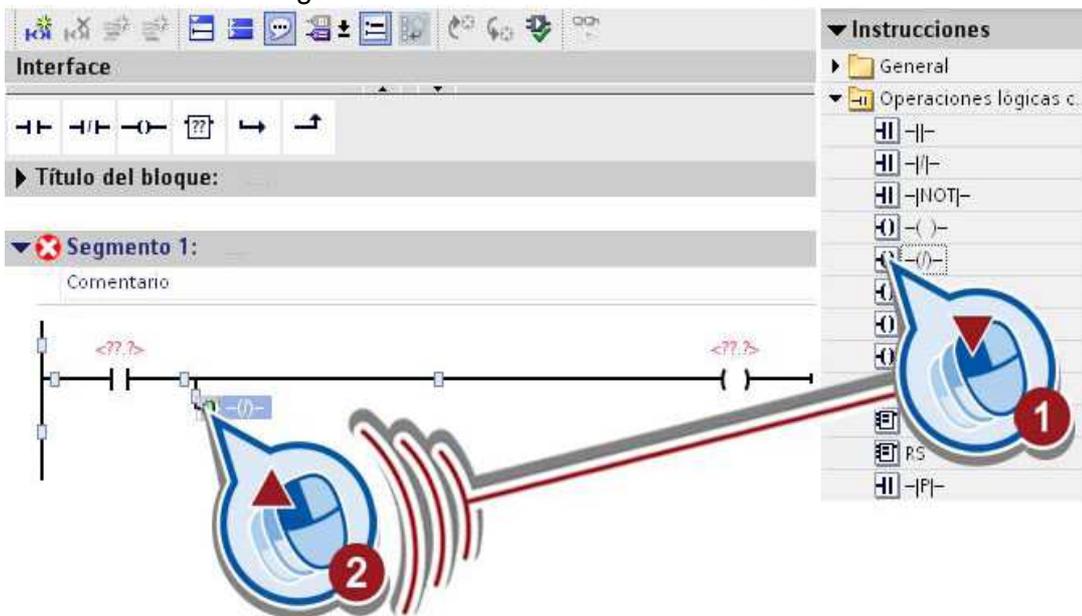
Figura 80. Rama del programa.



Fuente: Manual de programación TIA 10.5

j) Insertamos la instrucción "Bobina de relé negada" al final de la rama.

Figura 81. Vista del árbol de instrucciones



Fuente: Manual de programación TIA 10.5

k) Definimos e interconectar variables PLC

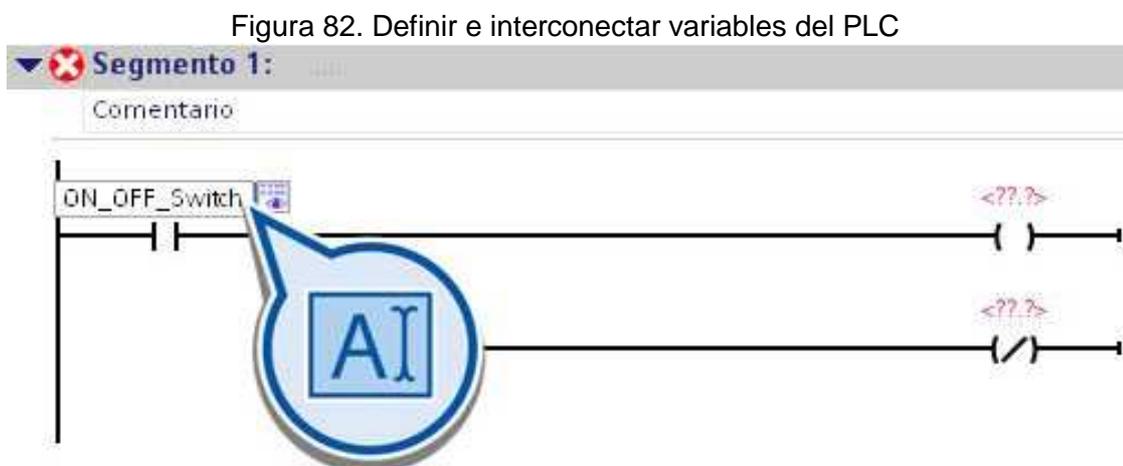
En el TIA Portal existe la posibilidad de crear variables directamente en los segmentos al crear el programa de usuario. Los pasos siguientes muestran cómo definir las variables PLC e interconectar las instrucciones KOP insertadas con variables PLC. Las instrucciones KOP se ejecutan en función de los valores de las variables, con lo que se controla la activación y desactivación de la instalación.

### Requisitos

- El proyecto está creado.
- El controlador está configurado.
- El bloque "Main [OB1]" está abierto.
- Las instrucciones KOP "Contacto normalmente abierto", "Bobina de relé, salida" y "Bobina de relé negada" están insertadas en el primer segmento del bloque de organización "Main [OB1]"

**Procedimiento.** Para interconectar las instrucciones KOP con variables PLC, debemos proceder del siguiente modo:

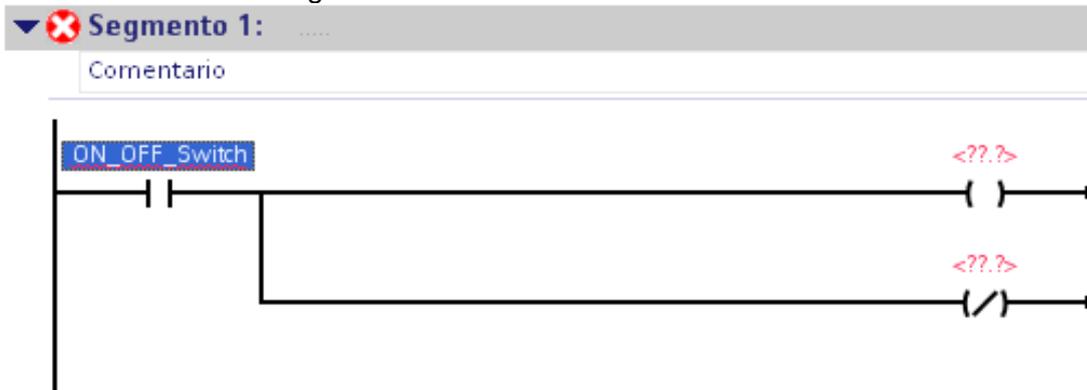
1. Abrimos el primer segmento del bloque de organización "Main [OB1]".
2. Introducimos el nombre "ON\_OFF\_Switch" en el comodín del operando del contacto normalmente abierto.



Fuente: Manual de programación TIA 10.5

3. Confirmamos la entrada realizada pulsando la tecla *Intro*.

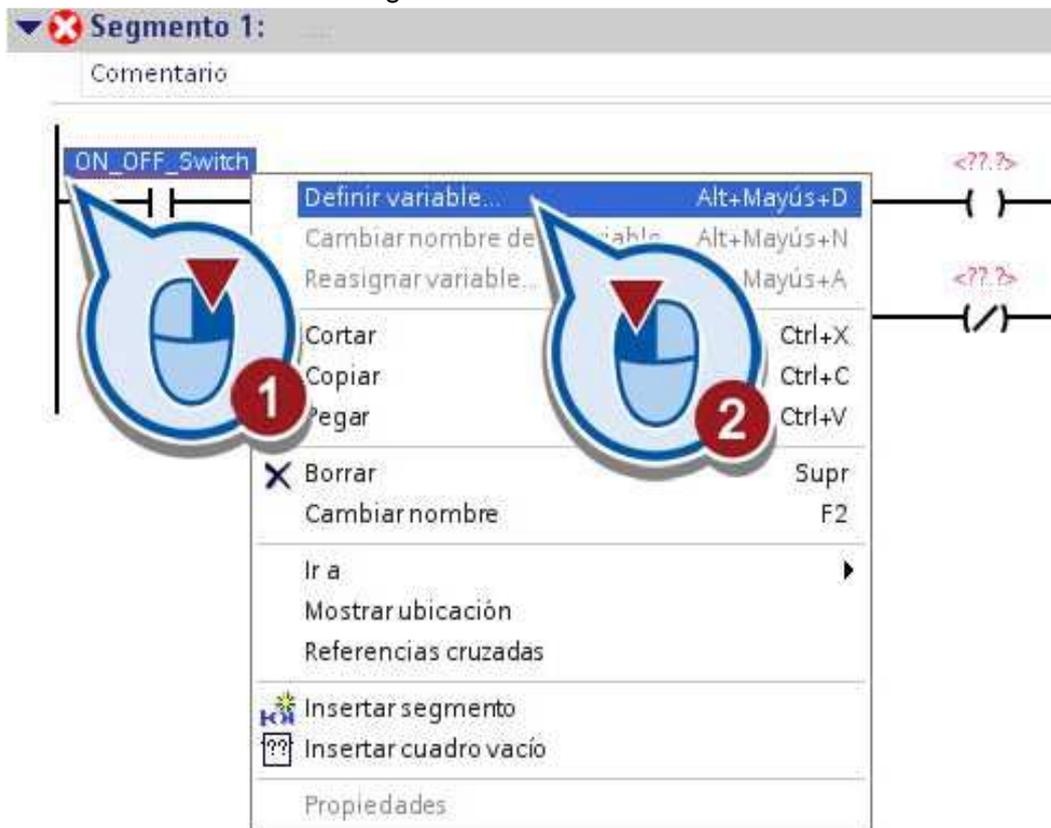
Figura 83. Conexión de variable del PLC



Fuente: Autores

4. Abrimos el cuadro de diálogo "Definir variable".

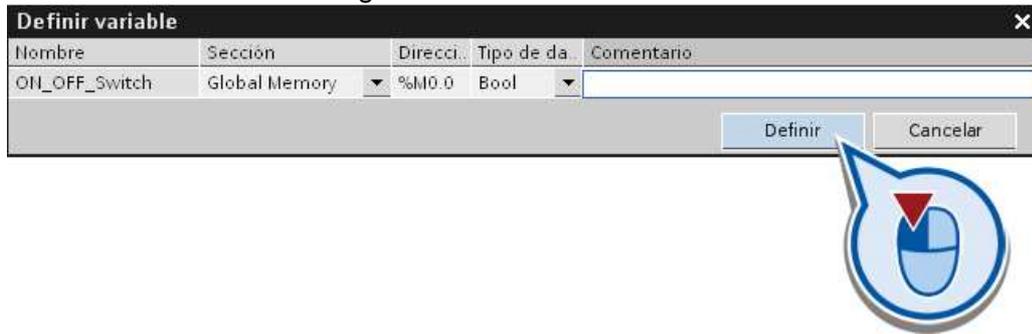
Figura 84. Definir variable



Fuente: Manual de programación TIA 10.5

5. Definimos la variable "ON\_OFF\_Switch".la variable "ON\_OFF\_Switch".

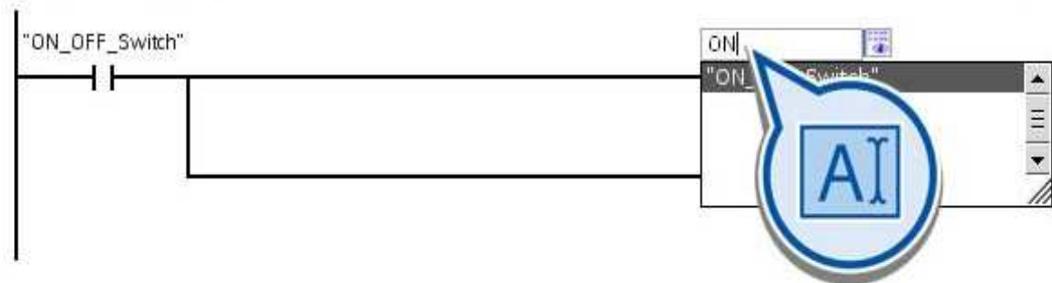
Figura85. Definir variable



Fuente: Manual de programación TIA 10.5

6. Introducimos el nombre "ON" en el comodín del operando encima de la instrucción "Bobina de relé, salida".

Figura 86. Definición de un nombre a la bobina

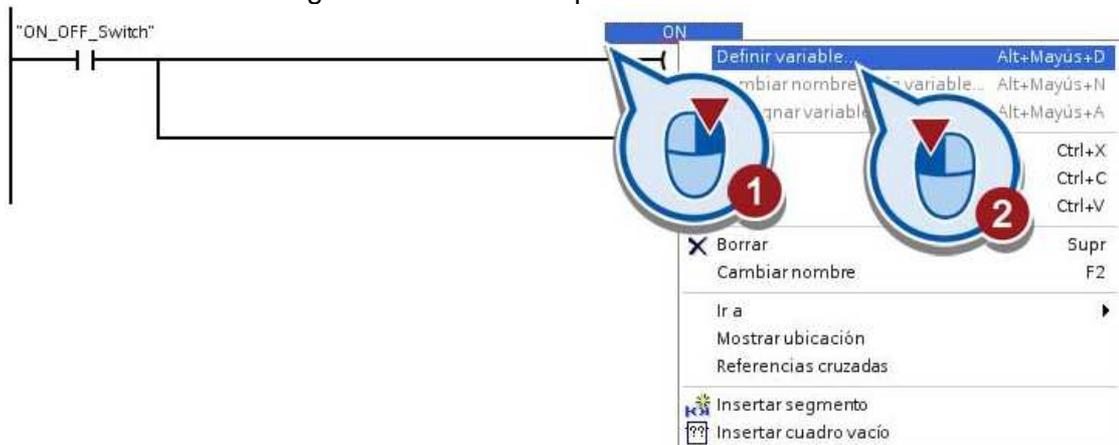


Fuente: Manual de programación TIA 10.5

7. Confirmamos la entrada realizada pulsando la tecla *Intro*.

8. Abrimos el cuadro de diálogo "Definir variable" igual que el ejemplo anterior.

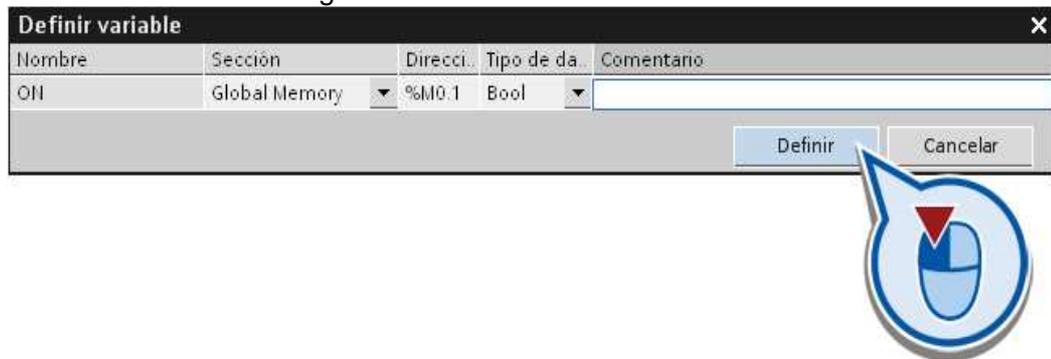
Figura 87. Instrucción para definir variables



Fuente: Manual de programación TIA 10.5

9. Defina la variable "ON".

Figura 88. Definir variable booleana



Fuente: Manual de programación TIA 10.5

10. Introducimos el nombre "OFF" en el comodín del operando encima de la instrucción "Bobina de relé negada" y defina la variable correspondiente.

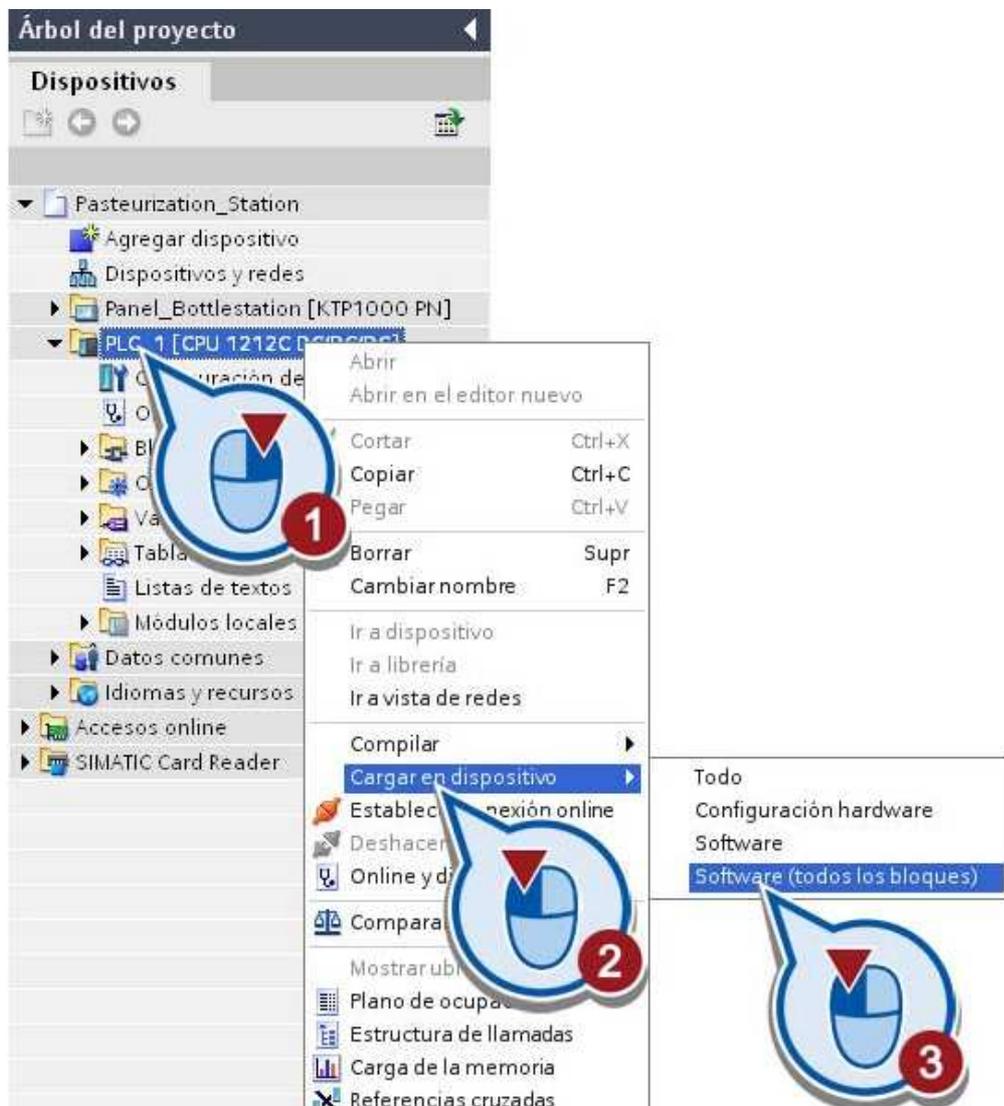
11. Guarde el proyecto pulsando el botón "Guardar proyecto" ubicado en la barra de herramientas.

