



**ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE
CHIMBORAZO**

FACULTAD DE MECÁNICA

**ESCUELA DE INGENIERÍA DE
MANTENIMIENTO**

**“IMPLEMENTACIÓN DEL PLC SIMATIC S7-1200 Y
PANTALLA TÁCTIL AL MÓDULO DE TRANSPORTE EN
3 EJES PARA EL LABORATORIO DE CONTROL Y
MANIPULACIÓN AUTOMÁTICA DE LA ESCUELA DE
INGENIERÍA DE MANTENIMIENTO DE LA ESPOCH”**

CARGUA ROSEROJONATAN XAVIER

VALVERDE ENDARAMARCO ANTONIO

TESIS DE GRADO

Previa a la obtención del Título de:

INGENIERO DE MANTENIMIENTO

RIOBAMBA-ECUADOR

2014

CERTIFICADO DE APROBACIÓN DE TESIS

2013-06-27

Yo recomiendo que la Tesis preparada por:

JONATAN XAVIER CARGUA ROSERO

Titulada:

“IMPLEMENTACIÓN DEL PLC SIMATIC S7-1200 Y PANTALLA TÁCTIL AL MÓDULO DE TRANSPORTE EN 3 EJES PARA EL LABORATORIO DE CONTROL Y MANIPULACIÓN AUTOMÁTICA DE LA ESCUELA DE INGENIERÍA DE MANTENIMIENTO DE LA ESPOCH”.

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

INGENIERO DE MANTENIMIENTO

Ing. Marco Santillán G.

DECANO DE LA FAC. DE MECÁNICA

Nosotros coincidimos con esta recomendación:

Ing. German Llamúca M.

DIRECTOR DE TESIS

Ing. Pablo Montalvo J.

ASESOR DE TESIS

ESPOCH
Facultad de Mecánica

CERTIFICADO DE EXAMINACIÓN DE TESIS

NOMBRE DEL ESTUDIANTE: JONATAN XAVIER CARGUA ROSERO

TÍTULO DE LA TESIS: “IMPLEMENTACIÓN DEL PLC SIMATIC S7-1200 Y PANTALLA TÁCTIL AL MÓDULO DE TRANSPORTE EN 3 EJES PARA EL LABORATORIO DE CONTROL Y MANIPULACIÓN AUTOMÁTICA DE LA ESCUELA DE INGENIERÍA DE MANTENIMIENTO DE LA ESPOCH”.

Fecha de Examinación: 2014-11-20

COMITÉ DE EXAMINACIÓN	APRUEBA	NO APRUEBA	FIRMA
Ing. Marco Santillán G. PRESIDENTE(A) TRIB. DEFENSA			
Ing. German Llamúca M. DIRECTOR(A) DE TESIS			
Ing. Pablo Montalvo J. ASESOR(A)			

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

RECOMENDACIONES: _____

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

Ing. Marco Santillán
PRESIDENTE DEL TRIBUNAL

CERTIFICADO DE APROBACIÓN DE TESIS

2013-06-27

Yo recomiendo que la Tesis preparada por:

MARCO ANTONIO VALVERDE ENDARA

Titulada:

“IMPLEMENTACIÓN DEL PLC SIMATIC S7-1200 Y PANTALLA TÁCTIL AL MÓDULO DE TRANSPORTE EN 3 EJES PARA EL LABORATORIO DE CONTROL Y MANIPULACIÓN AUTOMÁTICA DE LA ESCUELA DE INGENIERÍA DE MANTENIMIENTO DE LA ESPOCH”.

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

INGENIERO DE MANTENIMIENTO

Ing. Marco Santillán G.
DECANO DE LA FAC. DE MECÁNICA

Nosotros coincidimos con esta recomendación:

Ing. German Llamúca M.
DIRECTOR DE TESIS

Ing. Pablo Montalvo J.
ASESOR DE TESIS

CERTIFICADO DE EXAMINACIÓN DE TESIS

NOMBRE DEL ESTUDIANTE: MARCO ANTONIO VALVERDE ENDARA

TÍTULO DE LA TESIS: “IMPLEMENTACIÓN DEL PLC SIMATIC S7-1200 Y PANTALLA TÁCTIL AL MÓDULO DE TRANSPORTE EN 3 EJES PARA EL LABORATORIO DE CONTROL Y MANIPULACIÓN AUTOMÁTICA DE LA ESCUELA DE INGENIERÍA DE MANTENIMIENTO DE LA ESPOCH”.

Fecha de Examinación: 2014-11-20

RESULTADO DE LA EXAMINACIÓN:

COMITÉ DE EXAMINACIÓN	APRUEBA	NO APRUEBA	FIRMA
Ing. Marco Santillán G. PRESIDENTE(A) TRIB. DEFENSA			
Ing. German Llamúca M. DIRECTOR(A) DE TESIS			
Ing. Pablo Montalvo J. ASESOR(A)			

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

RECOMENDACIONES: _____

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

Ing. Marco Santillán
PRESIDENTE DEL TRIBUNAL

DERECHOS DE AUTORÍA

El trabajo de grado que presentamos, es original y basado en el proceso de investigación y/o adaptación tecnológica establecido en la Facultad de Mecánica de la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo.

En tal virtud, los fundamentos teóricos-científicos y los resultados son de exclusiva responsabilidad de los autores.

El patrimonio intelectual le pertenece a la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo.

Jonatan Xavier Cargua Rosero Marco Antonio Valverde Endara

DEDICATORIA

Esta investigación de tesis va dedicada primeramente a mis padres, Sr. Jorge Cargua y Sra. María Rosero por su constante apoyo incondicional ya que día a día me brindaron su comprensión y me inculcaron valores que los tengo grabados en mi mente y corazón, a mis abuelitos y hermanos quienes me dieron ánimos de salir adelante y a mi esposa Graciélita quien me brindó su apoyo y amor en todo momento y me enseñó que con dedicación y esfuerzo todo es posible.

Jonatan Cargua.

Primeramente esta tesis va dirigida a Dios quien es la inspiración y la fuente de mi inteligencia, a mis padres, Sr. Jaime Valverde y Sra. Rosa Endara quienes son la base y el apoyo incondicional para guiarme y alentarme a seguir en el sendero de la vida, a mis hermanos quienes han aportado con su granito de arena alentándome día a día a llegar a conquistar las metas propuestas.

Marco Valverde.

AGRADECIMIENTO

Un profundo y verdadero agradecimiento primero a Dios que es padre dador de vida y es el que nos guía por el camino de la sabiduría para que hoy sea posible lo que anteriormente fue un sueño, después agradecemos a todas aquellas personas que nos brindaron su apoyo moral durante el tiempo que duró el desarrollo de nuestra tesis, también manifestamos nuestro más profundo agradecimiento a nuestro director y asesor de tesis Ing. German Llamúca e Ing. Pablo Montalvo por sus aportes intelectuales que fueron de mucha importancia durante el tiempo que duró nuestra tesis.

Nuestro agradecimiento infinito a la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, a la Facultad de Mecánica, a la Escuela de Ingeniería de Mantenimiento por a vernos acogido en su seno y alimentarnos de conocimientos útiles y necesarios, no los defraudaremos y dichos conocimientos pondremos en práctica durante el transcurso de nuestra vida profesional y sin olvidar a los docentes en general que conforman la Escuela de Ingeniería de Mantenimiento que de una forma desinteresada nos brindaron sus conocimientos y nos apoyaron en todo momento.

También expresamos nuestra gratitud a nuestros amigos y familiares quienes nos dieron ánimos de seguir adelante y de alguna u otra forma nos brindaron su apoyo les manifestamos nuestro agradecimiento.

Jonatan Carguay Marco Valverde

CONTENIDO

Pàg.

1.	INTRODUCCIÓN	
1.1	Antecedentes	1
1.2	Justificación	2
1.3	Objetivos	4
1.3.1	<i>Objetivo general</i>	4
1.3.2	<i>Objetivos específicos</i>	4
2.	MARCO TEÓRICO	
2.1	Automatización	5
2.1.1	<i>Ventajas de la automatización industrial</i>	6
2.1.2	<i>Evolución de la automatización</i>	6
2.1.2.1	<i>Etapa de operación manual</i>	7
2.1.2.2	<i>Etapa de mecanización</i>	7
2.1.2.3	<i>Etapa de automatización parcial</i>	7
2.1.2.4	<i>Etapa de automatización total</i>	7
2.1.2.5	<i>Etapa de integración automática</i>	7
2.2	Avances de la automatización.....	7
2.2.1	<i>Controlador</i>	7
2.2.2	<i>CAD (Diseño asistido por computador)</i>	8
2.2.3	<i>CAM (Manufactura asistida por computador)</i>	8
2.2.4	<i>DAQ (Adquisición de datos)</i>	9
2.3	Formas de realizar el control de un proceso	9
2.3.1	<i>Sistema de control de lazo cerrado</i>	9
2.3.2	<i>Sistema de control de lazo abierto</i>	10
2.4	Controlador lógico programable PLC.....	10
2.4.1	<i>Evolución del PLC</i>	11
2.4.2	<i>Función del PLC en la industria</i>	11
2.4.3	<i>Componentes de un PLC</i>	12
2.4.3.1	<i>Estructura externa del PLC</i>	12
2.4.3.2	<i>Estructura interna del PLC</i>	13
2.4.4	<i>Principio básico de un PLC</i>	15

2.4.5	<i>Lenguajes de programación de un PLC</i>	15
2.4.5.1	<i>Lenguajes gráficos</i>	16
2.4.5.2	<i>Lenguajes textuales</i>	17
2.5	<i>El PLC SIMATIC S7 1200</i>	17
2.5.1	<i>PLC SIMATIC S7-1200, 1214C AC/DC/RLY</i>	19
2.5.2	<i>Ficha técnica del PLC S7-1200 1214C AC/DC/RLY</i>	19
2.6	<i>Comunicación del PLC SIMATIC S7-1200</i>	20
2.6.1	<i>PROFINET</i>	21
2.6.2	<i>ETHERNET</i>	22
2.6.3	<i>PROFIBUS</i>	22
2.6.4	<i>Interfaz PROFINET del SIMATIC S7 1200</i>	23
2.6.5	<i>Conector RJ-45</i>	23
2.7	<i>Conexiones para la alimentación del PLC SIMATIC S7-1200</i>	25
2.8	<i>Pantallas táctiles</i>	26
2.8.1	<i>Tipos de pantallas táctiles</i>	26
2.8.2	<i>HMI (Interfaz hombre máquina)</i>	29
2.8.2.1	<i>Funciones que realiza un HMI</i>	30
2.8.2.2	<i>Sistema SCADA</i>	30
2.8.3	<i>Clasificación de los paneles HMI SIMATIC</i>	32
2.8.3.1	<i>Key panels</i>	32
2.8.3.2	<i>Comfort panels</i>	33
2.8.3.3	<i>Basic panels</i>	33
2.8.3.4	<i>Mobile panels</i>	34
2.8.3.5	<i>Pantalla HMI KTP 600 PN BASIC</i>	35
2.8.4	<i>Comunicación de las pantallas táctiles</i>	35
2.8.4.1	<i>Comunicación mediante variables</i>	35
2.8.4.2	<i>Comunicación mediante áreas de datos de usuario</i>	35
2.8.4.3	<i>Comunicación de la HMI mediante redes</i>	36
2.8.5	<i>Software de arranque de las pantallas táctiles</i>	37
2.8.5.1	<i>WinCC Basic en TIA PORTAL</i>	37
2.9	<i>Sistemas neumáticos</i>	38
2.9.1	<i>Sistema de producción de aire</i>	38
2.9.2	<i>Sistema de consumo de aire</i>	39

2.9.3	<i>Actuadores neumáticos.</i>	40
2.9.4	<i>Control y mando neumático.</i>	41
2.10	<i>Elementos de mando y control</i>	41
2.10.1	<i>Actuadores eléctricos</i>	42
2.10.1.1	<i>Motor de corriente continua.</i>	42
2.10.1.2	<i>Motor de corriente alterna.</i>	42
2.10.2	<i>Relés y contactores.</i>	43
2.10.3	<i>Sensores.</i>	44
2.10.3.1	<i>Sensores analógicos.</i>	44
2.10.3.2	<i>Sensores digitales.</i>	45
2.10.3.3	<i>Sensores de contacto.</i>	45
2.10.3.4	<i>Sensores de proximidad.</i>	45
2.10.3.5	<i>Sensores ópticos difusos.</i>	46
3.	IMPLEMENTACIÓN DEL SISTEMA DE AUTOMATIZACIÓN	
3.1	Generalidades del sistema de automatización.	47
3.1.1	<i>Módulo de automatización.</i>	47
3.1.2	<i>Módulo de transporte en tres ejes.</i>	47
3.2	Diseño del módulo de automatización	48
3.2.1	<i>Consideraciones para el diseño del módulo Automático.</i>	49
3.3	Montaje de los elementos de control	49
3.3.1	<i>Montaje del controlador lógico programable.</i>	50
3.3.1.1	<i>Dimensiones de montaje y espacio libre necesario.</i>	50
3.3.2	<i>Recomendaciones generales de instalación de los equipos.</i>	52
3.3.3	<i>Montaje del compact switch.</i>	52
3.3.4	<i>Montaje de la pantalla táctil.</i>	53
3.3.4.1	<i>Elementos de la pantalla táctil.</i>	53
3.3.4.2	<i>Posición de montaje de la pantalla táctil.</i>	54
3.4	Mantenimiento mejorativo del módulo de transporte en tres ejes	55
3.4.1	<i>Tarjetas electrónicas de conexiones.</i>	55
3.4.2	<i>Conexión entre el módulo automático y el módulo de transporte.</i>	56
3.4.3	<i>Cableado eléctrico.</i>	56
3.4.4	<i>Conformación del centro de mando manual.</i>	57

3.5	Funcionamiento del módulo de transporte en tres ejes.....	58
3.5.1	<i>Funcionamiento manual.</i>	58
3.5.2	<i>Funcionamiento automático.</i>	58
3.6	Descripción de partes que conforman el módulo de transporte en tres ejes.59	
3.6.1	<i>Base del módulo de transporte en tres ejes.</i>	59
3.6.2	<i>Torre de apoyo.</i>	60
3.6.5	<i>Carro de desplazamiento.</i>	62
3.6.6	<i>Pinza neumática.</i>	63
3.6.7	<i>Alimentador de probetas.</i>	64
3.6.8	<i>Rampas de descarga.</i>	64
3.6.9	<i>Bloque electroneumático.</i>	65
3.7	Estándares de montaje y condiciones de uso para el PLC y HMI.	66
3.7.1	<i>Normas de montaje del PLC.</i>	66
3.7.2	<i>Normas de montaje de la pantalla táctil.</i>	67
3.7.2.1	<i>Condiciones mecánicas y climáticas del entorno</i>	67
3.7.2.2	<i>Utilización con medidas adicionales de la pantalla táctil.</i>	67
3.7.2.3	<i>Condiciones mecánicas del entorno.</i>	67
3.7.2.4	<i>Reducción de vibraciones.</i>	68
3.7.2.5	<i>Grados de protección de la pantalla táctil.</i>	68
3.8	Condiciones finales del módulo de transporte en tres ejes.	68
4.	CONFIGURACIÓN Y PROGRAMACIÓN DEL PLC Y HMI	
4.1	Software de programación STEP 7 (TIA Portal V11).....	70
4.1.1	<i>Instalación del TIA PORTAL (V11).</i>	71
4.1.2	<i>Actualización del service pack para el TIA PORTAL.</i>	71
4.1.3	<i>Actualización de updates en el TIA PORTAL</i>	72
4.1.4	<i>Actualización de los catálogos de hardware.</i>	73
4.2	SIMATIC WinCC Flexible en TIA PORTAL.....	74
4.3	Configuración y comunicación del PLC y HMI.....	75
4.3.1	<i>Configuración del PLC S71200, 1214C AC/DC/RLY.</i>	76
4.3.2	<i>Configuración de la HMI KTP600 Basic PN.</i>	78
4.3.3	<i>Comunicación entre PLC y HMI.</i>	80
4.4	Programación del PLC SIMATIC 1214C AC/DC/RLY	81

4.4.1	<i>Cargar programación en dispositivo</i>	82
4.5	Programación de la HMI KTP 600 Basic PN	84
4.5.1	<i>Diseño del entorno de las imágenes de la HMI</i>	85
4.5.1.1	<i>Diseño de la presentación en la HMI</i>	85
4.5.1.2	<i>Diseño de la imagen de información</i>	85
4.5.1.3	<i>Diseño de la imagen de automático</i>	86
4.5.1.4	<i>Diseño de la imagen del modo manual</i>	86
4.5.1.5	<i>Diseño de la imagen de seguridad</i>	87
4.5.1.6	<i>Diseño de la imagen del modo automático</i>	87
4.5.2	<i>Cargar programación en dispositivo</i>	88
5.	ESTUDIO DE COSTOS PARA LA FABRICACIÓN DEL MÓDULO AUTOMÁTICO	
5.1	Análisis de costos.....	89
5.1.1	<i>Objetivos del análisis de los costos</i>	89
5.2	Conceptos claves en los costos dentro de mantenimiento.	89
5.2.1	<i>Costo de intervención</i>	89
5.2.2	<i>Costos por fallas</i>	90
5.2.3	<i>Costos de almacenamiento</i>	90
5.2.4	<i>Activos fijos mantenibles</i>	90
5.3	Análisis de costos de mantenimiento.....	90
5.3.1	<i>Costos de mantenimiento</i>	90
5.3.2	<i>Objetivo de los costos de mantenimiento</i>	90
5.4	Balance de costos entre diferentes marcas de los dispositivos de control	90
5.4.1	<i>Características de las marcas</i>	91
5.4.2	<i>Comparación de costos entre equipos de diferentes marcas</i>	91
5.5	Cálculo de costos de la implementación.....	92
5.5.1	<i>Mano de obra directa</i>	92
5.5.2	<i>Costos de materiales directos</i>	93
5.5.3	<i>Costos indirectos de fabricación</i>	95
5.6	<i>Cálculo de costos de producción</i>	96
5.7	<i>Resultado del análisis de costos</i>	96
6.	MANTENIMIENTO Y CONTROL DE LOS EQUIPOS	

