



**ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE
CHIMBORAZO**

FACULTAD DE INFORMÁTICA Y ELECTRÓNICA

**ESCUELA DE INGENIERÍA ELECTRÓNICA EN
CONTROL Y REDES INDUSTRIALES**

**“DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UNA HMI PARA EL CONTROL Y
SUPERVISIÓN DEL MÓDULO ELECTRONEUMÁTICO DIDÁCTICO DE LA
ESCUELA DE INGENIERÍA ELECTRÓNICA EN CONTROL Y REDES
INDUSTRIALES”**

TESIS DE GRADO

Previo a la obtención del título de:

**INGENIERO EN ELECTRÓNICA, CONTROL Y REDES
INDUSTRIALES**

Presentado por:

CARLOS EDUARDO MORALES RUIZ

JAVIER JOSE GAVILANES CARRION

**Riobamba – Ecuador
2013**

AGRADECIMIENTO

A nuestros maestros y amigos el Ing. Diego Barba y el Ing. Paúl Romero quienes con humildad, sinceridad y responsabilidad, supieron guiarnos e impartir sus valiosos conocimientos y experiencias a lo largo de nuestra vida politécnica y en el desarrollo de esta tesis.

A todas aquellas personas que de una u otra manera nos apoyaron para conseguir la culminación de este objetivo.

DEDICATORIA

A mis padres José Gavilanes y Alexis Carrión que me apoyaron incondicionalmente y de sobremanera en lo largo de mi vida politécnica, gracias por sus consejos y por el inmenso amor que siempre recibo de ustedes.

A mis hermanos Yomara, Cristian y Adrián por ser los motores de mi fortaleza para enfrentar todos los retos que se me hayan presentado y que vendrán, por extrañarme en la distancia y ser mis camaradas en los momentos difíciles.

A toda mi familia por estar siempre pendientes de mí, por sus palabras de aliento, por comprender mi ausencia en las reuniones, eran necesarias, y aun después de eso siempre recibirme con un abrazo de bienvenida. Gracias.

A mi tía Irene Gavilanes que desde el cielo, fue mi ángel guardián y en los momentos de soledad su recuerdo me dio las fuerzas necesarias para salir adelante.

A todos mis amigos gracias por compartir los buenos momentos de estudio y diversión.

Javier

Agradezco a Dios y a mis padres por su inmenso amor y por haber sembrado en mí la semilla con la que crecen los hombres de bien, brindándome siempre su mano amiga y buenos consejos a parte del sustento económico para lograr alcanzar mis objetivos en el ámbito estudiantil.

Su apoyo incondicional ha sido un el pilar fundamental para alcanzar esta instancia de mi vida, ya que esto que he logrado es para ellos.

A mis padres, hermanos, tíos, primos y especialmente abuelitos que de igual manera han estado presentes cuando he necesitado apoyo para afrontar decisiones difíciles.

Este logro alcanzado es el que forjará un exitoso camino que con esfuerzo, dedicación traerá días mejores para el beneficio de cada persona que ha aportado un granito de arena para que este objetivo llegue a cumplirse.

Carlos

FIRMAS DE RESPONSABLES Y NOTA

NOMBRE	FIRMA	FECHA
Ing. Iván Menes DECANO DE LA FACULTAD DE INFORMÁTICA Y ELECTRÓNICA
Ing. Paúl Romero DIRECTOR DE LA ESCUELA DE INGENIERÍA ELECTRÓNICA EN CONTROL Y REDES INDUSTRIALES
Ing. Paúl Romero DIRECTOR DE TESIS.
Ing. Diego Barba M. MIEMBRO DEL TRIBUNAL
Tec. Carlos Rodríguez Carpio DIRECTOR DPTO DOCUMENTACIÓN
NOTA DE LA TESIS	

TEXTO DE RESPONSABILIDAD

“Nosotros **CARLOS EDUARDO MORALES RUIZ Y JAVIER JOSE GAVILANES CARRION**, somos responsables de las ideas, doctrinas y resultados expuestos en esta tesis; y, el patrimonio intelectual de la Tesis de Grado pertenece a la **ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO**”.

.....
CARLOS EDUARDO MORALES RUIZ JAVIER JOSE GAVILANES CARRION

INDICE DE ABREVIATURAS

SCADA	Supervisory Control and Data Acquisition Supervisión, Control y Adquisición de Datos.	
HMI	Human Machine Interface	Interfaz hombre-Máquina
PLC	Programmable Logic Controller	Controlador Lógico Programable
LAN	Local Area Network	Red de Área Local
CPU	Central Process Unit	Unidad Central de Proceso
GPIB	General-Purpose Instrumentation Bus	
bps	Bits por segundo	
MTU	Master Terminal Unit	Unidad de terminal Maestra.
RTU	Remote Terminal Unit	Unidad de Terminal Remota.
DTE	Data Terminal Equipments	Equipos Terminales de Datos
DCE	Data Communication Equipment Equipo de comunicación de datos	
UPS	Uninterruptible Power Supply	Fuente de poder no interrumpible
NA	Normalmente Abierto	
NC	Normalmente Cerrado	
PC	Programmable Controllers	Controladores programables.
MAP	Manufacturing Automation Protocol	
Nema	National Electrical Manufacturers Association	
TIA	Totally Integrated Automation	
KOP	Lenguaje de programación (Esquema de contactos)	
IP	Internet Protocol	Protocolo de Internet

LCD Liquid Crystal Display
Cristal Líquido

Patalla de

INDICE GENERAL

AGRADECIMIENTO .....	.....
DEDICATORIA .....	.....
FIRMAS DE RESPONSABLES Y NOTA.....	.....
TEXTO DE RESPONSABILIDAD .....	.....
INDICE DE ABREVIATURAS.....	.....
INDICE DE FIGURAS.....	.....
INDICE DE TABLAS.....	.....
INTRODUCCIÓN .....	.....
CAPÍTULO I.....	.....
GENERALIDADES.....	- 17 -
1.1 Antecedentes.....	- 17 -
1.2 Justificación	- 18 -
1.3 Objetivos.....	- 19 -
1.3.1 Objetivo General.....	- 19 -
1.3.2 Objetivos Específicos	- 19 -
1.4 Hipótesis	- 20 -
CAPÍTULO II.....	.....
TÉCNICAS Y TECNOLOGÍA DE CONTROL.....	21
2.1 Sistemas neumáticos	21
2.1.1 Introducción a la neumática.....	21
2.1.2 Producción y tratamiento de aire comprimido.....	21
2.1.3 Componentes de un sistema neumático.....	22
2.2 Actuadores Neumáticos.....	23
2.2.1 Definición:.....	23
2.2.2 Cilindros de simple efecto.....	24
2.2.3 Cilindros de doble efecto	24
2.2.4 Consumo de aire en cilindros.....	24
2.2.5 Montajes	25
2.2.6 Recomendaciones para el montaje de cilindros neumáticos.....	25

2.3	Sistemas SCADA.....	27
2.3.1	Funciones principales del sistema	28
2.3.2	Transmisión de la información	29
2.3.3	Comunicaciones.....	30
2.3.4	Elementos del sistema	31
2.4	Controlador Lógico Programable	36
2.4.1	Definición y principios de operación	36
2.5	Lenguaje LADDER.....	39
2.5.1	Los contactos	40
2.5.2	Relés Internos o Marcas	40
2.5.3	Los temporizadores.....	42
2.5.4	Los contadores.....	42
2.5.5	Las operaciones aritméticas	43
2.5.6	INSTRUCCIONES SET Y RESET	44
2.5.7	Lenguaje Ladder - Procesamiento y Limitaciones	45
2.6	HMI.....	47
2.6.1	Pantallas programables	47
CAPÍTULO III.....		
3.1	CONTROLADOR LOGICO PROGRAMABLE	49
3.1.1	Definición del PLC	52
3.1.2	Especificaciones del PLC.....	53
3.1.3	PARTES BASICAS DE LA CPU 1212C.....	55
3.1.4	Programación del PLC (TIA PORTAL)	56
3.2	Pantallas programables.....	84
3.2.1	Paneles SIMATIC HMI.....	85
3.2.2	Especificaciones de SIMATIC HMI Panels	86
3.2.3	Basic Panels KTP400 Basic	90
3.2.4	Crear una imagen HMI	92
CAPÍTULO IV		
4.1	Diagrama de bloques Sistema SCADA.....	106
4.1.1	Módulo Electroneumático Didáctico	107
4.1.2	Panel eléctrico.....	108
4.1.3	Interfaz S7DB25	109
4.1.4	Conexión de la interfaz.....	112
4.1.5	PLC S7-1200 Y HMI KTP400.....	114
4.2	Asignación de variables.....	115
4.2.1	Tabla de variables de entradas y salidas	115
4.2.2	Tabla de memorias del programa.....	116
4.2.3	Tabla de bloques del sistema.....	118

4.3 Programación de las prácticas	planteadas en el módulo electro-
neumático	119
4.3.1 Pantalla de introducción.....	119
4.3.2 Pantalla de Menú principal.....	120
4.3.3 Pantalla de submenú PRÁCTICAS.....	120
4.3.4 Pantalla submenú INFORMACIÓN.....	121
4.3.5 Pantalla submenú ACERCA DE... ..	121
PRÁCTICA 1.....	122
PRÁCTICA 2.....	123
PRÁCTICA 3.....	125
PRÁCTICA 4.....	127
PRÁCTICA 5.....	130
PRÁCTICA 6.....	134
PRÁCTICA 7.....	136
PRÁCTICA 8:.....	138
PRÁCTICA 9.....	142
PRÁCTICA 10.....	145
PRÁCTICA 11.....	148
PRÁCTICA 12.....	152
PRÁCTICA 13.....	156
PRÁCTICA 14.....	159
PRÁCTICA 15.....	163
CAPÍTULO V	
5.1 Resultados	168
CONCLUSIONES	172
RECOMENDACIONES	174
RESUMEN	175
SUMMARY	176
BIBLIOGRAFÍA	177
ANEXOS	179

INDICE DE FIGURAS

Figura II.01: Componentes de un sistema neumático	22
Figura II.02: Cilindro de doble efecto.....	23
Figura II.03: Esquema de conexión de equipos e interfaces de comunicación.....	31
Figura II.04: Esquema de los elementos de un sistema Scada.....	32
Figura II.05: Esquema del conexionado para el MTU y el RTU.....	33
Figura II.06: Esquema de conexiones de los elementos de un sistema Scada.....	34
Figura II.07: Esquema de conexiones de la RTU	35
Figura II.08: PLC siemens.....	37
Figura II.09: Símbolos básicos del lenguaje Ladder	39
Figura II.10: Bobina o salida	40
Figura II.11: Relés Internos o Marcas.....	41
Figura II.12: Representación gráfica de los temporizadores	42
Figura II.13: Representación gráfica de un contador	43
Figura II.14: Representación grafica de suma de registros	44
Figura II.15: Representación gráfica de Instrucciones set y reset.....	44
Figura III.16: Partes básicas de la CPU 1212C	56
Figura III.17: Sistema SCADA SIEMENS	57
Figura III.18: Sistema de ingeniería unificado	58
Figura III.19: Sistema centralizado de referencia de variables.....	59
Figura III.20: TOTALLY INTEGRATED AUTOMATION PORTAL	61
Figura III.21: Vista general de la ventana de programación	61
Figura III.22: Entrar al TIA PORTAL	63
Figura III.23: CREACIÓN DE UN PROYECTO	63
Figura III.24: AGREGAR DISPOSITIVOS	64
Figura III.25: SELECCIÓN DEL DISPOSITIVO A AGREGAR	64
Figura III.26: VISTA DE LA DESCRIPCION DEL DISPOSITIVO SELECCIONADO	65
Figura III.27: VISTA DE DISPOSITIVOS.....	66
Figura III.28: VISTA DE DISPOSITIVOS Y REDES.....	67
Figura III.29: SELECCIÓN DE INTERFAZ PROFINET.....	69
Figura III.30: PROPIEDADES DE LA INTERFAZ PROFINET	69
Figura III.31: ESTRUCTURA DEL EDITOR DE PROGRAMAS	70
Figura III.32: SEGMENTO KOP	73
Figura III.33: REPRESENTACION SIMBOLICA DE VARIABLES.....	74
Figura III.34: INSERTAR CONTACTO NO AL SEGMENTO.....	74
Figura III.35: TASK CARD INSTRCCIONES.....	74
Figura III.36: INSERTAR BOBINA RELE SALIDA.....	75
Figura III.37: INSERTAR UNA RAMA	75

Figura III.38: INSERTAR BOBINA	RELE NEGADA	
Figura III.39: RENOMBRAR EL CONTACTO NO		77
Figura III.40: DEFINIR VARIABLE		77
Figura III.41: DEFINIR VARIABLE		78
Figura III.42: RENOMBRAR LA BOBINA RELE SALIDA		78
Figura III.43: DEFINIR VARIABLE		78
Figura III.44: DEFINIR VARIABLE DE LA BOBINA RELE SALIDA		79
Figura III.45: SEGMENTO PROGRAMADO.....		79
Figura III.46: INCIANDO EL PROCESO DE CARGA.....		81
Figura III.47: SELECCIÓN DE LA INTERFAZ DE RED DE LA PC.....		81
Figura III.48: ASIGNACION DE DIRECCION IP.....		82
Figura III.49: CONMUTAR EL PLC A STOP		82
Figura III.50: FINALIZACION DE LA CARGA		82
Figura III.51: ARRANCAR EL MODULO.....		83
Figura III.52: ESTABLECER CONEXIÓN ONLINE		83
Figura III.53: MUESTRA DEL ESTADO DE PROYECTO.....		84
Figura III.54: BOTONERA.....		87
Figura III.55: GAMA DE PANEL DE OPERADOR TOUCH.....		88
Figura III.56: GAMA DE PANTALLAS DE OPERADOR.....		89
Figura III.57: MOBILE PANELS.....		89
Figura III.58: PANEL DE OPERADOR TACTIL KTP400		91
Figura III.59: PARTES BÁSICAS DE UN SISTEMA SCADA.....		92
Figura III.60: AGREGAR DISPOSITIVO.....		93
Figura III.61: SELECCIÓN DE EL PANEL DE OPERADOR.....		94
Figura III.62: CONFIGURAR LA CONEXIÓN CON EL PLC		95
Figura III.63: SELECCIONAR LAS PROPIEDADES DEL TAPIZ DE LA TOUCH.....		95
Figura III.64: DESACTIVAR LOS AVISOS		95
Figura III.65: RENOMBRAR LA IMAGEN HMI.....		96
Figura III.66: DESACTIVACIÓN DE IMÁGENES DEL SISTEMA		96
Figura III.67: INSERTAR EL BOTON SALIR		97
Figura III.68: CREAR ENLACE.....		98
Figura III.69: SELECCIÓN DE LA CARPETA WINCC GRAPHICS.....		98
Figura III.70: DESACTIVAR ICONOS GRANDES		99
Figura III.71: INSERTAR OBJETO EN EL PANEL DE OPERADOR		99
Figura III.72: COLOCACION DE UN OBJETO EN LA HMI		100
Figura III.73: ESCALAMIENTO DE LA IMAGEN.....		101
Figura III.74: INSERTAR ANIMACION DE MOVIMIENTO HORIZONTAL		101
Figura III.75: MOVIMIENTO DEL OBJETO		102
Figura III.76: CREACIÓN DE UNA VARIABLE LOCAL DE LA HMI		102
Figura III.77: SELECCIÓN DE NOMBRE DE VARIABLE Y TIPO DE DATO		103
Figura III.78: AGREGAR FUNCION SIMULAR VARIABLE.....		103
Figura III.79: SIMULAR VARIABLE		104

Figura III.80: PROCESO DE CARGA	105
Figura III.81: SOBRESERIBIR SOFTWARE PREVIAMENTE CARGADO.....	105
Figura IV.82: Diagrama de bloques del Sistema SCADA.	106
Figura IV.83: Modulo electroneumático didáctico	107
Figura IV.84: Disposición de elementos del panel eléctrico	108
Figura IV.85: Panel electroneumático.....	109
Figura IV.86: Interfaz S7DB25	109
Figura IV.87: Vista frontal de la interfaz S7DB25	110
Figura IV.88: Diseño del circuito de la interfaz S7DB25	110
Figura IV.89: Vista en perspectiva 3D del diseño de la interfaz S7DB25	111
Figura IV.90: Conexionado de la interfaz S7DB25.....	112
Figura IV.91: ETIQUETADO DE LA INTERFAZ S7DB25 CON LAS ENTRADAS Y SALIDAS DEL PLC S7-1200.....	113
Figura IV.92: COLOCACIÓN DE LA KTP400 Y PLC S7-1200.....	114
Figura IV.93: INTERFAZ DE CONEXIÓN DEL PLC S7-1200 Y LA KTP-400.....	114
Figura IV.94: PLC S7-1200 ANEXADO UNA SIGNAL BOARD	116
Figura IV.95: Bloques de datos del programa.	119
Figura IV.96: PANTALLA DE INTRODUCCIÓN	119
Figura IV.97: PANTALLA DE MENÚ PRINCIPAL	120
Figura IV.98: Submenú prácticas	120
Figura IV.99: SUBMENÚ INFORMACIÓN.....	121
Figura IV.100: SUBMENÚ ACERCA DE... ..	121
Figura IV.101: Diagrama ladder práctica 1	122
Figura IV.102: HMI práctica 1	123
Figura IV.103:diagrama ladder práctica 2.....	124
Figura IV.104: HMI PRÁCTICA 2	125
Figura IV.105: DIAGRAMA LADDER PRÁCTICA 3	126
Figura IV.106: HMI PRÁCTICA 3	127
Figura IV.107: DIAGRAMA DE CONEXIONADO DE LA VÁLVULA AND	128
Figura IV.108: DIAGRAMA LADDER PRÁCTICA 4	129
Figura IV.109: HMI PRÁCTICA 4	129
Figura IV.110: DIAGRAMA DE CONEXIÓN DE VÁLVULAS REGULADORAS	131
Figura IV.111: diagrama ladder práctica 5.....	132
Figura IV.112: Bloque acumulador de tiempo	133
Figura IV.113: HMI PRÁCTICA 5	133
Figura IV.114: diagrama ladder práctica 6.....	134
Figura IV.115: hmi práctica 6.....	135
Figura IV.116: diagrama ladder práctica 7.....	136
Figura IV.117: HMI PRÁCTICA 7	137
Figura IV.118: DIAGRAMA LADDER PRACTICA 8	141
Figura IV.119: HMI PRÁCTICA 8	142
Figura IV.120: DIAGRAMA LADDER PRÁCTICA 9	144

Figura IV.121: HMI PRÁCTICA 9	145
Figura IV.122: DIAGRAMA LADDER PRÁCTICA 10	147
Figura IV.123: HMI PRÁCTICA 10	148
Figura IV.124: DIAGRAMA LADDER PRÁCTICA 11	150
Figura IV.125: HMI PRÁCTICA 11	151
Figura IV.126: diagrama ladder práctica 12.....	154
Figura IV.127: HMI práctica 12.....	155
Figura IV.128: DIAGRAMA LADDER PRÁCTICA 13	157
Figura IV.129: HMI PRÁCTICA 13	158
Figura IV.130: DIAGRAMA LADDER PRÁCTICA 14	162
Figura IV.131: HMI PRÁCTICA 14	163
Figura IV.132: Diagrama ladder práctica 15.....	165
Figura IV.133: Hmi práctica 15.....	167
Figura V.134: Comparación de los tiempos de desarrollo de las prácticas.....	170
Figura V.135: Optimización del tiempo de desarrollo de las prácticas.....	170

INDICE DE TABLAS

Tabla II.I: Elementos básicos en Ladder	46
Tabla III. II: ATRIBUTOS DE LAS VARIABLES.	76
Tabla IV.III: Tabla de variables de entradas y salidas.	115
Tabla IV.IV: TABLA DE MEMORIAS DE PROGRAMA DEL PLC	118
Tabla IV.V: Tabla de bloques del sistema.....	118
Tabla V.VI: TIEMPOS DE DESARROLLO DE LAS PRÁCTICAS.....	169

INTRODUCCIÓN

El principal reto que se presenta en la automatización de sistemas es obtener control y supervisión de los mismos, optimizando los recursos humanos, técnicos y económicos.

El siguiente trabajo investigativo y de aplicación muestra un modo de automatización de un módulo didáctico de electroneumática que para motivos de esta aplicación se ha elegido el existente en la EIE-CRI de la ESPOCH.

Se muestran las prácticas de neumáticas planteadas inicialmente en el módulo didáctico de electroneumática desde un enfoque diferente, mediante el diseño del programa para su automatización y la explicación respectiva del mismo, se respetaron los objetivos planteados inicialmente como una práctica neumática, logrando el funcionamiento similar con el uso de una nueva herramienta, que es el uso del controlador lógico programable.

Entre los diversos métodos utilizados para la realización de la automatización de las prácticas, tenemos el uso de sistemas de enclavamiento, GRAFCET, simulación de variable de procesos y bloques de funciones para la realización de subprocesos. Estos métodos se explican brevemente como antesala para la realización de la práctica o posterior cuando presentarse un cambio sustancial en la programación.

La metodología para la realización de una práctica se presenta de manera específica, pero existen diversas soluciones para poder llegar a cumplir el objetivo de la misma. Cada práctica contiene los siguientes apartados:

Objetivo general y objetivos específicos: el objetivo general es tomado del manual didáctico de electro-neumática mientras que los específicos se adaptan al nuevo sistema

Funcionamiento: Explica el funcionamiento físico del proceso que corresponda a la práctica, mediante la explicación con las variables propias del módulo didáctico de electro-neumática

- Diagrama LADDER: Muestra el segmento del programa correspondiente a la práctica.
- Descripción: Es la descripción del diagrama LADDER y el método utilizado, para la explicación se usan las variables propias del controlador lógico programable
- GRAFCET: En las prácticas que presenten secuencias, se utiliza el diagrama GRAFCET y se muestran sus respectivas ecuaciones.
- HMI: es la pantalla que se mostrara en la HMI al estar funcionando dicha práctica.

La HMI interactúa con el modulo, mediante una interfaz de comunicación y también exige que se respete el diagrama de conexionado único presentado en el manual adjunto, cualquier cambio en él

provocaría que las variables declaradas los sensores y actuadores del proceso, deseado del módulo.

en el programa principal no reflejen provocando un funcionamiento no

CAPÍTULO I

GENERALIDADES

1.1 Antecedentes

La ESPOCH cuenta con la Escuela de Ingeniería Electrónica en Control y Redes Industriales de la cual egresan profesionales competentes, que presentan fortalezas en diversas áreas mientras que en otras se necesita complementar la formación profesional mediante la práctica con equipos especializados.

Una de estas áreas son el diseño y manipulación de sistemas SCADA para la automatización de sistemas.

Un sistema SCADA se sustenta en tres pilares fundamentales: Control, HMI y Comunicaciones. En la escuela no se cuenta con equipos que permitan el aprendizaje práctico en el manejo de HMI y manejo de comunicaciones en Redes Industriales.

Además el uso de HMI's es muy común en la Industria actualmente, y en nuestro país la presentación de los procesos en un entorno gráfico da atractivo a los sistemas, lo que incentiva a los empresarios a invertir en sistemas automáticos para el control de procesos de producción

1.2 Justificación

La base fundamental del aprendizaje son las clases teóricas, sin embargo la parte práctica es el complemento que toda ingeniería debe tener, debido a que ahí se desarrolla destrezas y habilidades por lo que nuestro tema está enfocado a desarrollar la automatización del módulo electro-neumático de la EIE-CRI y monitoreado por una interfaz hombre-máquina (HMI) con el objetivo que los estudiantes realicen sus prácticas con este dispositivo y se enfoquen en lo que es el campo laboral debido a que las HMI's actualmente son fundamentales en cualquier industria del país y por ende en nuestra institución se debe reforzar la infraestructura tecnológica en el sector de la automatización industrial.

El control y supervisión de dispositivos o sistemas neumáticos son temas de gran importancia para los estudiantes de ingeniería electrónica en control y redes industriales, porque son mecanismos utilizados en la gran mayoría de las industrias debido a su gran aplicación y es básicamente el campo de acción de los ingenieros en electrónica, control y redes industriales. El uso de sistemas HMI táctiles está en auge debido a su versatilidad, y a los esfuerzos para reducir el impacto ambiental, al reducir el exceso de cableado y todo lo que con ello implica (canaletas, grandes tableros, aerosoles de limpieza, etc.).

1.3 Objetivos

1.3.1 Objetivo General

Diseñar e implementar una HMI para el control y supervisión del módulo electro neumático didáctico de la Escuela de Ingeniería Electrónica en Control y Redes Industriales

1.3.2 Objetivos Específicos

Investigar y Seleccionar el sistema HMI que mejor se adapte al módulo electro neumático y a las prácticas propuestas en él.

Diseñar y construir una estructura, en la cual se montara la HMI y el PLC, que brinde facilidad de conexión con el módulo electro neumático.

Diseñar los programas para la automatización de todos los circuitos existentes en la guía de prácticas del módulo electro neumático, y demás programas que se consideren necesarios para facilitar la comprensión en el manejo de la HMI.

Realizar una guía didáctica sobre la HMI, su configuración y programación que se complementara con los programas propuestos en el módulo electro neumático.

1.4 Hipótesis

La HMI para el Control y Supervisión del módulo electro neumático de la Escuela de Ingeniería Electrónica en Control y Redes Industriales permitirá la automatización de todas las prácticas presentadas en él y la simulación de los procesos.

CAPÍTULO II

TÉCNICAS Y TECNOLOGÍA DE CONTROL

2.1 Sistemas neumáticos

2.1.1 Introducción a la neumática

La neumática es la tecnología que emplea el aire comprimido como modo de transmisión de la energía necesaria para mover y hacer funcionar mecanismos. El aire es un material elástico y por tanto, al aplicarle una fuerza, se comprime, mantiene esta compresión y devolverá la energía acumulada cuando se le permita expandirse, según la los gases ideales.

2.1.2 Producción y tratamiento de aire comprimido

El aire comprimido, por el hecho de comprimirse, comprime también todas las impurezas que contiene, tales como polvo, hollín, suciedad, hidrocarburos, gérmenes y vapor de agua. A estas impurezas se suman las partículas que provienen del propio compresor, tales como polvo de abrasión por desgaste, aceites y aerosoles y los residuos y depósitos de la red de tuberías, tales como óxido, residuos de soldadura, y las sustancias hermetizantes que pueden producirse durante el montaje de las tuberías y accesorios.

Estas impurezas pueden crear partículas más grandes (polvo +aceite) por lo que dan origen muchas veces a averías y pueden conducir a la destrucción de los elementos neumáticos. Es vital eliminarlas en los procesos de producción de aire comprimido, en los compresores y en el de preparación para la alimentación directa de los dispositivos neumáticos.

Por otro lado, desde el punto de vista de prevención de los riesgos laborales, el aire de escape que contiene aceite puede dañar la salud de los operarios y, además, es perjudicial para el medio ambiente.

2.1.3 Componentes de un sistema neumático

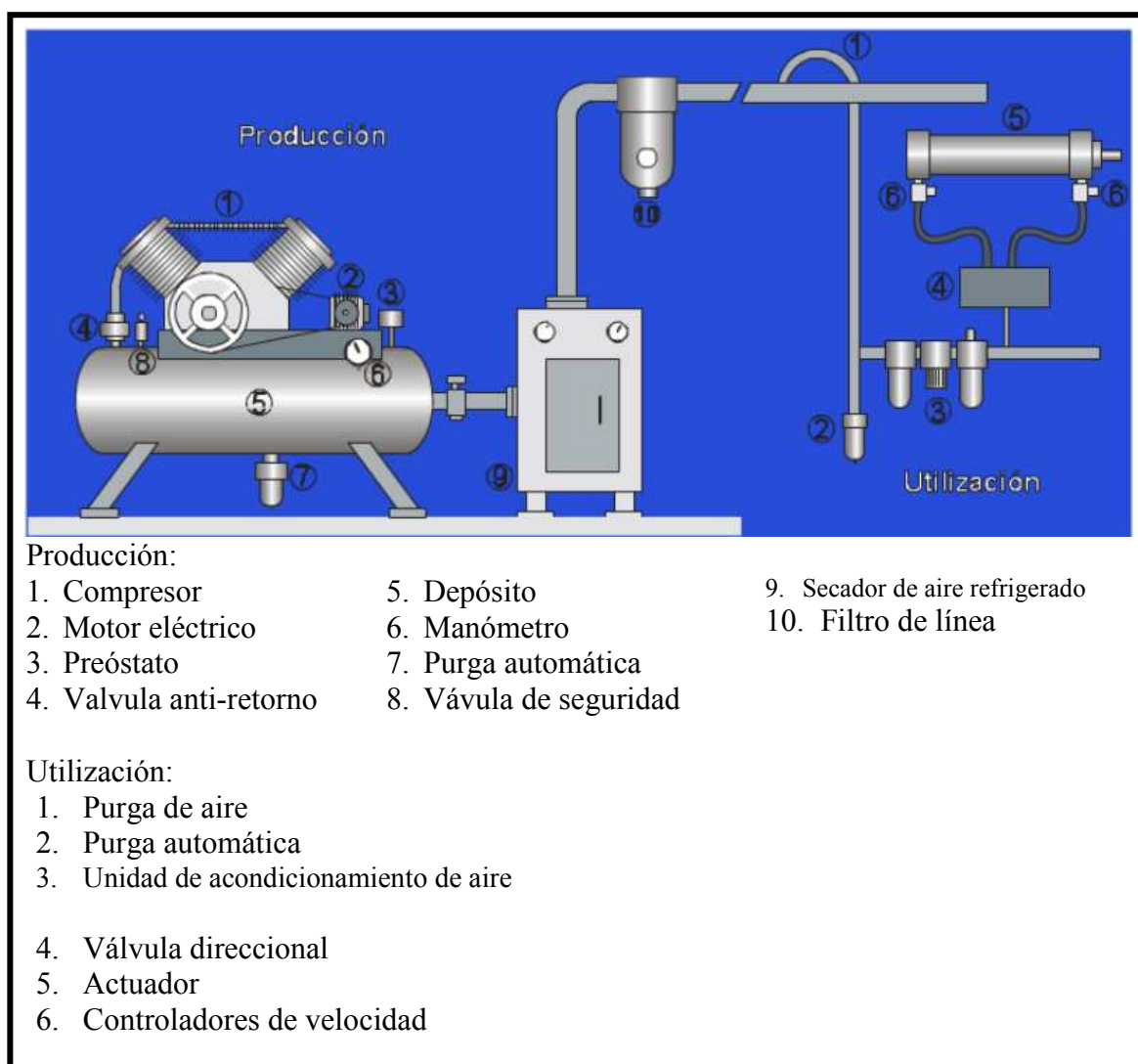


FIGURA III: COMPONENTES DE UN SISTEMA NEUMÁTICO

2.2 Actuadores Neumáticos

2.2.1 Definición:

Un ACTUADOR es un dispositivo inherentemente mecánico cuya función es proporcionar fuerza para mover o “actuar” otro dispositivo mecánico. La fuerza que provoca el actuador proviene de tres fuentes posibles: Presión neumática, presión hidráulica, y fuerza motriz eléctrica (motor eléctrico o solenoide). Dependiendo del origen de la fuerza el actuador se denomina “neumático”, “hidráulico” o “eléctrico”¹.

El actuador más común es el actuador manual o humano. Es decir, una persona mueve o actúa un dispositivo para promover su funcionamiento.

Con el tiempo, se hizo conveniente automatizar la actuación de dispositivos, por lo que diferentes dispositivos hicieron su aparición. Actualmente hay básicamente dos tipos de actuadores.

- Lineales
- Rotatorios

En esta sección nos centraremos en los actuadores lineales debido a que son de mucha consideración en el presente tema de tesis.



FIGURA II.2: CILINDRO DE DOBLE EFECTO

Los cilindros neumáticos son unidades que transforman la energía potencial del aire comprimido en energía cinética o en fuerzas prensoras. Básicamente consisten en un recipiente cilíndrico provisto de un émbolo o pistón.

1 (AIE, 2009)

Al introducir un determinado caudal de aire comprimido, éste se expande dentro de la cámara y provoca un desplazamiento lineal. Si se acopla al embolo un vástago rígido, este mecanismo es capaz de empujar algún elemento, o simplemente sujetarlo. La fuerza de empuje es proporcional a la presión del aire y a la superficie del pistón:

$$F = p \cdot A \quad \text{donde: } F = \text{Fuerza}$$

$$p = \text{Presión manométrica}$$

$$A = \text{Área del émbolo o pistón}$$

2.2.2 Cilindros de simple efecto

Uno de sus movimientos está gobernado por el aire comprimido, mientras que el otro se da por una acción antagonista, generalmente un resorte colocado en el interior del cilindro. Este resorte podrá situarse opcionalmente entre el pistón y tapa delantera (con resorte delantero) o entre el pistón y su tapa trasera (con resorte trasero).

Realiza trabajo aprovechable sólo en uno de los dos sentidos, y la fuerza obtenible es algo menor a la que da la expresión $F = P \times A$, pues hay que descontar la fuerza de oposición que ejerce el resorte.

2.2.3 Cilindros de doble efecto

El pistón es accionado por el aire comprimido en ambas carreras. Realiza trabajo aprovechable en los dos sentidos de marcha.

2.2.4 Consumo de aire en cilindros

El cálculo del consumo de aire en cilindros neumáticos es muy importante cuando se requiere conocer la capacidad del compresor necesario para abastecer a la demanda de una instalación.

Puede calcularse con la siguiente fórmula, o mediante el ábaco adjunto:

$$Q = (\pi/4) \cdot d^2 \cdot c \cdot n \cdot P \cdot N \cdot 10^{-6}$$

donde: Q = Consumo de aire (Nl/min)

d = Diámetro del cilindro (mm)

c = Carrera del cilindro (mm)

n = Número de ciclos completos por minuto

$P = \text{Presión absoluta} = \text{Presión relativa de trabajo} + 1 \text{ bar}$

$N = \text{Número de efectos del cilindro}$

($N=1$ para simple efecto, $N=2$ para doble efecto)

2.2.5 Montajes

En cuanto a la forma de sujetar un cilindro neumático, es propio de cada aplicación que modelo de montaje se utilizará. En general estará sujeto a condiciones de diseño, razones de espacio y características de los movimientos.

Las posibilidades de montaje en cilindros pueden tener las siguientes características:

- Montajes rígidos: el cuerpo del cilindro permanece fijo durante el desplazamiento del pistón.
- Montajes basculantes: el cuerpo del cilindro gira en torno a uno o más ejes durante el desplazamiento del pistón.

2.2.6 Recomendaciones para el montaje de cilindros neumáticos

- a. Los cilindros neumáticos están diseñados para transmitir esfuerzos axiales. La presencia de esfuerzos radiales o laterales sobre los vástagos conducirán a un desgaste prematuro de las guarniciones y de sus guías, materializado en la ovalización del buje guía del vástago y del propio tubo del cilindro. Por lo tanto, deberán analizarse detenidamente los tipos de montaje más adecuados para cada aplicación a efectos de anular dichos esfuerzos.
- b. Toda vez que se utilice un montaje basculante para el cilindro (en cualquiera de sus formas), deberá preverse un equivalente en el extremo del vástago. La combinación de montajes rígidos con basculantes resulta un contrasentido técnico que origina esfuerzos radiales sobre el vástago.
- c. Cuando las oscilaciones puedan ser en más de un eje, son recomendables los montajes con rótula tanto para el cilindro como para su vástago. La combinación de montajes con rótula (universal) con montajes basculantes en un plano es también un contrasentido técnico que origina esfuerzos radiales.
- d. Debe evitarse el montaje rígido del cilindro con el elemento a mover. En caso que sea inevitable, fijar suavemente el actuador y operarlo a baja presión de modo que entre y salga libremente y pueda auto alinearse. Suplementar si fuera necesario y luego ajustar firmemente los tornillos de sujeción.

- e. Cuando el cilindro sea de gran carrera y supere los valores máximos admisibles por pandeo, es recomendable guiar el vástago y preferentemente «tirar» de la carga en lugar de empujarla. El pandeo también origina esfuerzos radiales sobre el vástago.
- f. Cuando se desplacen masas o el movimiento se realice a elevada velocidad, es recomendable el uso de cilindros con amortiguación. Si éstas fueran importantes, prever además amortiguadores hidráulicos de choque y topes positivos en la máquina.
- g. Durante la puesta en marcha, debe asegurarse que los tornillos de regulación de las amortiguaciones no sean abiertos más de 1/2 vuelta, de modo de tener un exceso y no una falta de amortiguación. La calibración final se hará con la máquina en operación con la carga y velocidad definitivas.
- h. Al montar un cilindro amortiguado, tener la precaución que los tornillos de registro de amortiguación queden en posición accesible.
- i. Cuando se monten cilindros neumáticos en proximidades de grandes campos magnéticos, por ejemplo en máquinas donde se realicen tareas de soldadura, se deberá aislar al cilindro convenientemente para evitar tanto como sea posible la circulación de corrientes inducidas por el mismo.
- j. Suministrar aire con la calidad adecuada. El aire con impurezas y la deficiente lubricación acortan la vida útil de los cilindros neumáticos.
- k. Las roscas de conexionado son Gas cilíndricas. Tener especial cuidado al utilizar cañerías o accesorios con rosca cónica, pues pueden producir la rotura del elemento. Es recomendable utilizar conexiones con rosca cilíndrica de asiento frontal.
- l. Las cañerías deberán estar limpias en su interior, evitando que restos de cinta o pasta de sellado puedan ser arrastrados al interior del cilindro. Es recomendable «soplar» las cañerías antes de conectar.
- m. Al seleccionar un cilindro, considerar en cada caso las carreras definidas como standard como selección de preferencia. Este hecho influirá en el plazo de entrega y facilitará futuras reposiciones.²

² **(MICROAUTOMACION, 2010)**

2.3 Sistemas SCADA

Los sistemas SCADA (Supervisory Control And Data Acquisition) son aplicaciones de software, diseñadas con la finalidad de controlar y supervisar procesos a distancia. Se basan en la adquisición de datos de los procesos remotos. Se trata de una aplicación de software, especialmente diseñada para funcionar sobre ordenadores en el control de producción, proporcionando comunicación con los dispositivos de campo (controladores autónomos, autómatas programables, etc.) y controlando el proceso de forma automática desde una computadora. Además, envía la información generada en el proceso productivo a diversos usuarios, tanto del mismo nivel como hacia otros supervisores dentro de la empresa, es decir, que permite la participación de otras áreas como por ejemplo: control de calidad, supervisión, mantenimiento, etc.

Cada uno de los ítems de SCADA (Supervisión, Control y Adquisición de datos) involucran muchos subsistemas, por ejemplo, la adquisición de los datos puede estar a cargo de un PLC (Controlador Lógico Programable) el cual toma las señales y las envía a las estaciones remotas usando un protocolo determinado, otra forma podría ser que una computadora realice la adquisición vía un hardware especializado y luego esa información la transmita hacia un equipo de radio vía su puerto serial, y así existen muchas otras alternativas.

Las tareas de Supervisión y Control generalmente están más relacionadas con el software SCADA, en él, el operador puede visualizar en la pantalla del computador de cada una de las estaciones remotas que conforman el sistema, los estados de ésta, las situaciones de alarma y tomar acciones físicas sobre algún equipo lejano, la comunicación se realiza mediante buses especiales o redes LAN. Todo esto se ejecuta normalmente en tiempo real, y están diseñados para dar al operador de planta la posibilidad de supervisar y controlar dichos procesos.

Estos sistemas actúan sobre los dispositivos instalados en la planta, como son los controladores, autómatas, sensores, actuadores, registradores, etc. Además permiten controlar el proceso desde una estación remota, para ello el software brinda una interfaz gráfica que muestra el comportamiento del proceso en tiempo real.

Generalmente se vincula el software al uso de una computadora o de un PLC, la acción de control es realizada por los controladores de campo, pero la comunicación del sistema con el

operador es necesariamente vía computadora. Sin embargo el operador puede gobernar el proceso en un momento dado si es necesario.

Un software SCADA debe ser capaz de ofrecer al sistema:

- Posibilidad de crear paneles de alarma, que exigen la presencia del operador para reconocer una parada o situación de alarma, con registro de incidencias.
- Generación de datos históricos de las señales de planta, que pueden ser volcados para su proceso sobre una hoja de cálculo.
- Ejecución de programas, que modifican la ley de control, o incluso anular o modificar las tareas asociadas al autómata, bajo ciertas condiciones.
- Posibilidad de programación numérica, que permite realizar cálculos aritméticos de elevada resolución sobre la CPU del ordenador.
- Existen diversos tipos de sistemas SCADA dependiendo del fabricante y sobre todo de la finalidad con que se va a hacer uso del sistema, por ello antes de decidir cuál es el más adecuado hay que tener presente si cumple o no ciertos requisitos básicos:
- Todo sistema debe tener arquitectura abierta, es decir, debe permitir su crecimiento y expansión, así como deben poder adecuarse a las necesidades futuras del proceso y de la planta.
- La programación e instalación no debe presentar mayor dificultad, debe contar con interfaces gráficas que muestren un esquema básico y real del proceso
- Deben permitir la adquisición de datos de todo equipo, así como la comunicación a nivel interno y externo (redes locales y de gestión)
- Deben ser programas sencillos de instalar, sin excesivas exigencias de hardware, y fáciles de utilizar, con interfaces amigables para el usuario.

2.3.1 Funciones principales del sistema

Supervisión remota de instalaciones y equipos: Permite al operador conocer el estado de desempeño de las instalaciones y los equipos alojados en la planta, lo que permite dirigir las tareas de mantenimiento y estadística de fallas.

Control remoto de instalaciones y equipos: Mediante el sistema se puede activar o desactivar los equipos remotamente (por ejemplo abrir válvulas, activar interruptores, prender motores, etc.), de manera automática y también manual.

Además es posible ajustar parámetros, valores de referencia, algoritmos de control, etc.

Procesamiento de datos: El conjunto de datos adquiridos conforman la información que alimenta el sistema, esta información es procesada, analizada, y comparada con datos anteriores, y con datos de otros puntos de referencia, dando como resultado una información confiable y veraz.

Visualización gráfica dinámica: El sistema es capaz de brindar imágenes en movimiento que representen el comportamiento del proceso, dándole al operador la impresión de estar presente dentro de una planta real. Estos gráficos también pueden corresponder a curvas de las señales analizadas en el tiempo.

Generación de reportes: El sistema permite generar informes con datos estadísticos del proceso en un tiempo determinado por el operador.

Representación de señales de alarma: A través de las señales de alarma se logra alertar al operador frente a una falla o la presencia de una condición perjudicial o fuera de lo aceptable. Estas señales pueden ser tanto visuales como sonoras.

Almacenamiento de información histórica: Se cuenta con la opción de almacenar los datos adquiridos, esta información puede analizarse posteriormente, el tiempo de almacenamiento dependerá del operador o del autor del programa.

Programación de eventos: Esta referido a la posibilidad de programar subprogramas que brinden automáticamente reportes, estadísticas, gráfica de curvas, activación de tareas automáticas, etc.

2.3.2 Transmisión de la información

Los sistemas SCADA necesitan comunicarse vía red, puertos GPIB, telefónica o satélite, es necesario contar con computadoras remotas que realicen el envío de datos hacia una computadora central, esta a su vez será parte de un centro de control y gestión de información.

Para realizar el intercambio de datos entre los dispositivos de campo y la estación central de control y gestión, se requiere un medio de comunicación, existen diversos medios que pueden ser cableados (cable coaxial, fibra óptica, cable telefónico) o no cableados (microondas, ondas de radio, comunicación satelital).

Cada fabricante de equipos para sistemas SCADA emplean diferentes protocolos de comunicación y no existe un estándar para la estructura de los mensajes, sin embargo existen estándares internacionales que regulan el diseño de las interfaces de comunicación entre los equipos del sistema SCADA y equipos de transmisión de datos.

Un protocolo de comunicación es un conjunto de reglas y procedimientos que permite a las unidades remotas y central, el intercambio de información. Los sistemas SCADA hacen uso de los protocolos de las redes industriales.

La comunicación entre los dispositivos generalmente se realiza utilizando dos medios físicos: cable tendido, en la forma de fibra óptica o cable eléctrico, o radio. En cualquiera de los casos se requiere un MODEM, el cual modula y demodula la señal.

Algunos sistemas grandes usan una combinación de radio y líneas telefónicas para su comunicación. Debido a que la información que se transmite sobre un sistema SCADA debería ser pequeño generalmente la velocidad de transmisión de los modem suele ser pequeño. Muchas veces 300bps (bits de información por segundo) es suficiente.

Pocos sistemas SCADA, excepto en aplicaciones eléctricas, suelen sobrepasar los 2400bps, esto permite que se pueda usar las líneas telefónicas convencionales, al no superar el ancho de banda físico del cable.

2.3.3 Comunicaciones

En una comunicación deben existir tres elementos necesariamente:

Un medio de transmisión, sobre el cual se envían los mensajes

Un equipo emisor que puede ser el MTU

Un equipo receptor que se puede asociar a los RTU's.

En telecomunicaciones, el MTU y el RTU son también llamados Equipos terminales de datos (DTE, Data Terminal Equipments). Cada uno de ellos tiene la habilidad de generar una señal que contiene la información a ser enviada. Asimismo, tienen la habilidad para descifrar la señal recibida y extraer la información, pero carecen de una interfaz con el medio de comunicación.

La figura siguiente muestra la conexión de los equipos con las interfaces para el medio de comunicación. Los modems, llamados también Equipo de Comunicación de Datos (DCE, Data Communication Equipment), son capaces de recibir la información de los DTE's, hacer los cambios necesarios en la forma de la información, y enviarla por el medio de comunicación hacia el otro DCE, el cual recibe la información y la vuelve a transformar para que pueda ser leído por el DTE.