**I) Carga de un programa y conexión online.** Los pasos siguientes muestran cómo cargar el programa en el controlador, durante el proceso de carga, se establece una conexión online entre la programadora (PG) o equipo de programación (PC) y el controlador, 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.

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.

1. Iniciamos el proceso de carga.

Figura 89. Vista de las instrucciones para cargar el proyecto



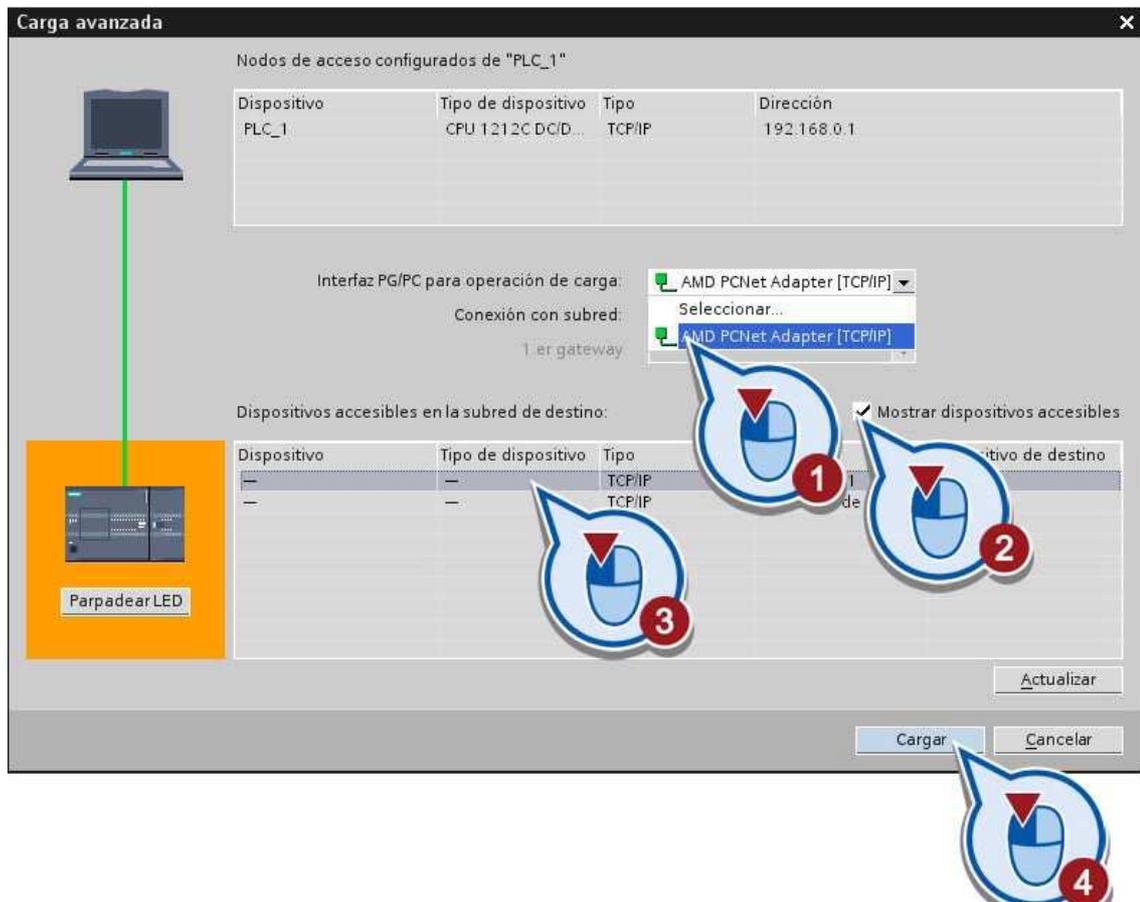
Fuente: Manual de programación TIA 10.5

2. Seleccionamos la interfaz con la que deseamos conectar el dispositivo, activamos la casilla de verificación "Mostrar dispositivos accesibles", en Dispositivos accesibles en la subred de destino se visualizan todos los dispositivos accesibles a través de la interfaz seleccionada, seleccionamos el controlador y cargamos el programa de usuario.

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

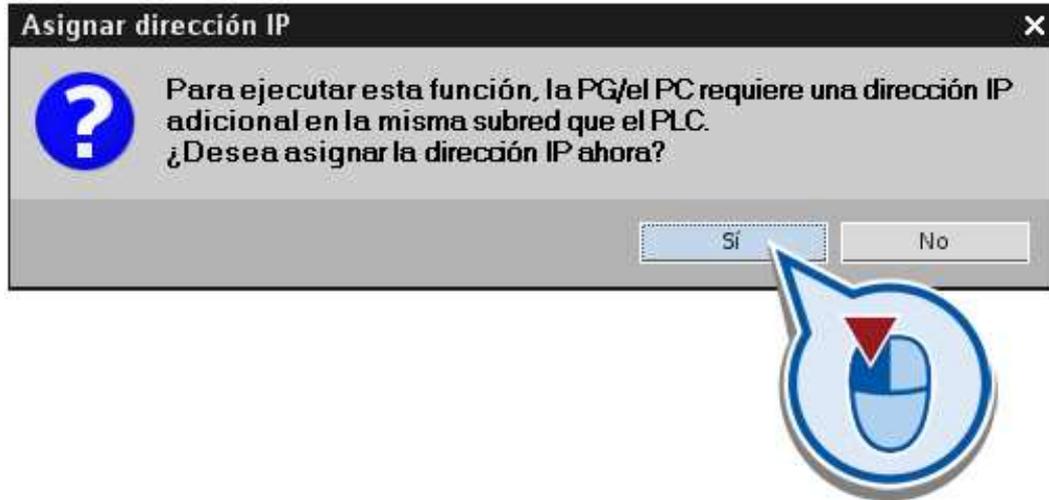
Figura 90. Carga avanzada del proyecto



Fuente: Manual de programación TIA 10.5

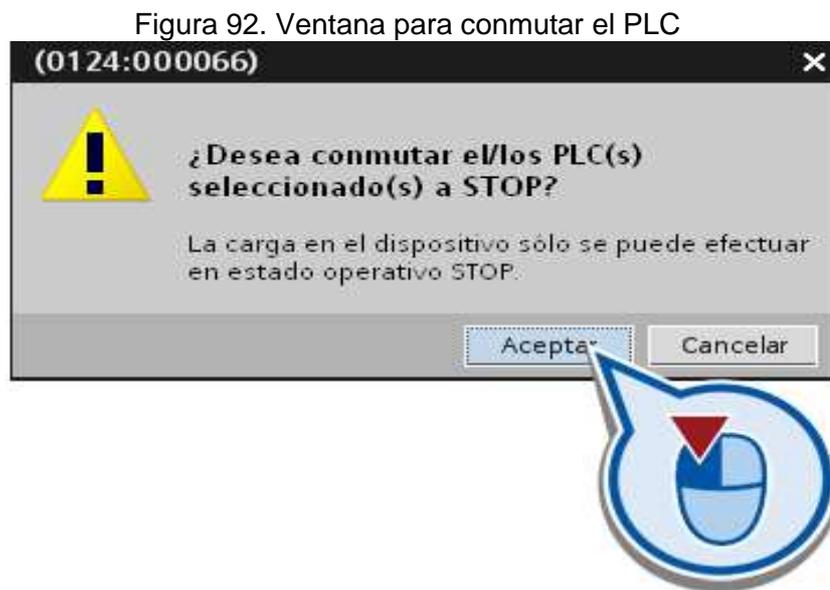
3. Confirmamos la asignación de la dirección IP correcta, si todavía no está asignada.

Figura 91. Asignación de dirección IP



Fuente: Manual de programación TIA 10.5

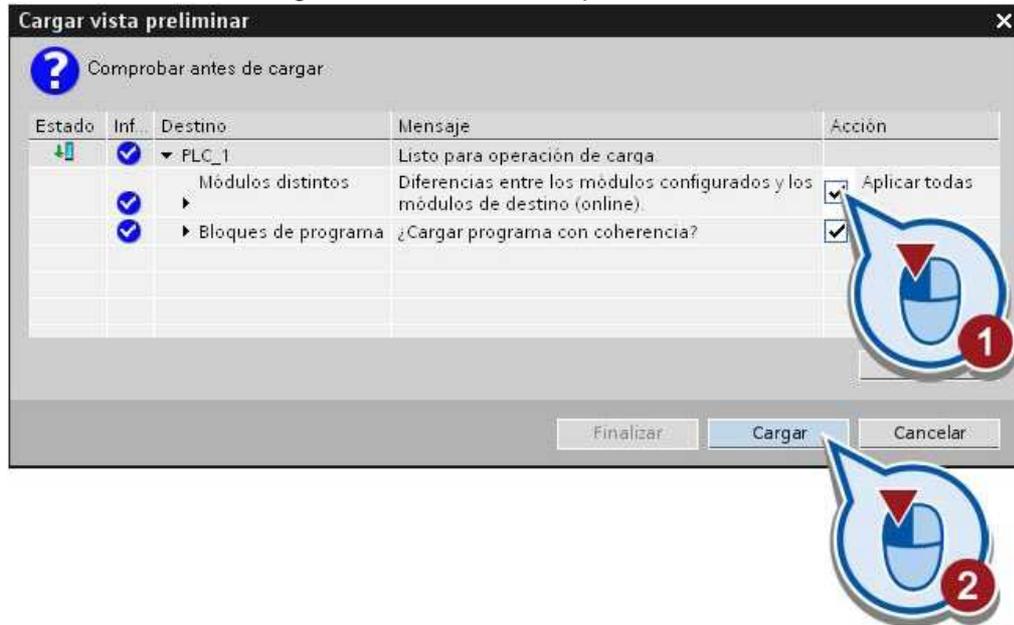
4. Si el controlador está en "RUN", póngalo en estado "STOP" en la ventana siguiente:



Fuente: Manual de programación TIA 10.5

5. Si hay diferencias entre los módulos configurados y los módulos de destino, active la casilla de verificación correspondiente para aplicar las diferencias. Hacemos clic en el botón "Cargar", asegúrese de que la casilla de verificación "Continuar" esté activada.

Figura 93. Cuadro vista preliminar

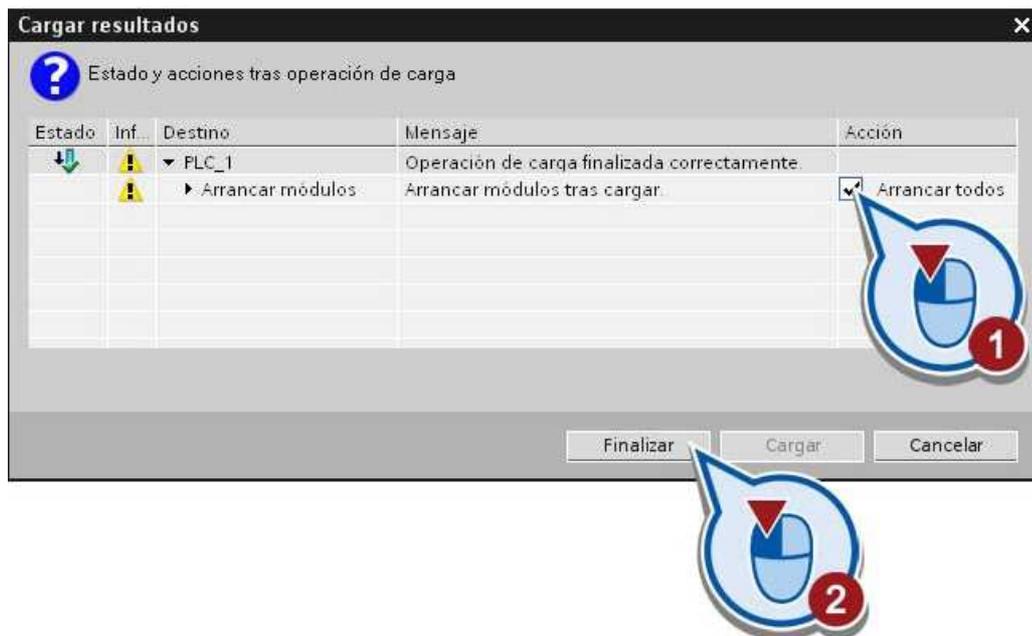


Fuente: Manual de programación TIA 10.5

El programa se carga y las acciones se visualizan durante el proceso de carga. Una vez finalizado el proceso de carga, se abre el cuadro de diálogo "Cargar resultados".

6. Arranque el módulo.

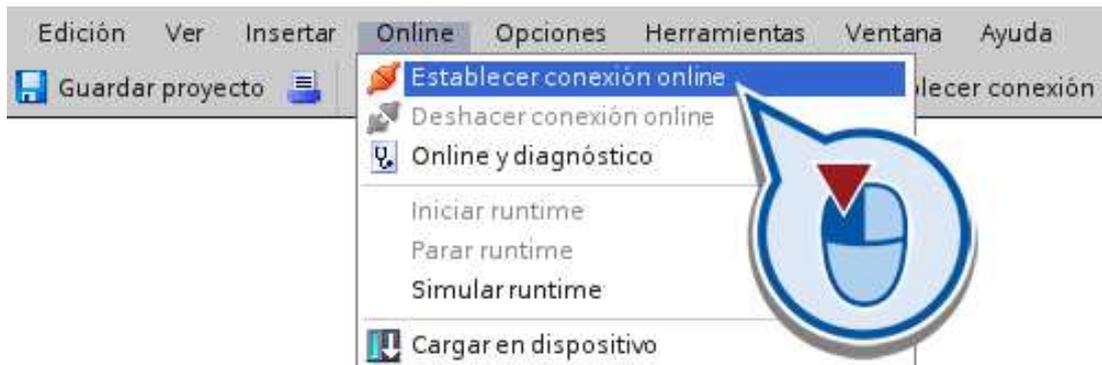
Figura 94. Carga de resultados en el PLC



Fuente: Manual de programación TIA 10.5

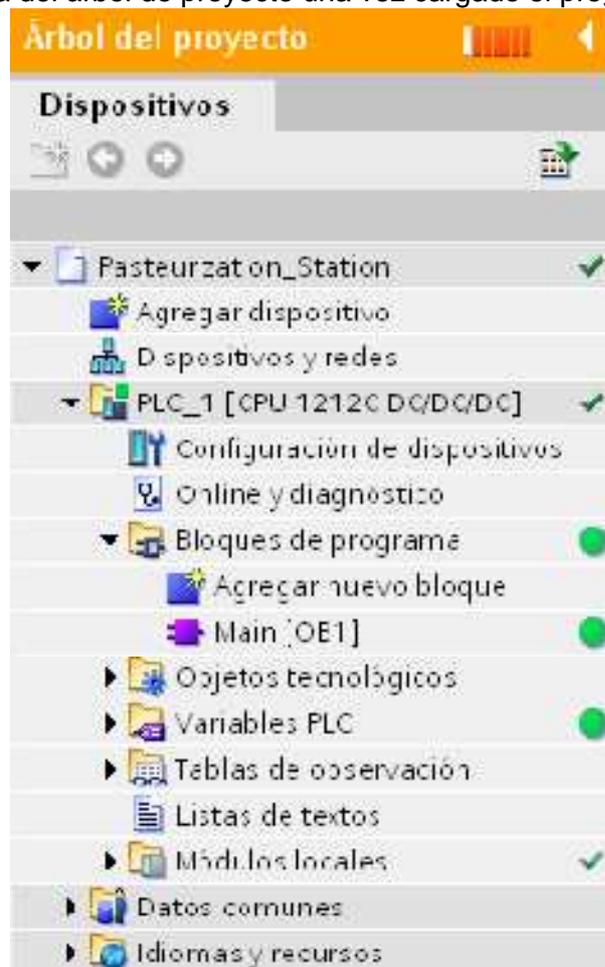
7. Establecemos la conexión online.

Figura 95. Conexión online



Fuente: Manual de programación TIA 10.5

Figura 96. Vista del árbol de proyecto una vez cargado el programa en el PLC



Fuente: Manual de programación TIA 10.5

El programa se ha cargado en el controlador. En el árbol del proyecto se muestra el estado de los componentes del programa, 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*.

**m) Probar el programa visualizando el estado del programa.** Los pasos siguientes muestran cómo probar el programa creado 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.