6.1	Mantenimiento de los equipos de control	98
6.1.1	<i>Concepto de mantenimiento</i>	98
6.1.2	<i>Objetivos de mantenimiento</i>	98
6.2	Plan de mantenimiento.....	99
6.2.1	<i>Mantenimiento autónomo</i>	101
6.3	Control de dispositivos.	101
6.3.1	<i>Elementos de seguridad en los equipos</i>	101
6.3.2	<i>Clases y grados protección para PLC S7 1200</i>	102
6.3.3	<i>Medidas y disposiciones de seguridad</i>	102
6.4	Mantenimiento y control de los equipos.....	104
6.4.1	<i>Concepto de mantenimiento</i>	104
6.4.2	<i>Mantenimiento de la pantalla</i>	104
7.	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	
7.1	Conclusiones	106
7.2	Recomendaciones	106

BIBLIOGRAFIA

ANEXOS

LISTA DE TABLAS

	Pág.
1	Componentes del PLC SIMATIC S7-1200 18
2	Ficha técnica PLC 1214C AC/DC/RLY..... 19
3	Oscilaciones sinusoidales. 67
4	Diferencia entre PLC`s. 91
5	Diferencia de precios entre PLC`s..... 92
6	Costos de elementos utilizados..... 93
7	Costos indirectos de fabricación..... 95
8	Tareas para el sistema neumático 99
9	Tareas para el sistema eléctrico 99
10	Tareas para el sistema mecánico. 100
11	Tareas de checklist 101
12	Tensiones nominales 102

LISTA DE FIGURAS

	Pág.
1	Diseño asistido por computador 8
3	Adquisición de datos 9
4	Control de lazo cerrado..... 10
5	Control de lazo abierto 10
6	Componentes del PLC 12
7	Estructura interna del PLC 13
8	Diagrama de programación ladder 16
9	Diagrama de funciones 17
10	PLC S7 1200..... 18
11	El PLC Simatic S7-1200 1214C AC/DC/RLY 19
12	CSM1277 Profinet Switch..... 21
13	Conexión PROFINET 22
14	Conexión ETHERNET 22
15	Conexión PROFIBUS 23
16	Interfaz PROFINET 23
17	Conector RJ-45 24
18	Diagrama de conexión del S7 1200..... 25
19	Pantallas táctiles (HMI) 26
20	Pantalla táctil tipo resistiva..... 27
21	Pantalla de onda acústica..... 28
22	Pantalla por infrarrojos 29
23	Diagrama (HMI) 30
24	Esquema básico del SCADA..... 31
25	Comfort panels 33
26	Basic panels 34
27	Mobile panels 34
28	Entorno de WinCC Basic en TIA PORTAL 37
29	Unidad de mantenimiento..... 40
30	Esquema del cilindro de simple efecto 40
31	Esquema del cilindro de doble efecto..... 41
32	Motor de corriente continua 42

33	Motor de corriente alterna	43
34	Servomotor	43
35	Sensor de proximidad capacitivo.....	45
36	Sensores de proximidad inductivos	46
37	Sensores ópticos	46
38	Esquema de módulo automático.....	49
39	Montaje del PLC.....	50
40	Dimensiones de montaje y espacio libre necesario. Parte A	51
41	Dimensiones de montaje y espacio libre necesario. Parte B	51
42	Montaje y conexión del PLC	52
43	Conexión del compact switch y el PLC	53
44	Pantalla táctil	53
45	Elementos de la pantalla táctil	54
46	Posiciones de montaje	55
47	Tarjeta electrónica de conexiones.....	56
48	Conexión entre módulo de transporte y módulo automático.....	56
49	Cableado eléctrico	57
50	Centro de mando.....	57
51	Pantalla de funcionamiento manual.....	58
52	Pantalla de funcionamiento automático.....	59
53	Base del módulo de transporte en tres ejes.....	60
54	Torre de apoyo.....	60
55	Guía de movimiento axial	61
56	Bastidor horizontal	62
57	Carro de desplazamiento	63
58	Pinza neumática.....	63
59	Alimentador de probetas.....	64
60	Rampas de descarga.....	65
61	Elementos neumáticos	66
62	Vista del entorno de TIA PORTAL V11	70
63	Agregar Support Packages de nuevos equipos	73
64	Conexión entre el módulo automático y PC.....	75
65	Creación de un proyecto en TIA PORTA	75
66	Agregar referencia del PLC.....	76

67	PLC SIMATIC 1214C AC/DC/RLY agregado al área de trabajo	76
68	Establecer conexión online.....	77
69	Conexión online entre PC y PLC	77
70	Dirección IP asignada al PLC.....	78
71	Selección de la HMI	78
72	Conexión del PLC con la HMI.....	79
73	Selección de imágenes a partir de la raíz.....	79
74	Dirección IP asignada a la HMI	80
75	Enlace entre PLC y HMI	80
76	Comunicación Profinet entre PLC y HMI.....	81
77	Declaración de variables del PLC	81
78	Programación en lenguaje KOP.	82
79	Icono cargar dispositivo.....	82
80	Cargar vista preliminar	83
81	Conexión en línea con el PLC	83
82	Imágenes de la HMI	84
83	Variables de la HMI	84
84	Imagen de presentación	85
85	Imagen de información.....	85
86	Imagen de automático y manual.....	86
87	Imagen del modo manual de control	86
88	Imagen seguridad.....	87
89	Imagen del modo automático de control	87
90	Compilación de imágenes.....	88
91	Cargar proyecto en la HMI.....	88

LISTA DE ABREVIACIONES

A/D	Analógico/Digital
CAD	Diseño asistido por computador
CAM	Manufactura asistida por computador
CP	Consola de programación
D/A	Digital/Analógico
DRIVER	Varidor de velocidad
E/S	Entrada y salida
HMI	Interfaz Hombre Máquina
IP	Índice de protección
MP	Multi panels
MPI	Multi point interfaz
MTU	Unidad maestra
PC	Computador portátil
PLC	Controlador lógico programable
PPI	Point to point interfaz
RAM	Random access memory
ROM	Read only memory
RJ	Registre red jack
RTU	Unidad remota de entrada y salida
SCADA	Control, supervisión y adquisición de datos
TCP/IP	Protocolo de control de transmisión/protocolo de internet
VCA	Voltios corriente alterna
VDC	Voltios corriente directa

LISTA DE ANEXOS

- A** Símbolos normalizados para el lenguaje ladder
- B** Grados de protección IP
- C** Datos técnicos de la KTP600 Basic PN
- D** Homologaciones del PLC
- E** Montaje del PLC en entornos industriales
- F** Compatibilidad electromagnética del PLC
- G** Condiciones ambientales de montaje del PLC
- H** Normas y homologaciones de la pantalla táctil
- I** Condiciones ambientales de montaje de la pantalla táctil
- J** Características importantes para la operación de la pantalla táctil
- K** Programación del PLC SIMATIC S7 1200 1214C AC/DC/RLY
- L** Costos de los equipos implementados al módulo de automatización

RESUMEN

El presente trabajo investigativo está basado en el diseño y construcción de un módulo de automatización para controlar de forma automática el módulo de transporte en tres ejes, la unión de estos dos módulos conforman un sistema de simulación automática, de tal manera que permita la realización de prácticas didácticas en el Laboratorio de Control y Manipulación Automática en la Escuela de Ingeniería de Mantenimiento de la ESPOCH.

El módulo de automatización se compone de un PLC SIMATIC S7 1200, dos tarjetas electrónicas de conexiones y una pantalla táctil KTP 600 Basic PN, este módulo de automatización permiten controlar automáticamente el proceso que realiza el módulo electro neumático el cual consta de dos motores de excitación en paralelo o motor Shunt de corriente continua, sensores, finales de carrera, cilindro doble efecto, pinza neumática, electroválvula dos tarjetas electrónicas de conexiones, pulsadores y relés.

El módulo de automatización al realizar la conexión del cable PROFINET en el puerto Ethernet/Profinet de la CPU del PLC, se logra la transferencia de datos en tiempo real hasta el Interfaz Hombre Máquina (HMI), enlazando una comunicación permanente, permitiendo que el control automático sea el adecuado y posteriormente emitir la orden desde el panel operador mediante el cual el sistema automático entre en funcionamiento.

ABSTRACT

The present paper is about an automation unit design and construction in order to control automatically the carrying tool in there axes. The link of these two tools accounts for a system of automatic simulation to make didactic practices at Automatic Control and manipulation laboratory at Maintenance Engineering School at ESPOCH.

This tool has a PLC SIMATIC S7 1200, two electronic cards and a tactile screen KTP 600 Basic PN. This tool controls automatically the process electro pneumatic which has two Shunt engines in parallel with direct current, sensors, limit switches, double effect cylinder, pneumatic pliers, electro valve electronic interface cards, switches and relies.

By connecting the cable PROFINET at gate Ethernet/Profinet of the central process unit (CPU) Programmable Logic controller (PLC), data can be transferred in real time up to the Human Machine Interface (HMI) reaching a permanent communication with an appropriate automatic control, so that command can be emitted later from the operator boards so that automatic system can rum.

CAPÍTULO I

1. INTRODUCCIÓN

1.1 Antecedentes

La automatización continuamente está obteniendo una mayor utilización para controlar maquinarias y/o procesos industriales, esto se debe a la exigencia de mejorar estrictamente estándares de calidad en los productos que demanda el mercado, también se debe a que las industrias buscan que su competitividad las lleve a obtener mayores ingresos económicos.

En la actualidad existe una gran diversidad de procesos productivos de acuerdo al tipo de producto a fabricarse u ensamblarse, es necesario que la automatización de sus sistemas mecánicos, electrónicos, electromecánicos, neumáticos, e hidráulicos se desarrollen de manera óptima y técnicamente factible, permitiendo así elevar el grado de confiabilidad y productividad en una determinada área industrial.

Ya que hoy en día los diversos tipos de sistemas automáticos tienen un grado de complejidad considerable, el factor primordial es la capacitación al personal que opera el sistema automático dando como resultado la correcta manipulación y operación del sistema de automatización, esto permite mayor capacidad productiva tanto del proceso como de las máquinas o equipos que integran el sistema, es importante tener en cuenta que se disminuirán los fallos imprevistos ya que la manipulación por parte del operador será más confiable, debido a que está adecuadamente capacitado y aprobado para manipular el proceso.

La Escuela de Ingeniería de Mantenimiento de la Facultad de Mecánica de la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, cuenta con el Laboratorio de Control y Manipulación Automática, en donde existen módulos para que los estudiantes realicen prácticas didácticas de control, estos módulos en su mayor parte se encuentran en un estado no operacional y en vista de la gran necesidad de incrementar los conocimientos y destrezas en los estudiantes acerca del control de procesos, se puso en marcha la ejecución de la implementación de un sistema de simulación automática en el módulo de transporte en 3 ejes.

El sistema de simulación automática consta de un módulo estacionario de transporte en tres ejes (trabajo) y un módulo de automatización (mando), que permitirá modernizar el laboratorio de control y manipulación automática y a su vez elevar los conocimientos de los futuros profesionales, convirtiéndose en técnicos aptos para desempeñarse en el área de control y manipulación automática, el aporte de los conocimientos de los estudiantes darán como resultado la mejora de la matriz de producción industrial, logrando alcanzar el buen vivir de los Ecuatorianos.

En el módulo de transporte en tres ejes, es necesario realizar un mantenimiento mejorativo para que pueda cumplir con los parámetros de trabajo necesarios y así poder ser parte del nuevo sistema de simulación automática, con la ayuda del PLC SIMATIC S7-1200, una pantalla táctil y dos tarjetas electrónicas de conexiones Syslink se crea el módulo de automatización para controlar las funciones que realiza el módulo de transporte en tres ejes mejorado.

El sistema de simulación automática está constituido por el módulo de automatización y el módulo de transporte en tres ejes el cual cumple con todos los parámetros adecuados para convertirlo en un módulo de simulación didáctico, lo cual facilitará obtener una eficaz automatización, cabe mencionar que todo este sistema automático consta de una parte mecánica, neumática, eléctrica, electrónica y el sistema de mando automático.

1.2 Justificación

La constante evolución tecnológica permite una continua modernización de los sistemas productivos, y por consecuencia es necesaria la actualización de los dispositivos autónomos programables para cubrir esta demanda.

Las enseñanzas que se obtuvieron en las aulas son importantes y dichos conocimientos deben ser puestas en práctica en el laboratorio ya que los estudiantes son los que se encargarán de introducir las funciones que se cumplirán en el proceso, con la ayuda del software TIA PORTAL V11 el cual maneja un lenguaje conocido y para el estudiante le resulta muy intuitivo y amigable, podrán introducir las funciones para que se ejecute el control automático.

Los dispositivos autónomos de control y supervisión permiten de forma sencilla y eficiente el correcto control de procesos, con la ayuda de pantallas táctiles permite

visualizar y manipular el proceso, permitiendo dar órdenes y visualizando las alarmas que se presenten, hoy se lo lleva a la realidad lo que antes parecía ser algo inalcanzable dentro de la industria.

Siendo parte de este avance tecnológico, se dio lugar a que se tome como prioridad el desarrollo del presente estudio de tesis, con una clara aplicación práctica se demuestra como la automatización del módulo de transporte en tres ejes, tiene gran importancia en la industria.

La importancia de la automatización a dicho módulo es la simulación real de un proceso dentro de un entorno industrial, con ayuda del PLC SIMATIC S7 1200 y una pantalla táctil se logrará que la automatización se la ejecute óptimamente y permita controlar al módulo de transporte en tres ejes el cual representa un proceso de transporte de objetos metálicos y objetos plásticos.

Dicho módulo cumple con una singularidad apropiada para la demostración requerida, tomando en cuenta que la emisión de ordenes desde la HMI tendrá impacto directo en el módulo de transporte en tres ejes, en la forma manual según el tipo de orden dada se observará su comportamiento, también se logrará que el sistema de automatización sea más funcional para múltiples usos que se puedan realizar dentro del laboratorio.

Con la implementación del sistema automático en el Laboratorio de Control y Manipulación Automática en la Escuela de Ingeniería de Mantenimiento de la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, se logrará que los estudiantes realicen prácticas reales, permitiendo elevar su grado de conocimiento y dotándoles de habilidades competitivas útiles en el área del control y la automatización industrial, también podrán conocer físicamente cada uno de los elementos que forman parte del sistema de automatización y podrán programar las secuencias de operación para el PLC y realizar el diseño de la pantalla táctil a través del sub bloque de programación WinCCBasic, desde el software de programación TIA Portal V11.

Y es así como es y fue posible la creación del sistema automático de control, posibilitando que los estudiantes de la Escuela de Ingeniería de Mantenimiento obtengan una mejor formación académica, desarrollando mayores destrezas y habilidades para su posterior desempeño y ejecución profesional el cual es de gran ayuda para el aumento de la productividad Ecuatoriana.

1.3 Objetivos

1.3.1 *Objetivo general.* Implementar un PLC SIMATIC S7-1200 y Pantalla táctil al módulo de transporte en 3 ejes para el Laboratorio de Control y Manipulación Automática de la Escuela de Ingeniería de Mantenimiento de la ESPOCH.

1.3.2 *Objetivos específicos:*

Diseñar el módulo de automatización.

Mejorar el módulo de transporte en 3 ejes.

Establecer una comunicación fija entre el HMI y el PLC vía PROFINET.

Crear un HMI (Interfaz Hombre Máquina), el cual permita un control eficiente del módulo de transporte en 3 ejes.

Demostrar el funcionamiento del módulo de transporte en tres ejes utilizando el módulo de automatización.

CAPÍTULO II

2. MARCO TEÓRICO

2.1 Automatización

La Real Academia de las Ciencias Físicas y Exactas menciona a la automatización como un conjunto de métodos y procedimientos para la sustitución del operador humano en las tareas físicas y mentales, desde otro punto de vista y manifestando una idea más clara se dice que la automatización es una herramienta de control que mediante señales de entrada permite influir directamente en un proceso que se está desarrollando con normalidad dentro de una línea productiva, la automatización se encuentra inmersa en casi todas las áreas de una industria, por cuanto el objetivo fundamental es lograr la autonomía de cualquier tipo de proceso para establecer una independencia total de sus funciones.

La automatización en sí está basada en el montaje de controles autónomos a un sistema de producción u manufactura, estos controles son conocidos como dispositivos inteligentes los cuales tienen un consumo de energía bajo a comparación del sistema que controla, con el desarrollo de la automatización se efectiviza la productividad de un proceso, elevando la precisión y rapidez de producción.

Los dispositivos de control automático, tienen la particularidad de controlar en tiempo real el desempeño de uno o varios procesos los mismos que pueden ser secuenciales o por etapas de acuerdo a las necesidades presentes, logrando así poseer mayor autonomía sin errores y al menor tiempo.

Cuando de automatización se trata, los controladores programables son los líderes en control y manipulación automática, ya que prestan la facilidad para que el operador pueda manipular directa o indirectamente los valores de referencia, mediante señales una HMI instalada en el cuarto de máquinas puede emitir al proceso una orden con eficacia y rapidez, estas señales dadas se dirigen hacia el autómeta el cual inmediatamente se encarga de efectuar la función sobre el proceso, este control automático se lo obtiene mediante los accionamientos en sus salidas del PLC, un

controlador implementada la HMI presenta más fiabilidad en cuanto a la transmisión de señales ya que se vinculan estrictamente a las condiciones del proceso.

Ya que un PLC trabaja con señales de entrada de baja potencia es indispensable que estas señales se modulen o se igualen a señales de alta potencia las mismas que se encargan de realizar el control del proceso, para aclarar más esta idea se puede decir que las señales de baja potencia que ingresan a los actuadores se equilibran a la potencia del sistema que está siendo controlado.