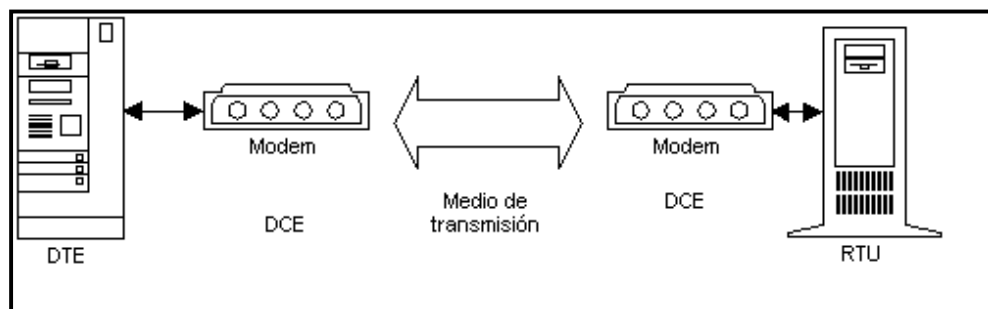


FIGURA II. 3: ESQUEMA DE CONEXIÓN DE EQUIPOS E INTERFACES DE COMUNICACIÓN

2.3.4 Elementos del sistema

Un sistema SCADA está conformado por:

Interfaz Operador Máquinas: Es el entorno visual que brinda el sistema para que el operador se adapte al proceso desarrollado por la planta. Permite la interacción del ser humano con los medios tecnológicos implementados.

Unidad Central (MTU): Conocido como Unidad Maestra. Ejecuta las acciones de mando (programadas) en base a los valores actuales de las variables medidas.

La programación se realiza por medio de bloques de programa en lenguaje de alto nivel (como C, Basic, etc.). También se encarga del almacenamiento y procesado ordenado de los datos, de forma que otra aplicación o dispositivo pueda tener acceso a ellos.

Unidad Remota (RTU): Lo constituye todo elemento que envía algún tipo de información a la unidad central. Es parte del proceso productivo y necesariamente se encuentra ubicada en la planta.

Sistema de Comunicaciones: Se encarga de la transferencia de información del punto donde se realizan las operaciones, hasta el punto donde se supervisa y controla el proceso. Lo conforman los transmisores, receptores y medios de comunicación.

Transductores: Son los elementos que permiten la conversión de una señal física en una señal eléctrica (y viceversa). Su calibración es muy importante para que no haya problema con la confusión de valores de los datos.

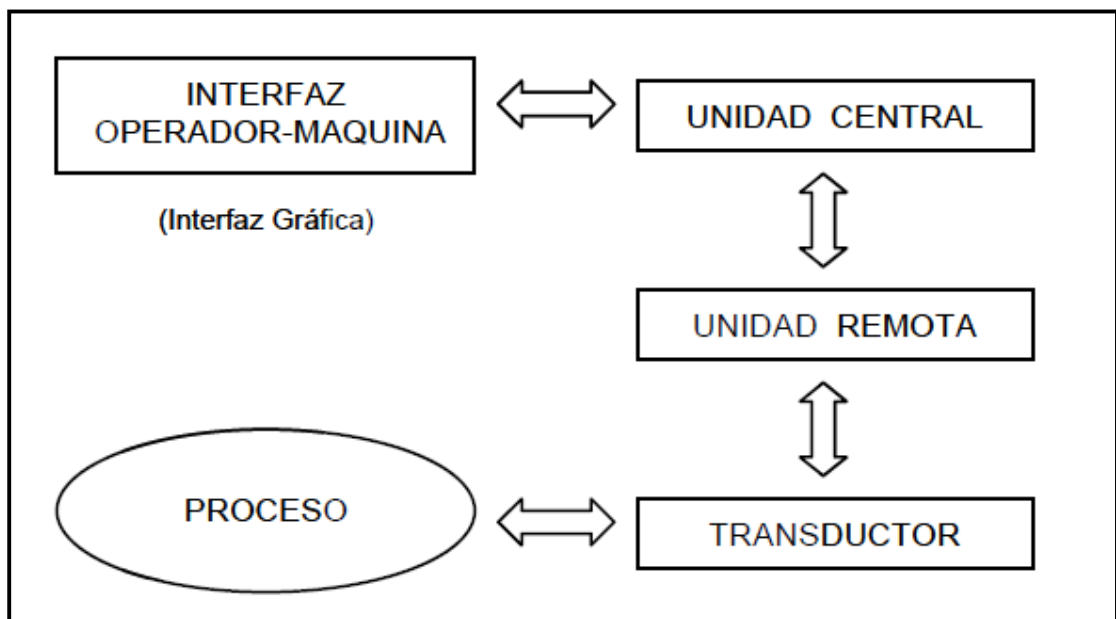


FIGURA II.4: ESQUEMA DE LOS ELEMENTOS DE UN SISTEMA SCADA

En la siguiente figura se observa un esquema referente a las conexiones del MTU y el operador, y del RTU con los dispositivos de campo (sensores, actuadores)

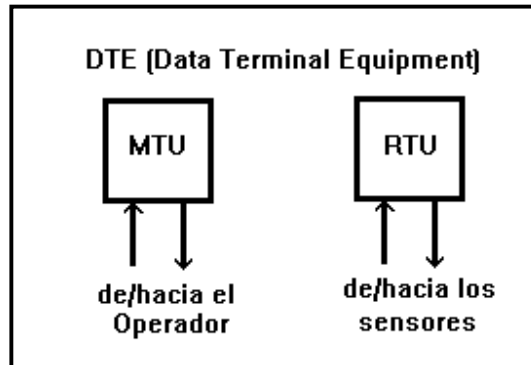


FIGURA II.5: ESQUEMA DEL CONEXIONADO PARA EL MTU Y EL RTU

La RTU es un sistema que cuenta con un microprocesador e interfaces de entrada y salida tanto analógicas como digitales que permiten tomar la información del proceso provista por los dispositivos de instrumentación y control en una localidad remota y, utilizando técnicas de transmisión de datos, enviarla al sistema central.

Un sistema puede contener varios RTU's; siendo capaz de captar un mensaje direccionado hacia él, decodificando lo actuando, respondiendo si es necesario, y esperar por un nuevo mensaje

La MTU, bajo un software de control, permite la adquisición de la data a través de todas las RTUs ubicadas remotamente y brinda la capacidad de ejecutar comandos de control remoto cuando es requerido por el operador.

Normalmente el MTU cuenta con equipos auxiliares como impresoras y memorias de almacenamiento, las cuales son también parte del conjunto MTU.

En muchos casos el MTU debe enviar información a otros sistemas o computadoras. Estas conexiones pueden ser directas y dedicadas o en la forma de una red LAN.

La conexión entre el RTU y los dispositivos de Campo es muchas veces realizados vía conductor eléctrico. Usualmente, el RTU provee la potencia para los actuadores y sensores, y algunas veces éstos vienen con un equipo de soporte ante falla en la alimentación de energía (UPS, uninterruptible power supply).

La data adquirida por la MTU se presenta a través de una interfaz gráfica en forma comprensible y utilizable, y más aún esta información puede ser impresa en un reporte.

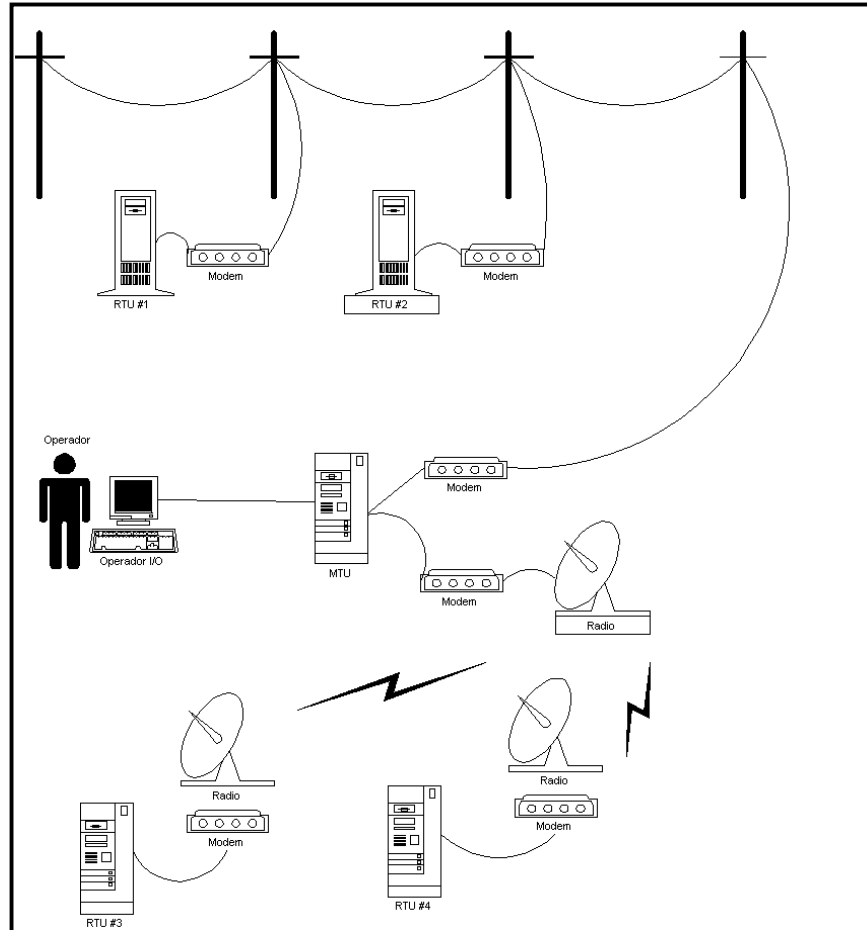


FIGURA II.6: ESQUEMA DE CONEXIONES DE LOS ELEMENTOS DE UN SISTEMA SCADA

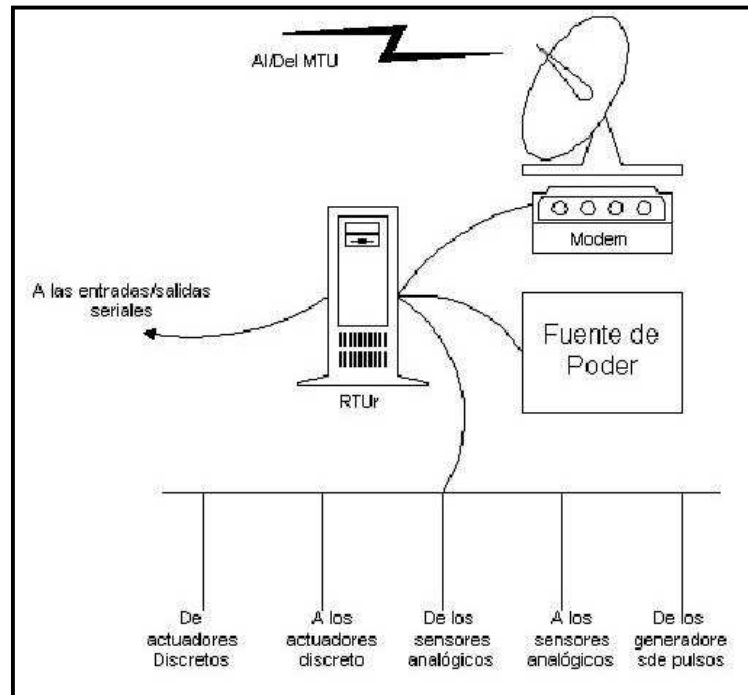


FIGURA II.7: ESQUEMA DE CONEXIONES DE LA RTU

Período de Escaneo

Uno de los aspectos importantes que debe ser considerado es el tiempo de escaneo de los RTU's por el MTU, que se define como el tiempo que demora el MTU en realizar una comunicación con cada uno y todos los RTU's del sistema. Uno de los factores que determina el tiempo de escaneo es el número de RTU's, en general a mayor número de RTU's mayor el tiempo de escaneo. Un segundo factor a ser considerado es la cantidad de datos a ser transmitido el cual puede variar entre un par de estados a cientos de estados lo cual incrementa el tiempo de escaneo. Otro factor importante es el número de bits por segundo que puede soportar el medio de transmisión el cual determina el material del medio y el tipo de modulación.

Así como el MTU busca y encuentra cada RTU, el RTU busca y encuentra cada sensor y actuador a los cuales está conectado. Esta búsqueda se realiza a mucha mayor velocidad del MTU hacia los RTU.³

2.4 Controlador Lógico Programable

Controlador Lógico Programable⁴

La ingeniería de control se ha desarrollado a través del tiempo. En el pasado los humanos eran el medio para controlar los sistemas. En los tiempos recientes la electricidad se ha utilizado para el control, los primeros controles eléctricos fueron los relevadores. Los relevadores permiten encender o apagar un circuito eléctrico sin necesidad de un interruptor mecánico.

Los Controladores Lógicos Programables (PLC) fueron inventados como respuesta a las necesidades de la industria automotriz. Inicialmente fueron adoptados por las empresas para sustituir la lógica cableada. En 1968 GM Hydramatic (la división de transmisiones automáticas de General Motors) emitió una solicitud para realizar una propuesta que sustituyera la lógica cableada. La propuesta ganadora fue realizada por Bedford Associates. El primer PLC fue el MODICON 084

2.4.1 Definición y principios de operación

Un controlador lógico programable es un dispositivo operado digitalmente, que usa una memoria de almacenamiento interno de instrucciones con el fin de implementar funciones específicas, tales como lógica, secuenciación, registro y control de tiempos, conteo y operaciones aritméticas, para controlar a través de entradas/salidas digitales o analógicas, varios tipos de máquinas o procesos.

³ **(Mendiburu, 2010)**

⁴ **(UDLAP, 2009)**



FIGURA II.8: PLC SIEMENS

Los PLC's operan de manera secuencial y cíclica, es decir, una vez finalizado el recorrido completo de un programa, comienza a ejecutar su primera instrucción.

Los elementos que contiene un PLC son:

- Unidad Central de proceso
- Módulo de entrada
- Módulos de salida
- Fuente de Alimentación
- Dispositivos periféricos
- Interfaces

La unidad central es el “cerebro” del PLC. Este toma las decisiones relacionadas al control de la máquina o proceso. Durante su operación, el CPU recibe entradas de diferentes dispositivos de sensado, ejecuta decisiones lógicas, basados en un programa almacenado en la memoria, y controla los dispositivos de salida de acuerdo al resultado de la lógica programada.

Los módulos de entrada y salida son la sección del PLC en donde sensores y actuadores son conectados y a través de los cuales el PLC monitorea y controla el proceso.

La fuente de alimentación convierte altos voltajes de corriente de línea (115V / 230V CA) a bajos voltajes (5V, 15V, 24V CD) requeridos por el CPU y los módulos de entradas y salidas.

El funcionamiento del PLC es un continuo ciclo cerrado, primero el sistema operativo inicia la vigilancia de tiempo de ciclo, después el CPU escribe los valores de la imagen de proceso de las salidas en los módulos de salida, a continuación la CPU lee el estado de las entradas en los módulos de entrada y actualiza la imagen de proceso de las entradas, el CPU procesa el programa del usuario en segmentos de tiempo y ejecuta las operaciones indicadas en el programa, al final de un ciclo el sistema realiza las tareas pendientes por ejemplo carga y borrado de bloques.

Los PLC's han ganado popularidad en las industrias y probablemente continuarán predominando por algún tiempo, debido a las ventajas que ofrecen:

- Son un gasto efectivo para controlar sistemas complejos
- Son flexibles y pueden ser aplicados para controlar otros sistemas de manera rápida y fácil.
- Su capacidad computacional permite diseñar controles más complejos.
- La ayuda para resolver problemas permite programar fácilmente y reduce el tiempo de inactividad del proceso.
- Sus componentes confiables hacen posible que pueda operar varios años sin fallas.
- Capacidad de entradas y salidas.
- Monitoreo
- Velocidad de operación.
- Están diseñados para trabajar en condiciones severas como: vibraciones, campos magnéticos, humedad, temperaturas extremas.

2.5 Lenguaje LADDER

Lenguaje Ladder

Es un lenguaje gráfico, derivado del lenguaje de relés.

Mediante símbolos representa contactos, bobinas, etc.

Su principal ventaja es que los símbolos básicos están normalizados según el estándar IEC y son empleados por todos los fabricantes.

Los símbolos básicos son:

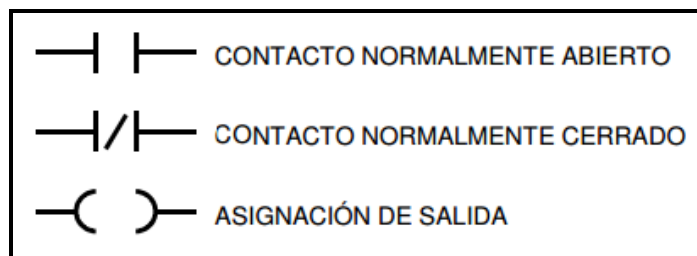
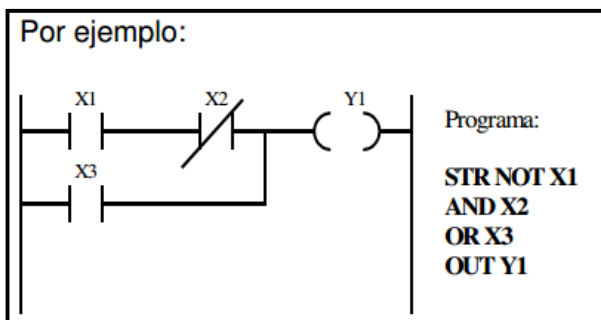


FIGURA II.9: SÍMBOLOS BÁSICOS DEL LENGUAJE LADDER

En estos diagramas la línea vertical a la izquierda representa un conductor con tensión, y la

línea vertical a la derecha representa tierra.



Con este tipo de diagramas se describe normalmente la operación eléctrica de distintos tipos de máquinas, y puede utilizarse para sintetizar un sistema de control y, con las herramientas de

software adecuadas, realizar la programación del PLC.

Se debe recordar que mientras que en el diagrama eléctrico todas las acciones ocurren simultáneamente, en el programa se realizan en forma secuencial, siguiendo el orden en el que los "escalones" fueron escritos, y que a diferencia de los relés y contactos reales (cuyo número está determinado por la implementación física de estos elementos), en el PLC se puede considerar que existen infinitos contactos auxiliares para cada entrada, salida, relé auxiliar o interno, etc.

2.5.1 Los contactos

Los elementos a evaluar para decidir si activar o no las salidas en determinado "escalón", son variables lógicas o binarias, que pueden tomar solo dos estados: 1 ó 0, Estos estados que provienen de entradas al PLC o relés internos del mismo.

En la programación Escalera (Ladder), estas variables se representan por contactos, que justamente pueden estar en solo dos estados: abierto o cerrado.

Los contactos se representan con la letra "E" y dos números que indicaran el modulo al cual pertenecen y la bornera al la cual están asociados

Ejemplo: E0.1 : Entrada del Modulo "0" borne "1"

Las **salidas de un programa Ladder** son equivalentes a las cargas (bobinas de relés, lámparas, etc.) en un circuito eléctrico. Se las identifica con la letra "S", "A" u otra letra, dependiendo de los fabricantes, y dos números que indicaran el modulo al cual pertenecen y la bornera al la cual están asociados.

Ejemplo: S0.1 L Salida del Módulo "0" borne "1"

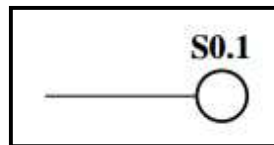


FIGURA II.10: BOBINA O SALIDA

2.5.2 Relés Internos o Marcas

Como salidas en el programa del PLC se toma no solo a las salidas que el equipo posee físicamente hacia el exterior, sino también las que se conocen como "Relés Internos o Marcas". Los relés internos son simplemente variables lógicas que se pueden usar, por ejemplo, para memorizar estados o como acumuladores de resultados que utilizaran posteriormente en el programa. Se las identifica con la letra "M" y un número el cual servirá para asociarla a algún evento.

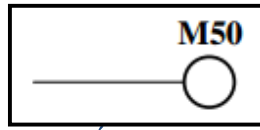


FIGURA III.1: RELÉS INTERNOS O MARCAS

Las funciones lógicas más complejas como:

- Temporizadores
- Contadores
- Registros de desplazamiento

Se representan en formato de bloques.

Estos no están normalizados, aunque guardan una gran similitud entre sí para distintos fabricantes.

Resultan mucho más expresivos que si se utiliza para el mismo fin el lenguaje en lista de instrucciones.

Sobre estos bloques se define:

La base de los tiempos y el tiempo final en el caso de temporizadores

El módulo de contaje y condiciones de paro y reset en el caso de contadores.

Existen también bloques funcionales complejos que permiten la manipulación de datos y las operaciones con variables digitales de varios bits.

La presencia de estos bloques de ejecución dependiente de una o más condiciones binarias, multiplica la potencia de programación sin dejar de mantener las ventajas de la representación gráfica del programa. Así, pueden programarse situaciones de automatización compleja que involucren variables digitales, registros, transferencias, comparaciones, señales analógicas, etc.

Por supuesto, no todos los Autómatas, aun del mismo fabricante, pueden manejar todas las posibilidades de programación con contactos: solo las gamas más altas acceden a la totalidad de extensiones del lenguaje⁵.

⁵ **(Universidad Nacional de La Plata, 2009)**

2.5.3 Los temporizadores

Como lo indica su nombre, cada vez que alcanzan cierto valor de tiempo activan un contacto interno. Dicho valor de tiempo, denominado PRESET o meta, debe ser declarado por el usuario.

Luego de haberse indicado el tiempo de meta, se le debe indicar con cuales condiciones debe empezar a temporizar, o sea a contar el tiempo. Para ello, los temporizadores tienen una entrada denominada START o inicio, a la cual deben llegar los contactos o entradas que sirven como condición de arranque. Dichas condiciones, igual que cualquier otro renglón de Ladder, pueden contener varios contactos en serie, en paralelo, normalmente abiertos o normalmente cerrados.

Una de las tantas formas de representación sería:

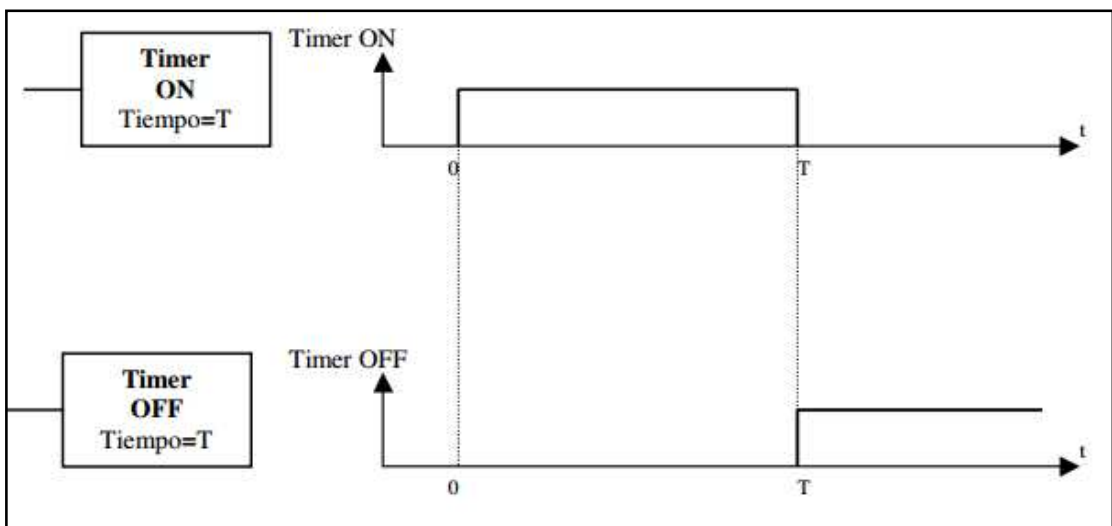


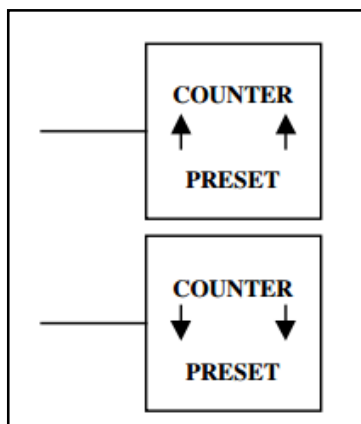
FIGURA II.12: REPRESENTACIÓN GRÁFICA DE LOS TEMPORIZADORES

2.5.4 Los contadores

Definidos como posiciones de memoria que almacenan un valor numérico, mismo que se incrementa o disminuye según la configuración dada a dicho contador.

Como los temporizadores, un contador debe tener un valor prefijado como meta o PRESET, el cual es un número que el usuario programa para que dicho contador sea activo o inactivo según el valor alcanzado.

Por ejemplo, si el contador tiene un preset de 15 y el valor del conteo va en 14, se dice que el contador se encuentra inactivo, sin que por ello se quiera decir que no esté contando. Pero al siguiente pulso, cuando el valor llegue a 15, se dice que el contador es



activo porque ha llegado al valor de preset.

FIGURA III.3: REPRESENTACIÓN GRÁFICA DE UN CONTADOR

Dependiendo del software, puede ocurrir que el contador empiece en su valor de preset y cuente hacia abajo hasta llegar a cero, momento en el cual entraría a ser activo.

Nos permitirán contar y/o descontar impulsos que enviemos al contacto que lo activa (p.e. número de botes, sacos, piezas, etc.) entre 0 y 999.

2.5.5 Las operaciones aritméticas

Puede haber operaciones matemáticas como sumas, restas, comparaciones, multiplicaciones, divisiones, desplazamientos de bits, etc. Todas ellas utilizan valores contenidos en registros de memoria referenciados a contadores, entradas, salidas, temporizadores y demás. Las funciones matemáticas son usadas especialmente para la manipulación de variables analógicas.

Las operaciones aritméticas con números enteros son representadas por cajas (Boxes) en las que se indica la operación a efectuar y los operandos. El funcionamiento sigue las reglas generales del diagrama de contactos, cuando se cierra el contacto XXX se realiza la operación.

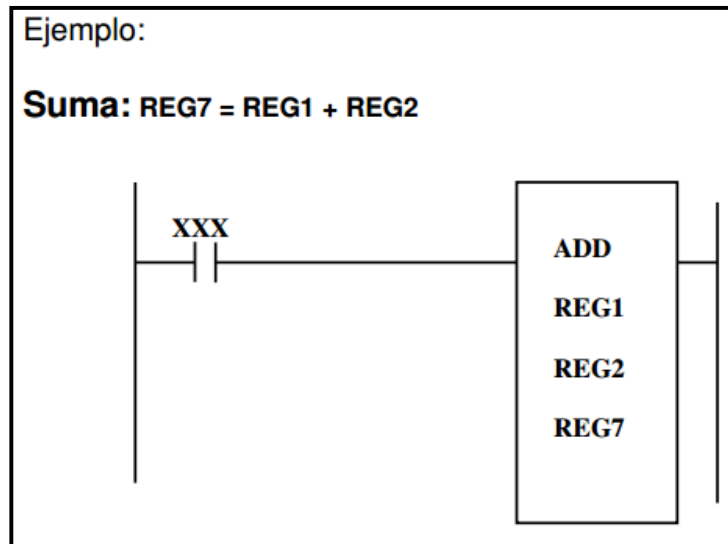


FIGURA II.14: REPRESENTACIÓN GRÁFICA DE SUMA DE REGISTROS

2.5.6 INSTRUCCIONES SET Y RESET

La instrucción SET activa la bobina correspondiente cada vez que enviamos un IMPULSO, y sólo se desactivará al enviar otro a la instrucción RESET. Podemos activar tanto salidas como marcas internas.

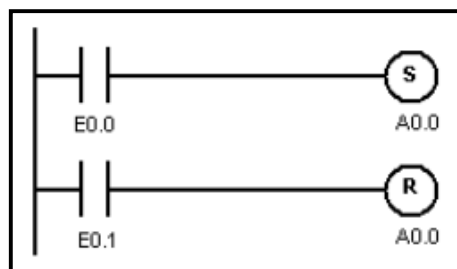


FIGURA II.15: REPRESENTACIÓN GRÁFICA DE INSTRUCCIONES SET Y RESET

2.5.7 Lenguaje Ladder - Procesamiento y Limitaciones

- Las bobinas pueden ir precedidas de contactos, pero no pueden estar seguidas por ninguno
- Las bobinas pueden ser conectadas en Serie comportándose en forma similar que si estuvieran en paralelo (*imposible realizarlo en un tablero pero si en el software*). Si en el circuito de activación de las bobinas existen varios contactos en serie, conviene usar la conexión en paralelo de las bobinas, ya que el programa se ejecuta en menor tiempo.
- La cantidad de uniones "llamados NODOS" están limitados, no puede superar cierto número.
- Los bloques Timer, Contadores, etc. sólo pueden aparecer una vez en el programa. Sin embargo pueden utilizarse contactos y bobinas referidos a éstos en cualquier parte.
- No pueden editarse dos bloques Timer, etc. con el mismo número.
- Si las bobinas son conectadas directamente a la barra de la izquierda, entonces se las considera permanentemente activadas. Por supuesto, esto siempre que esa parte del programa esté siendo ejecutada. En algunos PLC esto está Prohibido, debe colocarse un contacto entre la entrada y la bobina

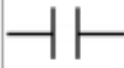
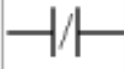
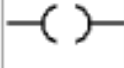
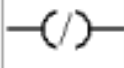
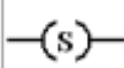
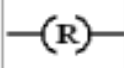

Elementos básicos en LADDER		
Símbolo	Nombre	Descripción
	Contacto NA	Se activa cuando hay un uno lógico en el elemento que representa, esto es, una entrada (para captar información del proceso a controlar), una variable interna o un bit de sistema.
	Contacto NC	Su función es similar al contacto NA anterior, pero en este caso se activa cuando hay un cero lógico, cosa que deberá de tenerse muy en cuenta a la hora de su utilización.
	Bobina NA	Se activa cuando la combinación que hay a su entrada (izquierda) da un uno lógico. Su activación equivale a decir que tiene un uno lógico. Suele representar elementos de salida, aunque a veces puede hacer el papel de variable interna.
	Bobina NC	Se activa cuando la combinación que hay a su entrada (izquierda) da un cero lógico. Su activación equivale a decir que tiene un cero lógico. Su comportamiento es complementario al de la bobina NA.
	Bobina SET	Una vez activa (puesta a 1) no se puede desactivar (puesta a 0) si no es por su correspondiente bobina en RESET. Sirve para memorizar bits y usada junto con la bobina RESET dan una enorme potencia en la programación.
	Bobina SET	Permite desactivar una bobina SET previamente activada.
	Bobina JUMP	Permite saltarse instrucciones del programa e ir directamente a la etiqueta que se desee. Sirve para realizar subprogramas.

TABLA III: ELEMENTOS BÁSICOS EN LADDER

2.6 HMI

2.6.1 Pantallas programables

Todos los procesos y sistemas de producción industrial han sufrido una serie de cambios tecnológicos para beneficiar principalmente a los usuarios finales. Así como la tecnología cambia, muchas tendencias en la automatización industrial parecen estar siempre presentes:

- Dispositivos más pequeños y compactos
- Más rápidos y poderosos
- Orientados a realizar muchas tareas
- Gran flexibilidad
- Fáciles de entender y usar
- Capacidad para hacer uso de redes informáticas.

Antes de hablar de lo que actualmente se conoce como interfaces Hombre – Máquina, consultamos el diccionario y encontramos la definición de la palabra interface: la superficie que forma una frontera común entre dos regiones, cuerpos, sustancias o fases adyacentes. Al aplicar la anterior definición a nuestro tema de interés, la palabra interface puede definirse como: el dispositivo que establece una comunicación entre dos partes diferentes del proceso industrial, como lo es el operador y la maquinaria propia del proceso.

Para poder aplicar un proyecto de automatización que contemple el uso de una interface Hombre-Máquina a un proceso industrial, debemos no sólo evaluar los beneficios que obtendremos al implementarlos, sino que también debemos hacer una evaluación para determinar si nuestro proceso industrial puede ser optimizado al hacer uso de esta interface. Encontramos que los beneficios a obtener son muchos en relación al costo del desarrollo del proyecto. La mejor opción será la implementación de algún tipo de automatización del proceso haciendo uso de lo que hemos llamado interface Hombre-Máquina. Uno de los

principales propósitos para hacer uso de un sistema de automatización industrial consiste en el aumento de la capacidad de producción sin tener que caer en la necesidad de incrementar el tamaño de la fuerza de trabajo.

Entre las características que una interface hombre-máquina deben cumplir para lograr una instalación exitosa encontramos:

- Compatibilidad con computadoras personales
- Capacidad de uso de datos estadísticos
- Interface amigable al usuario
- Información dinámica
- Animación completa
- Capacidad multitarea completa

Una interface Hombre-Máquina tiene que ser “amigable” para el usuario.

“Amigable” significa que, para el usuario de la interface, al observar en la pantalla de una computadora el proceso de la planta en que trabaja le sea familiar y conocido, también la interface debe ser capaz de poder reproducir la forma y los colores de los dispositivos de control a los que los operarios ya están acostumbrados a usar, es decir, que el usuario al observar la pantalla, pueda observar en ella los dispositivos de control que él ya conoce y de manera intuitiva sepa cómo manejarlos. Además el uso de gráficas tridimensionales altamente detalladas desarrolladas para las pantallas de los operadores hace que el uso de la computadora sea intuitivo.

Otra ventaja del uso de la interface Hombre-Máquina se encuentra en que éste tiene la capacidad de correr en varias computadoras diferentes simultáneamente, las cuales se pueden encontrar localizadas alrededor de la planta, y esto permite a los operadores monitorear y controlar todas las operaciones de la planta desde una terminal de computadora. El resultado final es el mejor aprovechamiento del número de operadores y producción más eficiente.

Otro aspecto importante en el desarrollo de un programa de automatización industrial haciendo uso de una interface Hombre-Máquina es que los métodos de operación existentes

y los números de identificación de los equipos pueden ser usados en el nuevo sistema, lo que minimiza la necesidad de entrenamiento a los operadores⁶.

CAPÍTULO III

SELECCIÓN DE DISPOSITIVOS

3.1 CONTROLADOR LOGICO PROGRAMABLE

Hasta hace poco tiempo el control de procesos industriales se hacía de forma cableado por medio de contactores y relés. Al operario que se encontraba a cargo de este tipo de

⁶ **(Piedrasanta, 1999)**

instalaciones, se le exigía tener altos conocimientos técnicos para poder realizarlas y mantenerlas. Por otra parte, cualquier variación en el proceso suponía modificar físicamente gran parte de las conexiones de los montajes, siendo necesario para ello un gran esfuerzo técnico y un mayor desembolso económico.

En la actualidad, no se puede entender un proceso complejo de alto nivel desarrollado por técnicas cableadas. El ordenador y los autómatas programables han intervenido de forma considerable para que este tipo de instalaciones se hayan visto sustituidas por otras controladas de forma programada.

El término PLC de amplia difusión en el medio significa en inglés, Controlador Lógico Programable. Originalmente se denominaban PCs (Programmable Controllers), pero, con la llegada de las IBM PCs, para evitar confusión, se emplearon definitivamente las siglas PLC.

Es un sistema porque contiene todo lo necesario para operar, e industrial por tener todos los registros necesarios para operar en los ambientes hostiles encontrados en la industria.

Esta familia de aparatos se distingue de otros controladores automáticos en que puede ser programado para controlar cualquier tipo de máquina, a diferencia de otros muchos que, solamente pueden controlar un tipo específico de aparato. Un programador o Control de Flama de una caldera, es un ejemplo de estos últimos.

Los PLC's o Autómatas Programables, son dispositivos electrónicos creados específicamente para el control de procesos secuenciales, es decir procesos compuestos de varias etapas consecutivas, con el fin de lograr que una máquina o cualquier otro dispositivo funcione de forma automática. Puesto que están pensados para aplicaciones de control industrial, su diseño les confiere una especial robustez.

El PLC es realmente el cerebro que gestiona y controla automáticamente nuestras instalaciones. Dependiendo del tamaño de la planta y de la complejidad de la automatización, el número de autómatas puede variar desde uno hasta un número importante de autómatas enlazados.

Los PLC's se introdujeron por primera vez en la industria en 1960 aproximadamente por la necesidad de eliminar el gran costo que se producía al reemplazar el complejo sistema de control basado en relés y contactores.

El problema de los relés era que cuando los requerimientos de producción cambiaban también lo hacía el sistema de control. Dado que los relés son dispositivos mecánicos y poseen una vida limitada se requería una estricta mantención planificada. Por otra parte, a veces se debían realizar conexiones entre cientos o miles de relés, lo que implicaba un enorme esfuerzo de diseño y mantenimiento.

Estos nuevos controladores debían ser fácilmente programables por ingenieros de planta o personal de mantenimiento. El tiempo de vida debía ser largo y los cambios en el programa tenían que realizarse de forma sencilla. La solución fue el empleo de una técnica de programación familiar y reemplazar los relés mecánicos por relés de estado sólido.

En 1969 la División Hydramatic de la General Motors instaló el primer PLC para reemplazar los sistemas inflexibles alambrados usados entonces en sus líneas de producción.

A mediados de los 70, los microprocesadores convencionales cedieron la potencia necesaria para resolver de forma rápida y completa la lógica de los pequeños PLC's. Por cada modelo de microprocesador había un modelo de PLC basado en el mismo. No obstante, el modelo 2903 de AMD fue de los más utilizados.

Ya en 1971, los PLCs se extendían a otras industrias.

Las habilidades de comunicación comenzaron a aparecer en 1973. El primer sistema fue el bus Modicon (Modbus). El PLC podía ahora dialogar con otros PLC's y en conjunto podían estar aislados de las máquinas que controlaban. También podían enviar y recibir señales de tensión variables, entrando en el mundo analógico. Desafortunadamente, la falta de un estándar acompañado con un continuo cambio tecnológico ha hecho que la comunicación de PLC's sea un gran océano de sistemas físicos y protocolos incompatibles entre sí.

En el año ochenta, ya los componentes electrónicos permitieron un conjunto de operaciones en 16 bits,- comparados con los 4 de los 70s -, en un pequeño volumen, lo que los popularizó en todo el mundo.

En los 80 se produjo un intento de estandarización de las comunicaciones con el protocolo MAP (Manufacturing Automation Protocol) de General Motors. También fue un tiempo en el que se redujeron las dimensiones del PLC y se pasó a programar con programación simbólica a través de ordenadores personales en vez de los clásicos terminales de programación. Hoy día el PLC más pequeño es del tamaño de un simple relé.

A comienzo de los noventa, aparecieron los microprocesadores de 32 bits con posibilidad de operaciones matemáticas complejas, y de comunicaciones entre PLCs de diferentes marcas y PCs, los que abrieron la posibilidad de fábricas completamente automatizadas y con comunicación a la Gerencia en "tiempo real". Los 90 han mostrado una gradual reducción en el número de nuevos protocolos.

Hoy en día, los grandes competidores de los PLC son los ordenadores personales o PC, debido a las grandes posibilidades que éstos pueden proporcionar, aunque los PLC con su reducido tamaño y su gran versatilidad aun controlan el escenario industrial.⁷

3.1.1 Definición del PLC

De acuerdo con la definición de la "Nema" (National Electrical Manufacturers Association) un controlador programable es:

"Un aparato electrónico operado digitalmente, que usa una memoria programable para el almacenamiento interno de instrucciones para implementar funciones específicas, tales como lógica, secuenciación, registro y control de tiempos, conteo y operaciones aritméticas para controlar, a través de módulos de entrada/salida digitales (ON/OFF) o analógicos (1.5 VDC, 4-20 mA, etc.), varios tipos de máquinas o procesos".

⁷ (Borger, 2011)

3.1.2 Especificaciones del PLC

Existen diversos tipos de PLC's distintos modelos y distintas marcas, entre las cuales tenemos:

Siemens

- CPU Controladores Simatic - S7200 S7300 S7400 S71200
- HMI Consolas de Monitoreo - OP17, OP73, TD200, TP177

Allen Bradley

- Programable Controlers - MicroLogix 1000/1500, SLC 500 System, PLC5 System
- GuardLogixIntegrated
- SmartGuard600 Controler
- Panel View Standard - Panel View Plus

Mitsubishi

- Micro Controlers - Alpha 2
- Compact PLC - Melsec FX3UC, Melsec FX3U
- Modular PLC - System Q(Q00J-Q25H)
- HMI - Series E, GOT, IPC1000

Schneider Telemecanique

- Controladores Modicon - TSX Micro, Premium, Quantum, Atrium, Momentum, M340
- Terminales Graficos y Alfanumericos - Magelis XBT ,R N T - XBT GTW
- Supervicion - Vijeo Citect

Honeywell

- Master Logic PLC
- TDC 2000/3000
- Experion Vista (Scada)

ABB

- Industrial IT- Sistem 800 Control

- HMI 800 - Panel 800
- AC800M - Compact Controller S800L I/O

Todos estos modelos nos ofrecen gran versatilidad con respecto a su uso, en la lista o hemos detallado los demás productos que ofrecen, como variadores de frecuencia, módulos de comunicación e interfaces de supervisión más avanzadas.

Se analizaron diversos factores para la elección de la marca y el modelo a utilizar, quedando en primera instancia el controlador Twido de Telemecanique con una Magelix, pero al seguir indagando más Siemens se roba todas las luces con su mas reciente lanzamiento el S7-1200 y toda la amplia gama que nos brinda, en HMI's, Módulos de expansión y de comunicación y su flexibilidad y escalabilidad para que el proyecto de tesis pueda ser integrado con futuros proyectos.

El 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 conteo 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.

En las versiones anteriores de PLC's de Siemens, necesitábamos adquirir un cable adicional para su programación, que era usando el puerto serial, lo que implicaba un costo que para muchos representaba un gasto innecesario.

Es así como el S7-1200 incorpora un puerto PROFINET para la comunicación en una red PROFINET. Pero para mantener su versatilidad también están disponibles los módulos de comunicación para la comunicación en redes RS485 o RS232.

El nuevo sistema S7-1200 desarrollado viene equipado con tres modelos diferentes de CPU (CPU 1211C, CPU 1212C y CPU 1214C) que se podrán expandir a las necesidades y requerimientos de las máquinas.

Los módulos de señales pueden conectarse en la parte derecha de la CPU con la finalidad de aumentar la capacidad de Entradas / Salidas de la CPU. La CPU 1212C está capacitada para aceptar hasta dos módulos y la CPU 1214C hasta un total de ocho módulos de señal.

Finalmente, todas las CPUs del Simatic S7-1200 pueden ser equipadas con tres módulos de comunicación en la parte izquierda del controlador para poder realizar comunicación punto a punto.

Un Signal Board puede añadirse en la parte frontal de cualquiera de las CPUs de manera que se pueden expandir fácilmente las señales digitales y analógicas sin afectar al tamaño físico del controlador.

3.1.3 PARTES BASICAS DE LA CPU 1212C

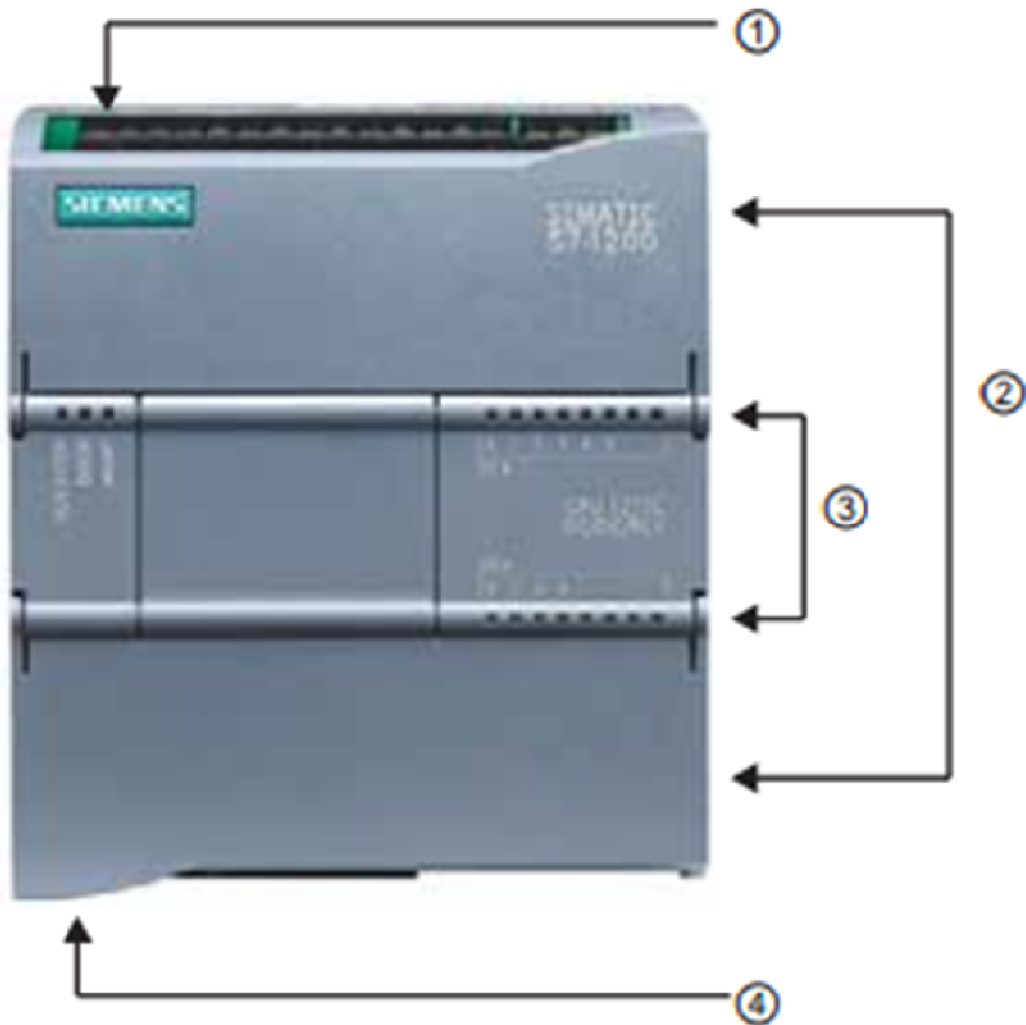


FIGURA III.16: PARTES BÁSICAS DE LA CPU 1212C

1. Conector de VCA
2. Conectores extraíble para el cableado de usuario (detrás de las tapas) y ranura de memory Card (debajo de la tapa superior)
3. Led de estado para las E/S integradas
4. Conector PROFINET (en el lado inferior de la CPU).
5. Ranura para Signal Board (detrás de la tapa).

3.1.4 Programación del PLC (TIA PORTAL)

Introducción

5

El *Totally Integrated Automation Portal* (**TIA Portal**) integra diferentes productos SIMATIC en una aplicación de software que le permitirá aumentar la productividad y la eficiencia del proceso. Dentro del TIA Portal, los productos TIA interactúan entre sí, ofreciéndole soporte en todas las áreas implicadas en la creación de una solución de automatización.

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.