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

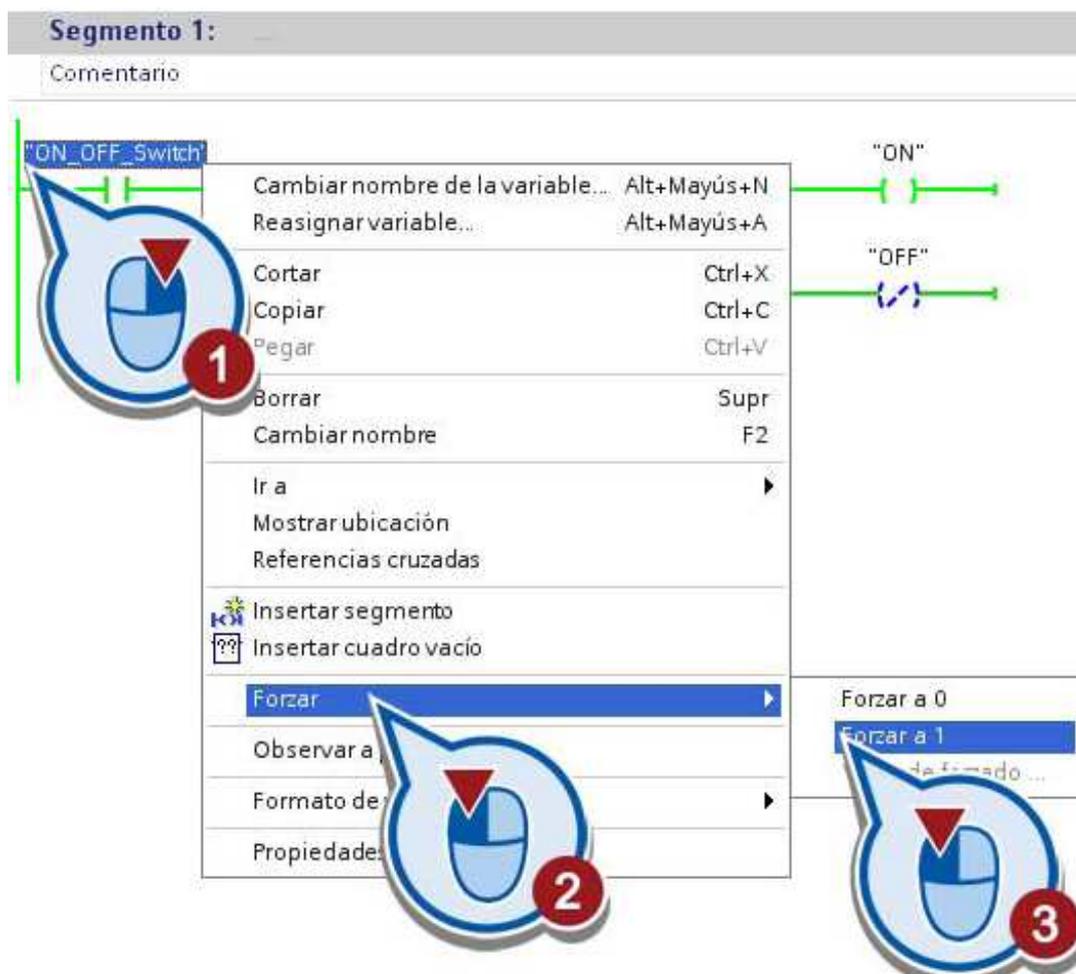
1. Activamos la visualización del estado del programa.

Figura 97. Icono de visualización del programa



Fuente: Manual de programación TIA 10.5

Figura 98. Forzar programa al estado lógico 1



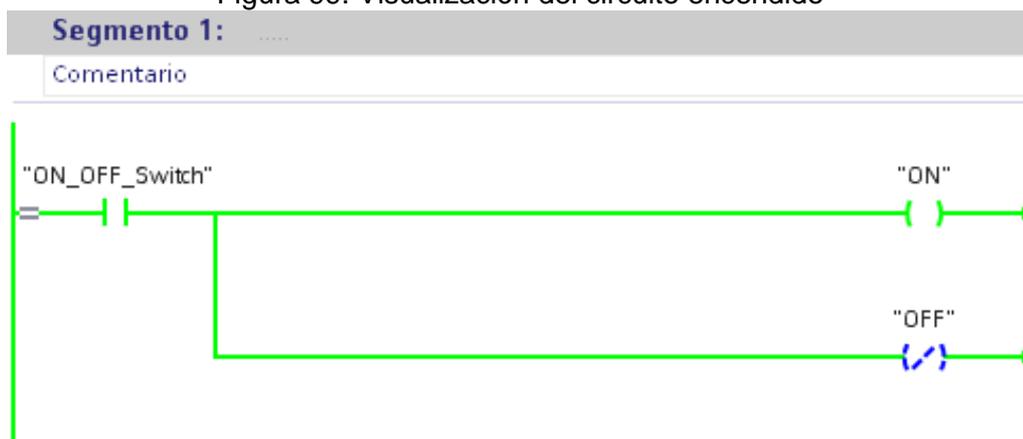
Fuente: Manual de programación TIA 10.5

2. Forzamos la variable "ON\_OFF\_Switch" a "1", al realizar este procedimiento se nos activara el estado lógico 1 y se notaran que automáticamente se abre o se cierran los contactos, se puede observar el flujo de corriente, además el PLC empezara a realizar su función encendiendo y apagando como respuesta sus LED.

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 99. Visualización del circuito encendido



Fuente: Manual de programación TIA 10.5

3. Forzamos la variable "ON\_OFF\_Switch" a "0".

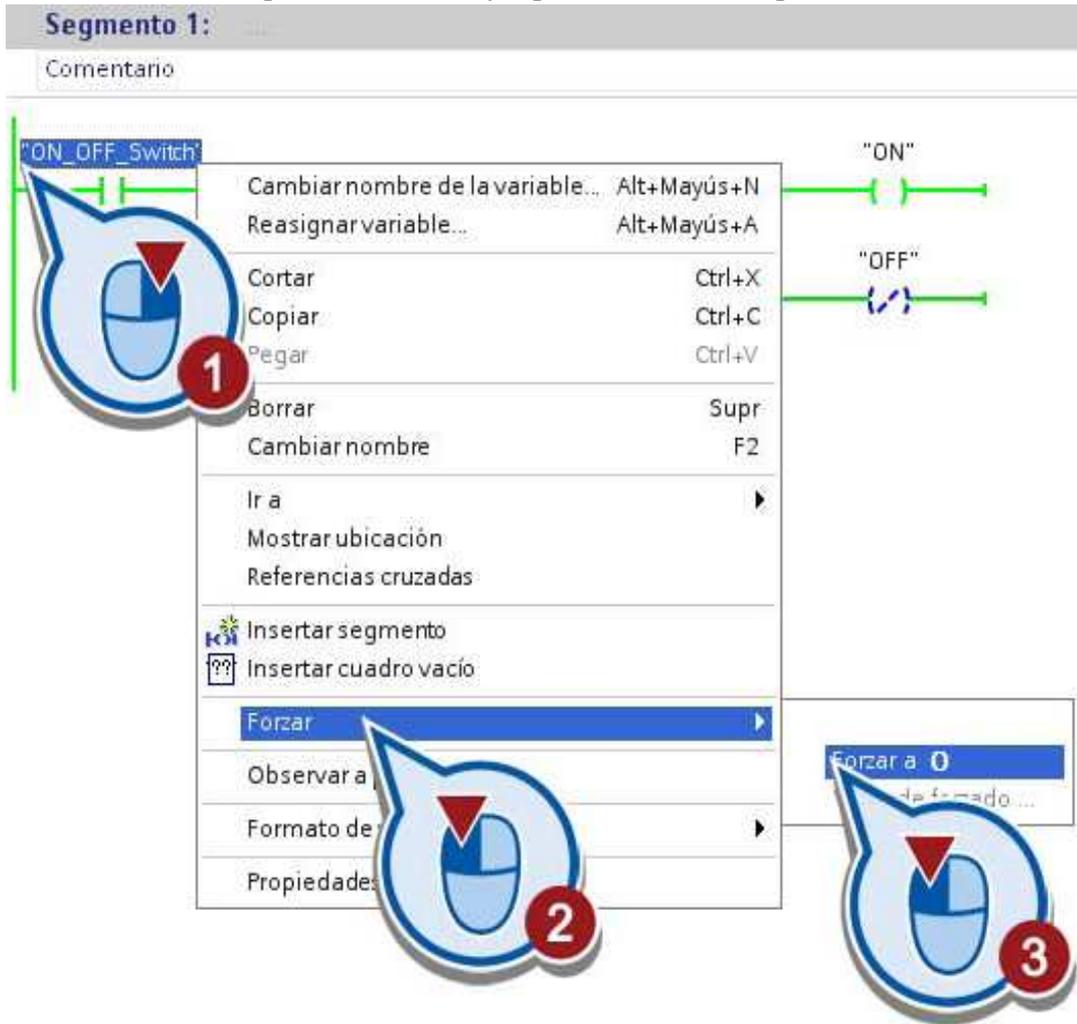
La variable "ON\_OFF\_Switch" se pone al estado lógico "0". El flujo de corriente hacia las bobinas al final del segmento se interrumpe, La variable "OFF" se activa. La variable "ON" se pone a "0".

Se puede notar claramente como fluye la corriente hacia la bobina que tiene el nombre de ON la misma que se puede observar se encuentra con el color verde y como se encuentra desactivada la bobina que se ha designado con el nombre de " OFF ".

De la misma manera se puede observar en el módulo de automatización como empieza encenderse y apagarse las lámparas que se designaron que se activen junto con las salidas analógicas. Podemos comprobar esto mediante la medición de continuidad con un multímetro, si queremos podemos activar cualquier tipo de equipo ya sea directo si el equipo que se va a conectar en las salidas no absorbe más allá de 7 amperios a 110V CA y 7amperios a 48VCC ya que los relés están diseñados para soportar ese tipo de corriente si se va a activar un equipo de mayor potencia se recomienda que se arranque mediante el uso de un contactor de línea.

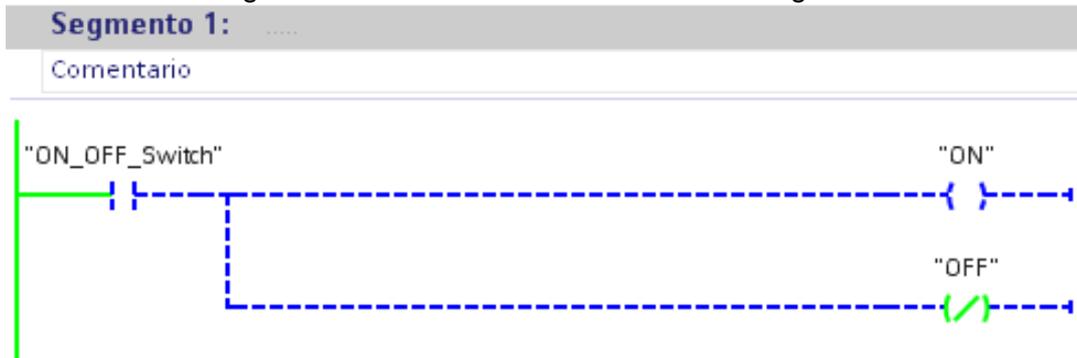
La señal que se va a tomar de 110V no debe ser del Módulo ya que este esta diseñado para entregar solamente 5 amperios como máxim

Figura 100. Forzar programa al estado lógico 0



Fuente: Manual de programación TIA 10.5

Figura 101. Vista del circuito en el estado lógico 0



Fuente: Manual de programación TIA 10.5

3. Desactivamos la visualización del estado del programa.

Figura 102. Visualización de conexión online



Fuente: Manual de programación TIA 10.5

4. Deshacemos la conexión online. Se ha probado el programa y se ha comprobado que se ejecuta correctamente, en el apartado siguiente se programará una imagen HMI para visualizar la ejecución del programa.

**4.5.4 Crear una imagen HMI.** Un sistema HMI constituye la interfaz entre el usuario y el proceso. El desarrollo del proceso es controlado básicamente por el controlador. Por medio de un panel de operador el usuario tiene la posibilidad de observar el proceso o de intervenir en él.

Los pasos siguientes muestran cómo crear un panel de operador nuevo y elaborar una plantilla para la imagen HMI.

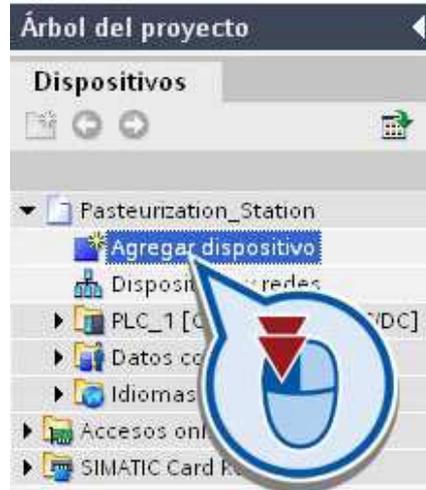
### Requisitos

- El programa en lenguaje KOP debe estar creado.
- La vista del proyecto debe estar abierta

**a) Agregar un panel de operador nuevo.** Para agregar un panel de operador, proceda del siguiente modo:

1. Insertamos un dispositivo nuevo desde el árbol del proyecto haciendo doble clic con el botón izquierdo del mouse.

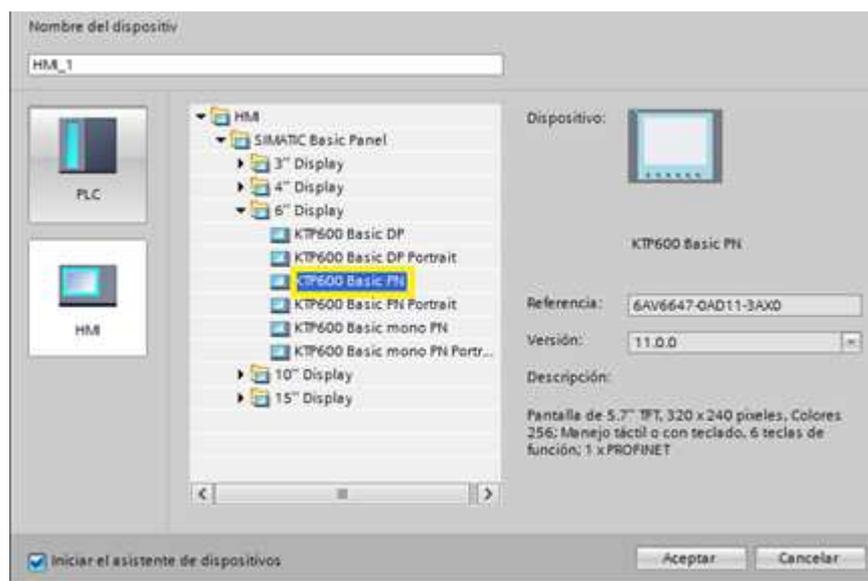
Figura103. Agregar dispositivo nuevo



Fuente: Manual de programación TIA 10.5

2. Asígnanos un nombre y seleccionamos un panel de operador. Dejamos activada la casilla de verificación "Iniciar el asistente de dispositivos".

Figura 104. Asistente para agregar dispositivos nuevos.



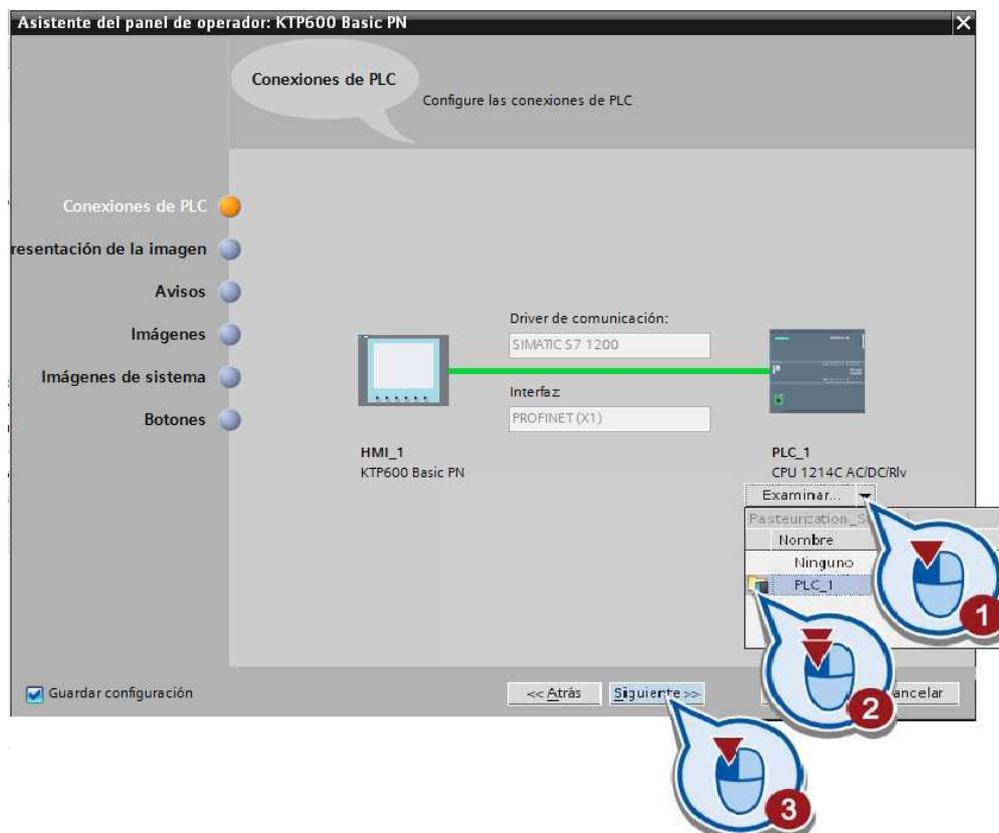
Fuente: Autores

3. Crear una plantilla para una imagen HMI. Después de crear un panel de operador, se abre el asistente para paneles de operador.

El asistente para paneles de operador se abre con el cuadro de diálogo en el cual nos da varias opciones a elegir en el caso de pantallas, se pueden elegir de acuerdo a nuestra conveniencia y siempre y cuando tengamos conocimientos de qué tipo de panel estamos utilizando, es necesario para tener mejores resultados observar en la parte posterior de la HMI las características que posee ya que unas pueden ser, mono color o de varios colores, en nuestro caso específicamente estamos utilizando una pantalla KTP 600 Basic color, que la podemos localizar en el cuadro de dialogo "Conexiones de PLC". Para crear una plantilla para la imagen HMI, proceda del siguiente modo:

3.1 Configuramos la conexión con el controlador. Cuando se abre el panel nos aparece alguna o varias opciones de dispositivos CPU a la cual podemos conectarnos.