2.1.1 *Ventajas de la automatización industrial.* Las ventajas al aplicarla automatización a un proceso es:

- Reducción de la mano de obra.
- Reducción de la carga de trabajo.
- Reducción de elementos defectuosos.
- Reducción de riesgos laborales.
- Mayor calidad y eficiencia.
- Mayor productividad y competitividad.
- Mayor disponibilidad y confiabilidad de planta.
- Alcance del objetivo empresarial.
- Manipulación confiable.

2.1.2 *Evolución de la automatización.* Durante toda la historia el hombre ha venido desarrollando diferentes formas de disminuir la intervención humana en los trabajos permitiendo eliminar la aplicación de exceso de esfuerzo físico, un ejemplo muy claro y muy antiguo es la ley de la palanca que permitía que un individuo aplique poca fuerza al extremo de un péngulo de madera obteniendo una mayor fuerza al extremo logrando mover grandes rocas, de igual manera sucede con la automatización que a través del tiempo se han desarrollado controles inteligentes que tienen como finalidad controlar procesos de manera independiente reduciendo la intervención humana y aumentando la precisión y confiabilidad.

Desde el principio de la era industrial hasta tiempos actuales, la evolución de la automatización ha sido un mecanismo indispensable, ya que mediante aquello se puede

competir en un mercado globalizado y logrando un considerable incremento de la productividad.

Existen cinco etapas las cuales muestran la evolución que ha desarrollado la automatización:

2.1.2.1 Etapa de operación manual. Se elaboran elementos sin recurrir a recursos mecánicos, el ser humano realiza el trabajo usando herramientas y aplicando su fuerza de forma manual hasta obtener lo deseado, ejemplo: Dar forma a una pieza con una lima.

2.1.2.2 Etapa de mecanización. La máquina realiza el trabajo, sin embargo quien la manipula y da le órdenes a la máquina tiene que ser el ser humano y es responsable de ingresar a la máquina una secuencia de operación adecuada y lógica, ejemplo: Desbaste de un eje para dejarlo de forma cónico en un torno.

2.1.2.3 Etapa de automatización parcial. La máquina realiza diversas operaciones en secuencia y de forma automática, sin embargo necesita de la intervención humana para poner y retirar piezas.

2.1.2.4 Etapa de automatización total. La máquina es totalmente autónoma, y no necesita intervención humana, ejemplo: Una embotelladora.

2.1.2.5 Etapa de integración automática. Todas las máquinas están enlazadas entre si y trabajan cooperativamente, la intervención humana es requerida a nivel gestión y planeación estratégica.

2.2 Avances de la automatización

No caben dudas que en la actualidad los avances más importantes que se han desarrollado en la rama de la automatización son el PLC, CAD, CAM y DAQ, por lo cual se dará un concepto que permita conocerlos un poco más a estos elementos y sistemas automáticos.

2.2.1 Controlador. Es un dispositivo que compara un valor medido con un valor deseado, en base a esta comparación se calcula un error (diferencia entre valor medido y deseado), para luego actuar a fin de corregir este error y tiene como objetivo elaborar la

señal de control que permita que la variable controlada corresponda a la señal de referencia.(TECNOLOGIA, 2012)

2.2.2 *CAD(Diseño asistido por computador)*.Medianteun ordenador, el CAD es aquel que hace uso de sistemaso programasinformaticos con la finalidad de crear, modificar, analizar y optimizar un producto que elabore una industria u empresas. (WERTLO, 2012)

Figura 1. Diseño asistido por computador



Fuente:<http://www.ingenieros.es/files/Noticias1/CAD-CAM.jpg>

2.2.3 *CAM(Manufactura asistida por computador)*.La manufactura asistida por computadora es aquella que hace uso de sistemasinformaticos para planificar,gestionar y fabricar cualquier tipo de producto en base a la utilización del CAD esto en función al diseño deseado, es muy utilizado en la industria manufacturera y en la petrolera. Estos programasde control numérico son aquellos que gobiernan el posicionamiento y operación de las diferentes máquinas y equipos que se emplea en la industria.(WERTLO, 2012).

Figura 1. Manufactura asistida por computador



Fuente: <http://www.jewelry-cam.com/wp-content/uploads/2012/02/tdcnc.png>

2.2.4 DAQ (Adquisición de datos). Este método consiste en tomar muestras de manera analógica con sensores, o con algún dispositivo que transmita una señal de aviso para mediante un dispositivo DAQ crear datos digitalizados que puedan ser manipulados por un PC. (WERTLO, 2012)

Figura 2. Adquisición de datos



Fuente: http://www.ni.com/images/features/esa/111201_fg_daq_info_graphic.jpg

Todo este proceso de automatización es con el fin de facilitar las tareas dentro de un proceso y poder sustituir a los operadores humanos y de esta manera se presenta grandes ventajas en cuanto a productividad y disponibilidad de planta, siendo más eficientes y disminuyendo los riesgos laborales.

2.3 Formas de realizar el control de un proceso

El control de un proceso se refiere a como se controlan las variables predominantes que están dentro del mismo proceso, con el fin de incrementar la eficiencia del proceso reduciendo el impacto ambiental y manteniendo el proceso dentro de los límites de seguridad que corresponda. (VIGNONI, 2002)

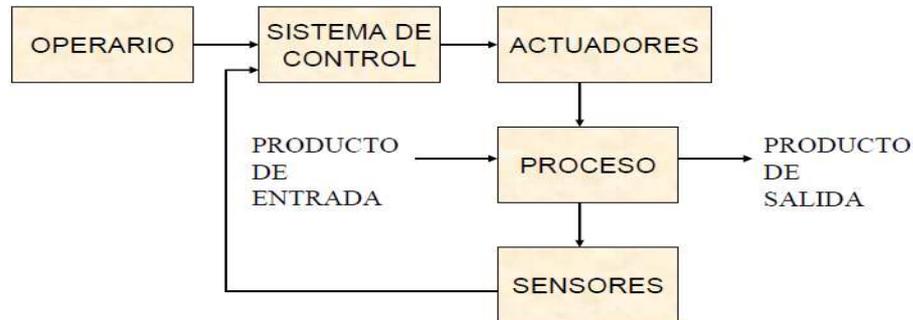
Existen dos formas principales de realizar un control de procesos industriales.

2.3.1 Sistema de control de lazo cerrado. El sistema de control de lazo cerrado se refiere a que la señal de salida tiene acción directa sobre la función del controlador. Una señal de error actuante, (diferencia entre la señal de entrada y la de realimentación) ingresa al control para reducir el error y llevar a la salida del sistema a un valor deseado.

En otras palabras en el control de lazo cerrado existe una realimentación a través de sensores desde un proceso hacia el sistema de control, y facilita al sistema de control

saber si las tareas ordenadas a los actuadores se han ejecutado correctamente en el proceso.

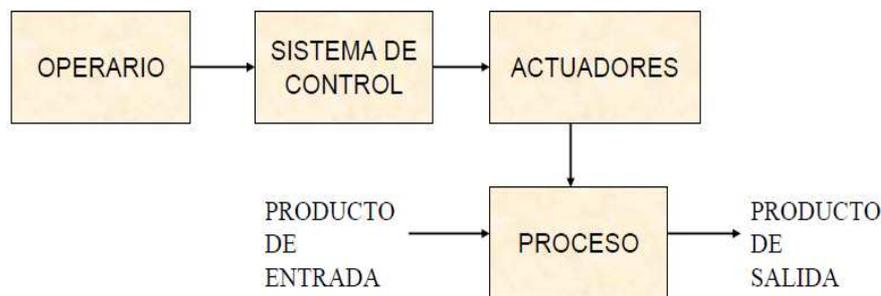
Figura 3. Control de lazo cerrado



Fuente: Fuente: Ingeniería de sistemas ISA Pág. 3

2.3.2 Sistema de control de lazo abierto. El sistema de control de lazo abierto es aquel en que la salida no tiene efecto sobre la acción del controlador, es decir, no tiene retroalimentación y por lo tanto no posee control, este tipo de control se lo puede reconocer porque no tiene un elemento de medición en la salida del proceso. Por tanto no se puede verificar si se llegó al set-point que se quiere.

Figura 4. Control de lazo abierto



Fuente: Ingeniería de sistemas ISA Pág. 2

2.4 Controlador lógico programable PLC

El PLC es un aparato electrónico destinado a controlar u gobernar máquinas u procesos secuenciales. Un PLC con sus siglas en inglés Programmable Logic Controller se denomina como un sistema electrónico digital, diseñado para operar en ambientes industriales, usa memorias internas programables para almacenar instrucciones y operaciones, se puede crear funciones específicas para luego desempeñarlas, estas funciones pueden ser secuencias lógicas, instrucciones secuenciales, desempeños

temporizados, etc. Todo aquello es con la finalidad de poder controlar una variedad de procesos, a través de módulos de entrada/salida analógicos o digitales.

El PLC consta de un hardware y software.

El hardware: Representa la parte física tangible en si es el autómata.

El software: Es la parte intangible y representa a la parte digital, puede ser el programa que permite programar un PLC.

2.4.1 Evolución del PLC. El Controlador Lógico Programable (PLC), llamados también autómatas programables, se adentraron en el área industrial en el año de 1960, desarrollaron una evolución hasta el año de 1980 convirtiéndose en los pioneros en el ámbito de la automatización industrial, toda aquella evolución realizada fue con la finalidad de eliminar sistemas de control basados en relés y contactores los cuales producían muy altos costos de operación. (CAICEDO & NUÑES, 2011, pág. 12)

Sus principales beneficios son.

- Menor cableado y reducción de los costos de operación.
- Reducción de los tiempos de parada de planta.
- Reducción del espacio en los tableros.
- Reducción de la mano de obra.
- Mayor facilidad para el mantenimiento.

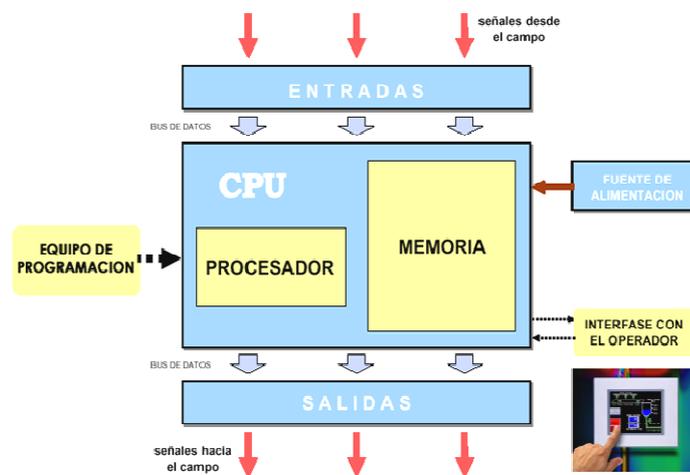
2.4.2 Función del PLC en la industria. Se puede mencionar que un PLC en la industria está destinado para soportar severas condiciones operacionales, pero sin que sea ese un motivo para comprometer su funcionalidad o desempeño en el desarrollo de un producto, debido a que un PLC posee la CPU que es el cerebro que controla todas las instrucciones que se dan dentro de un proceso industrial, tiene la capacidad de ser autónomo asíéndolo más confiable y eficiente al momento de la toma de decisiones ya programadas, las funciones que realiza un PLC son:

- Reemplazarlos relés para el comando de motores, sistemas neumáticos e hidráulicos, etc.
- Reemplazar temporizadores y contadores electromecánicos.

- Efectuar diagnósticos de fallas y alarmas.
- Reemplazar cableados excesivos.
- Supervisar y comandar tareas repetitivas y peligrosas.
- Regulación de aparatos remotos desde un punto de la fábrica.(CAICEDO & NUÑES, 2011, pág. 12)

2.4.3 Componentes de un PLC. Consta de una estructura externa y una interna.

Figura 5. Componentes del PLC



Fuente: <http://aplicacionesdeplc.blogspot.com/>

2.4.3.1 Estructura externa del PLC. La estructura externa de los autómatas programables se clasifican en:

Compactos. Todos los elementos o módulos se encuentran en un solo bloque.

Modulares. Las partes operativas se dividen por módulos individuales, los módulos se pueden colocaren rieles (o racks) normalizados, para que el conjunto sea compacto y resistente.

Además se pueden disponer los siguientes equipos en un sistema de automatización:

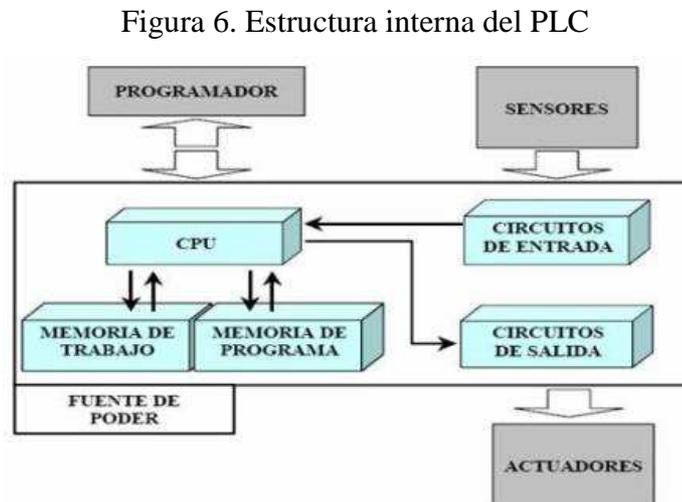
Unidad de alimentación: Que representa la fuente de alimentación eléctrica.

Unidad o consola de programación: Permitirá introducir, modificar y supervisar el programa de usuario.

Dispositivos periféricos: Se puede incorporar más unidades de memoria, unidades de comunicación en red, etc.

Interfaces: Son aquellos que facilitan la comunicación del autómata mediante enlaces en serie con otros equipos como un PC.

2.4.3.2 Estructura interna del PLC. Un PLC consta de las siguientes partes internas.



Fuente:http://www.el.bqto.unexpo.edu.ve/lab_plc/imagenes/estructura.jpg

Circuitos de entrada. Son las entradas que se conectan a los dispositivos que recogen las señales para ser procesado por el CPU pueden ser de tipo digital o analógico, en ambos casos se tienen rangos de tensión característicos, los cuales se encuentran en las hojas de características del fabricante del PLC. A estas líneas se conectan los sensores, etc. (NARANJO & SANDOVAL, 2013, pág. 11)

Circuitos de salida. Son líneas de salida, que pueden ser de tipo digital o analógico y siempre estas líneas de salida se conectan los actuadores.

Entradas y salidas digitales. Las E/S digitales se fundamentan en el principio del todo o nada. Estas E/S se manejan a un nivel de bit dentro del programa del usuario y pueden ser de tipo relé o de tipo diodo.

Entradas y salidas Analógicas. Las E/S analógicas pueden tener cualquier valor dentro de un rango determinado y es especificado por el fabricante del autómata. Se basan en convertidores A/D y D/A aislados de la CPU, estas señales se manejan a nivel de byte (8/16 bits) dentro del programa de usuario, las E/S son leídas y escritas dependiendo del modelo y del fabricante, es decir pueden estar incluidas sus imágenes dentro del área de

memoria o ser manejadas a través de instrucciones específicas de E/S. (NARANJO & SANDOVAL, 2013, pág. 14)

Unidad central de proceso (CPU). Es la parte más importante de un PLC ya que aquí es donde se procesan todas las señales obtenidas desde los elementos emisores de señal. La CPU se encarga de procesar el programa introducido por el usuario, para ello se dispone de diversas zonas de memoria, registros e instrucciones de programa. Adicionalmente, en determinados modelos más avanzados, se puede disponer de funciones ya integradas en la CPU, como reguladores PID, control de posición, etc.

Funciones de la CPU.

- Vigilar que el tiempo de ejecución del programa de usuario no excede un tiempo de ciclo máximo.
- Ejecutar el programa de usuario.
- Actualizar los contadores y temporizadores programados.
- Crear una imagen de las entradas, ya que el programa de usuario no accede directamente a dichas entradas.
- Renovar el estado de las salidas en función de la imagen de las mismas obtenida al final del ciclo de ejecución del programa de usuario.

Memorias. Las memorias son las encargadas de contener el programa que el usuario programó y la orden de trabajo, en los autómatas está separada en diversas áreas según su función, existen los siguientes tipos de memorias dentro de un PLC. (NARANJO & SANDOVAL, 2013, pág. 11)

Memoria de trabajo. En el autómata existe esta memoria en la cual se introduce el programa realizado en el software, y el PLC lo ejecuta cíclicamente.

Memoria interna de programa. Aquí se almacena información de cálculos realizados, así como variables internas y una imagen de las entradas y salidas.

Memoria de datos. Se subdivide en zonas según el tipo de datos a ocuparse (como temporizadores, contadores, etc.

Memoria del sistema del PLC. Aquí se almacena el código de hardware que permite la compatibilidad con el Software a utilizarse este código llamado firmware es ejecutado directamente por el microprocesador o micro controlador que posee el autómata.

2.4.4 Principio básico de un PLC. Como ya se ha puntualizado las partes características del PLC, llegando como conclusión que el autómata programable posee módulos de entradas y módulos de salidas, CPU, etc. Ahora se procede a conocer como se efectúa la forma de control con la ayuda de estos módulos.

Tomando como ejemplo una señal de alarma que proviene desde el proceso que puede ser señal analógica o digital el PLC debe ser capaz de distinguir de qué tipo de señal se trata ya que esta dicha señal puede venir de varios dispositivos de campo como son los sensores y pueden traer distintos datos y todos deben ser convertidos en una señal lógica para ser usada en la CPU del PLC para tomar la decisión adecuada.

Una vez que las señales ingresan a la CPU se ejecuta las instrucciones de control basadas en las instrucciones existentes en el programa de la memoria, y es cuando a los módulos de salida se le ordena las funciones de control que envía la CPU en una señal digital o analógica que se puede usar para controlar dispositivos de campo (actuadores), recordando que es necesario usar un dispositivo de programación para introducir las instrucciones deseadas en el PLC.