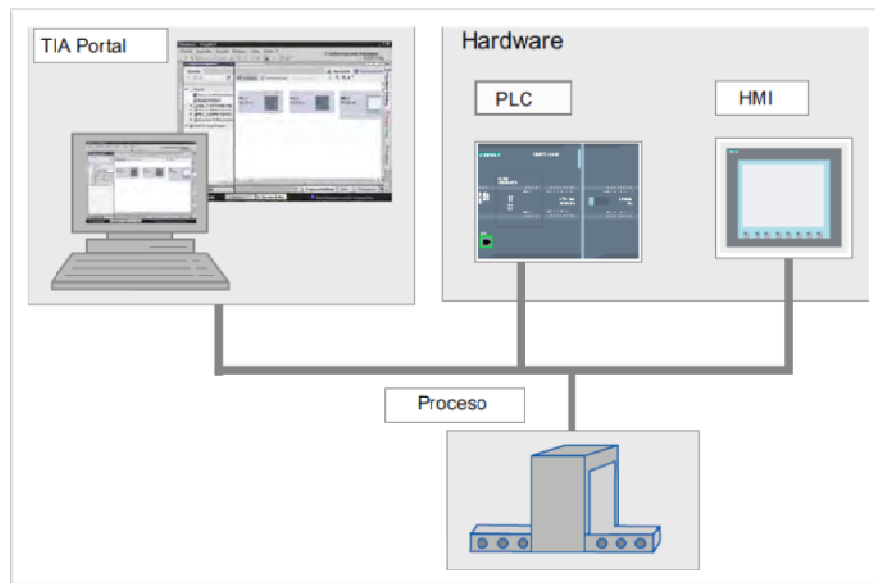


FIGURA III.17: SISTEMA SCADA SIEMENS

Tareas

El **TIA Portal** le ayuda a crear una solución de automatización. Los principales pasos de configuración son:

- Creación del proyecto
- Configuración del hardware
- Conexión en red de los dispositivos
- Programación del controlador
- Configuración de la visualización
- Carga de los datos de configuración
- Uso de las funciones Online y diagnóstico

Ventajas

El **TIA Portal** ofrece las siguientes ventajas:

- Gestión conjunta de los datos
- Manejo unitario de los programas, los datos de configuración y los datos de visualización
- Fácil edición mediante Drag & Drop
- Comodidad de carga de los datos en los dispositivos
- Manejo unitario
- Configuración y diagnóstico asistidos por gráficos

Sistema de ingeniería

Con el **TIA Portal** se configura 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.

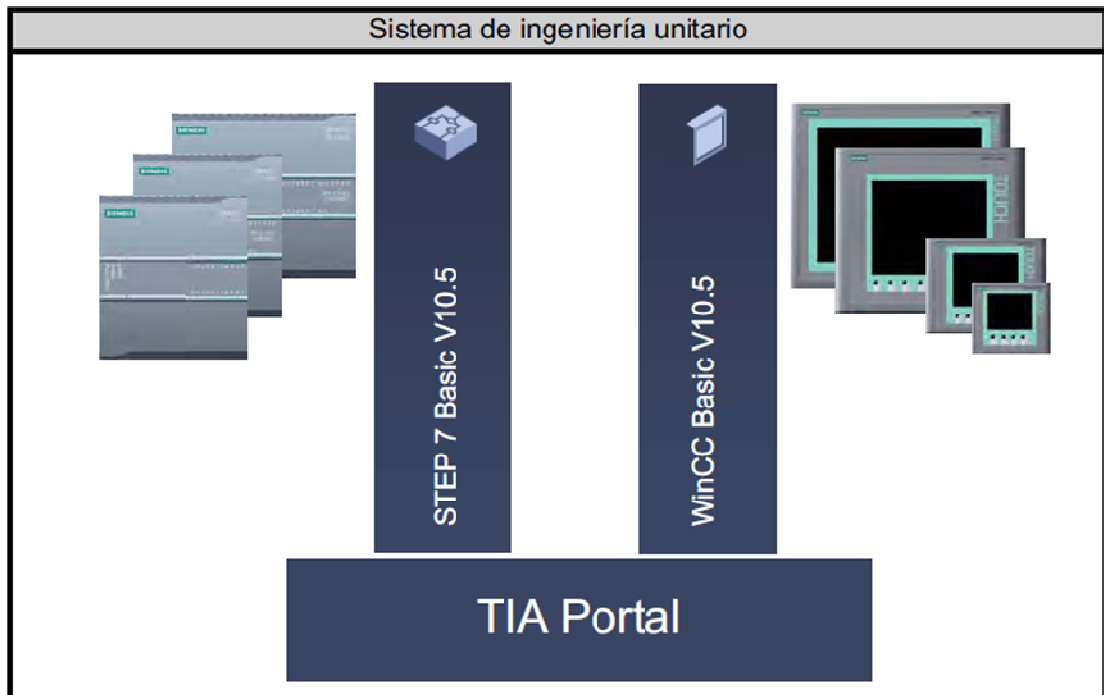


FIGURA III.18: SISTEMA DE INGENIERÍA UNIFICADO

Gestión de datos centralizada

Todos los datos se guardan en un proyecto del **TIA Portal**. Los cambios en los datos de aplicación, como p. ej. las variables, se actualizan automáticamente en todo el proyecto, abarcando incluso varios dispositivos.

Direccionamiento simbólico global

Si se utiliza una variable de proceso en varios bloques de distintos controladores y en imágenes HMI, dicha variable puede crearse o modificarse desde cualquier punto del programa. No importan ni el bloque ni el dispositivo en el que se realice la modificación. El TIA Portal ofrece las posibilidades siguientes para definir variables PLC:

- Definición en la tabla de variables PLC
- Definición en el editor de programas
- Definición mediante conexión con las entradas y salidas del controlador

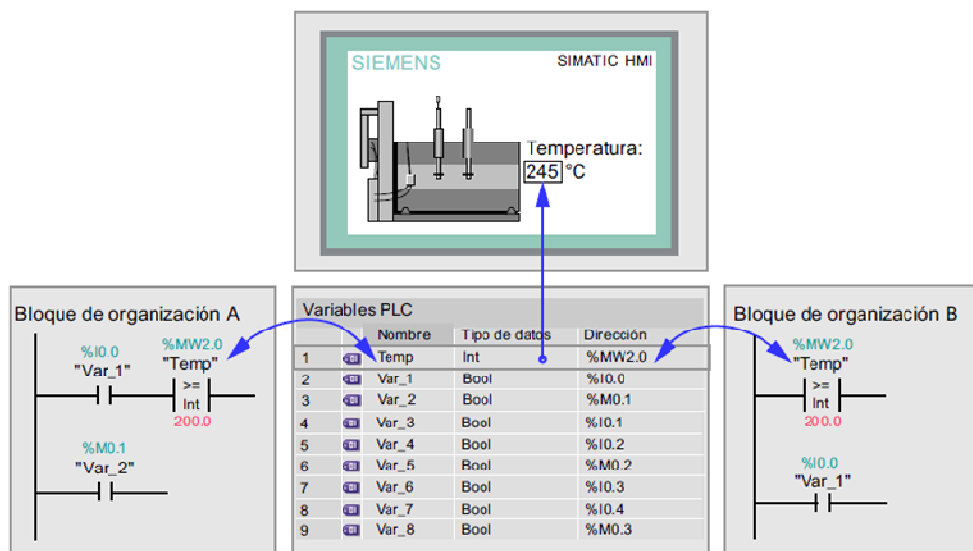


FIGURA III.19: SISTEMA CENTRALIZADO DE REFERENCIA DE VARIABLES.

Todas las variables PLC definidas aparecen en la tabla de variables PLC, donde se pueden editar. Las modificaciones se realizan de forma centralizada y se actualizan continuamente. Gracias a la gestión de datos coherente, ya no es necesario que los diferentes participantes de un proyecto se sincronicen, por ejemplo el programador y el diseñador HMI.

Concepto de librería

Distintas partes de un proyecto pueden volver a utilizarse tanto dentro del proyecto como en otros proyectos gracias a las librerías.

- Los elementos tales como bloques, variables PLC, tablas de variables, alarmas, imágenes HMI, módulos individuales o estaciones completas se almacenan en librerías locales y globales.
- También es posible reutilizar dispositivos y funciones definidas.
- La librería global permite intercambiar fácilmente datos entre proyectos.

Vista del portal

La vista del portal ofrece una vista de las herramientas orientada a las tareas. El objetivo de la vista del portal es facilitar en lo posible la navegación por las tareas y los datos del proyecto. Para ello, es posible acceder a las funciones de la aplicación desde distintos portales, según las principales tareas que deban realizarse. La figura siguiente muestra la estructura de la vista del portal:

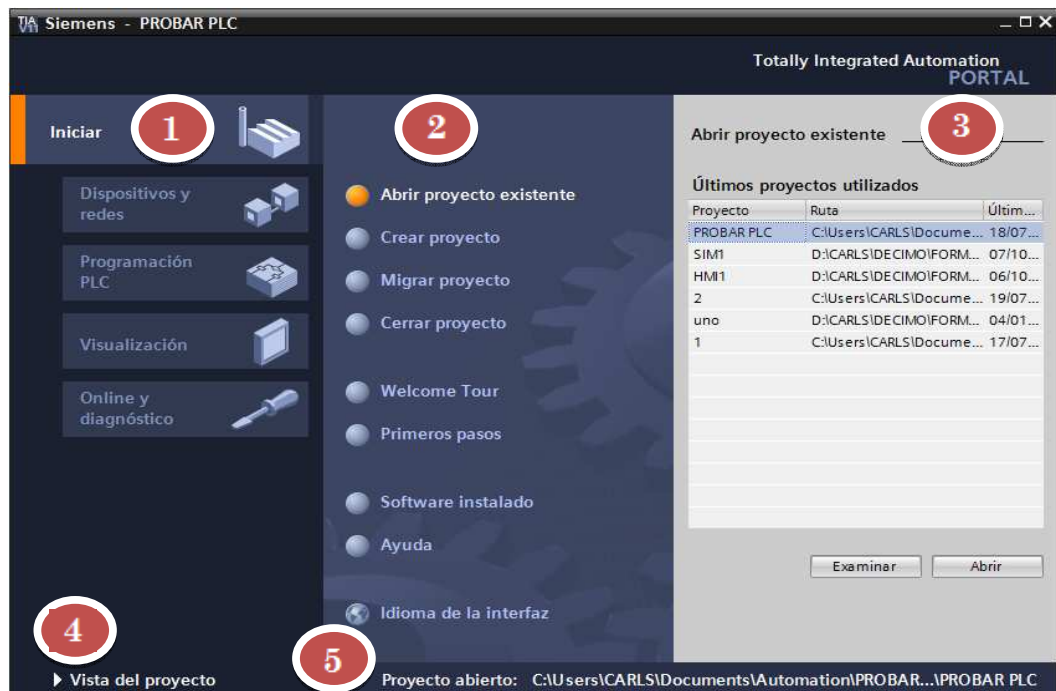


FIGURA III.20: TOTALLY INTEGRATED AUTOMATION PORTAL

① Portales para las distintas tareas:

Los portales proveen las funciones básicas para las distintas tareas. Los portales disponibles en la vista del portal dependen de los productos instalados.

② Acciones del portal seleccionado:

Aquí aparecen las acciones que se pueden ejecutar en el portal en cuestión y que pueden variar en función del portal. El acceso contextual a la Ayuda es posible desde cualquier portal.

③ Ventana de selección de la acción seleccionada:

La ventana de selección está disponible en todos los portales. El contenido de la ventana se adapta a la selección actual.

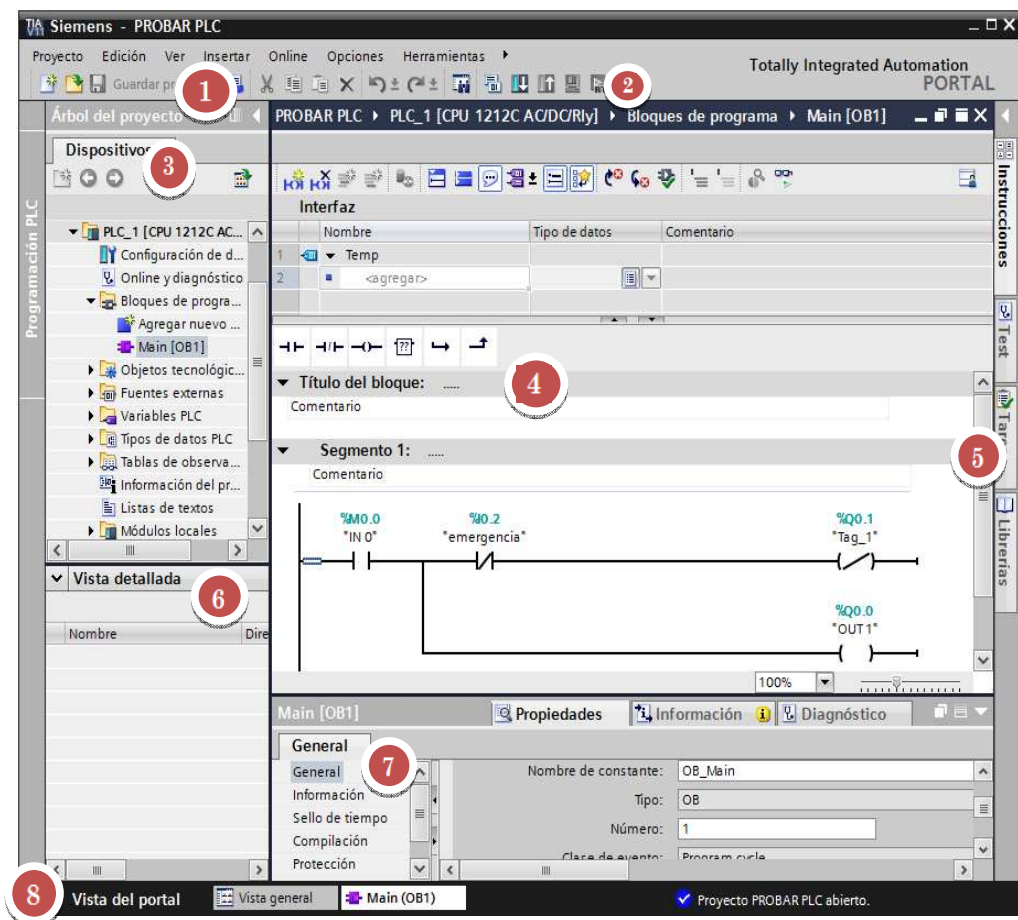
④ Cambiar a la vista del proyecto:

El enlace "Vista del proyecto" permite cambiar a la vista del proyecto.

⑤ Indicación del proyecto abierto actualmente:

Aquí se indica qué proyecto está abierto actualmente.

FIGURA III.21: VISTA GENERAL DE LA VENTANA DE PROGRAMACIÓN



① Barra de menús:

En la barra de menús se encuentran todos los comandos necesarios para trabajar con el software.

② Barra de herramientas:

La barra de herramientas contiene botones que ofrecen acceso directo a los comandos más frecuentes. De esta manera es posible acceder más rápidamente a los comandos que desde los menús.

③ Árbol del proyecto:

A través del árbol del proyecto es posible acceder a todos los componentes y datos del proyecto. En el árbol del proyecto pueden realizarse p. ej. las siguientes acciones:

- Agregar componentes
- Editar componentes existentes
- Consultar y modificar las propiedades de los componentes existentes

④ Área de trabajo:

En el área de trabajo se visualizan los objetos que se abren para editarlos.

⑤ Task Cards:

Las Task Cards están disponibles en función del objeto editado o seleccionado. Las Task Cards disponibles se encuentran en una barra en el borde derecho de la pantalla. Se pueden expandir y contraer en todo momento.

⑥ Vista detallada:

En la vista detallada se visualizan determinados contenidos del objeto seleccionado. Los contenidos posibles son p. ej. listas de textos o variables.

⑦ Ventana de inspección:

En la ventana de inspección se visualiza información adicional sobre el objeto seleccionado o sobre las acciones realizadas.

⑧ Cambiar a la vista del portal:

El enlace "Vista del portal" permite cambiar a la vista del portal.

Crear un proyecto

Procedimiento

Para crear un proyecto nuevo, proceda del siguiente modo:

1. Inicie el Totally Integrated Automation Portal.

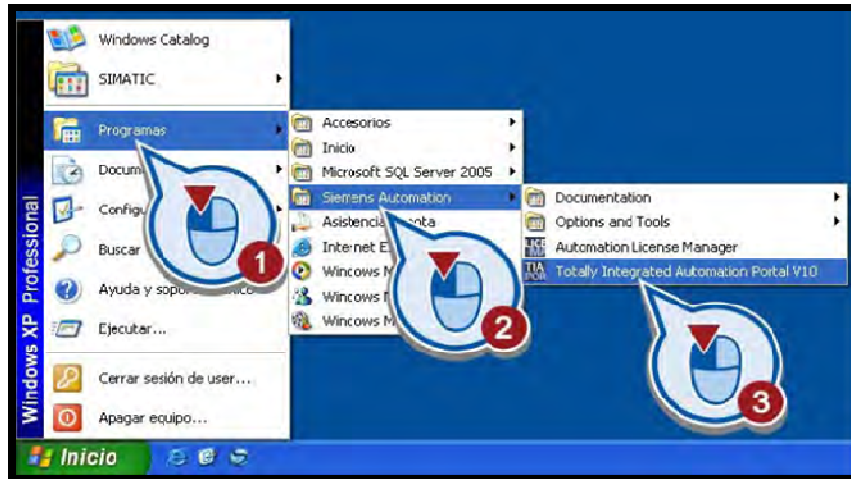


FIGURA III.22: ENTRAR AL TIA PORTAL

2. Cree el proyecto "Pasteurization_Station" en una ruta de su elección.

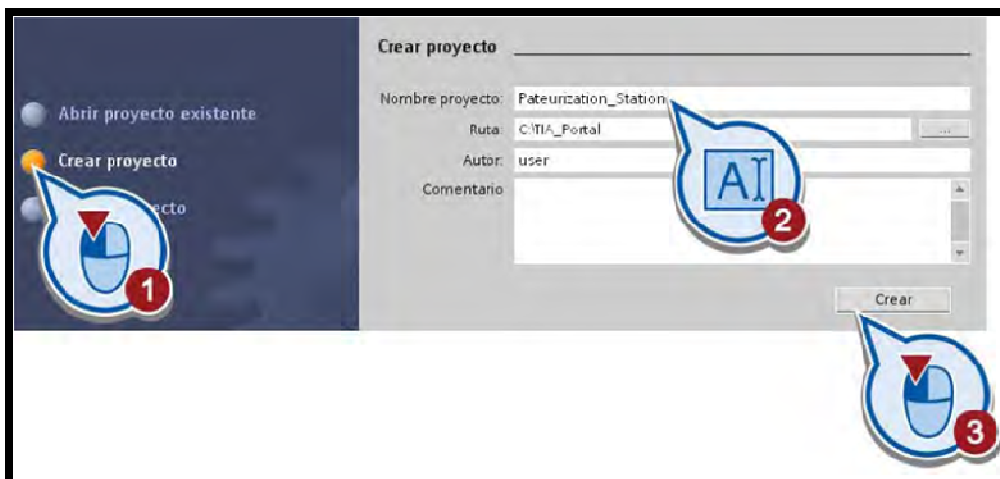


FIGURA III.23: CREACIÓN DE UN PROYECTO

Insertar y configurar un controlador

Insertar un controlador

Para agregar un dispositivo nuevo al proyecto, proceda del siguiente modo:

1. Inserte un dispositivo nuevo desde el portal.



FIGURA III.24: AGREGAR DISPOSITIVOS

2. Seleccione el controlador deseado.

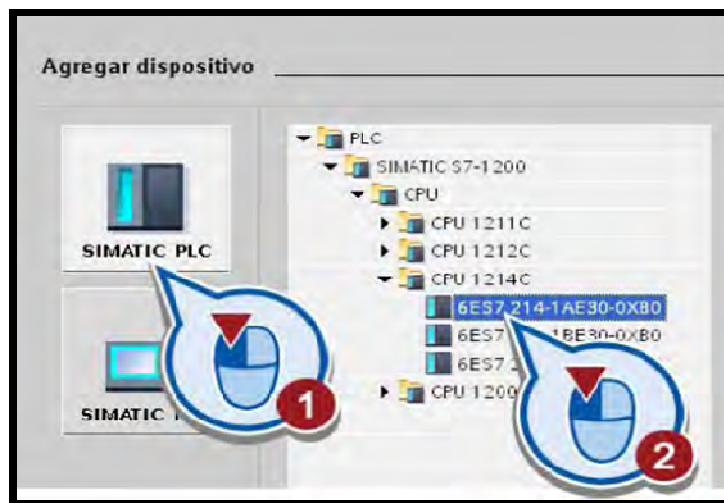


FIGURA III.25: SELECCIÓN DEL DISPOSITIVO A AGREGAR

3. Asegúrese de que la opción "Abrir la vista de dispositivos" esté activada.

Si esta opción está desactivada, haga clic en ella con el botón izquierdo del ratón para activarla.

4. Haga clic en el botón "Agregar".



FIGURA III.26: VISTA DE LA DESCRIPCION DEL DISPOSITIVO SELECCIONADO

Se ha creado un controlador nuevo en el proyecto y se ha abierto en la vista de dispositivos del editor de dispositivos y redes.

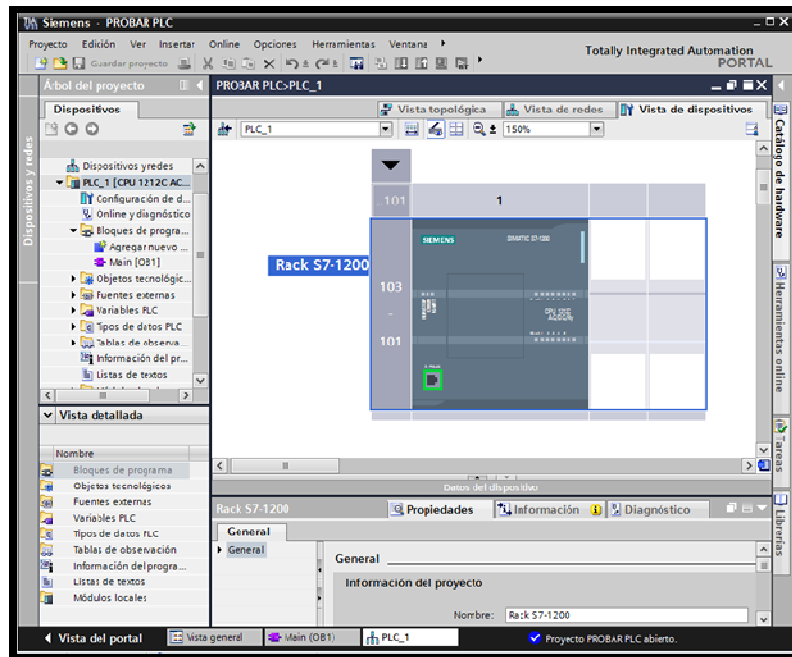


FIGURA III.27: VISTA DE DISPOSITIVOS

Resumen del editor de dispositivos y redes

El editor de dispositivos y redes es el entorno de desarrollo integrado para configurar, parametrizar y conectar dispositivos y módulos en red. Está formado por una vista de redes y una vista de dispositivos. Es posible conmutar en todo momento entre ambos editores.

La vista de redes es el área de trabajo del editor de dispositivos y redes, y en él se realizan las tareas siguientes:

- Configurar y parametrizar dispositivos
- Interconectar dispositivos

La figura siguiente muestra la estructura de la vista de redes:

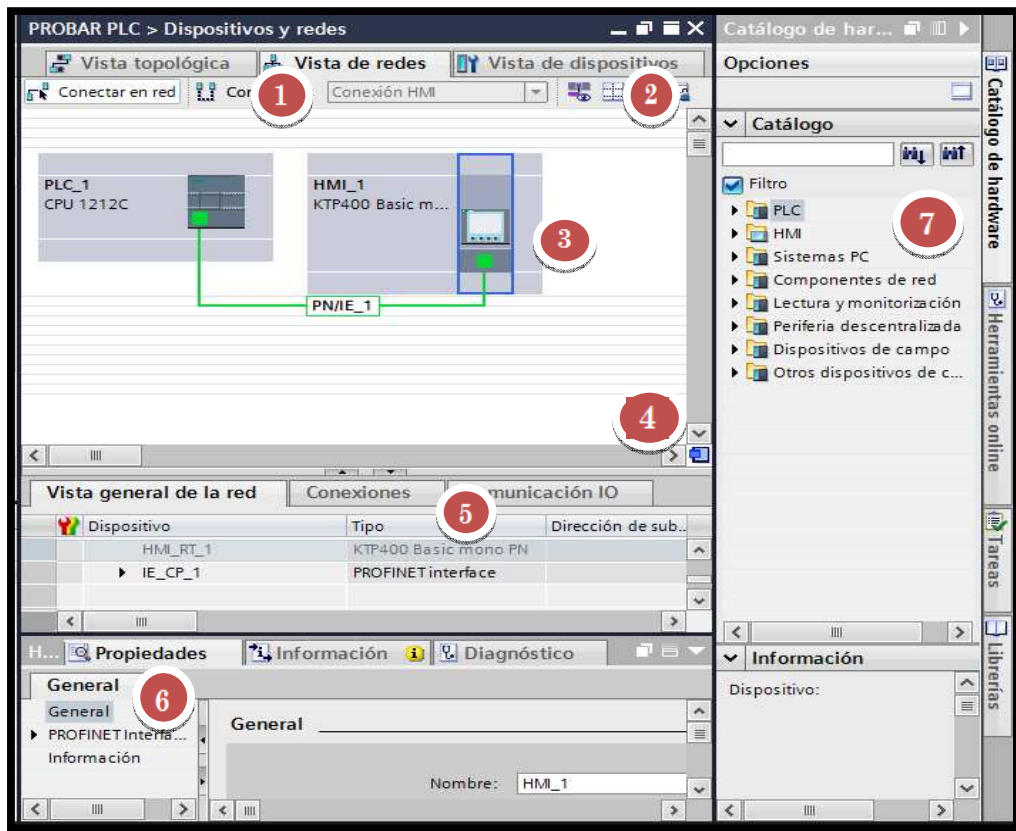


FIGURA III.28: VISTA DE DISPOSITIVOS Y REDES

- ① Ficha para cambiar entre la vista de dispositivos y la de redes
- ② Barra de herramientas:

La barra de herramientas contiene las herramientas para la conexión gráfica en red de dispositivos, la configuración de conexiones y la visualización de información sobre las direcciones. La función de zoom permite modificar la representación en el área gráfica.

- ③ Área gráfica:

El área gráfica muestra los dispositivos de red, las redes, conexiones y relaciones.

En el área gráfica se insertan dispositivos del catálogo de hardware y se interconectan a través de sus interfaces.

- ④ Navegación general:

La navegación general ofrece una vista general de los objetos creados en el área gráfica. Manteniendo pulsado el botón del ratón en la navegación general se accede rápidamente a los objetos que se desean visualizar en el área gráfica.

⑤ Área de tabla:

El área de tabla ofrece una vista general de los dispositivos, conexiones y comunicaciones utilizadas.

⑥ Ventana de inspección:

La ventana de inspección muestra información relacionada con los objetos seleccionados actualmente. En la ficha "Propiedades" de la ventana de inspección se editan los ajustes de los objetos seleccionados.

⑦ Task Card "Catálogo de hardware":

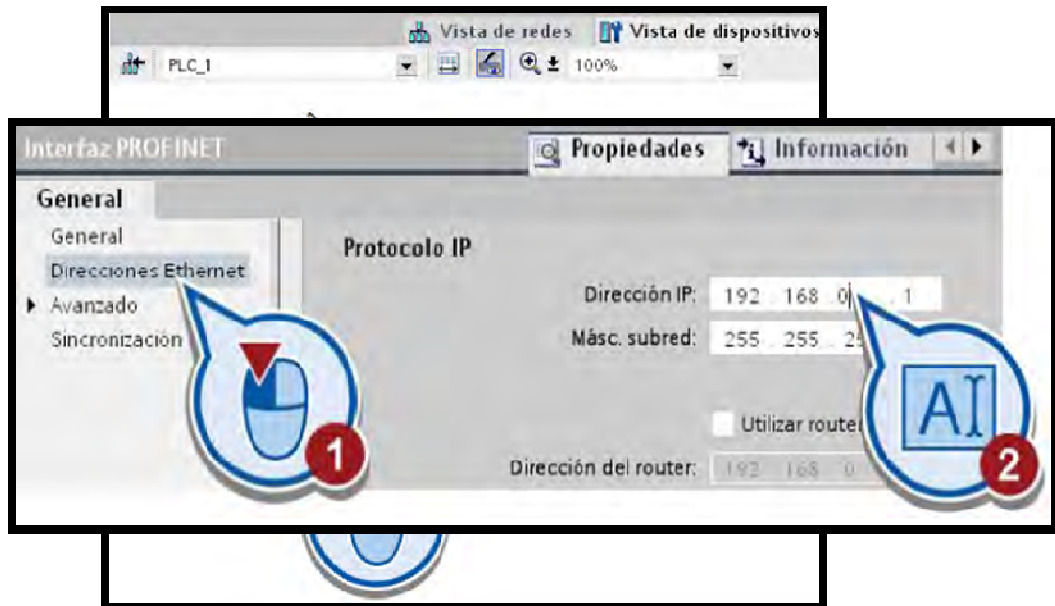
El catálogo de hardware permite acceder rápidamente a los diversos componentes de hardware. Los dispositivos y módulos necesarios para la tarea de automatización se arrastran desde el catálogo de hardware hasta el área gráfica de la vista de redes.

Configurar el controlador

Para configurar el controlador, proceda del siguiente modo:

1. Seleccione la interfaz PROFINET en la representación gráfica.
En la ventana de inspección aparecen las propiedades de la interfaz PROFINET.

FIGURA III.29: SELECCIÓN DE INTERFAZ PROFINET



2. Introduzca la dirección IP del controlador en la opción "Direcciones Ethernet" de la ventana de inspección.

FIGURA III.30: PROPIEDADES DE LA INTERFAZ PROFINET

3. Guarde el proyecto haciendo clic en el icono "Guardar proyecto" de la barra de herramientas.
4. Cierre el editor de hardware y redes.

Vista general del editor de programas

El editor de programas permite crear los bloques del programa. El editor de programas está formado por varias áreas que soportan la ejecución de diferentes tareas de programación, según sea su función.

La figura siguiente muestra la estructura del editor de programas:

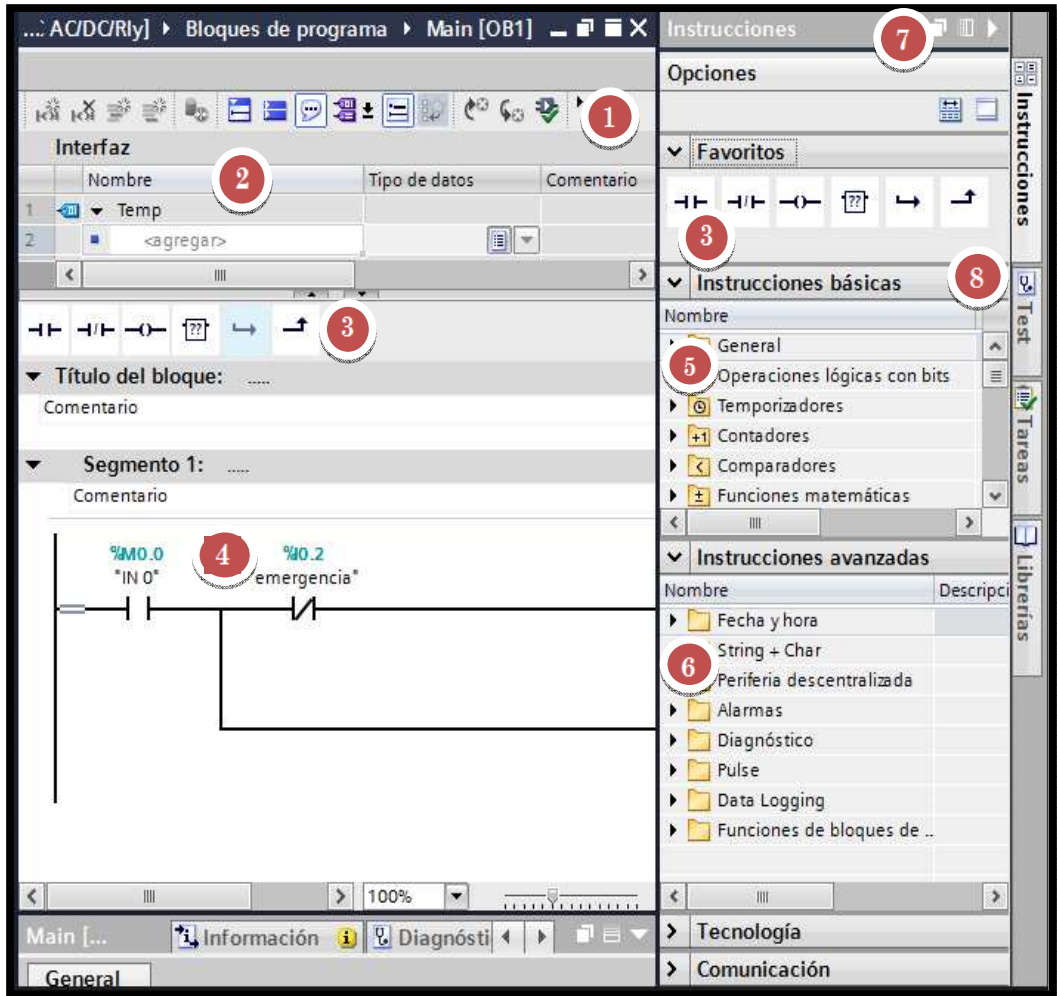


FIGURA III.3: ESTRUCTURA DEL EDITOR DE PROGRAMAS

① Barra de herramientas:

La barra de herramientas permite acceder a las principales funciones del editor de programas, tales como:

- Insertar, borrar, expandir y contraer segmentos
- Mostrar y ocultar operandos absolutos
- Mostrar y ocultar comentarios de segmento
- Mostrar y ocultar los Favoritos
- Mostrar y ocultar la visualización del estado del programa

② Interfaz del bloque:

La interfaz del bloque sirve para crear y gestionar variables locales.

③ Paleta "Favoritos" de la Task Card "Instrucciones" y Favoritos en el editor de programas:

Los Favoritos permiten acceder rápidamente a las instrucciones que se utilizan con frecuencia. Es posible ampliar la paleta "Favoritos" con otras instrucciones.

④ Ventana de instrucciones:

La ventana de instrucciones es el área de trabajo del editor de programas. Aquí pueden realizarse las tareas siguientes:

- Crear y gestionar segmentos
- Introducir títulos y comentarios de bloques y segmentos
- Insertar instrucciones y asignarles variables.

⑤ Paleta "Instrucciones" de la Task Card "Instrucciones"

⑥ Paleta "Instrucciones avanzadas" de la Task Card "Instrucciones"

⑦ Task Card "Instrucciones":

La Task Card "Instrucciones" contiene las instrucciones con las que se crean los contenidos del programa.

⑧ Task Card "Test"

Segmentos

El programa de un bloque de organización se divide en segmentos. Dichos segmentos se utilizan para estructurar programas. Cada bloque puede contener 999 segmentos como máximo.

En el bloque de organización "Main [OB1]" se crea un segmento automáticamente.

Segmentos en el lenguaje de programación KOP

El programa de un bloque de organización puede crearse con diferentes lenguajes de programación. Para el proyecto de ejemplo se edita el bloque de organización "Main [OB1]" con el lenguaje de programación gráfico KOP.

La representación de este lenguaje de programación imita los esquemas de circuitos, es decir, cada programa KOP de un bloque está dividido en segmentos que, a su vez, están formados por una barra de alimentación y un circuito como mínimo.

Un segmento se puede ampliar insertando circuitos adicionales. En los distintos circuitos es posible programar conexiones en paralelo con ayuda de ramas. Los circuitos y segmentos se procesan de arriba abajo y de izquierda a derecha.

Instrucciones KOP

Los contenidos propiamente dichos del programa se crean con las instrucciones KOP, que están disponibles en la Task Card "Instrucciones" de la interfaz de usuario. En las instrucciones KOP se distingue entre los tres tipos siguientes:

- **Contactos:** los contactos sirven para establecer o deshacer una conexión conductora entre dos elementos. A este respecto, los elementos pueden ser los elementos de programación KOP o los márgenes de la barra de alimentación. La corriente fluye de izquierda a derecha. Los contactos permiten consultar el estado lógico o el valor de un operando y controlar el flujo de corriente en función del resultado.
- **Bobinas:** las bobinas permiten controlar operandos binarios. En función del estado del resultado lógico, las bobinas pueden activar o desactivar un operando binario.
- **Cuadros:** los cuadros son elementos KOP con funciones complejas. El cuadro vacío es una excepción. Un cuadro vacío es un comodín en el que se puede seleccionar la operación deseada.

En la Task Card "Instrucciones" se encuentran distintas variaciones de los contactos, bobinas y cuadros, clasificados en diferentes carpetas de acuerdo con su función. Es preciso asignar variables a la mayoría de instrucciones KOP.

La figura siguiente muestra un ejemplo de un segmento KOP programado:

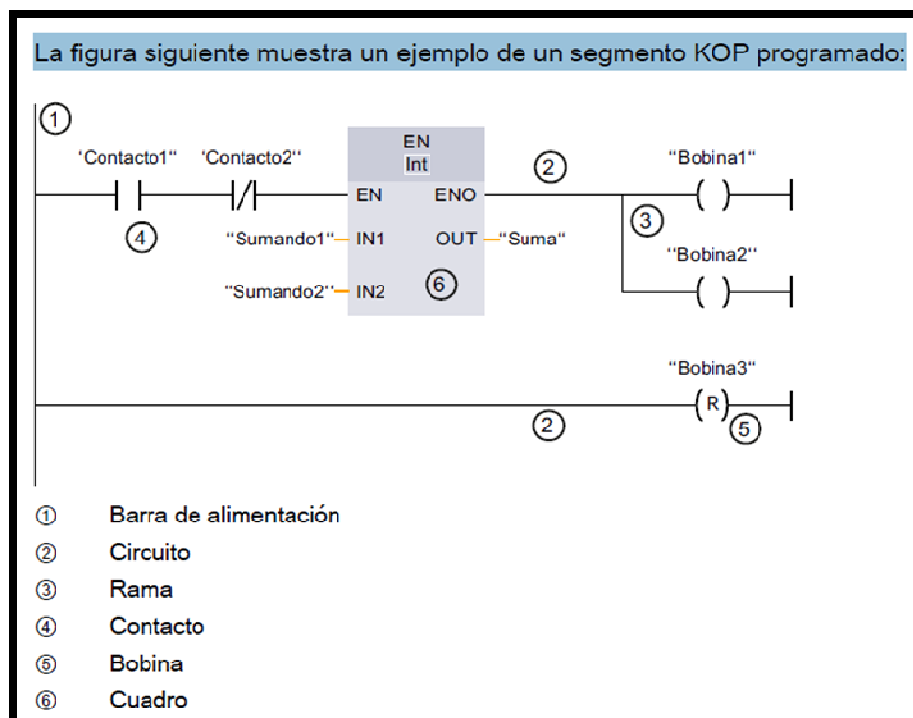


FIGURA III.32: SEGMENTO KOP

Creación de un programa básico

Para crear el programa de activación y desactivación de la instalación de ejemplo, proceda del siguiente modo:

1. Active la representación simbólica de las variables.

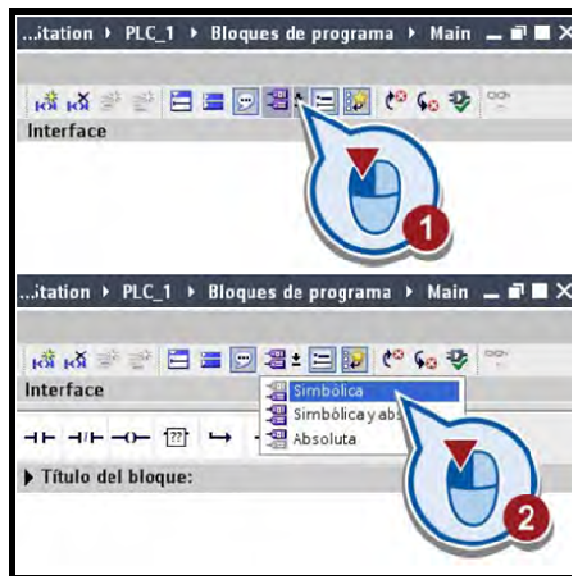


FIGURA III.33: REPRESENTACION SIMBOLICA DE VARIABLES

2. Inserte un contacto normalmente abierto en el primer segmento del bloque.

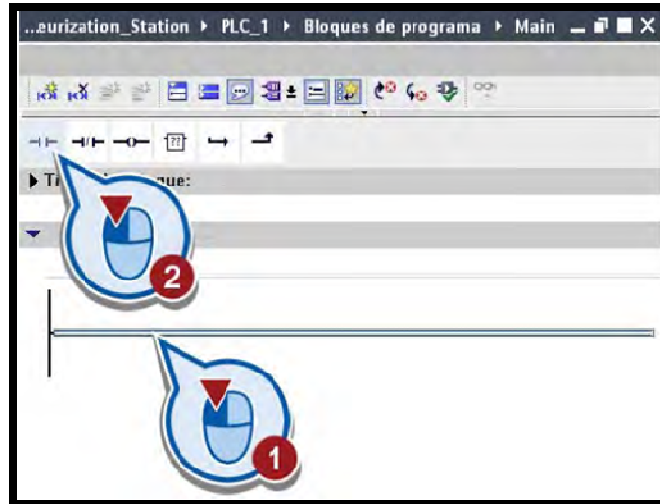


FIGURA III.34: INSERTAR CONTACTO NO AL SEGMENTO

3. Abra la Task Card "Instrucciones".

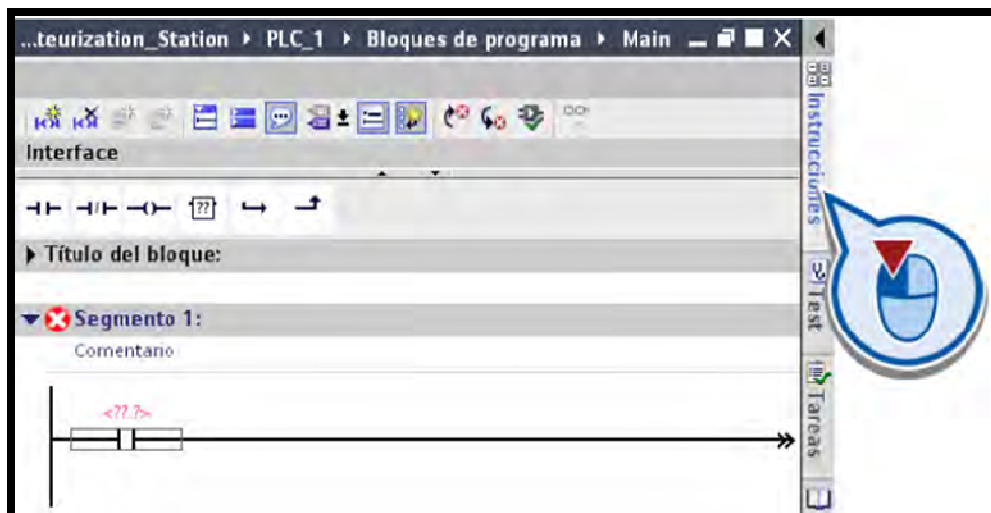


FIGURA III.35: TASK CARD INSTRCCIONES

4. Inserte la instrucción "Bobina de relé, salida" al final del circuito principal.

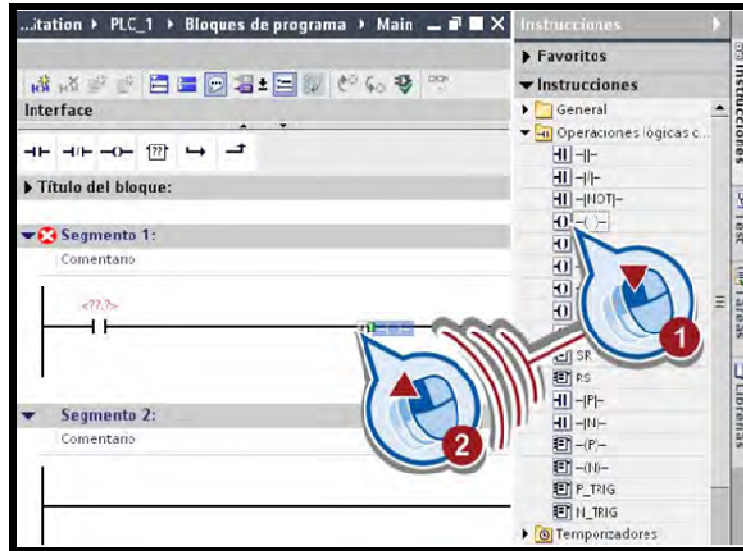


FIGURA III.36: INSERTAR BOBINA RELE SALIDA

5. Inserte una rama.

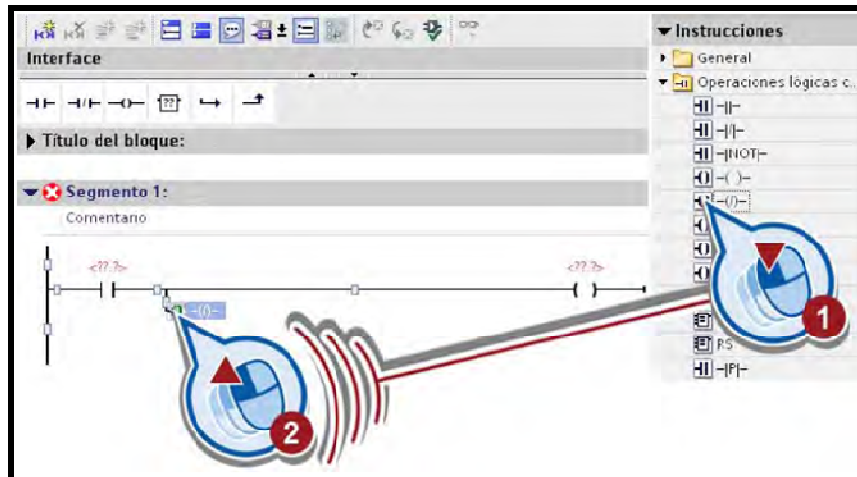


FIGURA III.37: INSERTAR UNA RAMA

6. Inserte la instrucción "Bobina de relé negada" al final de la rama.

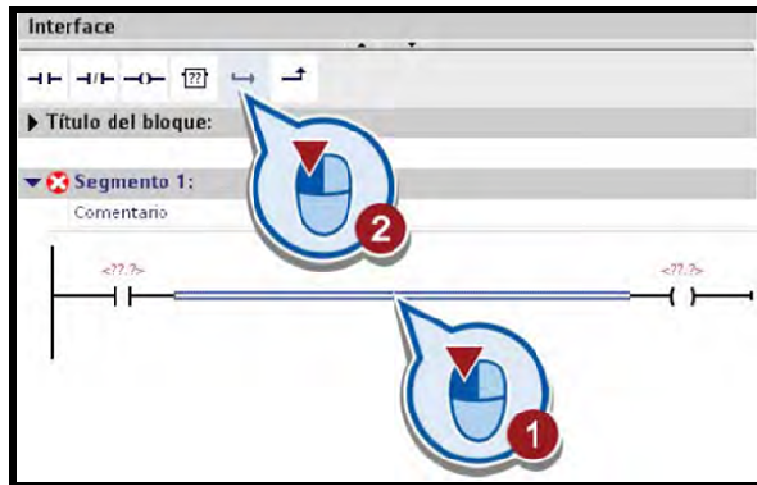


FIGURA III.38: INSERTAR BOBINA RELE NEGADA

Tabla de variables PLC

La tabla de variables PLC contiene la definición de las variables y constantes válidas para un controlador. Para cada controlador que se crea en el proyecto se genera automáticamente una tabla de variables PLC.