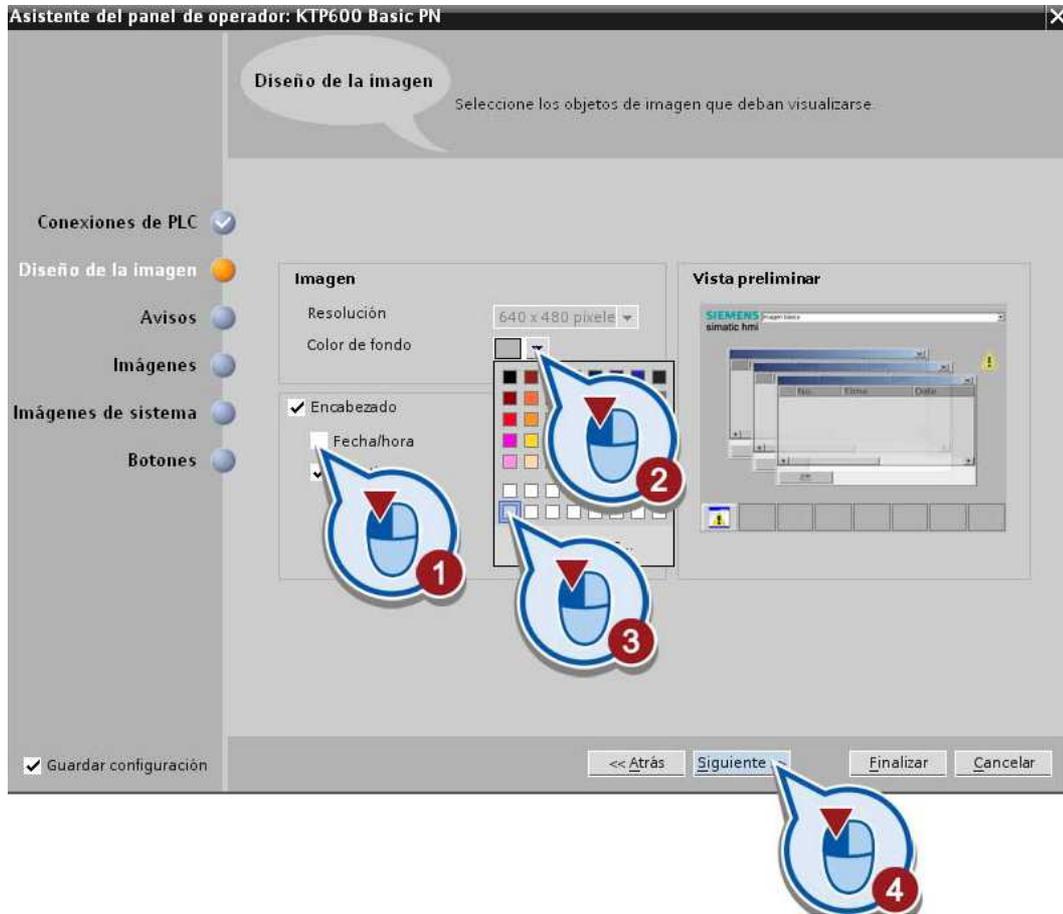
Figura 105. Asistente para conexiones con PLCs.



Fuente: Manual TIA V10.5

### 3.2 Seleccionamos el color de fondo de la plantilla y los elementos del encabezad

Figura 106. Asistente para seleccionar color de la pantalla.



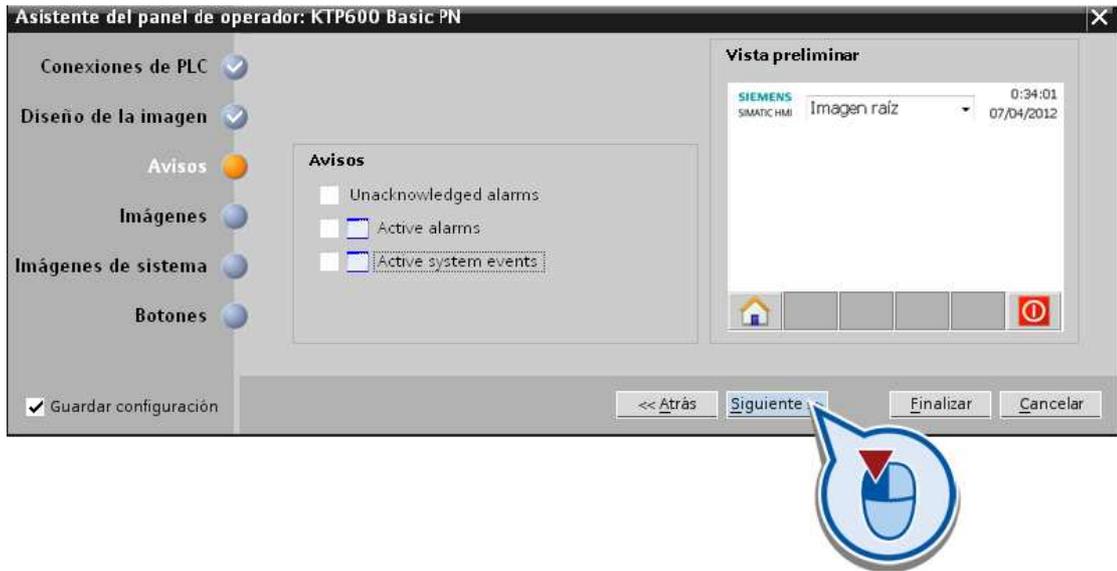
Fuente: Autores

Modificar la representación de la imagen a posteriormente, los ajustes realizados aquí para representar la imagen pueden modificarse más adelante en la plantilla de la imagen HMI.

Además se pueden modificar los colores de graficos o curvas que se introduzcan en la pantalla principal del HMI existe una gran variedad de colores para el caso.

### 3.3 Desactivamos los avisos, pues no son necesarios para el proyecto de ejemplo.

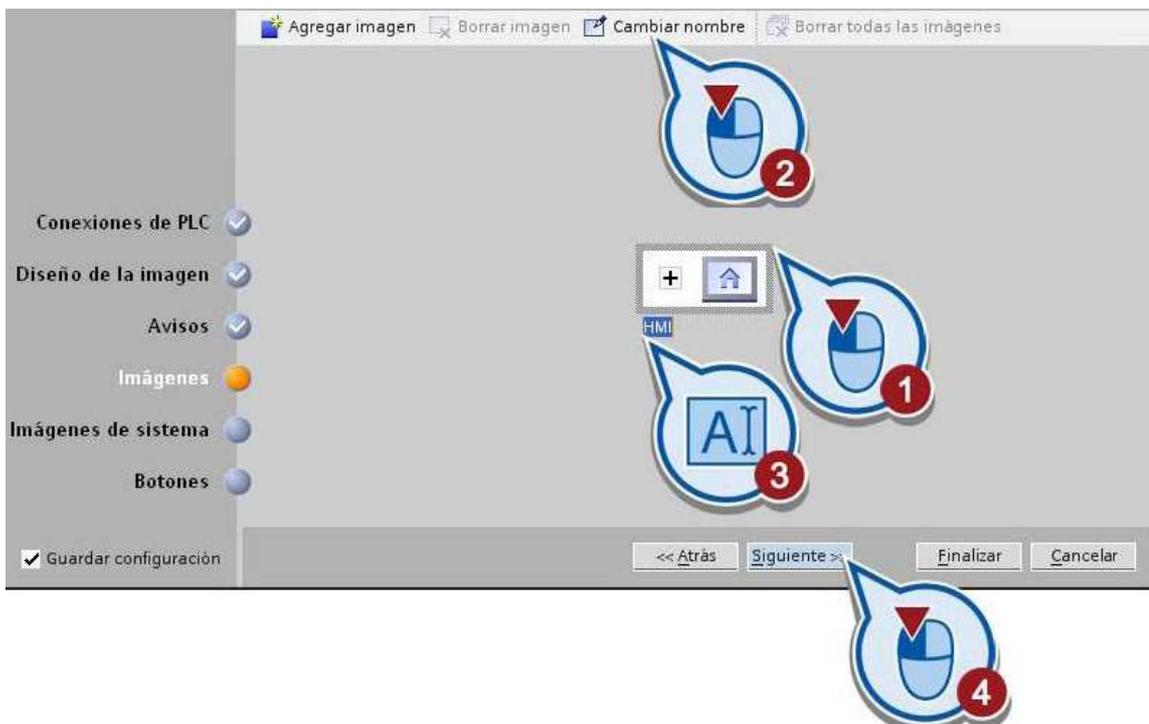
Figura 107. Asistente para agregar dispositivos nuevos.



Fuente: Autores

### 3.4 Cambiamos el nombre de la imagen por "HMI".

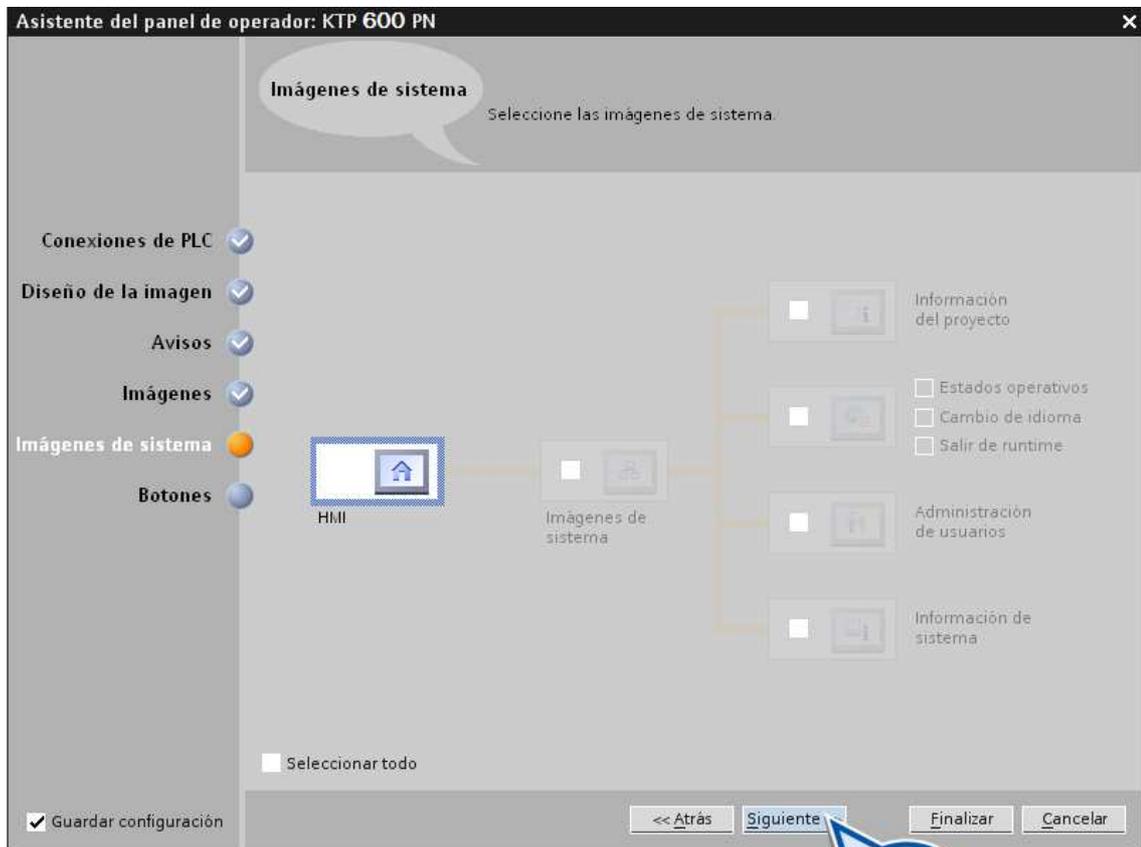
Figura 108. Asistente para cambiar de nombre a la pantalla.



Fuente: Manual de programación TIA 10.5

3.5 Desactivamos las imágenes de sistema, pues no son necesarias para el proyecto de ejemplo.

Figura 109. Asistente para desactivar y activar imágenes del sistema.



Fuente: Manual de programación TIA 10.5

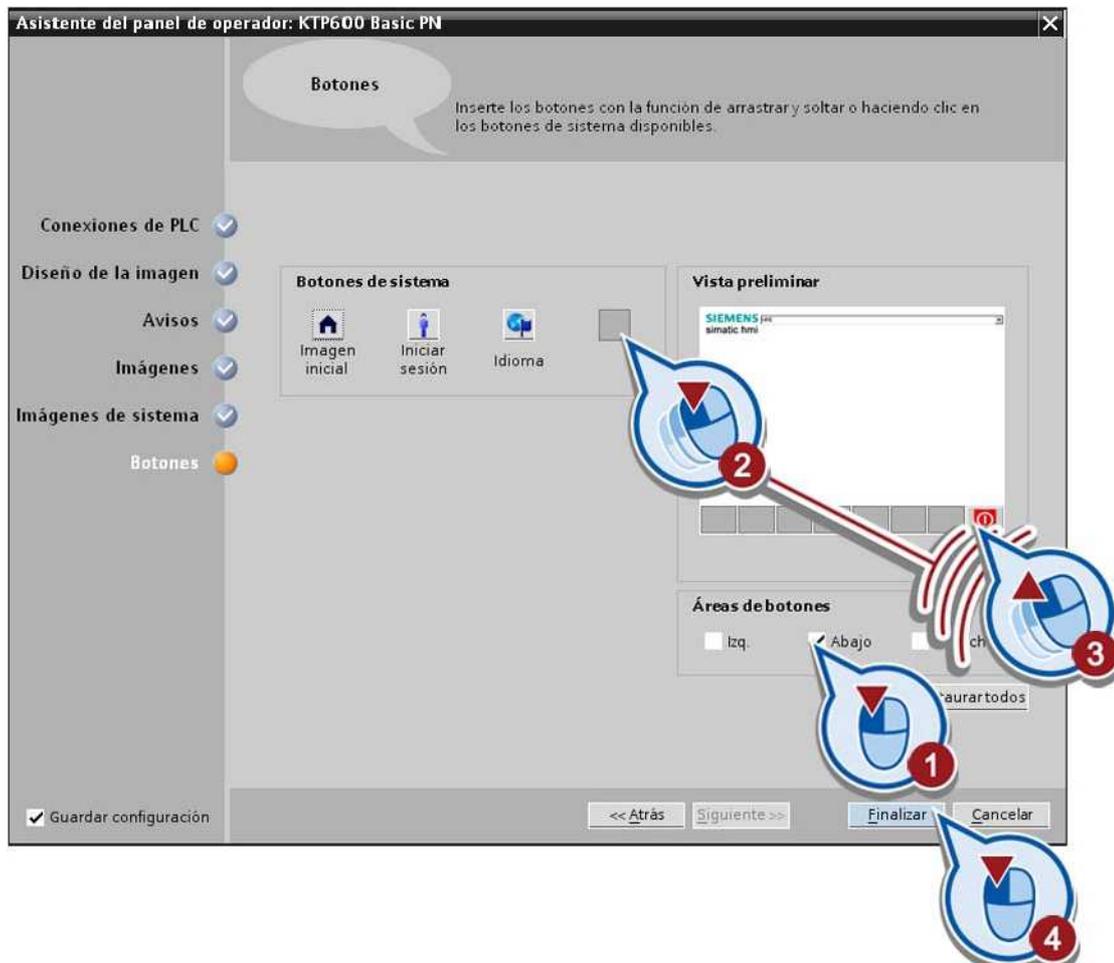
3.6 Activamos el área inferior de botones e insertamos el botón de sistema "Salir". Con este botón de sistema se finaliza el runtime.

3.7 Guardamos el proyecto pulsando el botón "Guardar proyecto" de la barra de herramientas.

**Resultado.** Se ha creado un panel de operador en el proyecto y se ha elaborado una plantilla para la imagen HMI. La imagen HMI creada se visualiza en el editor de la vista del proyecto.

En el apartado siguiente se crearán objetos en la imagen HMI para visualizar los procesos programados

Figura 110. Asistente para agregar iconos apagados, idioma inicio de sesión.



Fuente: Manual de programación TIA 10.5

¿Qué son los objetos gráficos? El TIA Portal permite crear imágenes para manejar y observar máquinas e instalaciones.

Para crear imágenes se dispone de objetos predefinidos que permiten reproducir la instalación, visualizar los distintos procesos y preseleccionar valores de proceso. Las funciones del panel de operador determinan la representación del proyecto en HMI y el volumen de funciones de los objetos gráficos.

Objetos gráficos. Los objetos gráficos son todos los elementos que se utilizan para representar el proyecto en HMI. Entre ellos se incluyen, por ejemplo, textos, botones, diagramas o gráficos para representar unidades de proceso.

Utilización de objetos gráficos. Los objetos gráficos pueden representarse estáticamente o utilizarse como objetos dinámicos mediante el uso de variables:

- Los objetos estáticos no cambian en *runtime*. En el proyecto del *GettingStarted* se creará a continuación una cinta transportadora como objeto estático.
- Los objetos dinámicos van cambiando a medida que se desarrolla el proceso. Los valores de proceso actuales se visualizan mediante:
  - Variables PLC desde la memoria del controlador
  - Variables internas desde la memoria del panel de operador en forma de indicadores alfanuméricos, curvas y barras

Botón "Instalación ON/OFF". Los pasos siguientes muestran cómo crear el botón "Instalación ON/OFF" y conectarlo con la variable PLC "ON\_OFF\_Switch" a través de una variable HMI externa. De este modo es posible controlar los valores de proceso de la variable PLC desde la imagen HMI.

Requisitos

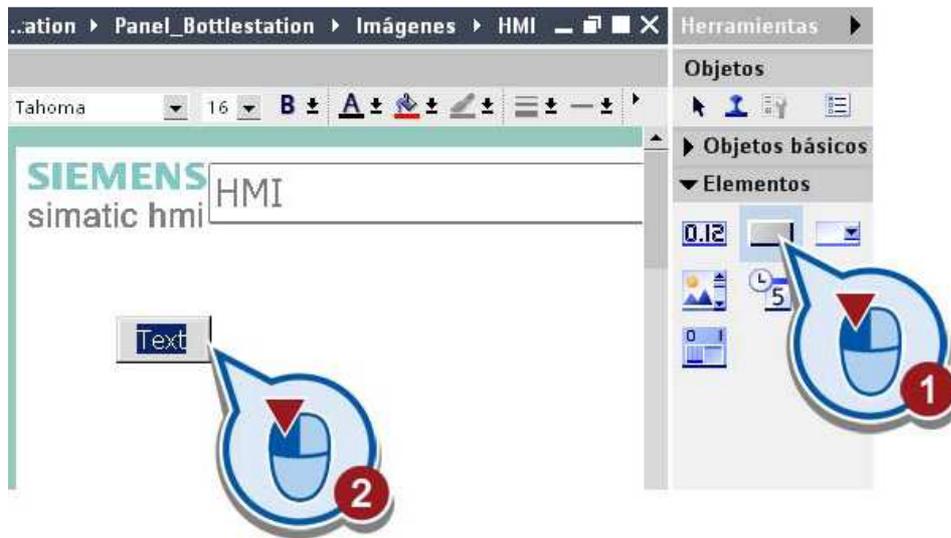
La imagen HMI está abierta.