Estas instrucciones especifican lo que debe hacer el autómata según una entrada específica y un dispositivo operador permite procesar la información para ser visualizada e introducir nuevos parámetros de control. (SIEMENS, Programación en Simatic S7, 2002, pág. 9)

2.4.5 Lenguajes de programación de un PLC. Un lenguaje de programación es el método que permite diseñar el programa para que el PLC ejecute en el proceso, se puede elegir un tipo de lenguaje que el usuario domine para ingresar las funciones de manera sencilla.

La Comisión Electrotécnica Internacional (IEC) con el fin de estandarizar a los controladores lógicos programables, desarrolló la norma IEC 1131 para evitar que los fabricantes de PLC's usen su propio estándar en sus equipos, esta norma consta de cinco partes, la tercera parte hace referencia a los lenguajes de programación, el estándar IEC 1131-3 define dos lenguajes gráficos y dos lenguajes basados en texto, para la programación de PLC's.

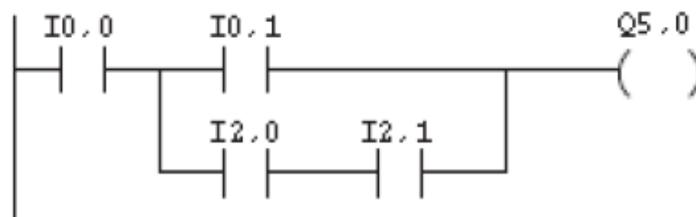
Los lenguajes de forma gráfica utilizan símbolos para programar las instrucciones de control, mientras los lenguajes basados en texto utilizan caracteres para programar las instrucciones.

2.4.5.1 Lenguajes gráficos

- Diagrama ladder (LD).
- Diagrama de bloques de funciones (FBD).

Diagrama ladder (LD). El LADDER, también llamado lenguaje de escalera KOP, es un lenguaje de programación gráfico muy eficaz y de fácil aplicación, este lenguaje está basado en los circuitos eléctricos de control clásicos el cual lo hace muy eficaz y fácil a la hora de ejecutarlo, la principal ventaja es que los símbolos básicos están normalizados según normas NEMA. (Ver anexo A)

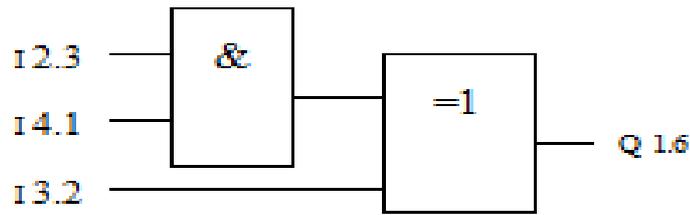
Figura 7. Diagrama de programación ladder



Fuente: Manual de programación Simatic S7 1200

Diagrama de funciones (FBD). Este tipo de lenguaje gráfico facilita al usuario programar mediante bloques de funciones, en tal forma que dichos bloques aparecen interconectados al igual que un circuito eléctrico, comúnmente se utilizan símbolos lógicos para representar un bloque de función, las salidas son representadas por variables asignadas a las salidas del bloque en funcionamiento, este tipo de lenguaje resulta cómodo de utilizar e interpretar a los técnicos habituados a trabajar con circuitos de puertas lógicas, ya que la simbología usada en ambos es equivalente. (MORGAN, 2013)

Figura 8. Diagrama de funciones



Fuente: <http://movimientomecatronica.blogspot.com/>

2.4.5.2 Lenguajes textuales

- Lenguaje booleano (Lista de instrucciones).
- Texto estructurado (ST).

Lenguaje booleano (Lista de instrucciones). Un lenguaje Booleano utiliza el Álgebra de Boole para ingresar y explicar la lógica de control, se trata de elaborar una lista de instrucciones, utilizando operadores Booleanos (AND, OR, NOT, etc.) y otras instrucciones nemónicas, para implementar el circuito de control.

Lenguaje de texto estructurado (ST). Es un lenguaje de alta jerarquía que permite realizar una programación más estructurada, esto significa que programaciones complejas pueden ser subdivididas en programaciones más pequeñas, se hacen uso de subrutinas para llevar a cabo diferentes partes de las funciones de control con valores entre las diferentes secciones del programa.

La programación en Texto Estructurado es apropiada para aplicaciones que involucran manipulación de datos, ordenamiento computacional y aplicaciones matemáticas que utilizan valores de punto flotante. ST es el mejor lenguaje para la implementación de aplicaciones de inteligencia artificial, lógica difusa, toma de decisiones, etc. (MORGAN, 2013).

2.5 EL PLCSIMATIC S7 1200

El S7 1200, es uno de los modelos de la gama de controladores de SIMATIC Siemens, este tipo de PLC puede ser modular o compacto el cual lo hace perfecto para pequeños y medianos sistemas de control automático.

Figura 9. PLC S7 1200.



Fuente:http://support.automation.siemens.com/dnl/TY/TY2NDgzNwAA_36524193_Akt/S7-1200_Sys.jpg

Este controlador además posee un microprocesador, una fuente de alimentación integrada, circuitos de entrada y salida, puerto PROFINET, entradas y salidas de control de movimientos de alta velocidad y posee entradas analógicas incorporadas, todo ello dentro de una estructura protectora, conformando así un potente controlador desempeñando sus tareas industriales de forma fiable y rápida interactuando con el proceso de manera eficiente, en este modelo se puede personalizar las soluciones de automatización de manera fácil a través de su software de programación TotallyIntegratedAutomation y cuando el programa se encuentra dentro en la unidad central de proceso del PLC, ésta aplica la lógica contenido dentro del programa para ejecutar las tareas necesarias y así vigilar y controlar los equipos que estén siendo manipulados.

Tabla 1. Componentes del PLC SIMATIC S7-1200

Componentes del PLC SIMATIC S7 1200	
1	Bornera para alimentación.
2	Ranura para MemoryCard Siemens.
3	Borneras de entradas y salidas.
4	LED de estado de E/S del PLC
5	Puerto PROFINET.

Fuente: Autores

La CPU de este controlador manipula las entradas y cambia de estado las salidas según la lógica que el usuario ha introducido dentro del programa, este PLC es eficaz cuando de él se requieran funciones simples o avanzadas de automatización, ofreciendo flexibilidad y gran capacidad de control permitiendo así manipular un gran número de dispositivos para la realización de un trabajo específico, satisfaciendo las necesidades de automatización de cualquier industria. (SIEMENS AG, 2009, pág. 3)

2.5.1 *PLC SIMATIC S7-1200, 1214C AC/DC/RLY.* Este PLC permite la integración de muchas de las tareas de ingeniería que se encontraban aisladas, ahora es posible que un solo entorno de ingeniería sea el mando principal automático, ahorrando tiempos y costos.

Siemens impulsa los avances en la industria porque junto con ella está progresando de manera constante con sus nuevos modelos de controladores, ofreciendo flexibilidad y disponibilidad para manipular una gran variedad de maquinarias para el desempeño de distintas tareas de producción, el S7-1200 en general es ideal para cuando se necesite de efectividad, rapidez y seguridad.

Ya que PLC SIMATIC S7-1200, 1214C AC/DC/RLY ofrece una comunicación sin interrupciones y posee un puerto de comunicación y se trata del protocolo Ethernet TCP/IP denominado interfaz PROFINET, lo hace muy confiable y eficaz a la hora de la automatización.

Figura 10. El PLC Simatic S7-1200 1214C AC/DC/RLY



Fuente: Manual de sistema SIMATIC S7-1200 Ed.2013

La interfaz de comunicación está conformada por una conexión con el conector RJ45 inmune a perturbaciones, con una función Autocrossing, el cual admite hasta 16 conexiones Ethernet y alcanza una velocidad de transferencia de datos hasta 10/100 Mbts por segundo. (SIEMENS, Simatic S7 1200, 2013, pág. 10)

2.5.2 *Ficha técnica del PLC S7-1200 1214C AC/DC/RLY.*

Tabla 2. Ficha técnica PLC 1214C AC/DC/RLY

CPU 1214C AC/DC/RLY

Dimensiones físicas (mm)	110 largo x 100 ancho x 75 alto
Memoria de usuario	
Memoria de trabajo	50 KB
Memoria de carga	2 MB
Memoria remanente	2 KB
E/S integradas locales	
Digitales	14 entradas y 10 salidas
Analógicas	2 entradas
Tamaño de la memoria, imagen de proceso	
Entradas	1024 bytes
Salidas	1024 bytes
Área de marcas (M)	8192 bytes
Ampliación con módulos de señales	8
Ampliación de módulos de comunicación	3
SignalBoard	1
Contadores rápidos	6
Fase simple	3 a 100 kHz
Fase en cuadratura	3 a 80 kHz
Velocidad de ejecución de funciones matemáticas	18 μ s/instrucción
Velocidad de ejecución	0,1 μ s/instrucción

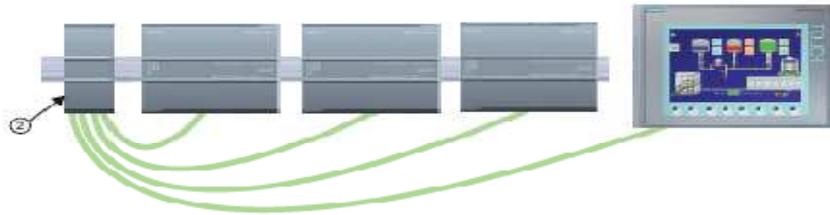
Fuente:http://www.infopl.net/files/descargas/siemens/infoPLC_net_S71200%20_EasyBook.pdf

2.6 Comunicación del PLC SIMATIC S7-1200

Este controlador posee un puerto PROFINET para lograr la comunicación en una red Ethernet, existen módulos de comunicación para poder comunicarse con otro tipo de red que no sea PROFINET, estos módulos pueden ser PROFIBUS, GPRS, RS485 o RS232.

Para reducir al mínimo las necesidades de cableado y permitir la máxima flexibilidad de red, se puede usar un Compact Switch Module denominado CSM 1277, a fin de configurar una sola red homogénea tal como se muestra en la figura 12.

Figura 11. CSM1277 Profinet switch



Fuente: Manual de sistema SIMATIC S7-1200 Ed.2013,Pag.444

El CSM 1277 es un switch no gestionado de 4 puertos, que permite conectar SIMATIC S7-1200 con otros tres equipos, como pueden ser los dispositivos HMI, el número total de HMI depende del número de Compact Switch Module utilizados por ejemplo, pueden conectarse al hasta tres SIMATIC Basic Panels a un solo Compact Switch Module puede conectar varias CPU y varios dispositivos HMI implementando otro CSM 1277.

2.6.1 PROFINET. Es la interfaz perfecta de comunicación, la cual es la evolución que sufrió PROFIBUS e INDUSTRIAL ETHERNET, dejando más claro este concepto todas las ventajas de los dos evolucionistas se unen para formar un puerto de comunicación de gran velocidad, así pues PROFINET es un estándar de comunicación basado en protocolos abiertos de Ethernet TCP/IP y hacen posible que la conexión y la comunicación con varios equipos de otros fabricantes se pueda realizar sin ninguna dificultad, Profinet alcanza hasta mil metros de distancia sin perturbaciones ni interferencia de datos.

Características de PROFINET en SIMATIC.

- Uso de estándares como TCP/IP, http.
- Capacidad de comunicación en tiempo real.
- Integración sin discontinuidades de otros sistemas con bus de campo.
- Alcanza grandes distancias.
- Amplia superficie de cobertura.
- Transferencia de datos segura sin perturbaciones electromagnéticas.

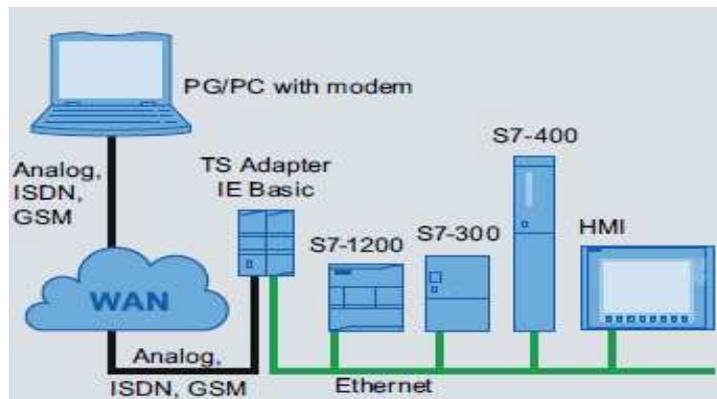
Figura 12. Conexión PROFINET



Fuente: Manual de WinCC SIMATIC Pag.7

2.6.2 ETHERNET. Es un estándar de comunicación que posee protocolos abiertos tal como es TCP/IP nativo e ISO-on-TCP el cual es común en casi todas las instalaciones que necesitan comunicación para recibir y enviar ordenes soportando modos de transferencia de datos útiles de ingeniería, diagnosticando y lanzando alarmas.

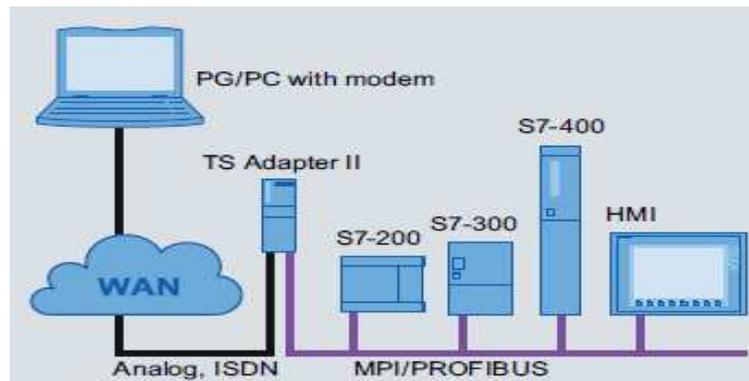
Figura 13. Conexión ETHERNET



Fuente: Siemens.com/Simatic-WinCC-Ethernet

2.6.3 PROFIBUS. Profibus es un estándar abierto de comunicación el cual permite que se puedan comunicar entre sí diferentes dispositivos de algunos fabricantes sin la necesidad de interfaces de adaptación, Profibus está respaldado por la norma DIN 19.245, puede comunicar a una gran variedad de equipos como la PC y el PLC hasta robots pasando por todo tipo de dispositivos de campo.

Figura 14. Conexión PROFIBUS



Fuente: Siemens.com/Simatic-WinCC-TIA-portal

2.6.4 Interfaz PROFINET del SIMATIC S7 1200. La interfaz PROFINET es una comunicación industrial integrada a SIMATIC S7-1200 y ofrece una comunicación sin interrupciones con el programa de ingeniería SIMATIC STEP 7 BASIC, el cual se usa para la configuración y programación del controlador, es así como PROFINET se lo utiliza para transmitir datos con el programa de usuario o con otras CPU vía Ethernet.

Figura 15. Interfaz PROFINET



Fuente: Manual de usuario SIMATIC S7 1200

La CPU del SIMATIC S71200 se puede comunicar con otros controladores, con programadoras, con dispositivos HMI y con dispositivos que no sean Siemens pero que posean protocolos de comunicación TCP/IP estándar.

El puerto PROFINET de las CPU 1211C, 1212C y 1214C no posee ningún switch Ethernet y se puede realizar una conexión directa entre una HMI y una CPU y no requiere un conmutador Ethernet, en una red con más de dos CPU's o más dispositivos HMI sería necesario un conmutador Ethernet.

2.6.5 Conector RJ-45. Es una interfaz de conexión física usada para conectar redes de cableado estructurado, RJ es el acrónimo inglés de Register Jack y que pertenece al

Código Federal de Regulaciones de Estados Unidos, es respaldado por el estándar IEC 60603-7 que hace mención a la resistencia del conector en el medio industrial, además se evalúa su idoneidad para las aplicaciones industriales y se consideran aspectos como la robustez del conector, la compensación de tracción y la sujeción como protección contra las fuerzas laterales, además este conector posee un índice de protección IP67 e IP20(Ver Anexo B).(SIMATIC S7 1200, 2012)

Figura 16. Conector RJ-45



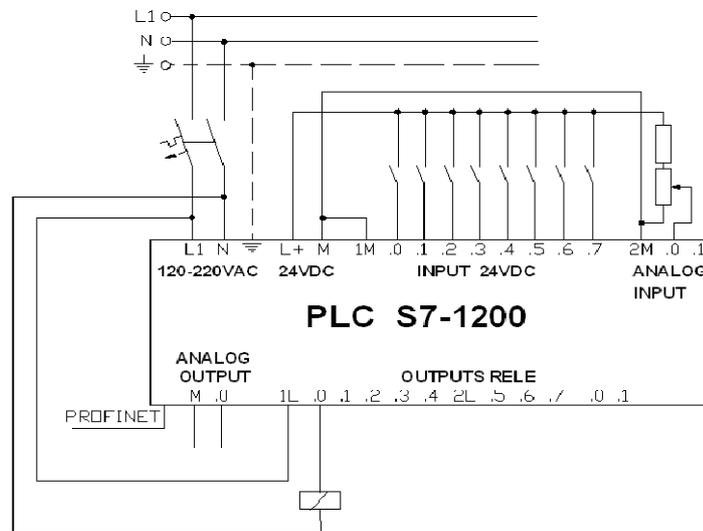
Fuente: Manual de SIEMENS
AG, SIMATIC S7-1200 Ed.2009

El conector RJ-45 posee ocho "pines", que normalmente se usan como extremos de cables de par trenzado, este conector es utilizado con el estándar TIA/EIA-568-B, que define la disposición de los pines.

Una aplicación común del RJ-45 es su uso en cables de la red Ethernet, donde suelen usarse 8 pines 4 pares, y otras aplicaciones tal como la de Profinet que usa 4 pines o 2 pares de hilos en estrella y suele usarse con el conductor 22AWG.