En la tabla siguiente se explica el significado de las distintas columnas de la ficha "Variables":


COLUMNA	SIGNIFICADO
	Símbolo en el que se hace clic para arrastrar una variable mediante Drag & Drop hasta un segmento y utilizarla allí como operando.
Nombre	Nombre unívoco en todo el controlador, que el usuario determina para la variable.
Tipos de datos	Tipo de datos que el usuario determina para la variable
Dirección	Dirección de la variable
Remanencia	Los valores de las variables remanentes se conservan incluso tras desconectarse la alimentación
Valor de observación	Valor de datos actual del controlador Esta columna se visualiza solo si existe una conexión online y se hace clic en el botón "Observar"
Comentario	Comentario para documentar la variable.

TABLA III.II: ATRIBUTOS DE LAS VARIABLES.

Definir 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.

Para interconectar las instrucciones KOP con variables PLC, proceda del siguiente modo:

1. Abra el primer segmento del bloque de organización "Main [OB1]".
2. Introduzca el nombre "ON_OFF_Switch" en el comodín del operando del contacto normalmente abierto.

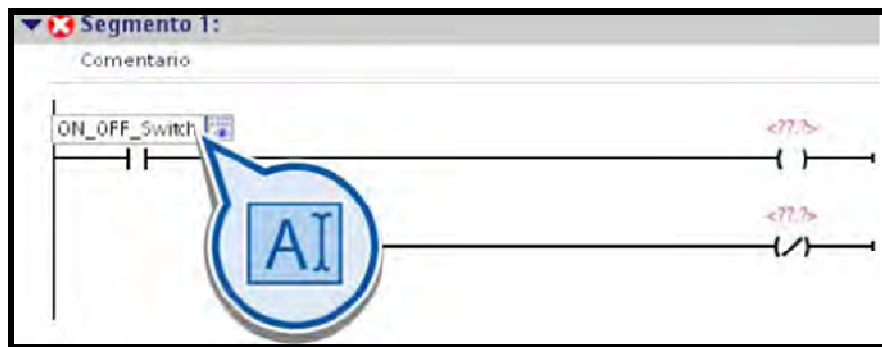


FIGURA III.39: RENOMBRAR EL CONTACTO NO

3. Abra el cuadro de diálogo "Definir variable".

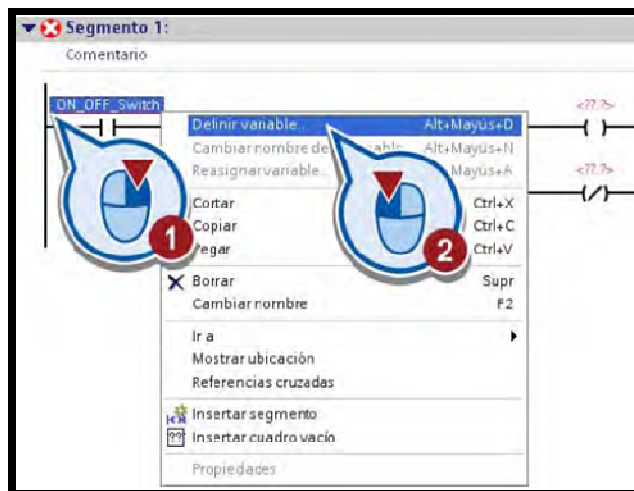


FIGURA III.40: DEFINIR VARIABLE

4. Defina la variable "ON_OFF_Switch".

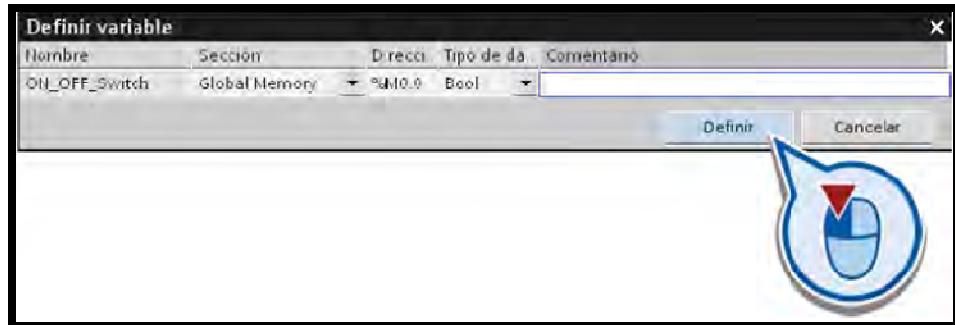


FIGURA III.41: DEFINIR VARIABLE

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

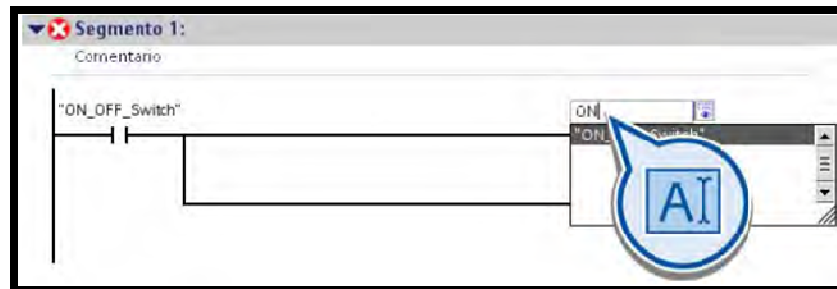


FIGURA III.42: RENOMBRAR LA BOBINA RELE SALIDA

- Abra el cuadro de diálogo "Definir variable".



FIGURA III.43: DEFINIR VARIABLE

7. Defina la variable "ON".

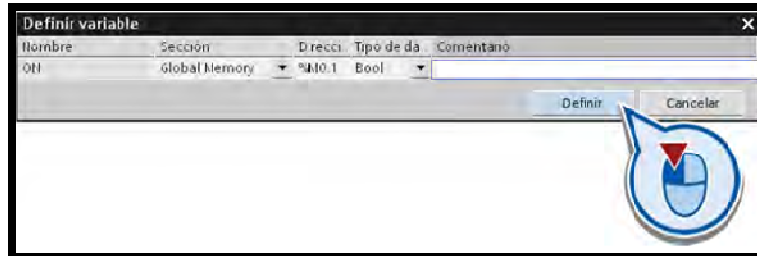


FIGURA III.44: DEFINIR VARIABLE DE LA BOBINA RELE SALIDA

8. Introduzca el nombre "OFF" en el comodín del operando encima de la instrucción "Bobina de relé negada" y defina la variable correspondiente.
9. Guarde el proyecto pulsando el botón "Guardar proyecto" de la barra de herramientas.

Se ha programado un pulsador para activar y desactivar la instalación de ejemplo.

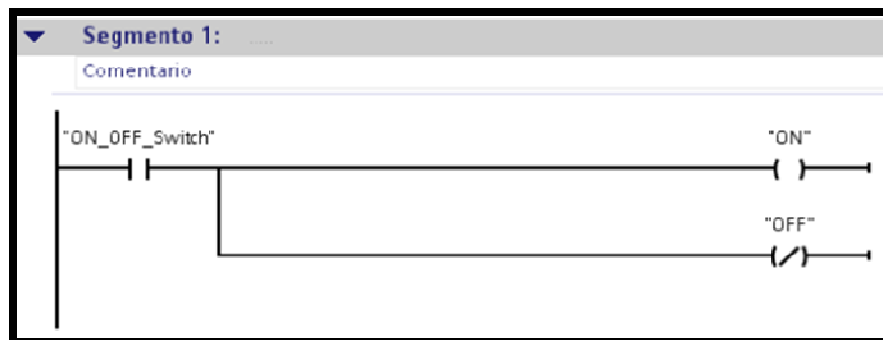


FIGURA III.45: SEGMENTO PROGRAMADO

La activación del pulsador tiene las siguientes repercusiones:

- Cuando se pulsa una vez el pulsador, la variable "ON_OFF_Switch" se pone al estado lógico "1".

La corriente fluye y la variable "ON" se pone al estado lógico "1" mediante la instrucción "Bobina de relé, salida".

La instalación se activa.

La variable "OFF" devuelve el estado lógico "0" y no tiene más repercusiones.

- Cuando se pulsa una segunda vez el pulsador, la variable "ON_OFF_Switch" se pone al estado lógico "0".

El flujo de corriente se interrumpe y la variable "OFF" se pone al estado lógico "1" mediante la instrucción "Bobina de relé negada".

La instalación se desactiva.

La variable "ON" devuelve el estado lógico "0" y no tiene más repercusiones.

Cargar el programa en el controlador

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.

Para cargar el programa en el controlador, proceda del siguiente modo:

1. Inicie el proceso de carga.

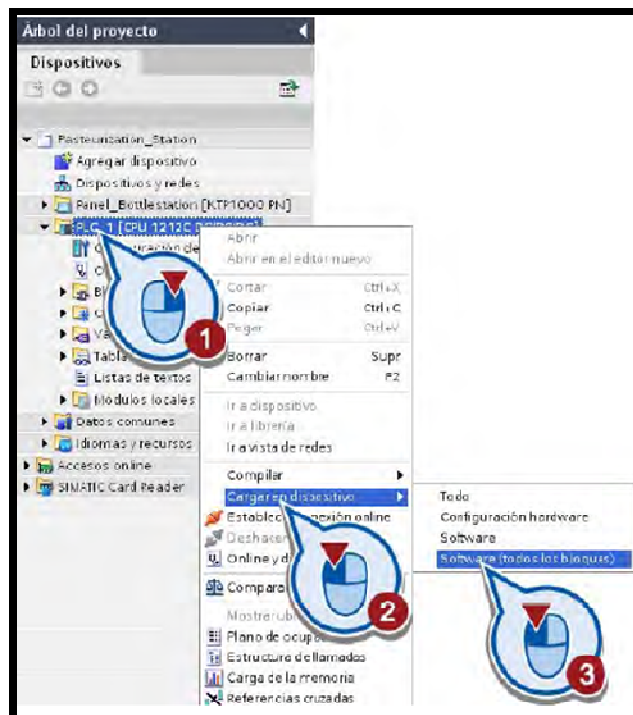


FIGURA III.46: INCIANDO EL PROCESO DE CARGA

2. Seleccione la interfaz con la que desea conectar el dispositivo. Active 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. Seleccione el controlador y cargue el programa de usuario.

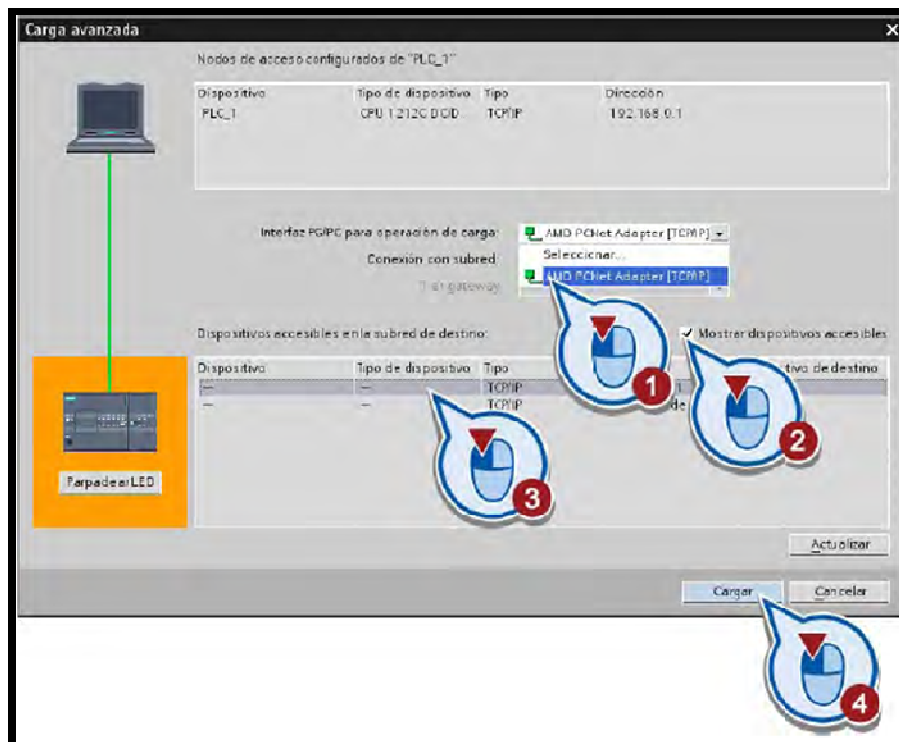


FIGURA III.47: SELECCIÓN DE LA INTERFAZ DE RED DE LA PC

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

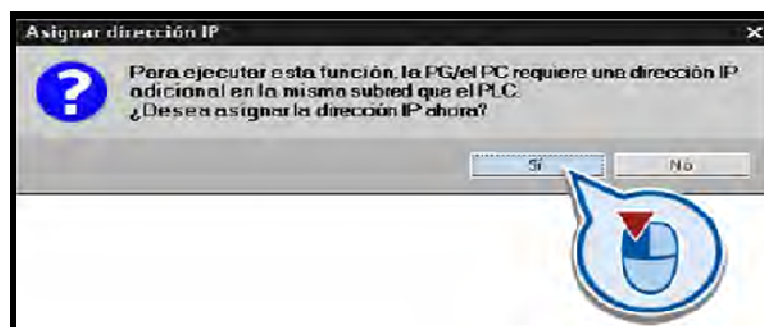


FIGURA III.48: ASIGNACION DE DIRECCION IP

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

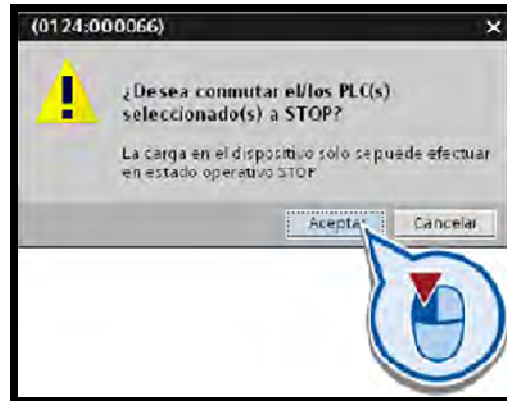


FIGURA III.49: CONMUTAR EL PLC A STOP

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

FIGURA III.50: FINALIZACION DE LA CARGA



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.

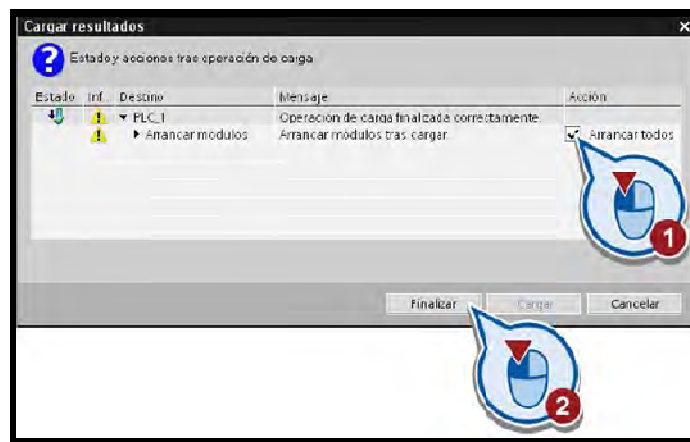


FIGURA III.51: ARRANCAR EL MODULO

7. Establezca la conexión online.

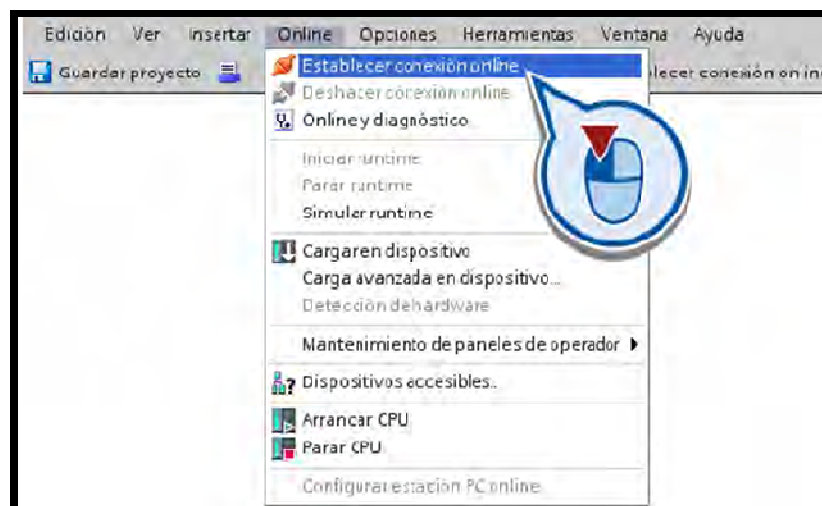


FIGURA III.52: ESTABLECER CONEXIÓN ONLINE

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.

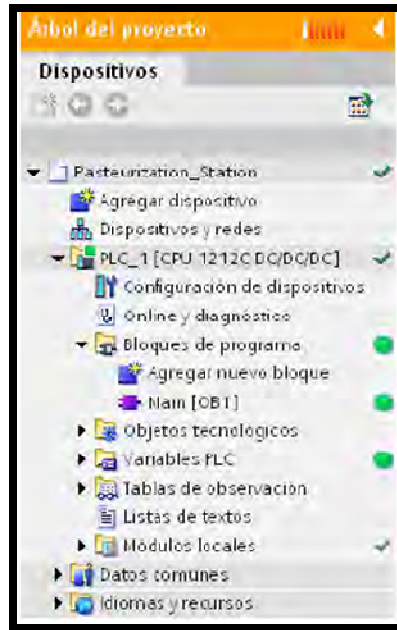


FIGURA III.53: MUESTRA DEL ESTADO DE PROYECTO

3.2 Pantallas programables

En un sistema SCADA el elemento que nos permite la supervisión de los datos de nuestro sistema es de suma importancia, esa supervisión inicialmente se la hace únicamente mediante indicadores luminosos o sonoros, pero en la actualidad se pueden usar pantallas que brindan un control muy detallado de nuestro sistema a controlar.

Hay que tomar en cuenta que una pantalla programable es otro elemento más de nuestro sistema, que debe sincronizar sus variables con las del dispositivo de control para poder brindar una información clara y que se asemeje en la medida de sus posibilidades al proceso a controlar

Una HMI (Interfaz hombre – máquina) nos brinda la posibilidad de que el operario del sistema pueda comunicarse con el proceso a automatizar, es decir pueda controlarlo y supervisarlos.

Para el control existen los elementos ya tratados como pulsadores, interruptores, sensores, etc. Mientras que para la supervisión contamos con los indicadores luminosos y sonoros.

El sistema SIMATIC ofrece una serie de elementos que nos permiten controlar y supervisar cualquier proceso de automatización.

Los paneles SIMATIC se utilizan desde hace años para numerosas aplicaciones en diferentes sectores, dando hasta el momento buenos resultados. No solo destacan por su diseño innovador y su alto rendimiento, además ofrecen una característica única: la configuración a través de SIMATIC WinCC en el TIA Portal con una eficiencia en ingeniería desconocida hasta ahora.⁸

3.2.1 Paneles SIMATIC HMI

Entre las características que podemos mencionar de los paneles SIMATIC HMI tenemos:

- Homogeneidad en la configuración, administración de datos y comunicación.
- Concebidos para un ambiente industrial rudo
 - Robustos y compactos
 - Manejo seguro y ergonómico con pantalla táctil o teclado
 - Pantallas de alta calidad para una legibilidad máxima, también en formato Widescreen
- Carácter abierto y fácil expansibilidad
 - Comunicación OPC no propietaria
 - Se pueden conectar los PLC de los más diversos fabricantes
 - TCP/IP mediante PROFINET/Ethernet
 - Conceptos HMI innovadores
 - Aplicación Universal gracias al completo soporte lingüístico, que incluye idiomas asiáticos.
- La mayoría de los equipos están disponibles también en versión SIPLUS extreme, para un rango de temperatura ampliado y atmosfera agresiva/condensación.
- Máxima eficacia en ingeniería gracias a la integración en el Totally Integrated Automation Portal (TIA portal).

⁸ (SIEMENS, SIMATIC HMI Panels, Folleto, Noviembre 2012, 2012)

- Selección, comparación y configuración mediante TIA Selection Tool⁹

3.2.2 Especificaciones de SIMATIC HMI Panels

Los paneles SIMATIC ofrecen gran versatilidad para poder dar la solución idónea en función de las necesidades del sistema a automatizar. Es así como podemos nos ofrece cuatro categorías, que son las siguientes:

- Key Panels
- Basic Panels
- Comfort Panels
- Mobile Panels

Key Panels

Son paneles con teclas grandes y retroiluminación LED. Pueden ajustarse mediante la configuración de hardware, cinco colores, así como la luminosidad de las teclas. Las teclas pueden rotularse fácilmente median tiras insertables, y ofrecen respuesta táctil. Esto permite usarlas de modo seguro incluso usando guantes.

La conexión con el control se efectúa mediante PROFINET, gracias a un switch Ethernet de dos puertos es posible utilizar topología en línea y en anillo.¹⁰

⁹ (SIEMENS, SIMATIC HMI Panels, Folleto, Noviembre 2012, 2012)

¹⁰ (SIEMENS, SIMATIC HMI Panels, Folleto, Noviembre 2012, 2012)

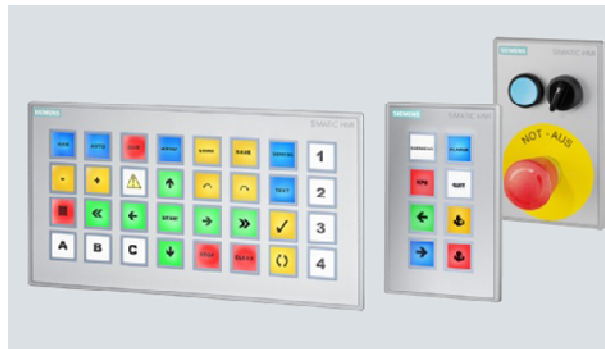


FIGURA III.54: BOTONERA

Basic Panels

La visualización permite mejorar considerablemente la calidad del proceso incluso en máquinas compactas o aplicaciones de pequeño alcance. Los Basic Panels permiten considerar esa opción por su reducido costo, abriendo nuevas posibilidades para el sector de la construcción de maquinaria.

Entre las características que podemos resaltar tenemos:

- Ideal para tareas de visualización de pequeño alcance
- La misma funcionalidad en todos los tamaños de pantalla
- Pantalla con funciones táctiles para el manejo intuitivo
- Teclas de libre configuración con respuesta táctil
- Variantes para la conexión a PROFINET o PROFIBUS
- Proyectos transferibles a Comfort Panels de SIMATIC HMI con compatibilidad hacia arriba.

Adicional a esto cabe resaltar que posee grado de protección IP65 (en el lado frontal), lo que los convierte en aptos para emplearse en entornos rudos.

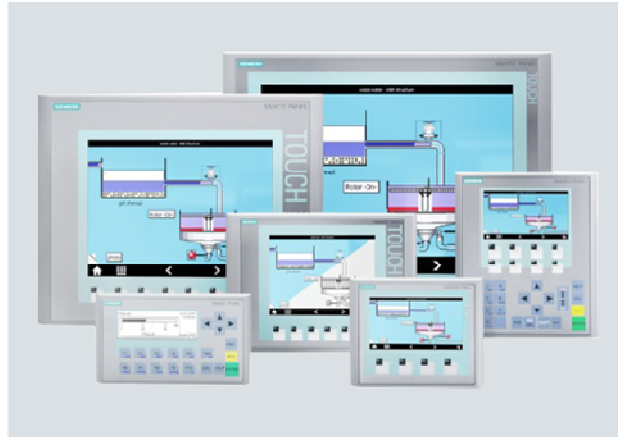


FIGURA III.55: GAMA DE PANEL DE OPERADOR TOUCH

Comfort Panels

Ofecen la misma funcionalidad que las Basic Panel, pero a una gama mucho más elevada, con el formato panorámico (Widescreen) ofrece hasta un 40% más de área de visualización. La alta resolución (16 millones de colores) hace posible una visualización detallada de los proceso y un grado de legibilidad. Su ángulo de visión es de 170°.

La potente luminosidad puede atenuarse hasta en un 100% para permitir un significativo ahorro de energía en caso de ser necesario. Además permiten la visualización de históricos, documentación de planta (PDF) o páginas web.¹¹

¹¹ (SIEMENS, SIMATIC HMI Panels, Folleto, Noviembre 2012, 2012)



FIGURA III.56: GAMA DE PANTALLAS DE OPERADOR

Mobile Panels

Si se requiere movilidad al manejar o supervisar maquinas los Mobile Panels son los más idóneos, su reducido peso y diseño ergonómico y compacto hacen que sean fáciles de manipular permitiendo la sujeción tanto para personas diestras como zurdas. Poseen un grado de protección IP65.

Ofrece un fácil enchufado o desenchufado durante el servicio, y destacan por un rápido arranque. Posee conexión PROFIBUS y PROFINET/Ethernet.¹²



FIGURA III.57: MOBILE PANELS

¹² (SIEMENS, SIMATIC HMI Panels, Folleto, Noviembre 2012, 2012)

3.2.3 Basic Panels KTP400 Basic

Hoy en día, la mayoría de las máquinas ofrecen la visualización de forma estándar. Especialmente en las máquinas de menor tamaño y en las aplicaciones sencillas el factor coste juega un papel decisivo. Para las aplicaciones básicas se consideran totalmente suficientes los paneles de operador con funciones básicas.

Los Basic Panels ofrecen justo la funcionalidad básica deseada y a un precio óptimo. Una perfecta relación rendimiento/precio.

Los Basic Panels se basan en la acreditada calidad SIMATIC e, independientemente del tamaño de su display, ofrecen de forma estándar numerosas funciones de software, a saber: sistema de avisos, administración de recetas, funcionalidad de curvas y cambio de idioma. Los usuarios se benefician así de las ventajas de la visualización así como de una calidad del proceso mejorada.¹³

La KTP400 Basic mono PN con su peso aproximado de 320 g fue seleccionada para el desarrollo de esta tesis, por su reducido costo y por todas las capacidades que nos brinda que son suficientes para el desarrollo de nuestro proyecto.

Posee cuatro niveles de gris y permite la regulación de contraste, la pantalla es del tipo LCD mono FSTN y nos da como garantía hasta 30.000 horas de uso.

Posee además cuatro teclas de función programables mediante software.

La conexión la realiza mediante PROFINET he ahí las sigla PN, su conector es RJ45 y la velocidad de transferencia es 10/100 Mbit/s.

Su tensión nominal de trabajo es de + 24 VCD con una tolerancia de $\pm 20\%$ (19.2V a 28.8V)

¹³ (SIEMENS, Manual de servicio SIMATIC HMI)

Nos permite trabajar hasta con 128 variables, que pueden ser distribuidas en 50 pantallas.¹⁴

Componentes de la KTP400 Basic

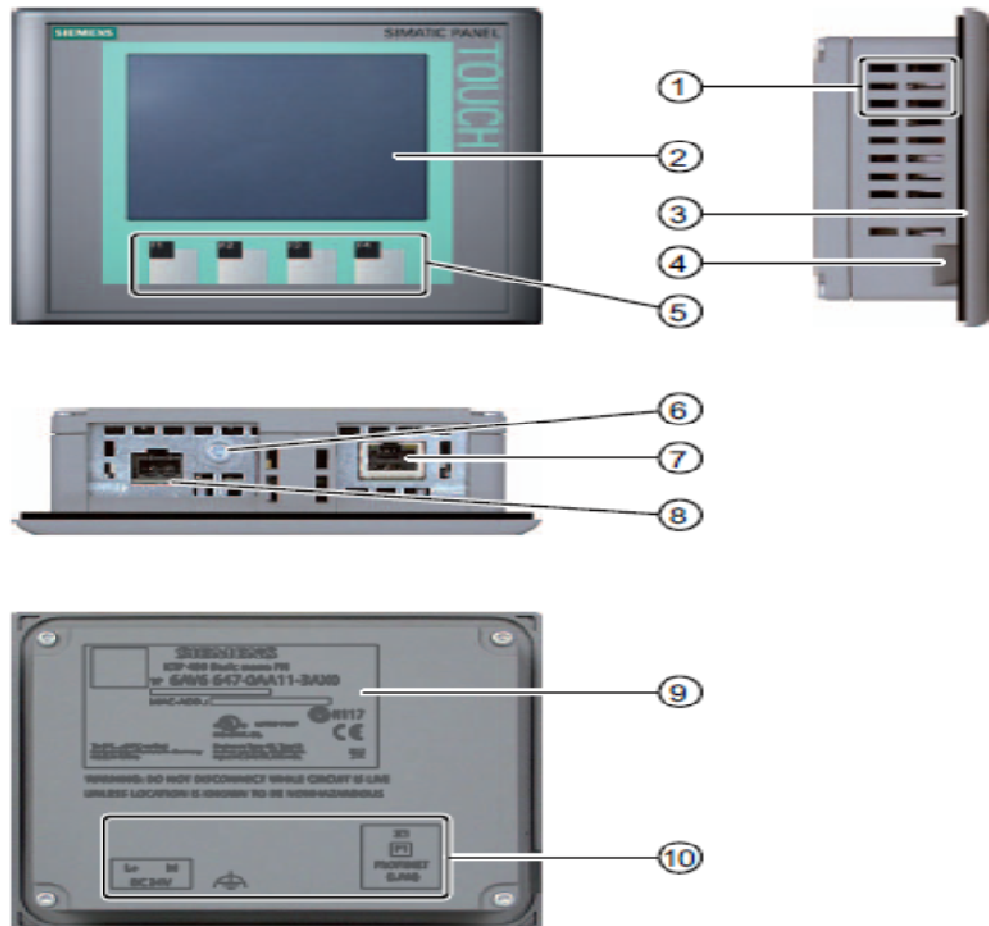


FIGURA III.58: PANEL DE OPERADOR TÁCTIL KTP400

1. Escotaduras para mordazas de fijación
2. Display / Pantalla táctil

¹⁴ (SIEMENS, Manual de servicio SIMATIC HMI)

3. Junta de montaje
4. Guía para las tiras rotulables
5. Teclas de función
6. Conexión para tierra funcional
7. Interfaz PROFINET
8. Conexión para la fuente de alimentación
9. Placa de características
10. Nombre del puerto

3.2.4 Crear una imagen HMI

HMI - Human Machine Interface

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.

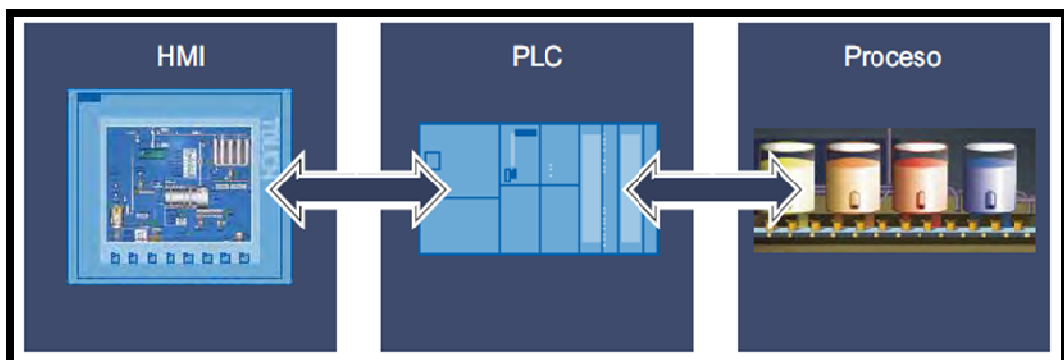


FIGURA III.59: PARTES BÁSICAS DE UN SISTEMA SCADA

Para manejar y observar máquinas e instalaciones existen las posibilidades siguientes, entre otras:

- Visualizar procesos
- Manejar procesos
- Emitir avisos
- Administrar parámetros de proceso y recetas

Crear un panel de operador con imagen HMI

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

Agregar un panel de operador nuevo

Para agregar un panel de operador, proceda del siguiente modo:

1. Inserte un dispositivo nuevo desde el árbol del proyecto.

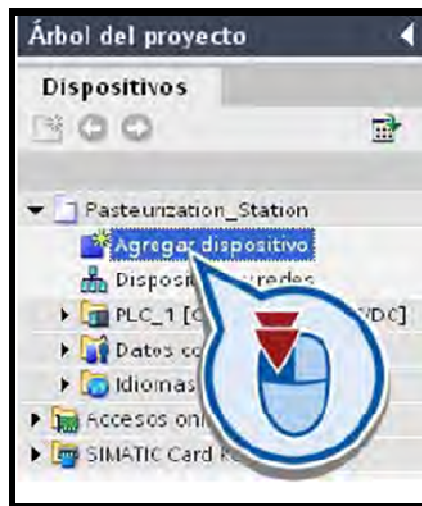


FIGURA III.60: AGREGAR DISPOSITIVO

Asígnele un nombre y seleccione un panel de operador. Deje activada la casilla de verificación "Iniciar el asistente de dispositivos".

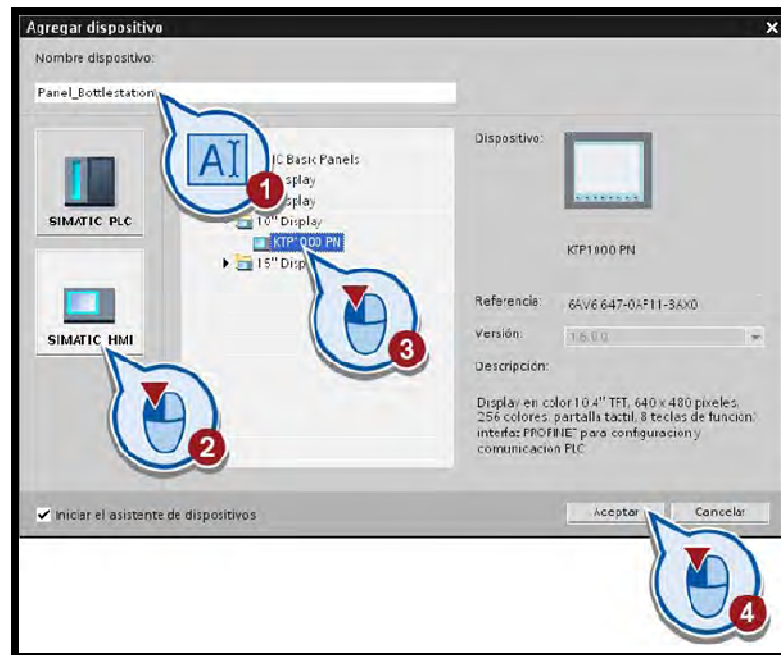


FIGURA III.61: SELECCIÓN DE EL PANEL DE OPERADOR

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 "Conexiones de PLC".

Para crear una plantilla para la imagen HMI, proceda del siguiente modo:

1. Configure la conexión con el controlador.

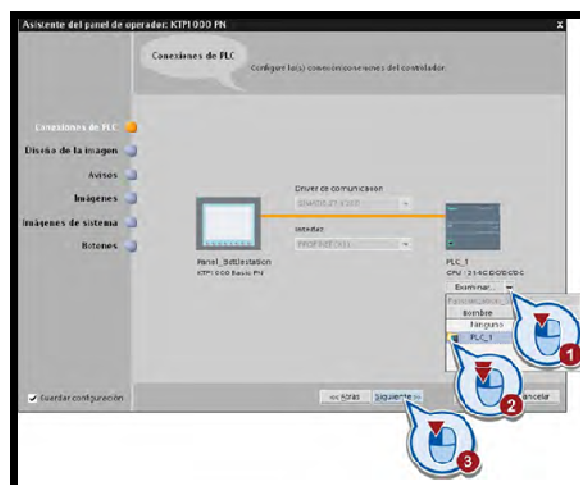


FIGURA III.62: CONFIGURAR LA CONEXIÓN CON EL PLC

2. Seleccione el color de fondo de la plantilla y los elementos del encabezado.

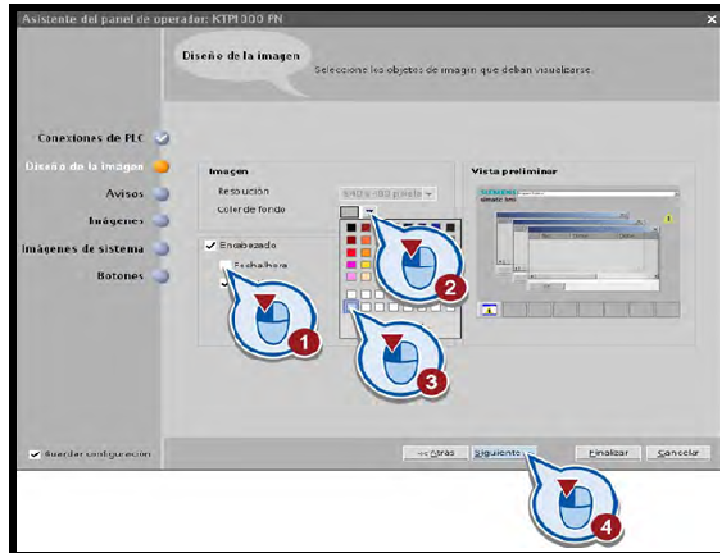


FIGURA III.63: SELECCIONAR LAS PROPIEDADES DEL TAPIZ DE LA TOUCH

3. Desactive los avisos, pues no son necesarios para el proyecto

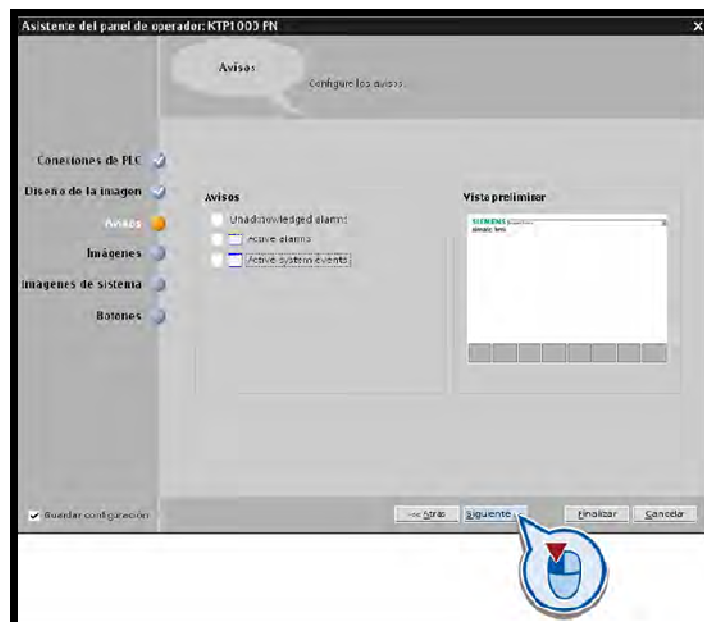


FIGURA III.64: DESACTIVAR LOS AVISOS

4. Cambie el nombre de la imagen en la que se crearán posteriormente los elementos gráficos por "HMI".

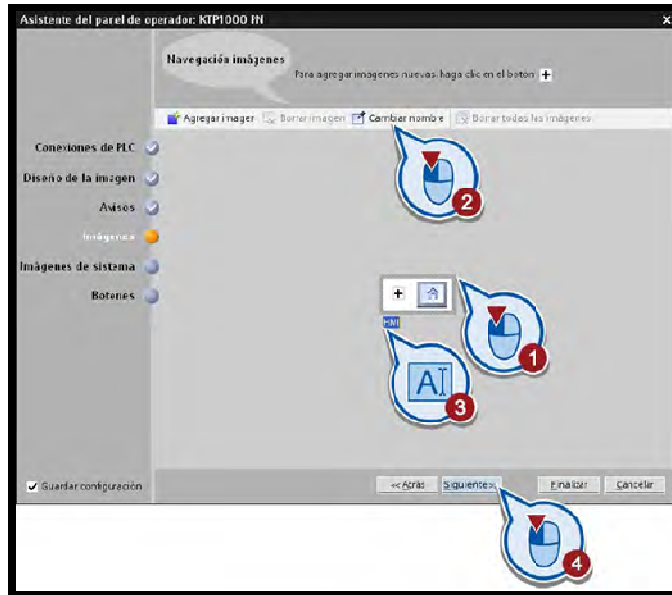


FIGURA III.65: RENOMBRAR LA IMAGEN HMI

5. Se debe desactivar las imágenes de sistema, en caso de no ser necesarias para el proyecto.

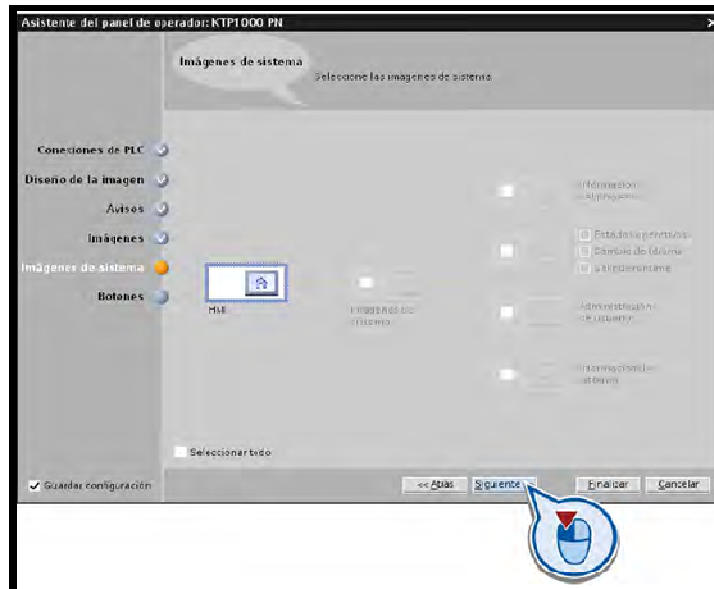


FIGURA III.66: DESACTIVACIÓN DE IMÁGENES DEL SISTEMA

6. Active el área inferior de botones e inserte el botón de sistema "Salir". Con este botón de sistema se finaliza el runtime.

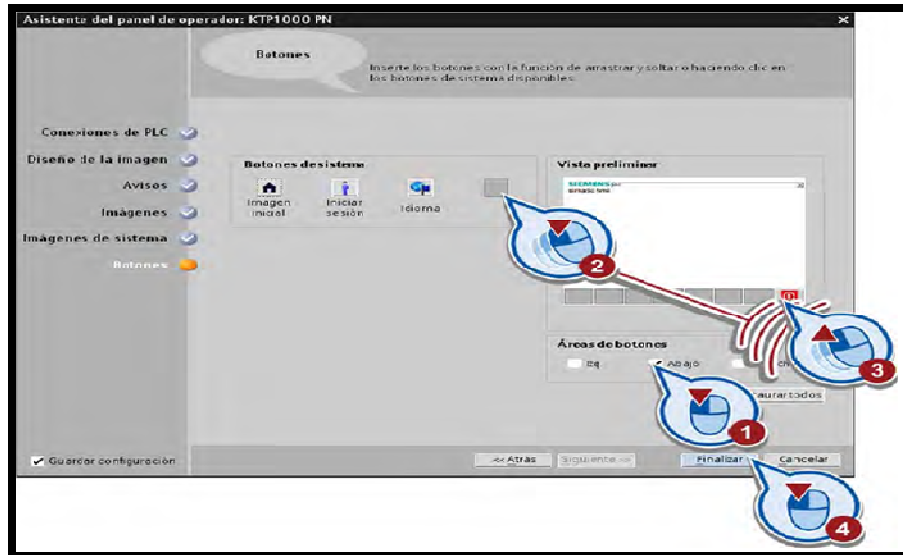


FIGURA III.67: INSERTAR EL BOTON SALIR

7. Guarde el proyecto pulsando el botón "Guardar proyecto" de la barra de herramientas.

Añadir y configurar objetos gráficos

Objeto gráfico "Cinta transportadora"

Los pasos siguientes muestran cómo crear un enlace con una carpeta de gráficos para importar objetos gráficos. Mediante el enlace se importa el objeto gráfico "Cinta transportadora" (Conveyor.Simple.wmf).

Para importar un objeto gráfico, proceda de siguiente modo:

1. Copie el archivo ZIP "WinCC Graphics" de la siguiente dirección de Internet al disco duro local y extraiga el archivo.

<http://support.automation.siemens.com/WW/view/es/40263542>

Haga clic en el símbolo "Información" para ver los archivos ZIP.