**Procedimiento.** Para conectar el botón "Instalación ON/OFF" con la variable PLC "ON\_OFF\_Switch", proceda del siguiente modo:

1. Borrarnos el campo de texto predeterminado "Bienvenido..." de la imagen HMI.
2. Creamos un botón.
3. En la ventana de inspección, activamos la opción "Adaptar objeto al contenido" para adaptar automáticamente el tamaño del botón a la longitud del texto.

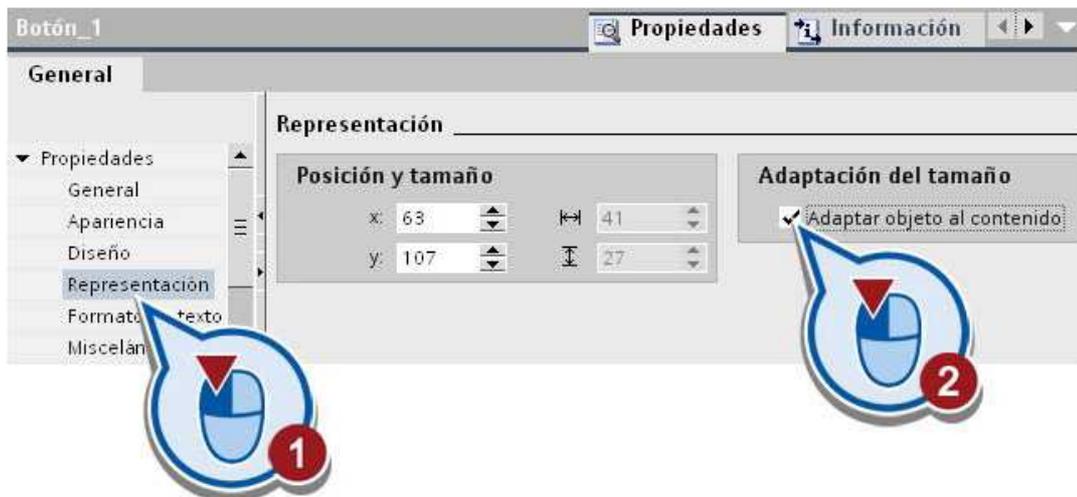
Se puede observar que se crea automáticamente los iconos en la pantalla seleccionada, solo queda en hacer clic en finalizar.

Figura 111. Asistente para agregar un botón desde las herramientas.



Fuente: Manual de programación TIA 10.5

Figura112. Asistente para adaptar tamaño al contenido de un objeto.

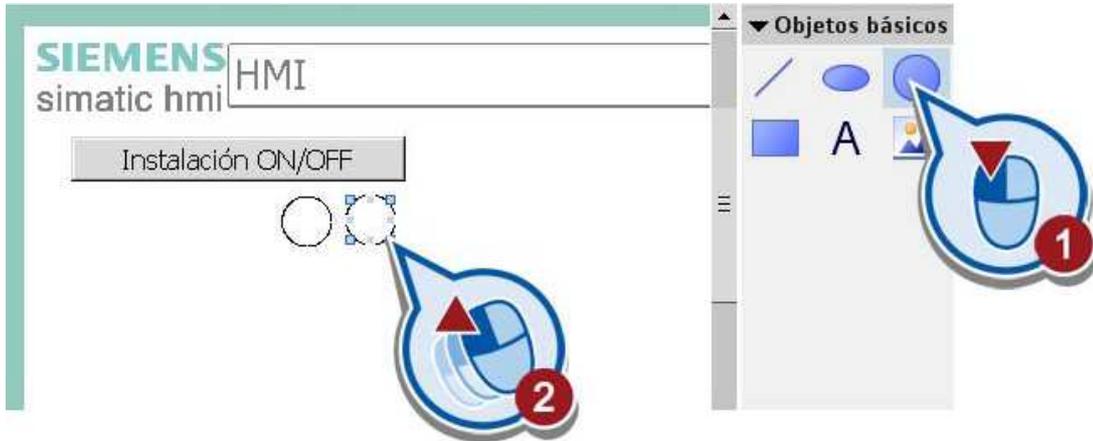


Fuente: Manual de programación TIA 10.5

**Nota.** Función "Adaptar objeto al contenido", Esta función le resultará especialmente útil cuando, en proyectos futuros, trabaje con un cambio de idioma para las imágenes HMI. Un texto traducido puede ser más largo o más corto que el original, según el idioma. Con esta función se asegura que los títulos de los botones no queden cortados. El tamaño del botón también se adapta automáticamente en caso de cambiar el texto del original.

4. Rotulamos el botón con el texto "Instalación ON/OFF".

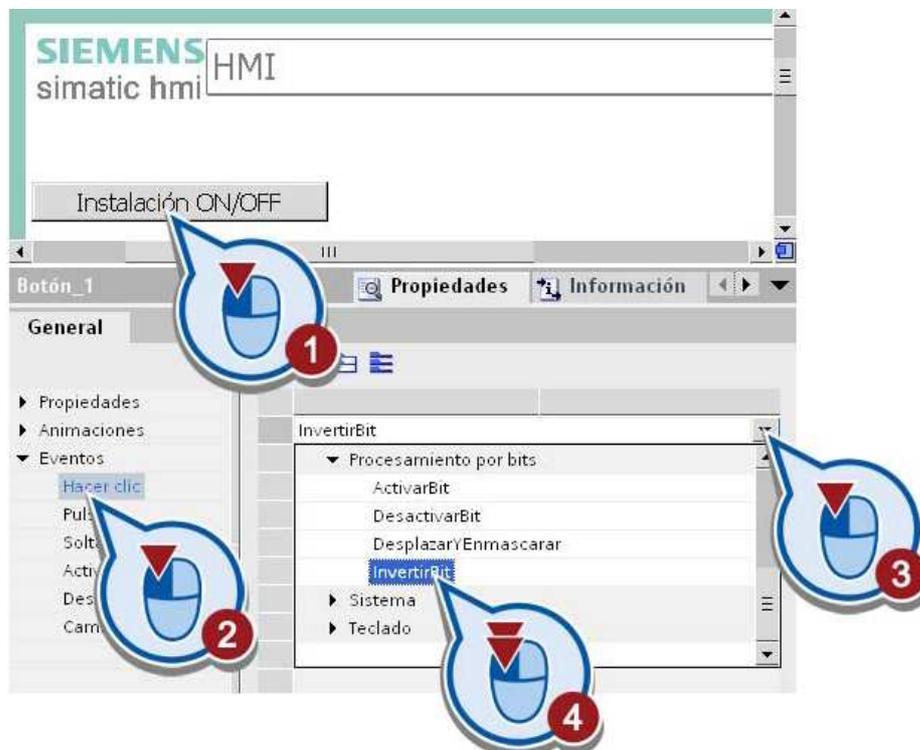
Figura 113. Asistente para rotular texto.



Fuente: Manual de programación TIA 10.5

5. Asignamos la función "Invertir Bit" al evento "Pulsar" del botón.

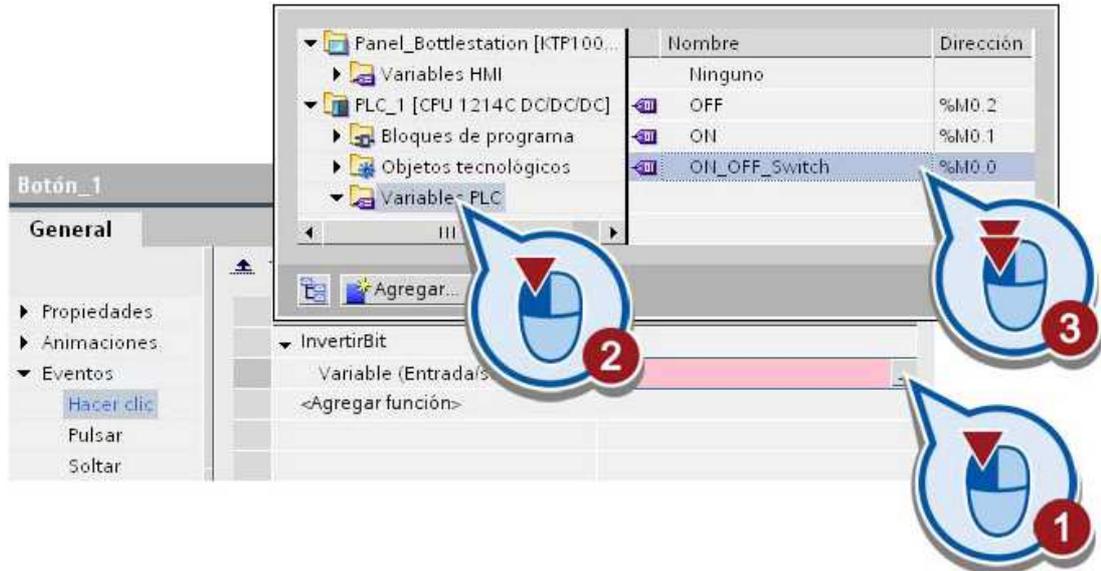
Figura 114. Asistente para asignar una función



Fuente: Manual de programación TIA 10.5

6. Enlazamos la función "Invertir Bit" con la variable PLC "ON\_OFF\_Switch"

Figura 115. Asistente para designar una variable.



Fuente: Manual de programación TIA 10.5

**Nota.** Las conexiones HMI se crean automáticamente en el TIA Portal, si previamente no se ha configurado ninguna conexión entre el panel de operador y el controlador, la conexión se crea automáticamente en cuanto se enlaza una variable PLC con un objeto HMI.

**Resultado.** El botón "Instalación ON/OFF" se ha vinculado a la variable PLC "ON\_OFF\_Switch". Si se pulsa el botón en el panel de operador, el bit de la variable PLC se pone al valor "1" (instalación activada). Si se pulsa el botón por segunda vez, el bit de la variable PLC se pone al valor "0" (instalación desactivada).

**n) Como crear una animación de LED.** Los pasos siguientes muestran cómo crear dos LED de estado (rojo/verde) con el objeto de círculo y animarlos en función del valor de la variable PLC *ON\_OFF\_Switch*.

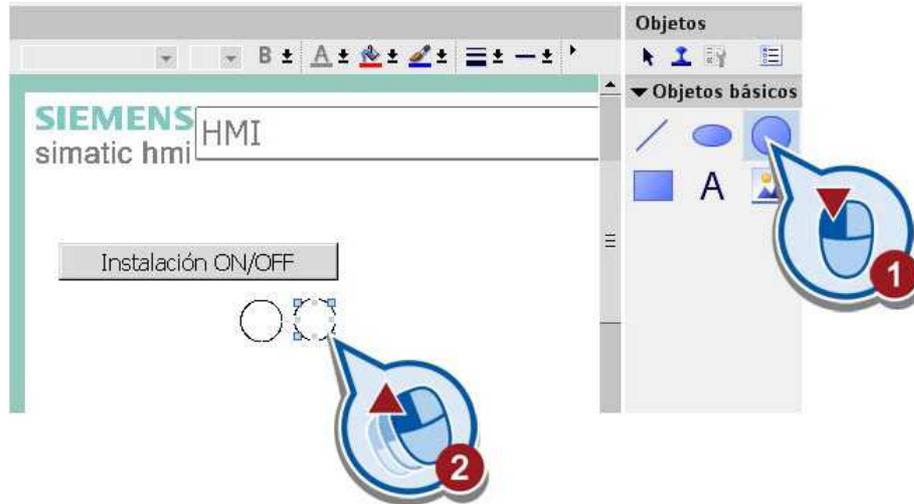
Requisitos

La imagen HMI debe estar abierta.

**Procedimiento.** Para crear y animar los LEDs, proceda del siguiente modo:

1. Dibujamos dos círculos debajo del botón "Instalación ON/OFF" manteniendo pulsada la tecla de mayúsculas.

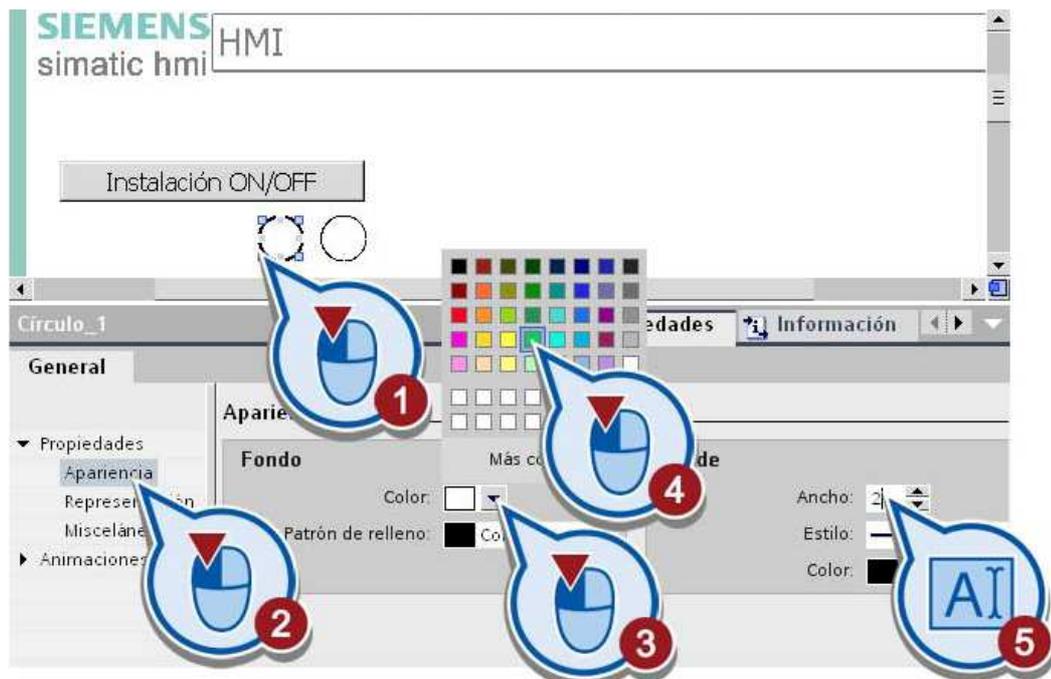
Figura 116. Herramienta objeto gráfico círculo.



Fuente: Manual de programación TIA 10.5

2. Asignamos al primer círculo el color de fondo verde y un ancho de borde "2".

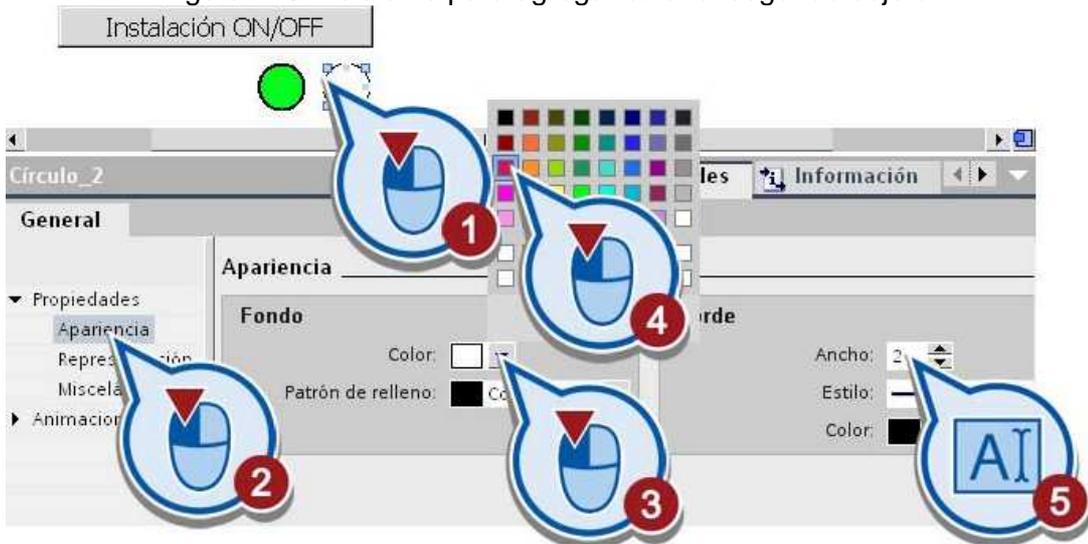
Figura 117. Propiedades para dar color a un objeto.



Fuente: Manual de programación TIA 10.5

3. Asignamos al segundo círculo el color de fondo rojo y aumente también el ancho de borde a 2.

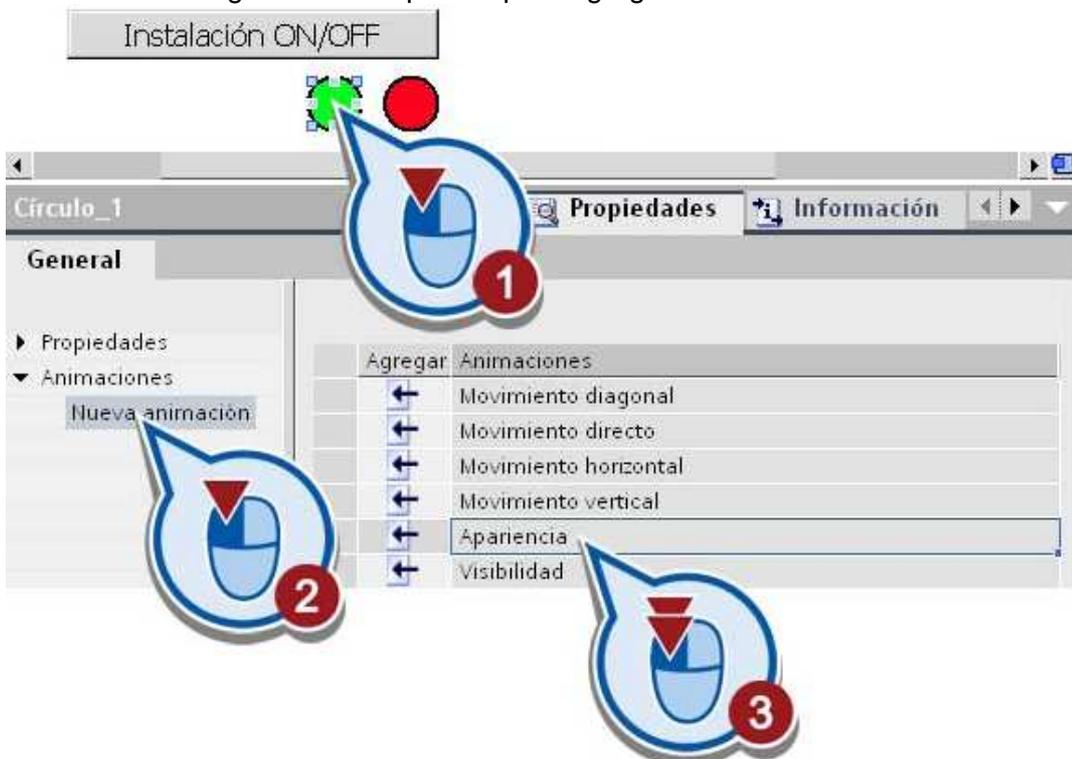
Figura 118. Asistente para agregar color al segundo objeto.