2.7 Conexiones para la alimentación del PLC SIMATIC S7-1200

Figura 17. Diagrama de conexión del S7 1200



Fuente: Manual de sistema SIMATIC S7-1200 Ed.2013

La CPU del PLC requiere 120V de AC, esta tensión es transformada a 24V DC mediante una fuente interna que posee la CPU y es la que permite suministrar energía eléctrica a los módulos de señales, la SignalBoard y los módulos de comunicación, así como otros consumidores de 24 V DC, o en tal caso cuando sea necesario se puede utilizar una fuente externa para las alimentaciones de 24V DC, pero tener muy en cuenta que no se conecte en paralelo con la alimentación de sensores de la CPU porque puede surgir un conflicto entre ambas fuentes, ya que cada una intentará establecer su propio nivel de tensión de salida y este conflicto puede reducir la vida útil u ocasionar la avería inmediata de una o ambas fuentes de alimentación y, en consecuencia, el funcionamiento imprevisible del sistema PLC, para aumentar la protección contra interferencias, se recomienda conectar los cables neutros de las distintas fuentes de alimentación. (SIMATIC S7 1200, 2012, pág. 43)

Las líneas de alimentación serán introducidas a los terminales L1 y N del PLC, también es importante una línea a tierra para protegerlo de sobrecargas, al momento de montar el PLC tomar todas las precauciones necesarias para evitar incidentes que afecten la seguridad de la persona.

2.8 Pantallas táctiles

Las pantallas táctiles son equipos eléctricos que permiten emitir y visualizar datos de un proceso, mediante un pulso sobre cualquier parte de la pantalla permite ingresar una señal para ser procesada en el cerebro gobernante, por ejemplo en una pantalla que interactúa con un PLC, la señal que emite un pulso se dirige hacia la CPU del PLC, esta señal se procesa y emite una orden al proceso y el efecto de la señal se puede visualizar en la pantalla.

Figura18. Pantallas táctiles (HMI)



Fuente:http://www.elintosprekyba.lt/library/images/global/siemens/HMI/hmi_paneles.jpg

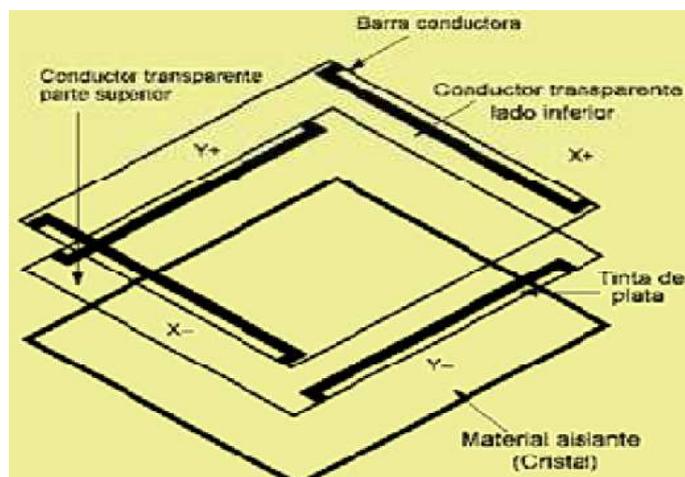
En el año de 1960 ya se estaban desarrollando tecnologías táctiles, y no fue hasta el año de 1970 y principios de 1980 que se comenzó a ver los primeros dispositivos táctiles que fueron la novedad de aquel tiempo, estas primeras pantallas se basaban en matrices y cuadrículas infrarrojas, las cuales eran las encargadas de emitir la señal, la pantalla táctil en inglés se las llama touchscreen, y hoy en la actualidad ya se utilizan con mayor regularidad para todos los procesos industriales, profundizando un poco la historia de las touchscreen, la primera pantalla oficial fue creada en 1971 por el Samuel Hurst, y en base a esta pantalla táctil se fueron haciendo día a día más y más modelos avanzados y con nuevas mejoras hasta llegar a la actualidad que son más modernas ofreciendo una gran variedad de funciones los cuales los hace equipos de interfaz (HMI) muy óptimos y fiables, para nuestro estudio se utilizó las pantallas táctiles de Siemens las cuales ofrecen una capacidad de procesamiento y parámetros muy considerables.

2.8.1 Tipos de pantallas táctiles. Los diferentes tipos de pantallas táctiles vienen clasificadas en forma general según su tipo de fabricación y son las siguientes.

- Resistivas.
- Capacitivas.
- De onda acústica superficial.
- Galga extensiométrica.
- Imagen óptica.
- Tecnología de señal dispersiva.
- Reconocimiento de pulso acústico.

Resistivas. La pantalla táctil de tipo resistiva contiene dos capas importantes que poseen un poco de separación, en la parte inferior de las dos capas, posee un material de cristal que tiene la función de aislante, cuando un objeto ase contacto con la capa superior ésta realiza el contacto con la capa de abajo y como resultado se produce un cambio de corriente eléctrica la cual es la que hace que el dispositivo identifique el lugar correcto donde se realizó contacto con el objeto.

Figura 19. Pantalla táctil tipo resistiva



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

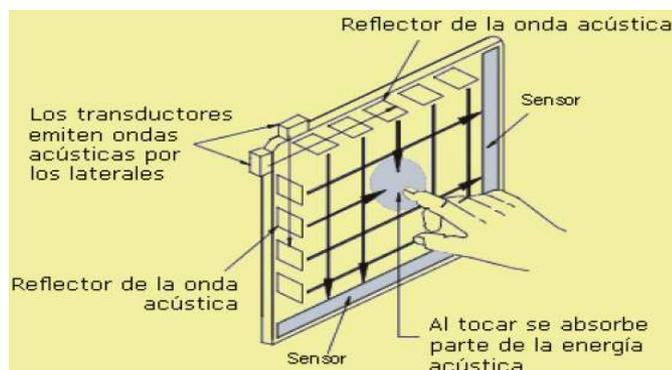
Capacitivas. Este tipo de pantalla está cubierto con un material que conduce una corriente eléctrica continua a través de un sensor, este sensor contiene un campo de electrones que permite controlar con precisión el flujo de corriente, posee circuitos electrónicos situados en cada esquina de la pantalla y tienen la función de medir cada uno de los cambios situados en la superficie de la pantalla, este tipo de sensores capacitivos solo aceptan pulsos del dedo.

Galga extensiométrica. En este tipo de pantalla se tiene una capa elástica que recubre a las galgas extensiométricas que se encuentran en toda la superficie interna de la pantalla, para poder determinar la posición exacta en que ha sido tocado solo emiten la señal en que galga asido deformada, en este tipo de pantallas se puede medir la presión ejercida en el momento del contacto la pantalla.

Reconocimiento de pulso acústico. En este modelo se utiliza cuatro transductores convertidores de energía mecánica del toque de la pantalla en señal electrónica y a la vez esta es transformada en una onda de sonido, la cual se compara con un perfil de sonido que existe entro de la pantalla y no asido perturbado. (CAICEDO & NUÑES, 2011, pág. 22)

De onda acústica. En este tipo de pantalla se hace uso de reflectores de ondas ultrasónicas que se encuentran en la parte lateral de la pantalla, cuando en la pantalla se produce un pulso el sensor absorbe una parte de la energía acústica producida por el contacto y es así que esa parte de la onda absorbida permite la ubicación exacta del pulso para luego ser transformada en señal eléctrica.

Figura 20. Pantalla de onda acústica



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

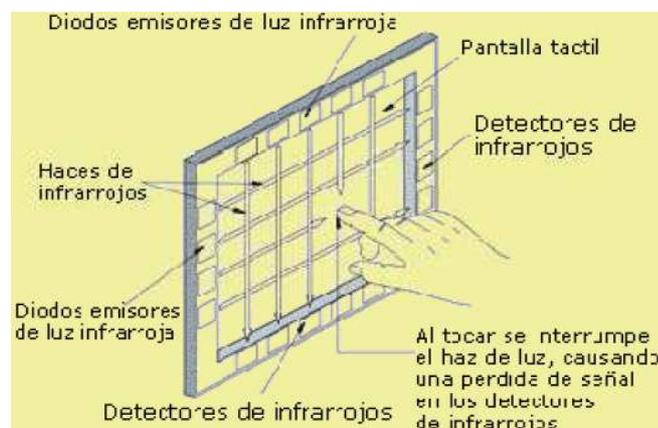
Tecnología de señal dispersiva. En este tipo de pantallas se utilizan sensores para detectar la energía de deformación mecánica producida en el cristal producto de un pulso, se basa en algoritmos y son los encargados de encontrar el lugar exacto del contacto. Cualquier objeto puede ser utilizado para provocar una señal.

Imagen óptica. Poseen cámaras tipo infrarrojas en los extremos de la pantallas con un solo toque en la pantalla muestra una sombra de forma que cada cámara puede localizar

el punto donde se realizó contacto, este tipo de pantalla es muy utilizado en estudios de radiografía.

Infrarrojos. Consta de emisores y receptores infrarrojos ubicados en el eje de las ordenadas y en el eje de las abscisas, los receptores están cara a cara con los emisores y mediante diodos emisores de luz infrarroja se logra que se cree una película de luz entre emisores y receptores, cuando se toca en cualquier parte de la pantalla el haz de luz se interrumpe causando una pérdida de señal en los detectores infrarrojos así se detecta la ubicación exacta del contacto.

Figura 21. Pantalla por infrarrojos



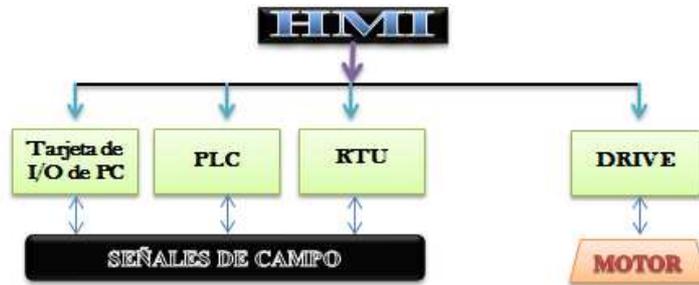
Fuente: <http://www.ecojoven.com/dos/05/táctil.html>

2.8.2 HMI (Interfaz hombre máquina). La HMI (interfaz hombre máquina), es la forma mediante la cual el hombre puede influir directamente dentro de un sistema de producción mediante la visualización y manipulación de información, en otras palabras una HMI es una ventana que permite visualizar e influir en las diferentes etapas en las que se encuentra un proceso, a esta ventana se la llama interfaz de visualización con manipulación de datos, las señales del proceso son conducidas hacia la HMI a través de tarjetas de E/S de computadoras, PLC`s (Controladores lógicos programables), RTU`s (Unidades remotas de E/S), DRIVER`s (Variadores de velocidad de motores), estos dispositivos mediante los cuales la HMI recibe los datos deben poseer una comunicación que entienda la HMI.

Un ejemplo del campo de operación de una HMI puede ser los que se encuentran en los sistemas CAM (Monitoreo asistido por computador) también conocido como Software HMI, en la cual el hombre es el encargado de monitorear el proceso y si existe algún

parámetro el cual se está saliendo fuera de rangos, el software HMI tiene la capacidad de intervenir cambiando el orden del proceso con el fin de evitar sucesos que no están previstos, entonces automáticamente esta acción se convierte en un SCADA.

Figura 22. Diagrama (HMI)



Fuente: Autores

2.8.2.1 Funciones que realiza un HMI. Las funciones que realiza una HMI son funciones que permiten tener a la planta en estado operativa y son:

Monitoreo. Es la destreza que tiene una HMI para mostrar los datos que genera una planta de producción en tiempo real, estos datos se pueden visualizar mediante números, gráficos, textos lo cual permite una lectura rápida y fácil.

Supervisión. Esta función va de la mano con el monitoreo, y permite ajustar las condiciones de las tareas a realizarse, se la puede realizar desde una computadora o desde una pantalla táctil.

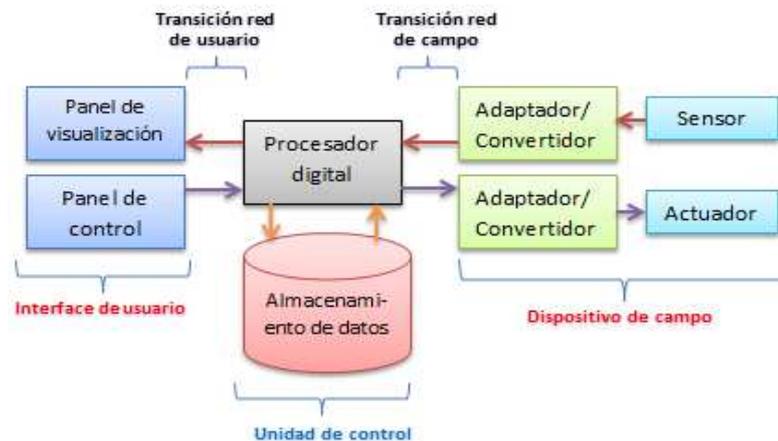
Alarmas. Es la capacidad de reconocer eventos extraños dentro del proceso y reportarlos hacia la pantalla para que se puedan tomar medidas de solución, estas alarmas son manifestadas cuando la señal medida rebasa un límite de control establecido.

Históricos. Es la capacidad para almacenar datos del proceso a una determinada frecuencia y después mostrar dichos datos para optimizar el desempeño del proceso ayudando a corregir posibles fallos.

2.8.2.2 Sistema SCADA. Proviene de las siglas Supervisory Control And Data Acquisition, que significa Adquisición de datos y supervisión de control, pero para hacerle más entendible esta traducción, el SCADA tiene como razón de ser, el controlar y supervisar los datos adquiridos de un proceso sin necesidad que el operador este inmiscuido en el medio, en términos técnicos es un sistema de control de la producción,

el cual tiene comunicación con todos los dispositivos de campo y controla el proceso de forma automática desde la pantalla del ordenador, o desde una pantalla táctil, también el sistema SCADA puede proporcionar información del proceso a diversos usuarios tales como operadores, supervisores de control de calidad, supervisión de procesos, mantenimiento, etc.

Figura 23. Esquema básico del SCADA



Fuente: Autores

Un SCADA está formado por:

- Computador Central o MTU (Más ter Terminal Unit).
- Computadores Remotos o RTU's (Remote Terminal Units).
- Red de comunicación.
- Instrumentación de campo.

Un SCADA trabaja conjuntamente con autómatas programables o con cualquier tipo de controlador existente en una industria, a la vez el SCADA puede estar conectado a un PC que realiza las funciones de monitoreo, tratamiento de la información y control de la producción.

Funciones de principales de un SCADA.

Adquisición de datos. Recolecta, procesa y almacena la información.

Supervisión del proceso. Mediante un monitor o pantalla se observa la evolución de las variables de control.

Control del proceso. Es la destreza para aplicar soluciones al proceso, ajustando valores excedidos y mantenerlos dentro de un rango establecido, este control es ideal porque no necesita la intervención humana para resolver el problema.

Función específica del SCADA.

Transmisión de datos. Existe la posibilidad de compartir datos con dispositivos de campo y otros PC.

Base de datos. Almacena los datos con frecuencias para su posterior acceso.

Presentación de datos. Representa los datos que se obtienen del proceso por medio de una HMI, en forma de gráficos o textos.

Manipulación de datos. Los datos adquiridos se usan para gestionar la calidad, para la creación de historiales estadísticos, indicadores de la producción y gestión administrativa y financiera.

2.8.3 *Clasificación de los paneles HMI SIMATIC.* Los paneles SIMATIC HMI llevan muchos años en el mercado dando buenos resultados en las más diversas aplicaciones y en todos los sectores de la industria, estos paneles se destacan por su innovador diseño y su elevado rendimiento.

Los paneles SIMATIC HMI se clasifican en.

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

2.8.3.1 *Key panels.* Este tipo de pantalla es muy flexible a la hora de su funcionamiento, cuando entabla una comunicación con el PLC todas sus funciones se activan, son una alternativa para cuando se necesite paneles de mando con funciones directas, poseen teclas de carrera corta y cuatro entradas digitales adicionales, permite crear modificaciones que se ajusten a su función final y máxima flexibilidad gracias a la posibilidad de parametrizar, tienen dos puertos PROFINET conjuntamente con las E/S

digitales integradas en el lado posterior del equipo, su compatibilidad es funcional con todas las CPU maestras estándar PROFINET incluso de otros fabricantes

2.8.3.2 Comfort panels. Estas pantallas pueden adaptarse perfectamente a cualquier aplicación con alta funcionalidad y a la vez ofrecen numerosas innovaciones en distintos tamaños e idéntico entorno, poseen alta resolución de 16 millones de colores y permite una visualización del proceso con gran detalle, ofrece una legibilidad óptima en combinación con un amplio ángulo de visión de hasta 170°, el uso del estándar PROFINET permite integrar fácilmente los paneles en estructuras ya existentes de la instalación y ofrece una elevada seguridad de la inversión y para su comunicación se integran a la perfección en redes PROFINET y PROFIBUS, por último dispone de interfaces para la conexión a periféricos de USB.

Figura 24. Comfortpanels



Fuente: Manual de usuario HMI SIMATIC OPERATOR

2.8.3.3 Basic panels. Este tipo de pantalla es ideal para aplicaciones HMI sencillas, posee una innovadora interfaz de usuario y usabilidad mejorada gracias a los nuevos controles y gráficos, SIMATIC HMI Basic Panels han sido diseñados para operar a la perfección con el controlador SIMATIC S7-1200, permite un control y visualización sencillos, aptos para tareas de automatización compactas, los Basic Panels poseen funcionalidad táctil o manejo con teclado para mejor control intuitivo, tiene la interfaz para conexión con diversos PLC's mediante su comunicación PROFIBUS o PROFINET, su programación se lo realiza a través del sistema de ingeniería en el TIA Portal, se encuentran disponibles cuatro tamaños de pantalla táctiles de cuatro a quince pulgadas.

Los Basic Panels se clasifican en

- KTP 400 Basic PN.

- KTP 600 Basic PN.
- KTP1000 Basic PN.
- TP1500 Basic PN.