2. Abra la paleta "Gráficos" de la Task Card "Herramientas" y cree un enlace nuevo.

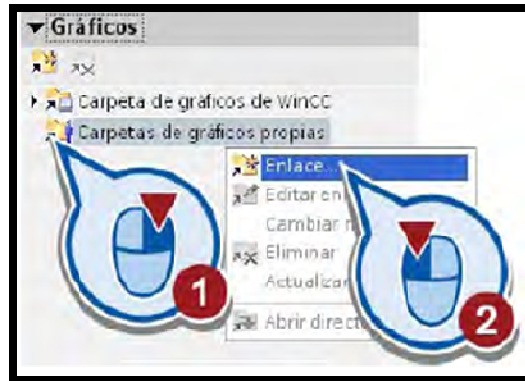


FIGURA III.68: CREAR ENLACE

3. Asigne un nombre al enlace y seleccione la carpeta previamente extraída "WinCC Graphics".

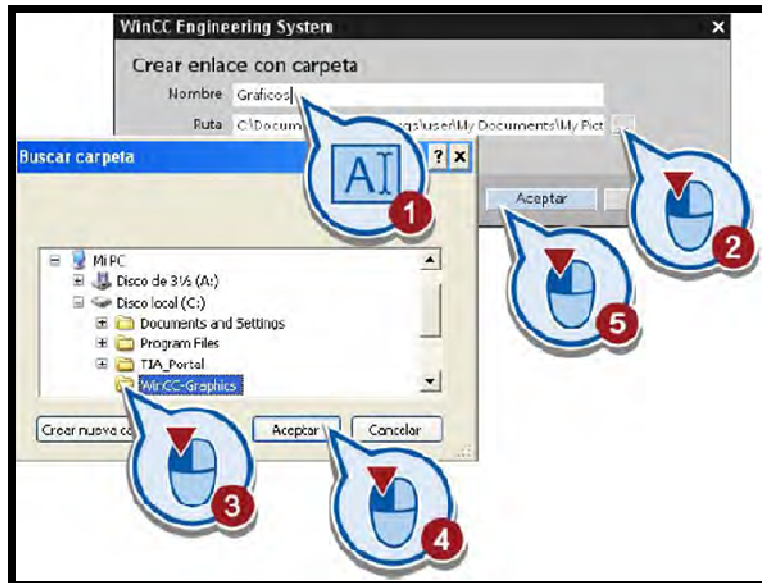


FIGURA III.69: SELECCIÓN DE LA CARPETA WINCC GRAPHICS

4. Desactive la opción "Iconos grandes".

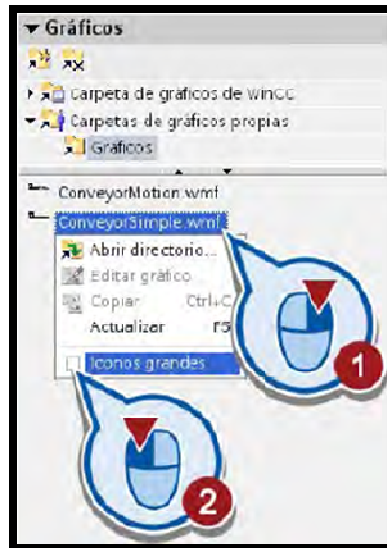


FIGURA III.70: DESACTIVAR ICONOS GRANDES

5. Coloque el objeto gráfico "ConveyorSimple.wmf" en la imagen HMI.

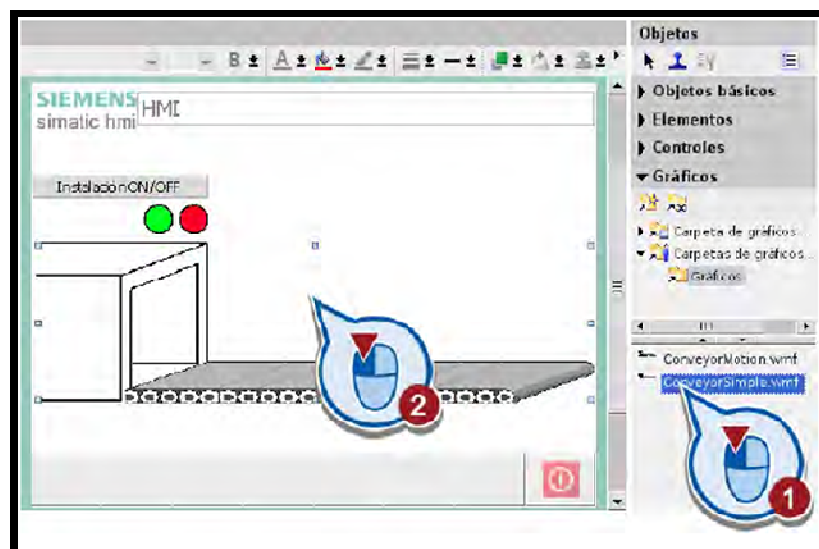


FIGURA III.71: INSERTAR OBJETO EN EL PANEL DE OPERADOR

El objeto gráfico estático "Cinta transportadora" se ha copiado en el proyecto. Si mueve o borra la carpeta "WinCC Graphics", sólo se pierde el enlace. El objeto gráfico permanece en el proyecto.

En el apartado siguiente se creará el objeto gráfico "Botella" con una animación de movimiento.

Objeto gráfico "Botella" con simulación de movimiento

Los pasos siguientes muestran cómo crear el objeto gráfico "Botella" con una animación de movimiento. En la animación, la botella de leche se transporta de izquierda a derecha sobre la cinta transportadora. Para animar los objetos se utiliza una variable HMI interna.

Para crear el objeto gráfico "Botella" y configurar un movimiento horizontal, proceda del siguiente modo:

1. Utilizando la función de Drag & Drop, copie el objeto gráfico "Botella" de la carpeta de gráficos de WinCC "Symbol Factory Graphics > SymbolFactory 256 Colors > "Food" en el área libre de la imagen, encima del objeto "Cinta transportadora". Cuando coloque la botella, asegúrese de depositarla en un área libre de la imagen HMI.

Si arrastra la botella directamente a la cinta transportadora, ésta será reemplazada por la representación de la botella.

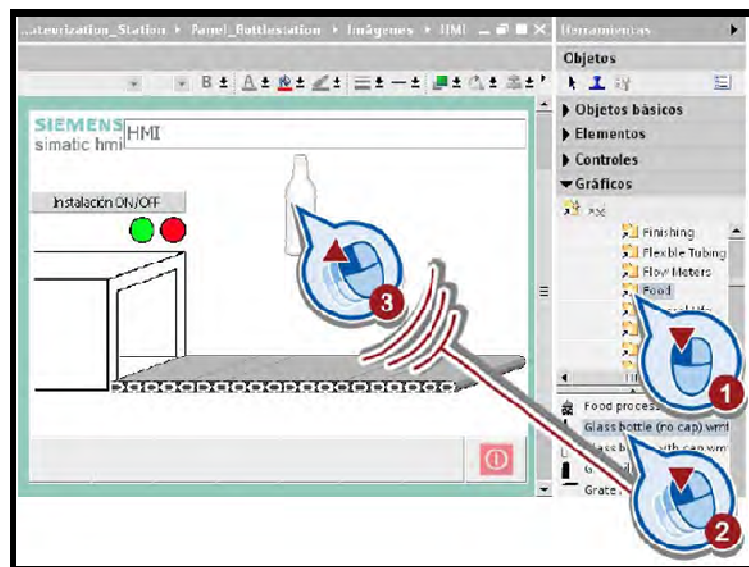


FIGURA III.72: COLOCACION DE UN OBJETO EN LA HMI

2. Escale la botella hasta una altura inferior a la del túnel.

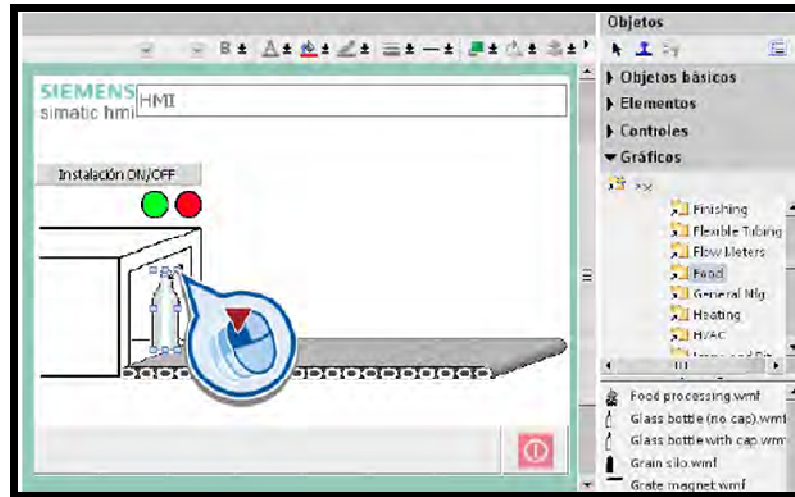


FIGURA III.73: ESCALAMIENTO DE LA IMAGEN

3. Cree una animación de movimiento horizontal para el objeto gráfico "Botella".

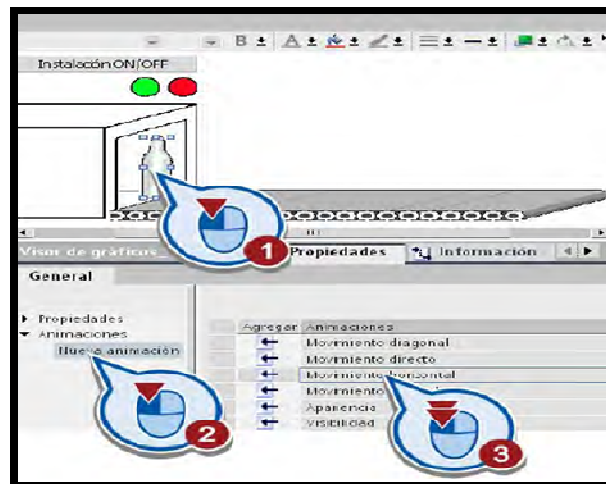


FIGURA III.74: INSERTAR ANIMACION DE MOVIMIENTO HORIZONTAL.

En el área de trabajo aparecerá una copia transparente de la botella, unida al objeto original mediante una flecha.

4. Mueva la botella transparente hasta el final de la cinta transportadora.

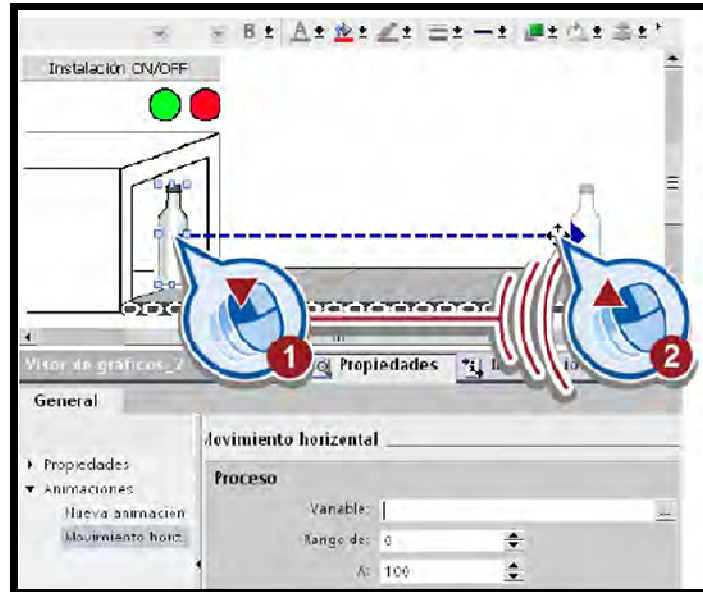


FIGURA III.75: MOVIMIENTO DEL OBJETO

Los valores de píxel de la posición final se introducen automáticamente en la ventana de inspección.

5. En la ventana de inspección, cree una variable HMI nueva para la animación de movimiento.

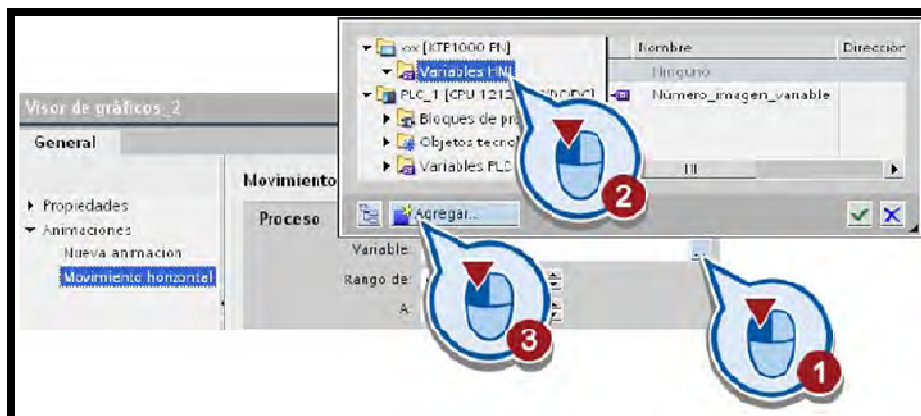


FIGURA III.76: CREACIÓN DE UNA VARIABLE LOCAL DE LA HMI.

6. Utilice el nombre "Position_Bottle" para la variable y el tipo de datos "Short".

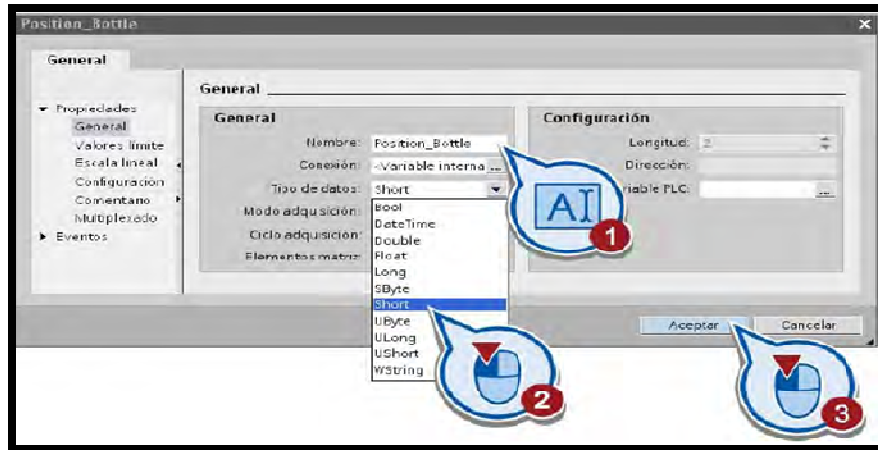


FIGURA III.77: SELECCIÓN DE NOMBRE DE VARIABLE Y TIPO DE DATO

La posición de la botella está enlazada con la variable. Si se cambia el valor de la variable durante el funcionamiento del programa, cambia también la posición de la botella.

Para simular un movimiento, el valor de la variable "Position_Bottle" debe cambiar automáticamente. El valor de la variable debe aumentar de forma automática después de crear la imagen HMI. En cuanto se alcance el valor 100, se deberá volver a empezar por 0. El cambio de valor de la variable se simula mediante las propiedades de la imagen HMI.

7. En primer lugar, agregue la función "SimularVariable" al evento "Creada" de la imagen HMI.

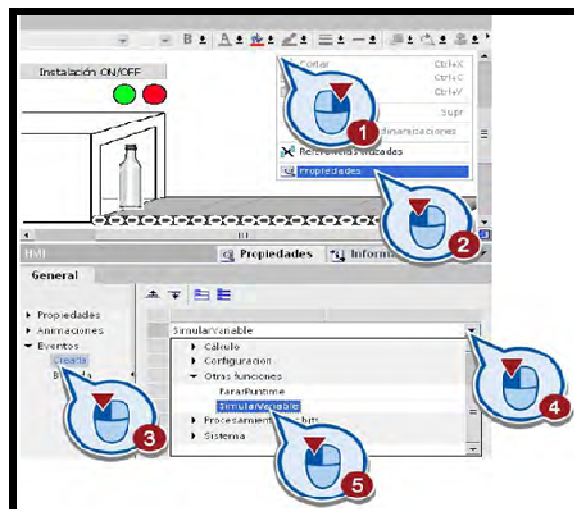


FIGURA III.78: AGREGAR FUNCION SIMULAR VARIABLE

8. Asigne la variable "Position_Bottle" a la función "SimularVariable".

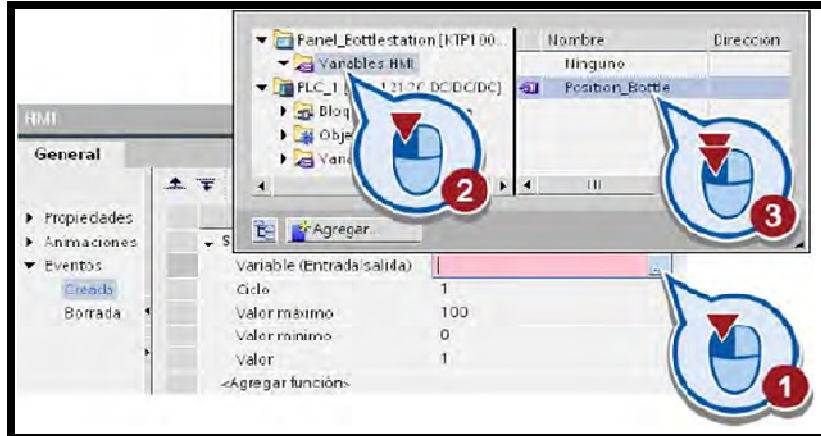


FIGURA III.79: SIMULAR VARIABLE

9. Guarde el proyecto.

El objeto gráfico "Botella" se ha creado con una animación de movimiento. El valor de la variable "Position_Bottle" aumenta en uno al cargar la imagen HMI en el panel de operador después de cada ciclo básico (200ms). En cuanto se alcanza el valor 100, el valor de la variable se pone a "0". La posición de la botella depende del valor de la variable. Si la variable tiene el valor 50, por ejemplo, la botella se encontrará a la mitad de la cinta transportadora.

Cargar la imagen HMI en el panel de operador

El proyecto del Getting Started 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.

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 Getting Started, 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 Getting Started 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.

1. Inicie el proceso de carga del software en el panel de operador. El proyecto se compila automáticamente antes de cargarse.

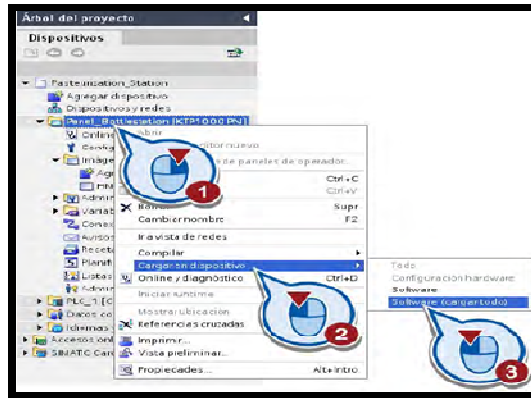


FIGURA III.80: PROCESO DE CARGA

Dado el caso, sobrescriba el software previamente cargado en el panel de operador.

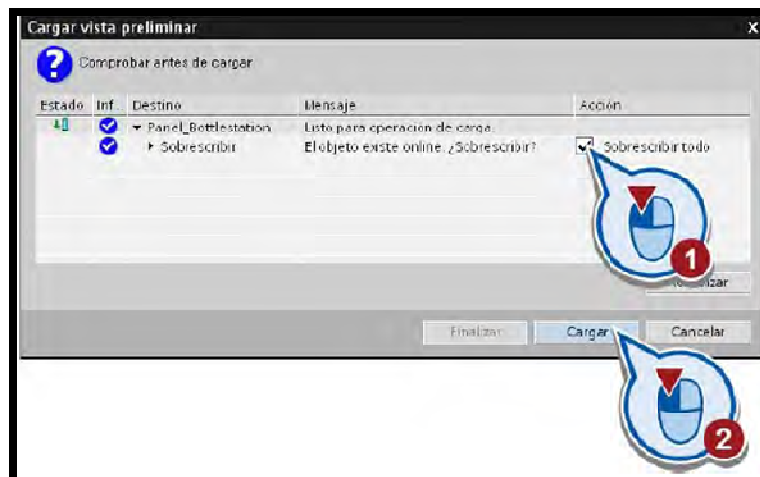


FIGURA III.81: SOBRESCRIBIR SOFTWARE PREVIAMENTE CARGADO

CAPÍTULO IV IMPLEMENTACIÓN DEL SISTEMA SCADA

4.1 Diagrama de bloques Sistema SCADA

El diagrama de bloques siguiente muestra todas las etapas del sistema SCADA. Cuenta con las etapas de control, supervisión y comunicación.

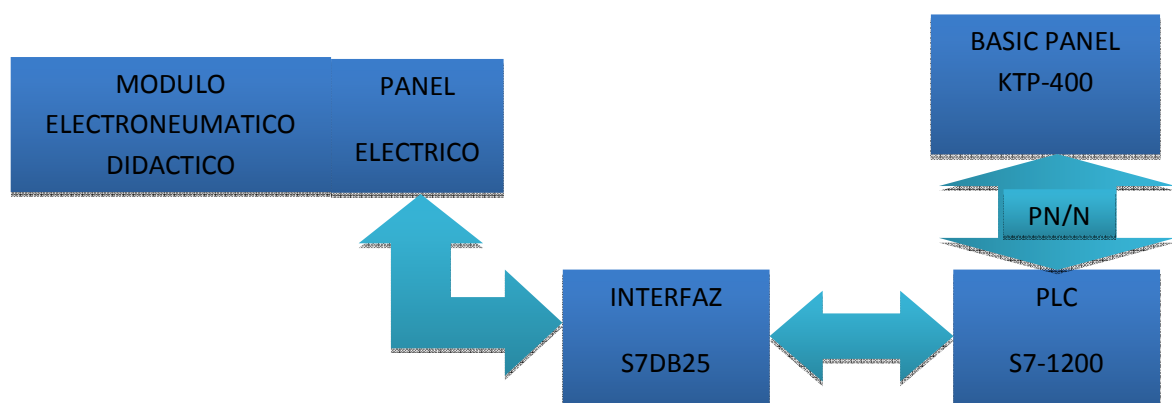


FIGURA IV.82: DIAGRAMA DE BLOQUES DEL SISTEMA SCADA.

A continuación se detalla cada una de las etapas del Sistema:

4.1.1 Módulo Electroneumático Didáctico

Es una estructura de construcción mixta q consta de un panel electroneumático donde se disponen los elementos electro neumáticos mediante mecanismos de sujeción, estos elementos pueden ser fijos y móviles dependiendo si requerirían de perforaciones adicionales o no en la placa perforada de acero inoxidable.

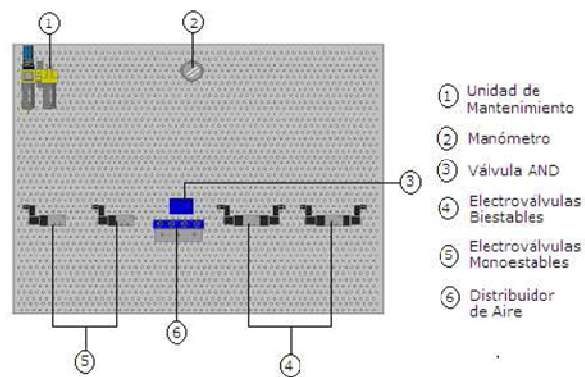


FIGURA IV.83: MODULO ELECTRONEUMÁTICO DIDÁCTICO

En la figura anterior se puede apreciar los elementos fijos del módulo, los elementos variables como: cilindros y sensores se colocarán en la parte superior de la placa de acero inoxidable.

Una parte importante del módulo electroneumático didáctico es su panel eléctrico.

4.1.2 Panel eléctrico

Consta de diversas secciones para la disposición de los elementos de control.

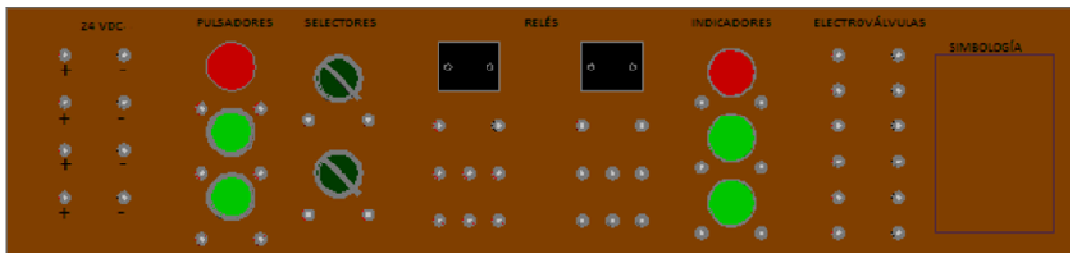
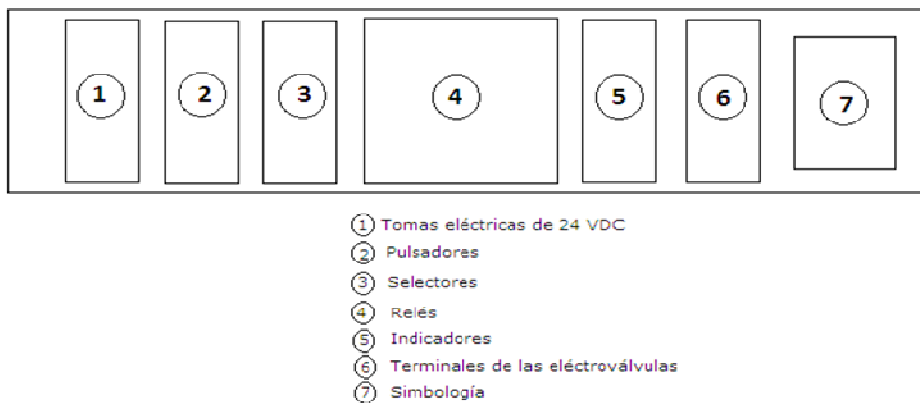


FIGURA IV.84: DISPOSICIÓN DE ELEMENTOS DEL PANEL ELÉCTRICO

En la parte posterior se encuentra el cableado que es donde realizaremos las soldaduras correspondientes de los elementos a ocupar para comunicarlos con la interfaz S7DB25.

Dado que la HMI nos permite incorporar ciertos elementos de control como pulsadores, y el PLC nos permite automatizar ciertos procesos mediante el uso de la programación, no se usarán todos los elementos del panel eléctrico, solo los estrictamente necesarios.

Los elementos a usarse serán los siguientes:

- Pulsador de paro de emergencia
- Pulsador verde de activación
- Indicador rojo
- Indicador verde, y
- Electroválvulas

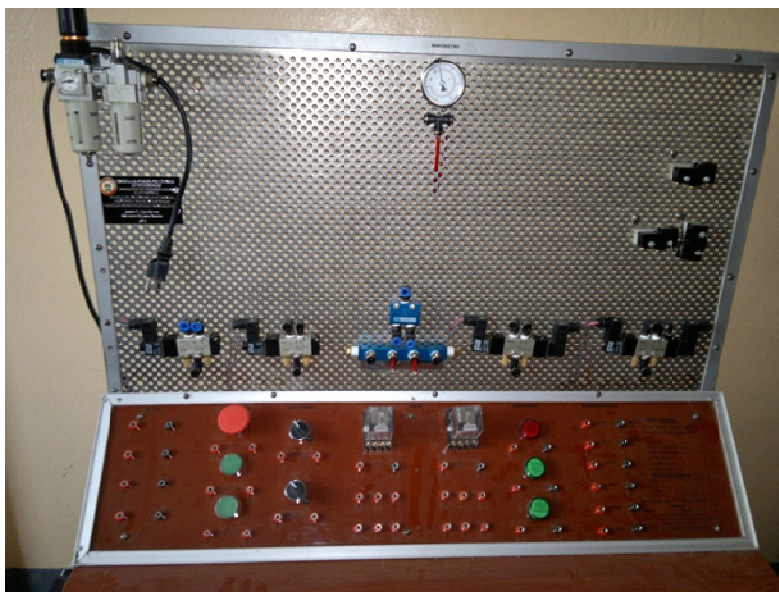


FIGURA IV.85: PANEL ELECTRONEUMÁTICO.

4.1.3 Interfaz S7DB25

Para facilitar el cableado entre el módulo electroneumático didáctico y la HMI que automatizará dicho módulo, se procedió a diseñar y construir una interfaz que nos permita comunicar las dos etapas de manera rápida y ordenada.

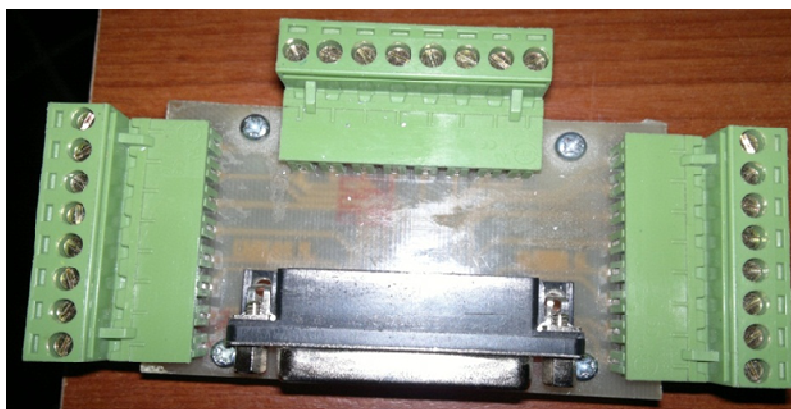
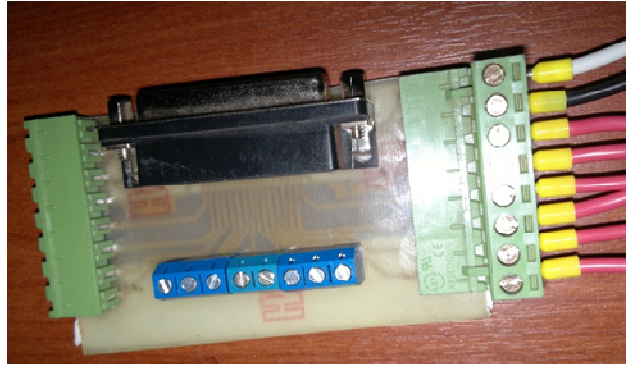


FIGURA IV.86: INTERFAZ S7DB25

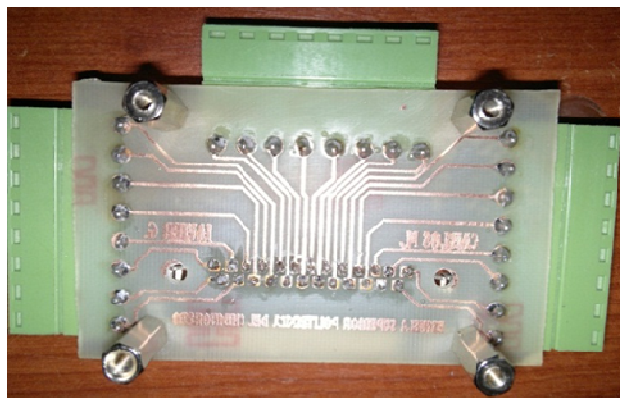


La interfaz consta de dos placas compuestas por tres bloques de ocho terminales que pueden comunicarse entre sí.

FIGURA IV.87: VISTA FRONTAL DE LA INTERFAZ S7DB25

FIGURA IV.88: DISEÑO DEL CIRCUITO DE LA INTERFAZ S7DB25

El diseño de las placas se realizó usando el software PROTEUS Ares, se imprimió en papel térmico y se transfirió a una placa de acrílico bañada en cobre, una vez corrido el cobre innecesario se realizó las perforaciones teniendo en cuenta el diámetro de los terminales para cada componente, para finalizar con la soldadura de los componentes.



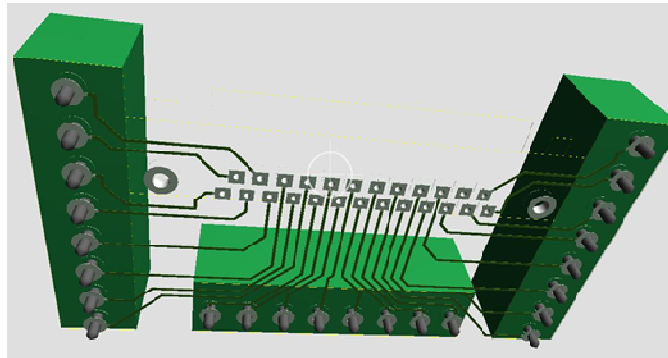


FIGURA IV.89: VISTA EN PERSPECTIVA 3D DEL DISEÑO DE LA INTERFAZ S7DB25

4.1.4 Conexión de la interfaz

A continuación el detalle del conexión de la interfaz:

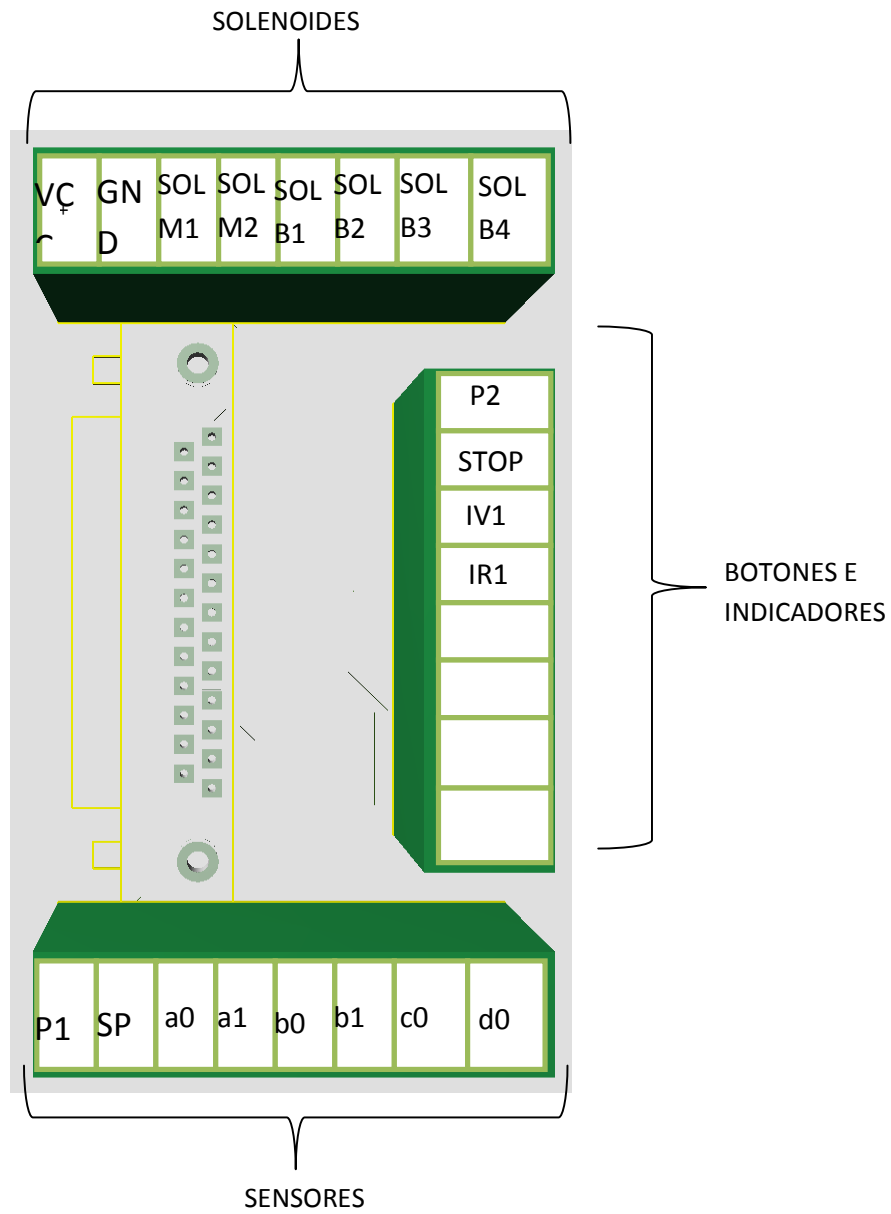


FIGURA IV.90: CONEXIONADO DE LA INTERFAZ S7DB25

La interfaz fue rotulada para facilitar la conexión y la medición de valores de voltaje cuando sea necesario, a continuación la placa que será colocada en la HMI.

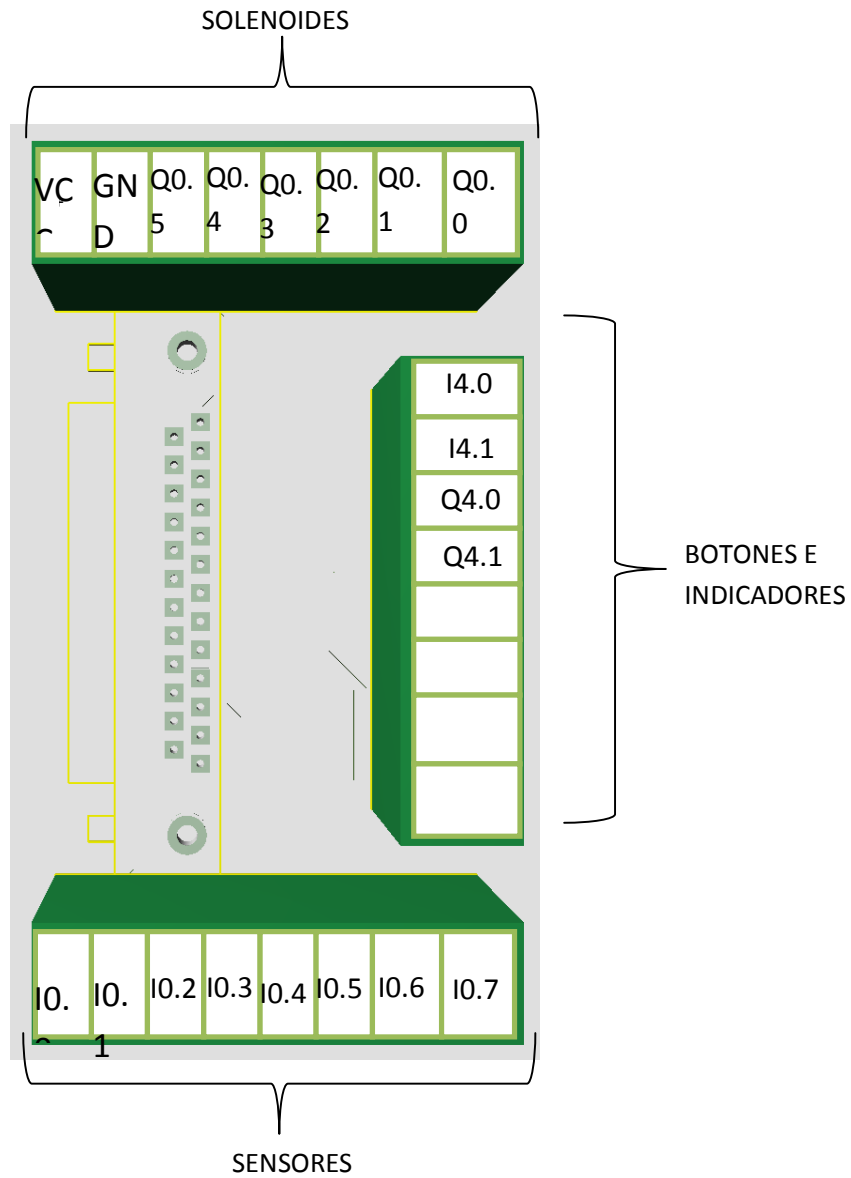


FIGURA IV.9: ETIQUETADO DE LA INTERFAZ S7DB25 CON LAS ENTRADAS Y SALIDAS DEL PLC S7-1200

4.1.5 PLC S7-1200 Y HMI KTP400

Nuestro dispositivo de control y monitoreo consta del controlador que es el PLC al cual llegan las señales tanto de entradas y salidas del módulo electroneumático didáctico mediante la interfaz S7DB25, y la pantalla táctil KTP400.

Estos están montados sobre una superficie de aluminio muy resistente dispuesta con dos manillas de acero inoxidable a sus costado que facilitan el transporte del dispositivo

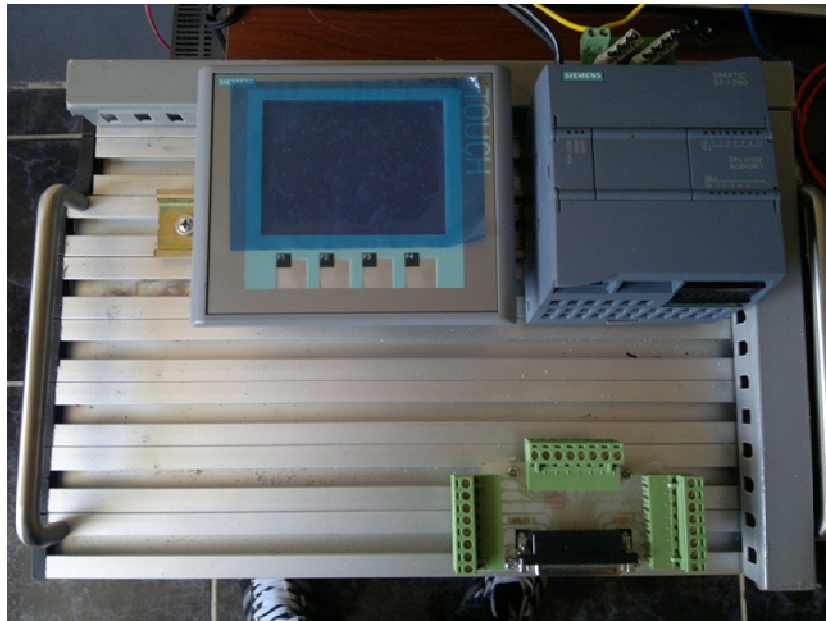


FIGURA IV.92: COLOCACIÓN DE LA KTP400 Y PLC S7-1200.

La conexión se la realiza mediante una interfaz PN/N

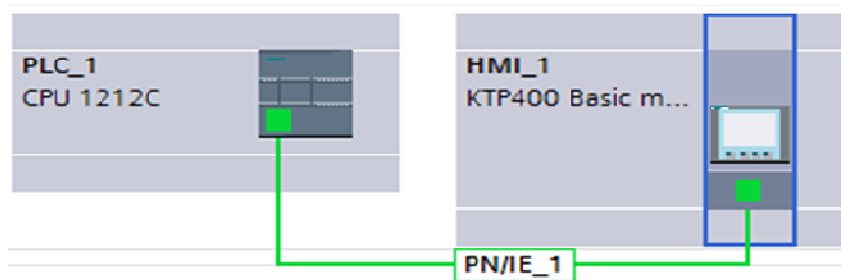


FIGURA IV.93: INTERFAZ DE CONEXIÓN DEL PLC S7-1200 Y LA KTP-400

4.2 Asignación de variables

4.2.1 Tabla de variables de entradas y salidas

Nombre	Tipo de Datos	Dirección Lógica	Observación
P1	Bool	%I0.0	Pulsador Verde 1
SP	Bool	%I0.1	Sensor de Presencia NPN
a0	Bool	%I0.2	FC cilindro A retraído
a1	Bool	%I0.3	FC cilindro A desplazado
b0	Bool	%I0.4	FC cilindro B retraído
b1	Bool	%I0.5	FC cilindro B desplazado
c1	Bool	%I0.6	FC cilindro C desplazado
d1	Bool	%I0.7	FC cilindro D desplazado
P2	Bool	%I4.0	Pulsador Verde 2
STOP	Bool	%I4.1	Pulsador de PARO enclavable
SLB0	Bool	%Q0.0	Bobina SOLB4
SLB1	Bool	%Q0.1	Bobina SOLB3
SLA0	Bool	%Q0.2	Bobina SOLB2
SLA1	Bool	%Q0.3	Bobina SOLB1
SLC	Bool	%Q0.4	Bobina SOLM2
SLD	Bool	%Q0.5	Bobina SOLM1
IV1	Bool	%Q4.0	Indicador Luminoso Verde
IR1	Bool	%Q4.1	Indicador Luminoso Rojo

TABLA IV.III: TABLA DE VARIABLES DE ENTRADAS Y SALIDAS.