Fuente: Manual de programación TIA 10.5

4. Creamos una animación nueva del tipo "Apariencia" para el LED verde.

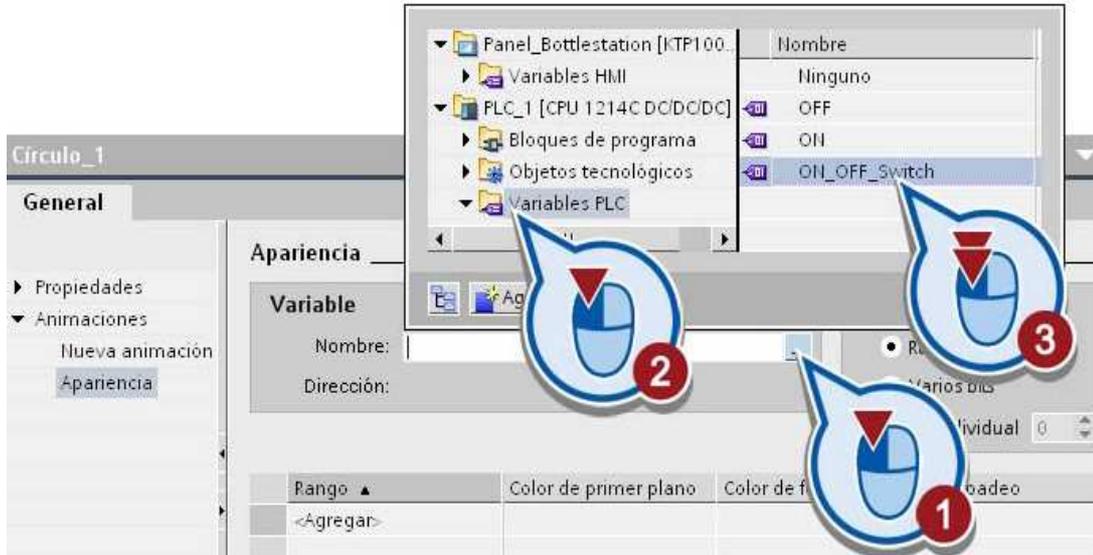
Figura 119. Propiedad para agregar una animación.



Fuente: Manual de programación TIA 10.5

5. Enlazamos la animación con la variable *PLC ON\_OFF\_Switch*.

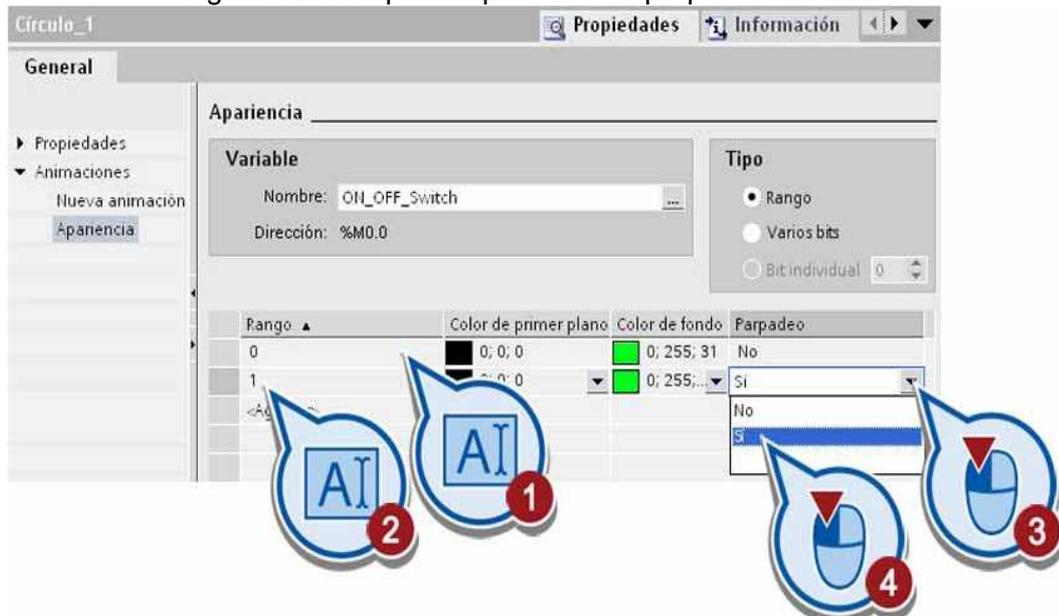
Figura 120. Propiedad para enlazar la animación con la variable PLC.



Fuente: Manual de programación TIA 10.5

6. Modificamos la apariencia del LED en función del estado de la variable PLC. El LED deberá parpadear en cuanto el programa de control ponga la variable PLC al valor de bit "1".

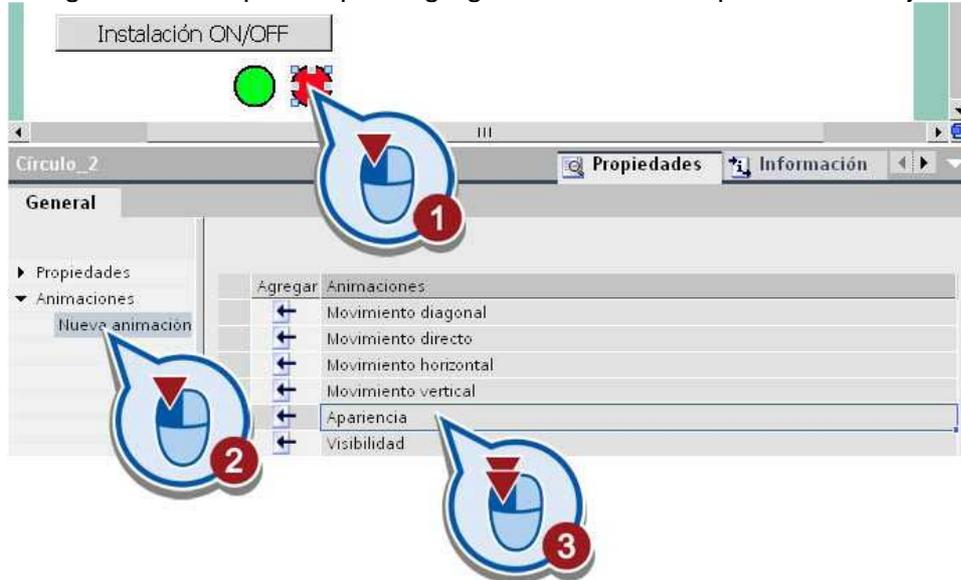
Figura 121. Propiedad para activar parpadeo del LED.



Fuente: Manual de programación TIA 10.5

7. Creamos una animación nueva del tipo "Apariencia" para el LED rojo, de la misma manera seguimos el procedimiento anterior y aplicamos ya sea un rango de valores para animarlos o en función de bits.

Figura 122. Propiedad para agregar una animación para el LED rojo.



Fuente: Manual de programación TIA 10.5

8. Enlazamos también la animación con la variable PLC *ON\_OFF\_Switch*.

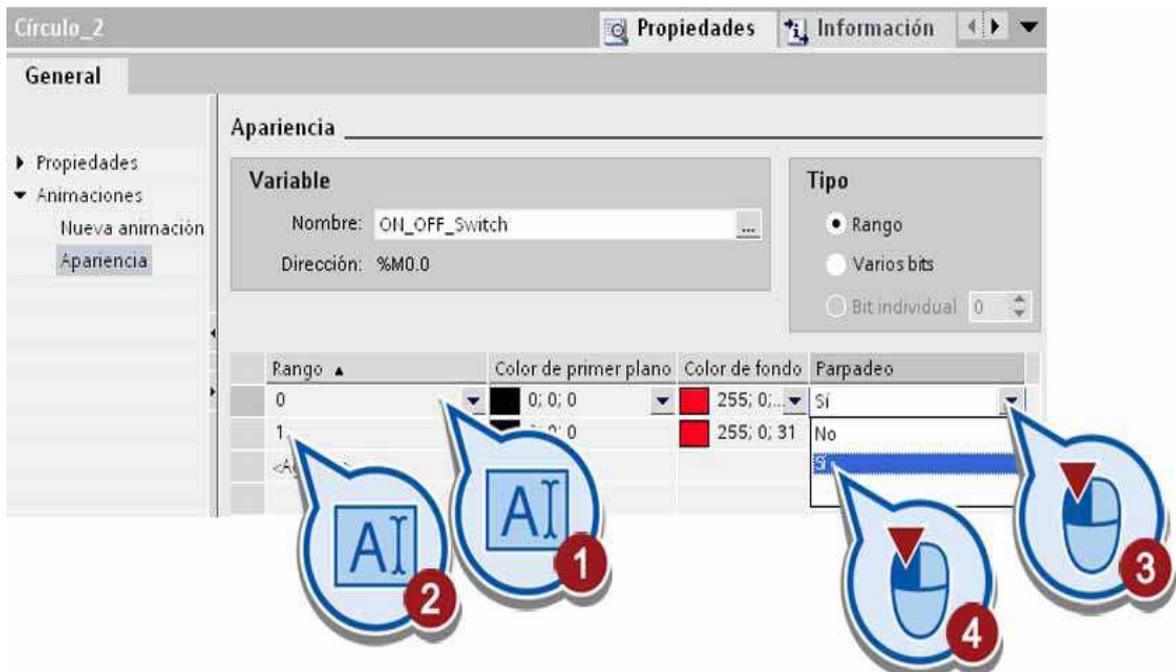
Figura 123. Propiedad para enlazar una animación.



Fuente: Manual de programación TIA 10.5

9. Modificamos la apariencia del LED en función del estado de la variable PLC. El LED deberá parpadear en cuanto el programa de control ponga la variable PLC al valor de bit "0".

Figura 124. Propiedad para agregar parpadeo LED rojo.



Fuente: Manual de programación TIA 10.5

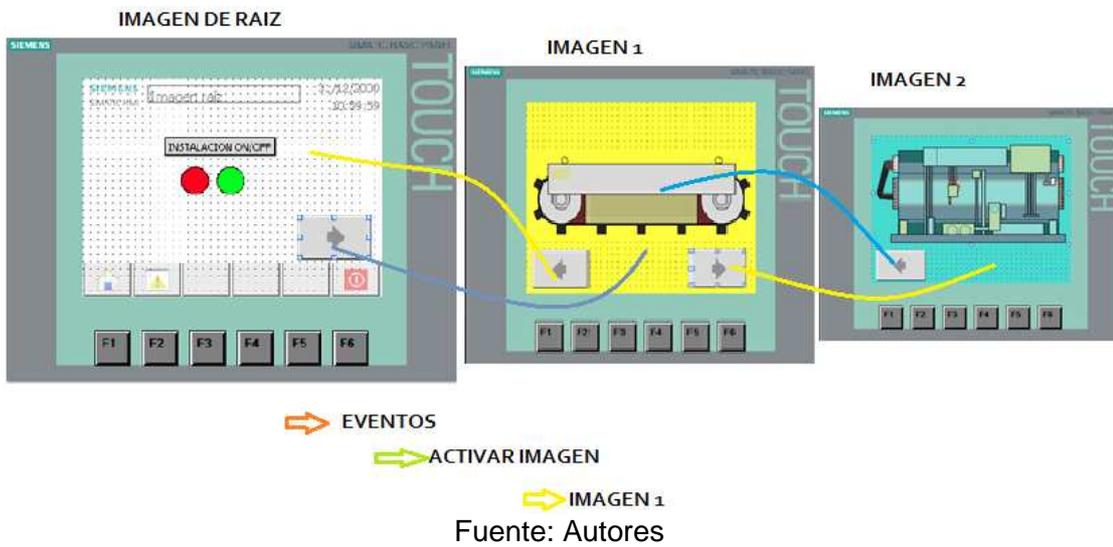
**Resultado.** Los LEDs de estado se han creado con el objeto gráfico "Círculo" y se han animado, en el estado inicial, el LED rojo parpadea.

- Si se inicia el programa de control con el botón "Instalación ON/OFF", el valor de bit de la variable "ON\_OFF\_Switch" se pone a "1" y el LED verde parpadea.
- Si se para el programa de control al pulsar nuevamente el botón "Instalación ON/OFF", el valor de bit de la variable "ON\_OFF\_Switch" se pone a "0" y el LED rojo parpadea.

ñ) **En el apartado siguiente se indicara como crear y enlazar varias pantallas.** Este tipo de herramientas nos permiten enlazar varias pantallas en un mismo dispositivo HMI, la misma que permite al operador visualizar y manejar varios procesos productivos, ahorrando de esta forma mano de obra y costos por instalación de accesorios. Este tipo de pantallas son de fácil configuración y manejo se las designa

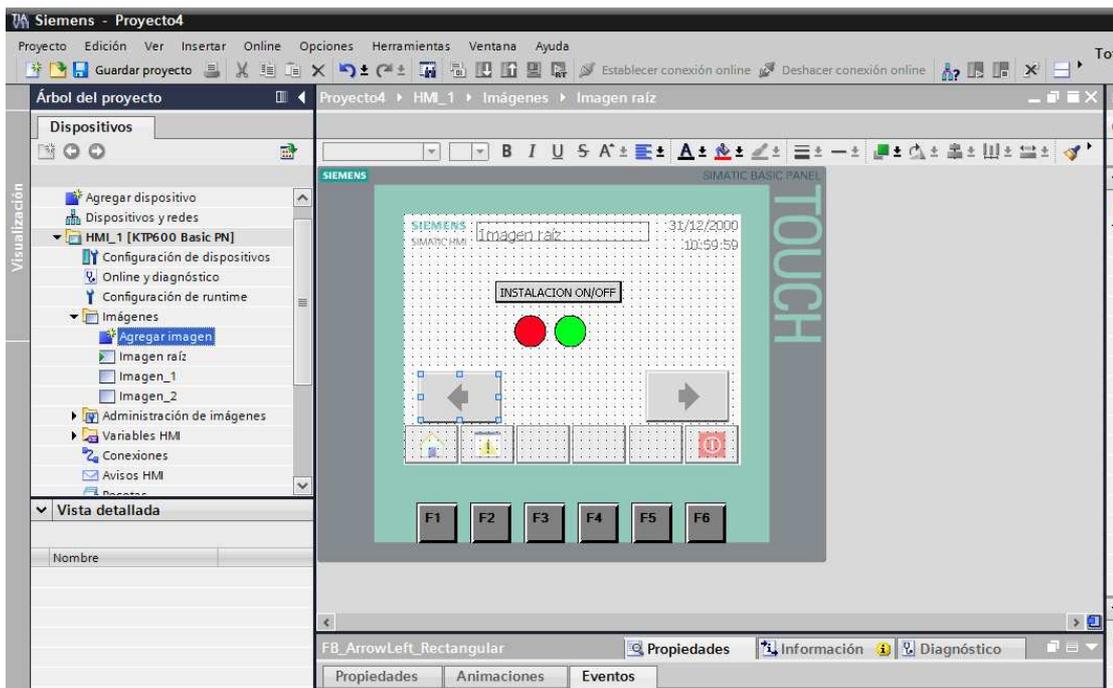
en el programa TIA y se las simula mediante el rutine de programa WinCC Flexible el mismo que viene incluido en el paquete mencionado anteriormente.

Figura 125. Enlace de varias pantallas en WinCC Flexible.



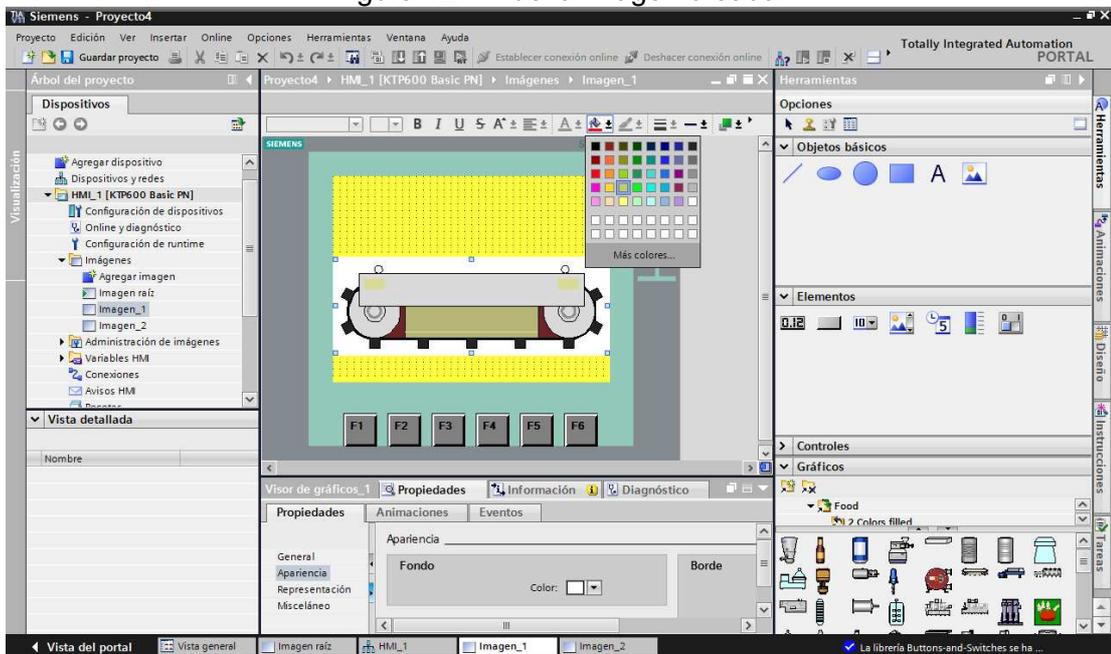
1. Agregamos una nueva imagen al proyecto.