Figura 25. Basicpanels



Fuente: Manual simatic HMI

2.8.3.4 Mobile panels. Es un panel operador inalámbrico con plena funcionalidad HMI está disponible en distintas variantes y combina la plena libertad en cuanto al manejo y visualización móvil, a prueba de polvo y protegidos contra chorros de agua (grado IP65), son ligeros y compactos y pueden ser manejados por diestros y zurdos con toda facilidad son compactos, ergonómicos y robustos su manejo es intuitivo con teclas de membrana o pantalla táctil, incluso con guantes emite señal, posee interfaz integrada MPI, PROFIBUS o PROFINET / Ethernet.

Figura 26. Mobile panels



Fuente: Manual de usuario Simatic HMI

2.8.3.5 Pantalla HMI KTP 600 PN BASIC. En la actualidad la mayoría de las máquinas de la industria necesitan una visualización de su proceso en tiempo real especialmente en las máquinas de menor tamaño, es por ello que la pantalla HMI KTP 600 PN BASIC se considera como ideal para funciones básicas de control y supervisión, estos paneles poseen el grado de protección IP65 (Ver Anexo B), se basan en la acreditada calidad SIMATIC ofreciendo de forma estándar numerosas funciones de software tales como sistema de avisos, administración de recetas, funcionalidad de curvas de tendencias, cambio de idioma, etc. (Ver Anexo C)

2.8.4 Comunicación de las pantallas táctiles. En un panel operador HMI la comunicación se la puede realizar a través de:

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

2.8.4.1 Comunicación mediante variables. Cuando se trabaja con variables dentro del programa de WinCC Flexible, existe el editor de variables el cual permite enlazar las variables con las variables que se desea manipular en el PLC, existen variables externas e internas, para la comunicación se utiliza las variables externas la cual es la imagen de una posición de memoria definida en el autómatas, es posible acceder con derechos de lectura y escritura a esta posición de memoria tanto desde el panel de operador como desde el autómatas, este acceso a las variables de lectura y escritura puede efectuarse de forma cíclica o controlada por eventos.

El panel operador da lectura y muestra el valor de la dirección indicada, puesto que también se puede introducir un valor en el panel de manera aleatorio y este valor se lo escribe luego en la misma dirección en el autómatas para controlar la variable manipulada.

2.8.4.2 Comunicación mediante áreas de datos de usuario. Este tipo de comunicación se utiliza para transferir o intercambiar información especial en determinadas áreas de datos, la información se encuentra en un puntero de área y son campos parametrizados en los que WinCC Flexible Runtime obtiene información sobre la posición y el tamaño de las áreas de datos, el PLC lee y escribe en dichas áreas durante la comunicación

realizando evaluaciones los datos aquí almacenados, mientras el panel operador ejecuta las acciones que en esa área reconoció el PLC.

WinCC Flexible utiliza los siguientes punteros de áreas y varían según el tipo de panel operador.

- Fecha y hora del autómata.
- Orden de control.
- Coordinación.
- Identificador del proyecto.
- Registro.
- Número de imagen.

2.8.4.3 Comunicación de la HMI medianteredes. WinCC Flexible ofrece diversas redes de comunicación entre el panel operador y los autómatas SIMATIC S7 y son las siguientes.

- PPI (Point to Point Interface).
- MPI (Multi Point Interface).
- PROFIBUS (Process Field Bus).
- ETHERNET.

Red PPI. Este tipo de comunicación PPI sólo se efectúa con un autómata SIMATIC S7-1200, la conexión PPI es un enlace punto a punto en donde el panel operador actúa como maestro y el autómata SIMATIC S7-1200 actúa de esclavo el cual es el único que se puede utilizar como esclavo no se admite más autómatas esclavos y solo realiza un enlace a la vez.

Red MPI. El panel operador se enlaza a la interfaz MPI del autómata en este tipo de comunicación es posible conectar varios paneles a un autómata SIMATIC S7, así como varios autómatas a un panel de operador.

Red PROFIBUS. El panel operador puede ser conectado a la red PROFIBUS en autómatas que contengan una interfaz PROFIBUS o PROFIBUS-DP integrada, con este tipo de comunicación es posible conectar varios paneles a un autómata SIMATIC S7 1200, así también varios autómatas SIMATIC S7 1200 a un panel operador, y su

capacidad queda limitada por el número de puertos profibus que contenga el panel operador.

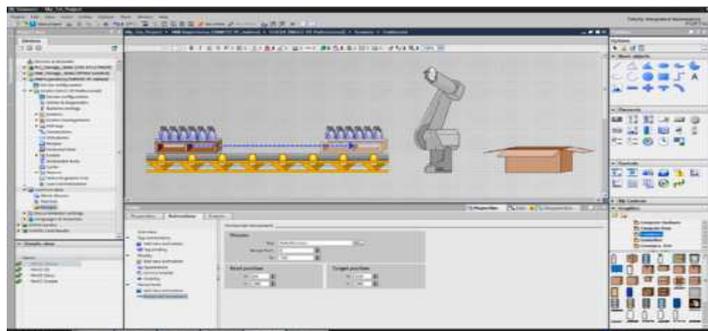
Red ETHERNET. El panel operador puede conectarse a una red Ethernet con todos los módulos S7 que posean el puerto de interfaz Ethernet, o bien mediante un procesador de comunicaciones (CP) o un compact Switch, por lo general en las redes de comunicación Ethernet, su conexión se efectúa mediante un procesador de comunicaciones (CP) o un puerto Ethernet conectada a la CPU de los autómatas SIMATIC S7, en las demás redes la comunicación se puede realizar mediante la interfaz MPI/PROFIBUS de la CPU, es posible conectar varios paneles a un autómata SIMATIC S7, así como varios autómatas SIMATIC S7 a un panel operador.

2.8.5 *Software de arranque de las pantallas táctiles.* El software de arranque utilizado en las pantallas táctiles de SIEMENS, es WinCCBasic (TIA PORTAL) o WinCC Flexible, estos software`s se utilizan para todas las programaciones de visualización y animación de procesos.

WinCC flexible fue diseñado para cubrir todos los sectores de industria y ofrece un software de ingeniería para todos los paneles SIMATIC HMI, los proyectos de programación se pueden transferir a diversos paneles HMI y ejecutarse sin necesidad de volver a programar o de que salte un aviso de incompatibilidad.

2.8.5.1 *WinCCBasic en TIA PORTAL.* WinCC Basic (TIA PORTAL) es un software para todas las aplicaciones HMI de SIMATIC, contiene desde soluciones de manejo sencillas con Basic Panels hasta visualizaciones de proceso en sistemas basados en un computador.

Figura 27. Entorno de WinCC Basic en TIA PORTAL



Fuente: Manual de usuario WinCCSimatic HMI TIA

PORTAL

El software de ingeniería WinCC contiene innovadoras herramientas para la configuración homogénea de todos los paneles SIMATIC HMI, WinCC (TIA Portal) permite utilizar datos de configuración independientes del dispositivo en diferentes sistemas de destino sin necesidad de conversión, la interfaz se adapta a las posibilidades funcionales del dispositivo de destino. Los datos de proyecto comunes (categoría de aviso, textos del proyecto etc.) se administran de manera centralizada en el TIA Portal y pueden utilizarse en todos los dispositivos.

Además para las configuraciones HMI se dispone de un asistente en función del dispositivo, que permite crear rápida y fácilmente la estructura básica de la visualización.

Características de WinCC en TIA PORTAL.

- Máxima eficacia de configuración.
- Librerías para objetos de ingeniería.
- Migración de proyectos HMI ya existentes.
- Editor de imágenes para una configuración de imágenes rápida y eficiente.
- Gestión de datos orientada a objetos.
- Librerías para objetos de ingeniería.
- Librerías para objetos de ingeniería.

2.9 Sistemas neumáticos

Los sistemas neumáticos están compuestos por:

- Sistema de producción de aire.
- Sistema de consumo de aire.
- Control y mando neumático.

2.9.1 Sistema de producción de aire. Este sistema está compuesto por la unidad compresora de aire, el cual a su vez está conformado por:

Compresor. Tiene la función de aspirar el aire que se encuentra a presión atmosférica, realiza un proceso de compresión para elevar la presión y entregar al depósito aire en alta presión.

Motor eléctrico. Es aquel que entrega energía mecánica al compresor para que pueda absorber el aire, el principio lo realiza transformando la energía eléctrica en energía mecánica.

Preostato. Es el encargado de desconectar y conectar la energía al motor eléctrico, cuando se alcanza la presión máxima el motor se apaga y cuando esta con poca presión en el taque se enciende el motor.

Válvula anti retorno. Deja circular el aire comprimido del compresor al depósito e impide su retorno cuando el compresor está parado.

Deposito. Almacena el aire comprimido y su tamaño está definido por la capacidad del compresor.

Manómetros. Indica a que presión se encuentra el air en el depósito por lo general la lectura se lo realiza en PSI y en MPa.

Válvula de purga. Permite evacuar el condensado que se genera por la compresión y cambio externo de temperaturas.

Válvula de seguridad. Expulsa el aire comprimido si la presión en el depósito excede la presión calibrada.

Secador de aire. Elimina las partículas de agua en suspensión existentes en el aire comprimido, mantiene la línea libre de polvo, agua y aceite.

2.9.2 *Sistema de consumo de aire.* Este sistema está directamente dirigido hacia el destino final de consumo, es muy importante realizar las purgas del condensado que se acumulan en las trampas de condensado, estas trampas ayuda que el aire comprimido este limpio, este condensado se genera por la diferencia de temperatura que existe en el exterior es por ello que además de las trampas de condensado existe la unidad de mantenimiento.

Unidad de mantenimiento de aire. Acondiciona el aire comprimido para suministrar aire limpio a una presión óptima y es el encargado de filtrar el aire asiendo que el condensado que no se quedó en las trampas se elimine inmediatamente.

Figura 28. Unidad de mantenimiento



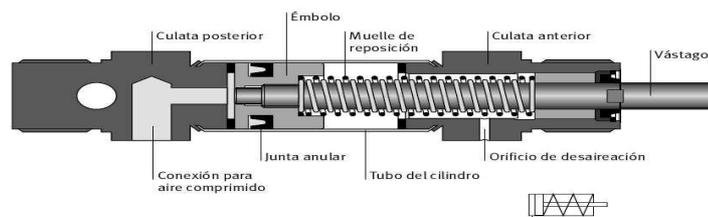
Fuente:<http://buy1.snapon.com/catalog/OBJECTS/28100/28064.JPG>

2.9.3 Actuadores neumáticos. Los actuadores neumáticos pueden ser lineales o rotativos, cuando se trata de movimiento lineal la compresión del aire se obtiene mediante cilindros de émbolo, por otra parte cuando se trata de actuadores neumáticos rotativos la rotación en forma circular continua, se lo obtiene mediante motores neumáticos rotativos.

Los actuadores neumáticos más comunes son los lineales, los cuales transforman la energía neumática en energía mecánica con un movimiento rectilíneo alternativo, se clasifican en los siguientes:

Cilindro de simple efecto. El cilindro de simple efecto solo se desplaza en un sentido, cuando realiza una carrera de carga el émbolo retorna a su posición inicial por medio de un muelle interno.

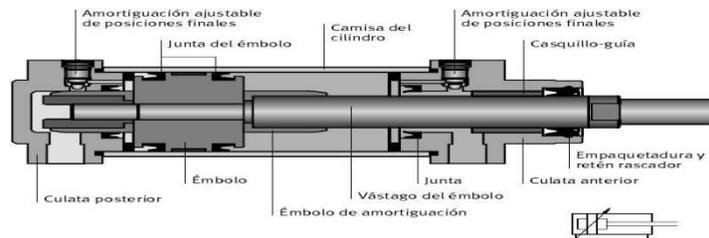
Figura 29. Esquema del cilindro de simple efecto



Fuente:<http://eepiastecnologia4a11.files.wordpress.com/2012/06/simpleefecto.jpg>

Cilindro de doble efecto. La carrera del cilindro se realiza en los dos sentidos es decir el trabajo se realiza alternativamente a los dos extremos del émbolo.

Figura 30. Esquema del cilindro de doble efecto



Fuente: <http://industrial-automatica.blogspot.com/2010/09/elementos-de-fuerza-cilindros-y-motores.html>

2.9.4 Control y mando neumático. Para el control y mando de los actuadores neumáticos, se deben utilizar distintos métodos que permitan desarrollar funciones adecuadas este control y mando se lo realiza a través de válvulas.

Válvulas de distribución. Este tipo de válvulas son las que enmarcan la dirección del flujo de aire, son utilizadas para la puesta en marcha, paro y sentido de paso del aire. Son válvulas de varias vías los cuales determinan la dirección que debe tomar el aire comprimido, existen válvulas de dos, tres, cuatro, cinco e incluso seis vías.

Válvulas de bloqueo. Las válvulas de bloqueo interrumpen el flujo del aire comprimido, en este tipo de válvula se suspende un solo sentido de paso, quedando libre el otro lado.

Válvula reguladora de presión. Esta válvula regula la presión del aire comprimido es así que el operador puede ir regulando la presión según su necesidad.

Válvulas Reguladoras de flujo. En estas válvulas se puede controlar la cantidad de circulación o cantidad de flujo de aire comprimido el caudal se regula en ambos sentidos de la válvula.

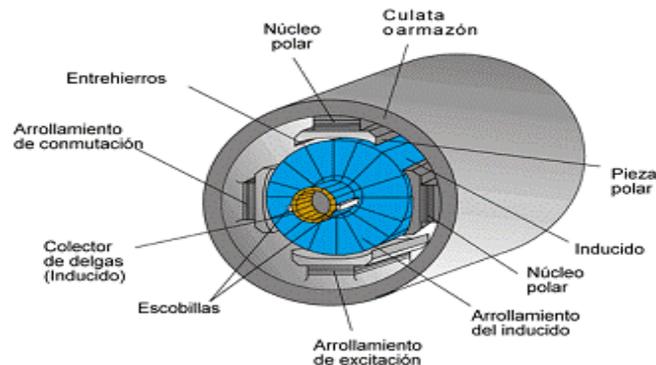
2.10 Elementos de mando y control

Son todos aquellos dispositivos que permiten el desarrollo de la automatización, todos estos dispositivos funcionan mediante una acción eléctrica y son conocidos como sistema de actuación eléctrica.

2.10.1 Actuadores eléctricos. Se considera como un actuador eléctrico a todo elemento que convierta una magnitud eléctrica en una salida de accionamiento mecánico, tal como es el caso de los motores eléctricos.

2.10.1.1 Motor de corriente continua. Es una máquina que transforma la energía eléctrica continua en energía mecánica rotativa.

Figura 31. Motor de corriente continua

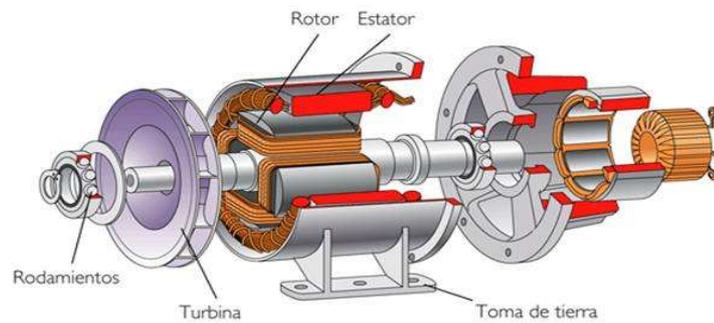


Fuente: <http://www.monografias.com/trabajos82/máquina-corriente-continua-como-motor/image002.gif>

El motor de corriente continua es un elemento utilizado dentro de la industria por su facilidad de manipulación en la posición, por su par de arranque y por la posibilidad de regular la velocidad desde vacío a plena carga, por su alto costo de mantenimiento han quedado un poco desplazados por los motores de corriente alterna, pero aun así se siguen utilizando en muchas aplicaciones de potencia como en los trolebuses y tranvías o en aplicaciones de precisión.

2.10.1.2 Motor de corriente alterna. Un motor de corriente alterna recibe el nombre de motor asíncrono porque el rotor gira a una velocidad distinta a la de sincronismo, la parte móvil (rotor) está constituido por chapas apiladas en forma de cilindro y en la parte fija (estator) está constituida por chapas en forma de anillo, hay que aclarar que no existe corriente conducida al rotor en realidad la corriente que circula por el devanado del rotor se debe a la fuerza electromotriz inducida en él por el campo electromagnético giratorio que emite el estator producto del flujo de corriente, a estos motores también se los llama motores de inducción y el 80% de este tipo son utilizados en la industria trabajando a velocidades prácticamente constantes. (TECNOLOGIA, 2012)

Figura 32. Motor de corriente alterna



Fuente:<http://www.monografias.com/trabajos82/corrientes-alternas-y-corrientes-continuas/image005.jpg>

Motor paso a paso. Son motores ideales para la fabricación de elementos donde se requieren movimientos muy precisos, su nombre se debe al hecho de poder moverlos un paso a la vez por cada pulso que se le aplique, este paso puede variar desde 90° hasta movimientos de 1.8° , pueden quedarse enclavados en una sola posición o pueden quedarse totalmente libres.

Servomotores. Están compuestos por un motor de corriente continua con una serie de engranajes que transforman su velocidad en torque (fuerza) y un sistema de control que utiliza un potenciómetro para saber constantemente la ubicación del eje, están conectados entre sí mecánicamente, se utilizan para mover bandas transportadoras, tornillos sinfín, robots y todo sistema que requiera movimientos precisos y a muy baja o muy alta velocidad.

Figura 33. Servomotor



Fuente:http://i00.i.aliimg.com/photo/v1/450453772/AC_200W_servo_motor_60ASM200.jpg

2.10.2 Relés y contactores. Son interruptores que se accionan por un electroimán, cuando circula una tensión en los terminales de la bobina, el electroimán atrae a la

armadura férrea hacia el núcleo del electroimán, permitiendo que el contacto pase del estado NA al estado NC y cuando se deja de aplicar tensión el muelle vuelve al reposo.

La diferencia entre relé y contactor está en la potencia que maneja cada uno un relé maneja potencias pequeñas menores a 1kW a diferencia del contactor que maneja potencias grandes llegando hasta unos centenares de kW.