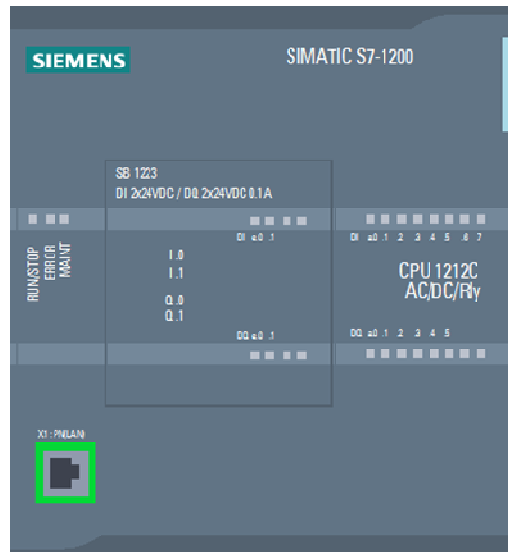


FIGURA IV.94: PLC S7-1200 ANEXADO UNA SIGNAL BOARD

4.2.2 Tabla de memorias del programa

Nombre	Tipo de Datos	Dirección Lógica	Observación
PRACTICA1	Bool	%M0.1	Activación de la práctica por medio de la HMI
PRACTICA2	Bool	%M0.2	Activación de la práctica por medio de la HMI
PRACTICA3	Bool	%M0.3	Activación de la práctica por medio de la HMI
PRACTICA4	Bool	%M0.4	Activación de la práctica por medio de la HMI
PRACTICA5	Bool	%M0.5	Activación de la práctica por medio de la HMI
PRACTICA6	Bool	%M0.6	Activación de la práctica por medio de la HMI
PRACTICA7	Bool	%M0.7	Activación de la práctica por medio de la HMI
PRACTICA8	Bool	%M1.0	Activación de la práctica por medio de la HMI
PRACTICA9	Bool	%M1.1	Activación de la práctica por medio de la HMI
PRACTICA10	Bool	%M1.2	Activación de la práctica por medio de la HMI
PRACTICA11	Bool	%M1.3	Activación de la práctica por medio de la HMI
PRACTICA12	Bool	%M1.4	Activación de la práctica por medio de la HMI
PRACTICA13	Bool	%M1.5	Activación de la práctica por medio de la HMI
PRACTICA14	Bool	%M1.6	Activación de la práctica por medio de la HMI
PRACTICA15	Bool	%M1.7	Activación de la práctica por medio de la HMI
SLDp4	Bool	%M10.0	Memoria de activación de bobina en la práctica correspondiente
SLDp7	Bool	%M10.1	Memoria de activación de bobina en la práctica correspondiente

SLDp13	Bool	%M10.2	Memoria de activación de bobina en la práctica correspondiente
SLA0mp14	Bool	%M10.3	Memoria de activación de bobina en la práctica correspondiente (modo manual)
SLA1mp14	Bool	%M10.4	Memoria de activación de bobina en la práctica correspondiente (modo manual)
SLB0mp14	Bool	%M10.5	Memoria de activación de bobina en la práctica correspondiente (modo manual)
SLB1mp14	Bool	%M10.6	Memoria de activación de bobina en la práctica correspondiente (modo manual)
EMERGENCIA	Bool	%M10.7	
reset	Bool	%M11.0	retorno de los cilindros a su posición inicial
temporizador p11	Bool	%M2.0	Tiempo de retroceso del cilindro C para dar paso a la siguiente etapa del Grafcet
temporizadorp13	Bool	%M2.1	Tiempo de retroceso del cilindro C para dar paso a la siguiente etapa del Grafcet
SLC-	Bool	%M3.0	Retroceso del cilindro de simple efecto C
manual	Bool	%M3.5	Control del selector
pulsoautomatico	Bool	%M3.6	Pulso inicial para arrancar el modo automático de los cilindros basculantes
SLB0p9	Bool	%M7.5	Memoria de activación de bobina en la práctica correspondiente
SLB0p10	Bool	%M7.6	Memoria de activación de bobina en la práctica correspondiente
SLB0p11	Bool	%M7.7	Memoria de activación de bobina en la práctica correspondiente
SLB0p12	Bool	%M8.0	Memoria de activación de bobina en la práctica correspondiente
SLB0p14	Bool	%M8.1	Memoria de activación de bobina en la práctica correspondiente
SLB0p15	Bool	%M8.2	Memoria de activación de bobina en la práctica correspondiente
SLB1p8	Bool	%M8.3	Memoria de activación de bobina en la práctica correspondiente
SLB1p9	Bool	%M8.4	Memoria de activación de bobina en la práctica correspondiente
SLB1p10	Bool	%M8.5	Memoria de activación de bobina en la práctica correspondiente
SLB1p11	Bool	%M8.6	Memoria de activación de bobina en la práctica correspondiente
SLB1p12	Bool	%M8.7	Memoria de activación de bobina en la práctica correspondiente

SLB1p14	Bool	%M9.0	Memoria de activación de bobina en la práctica correspondiente
SLB1p15	Bool	%M9.1	Memoria de activación de bobina en la práctica correspondiente
SLCp1	Bool	%M9.2	Memoria de activación de bobina en la práctica correspondiente
SLCp4	Bool	%M9.3	Memoria de activación de bobina en la práctica correspondiente
SLCp6	Bool	%M9.4	Memoria de activación de bobina en la práctica correspondiente
SLCp11	Bool	%M9.5	Memoria de activación de bobina en la práctica correspondiente
SLCp12	Bool	%M9.6	Memoria de activación de bobina en la práctica correspondiente
SLCp15	Bool	%M9.7	Memoria de activación de bobina en la práctica correspondiente
comparador	Int	%MW2	Residuo del contador para determinar si es par o impar
slbhmi	UInt	%MW3	Desplazamiento del cilindro en la HMI
slahmi	UInt	%MW4	Desplazamiento del cilindro en la HMI
sldhmi	UInt	%MW5	Desplazamiento del cilindro en la HMI
slchmi	UInt	%MW6	Desplazamiento del cilindro en la HMI

TABLA IV.IV: TABLA DE MEMORIAS DE PROGRAMA DEL PLC

Nombre del bloque	Dirección	Detalle
valvreg	DB1	Bloque de datos derivado de IEC_TIMER
rec-embolp13	DB2	Bloque de datos derivado de IEC_TIMER
selector	DB3	Bloque de datos derivado de IEC_COUNTER
pulsoinicial	DB4	Bloque de datos derivado de IEC_TIMER
rec-embolp11	DB5	Bloque de datos derivado de IEC_TIMER
rec-embolp12	DB6	Bloque de datos derivado de IEC_TIMER
reset}	DB7	Bloque de datos derivado de IEC_TIMER
pulsoinicialP15	DB8	Bloque de datos derivado de IEC_TIMER
etiquetadop15	DB9	Bloque de datos derivado de IEC_TIMER

4.2.3 Tabla de bloques del sistema

TABLA IV.V: TABLA DE BLOQUES DEL SISTEMA.

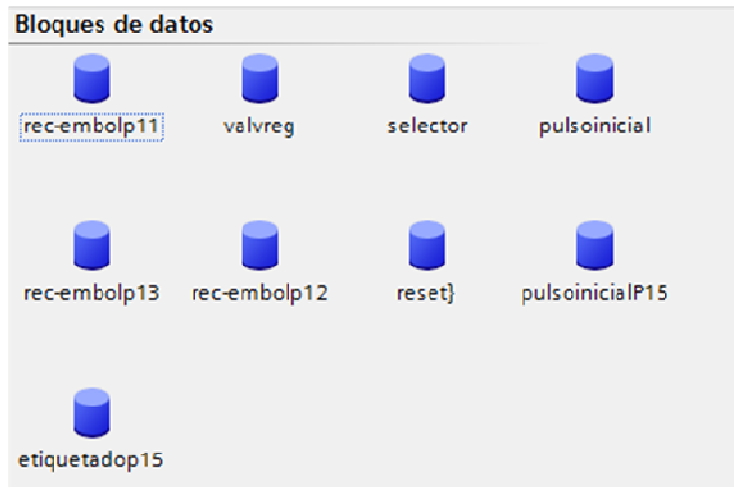


FIGURA IV.95: BLOQUES DE DATOS DEL PROGRAMA.

4.3 Programación de las prácticas planteadas en el módulo electro-neumático

A continuación se detalla la visualización de introducción a la HMI.

4.3.1 Pantalla de introducción.

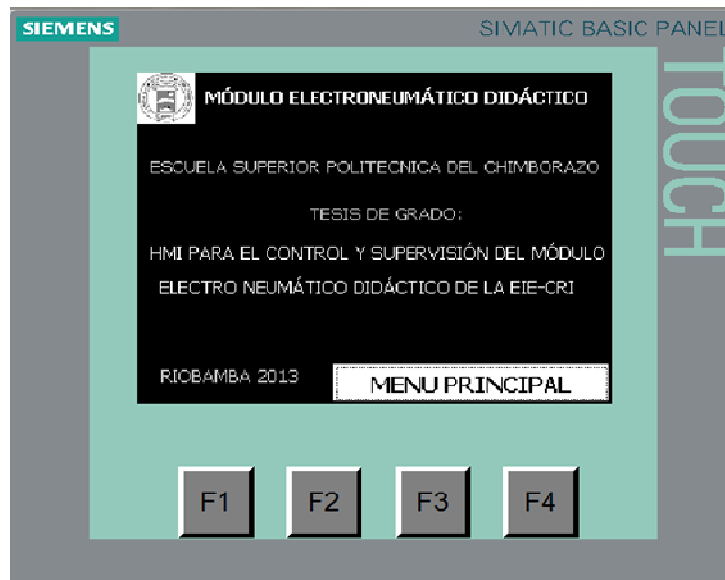


FIGURA IV.96: PANTALLA DE INTRODUCCIÓN

4.3.2 Pantalla de Menú principal

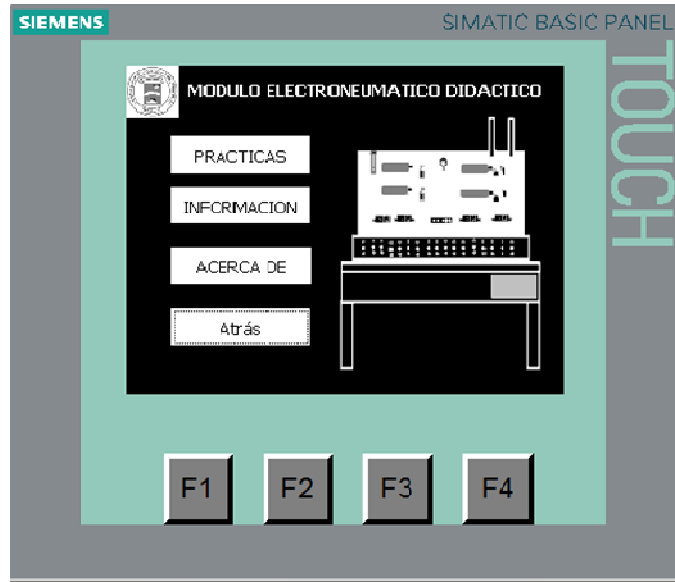


FIGURA IV.97: PANTALLA DE MENÚ PRINCIPAL

4.3.3 Pantalla de submenú PRÁCTICAS.

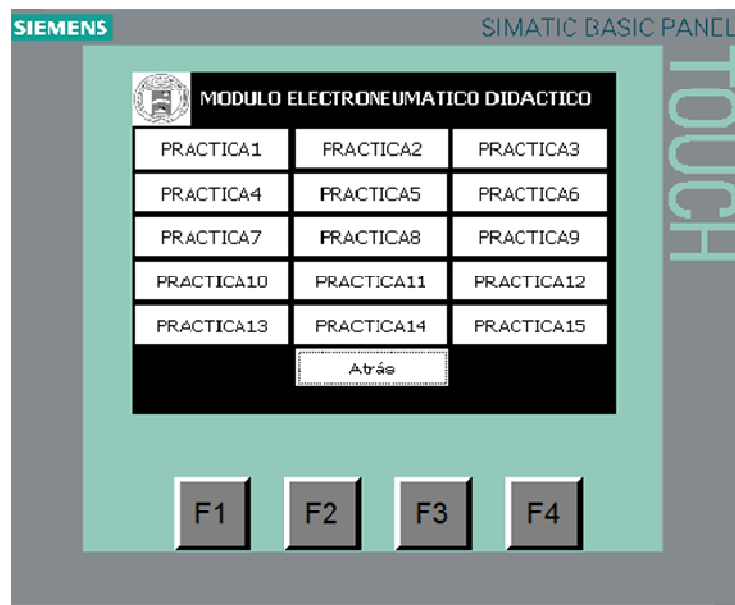


FIGURA IV.98: SUBMENÚ PRÁCTICAS

4.3.4 Pantalla submenú INFORMACIÓN

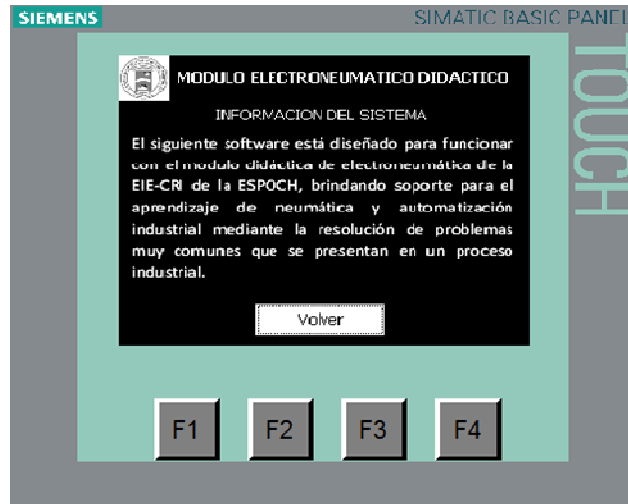


FIGURA IV.99: SUBMENÚ INFORMACIÓN

4.3.5 Pantalla submenú ACERCA DE...

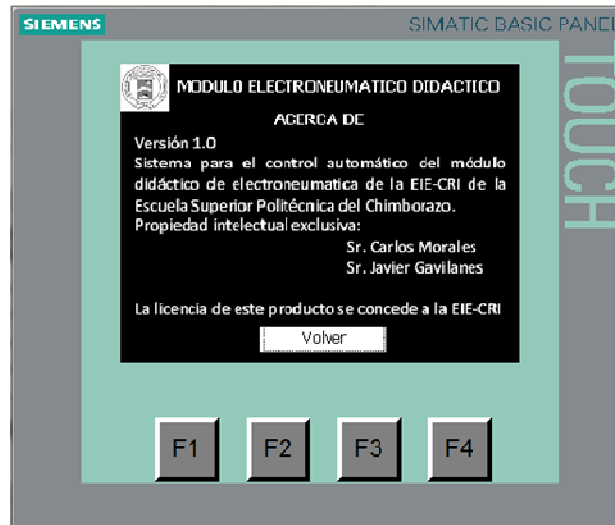


FIGURA IV.100: SUBMENÚ ACERCA DE...

PRÁCTICA 1

Funcionamiento básico de un cilindro de simple efecto utilizando una electroválvula monoestable.

Objetivo General:

- Demostrar el funcionamiento básico de un cilindro de simple efecto utilizando una electroválvula monoestable.

Objetivos específicos:

- Realizar el test de conexionado único para verificar el funcionamiento del módulo.
- Diseñar el diagrama ladder para el funcionamiento básico de un cilindro de simple efecto utilizando una electroválvula monoestable.
- Implementar y comprobar el diagrama ladder en un simulador (TIA PORTAL)

FUNCIONAMIENTO

Acceda mediante el menú de su HMI a la práctica 1. Al presionar P1 el cilindro de simple efecto C recorrerá su vástago a la posición final mientras siga presionado P1. Si dejamos de presionar el pulsador P1 el cilindro retornará a su posición inicial debido al retorno por muelle de la válvula SOLM2 que controla dicho cilindro.

DIAGRAMA LADDER

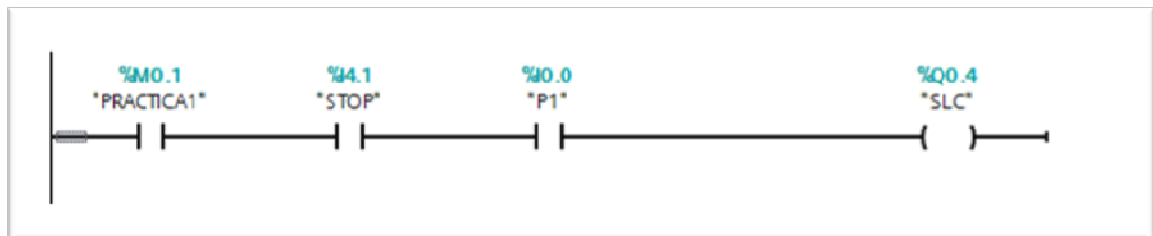


FIGURA IV.10I: DIAGRAMA LADDER PRÁCTICA 1

DESCRIPCION

La memoria %M0.1 recibe su activación y enclavamiento por medio de la HMI ktp400 lo que habilita el funcionamiento de la práctica 1, al presionar el pulsador P1 en la dirección física del PLC %I0.0 este habilita la bobina %Q0.4 que corresponde a la electroválvula SLC del módulo didáctico. Si se deja de presionar P1 se corta la energía por lo que se desactiva la solenoide de la electroválvula C y el retorno por muelle devuelve al cilindro a su posición original

PANTALLA DE VISUALIZACIÓN.

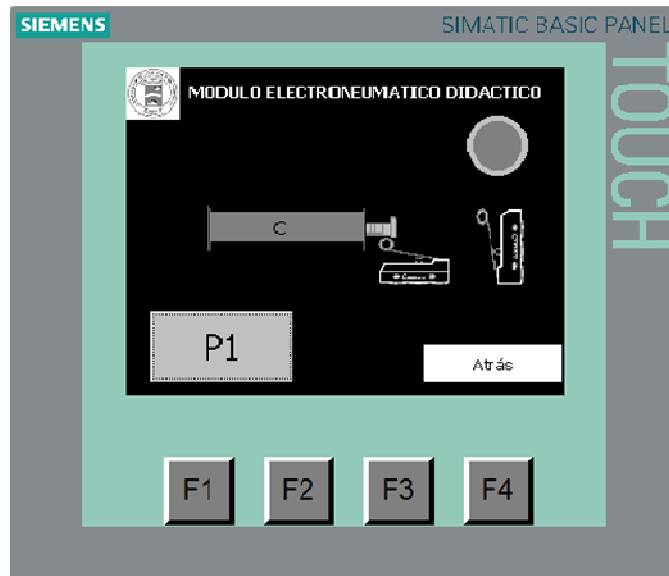


FIGURA IV.102: HMI PRÁCTICA 1

PRÁCTICA 2

Funcionamiento básico de un cilindro de doble efecto utilizando una electroválvula biestable.

Objetivo General:

- Demostrar el funcionamiento básico de un cilindro de doble efecto utilizando una electroválvula biestable.

Objetivos específicos:

- Realizar el test de conexionado único para verificar el funcionamiento del módulo.
- Diseñar el diagrama ladder para el funcionamiento básico de un cilindro de doble efecto utilizando una electroválvula biestable.
- Implementar y comprobar el diagrama ladder en un simulador (TIA PORTAL)

FUNCIONAMIENTO

Acceda mediante el menú de su HMI a la práctica 2. Al presionar P2 el cilindro de doble efecto A recorrerá su vástago a la posición final aun cuando P2 deje de estar presionado. Si presionamos el pulsador P1 el cilindro retornará a su posición inicial.

Al ser un cilindro de doble efecto los pulsadores P1 y P2 activan las bobinas SOLB2 y SOLB1 respectivamente.

DIAGRAMA LADDER

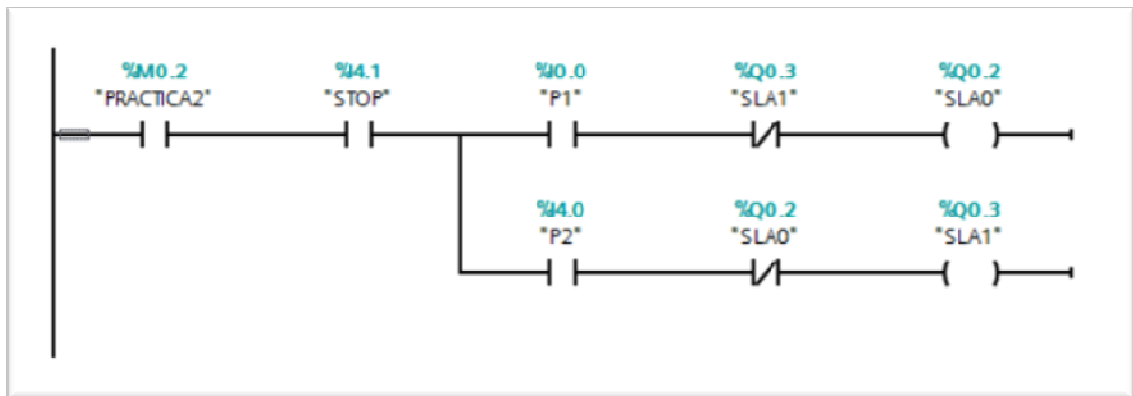


FIGURA IV.I03:DIAGRAMA LADDER PRÁCTICA 2

DESCRIPCIÓN

La memoria %M0.2 recibe su activación y enclavamiento por medio de la HMI ktp400 lo que habilita el funcionamiento de la práctica 2, al presionar el pulsador P2 en la dirección física del PLC %I4.0 este habilita la bobina %Q0.3 que corresponde a la electroválvula SLA1 del módulo didáctico, esto hace que el vástago del cilindro A se desplace, por la constitución propia de la válvula esta ya permanece en esta posición aun cuando deje de recibir señal, solo retornará a la posición original cuando se active la otra solenoide SOLB2 que corresponde a la bobina del PLC %Q0.2, es decir presionando P1.

El diagrama también muestra un sistema de bloqueo de seguridad para que las dos válvulas no puedan ser accionadas a la vez, ya que esto podría producir una avería en la electroválvula.

PANTALLA DE VISUALIZACIÓN.

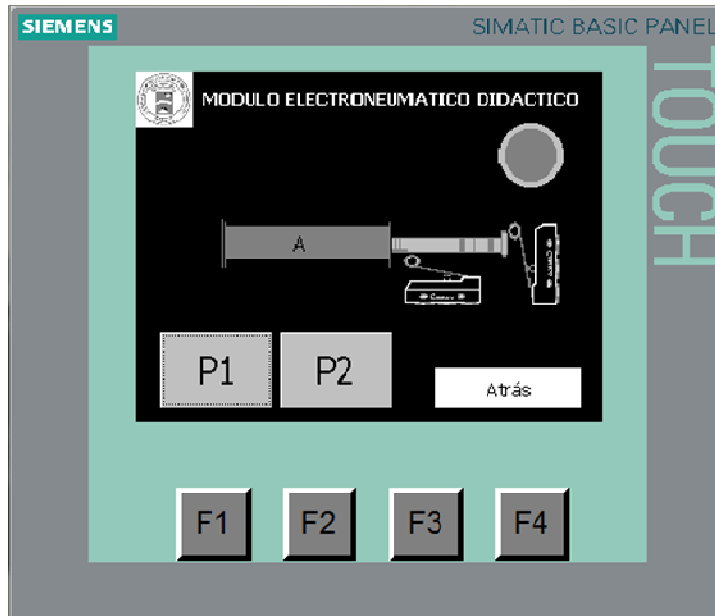


FIGURA IV.104: HMI PRÁCTICA 2

PRÁCTICA 3

Activación de un cilindro de doble efecto utilizando una electroválvula monoestable

Objetivo General:

- Activar un cilindro de doble efecto utilizando una electroválvula monoestable.

Objetivos específicos:

- Realizar el test de conexionado único para verificar el funcionamiento del módulo.
- Diseñar el diagrama ladder para activar un cilindro de doble efecto utilizando una electroválvula monoestable.
- Implementar y comprobar el diagrama ladder en un simulador (TIA PORTAL)

FUNCIONAMIENTO

Un cilindro de doble efecto puede ser controlado también por una válvula monoestable, su configuración 5/2 es idéntica a la válvula biestable, solo cambia su método de activación.

Ahora al presionar el pulsador P1 el cilindro de doble efecto A se desplazara, por la constitución de la válvula monoestable una vez dejemos de presionar P1 este retornara mediante la acción del muelle a su posición original.

DIAGRAMA LADDER

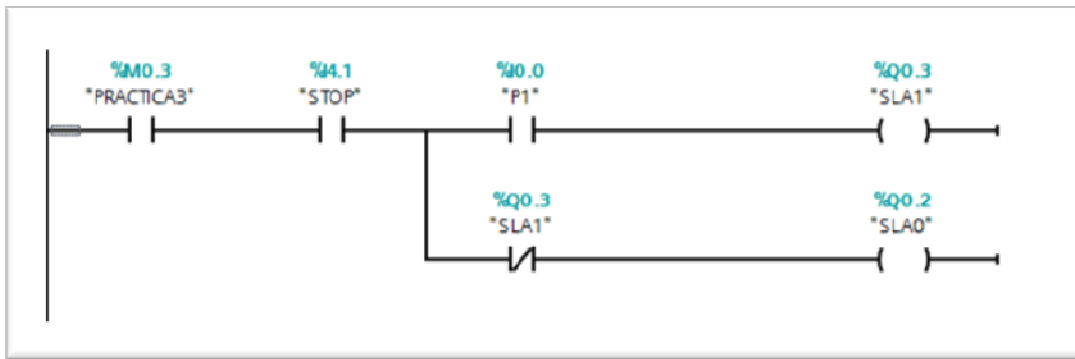


FIGURA IV.105: DIAGRAMA LADDER PRÁCTICA 3

DESCRIPCIÓN

Para mantener la conexión única sin variación en la realización de esta práctica simularemos el retorno por muelle de una válvula biestable mediante un enclavamiento de una solenoide de una válvula biestable.

La memoria %M0.3 recibe su activación y enclavamiento por medio de la HMI ktp400 lo que habilita el funcionamiento de la práctica 3, al presionar el pulsador P1 en la dirección física del PLC %I0.0 activamos la bobina %Q0.3 que activa la bobina de la electroválvula para que el cilindro A se desplace previo a la desactivación del enclavamiento que lograba que permanezca en su posición original. Cuando dejemos de presionar P1 el cilindro volverá a su posición original.

PANTALLA DE VISUALIZACIÓN.

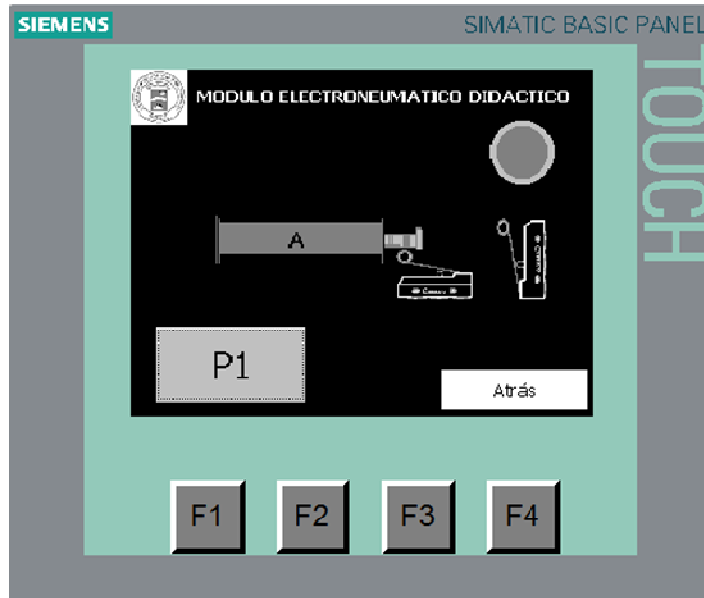


FIGURA IV.106: HMI PRÁCTICA 3

PRÁCTICA 4

Funcionamiento básico de la válvula lógica AND

Objetivo General:

- Comprobar el funcionamiento básico de la válvula lógica AND.

Objetivos específicos:

- Realizar el test de conexionado único para verificar el funcionamiento del módulo.
- Modificar las modificaciones necesarias en el conexionado único para la realización de la práctica.
- Diseñar el diagrama ladder para comprobar el funcionamiento básico de la válvula lógica AND.
- Implementar y comprobar el diagrama ladder en un simulador (TIA PORTAL)
- Realizar las modificaciones en el circuito neumático para usar la válvula AND

FUNCIONAMIENTO

Una válvula AND o también llamada válvula de simultaneidad, consta de dos entradas y una salida, y se rige a una tabla de verdad.

E	E	A
0	0	0
0	1	0
1	0	0
1	1	1

En donde 0 se considera como ausencia de presión y 1 como existencia presión en la línea, es decir si en las dos líneas de entrada existe presión, solo en bajo esas circunstancias existirá presión a la salida.

Nuestras entradas E serán controladas por los pulsadores P1 y P2 que habilitaran las bobinas de las válvulas monoestables SOLM1 y SOLM2, la salida A será dirigida a nuestro cilindro de simple efecto C.

En el siguiente esquema se muestran los cambios a realizarse en la conexión única del módulo didáctico electroneumático.

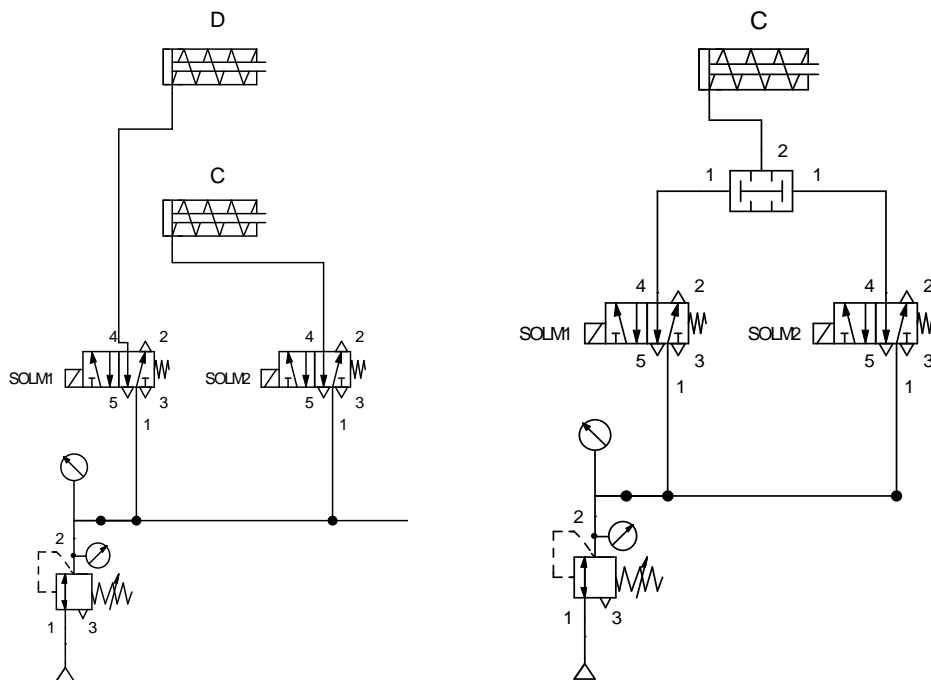


FIGURA IV.I07: DIAGRAMA DE CONEXIONADO DE LA VÁLVULA AND

DIAGRAMA LADDER

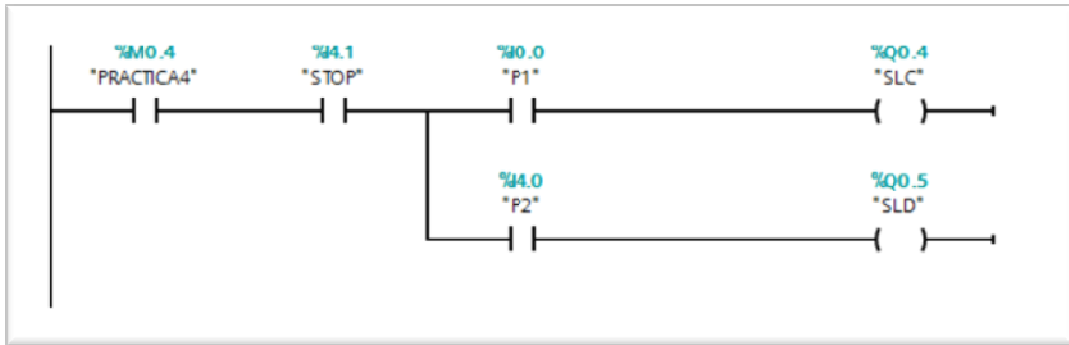


FIGURA IV.108: DIAGRAMA LADDER PRÁCTICA 4

DESCRIPCIÓN

El diagrama ladder muestra un circuito de control de las bobinas SLC y SLD mediante los pulsadores P1 y P2 respectivamente

La memoria %M0.4 recibe su activación y enclavamiento por medio de la HMI ktp400 lo que habilita el funcionamiento de la práctica 4.

PANTALLA DE VISUALIZACIÓN

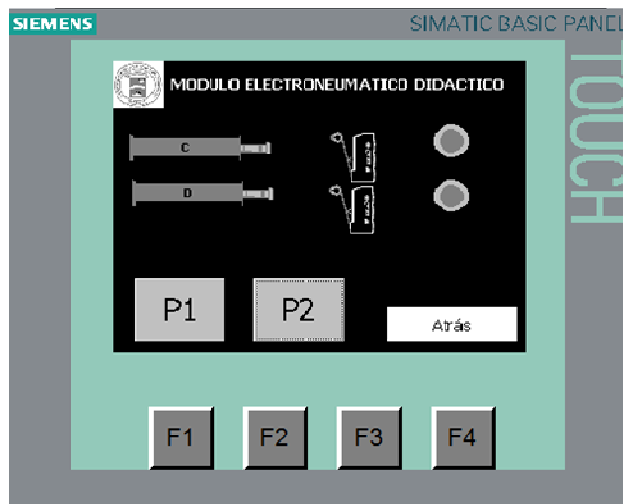


FIGURA IV.109: HMI PRÁCTICA 4

PRÁCTICA 5

Control de velocidad en la salida del vástago de un cilindro de doble efecto utilizando una válvula reguladora de caudal.

Objetivo General:

- Controlar la velocidad en la salida del vástago de un cilindro de doble efecto utilizando una válvula reguladora de caudal.

Objetivos específicos:

- Realizar el test de conexionado único para verificar el funcionamiento del módulo.
- Diseñar el diagrama ladder para controlar la velocidad en la salida del vástago de un cilindro de doble efecto utilizando una válvula reguladora de caudal.
- Implementar y comprobar el diagrama ladder en un simulador (TIA PORTAL)

FUNCIONAMIENTO

Una válvula reguladora de caudal nos permite controlar la cantidad de fluido que circula por nuestra línea, en el caso de los cilindros de doble efecto A y B constan con válvulas de reguladoras de caudal que nos permiten regular la velocidad de salida y retroceso en cada una respectivamente, el retroceso del cilindro A y la salida en el cilindro B.

Este control se lo hace de forma manual, así mediante el método de prueba y error el operario podrá seleccionar la velocidad ideal en el recorrido del vástago del cilindro que este dominado por la válvula de caudal.

Si la válvula de caudal se encuentra estrangulada al 100% no permitira el paso del aire comprimido lo que ocasionara que el vástago no se desplace.

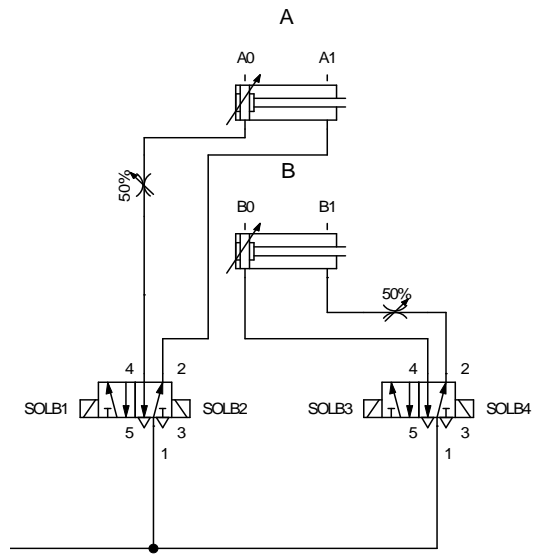


FIGURA IV.II0: DIAGRAMA DE CONEXIÓN DE VÁLVULAS REGULADORAS

En esta práctica el estudiante controlará la velocidad de retroceso del émbolo del cilindro A variando la válvula reguladora de caudal hasta lograr la velocidad deseada.

DIAGRAMA LADDER

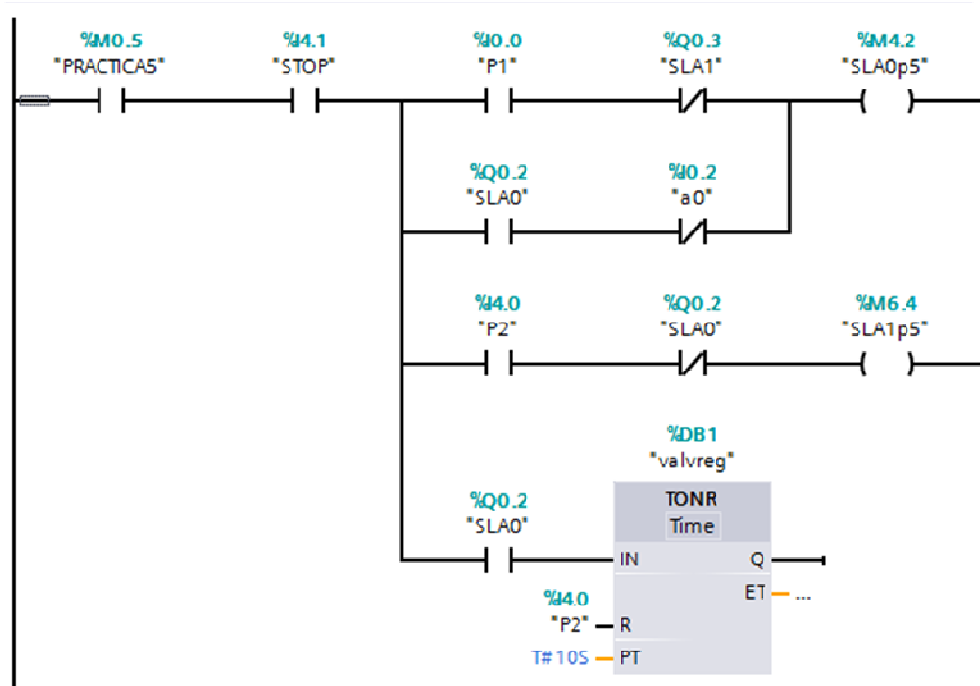


FIGURA IV.III: DIAGRAMA LADDER PRÁCTICA 5

DESCRIPCIÓN

La memoria %M0.5 recibe su activación y enclavamiento por medio de la HMI ktp400 lo que habilita el funcionamiento de la práctica 5, al presionar el pulsador P2 en la dirección física del PLC %I4.0 activamos la bobina %Q0.3 que activa la bobina de la electroválvula para que el cilindro A se desplace, dado que la válvula reguladora se encuentra dispuesta para controlar la velocidad del retorno del vástago, cuando presionamos P1 activamos la bobina SLA0 y arrancamos el bloque del temporizador **TONR** que nos tomara el tiempo que tarda en el cilindro de doble efecto A en volver a su posición original. El final de carrera a0 provoca el desenclavamiento de la bobina y el acumulador de tiempo **TONR** deja de contar, cuando volvemos a presionar P2, encerramos nuestro acumulador de tiempo para volver a tomar la medida. La variable "valvreg.ET" será usada posteriormente en la HMI para poder mostrar al estudiante el tiempo que demora en retornar el vástago del cilindro de doble efecto, para que él pueda realizar la variación correspondiente en la válvula reguladora de caudal.

La siguiente imagen muestra el funcionamiento de nuestro bloque acumulador de tiempo y cómo se comportan las distintas variables que maneja el objeto

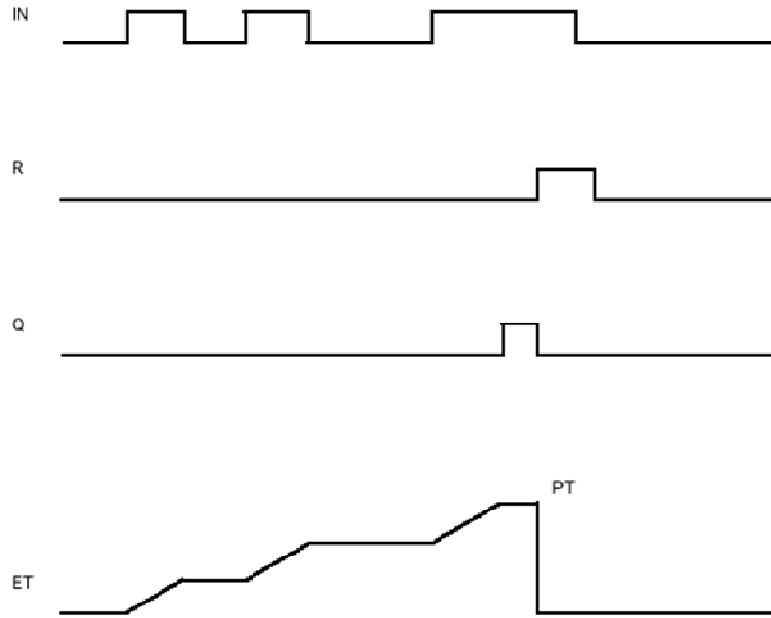


FIGURA IV.II2: BLOQUE ACUMULADOR DE TIEMPO

PANTALLA DE VISUALIZACIÓN

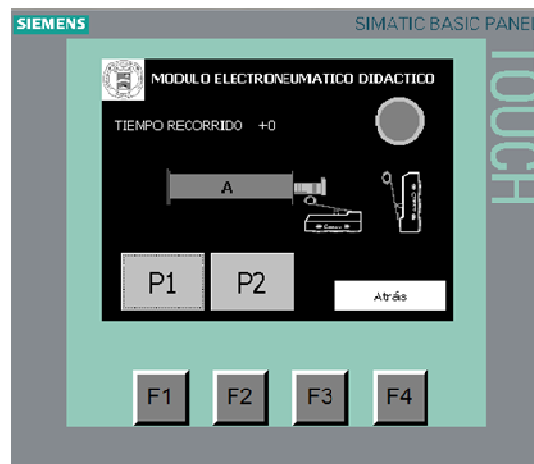


FIGURA IV.II3: HMI PRÁCTICA 5

PRÁCTICA 6

Activación de un cilindro de simple efecto utilizando enclavamiento.

Objetivo General:

- Activar un cilindro de simple efecto utilizando enclavamiento.

Objetivos específicos:

- Realizar el test de conexionado único para verificar el funcionamiento del módulo.
- Diseñar el diagrama ladder para activar un cilindro de simple efecto utilizando enclavamiento.
- Implementar y comprobar el diagrama ladder en un simulador (TIA PORTAL)

FUNCIONAMIENTO

Un cilindro de simple efecto dado su constitución una vez deje de recibir presión por la única línea que posee, retornará a su posición original, para evitar esto, podemos utilizar una válvula biestable, o a su vez una válvula monoestable utilizando un enclavamiento de la bobina que la controla, que es el método que utilizaremos en esta ocasión.

Al presionar P1 activamos la bobina SOLM2 la misma que deberá quedarse energizada aun cuando dejemos de presionar P1.

DIAGRAMA LADDER

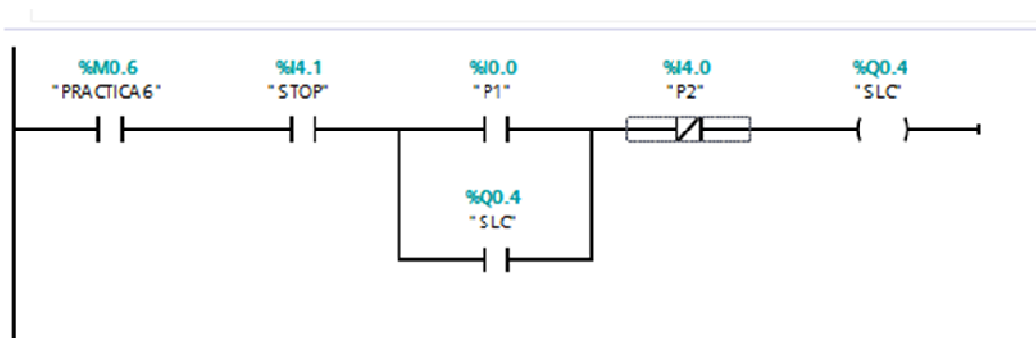


FIGURA IV.114: DIAGRAMA LADDER PRÁCTICA 6

DESCRIPCIÓN

La memoria %M0.6 recibe su activación y enclavamiento por medio de la HMI ktp400 lo que habilita el funcionamiento de la práctica 6, al presionar el pulsador P1 en la dirección física del PLC %I0.0 activamos la bobina %Q0.4 que activa la bobina de la electroválvula para que el cilindro C se desplace, el enclavamiento que normalmente suele producirse con ayuda de un contacto auxiliar, ahora lo hacemos en la programación del PLC al colocar una contacto normalmente abierto de la bobina SLC paralelamente al pulsador P1 esto logra que cuando dejemos de presionar dicho pulsador la bobina siga energizada.

Para poder desenergizar la bobina utilizamos el pulsador P2

PANTALLA DE VISUALIZACIÓN

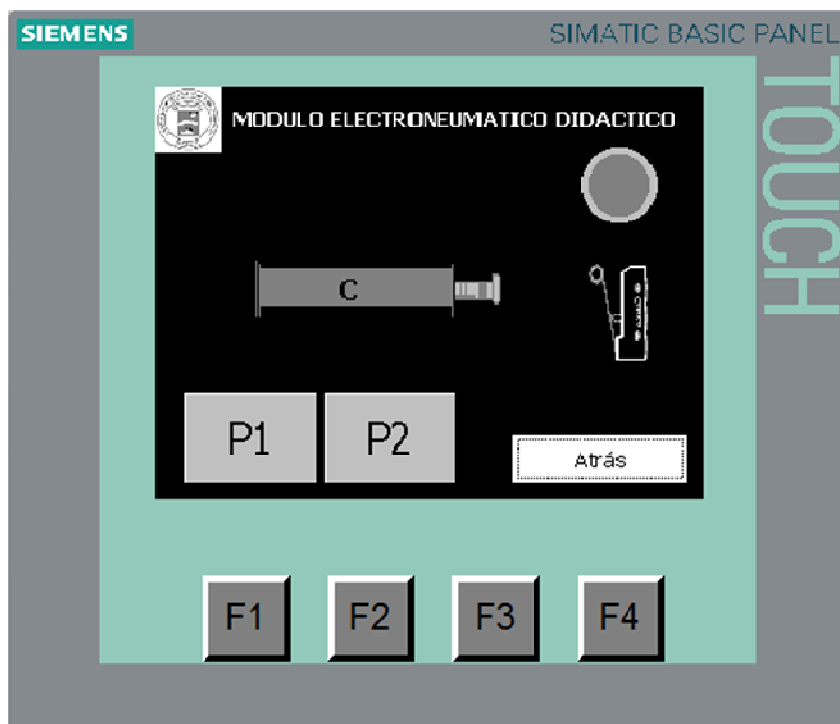


FIGURA IV.115: HMI PRÁCTICA 6

PRÁCTICA 7

Funcionamiento básico de un sensor de proximidad.

Objetivo General:

- Comprobar el correcto funcionamiento de un sensor de proximidad.

Objetivos específicos:

- Realizar el test de conexionado único para verificar el funcionamiento del módulo.
- Diseñar el diagrama ladder para comprobar el funcionamiento básico de un sensor de proximidad.
- Implementar y comprobar el diagrama ladder en un simulador (TIA PORTAL)

FUNCIONAMIENTO

El sensor de proximidad dispuesto en el módulo detectara la presencia de un objeto y activara el cilindro de simple efecto D.

Debemos tener en cuenta el tipo de sensor utilizado, en este caso es un NPN por lo que la señal enviada por este es negativa.

DIAGRAMA LADDER

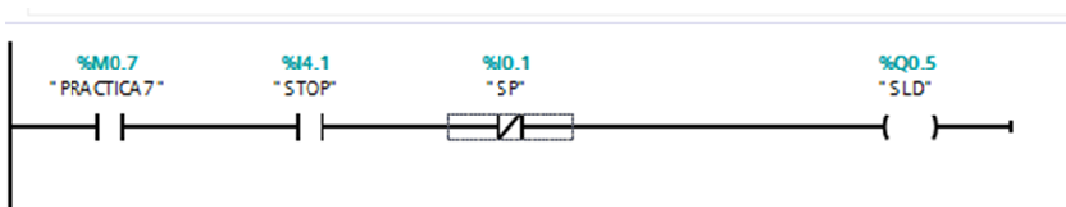


FIGURA IV.116: DIAGRAMA LADDER PRÁCTICA 7

DESCRIPCIÓN

La memoria %M0.7 recibe su activación y enclavamiento por medio de la HMI ktp400 lo que habilita el funcionamiento de la práctica 7, al colocar un objeto sobre nuestro sensor de proximidad que estará conectado a la dirección física del PLC %I0.1 activamos la bobina %Q0.5 que activa la bobina de la electroválvula para que el cilindro D se desplace.