Figura 126. Asistente para agregar una nueva imagen.



Se crea la imagen en la cual podemos realizar otro tipo de proyecto además podemos agregar imágenes que se encuentra en la carpeta de gráficos de WinCC o gráficos que tengamos en nuestros archivos del PC.

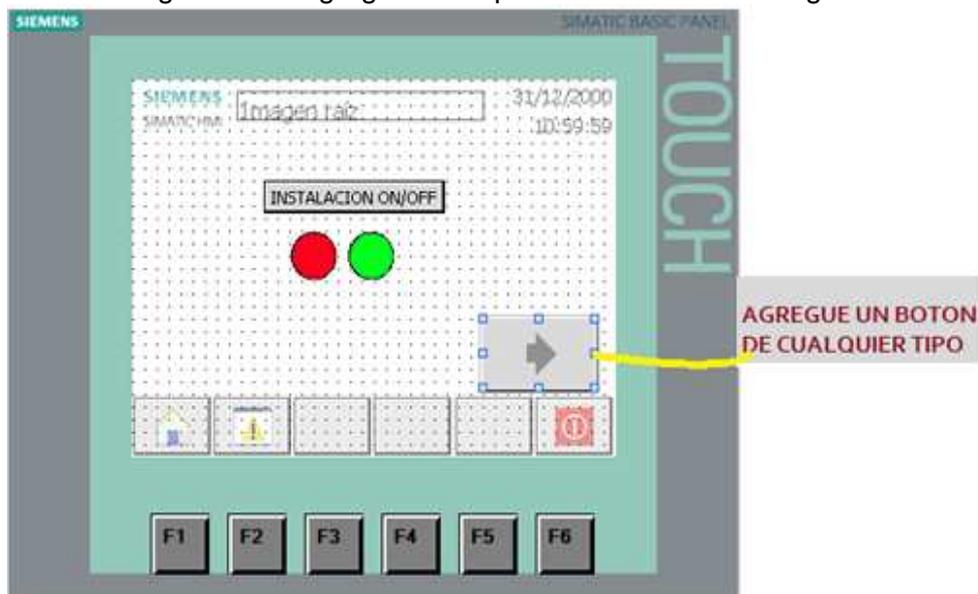
Figura 127. Nueva imagen creada.



Fuente: Autores

2.-Agregamos un botón de cualquier tipo.

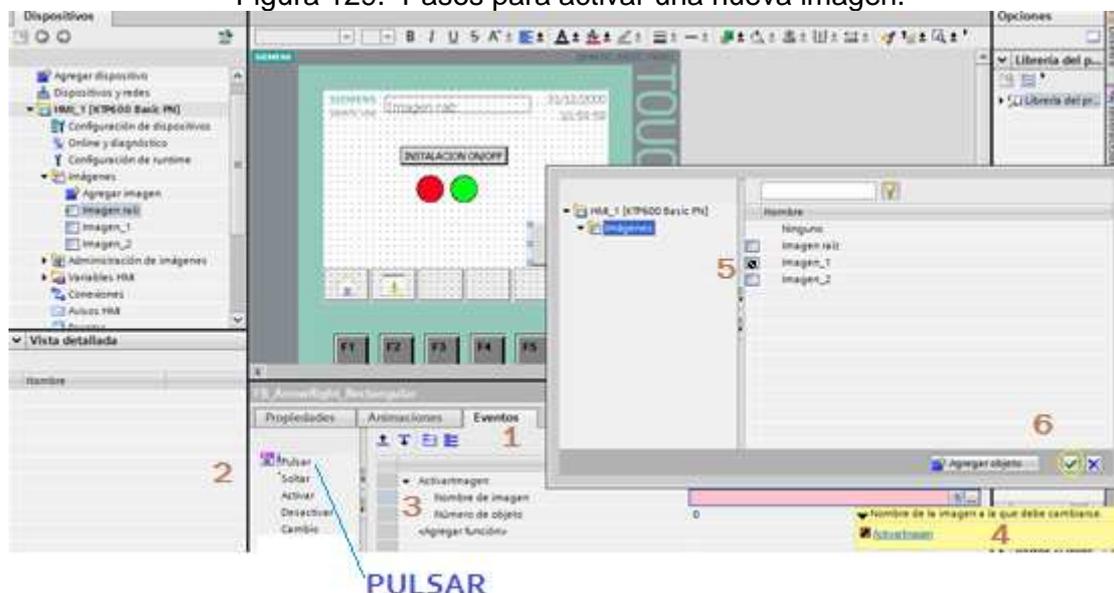
Figura 128. Agregar botón para cambiar a otra imagen.



Fuente: Autores

3. Hacemos clic sobre el botón y nos dirigimos hacia eventos pulsar, teclee Activar imagen. Enlace el botón con una variable del HM

Figura 129. Pasos para activar una nueva imagen.



Fuente: Autores

Como resultado tenemos enlazadas las dos pantallas, proceda con los mismos pasos para activar la tercera o las que sean necesarias.

**o) Cargar la imagen HMI en el panel de operador.** El proyecto del *GettingStarted* puede cargarse en un panel de operador y ejecutarse en runtime, para ello, debe existir una conexión entre el equipo de configuración y el panel de operador. Si no se utiliza ningún panel de operador, es posible simular el runtime en el TIA Portal.

*Runtime* en el panel de operador. Los paneles de operador se utilizan para realizar tareas de manejo y visualización en la automatización de procesos y de la producción, en caso de utilizar un panel de operador para llevar a cabo el proyecto del *GettingStarted*, hay que asegurarse de que existe una conexión entre el panel de operador y el controlador.

Puesto que en la imagen HMI del proyecto del *GettingStarted* se utilizan mayoritariamente variables PLC, las animaciones de los objetos sólo se ejecutan si se ha establecido una conexión entre el panel de operador y el controlador.

#### Requisito

- Existe una conexión con el panel de operador.
- El panel de operador está configurado correctamente.
- El panel de operador está en modo de transferencia.

Figura 130. Pasos para cargar el programa en el HMI.



Fuente: Manual de programación TIA 10.5

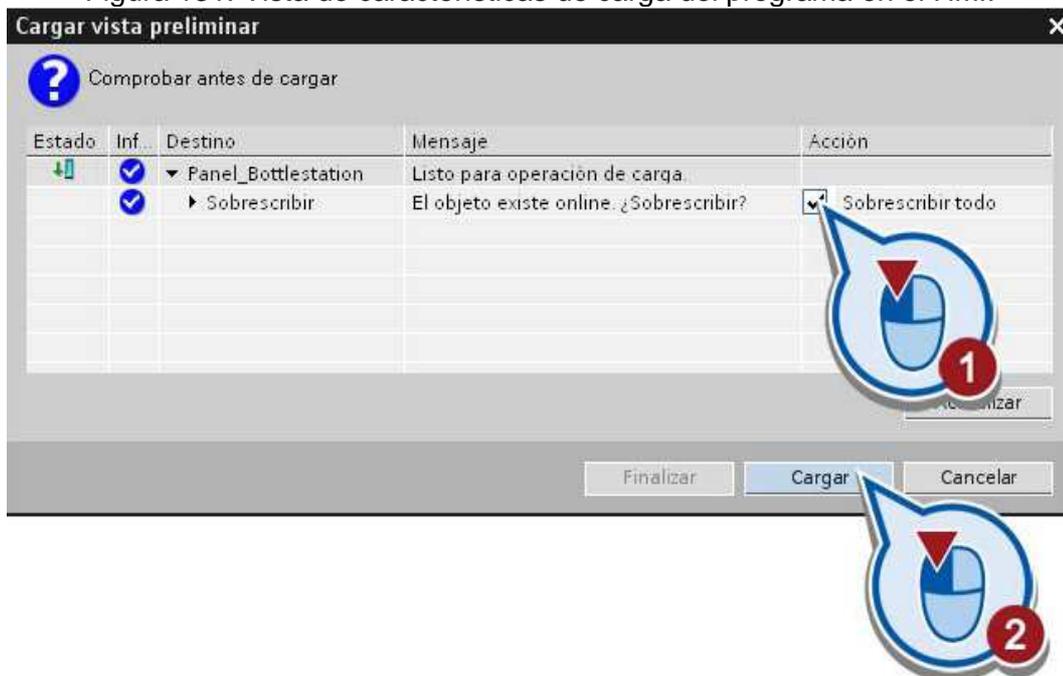
## Procedimiento

1. Iniciamos el proceso de carga del software en el panel de operador. El proyecto se compila automáticamente antes de cargarse. Se recomienda que se cargue el proyecto desde el icono, árbol del proyecto para que este pueda compilarse de forma correcta, si existe algún dato mal escrito o algún diagrama que se encuentre mal conectado al compilar el programa lo detecta automáticamente y se puede hacer la corrección .

Dado el caso, sobrescriba el software previamente cargado en el panel de operador. Asegúrese de que en el panel de operador no se hayan cargado previamente datos Importantes.

El software que ya esté cargado se sobrescribirá y reemplazando todos los datos o programas que se encuentren grabado en el PLC es por eso que se recomienda que si existe algún programa grabado se lo descargue para posteriormente guardarlo en un archivo digital.

Figura 131. Vista de características de carga del programa en el HMI.



Fuente: Manual de programación TIA 10.5

**Nota.** Si no ha podido cargar el programa en el panel operador, o si al cargar se demora mucho, usted tiene que tomar en cuenta que subir el programa a la pantalla desde la PC no se demora más allá de un minuto, si esto sucede proceda del siguiente modo:

Diríjase hacia pantalla (HMI) y haga clic en el botón Control panel al dar clic se desplegara una serie de opciones abra la opción transfer.

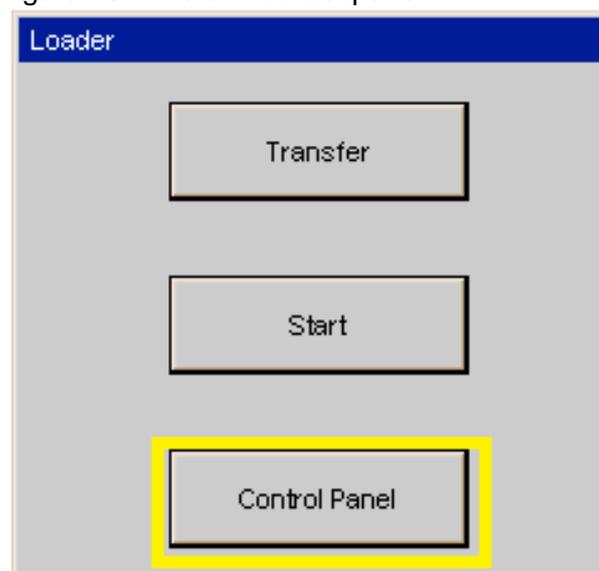
Al momento de pulsar transfer el asistente intenta conectar la pantalla HMI con la programadora, en este momento envíe a cargar el programa si no funciona de esta manera prosiga los pasos que vamos a detallar a continuación.

**p) Pasos para la Habilitación del canal de datos - *Basic Panels DP*.** En este apartado se detalla la forma como se puede habilitar la comunicación entre la HMI y le PLC.

1. Abra con el botón "Transfer" el cuadro de diálogo "Transfer Settings".
2. Active la casilla de verificación "Enable y RemoteChannel" en el campo "Channel Seguidamente abra con el botón "Advanced" el cuadro de diálogo "ProfinetSettings".

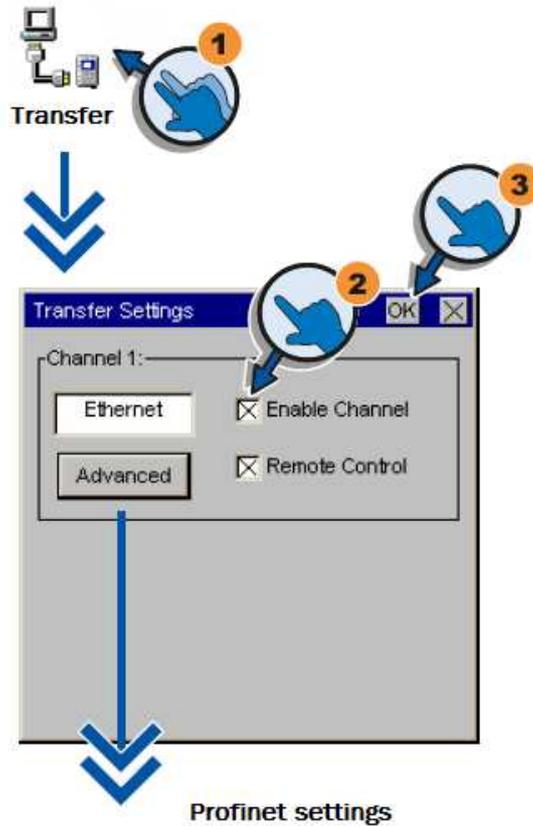
Verifique ahí los parámetros de red, encontrará una descripción del cuadro de diálogo "ProfinetSettings" bajo Modificar la configuración de red.

Figura 132. Vista inicio del panel HMI.



Fuente: Manual HMI Siemens

Figura 133. Vista del bloque transferir en panel HMI.



Fuente: Manual HMI Siemens

3. Cierre el cuadro de diálogo con "OK" para aplicar las entradas realizadas

**Nota.** Si al momento de cargar el programa en la HMI, le sale un aviso que dice que existe un problema de conflicto de red es porque la pantalla tiene una dirección IP que no es correcta, o que esta repetida con respecto a otras direcciones IP ya sea de la PC o del PLC, para esto se hace necesario modificar la dirección IP de la pantalla.

#### q) Modificar la configuración de red en la HMI.

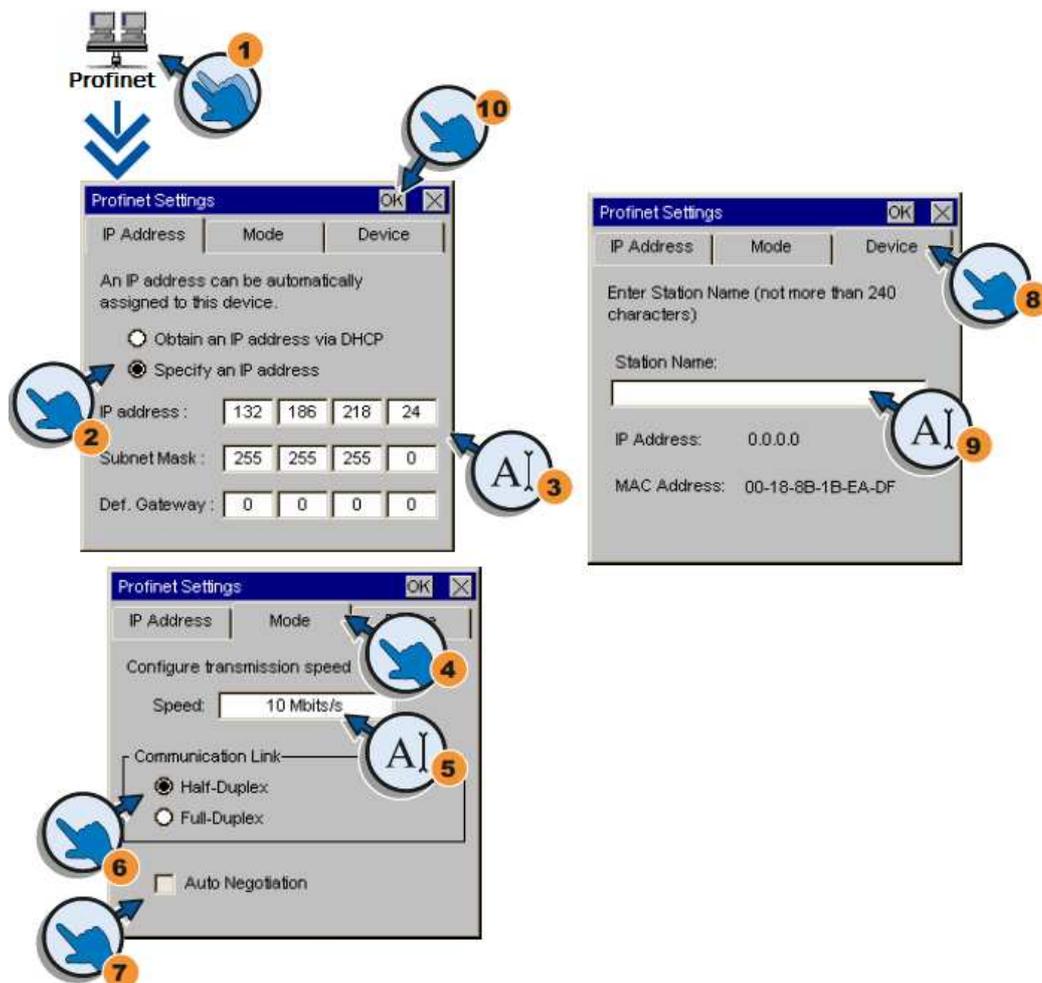
Se necesita cambiar una dirección IP siempre y cuando se dé:

- Fallos de comunicación en caso de un conflicto de direcciones IP
- Si varios equipos de una red poseen la misma dirección IP pueden producirse fallos de comunicación.
- Asigne a cada panel de operador una dirección IP única en la red.

## Pasos para asignar una dirección IP

1. Abra con el botón "Profinet" el cuadro de diálogo "ProfinetSettings".
2. Elija si la dirección se debe asignar automáticamente vía DHCP, o bien si desea introducirla manualmente.
3. Si desea asignar la dirección manualmente, introduzca las direcciones IP válidas con el teclado de pantalla en los campos de entrada "IP Address", "SubnetMask" y "Default Gateway" (si fuese aplicable).
4. Cambie a la ficha "Mode".
5. Introduzca en el campo de entrada "Speed" la velocidad de transferencia de la red PROFINET. Los valores admisibles son 10 Mbit/s y 100 Mbit/s
6. Elija el tipo de comunicación "Half- Duplex" o "Full-Duplex".