2.10.3 Sensores. Son dispositivos electrónicos que poseen la capacidad de detectar una variación de una magnitud física y de convertirla en una señal eléctrica ya sea analógica o digital. En la industria, los sensores son los encargados de percibir variables físicas, como: presión, temperatura, ruido etc. Esta señal es trasladada hacia un controlador gobernante en forma de señal eléctrica.

Características de un sensor.

- Convierte una variable física en otra variable distinta.
- Son convertidores, detectores, transductores e iniciadores.
- No siempre generan una señal eléctrica.
- Funcionan con contacto físico y sin contacto físico.

Tipos de sensores. Los sensores se clasifican de la siguiente forma:

Según el tipo de señal entregada.

- Sensores analógicos.
- Sensores digitales.

Según su magnitud medida. Sensores de temperatura, de contacto, sin contacto, presión, humedad, caudal, ópticos difusos, proximidad, aceleración, velocidad, fuerza, etc. Existen muchos sensores más debido a la cantidad de magnitudes físicas existentes.

2.10.3.1 Sensores analógicos. Son aquellos que entregan en la salida un voltaje o una corriente estos rangos de voltaje de salida son variados, siendo los más frecuentes +10v, +5v, ±10v, ±5v y ±1v, en cambio los rangos de la corriente de salida están más estandarizados, tales como a su salida se obtiene de 4 a 20mA, donde 4mA corresponde a cero en la variable medida y 20 mA a la escala plena.

2.10.3.2 Sensores digitales. Son sensores que entregan en la salida un valor ya convertido en Bol, es decir son aquellos que emiten una señal de cero o una señal de uno directamente al controlador para que este lo analice y se tome la decisión correspondiente.(NARANJO & SANDOVAL, 2013)

Según su magnitud medida. Para el estudio se utilizó los sensores de contacto, sensores ópticos y los sensores de proximidad.

2.10.3.3 Sensores de contacto. Los sensores de contacto son interruptores que necesitan de un accionamiento por medio de un objeto, son económicos y muy eficientes a este grupo pertenecen los finales de carrera.

2.10.3.4 Sensores de proximidad. Estos emiten una señal de acuerdo a la presencia o ausencia de un objeto al pasar por un punto determinado y se clasifican en:

- Sensores de proximidad capacitivos.
- Sensores de proximidad inductivos.

Sensores de proximidad capacitivos. Los sensores de proximidad capacitivos generan un campo electroestático y trabaja detectando cambios en dicho campo, cuando un objeto que se aproxima al área de detección, éste sensor se activa por el aumento de la capacitancia en el condensador interno del sensor.

Figura 34. Sensor de proximidad capacitivo



Fuente:http://img.directindustry.com/images_di/photo-g/inductive-proximity-sensors-39710-2944731.jpg

El aumento de la capacitancia lo produce un oscilador, esta capacitancia de detección viene condicionada por el tamaño del objeto a detectar, la constante dieléctrica y la distancia de este al sensor.(TECNOLOGIA, 2012)

A mayor tamaño del objeto y mayor constante dieléctrica mayor es el incremento de la capacitancia.

Sensores de proximidad inductivos. Los sensores de proximidad inductivos utilizan propiedades magnéticas de materiales ferrosos el sensor posee una bobina que está provista de un núcleo descubierto hacia el lado de detección, al aplicar tensión al sensor la bobina produce un campo magnético de alta frecuencia, dirigido al lado donde se encuentra algún material ferroso, produciendo que los electrones en dicho material se existen y dando la señal de presencia. (CAICEDO & NUÑES, 2011)

Figura 35. Sensores de proximidad inductivos



Fuente:http://www.ceiarteuntref.edu.Sens_prox_inductivo.jpg

2.10.3.5 Sensores ópticos difusos. Este tipo de sensores emiten una señal eléctrica dependiendo la luminosidad que estén recibiendo a través de su lente óptico, la cantidad de luminosidad recibida depende de las distintas longitudes de onda del espectro, tales como la infrarroja, ultravioleta, etc. Su funcionamiento consiste en la excitación que sufren los electrones libres cuando son expuestos a la luz, son de gran utilización en la industria y se usan para detectar el paso de algún elemento por medio de la obstrucción de un haz de luz.(NARANJO & SANDOVAL, 2013)

Figura 36. Sensores ópticos



<http://tecindustrial.com.mx/images/sensopartimagen.png>

CAPÍTULO III

3. IMPLEMENTACIÓN DEL SISTEMA DE AUTOMATIZACIÓN

El sistema de automatización está integrado por dos conjuntos, el primero lo conforma el módulo de automatización y por la otra parte el módulo de transporte en tres ejes, estos dos conjuntos serán implementados de forma independiente.

3.1 Generalidades del sistema de automatización

Dentro del sistema de automatización, se utilizan dispositivos electrónicos, eléctricos y neumáticos y son necesarios para el desarrollo correcto de la implementación automática, este sistema puede tener distintas áreas de aplicación, pero en este caso se utilizará para tareas didácticas dentro del laboratorio de control, en donde el sistema consta de dos conjuntos, los mismos que están compuestos por elementos que a continuación se redacta.

3.1.1 *Módulo de automatización.* Está constituido por los siguientes elementos:

- Un Controlador Lógico Programable (PLC), SIMATIC S7 1200, 1214C AC/DC/RLY.
- Fuente de alimentación LOGO Power Siemens de 120V AC a 2.5 A, 24V DC.
- Un Compact Switch Module CSM 1277 de 4 puertos Profinet.
- Una pantalla táctil Simatic HMI KTP 600 Basic PN.
- Dos tarjetas electrónicas de comunicación.
- Estructura, alimentación eléctrica, fusibles.
- Conectores DV 25 macho y hembra.

El módulo de automatización es el mando de control principal y es el que manipula al módulo electro neumático, el control lo realiza el PLC y mediante la interfaz HMI se puede dar las señales de ingreso al controlador, para que éste mediante las tarjetas electrónicas pueda accionar el módulo electro neumático.

3.1.2 *Módulo de transporte en tres ejes.* Este módulo está constituido por:

- Dos tarjetas electrónicas de comunicación.

- Cinco relés de 24V DC.
- Cinco sensores magnéticos.
- Cuatro finales de carrera.
- Un sensor óptico difuso.
- Dos sensores de proximidad inductivos.
- Dos motores de excitación en paralelo o motor Shunt de 24V DC.
- Una electroválvula de 4 vías.
- Un cilindro neumático doble efecto.
- Una pinza neumática.
- Una fuente de alimentación de 120V AC a 6.5 A, 24V DC.
- Dos pulsadores y un paro de emergencia.
- Tres lámparas de señalización.
- Estructura y carretes de aluminio.

Este módulo de transporte en tres ejes, está equipado con todos los dispositivos necesarios para que pueda cumplir con los parámetros de trabajo y tiempos establecidos por el usuario, con el fin de ser implementado dentro de un nuevo sistema de simulación automática, el módulo de transporte es el encargado de realizar el proceso de clasificación de materiales bajo el dominio del módulo de automatización.

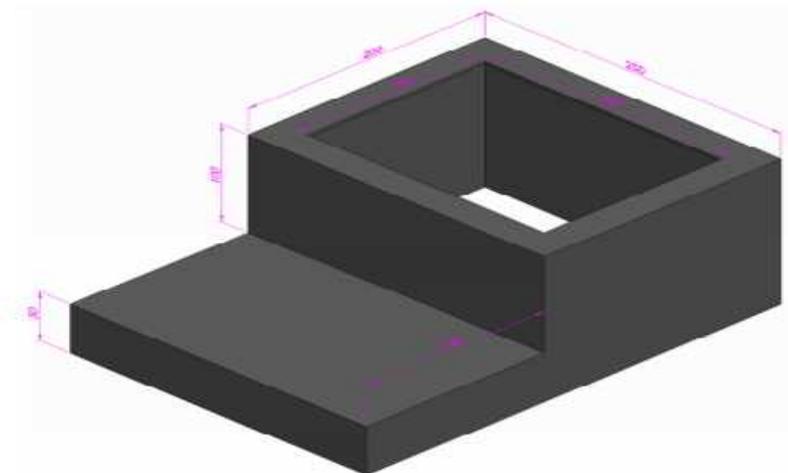
3.2 Diseño del módulo de automatización

El módulo automático se diseña en función a los sistemas automáticos actuales utilizados dentro del campo industrial por ello es importante estar empapados sobre las diferentes técnicas y procedimientos prácticos para manipular correctamente los sistemas de automatización industrial que se presentan en nuestros días, en conformidad con el avance tecnológico, por esta razón los diferentes elementos y equipos que contiene el módulo se ha seleccionado de tal forma que ayude al aporte práctico en términos de automatización como por ejemplo la utilización de una pantalla táctil para facilitar la interacción hombre- máquina, así como la utilización de una unidad de control como lo es el PLC que es el encargado de accionar o deshabilitar los diferentes mandos programados que se ejecutan en tiempos y maniobras establecidas según el beneficio del usuario.

3.2.1 Consideraciones para el diseño del módulo automático. El módulo automático se construye en función de su utilización, es decir este módulo tiene fines didácticos de forma que permita que los estudiantes lo utilicen en sus prácticas dentro del laboratorio de automatización, con el fin de prepararse de forma práctica dentro del amplio mundo de control y manipulación automática, se ha establecido las dimensiones y parámetros de acuerdo a las especificaciones de los diferentes fabricantes de los dispositivos de control.

El módulo automático se diseñó de forma estándar, para lo cual sus dimensiones fueron tomadas en base a las especificaciones del encargado del laboratorio de control y manipulación automática de la Escuela de Ingeniería de Mantenimiento, las mismas que se detallan a continuación.

Figura 37. Esquema de módulo automático



Fuente: Autores

Por el hecho de que el módulo se utilizara para las diferentes prácticas en el laboratorio de automatización, se considera principalmente parámetros como la comodidad, la ergonomía seguridad, entre otros. Dentro del módulo automático se implementara la pantalla táctil, el PLC, el compact switch y los diferentes dispositivos necesarios para la operación correcta del módulo.

3.3 Montaje de los elementos de control

Según el esquema se procederá a colocar los diferentes elementos, los mismos que serán los encargados de controlar el proceso automático de la estación, en este conjunto como

elementos principales se dispone del PLC y la pantalla táctil, en donde el PLC es alimentado por una fuente externa de 120V CA, para la comunicación de la estación y el módulo automático se dispone de dos cables paralelos con conectores DV25 los mismos que transmiten las señales enviadas desde el PLC a los diferentes actuadores para la simulación programada. Siguiendo las normas y recomendaciones adoptadas por el fabricante para evitar fallas y funcionamientos erróneos.

3.3.1 Montaje del controlador lógico programable. El PLC está ubicado en la parte delantera del módulo automático, su ubicación se debe prácticamente por facilidad de las conexiones que se encuentran dentro del módulo.

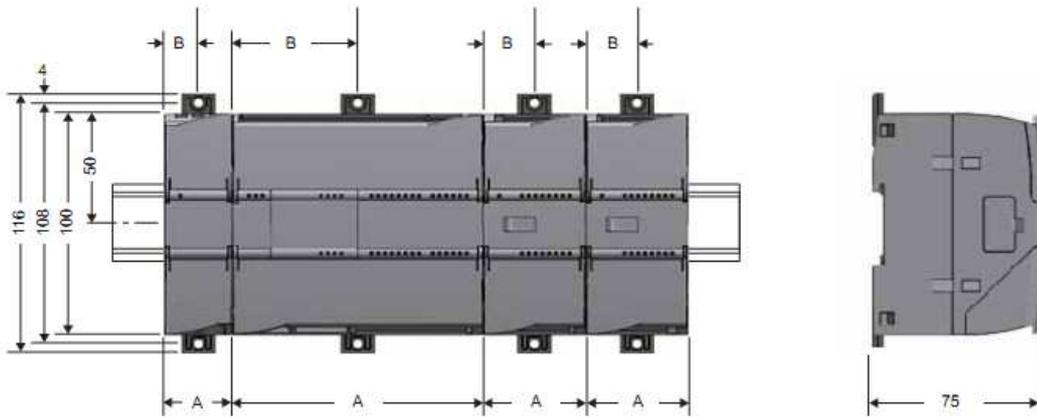
Figura 38. Montaje del PLC



Fuente: Autores

3.3.1.1 Dimensiones de montaje y espacio libre necesario. El PLC S7-1200 ha sido diseñado para un fácil montaje, tanto sobre un panel como sobre un perfil DIN, su tamaño compacto permite optimizar el espacio, las CPU's, los SM's y CM's pueden montarse en un perfil DIN o en un panel, utilice los clips del módulo para el perfil DIN así como para fijar el dispositivo al perfil, estos clips también pueden extenderse a otra posición para poder montar la unidad directamente en un panel. La dimensión interior del orificio para los clips de fijación en el dispositivo es 4,3 mm. (SIEMENS E. , 2009, pág. 11).

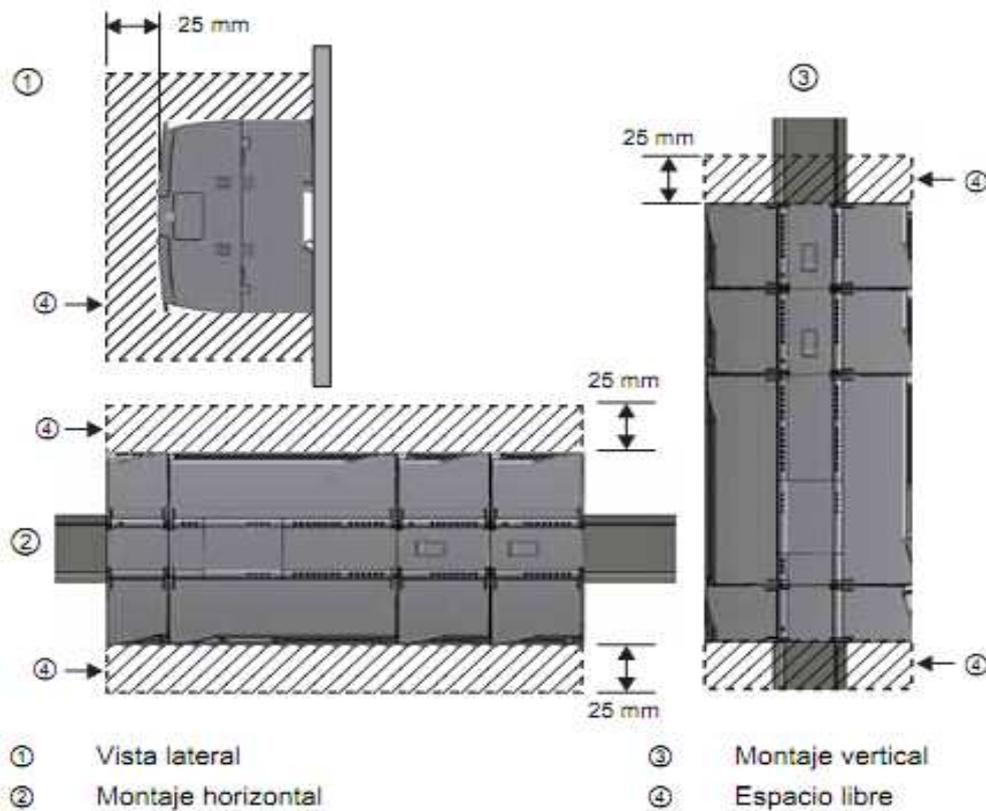
Figura 39. Dimensiones de montaje y espacio libre necesario. Parte A



Dispositivos S7-1200		Ancho A	Ancho B
CPU	CPU 1211C y CPU 1212C	90 mm	45 mm
	CPU 1214C	110 mm	55 mm
Módulo de señales (SM)	8 y 16 E/S, DC y relé (8I, 16I, 8Q, 16Q, 8I/8Q) Analógicos (4AI, 8AI, 4AI/4AQ, 2AQ, 4AQ)	45 mm	22.5 mm
	16I/16Q relé (16I/16Q)	70 mm	35 mm
Módulo de comunicación (CM)	CM 1241 RS232 y CM 1241 RS485	30 mm	15 mm

Fuente: SIEMES. 2009, Pag. 11

Figura 40. Dimensiones de montaje y espacio libre necesario. Parte B



Fuente: (SIEMENS E. , 2009, pág. 12)

3.3.2 Recomendaciones generales de instalación de los equipos. A la hora de planificar la instalación, observe las siguientes directrices:

Evitar que los dispositivos sean expuestos a alta tensión, interferencias o fuentes de calor.

Se debe adoptar un espacio suficiente para la ventilación, para el cableado es preciso prever una zona de disipación de calor de 25 mm por encima y por debajo de la estructura para que el aire pueda circular libremente.

Antes de la instalación es preferible consultar el manual del sistema del S7-1200 para conocer los requisitos específicos y las instrucciones de montaje.

Evitar golpes y hendiduras al momento de la instalación ya que el dispositivo cuenta con elementos sensibles que pueden resultar estropeados. (SIEMENS E. , 2009, pág. 12)

Una vez ya dispuesto el espacio correspondiente se monta el PLC sobre el perfil DIN, se debe tomar en cuenta que todas conexiones de cableado en entradas, salidas y alimentación eléctrica del PLC, deben poseer la máxima comodidad para evitar que los cables se lastimen y no tener problemas con posibles cortos circuitos y descargas eléctricas.

Figura 41. Montaje y conexión del PLC



Fuente: Autores

3.3.3 Montaje del compact switch. Este dispositivo permite la comunicación del PLC con la HMI y el PC por lo que es necesaria la instalación de este dispositivo, debe ser

colocado sobre un perfil DIN a un costado del PLC, con el fin de facilitar la conexión entre los dispositivos del módulo de automatización y el ordenador.