Como se mencionó anteriormente el cilindro es tipo NPN por lo que el contacto dispuesto es normalmente cerrado.

PANTALLA DE VISUALIZACIÓN Y CONTROL.

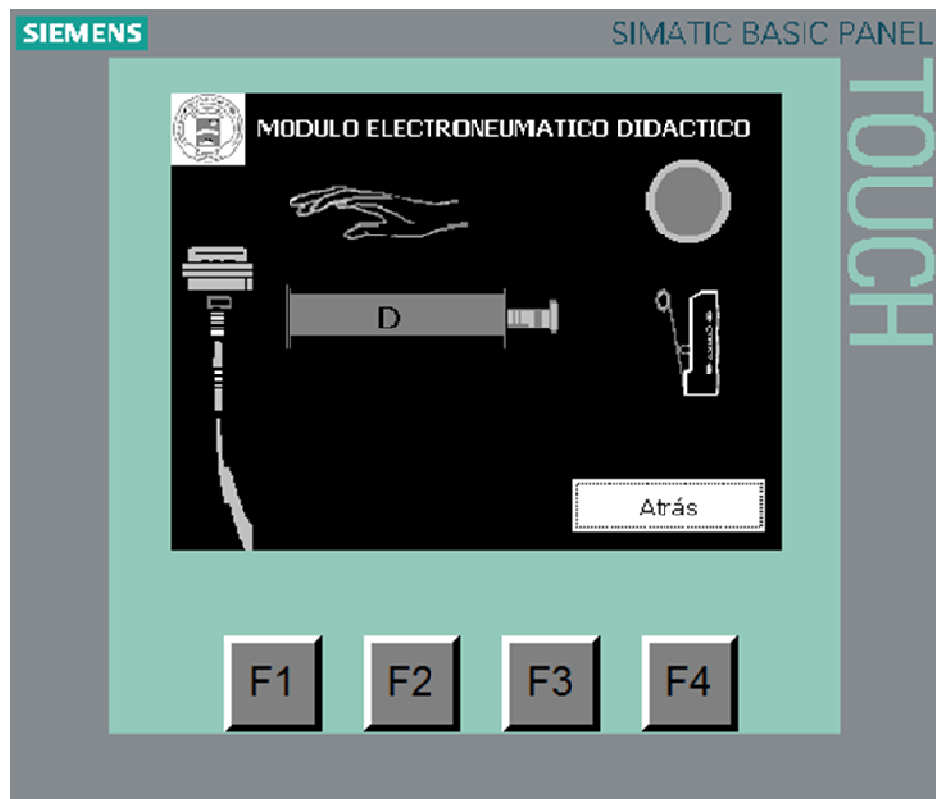


FIGURA IV.17: HMI PRÁCTICA 7

PRÁCTICA 8:

Secuencia A+, B+, A-, B- utilizando dos cilindros de doble efecto.

Objetivo General:

- Realizar la Secuencia A+, B+, A-, B- utilizando dos cilindros de doble efecto.

Objetivos específicos:

- Realizar el test de conexionado único para verificar el funcionamiento del módulo.
- Diseñar el Grafcet y el diagrama ladder para automatizar el proceso de la secuencia A+, B+, A-, B- utilizando dos cilindros de doble efecto.
- Implementar y comprobar el diagrama ladder en un simulador (TIA PORTAL)

FUNCIONAMIENTO

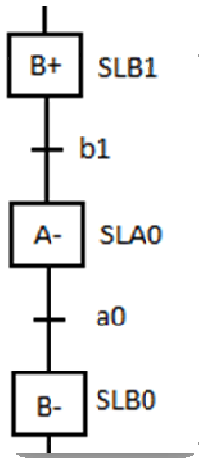
La realización de secuencias dentro de los procesos industriales permite a un sistema para cumplir un determinado trabajo mediante la división de este en tareas más pequeñas.

Cuando trabajamos con cilindros utilizamos una representación simbólica para saber si es que el vástago se recorre o se contrae, esto es el nombre asignado al cilindro acompañado con el signo (+) si es el que el vástago debe desplazarse o (-) si el vástago debe estar contraído es decir en su posición original.

Para poder realizar estas secuencia se emplean sensores que determinaran la posición en la que se encuentra el vástago, se usa la misma letra asignada al cilindro en minúsculas, acompañado con el número (0) si el vástago esta retraído y el número (1) si el vástago ha realizado todo su recorrido.

El método a utilizar para la realización de secuencia es el GRAFCET, para la realización de un GRAFCET, hay que determinar las tareas en las que se dividirá el proceso, y las transiciones que anteceden o preceden a estas tareas.

Cada una de las etapas se transforman en bobina y mediante una fórmula específica se extraen unas ecuaciones que nos permitirán realizar el circuito que controlara dicha bobina.



La fórmula a utilizar para determinar cada etapa es la siguiente:

$$SLA0 = EAn.tAn + EAct.\overline{ES}$$

EAnt = Etapa anterior

tAn = Transición anterior

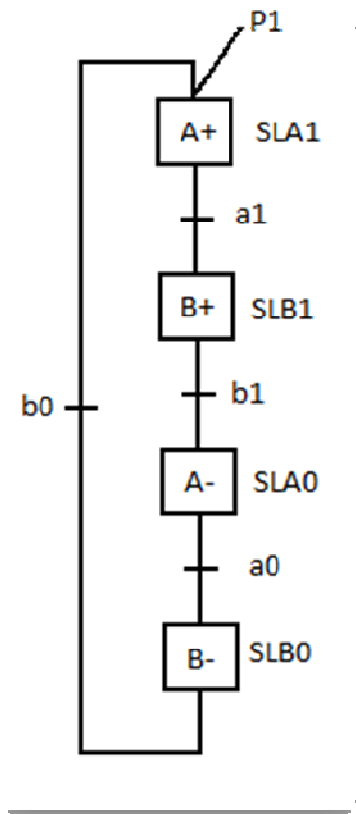
EAct = Etapa actual

\overline{ES} = Etapa siguiente negada

Como ya lo mencionamos las etapas son bobinas, y la representación de las formulas con contactos normalmente abiertos y si esta negado normalmente cerrados, si presenta adición se realiza un circuito en paralelo y si es multiplicación se conectan mediante un circuito serie.

GRAF CET:

A+, B+, A-, B-



$$SLA1 = P1 + SLB0.b0 + SLA1.\overline{SLB1}$$

$$SLB1 = SLA1.a1 + SLB1.\overline{SLA0}$$

$$SLA0 = SLB1.b1 + SLA0.\overline{SLB0}$$

$$SLB0 = SLA0.a0 + SLB0.\overline{SLA1}$$

DIAGRAMA LADDER

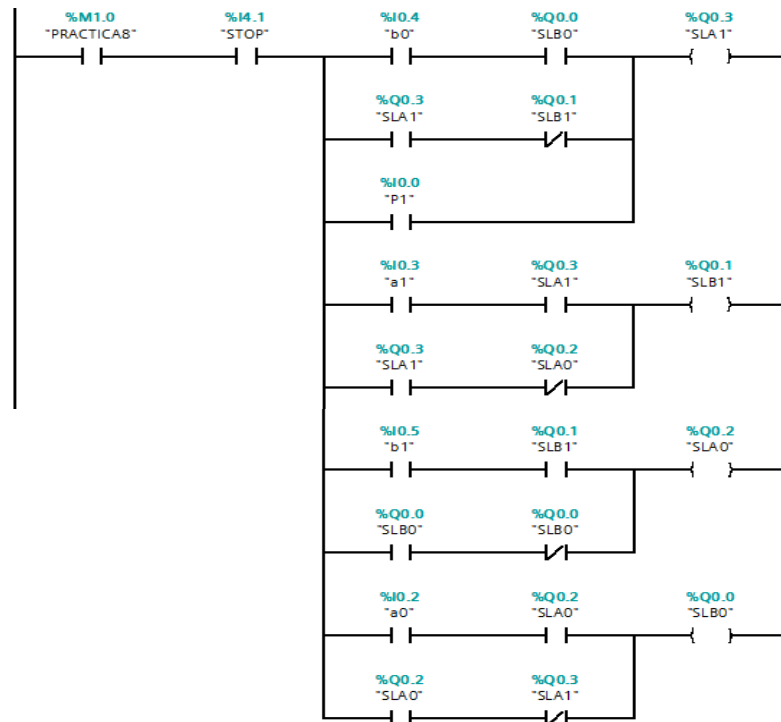


FIGURA IV.II8: DIAGRAMA LADDER PRACTICA 8

DESCRIPCIÓN

La memoria %M1.0 recibe su activación y enclavamiento por medio de la HMI ktp400 lo que habilita el funcionamiento de la práctica 8, al presionar el pulsador P1 damos el inicio de la secuencia la primera vez, tal y como se muestra en el graficet, la bobina SLA1 se energiza produciendo la primera acción de la secuencia y se enclava hasta que se produzca la segunda acción que es la energización de la bobina SLB1, esta segunda bobina se activa cuando el vástago del cilindro A haya completado su recorrido activando el final de carrera a1, SLB1 se energiza y se enclava hasta que la siguiente acción en este caso SLA0 desactive el enclavamiento y así continua infinitamente la secuencia solicitada.

Como nos pudimos dar cuenta con la ayuda del graficet la realización de secuencias de procesos se vuelve más sencilla.

PANTALLA DE VISUALIZACIÓN

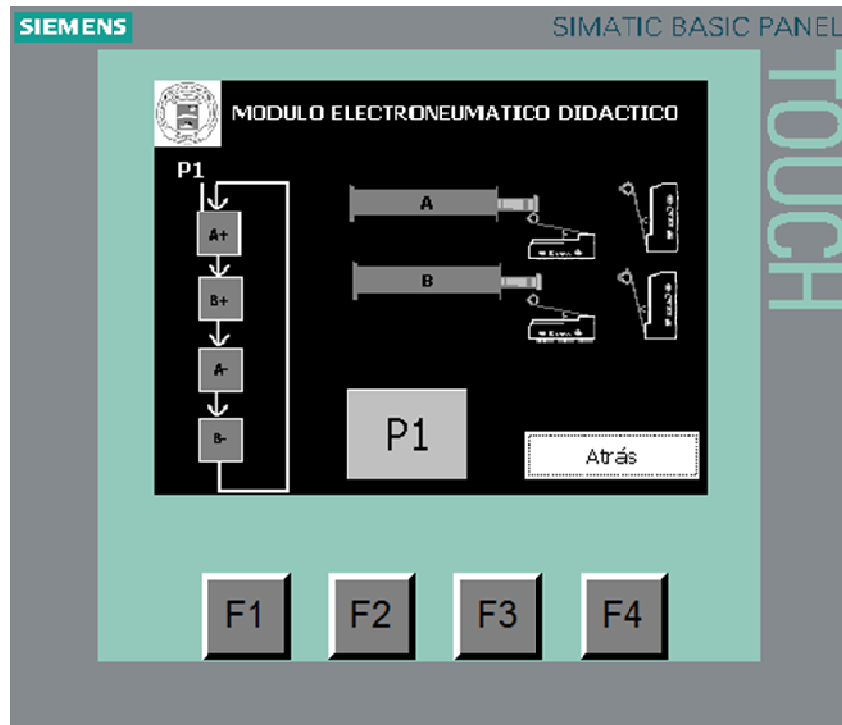


FIGURA IV.119: HMI PRÁCTICA 8

PRÁCTICA 9

Secuencia A+ y B+, A- y B- utilizando dos cilindros de doble efecto

Objetivo general:

- Realizar la secuencia A+ y B+, A- y B- utilizando dos cilindros de doble efecto

Objetivos específicos:

- Realizar el test de conexionado único para verificar el funcionamiento del módulo.
- Diseñar el Grafcet y el diagrama ladder para automatizar el proceso de la secuencia A+ y B+, A- y B- utilizando dos cilindros de doble efecto.
- Implementar y comprobar el diagrama ladder en un simulador (TIA PORTAL)

FUNCIONAMIENTO

En la siguiente secuencia tenemos una variación del graficet al realizar varios eventos a la vez, esto se conoce como convergencia o divergencia, dependiendo el caso.

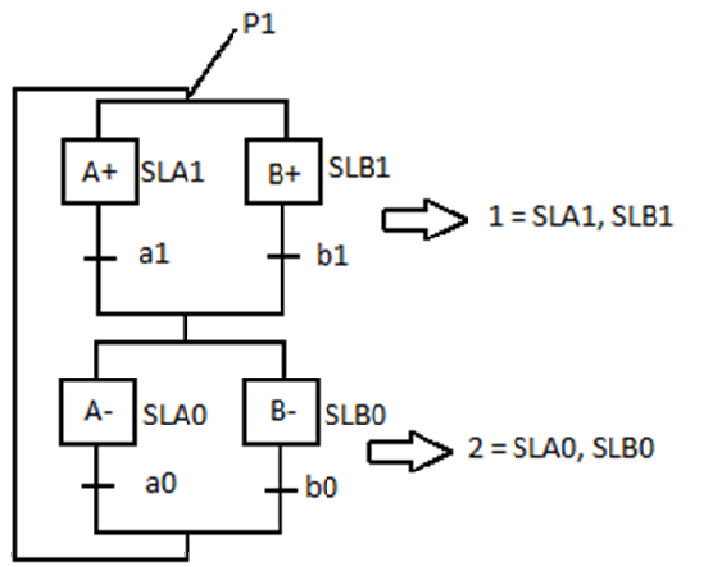
Convergencia ocurre cuando varios eventos concluyen en una única condición para continuar la secuencia, y la divergencia sucede cuando una única acción implica que ocurran varios eventos.

En la secuencia de esta práctica el cilindro A y B se desplazaran a la vez para luego retraerse los dos a la vez una vez hayan completado todo el recorrido.

Esta secuencia podríamos también realizarla siguiendo la secuencia A+, A- y luego conectaríamos en paralelo las bobinas del cilindro B, lo que produciría el mismo efecto visualmente; sin embargo no estaríamos aplicando correctamente la metodología del graficet al no estar tomando en cuenta los sensores que se usan con el cilindro B y que son parte de la secuencia para cumplir las condiciones de avance y retroceso.

GRAFICET

A+ y B+, A- y B-



$$1 = P1 + SLA0.SLB0.a0.b0 + SLA1.SLB1.\overline{SLA0}.\overline{SLB0}$$

$$2 = SLA1.SLB1.a1.b1 + SLA0.SLB0.\overline{SLA1}.\overline{SLB1}$$

DIAGRAMA LADDER

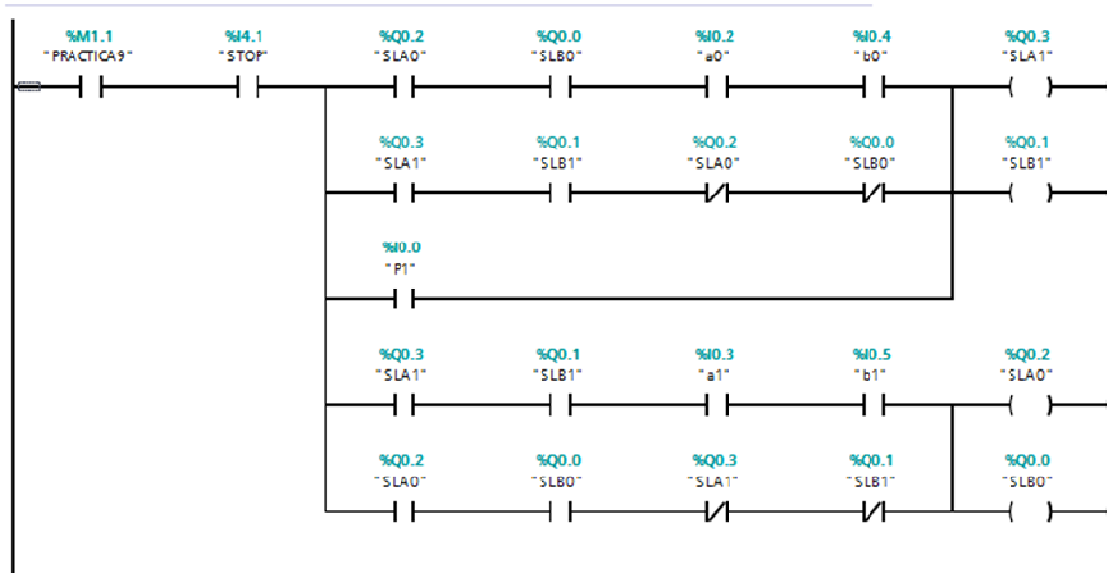


FIGURA IV.120: DIAGRAMA LADDER PRÁCTICA 9

DESCRIPCIÓN

Como lo muestra el diagrama anterior y lo expuesto anteriormente se muestran todos los sensores correspondientes a los finales de carrera del cilindro A y B usados para poder continuar con la secuencia del graficet.

La memoria %M1.1 recibe su activación y enclavamiento por medio de la HMI ktp400 lo que habilita el funcionamiento de la práctica 9, al presionar el pulsador P1 damos el inicio de la secuencia la primera vez y a partir de ahí se produce la secuencia infinita de A+ y B+, A- y B-

PANTALLA DE VISUALIZACIÓN

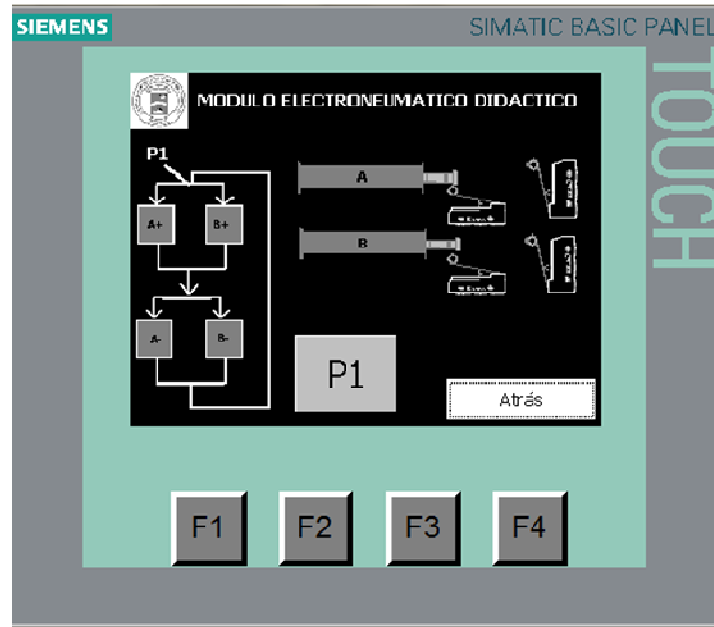


FIGURA IV.121: HMI PRÁCTICA 9

PRÁCTICA 10

Secuencia A+ y B+, A-, B- utilizando dos cilindros de doble efecto

Objetivo general:

- Realizar la secuencia A+ y B+, A-, B- utilizando dos cilindros de doble efecto

Objetivos específicos

- Realizar el test de conexión único para verificar el funcionamiento del módulo.
- Diseñar el Grafcet y el diagrama ladder para automatizar el proceso de la secuencia A+ y B+, A-, B- utilizando dos cilindros de doble efecto.
- Implementar y comprobar el diagrama ladder en un simulador (TIA PORTAL)

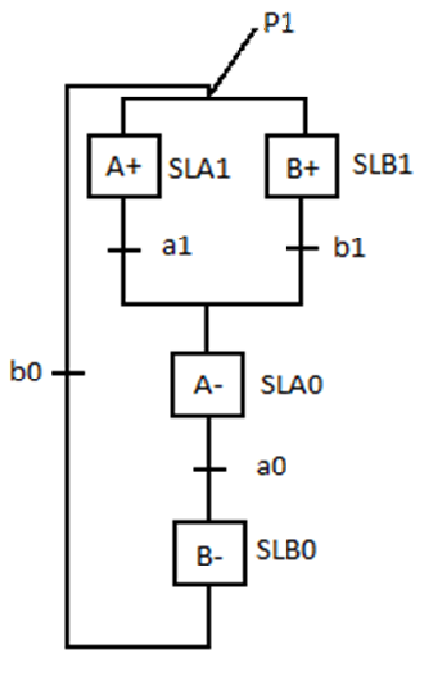
FUNCIONAMIENTO

Esta práctica se asemeja mucho a la anterior porque en la primera etapa también muestra convergencia y divergencia, y posterior a esta dos etapas más.

EL cilindro A y B se desplazan simultáneamente, una vez los dos concluyan con su recorrido el cilindro A se retraerá regresando a su posición original y luego lo hará el cilindro B dejando a los dos cilindros en su posición inicial para volver a realizar la secuencia.

GRAF CET:

A+ y B+; A-; B-



$$1 = P1 + SLB0.b0 + SLA1.SLB1.\overline{SLA0}$$

$$SLA0 = SLA1.SLB1.a1.b1 + SLA0.\overline{SLB0}$$

$$SLB0 = SLA0.a0 + SLB0.\overline{SLA1}.\overline{SLB1}$$

DIAGRAMA LADDER

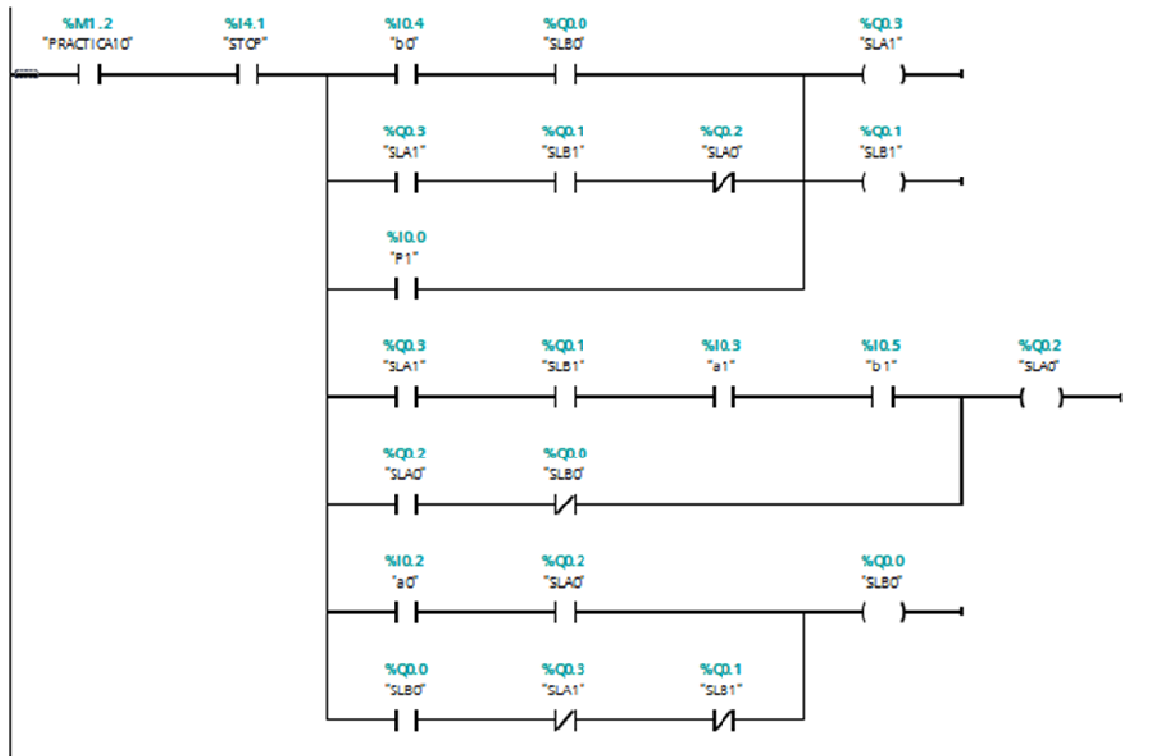


FIGURA IV.122: DIAGRAMA LADDER PRÁCTICA 10

DESCRIPCIÓN

La memoria %M1.2 recibe su activación y enclavamiento por medio de la HMI ktp400 lo que habilita el funcionamiento de la práctica 10, al presionar el pulsador P1 damos el inicio de la secuencia la primera vez.

La bobina SLA1 y SLB1 están conectadas en paralelo para producir su activación simultánea, así mismo los sensores a1 y b1 deben activarse para producir la siguiente etapa de la secuencia que es la bobina SLA0.

PANTALLA DE VISUALIZACIÓN

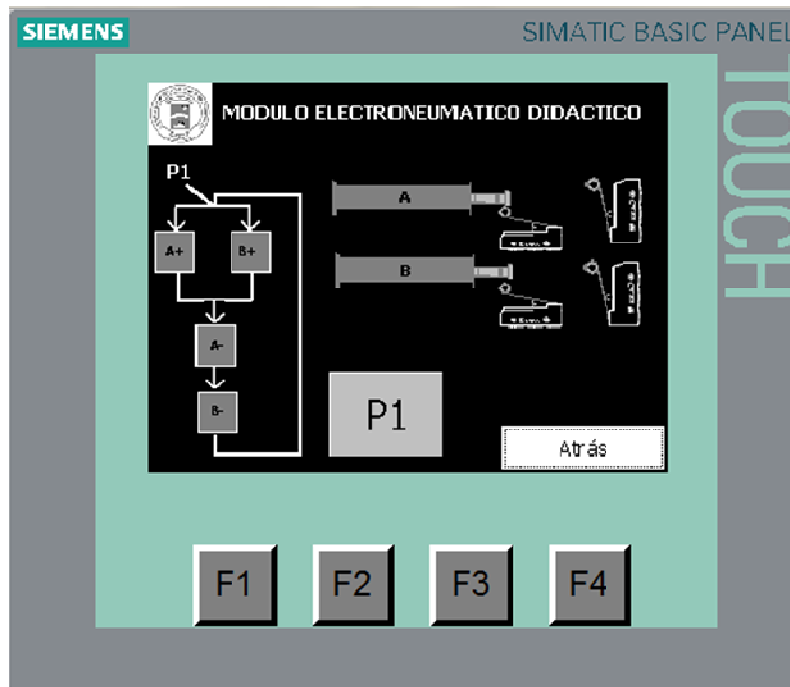


FIGURA IV.123: HMI PRÁCTICA 10

PRÁCTICA 11

Secuencia A+, B+,C+, A-, B-, C- utilizando dos cilindro de doble efecto y un cilindro de simple efecto.

Objetivo general:

- Realizar la secuencia A+ y B+,C+, A-, B-, C- utilizando dos cilindro de doble efecto y un cilindro de simple efecto.

Objetivos específicos:

Realizar el test de conexionado único para verificar el funcionamiento del módulo.

Diseñar el Graficet y el diagrama ladder para automatizar el proceso de la secuencia A+, B+,C+, A-, B-, C- utilizando dos cilindro de doble efecto y un cilindro de simple efecto.

Implementar y comprobar el diagrama ladder en un simulador (TIA PORTAL)

FUNCIONAMIENTO

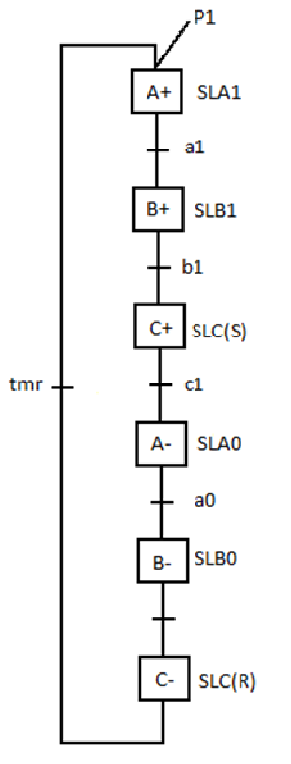
En la secuencia propuesta utilizaremos un cilindro adicional de simple efecto controlado por una válvula monoestable, para mantener energizada dichas válvulas ya vimos anteriormente que se usan métodos como el enclavamiento.

Para el diseño del grafcet se tiene que tener en cuenta este método, y también los sensores que se rigen bajo esa acción, en este caso el desplazamiento del cilindro C cuenta únicamente con un final de carrera al inicio del recorrido del vástago por lo que el diseño del grafcet se deben aplicar técnicas adicionales para simular las variables necesarias para la realización de las ecuaciones.

En la secuencia propuesta el cilindro A se desplazara, luego el B y posterior a este el C, como el cilindro C es de efecto simple este deberá permanecer desplazado (bobina energizada), hasta la etapa seis que es cuando el cilindro de simple efecto deberá retraerse.

GRAFSET

A+, B+, C+, A-, B-, C-



$$SLA1 = P1 + SLB0.tmr + SLA1.\overline{SLB1}$$

$$SLB1 = SLA1.a1 + SLB1.\overline{SLC}$$

$$SLC(S) = SLB1.b1$$

$$SLA0 = SLC.c1 + SLA0.\overline{SLB0}$$

$$SLB0 = SLA0.a0 + SLB0.\overline{SLA1}$$

$$SLC(R) = SLB0.b0$$

DIAGRAMA LADDER

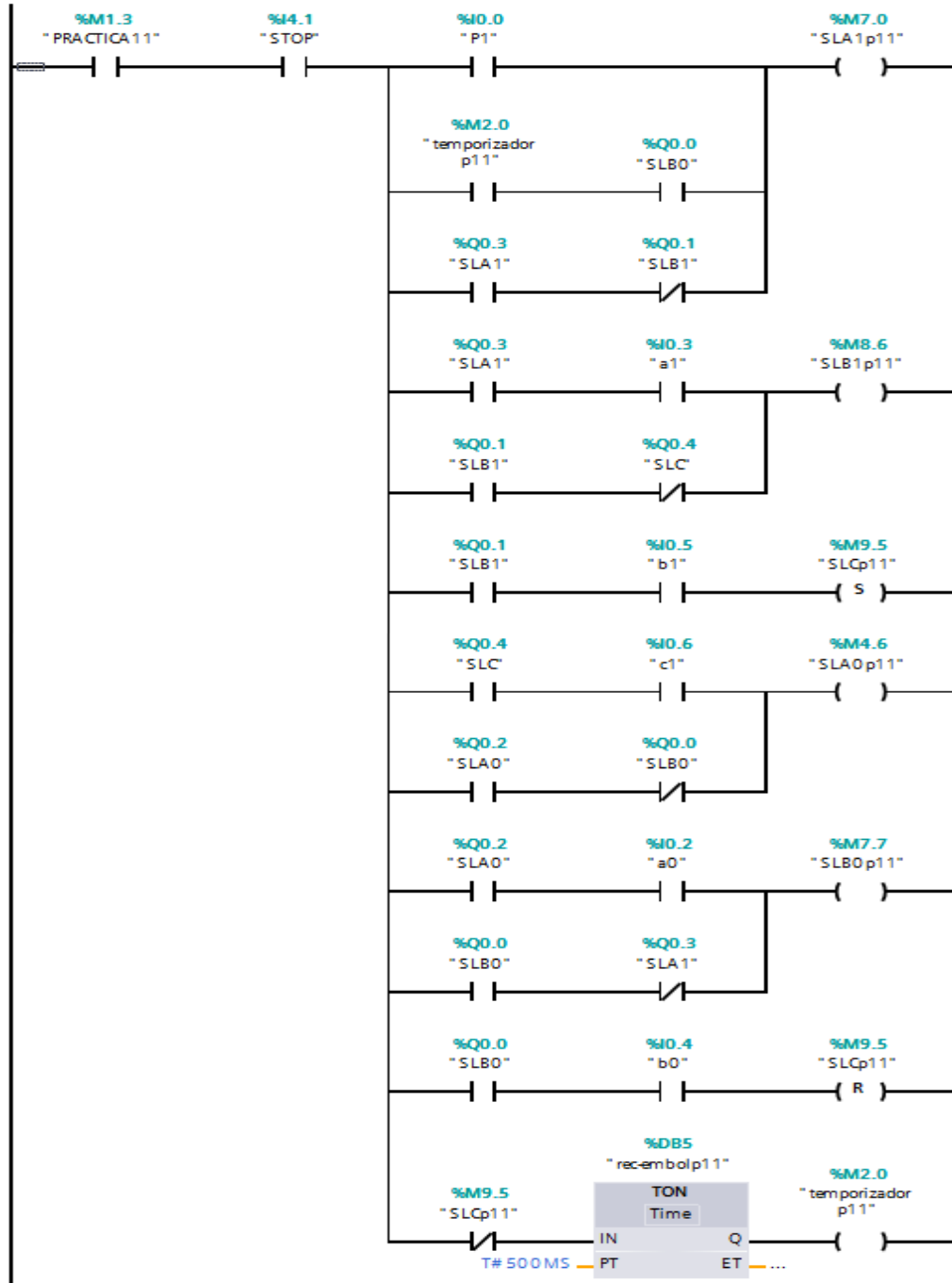


FIGURA IV.124: DIAGRAMA LADDER PRÁCTICA II

DESCRIPCIÓN

La memoria %M1.3 recibe su activación y enclavamiento por medio de la HMI ktp400 lo que habilita el funcionamiento de la práctica 11, al presionar el pulsador P1 damos el inicio de la secuencia la primera vez.

Este diagrama sigue el mismo método del grafset; pero incorpora la función de enclavamiento, la bobina %Q0.4 es de tipo **SET** que implica que permanecerá enclavada hasta que no se aplique la función **RESET** que se lo hace en la sexta etapa.

Como ya habíamos mencionado el cilindro de simple efecto C solo tiene un final de carrera “c1” y para determinar que el cilindro ha realizado su recorrido de retorno usamos un bloque de temporización **TON** que maneja la variable “rec-embolp11” que será el tiempo que tarde el cilindro C para volver a su posición original, para volver nuevamente a repetir la secuencia de acción.

De no usarse este bloque de temporización el cilindro retornaría a su posición original y simultáneamente el cilindro A comenzaría su recorrido (A+), lo que reflejaría una secuencia distinta a la solicitada.

PANTALLA DE VISUALIZACIÓN

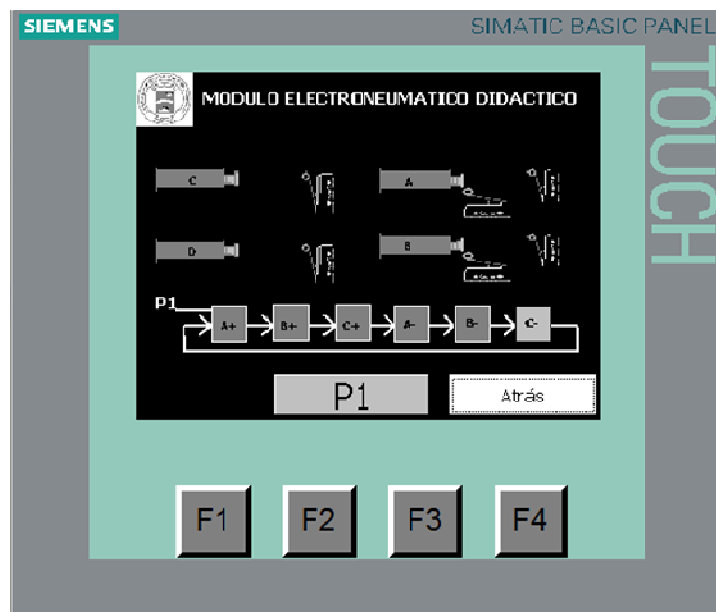


FIGURA IV.125: HMI PRÁCTICA II

PRÁCTICA 12

Secuencia C+,C-, B+, A+, B-, A- utilizando dos cilindro de doble efecto y un cilindro de simple efecto.

Objetivo general:

- Realizar la secuencia C+, C-, B+, A+, B-, A- utilizando dos cilindro de doble efecto y un cilindro de simple efecto.

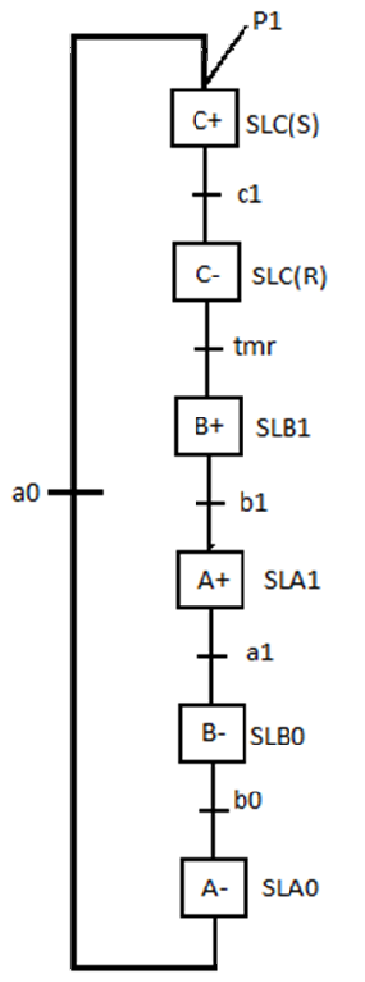
Objetivos específicos:

- Realizar el test de conexionado único para verificar el funcionamiento del módulo.
- Diseñar el Grafcet y el diagrama ladder para automatizar el proceso de la secuencia C+,C-, B+, A+, B-, A- utilizando dos cilindro de doble efecto y un cilindro de simple efecto.
- Implementar y comprobar el diagrama ladder en un simulador (TIA PORTAL)

FUNCIONAMIENTO

Nuevamente usamos el cilindro de simple efecto C pero en esta ocasión la activación y desactivación se la hará de manera consecutiva, para luego seguir con la secuencia B+, A+. B-, A- que no presenta mayores variantes a las vistas en las prácticas anteriores

GRAFSET



$$SLC(s) = P1 + SLA0.a0$$

$$SLC(R) = SLC.c1$$

$$SLB1 = SLC.tmr + SLB1.\overline{SLA1}$$

$$SLA1 = SLB1.b1 + SLA1.\overline{SLB0}$$

$$SLB0 = SLA1.a1 + SLB0.\overline{SLA0}$$

$$SLA0 = SLB0.b0 + SLA0.\overline{SLC}$$

DIAGRAMA LADDER

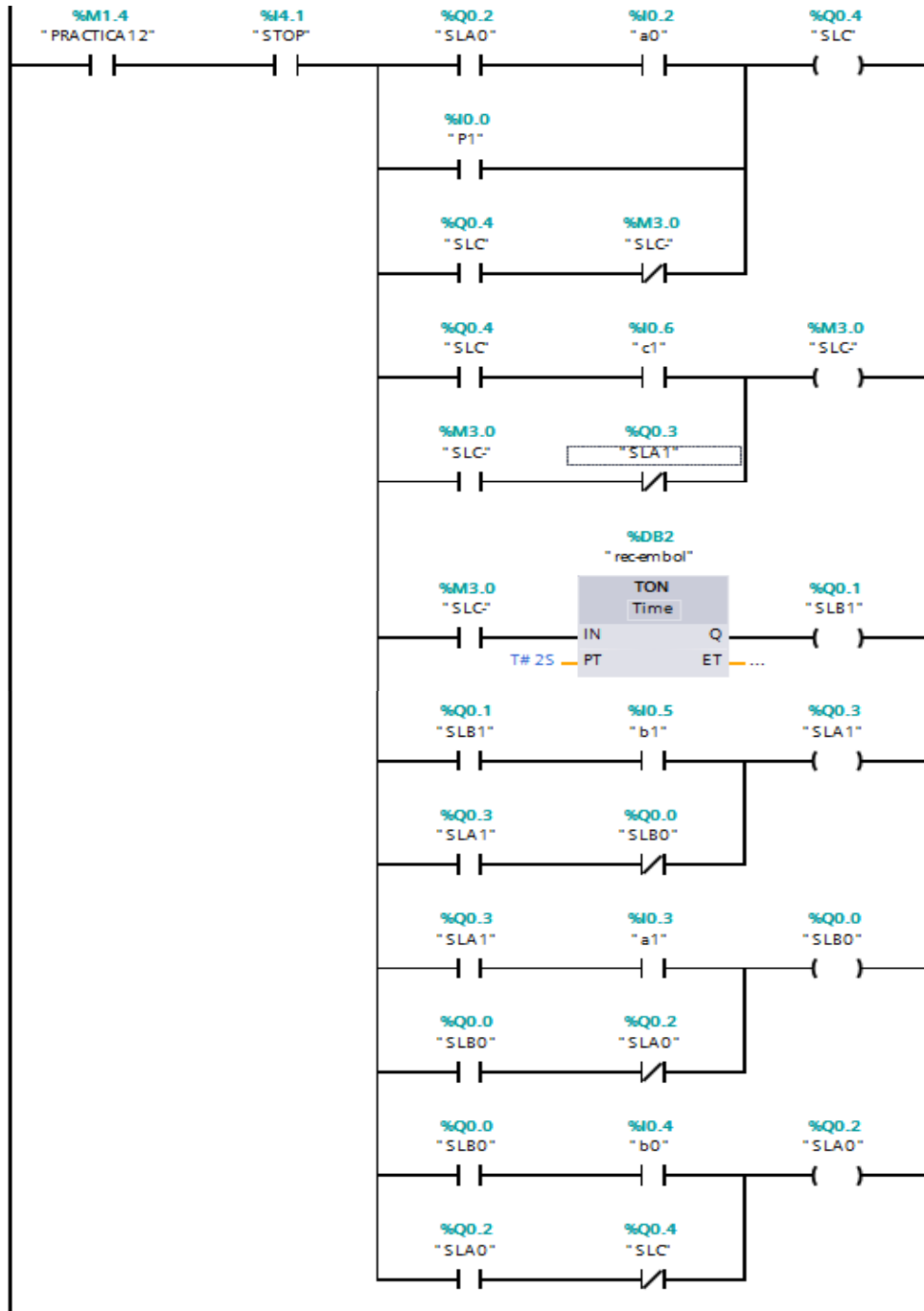


FIGURA IV.126: DIAGRAMA LADDER PRÁCTICA 12

DESCRIPCIÓN

La memoria %M1.4 recibe su activación y enclavamiento por medio de la HMI ktp400 lo que habilita el funcionamiento de la práctica 12, al presionar el pulsador P1 damos el inicio de la secuencia la primera vez.

En esta ocasión no usaremos la función set y reset, sino una memoria auxiliar que nos permitirá simular el desenergizado de la bobina SLC, esto lo haremos con la memoria %M3.0 “SLC-”.

Una vez activada “SLC” se enclava a si misma con el método del enclavamiento y cuando recorra el vástago en su totalidad activara “c1” esto activara nuestra memoria auxiliar y desactivara la bobina SLC, la memoria auxiliar “SLC-” también activara el bloque de temporización TON para permitir que el vástago del cilindro C retorne a su posición original antes de continuar con la secuencia que este caso será la activación de SLB1.

PANTALLA DE VISUALIZACIÓN

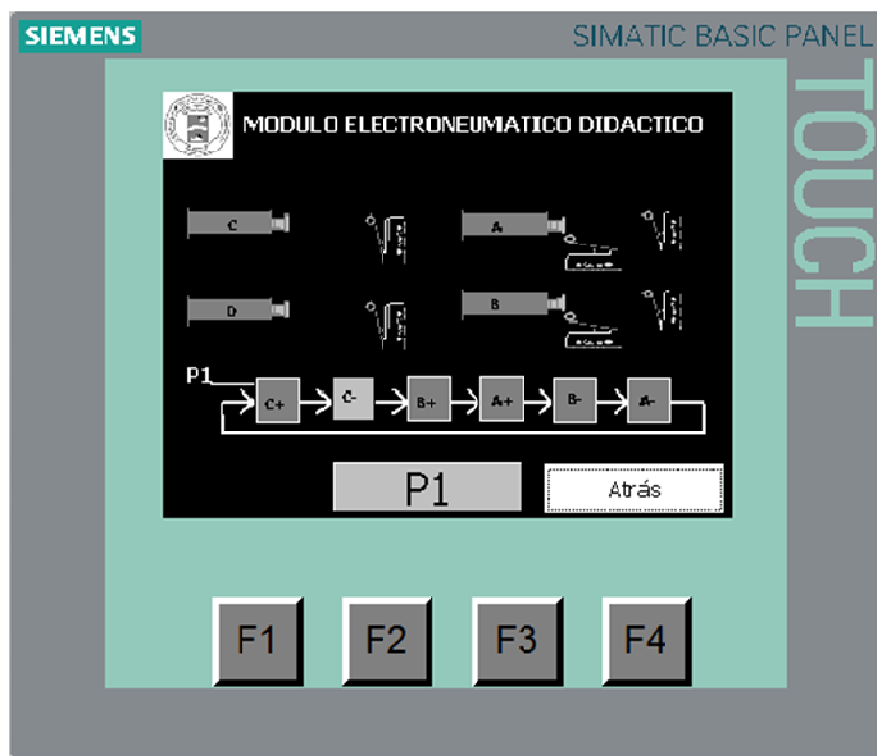


FIGURA IV.127: HMI PRÁCTICA 12

PRÁCTICA 13

Accionamiento del retroceso del vástago de un cilindro de simple efecto al detectar un objeto utilizando un sistema de seguridad.

Objetivo general:

- Accionar el retroceso del vástago de un cilindro de simple efecto utilizando un sistema de seguridad.

Objetivos específicos:

- Realizar el test de conexionado único para verificar el funcionamiento del módulo.
- Diseñar los esquemas neumáticos y diagrama ladder para accionar el retroceso del vástago de un cilindro de simple efecto utilizando un sistema de seguridad.
- Implementar y comprobar el esquema neumático y el diagrama ladder en un simulador (TIA PORTAL)

FUNCIONAMIENTO

El cilindro D simulara un proceso de estampado, una vez activado el pulsador, el cilindro se desplazara y retraerá constantemente hasta que el sensor de presencia detecte un objeto, que en un proceso real podría tratarse de un caso fortuito en el que un operario no cumpla con el protocolo de seguridad industrial.