Figura 134. Vista del bloque Profinet del panel HMI.



Fuente: Manual HMI Siemens

7. Si la casilla de verificación "Auto Negotiation" está activada, se activarán las funciones siguientes:

- El tipo de conexión y la velocidad de transferencia en la red PROFINET se detectarán y activarán automáticamente.
- La función "Auto-Crossover" se activará, es decir, el panel de operador puede conectarse a un PC o a un controlador sin otro cable Crossover adicional.

8. Cambie a la ficha "Device".

9. Introduzca un nombre de red para panel de operador. El nombre debe cumplir las siguientes condiciones.

- Longitud máxima: 240 caracteres
- Caracteres especiales: sólo "-" y".

r) Cierre el cuadro de diálogo con "OK" para aplicar las entradas realizadas.

**s) Simular el Runtime.** Si no se utiliza ningún panel de operador, es posible simular todas las variables PLC utilizadas mediante el Runtime Simulator.

Inicie la simulación de runtime con el simulador de variables, si se inicia la simulación sin el simulador de variables, los botones y elementos de control no estarán activos. El Runtime Simulator permite simular los valores de proceso de las variables PLC enlazadas independientemente del programa. Para iniciar la simulación de la imagen HMI, proceda del siguiente modo:

1. Inicie la simulación de runtime desde la barra de menús. La ventana HMI tiene que estar activa. Si el menú está inactivo, haga clic primero en un área libre de la imagen HMI

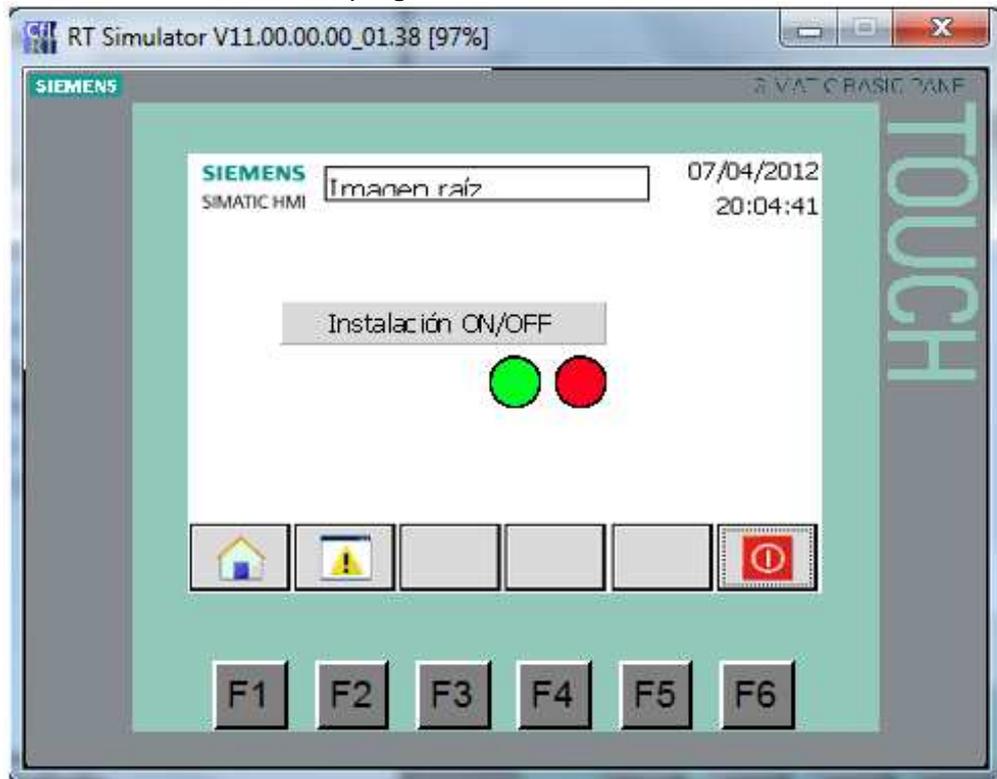
Figura 135. Vista simulación Runtime en el WinCC Flexible.



Fuente: Manual de programación TIA 10.5

La simulación de runtime se inicia. Una vez iniciada, en la ventana "RT Simulator" aparece la imagen HMI y el LED rojo parpadea (instalación desactivada).

Figura 136. Vista simulada del programa dentro del runtime del WinCC Flexible.



Fuente: Autores

#### 4.6 Elaboración de un banco de tareas de mantenimiento para el módulo.

Cuando hablamos de mantenimiento de PLC, en realidad se está hablando de dar un chequeo al sistema automatizado para tener al día nuestro sistema automática y evitamos posibles contratiempos que puedan afectar a nuestros procesos por falta de mantenimiento y/o conocimientos sobre nuestros sistemas.

A los autómatas lógicos programables (PLC), los chequeos normales y periódicos que generalmente se le práctica, son:

- Limpieza de hardware (se elimina polvillo).
- Se verifican, las fuentes de alimentación utilizando un voltímetro.

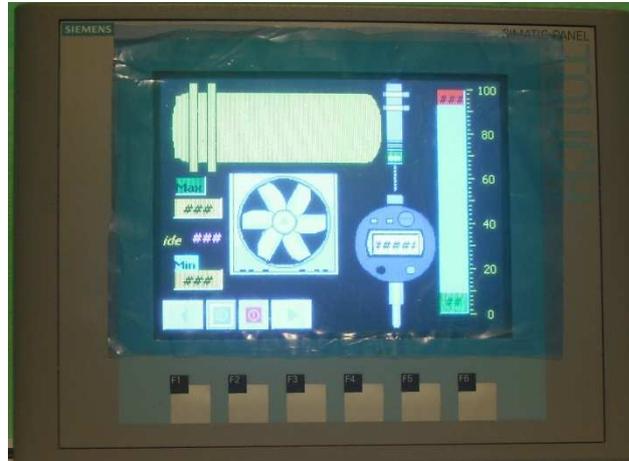
Tabla 11: Mantenimiento del PLC s7 1200

<b>Revisión y Limpieza del PLC 1200</b>	
	
<b>Frecuencia: cada 6 meses</b>	
<b>Procedimiento</b>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Quitar alimentación de todo el módulo.</li> <li>• Realizar un reajuste de los tornillos de las borneras de las entradas y salidas del PLC.</li> <li>• Inspección visual del estado de borneras y contactos.</li> <li>• Revisión de continuidad en conexiones de entradas y salidas del PLC.</li> <li>• Limpieza de contactos con spray limpiador.</li> <li>• Verificación de voltajes de entrada y salida del PLC.</li> </ul>	
<b>Herramientas</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Alicates</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Destornillador plano.</li> <li>• Destornillador de estrella</li> </ul>	
<b>Materiales</b>	<b>Nota:</b> No exceder el ajuste de tuercas y tornillos
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Guaípe</li> <li>• Brocha</li> </ul>	
<b>Repuestos:</b>	<b>Observaciones:</b>
<b>Equipos:</b>	

Fuente: Autores

Tabla 12: Mantenimiento de la HMI KTP 600 PN

**Revisión del panel operador del módulo de automatización**



**Frecuencia: cada 6 meses**

**Procedimiento**

- Quitar alimentación al módulo.
- Realizar un reajuste de los tornillos de las borneras de las entradas al Panel Operador.
- Inspección visual del estado de borneras y mordazas de plástico.
- Revisión de continuidad en conexiones de salidas del Panel Operador.
- Limpieza del display desde el borde de la pantalla hacia dentro con producto de limpieza.

**Herramientas**

- Destornillador plano.
- Destornillador de estrella

- Alicates

**Materiales**

- Guaípe
- Brocha
- Limpiado de pantalla.

**Nota:** No exceder el ajuste de tuercas y tornillos

**Repuestos:**

**Observaciones:**

**Equipos:**

Fuente: Autores

Tabla 13: Mantenimiento de los terminales del PLC

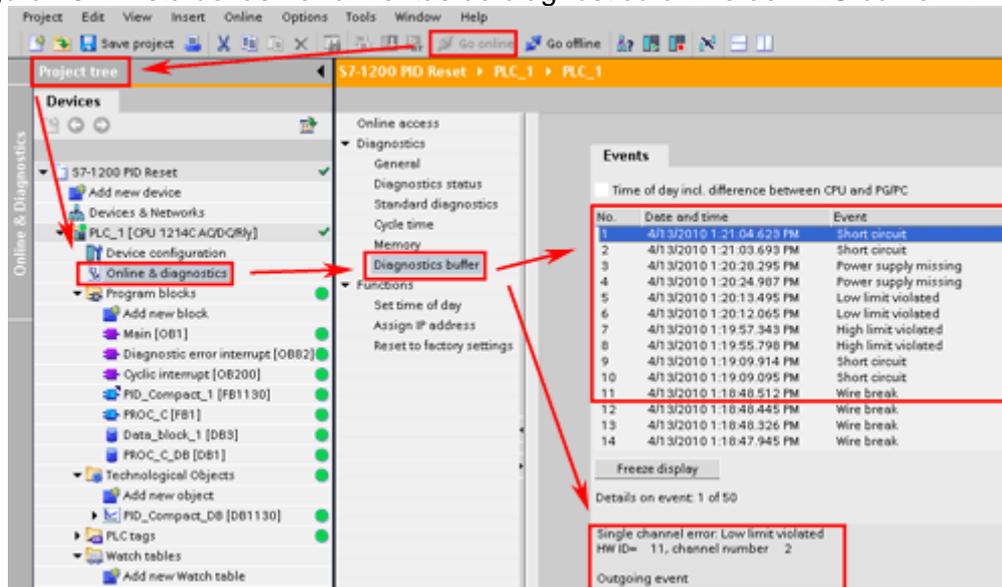
<b>Revisión y ajuste de los jaks que constituyen las entradas y salidas del módulo</b>	
	
<b>Frecuencia: cada 2 años</b>	
<b>Procedimiento</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Quitar alimentación al módulo.</li> <li>• Realizar un reajuste de los tornillos de los conectores de las entradas y salidas, pulsadores, selectores, lámparas piloto del Módulo Didáctico de Automatización.</li> <li>• Inspección visual del estado de los dispositivos del Módulo.</li> <li>• Revisión de continuidad en conexiones de los dispositivos del Módulo.</li> <li>• Limpieza de los dispositivos con spray limpiador.</li> </ul>	
<b>Herramientas</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Destornillador plano.</li> <li>• Destornillador de estrella.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Alicates</li> </ul>
<b>Materiales</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Guaipe</li> <li>• Brocha</li> <li>• Limpieza de pantalla.</li> </ul>	<b>Nota:</b> No exceder el ajuste de tuercas y tornillos
<b>Repuestos:</b>	<b>Observaciones:</b>
<b>Equipos:</b>	

Fuente: Autores

**Diagnósticos.** En cuanto a la herramienta de diagnóstico, el software de cada PLC sirve para diagnosticar, por ejemplo para el step7 1200, puede entrar en sistema de destino/información de MÓDULO/buffer de diagnóstico.

Si el sistema tenía una falla, efectivamente la mejor forma de localizarla es con el software adecuado para cada PLC, y seguir el funcionamiento online. Pero si no tiene fallas, puede ver el diagnóstico de la CPU, con los eventos ocurridos.

Figura 137. Vista de las herramientas de diagnóstico online del PLC con el TIA V11.



Fuente: Autores

**Errores y fallas.** Debemos tener en cuenta, que si un PLC venía funcionando correctamente y deja de funcionar correctamente; es totalmente innecesario (desde el punto de vista lógico) bajar la programación que este tiene alojada en el CPU, para ver si está mal estructurada (algún error de programación).

La primera acción, es la de recurrir al monitor de eventos desde el software del PLC (siempre y cuando tenga esta opción) y ver la última acción disponible. De ahí en más, con la implementación del plano eléctrico de sensores y actuadores (circuito en general.), trabajaremos para ver el problema. Cuando el fallo nos da la opción de poder monitorear en alguna pantalla el código de error, acudiremos al manual o service oficial de la marca que tenemos. Recordar que la mayoría de los errores en un sistema automatizado, son por lo general, problemas de sensores y actuadores, y un mínimo de los errores, del propio PLC (yo diría que casi nunca).

**Comunicación.** Generalmente, uno de los fallos más comunes que nos encontramos a la hora de programar un PLC, son las comunicaciones. Este error muy común puede estar dado por tres razones:

- Cable de datos incorrecto, o dañado
- Falta de alimentación o desperfectos en los conversores (rs232 – rs485 – USB/rs232 – etc.)
- Falta en nuestro computador (que utilizaremos como programador) el protocolo de comunicación correcto

#### 4.6.1 *Reglas de seguridad.* Es necesario tener en cuenta que:

- Antes de proceder a realizar las diferentes conexiones, el estudiante primero debe observar e interpretar el plano de conexiones que se encuentra en la parte superior frontal del módulo la misma que detalla todas las conexiones eléctricas que está constituido el mismo.
- Se debe tomar en cuenta la responsabilidad que requiere manejar este tipo de equipos, ya que los mismos requieren mucho cuidado al momento de realizar las prácticas de laboratorio con, debido a su delicadez, y complejidad de los mismos.
- Verificar el estado de las conexiones de las diferentes entradas (sensores, pulsadores, selectores, etc.) ya que de encontrarse en mal estado podrían ocasionar fallas en el módulo didáctico de automatización.
- Revisar la conexión que se encuentra entre los cables de comunicación de los siguientes equipos:
- Comunicación de PLC, la HMI y la PC con el Switche Ethernet.
- No se debe reemplazar o desconectar equipos mientras el PLC se encuentra encendido debido a que existen riesgos de electrocución y daños de los equipos.

## CAPITULO V

### 5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

#### 5.1 Conclusiones.

Se construyó un módulo de automatización con pantalla táctil aplicado al control de temperatura para el laboratorio de Control Industrial el mismo que tendrá la finalidad de servir como plataforma tecnológica para el desarrollo de prácticas de parte de los estudiantes.

Se analizó el estado actual de los laboratorios tomando en cuenta las necesidades que estos afrontan, se decidió hacer la construcción de un módulo didáctico, de fácil comprensión y que los estudiantes puedan realizar sus prácticas de laboratorio con total seguridad tanto de ellos como de los equipos.

Se conocieron los diferentes equipos a utilizar, así como también los accesorios necesarios para mismos, de esta manera se pudo dimensionar y diseñar el módulo que soportara a estos.

Se seleccionó una pantalla táctil adecuada de fácil comprensión y que sea suficiente para la observación de los procesos que se programen en el PLC y que se tramitan hacia la misma.

Se determinó una correcta distribución de los equipos aparatos y las diversas conexiones, tanto de los circuitos de mando como los de potencia con sus respectivas entrada y salidas.

Se realizó el diseño e instalación de los diversos circuitos que constituyen el módulo tomando en cuenta las normas de instalación tanto del circuito de mando como en el de potencia.

Se realizó pruebas de funcionamiento de los circuitos de mando como de potencia obteniendo resultados satisfactorios de los mismos.

Se elaboró una manual de práctica de laboratorio con ejemplos básicos que se necesita para iniciar la configuración y programación tanto del PLC así como de la pantalla HMI.

Se elaboró un banco de tareas de mantenimiento para los equipos y dispositivos utilizados en el módulo, de manera que mediante este, el estudiante pueda conservar y alargar la vida útil de los mismos.

## **5.2 Recomendaciones.**

Disponer de un conocimiento previo de los equipos vamos a utilizar y sus características técnicas

Tener en cuenta se va a realizar la programación en el laboratorio de control, o cerca del módulo se debe primero conectar el cable Ethernet antes de abrir el software de programación ya que si se lo hace antes el programa no reconocerá a los equipos que se encuentren conectados.

Tener cuidado al manejar el panel operador, hay que hacerlo con los dedos y no utilizando ningún objeto que pueda rayar o golpear el mismo.

Tener muy en cuenta que, la una entrada que es IW67 puede recibir rangos de voltajes de CC de 0-10V y en la entrada analógica IW64 esta permite únicamente entradas de termopares , ya que posee un amplificador de señal.

Encender el ventilador ubicado en la parte superior derecha del módulo si el mismo se lo expone a temperaturas superiores a los 50 °C o cerca de la luz solar.

Hacer uso del Disco de programación y manuales de los equipos.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] ROMERAL JOSE LUIS: Autómatas Programables. Editora Alfa Omega. Pág. 168.
- [2] GARCÍA MORENO EMILIO. Automatización de procesos industriales. Editorial Alfa Omega. Pág. 89.
- [3] GERRERO VICENTE. Comunicaciones industriales 2da edición México 2010. Pág. 115.
- [4] REYES CARLOS A . Micro controladores PIC Programación Basic 2da.ed Quito Ecuador 2006. Pág. 103.
- [5] FLORES, M. Redes de Computadoras. 1ra.ed. Perú: Macro, 2007. Pág. 42.
- [6]TECSUP.Planificación y Programación del Mantenimiento. 1ra.ed. Perú: 2008. Pág. 183.

## **BIBLIOGRAFÍA**

**CARRANZA, J.** Implementación y Configuración de Redes. 1ra.ed. Perú.

**FLORES, M.** Redes de Computadoras. 1ra.ed. Perú: Macro, 2007.

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

**MOROCHO, M.** Administración de Mantenimiento. Riobamba: 2004. (doc.).  
Megabyte, 2006.

**REYES, A.** Micro controladores PIC Programación Basic 2da.ed Quito Ecuador 2006.

**TECSUP.** Planificación y Programación del Mantenimiento. 1ra.ed. Perú: 2008.

**GERRRERO, V.** Comunicaciones industriales 2da.ed México 2010.

## LINKOGRAFÍA

### **AUTÓMATAS S7-1200**

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

02/01/2012

[http://www.automation.siemens.com/simatic/portal/html\\_00/techdoku.htm](http://www.automation.siemens.com/simatic/portal/html_00/techdoku.htm)

18/11/2011

<http://www.sitrain.com>

20/11/2011

### **PANTALLAS TÁCTILES**

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

02/03/2012

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

03/10/2012

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

13/01/2012

### **TIA PORTAL V10.5 Y V11**

<http://www.siemens.com/automation/partner>

20/11/2011

<http://www.automation.siemens.com/.../wincc-flexible>

14/11/2011