Una vez detectado el objeto el pistón deberá quedar retraído como medida de seguridad

DIAGRAMA LADDER

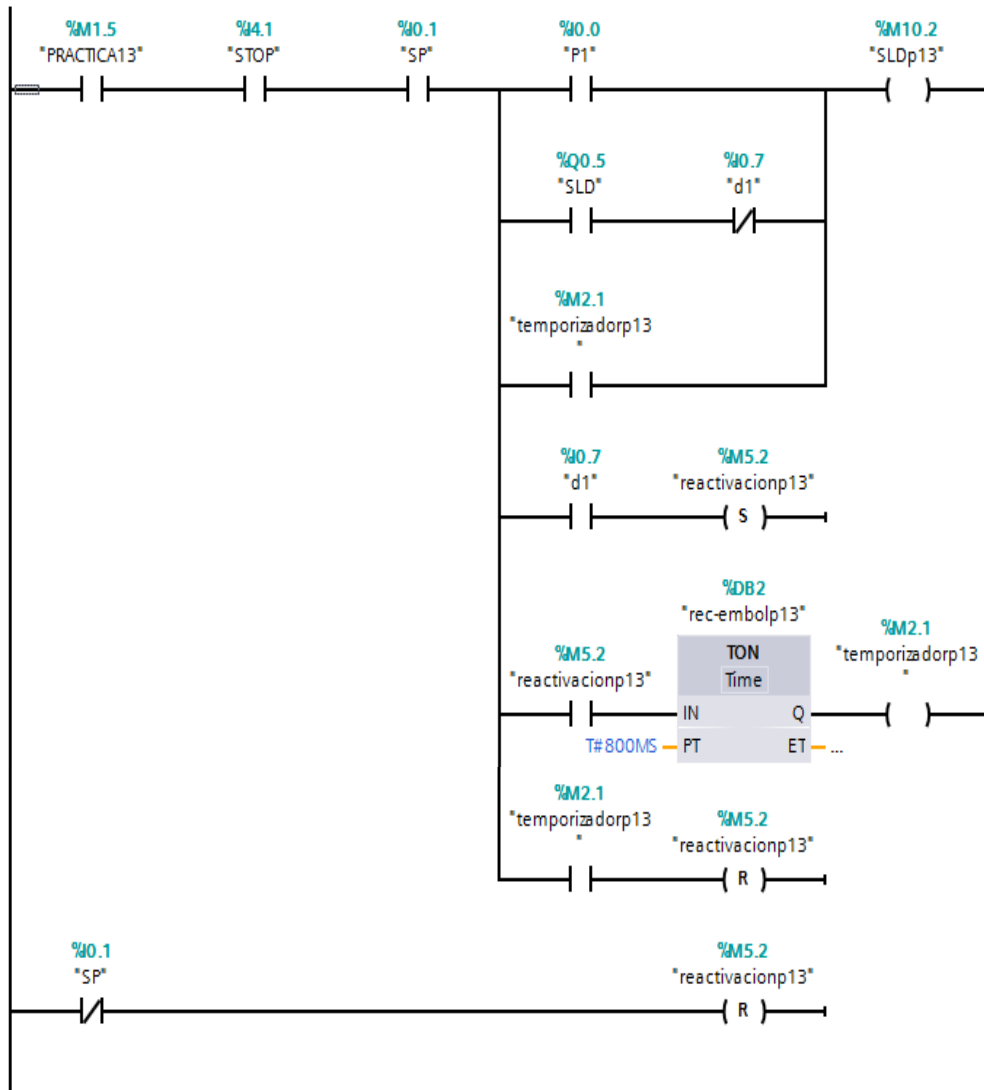


FIGURA IV.28: DIAGRAMA LADDER PRÁCTICA 13

DESCRIPCIÓN

La memoria %M1.5 recibe su activación y enclavamiento por medio de la HMI ktp400 lo que habilita el funcionamiento de la práctica 13, al presionar el pulsador P1 damos el inicio de la secuencia la primera vez.

Al ser el cilindro D de simple efecto que posee un único final de carrera al final de su recorrido tenemos que simular el otro sensor mediante el uso de un temporizador TON que está controlado por la misma variable “rec-embolp13” que hemos venido utilizando en prácticas anteriores para el recorrido de los cilindros de simple efecto.

El sensor SP es NPN por lo que usamos un contacto normalmente abierto, ya que siempre está enviando señal, y una vez detecte la presencia de un objeto este interrumpirá la línea reseteando el temporizador, y apagando la bobina SLC, por efecto del retorno por muelle de la válvula monoestable el cilindro se contraerá, no volverá a arrancar el proceso hasta que nuevamente se presione P1

PANTALLA DE VISUALIZACIÓN

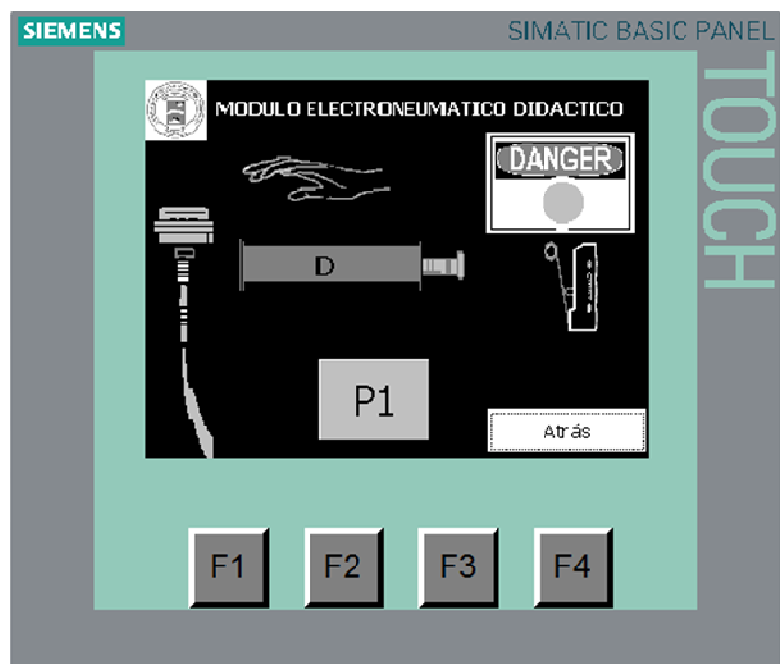


FIGURA IV.129: HMI PRÁCTICA 13

PRÁCTICA 14

Accionamiento manual o automático de cilindros basculantes

Objetivo general:

- Accionar de forma manual o automática Cilindros basculantes.

Objetivos específicos:

- Realizar el test de conexionado único para verificar el funcionamiento del módulo.
- Diseñar los esquemas neumáticos y diagrama ladder para accionar de forma manual o automática Cilindros basculantes.
- Implementar y comprobar el esquema neumático y el diagrama ladder en un simulador (TIA PORTAL)

FUNCIONAMIENTO

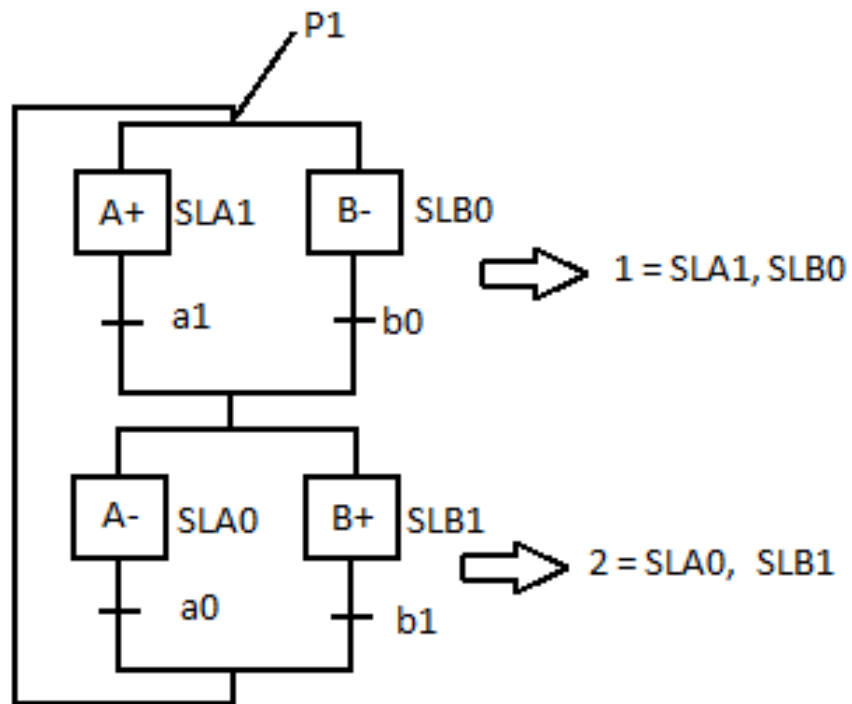
Los cilindros basculantes, son dos cilindros que funcionan de manera alternante, es decir mientras el uno desplaza su vástago, el otro lo contrae a su posición original y viceversa.

Analizándolo desde otro punto de vista podríamos decir que podría tratarse de una secuencia neumática entre dos cilindros A y B, la secuencia sería la siguiente: A+ y B-, A- y B+.

Así los dos cilindros A y B se considerarían cilindros basculantes, que funcionarían de forma automática, como el requerimiento de la práctica nos pide que también funcionen de forma manual, deberemos usar dos pulsadores para que cada uno de ellos active un cilindro; además de un selector para que funcione de forma manual o automática.

Como no tenemos un selector conectado al sistema, utilizaremos nuestro sensor de presencia, el cual cuando detectara el paso de un objeto y activara manual o automático dependiendo de su estado anterior, es decir el sistema arrancara de forma manual, y si se detecta un objeto en el sensor de presencia, el sistema cambiara a su modo automático, y si se vuelve a detectar pasara a modo manual.

GRAFSET (modo automático)



$$1 = P1 + SLA0.SLB1.a0.b1 + SLA1.SLB0.\overline{SLA0}.\overline{SLB1}$$

$$2 = SLA1.SLB0.a1.b0 + SLA0.SLB1.\overline{SLA1}.\overline{SLB0}$$

DIAGRAMA LADDER

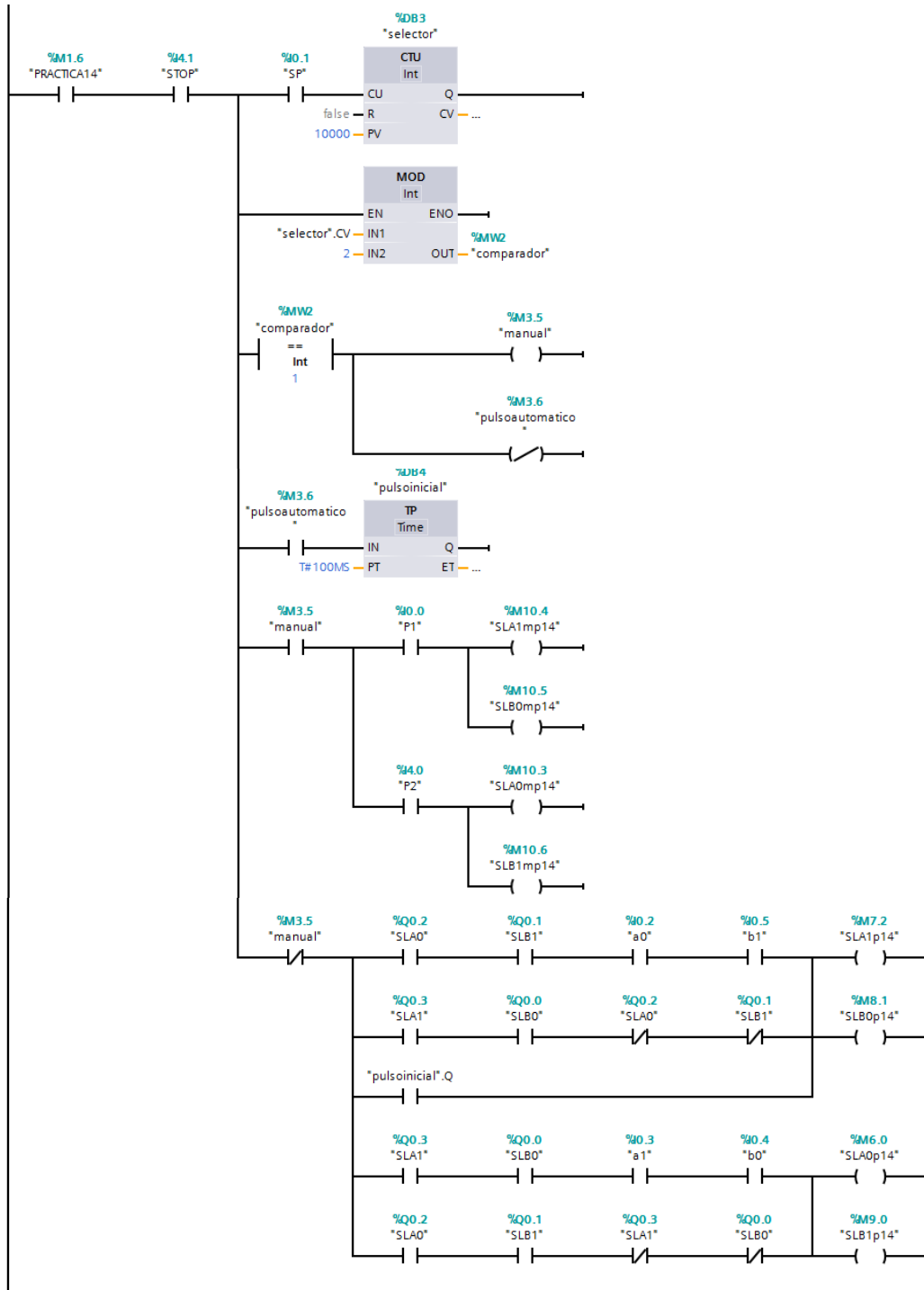


FIGURA IV.130: DIAGRAMA LADDER PRÁCTICA 14

DESCRIPCIÓN

La memoria %M1.6 recibe su activación y enclavamiento por medio de la HMI ktp400 lo que habilita el funcionamiento de la práctica 14.

El sensor de proximidad se comunica directamente con un bloque **CTU** “selector” que nos permite contabilizar las veces que el sensor de proximidad recibe una señal de activación. El parámetro selector.CV lo dividimos para dos usando el bloque **MOD**, tomamos solo el residuo y lo almacenamos en una variable de tipo entera %MW2, es decir determinamos si el valor de activación del sensor de presencia es par o impar y así determinaremos si se lo usa de forma manual o automática.

En el modo manual la activación de los cilindros basculantes se la realiza mediante los pulsadores P1 y P2 los bloqueos de seguridad son imprescindibles por el uso de válvulas biestables que incorporan estas medidas en su constitución mecánica.

En el modo automático reemplazamos el pulso inicial con un bloque **TP** que nos genera un pulso apenas suceda el cambio en el selector por lo que funcionaria de forma inmediata.

PANTALLA DE VISUALIZACIÓN

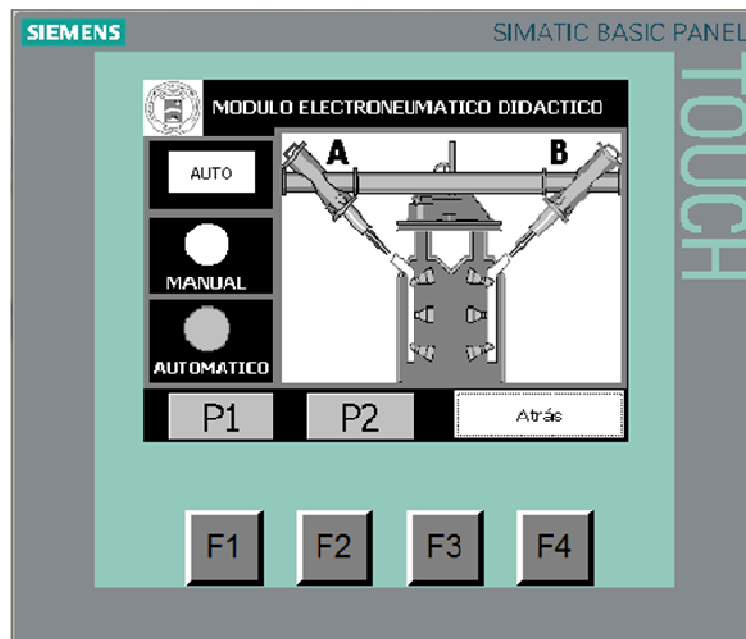


FIGURA IV.131: HMI PRÁCTICA 14

PRÁCTICA 15

Diseño e implementación del proceso de sujeción y taladrado de piezas.

Objetivo general:

- Diseñar e implementar el proceso de sujeción y taladrado de piezas.

Objetivos específicos:

- Realizar el test de conexionado único para verificar el funcionamiento del módulo.
- Diseñar los esquemas neumáticos y diagrama ladder para el proceso de sujeción y taladrado de piezas.
- Implementar y comprobar el esquema neumático y el diagrama ladder en un simulador (TIA PORTAL)

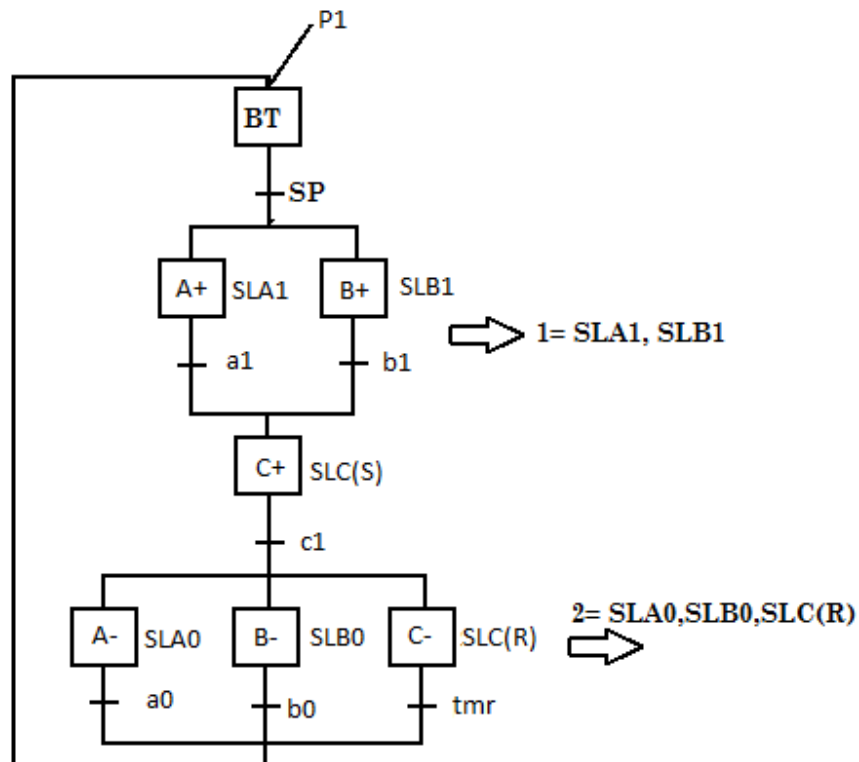
FUNCIONAMIENTO

Un proceso de sujeción y taladrado de piezas es una tarea muy común dentro de una industria de manufactura, por lo general se lo hace en una banda transportadora como parte de un proceso más grande.

En modulo didáctico simularemos este proceso con la ayuda de los elementos en el instalado, la banda transportadora será mostrada mediante un indicador luminoso, el elemento será detectado usando el sensor de presencia, posterior a esto dos cilindros se desplazaran para simular la sujeción de la pieza, y un tercer cilindro se desplazara para simular el taladro, una vez hecho esto el tercer cilindro volverá a su posición original, luego los dos que ayudaban a la sujeción y la banda continuara su recorrido hasta detectar nuevamente un objeto en el sensor de presencia.

Como podemos notar este proceso es una secuencia de tareas por lo que podremos usar la herramienta del grafcet.

GRAFSET



$$BT = P1 + SLA0.a0 + BT.\overline{SLB1}$$

$$1 = BT.SP + SLB1.\overline{SLC}$$

$$SLC = SLB1.b1 + SLC.\overline{SLA0}$$

$$2 = SLC.c1 + SLA0.\overline{BT}$$

DIAGRAMA LADDER

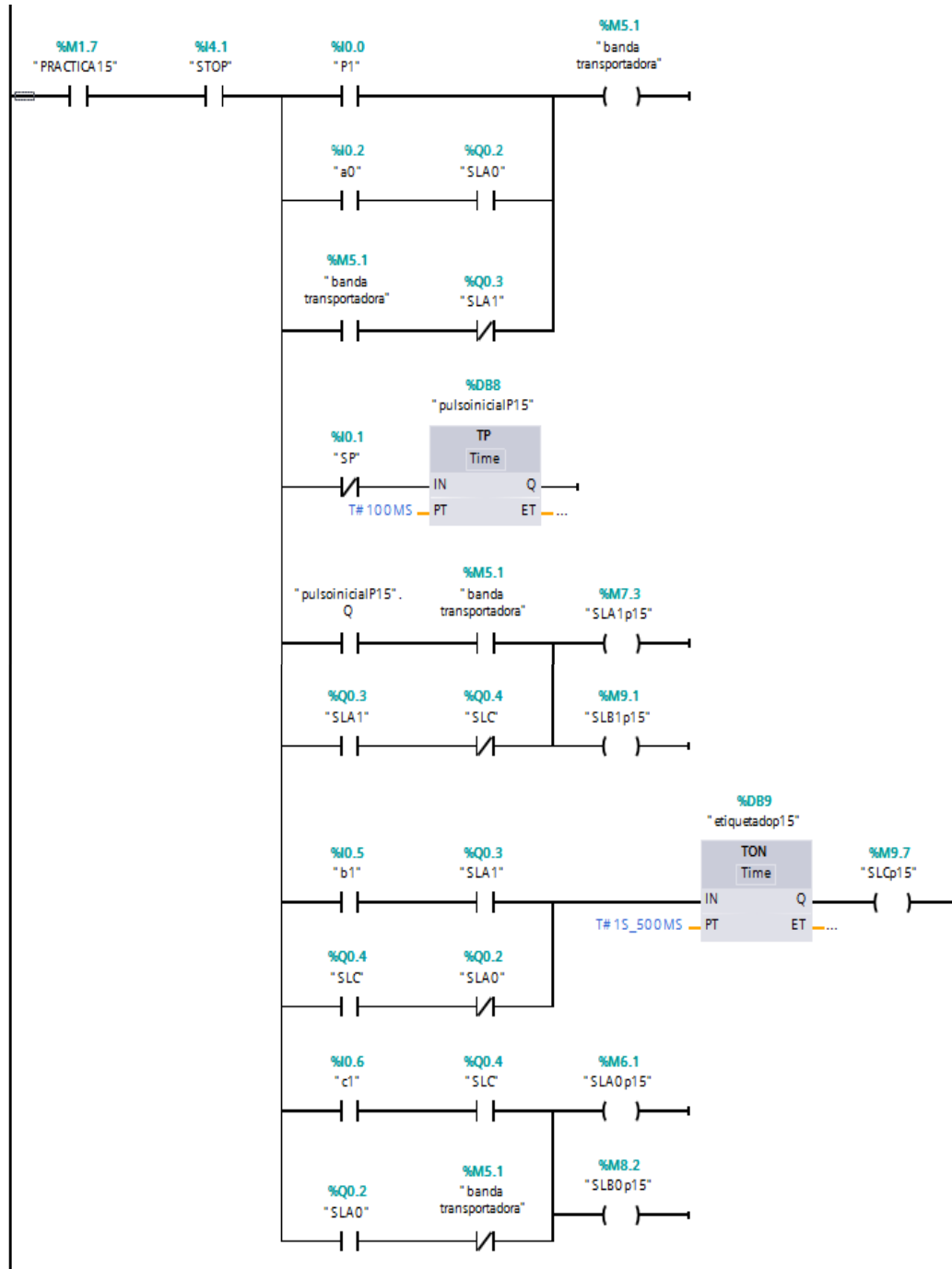


FIGURA IV.I32: DIAGRAMA LADDER PRÁCTICA 15

DESCRIPCIÓN

La memoria %M1.7 recibe su activación y enclavamiento por medio de la HMI ktp400 lo que habilita el funcionamiento de la práctica 15. El pulsador P1 da inicio a la secuencia q comienza con la banda transportadora activada y seguirá así hasta q detecte un objeto en el sensor de presencia.

En un graficet normal las etapas y transiciones una vez ocurridas ya no se vuelven a repetir, y en este caso el sensor de presencia detectara el objeto durante toda una etapa del proceso de taladrado.

Para esto usamos un bloque **TP** que nos simula un pulso inicial del sensor de presencia “pulsoinicialp15.Q” y logra que este no este activo para poder seguir el orden del graficet.

Una vez cumplida la secuencia del taladrado se queda activada la etapa de la banda transportadora con lo que el objeto seguirá en la línea del proceso y esperar a la llegada de un nuevo objeto para volverse a repetir la secuencia del taladrado.

A este graficet además hemos incorporado temporizadores con retardo a la activación **TON** que nos permiten controlar de mejor manera los tiempos durante el proceso.

Los dos cilindros de sujeción A y B se controlan como una única etapa para simplificar el graficet, con la variación que usamos el final de carrera del cilindro B dado que este posee la válvula reguladora a la salida del vástago para poder calibrar mejor el proceso

PANTALLA DE VISUALIZACIÓN

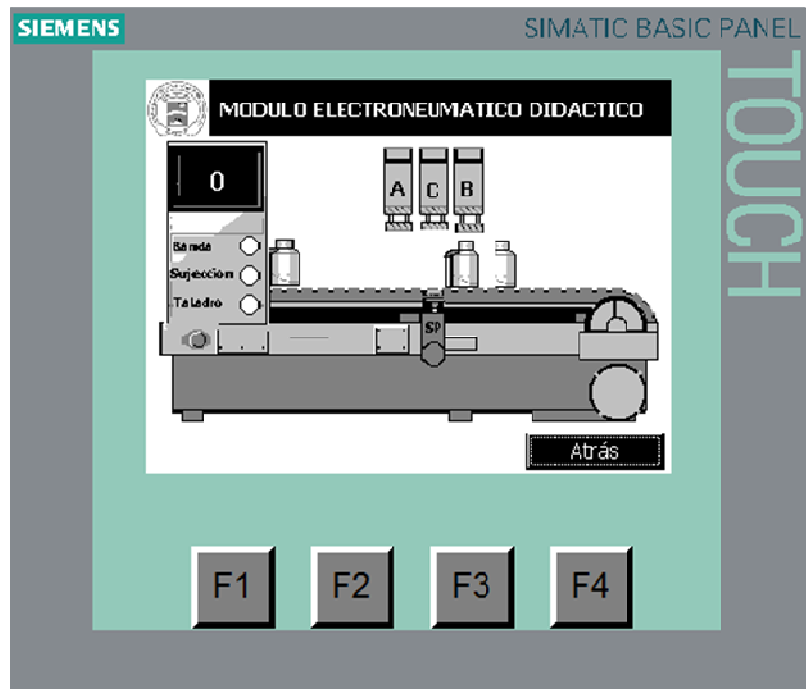


FIGURA IV.133: HMI PRÁCTICA 15

CAPÍTULO V

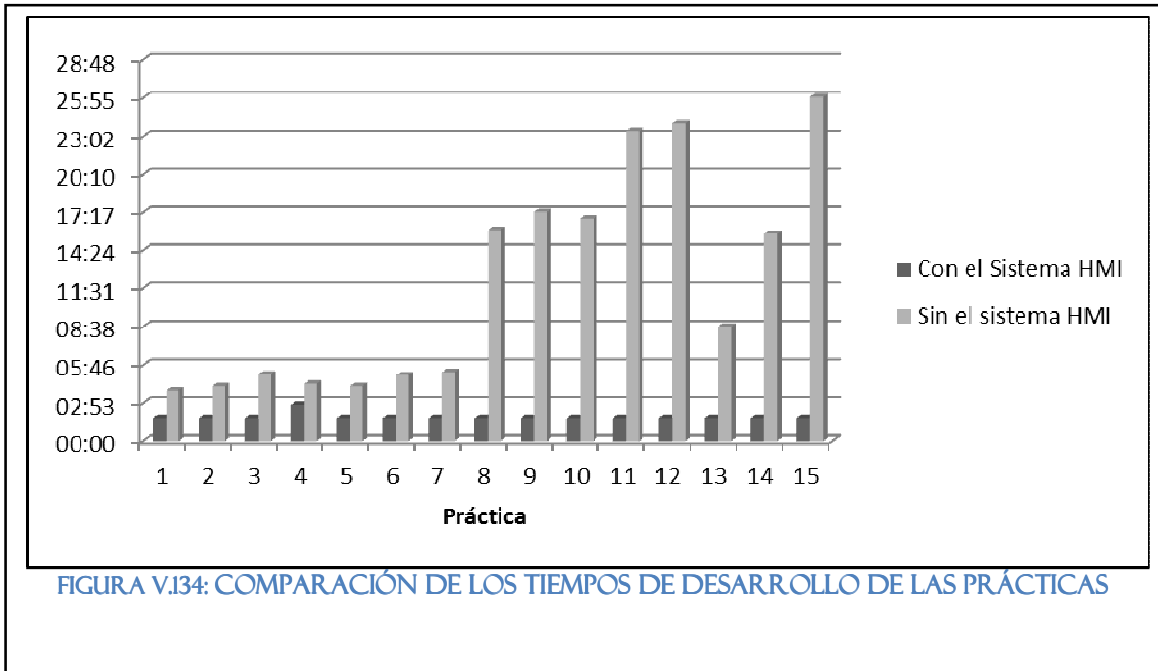
5.1 Resultados

Una vez diseñado el sistema e instalado junto con el modulo se procedió al desarrollo de todas las practicas del módulo nuevamente, logrando una mejora significativa del tiempo que se empleaba en desarrollar una práctica. Este es por supuesto uno de los motivos más favorables para la automatización de sistemas, las mejoras de tiempos de producción se traduce en ingresos económicos para la industria.

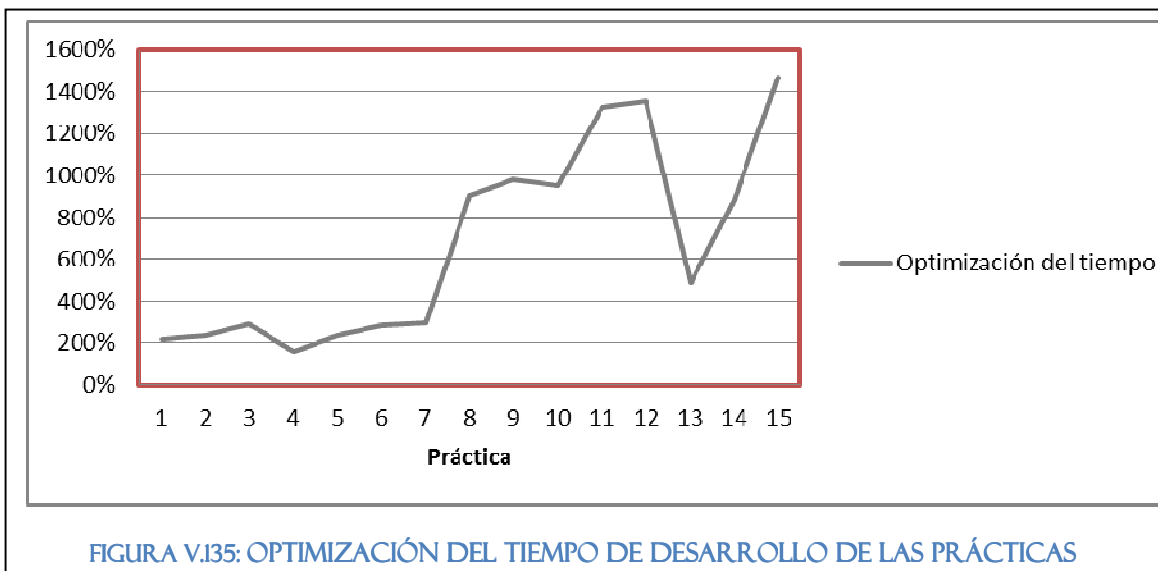
TABLA 1: TIEMPOS DE DESARROLLO DE LAS PRÁCTICAS

Módulo Electroneumático Didáctico						
Tiempo invertido en el desarrollo de las prácticas						
Nº. Práctica	Sin el sistema HMI			Con el Sistema HMI		
	Neumático	Eléctrico	Total	Neumático	Eléctrico	Total
1	03:00	00:50	03:50	01:31	00:15	01:46
2	03:20	00:50	04:10	01:31	00:15	01:46
3	03:35	01:30	05:05	01:31	00:15	01:46
4	02:20	02:00	04:20	02:31	00:15	02:46
5	03:20	00:50	04:10	01:31	00:15	01:46
6	03:00	02:00	05:00	01:31	00:15	01:46
7	02:25	02:50	05:15	01:31	00:15	01:46
8	07:38	08:20	15:58	01:31	00:15	01:46
9	07:30	09:50	17:20	01:31	00:15	01:46
10	07:35	09:15	16:50	01:31	00:15	01:46
11	10:08	13:20	23:28	01:31	00:15	01:46
12	11:25	12:37	24:02	01:31	00:15	01:46
13	04:49	03:50	08:39	01:31	00:15	01:46
14	07:42	08:00	15:42	01:31	00:15	01:46
15	12:10	13:50	26:00	01:31	00:15	01:46
	Tiempo total :		2:59:49	Tiempo total :		27:33
Tiempo de desarrollo del conexionado único:					22:48	
Tiempo de desarrollo dividido para 15 prácticas:					01:31	

El tiempo de desarrollo del conexionado único es el tiempo empleado en realizar el conexionado planteado en el manual de usuario para que las practicas puedan desarrollarse, al lograr coincidir las variables del sistema con las variables del programa de nuestro PLC. Este tiempo se lo dividió para todas las prácticas a excepción de la práctica cuatro, que requiere una manipulación adicional de su circuito neumático por lo que se le adicionó un minuto a dicho tiempo. Los quince segundos del conexionado con HMI es el tiempo aproximado para ingresar a una práctica específica desde el momento de encender la pantalla HMI, que es igual en todos los casos.



La ilustración anterior muestra una comparación grafica de los datos expuestos en la Tabla II, notamos claramente que en las prácticas iniciales no existe una variación tan significativa, dado la complejidad de estas prácticas, mientras que en aquellas que implican un nivel de dificultad más elevado se puede notar una diferencia sustancial en el tiempo de desarrollo de la práctica.



En la optimización del tiempo notamos que se emplea por lo menos la mitad del tiempo en el desarrollo de las prácticas iniciales; pero en las practicas más complejas el tiempo se optimiza hasta en un 1000% es decir el estudiante empleara la décima parte del tiempo en el desarrollo de la misma

práctica al usar el sistema HMI en el módulo electroneumático didáctico. En un promedio total de las prácticas la optimización del tiempo es de aproximadamente el 671%.

Hay que enfatizar que si bien el objetivo del módulo electroneumático didáctico era reducir los tiempos de las prácticas de laboratorio, aplica otras técnicas en su desarrollo y se adquieren otras destrezas por parte de los estudiantes al trabajar únicamente con el módulo, así que su uso individual no es cuestionado en este análisis de resultados.

CONCLUSIONES

Se diseñó e implementó el Sistema SCADA para la automatización del módulo electro neumático didáctico de la Escuela de Ingeniería Electrónica en Control y Redes Industriales, cumpliendo todos los parámetros y requerimientos planteados.

La elección del sistema a utilizar se realizó previo un exhaustivo análisis en los que se evaluó costos, soporte técnico y escalabilidad.

El sistema brinda facilidad y soporte, al poder realizar las prácticas planteadas inicialmente de manera más eficiente valiéndose del uso de herramientas de automatización como lo fue el controlador lógico programable y la pantalla HMI.

Se diseñó sistemas para mejorar la estética del trabajo, mediante la colocación estratégica de los elementos tanto en el panel operador como en la pantalla HMI, además una interfaz que permite una mejor maniobrabilidad del equipo y facilitan la detección de fallas en caso que pudieran producirse.

Para la realización de todas las practicas se realizó un diagrama de conexionado único y a partir de ahí se realizaron los diseños correspondientes para la automatización del módulo, el diseño de la interfaz de comunicación, y la tabla de variables para la realización del programa.

El diseño de la base en la cual se dispuso el PLC y la HMI se lo realizo de manera muy compacta para poder facilitar su instalación, manipulación y transporte. Logrando así mantener la independencia con respecto al módulo electro neumático didáctico.

El manual de prácticas se lo diseño con la ayuda de un profesional, enfatizando la explicación de los métodos utilizados para la realización del programa que den solución a los requerimientos planteados en las prácticas.

La interfaz gráfica presentada en la HMI es muy amigable e intuitiva permitiendo que tanto docentes como estudiantes puedan manipular el sistema

RECOMENDACIONES

Para realizar por primera vez el conexionado único, es recomendable leer el manual de práctica y tomar con mucha cautela las etiquetas de la interfaz para que puedan realizar la conexión correctamente.

Se debe promover e incentivar el desarrollo de conocimiento mediante la investigación por lo que el sistema SCADA planteado puede ser fácilmente repotenciado en nuevos proyectos. El sistema utilizado presenta gran flexibilidad por que puede ser utilizado para futuros proyectos, diseño de nuevas prácticas de laboratorios, etc.

El sistema HMI si bien está diseñado para trabajar con el módulo electro neumático didáctico, este podría trabajar con otros módulos realizando variaciones en el programa, por lo que se considera adecuado adquirir más módulos de este tipo para poder realizar más automatismos.

Una vez utilizado el sistema HMI con el modulo electro neumático didáctico este deberá ser guardado en su respectiva maleta, para evitar daños en los equipos como el controlador y la pantalla HMI.

RESUMEN

Diseño e implementación de una Interfaz Hombre Máquina para el control y supervisión del módulo electro neumático didáctico de la Escuela de Ingeniería Electrónica en Control y Redes Industriales de la Escuela Superior Politécnica del Chimborazo.

Los métodos utilizados son inductivo porque se realizó la selección de los componentes en función de las características presentadas en sus catálogos respectivos para determinar el modelo de sistema a usar y experimental porque se realizaron las prácticas de laboratorio planteadas en el módulo electro neumático didáctico utilizando la Interfaz Hombre Máquina.

Se utilizaron diversos equipos para el desarrollo de las partes mecánicas, taladro de banco, torno y sierra eléctrica, también se usaron herramientas como cautín, multímetro, taladro, sierra, llaves hexagonales y destornilladores. Además de software tales como: Proteus, FluidSim, TIA Portal, Photoshop.

El sistema HMI está dispuesto en una base metálica en la que se encuentran empotrados el controlador lógico programable, pantalla táctil KTP400 y la interfaz de comunicación S7DB25.

El sistema presenta la automatización de las 15 prácticas propuestas en el manual de prácticas del módulo electro neumático didáctico, obteniendo el 100% de resultados favorables dado que el funcionamiento físico se refleja de manera similar en la Interfaz Hombre Máquina.

El sistema brinda facilidad al poder realizar las prácticas planteadas inicialmente de manera más eficiente valiéndose del uso de innovadoras herramientas de automatización industrial.

Se debe promover e incentivar el desarrollo de conocimiento mediante la investigación por lo que el sistema utilizado presenta gran flexibilidad y puede ser utilizado para futuros proyectos.

SUMMARY

Design and implementation of an interface Man-Machine for the control and monitoring of the didactic electro pneumatic module at the Electronic Engineering School in Control and Industrial Networking at Escuela Superior Politécnica del Chimborazo.

The used methods are inductive because it made the selection of the components in function of the presented characteristics in their respective catalogs to determinate the model of the system to use because it performed lab practice in the electro pneumatic model by using the interface Man-Machine.

It used various equipments for the development of the mechanicals parts, drill, lathe and electric saw, other tool such us: soldering iron, multimeter, drill, saw, hexagonal wrenches an screwdrivers. Besides, software such as: Proteus, FluidSim, TIA Portal and Photoshop.

The HMI system is arranged in a metallic base in which are embedded the logic programmable controller, touch screen KT400 and the interface of communication S7DB25.

The system shows the automation of the 15 practice proposed in the manual of practices of the educational electro pneumatic module, obtaining 100% of favorable outcomes because of its physical working, this reflects of similar way in the interface Man-Machine.

The system provides facility to perform initially raised practices in more efficient way by using innovate industrial automation tools.

It must promote and encourage the development of knowledge through research so that the used system has great flexibility and can used for the future projects.

BIBLIOGRAFÍA

5.6.1 BIBLIOGRAFIA

1. **CAJAS J. CARRAZCO D.**, Implementación de un módulo didáctico electroneumático para la Escuela de Ingeniería Electrónica, Control y Redes Industriales de la ESPOCH., Escuela de Ingeniería Electrónica en Control y Redes Industriales., Facultad de informática y Electrónica., Escuela Superior Politécnica del Chimborazo., Riobamba – Ecuador., **TESIS** 2011., Pp. 19-106

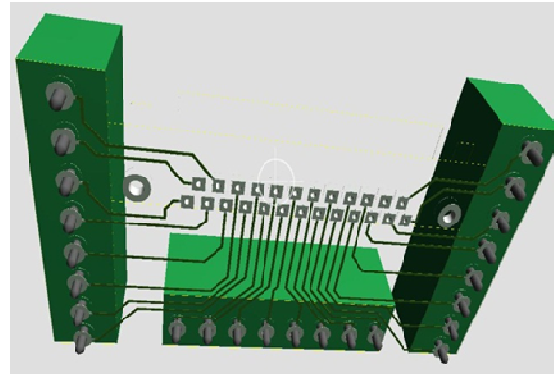
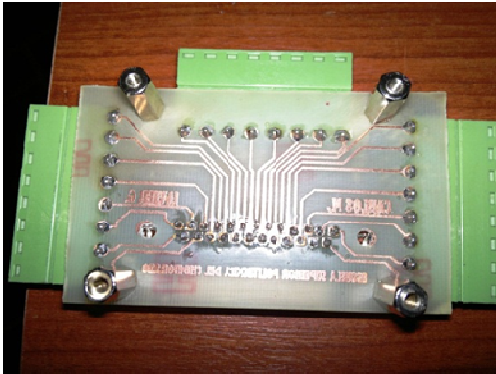
5.6.2. BIBLIOGRAFIA INTERNET

2. **CONTROLADOR LOGICO PROGRAMABLE**
http://catarina.udlap.mx/u_dl_a/tales/documentos/capitulo4.pdf
21-10/2012
3. **HISTORIA Y DEFINICIÓN DEL PLC.,**
<http://www.industriaynegocios.cl/Academicos/AlexanderBorger.html>
12-05/2012
4. **INSTRUMENTACION Y COMUNICACIONES**
<http://www.ing.unlp.edu.ar/electrotecnia/Diagrama%20Escalera.pdf>
10-12/2012
5. **INTERFAZ DE USUARIO, HMI.,**
<http://www.tesis.ufm.edu.gt/pdf/2924.pdf>
21-10/2012
6. **MANUAL DEL S71200.** <http://industria.siemens.com.mx/Automatizacion/S71200.html>
11-09/2012
7. **MANUAL DE PANELES HMI.,**
www.automation.siemens.com
14-11/2012
8. **MANUAL DE SERVICIO SIMATIC HMI.,**
www.siemens.com.mx
13-12/2012

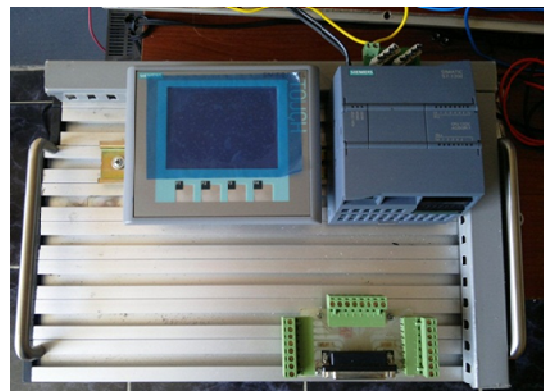
9. **MARCAS Y MODELOS PLC'S.,**
<http://www.ingeniec.com/Algunos%20modelos.html>
16-05/2012
10. **SISTEMAS NEUMATICOS**
<http://cursos.aiu.edu/PDF/Tema%202.pdf>
20-10/2012
11. **SISTEMAS SCADA**
<http://www.galeon.com/hamd/pdf/scada.pdf>
17-10/2012

ANEXOS

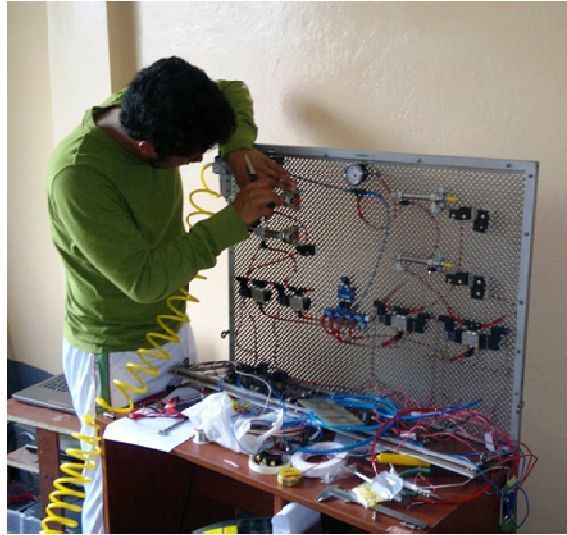
Diseño de interfaz de comunicación entre
MÓDULO ELECTRONEUMÁTICO y *MÓDULO DE VISUALIZACIÓN Y CONTROL*.



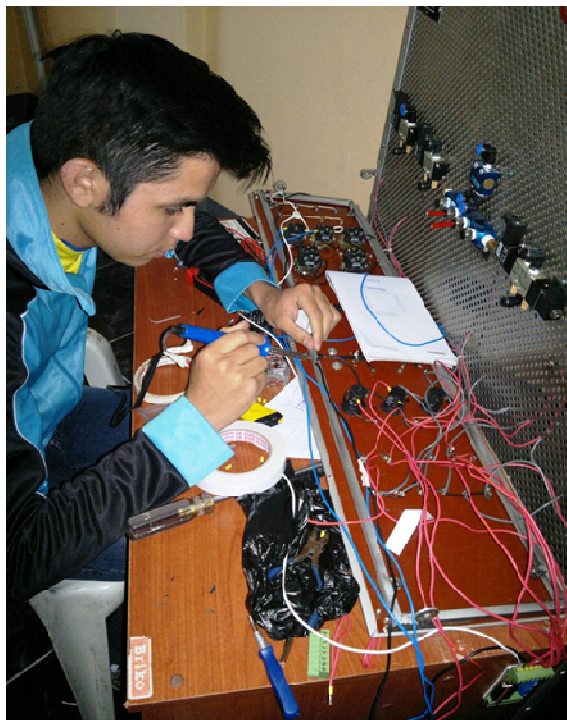
Montaje del PLC, KTP400 e Interfaz de comunicación.



Colocación de los dispositivos del tablero en la posición adecuada



Soldadura de los puntos de conexión del panel eléctrico del módulo electroneumático.



Pruebas de funcionamiento de las prácticas realizadas con el módulo