Figura 42. Conexión del compact switch y el PLC



Fuente: Autores

3.3.4 Montaje de la pantalla táctil. Como uno de los dispositivos fundamentales del módulo automático, se procede al montaje de la pantalla táctil la cual permite visualizar y ejecutar los diferentes tipos de estados en el proceso, así como también elegir entre la forma manual o automática, esta pantalla permite la interacción entre hombre-máquina (HMI). (Ver Anexo C)

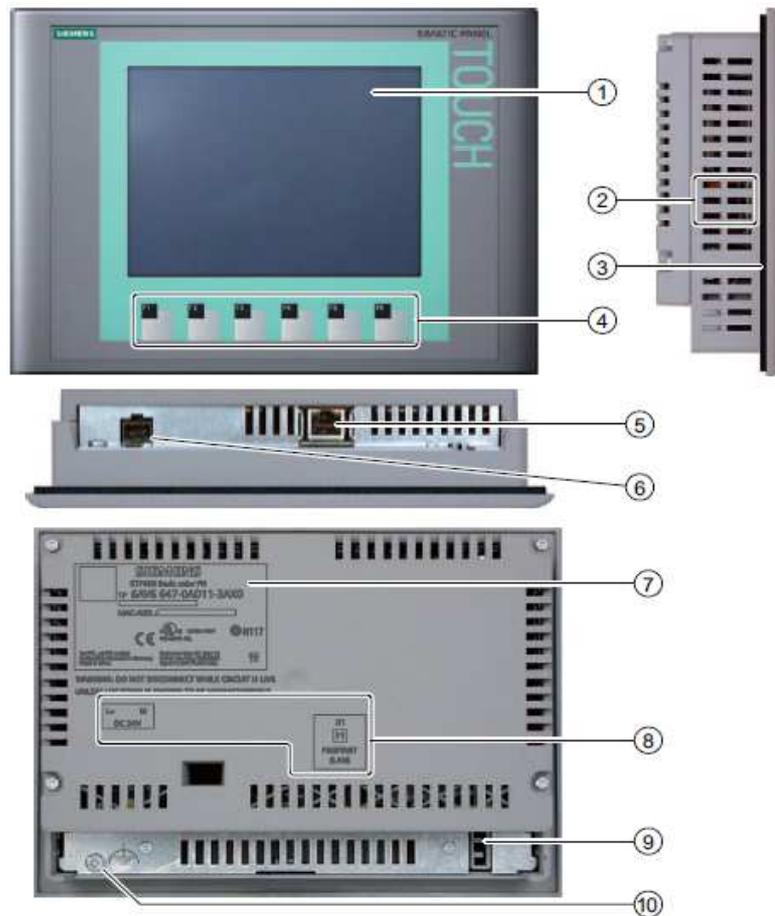
Figura 43. Pantalla táctil



Fuente: Autores

3.3.4.1 Elementos de la pantalla táctil. Este dispositivo cuenta con una serie de elementos los mismos que se detallan a continuación.

Figura 44. Elementos de la pantalla táctil

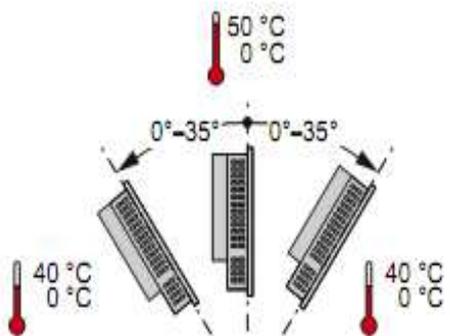


Fuente: (SIEMENS A. , 2009, pág. 12)

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

3.3.4.2 Posición de montaje de la pantalla táctil. La pantalla táctil se dispone de tal forma que su utilización sea de la forma más conveniente posible ya que de ello depende el control eficiente del sistema de automatización.

Figura 45. Posiciones de montaje

	<p>Todos los paneles de operador de la gama Basic son apropiados para el montaje horizontal.</p>
	<p>Los siguientes paneles de operador de la gama Basic son apropiados para el montaje vertical:</p> <ul style="list-style-type: none"> • KTP400 Basic • KTP600 Basic
	<p>Los paneles de operador Basic se ventilan por convección natural. El montaje vertical y oblicuo es admisible en:</p> <ul style="list-style-type: none"> • armarios • armarios eléctricos • paneles • pupitres

Fuente: (SIEMENS, SIMATIC HMI, Panel de operador, 2009, pág. 24)

3.4 Mantenimiento mejorativo del módulo de transporte en tres ejes

Dentro del módulo de transporte en tres ejes se dio énfasis en mejorar la disponibilidad de los diferentes elementos y equipos que conforman el módulo. Al analizar el estado inicial se confirmó que es necesario el cambio y/o mantenimiento de varios dispositivos como el caso de pulsadores, led indicadores, relés, sensores ópticos, sensores magnéticos, tarjeta electrónica de conexiones, etc.

3.4.1 Tarjetas electrónicas de conexiones. Para evitar confusiones del cableado y mejorar la estética se encontró factible la utilización de dos tarjetas electrónicas de conexiones, tanto en el módulo de transporte así como también en el módulo

automático, dentro de los cuales se encuentran todas las conexiones de entradas y salidas de los dispositivos de control reconocidos por el PLC.

Figura 46. Tarjeta electrónica de conexiones



Fuente: Autores

3.4.2 *Conexión entre el módulo automático y el módulo de transporte.* La conexión del módulo de transporte y el módulo automático se enlazan mediante la utilización de dos cables Systems UTP 12 pares con conectores DV25, los mismos que son los encargados de transmitir los pulsos orientados desde el módulo automático para actuar sobre los diferentes elementos, llevando el control ya sea de forma manual o de la forma automática.

Figura 47. Conexión entre módulo de transporte y módulo automático



Fuente: Autores

3.4.3 *Cableado eléctrico.* Las señales de los diferentes elementos están conectados a la tarjeta electrónica de conexiones llamada Syslink, en donde se puede asignar

dispositivos que den una señal de entrada o de salida. El cableado eléctrico se coloca dentro de canaletas ranuradas que se ubican de acuerdo a la estética requerida.

Figura 48. Cableado eléctrico



Fuente: Autores

3.4.4 Conformación del centro de mando manual. En la parte frontal del módulo de transporte en tres ejes se colocó el centro de mando donde se encuentran varios dispositivos tales como luces led de 24 VCD de diferentes colores los mismos que indican las diferentes etapas del proceso:

- Led color rojo indica señal de paro
- Led color verde indica señal de Operación

Dentro del centro de mando también se encuentran accesorios necesarios para manipulación manual, esta provista de un pulsador verde normalmente abierto (NA) el mismo que es el encargado del inicio del proceso.

Figura 49. Centro de mando



Fuente: Autores

También se encuentra un pulsador normalmente abierto (NA) de color rojo, que se encarga de parar el proceso, y por último dentro del centro de mando se dispone de un pulsador normalmente cerrado (NC) tipo hongo que es el paro de emergencia, el mismo que paraliza totalmente el proceso de simulación.

3.5 Funcionamiento del módulo de transporte en tres ejes.

El funcionamiento del módulo de transporte puede realizarse de forma manual y de forma automática las que se detallan a continuación.

3.5.1 Funcionamiento manual. El centro de mando está equipada con elementos tales como pulsadores de inicio y paro, los mismos que se ejecutan con una manipulación directa desde el módulo de transporte en tres ejes, cabe mencionar que solamente se puede dar inicio desde el centro de mando, ya que el accionar de los actuadores debe realizarse de forma manual desde la HMI, cuando el operador conoce que existe una probeta en el alimentador, debe presionar el botón de inicio desde el centro de mando o desde la HMI, posterior a eso debe manipular el proceso con los diferentes botones existentes en la pantalla táctil, mediante la manipulación directa se realiza el accionamiento de los movimientos horizontales y transversales, así como también la apertura y cierre de la pinza neumática. El movimiento se ejecuta en cualquier sentido a conveniencia del operador hasta ser determinados por los sensores magnéticos los mismos que detienen el movimiento al ser habilitados.

Figura 50. Pantalla de funcionamiento manual



Fuente: Autores

3.5.2 Funcionamiento automático. Si existe una probeta en el alimentador de objetos, estos son detectados por un sensor óptico difuso o por el sensor de proximidad

capacitivo, este sensor entra en funcionamiento solo cuando el material detectado es un aluminio. La estación funciona si la señal que emite el sensor es positiva, esta señal puede ser del sensor óptico que detecta los plásticos o puede ser el sensor capacitivo que detecta al aluminio, una vez detectado el tipo de material se accionan los motores en derivaciónshunt, permitiendo el traslado de la pinza neumática desde la posición inicial hasta el alimentador en donde se encuentra la probeta, toma la pieza y la traslada a la rampa respectiva, de acuerdo al material de la probeta la pinza la dejara en la respectiva rampa, por ejemplo para los plásticos la pinza dejara en la rampa uno y si es aluminio en la rampa dos, en conclusión resulta ser una evidente clasificadora de materiales y puede trabajar según los criterios de clasificación programados, también pueden ser acoplados a otros sistemas en donde las piezas también pueden ser transferidas a otra estación conectada en serie con la misma según las necesidades del usuario.

Figura 51. Pantalla de funcionamiento automático



Fuente: Autores

3.6 Descripción de partes que conforman el módulo de transporte en tres ejes.

A continuación se detallan las partes que constituyen el módulo de transporte:

3.6.1 Base del módulo de transporte en tres ejes. Se constituye por una serie de perfiles de aluminio de tipo ranuradas, es en donde se alojan todos los elementos que componen el módulo de transporte. La base principal está apoyada con cuatro bases de pequeños perfiles del mismo material, los mismos que soportaran al módulo completo, con sus respectivos equipos y elementos instalados sobre el mismo.

Figura 52. Base del módulo de transporte en tres ejes



Fuente: Autores

3.6.2 Torre de apoyo. Esta torre se encuentra ensamblada sobre la base principal y también está constituida por varios perfiles de aluminio en forma ranurada. Es en donde se acoplan las guías de movimiento para realizar los diferentes desplazamientos ya sea en los sentidos del eje “x” o eje “z”.

Figura 53. Torre de apoyo



Fuente: Autores

3.6.3 Guías de movimiento axiales. Son las encargadas de sostener y transportar a todo el conjunto móvil de la estación, están compuestas por un eje liso y un tornillo sin fin, aquí se encuentra apoyado el motor y los diferentes sensores magnéticos que detectan la

posición de la pinza neumática, puede desplazarse en función a sus dos ejes y pueden moverse en cualesquier sentido, ya sea en el eje “z”o el eje “x”.

Figura 54. Guía de movimiento axial



Fuente: Autores

3.6.4 *Guías de movimiento horizontales.* Este elemento está acoplado a placas rectangulares las cuales están apoyados a las guías de movimiento axiales, está compuesto por dos ejes lisos y un tornillo sin fin, aquí también se encuentran los diferentes sensores magnéticos que detectan la posición final de la pinza neumática en sentido horizontal.

Figura 55. Bastidor horizontal



Fuente: Autores

3.6.5 *Carro de desplazamiento.* Está ubicado a lo largo de las guías de movimiento horizontales, sostiene al cilindro doble efecto y a la pinza neumática. El carro se desplaza solamente de forma horizontal.

Figura 56. Carro de desplazamiento



Fuente: Autores

3.6.6 *Pinza neumática.* Es aquella que recoge y traslada a la probeta de forma axial u horizontal, una de las características más importantes es que su apertura y cierre se realiza en forma precisa, controlada por los elementos neumáticos dispuestas en el módulo de transporte.

Figura 57. Pinza neumática



Fuente: Autores

3.6.7 *Alimentador de probetas.* Está ubicada sobre la mesa frente a la electroválvula, aquí pueden ser colocadas las probetas de plástico o de aluminio y contiene al sensor óptico difuso y al sensor de proximidad capacitivo.

Figura 58. Alimentador de probetas



Fuente: Autores

3.6.8 *Rampas de descarga.* Son las encargadas de recibir y almacenar las probetas. Se encuentran montadas sobre la mesa y su ángulo de inclinación puede variar ya que puede ser acoplado a otro sistema de transporte.

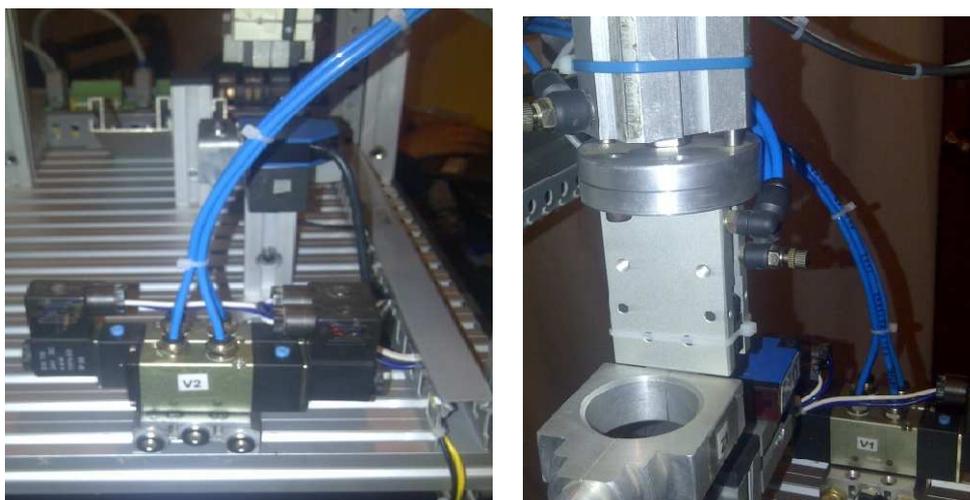
Figura 59. Rampas de descarga



Fuente: Autores

3.6.9 *Bloque electroneumático.* Consta de una electroválvula 5/2 (cinco vías, dos posiciones) la cual es la encargada de distribuir el aire comprimido hacia los actuadores neumáticos, consta de un cilindro doble efecto que es el encargado del desplazamiento en el eje de las “y”, y por último consta de una pinza neumática la cual es la encargada de sujetar la probeta del alimentador para ser transportada.

Figura 60. Elementos neumáticos



Fuente: Autores

3.7 Estándares de montaje y condiciones de uso para el PLC y HMI.

3.7.1 Normas de montaje del PLC. El PLC S7 1200 que se implementó en el módulo automático cumple distintos criterios de automatización. Los criterios de test del sistema de automatización S7-1200 se basan en varias normas y especificaciones.

Una de ellas es la Homologación ATEX la misma que presentan las siguientes normas a continuación.

EN 60079-0:2006: Atmosferas explosivas - Requisitos generales

EN 60079-15:2005: Material eléctrico para atmosferas de gas explosivas; Tipo de protección 'n'.

Condiciones especiales de montaje según la norma de homologación ATEX. Las siguientes condiciones especiales deben cumplirse para el uso seguro del S7-1200:

Los módulos deben montarse en una carcasa apropiada con un grado de protección mínimo de IP54 según EN 60529, considerando las condiciones ambientales en las que se utilizarán los equipos.

Si, en condiciones nominales, la temperatura excede 70° C en el punto de entrada del cable, o bien 80° C en el punto de derivación de los conductores, la temperatura realmente medida deberá estar comprendida en el rango de temperatura admisible del cable seleccionado.

Se deberán tomar las medidas necesarias para impedir que se exceda la tensión nominal en más de un 40% a causa de perturbaciones transitorias.

3.7.2 Normas de montaje de la pantalla táctil. Se tomó en consideración las recomendaciones adoptadas por el fabricante en donde indica las acciones y disposiciones ideales para el desarrollo del equipo (Ver Anexo G-J).

3.7.2.1 Condiciones mecánicas y climáticas del entorno. El panel de operador está previsto para ser utilizado en entornos protegidos contra la intemperie. Las condiciones de empleo cumplen las exigencias contempladas por la norma DIN IEC 60721-3-3.

Clase 3M3 (exigencias mecánicas) y Clase 3K3 (exigencias climáticas).

3.7.2.2 Utilización con medidas adicionales de la pantalla táctil. No se debe utilizar el panel de operador en los siguientes lugares climáticos sin tomar medidas de precaución adicionales:

En lugares con una proporción elevada de radiaciones ionizantes.

En lugares con condiciones de funcionamiento extremas debido a:

- Vapores y gases corrosivos, aceites o sustancias químicas
- Fuertes campos eléctricos o magnéticos.

En instalaciones que requieren una vigilancia especial, p. ej. En:

- Instalaciones de ascensores.
- Instalaciones situadas en recintos especialmente peligrosos.

3.7.2.3 Condiciones mecánicas del entorno. Las condiciones mecánicas del entorno del panel de operador se indican en la siguiente tabla en forma de oscilaciones sinusoidales.

Tabla 3. Oscilaciones sinusoidales.

Rango de frecuencias en Hz	Permanente	Ocasional
$10 \leq f \leq 58$	Amplitud de 0,0375 mm	Amplitud de 0,075 mm
$58 \leq f \leq 150$	0,5 g de aceleración constante	1 g de aceleración constante

Fuente: (SIEMENS, SIMATIC HMI, Panel de operador, 2009, pág. 95)

3.7.2.4 Reducción de vibraciones. Si el panel de operador está sometido a vibraciones e impactos mayores, deberán adoptarse medidas oportunas para reducir la aceleración y/o la amplitud.

Se recomienda fijar el panel de operador a materiales amortiguadores, p. ej. De caucho, metal, aluminio, etc.

3.7.2.5 Grados de protección de la pantalla táctil. Los grados de protección en el montaje del panel de operador sólo se consiguen si se cumplen las condiciones siguientes:

Grosor del material con grado de protección IP65 o grado de protección E tipo 4X/tipo 12 (indoor use only) en el recorte de montaje: de 2°mm a 6°mm

Desviación admisible con respecto a la superficie del recorte de montaje: $\leq 0,5$ mm. Esta condición también debe cumplirse con el panel de operador empotrado.

Rugosidad admisible de la superficie en la zona de la junta de montaje: ≤ 120 μ m (Rz120)

Además, con un grosor del material < 2 mm en el recorte de montaje hay disponible para el panel de operador KTP1000 Basic un marco de fijación con el que se alcanza el grado de protección IP65 o E tipo 4X/tipo 12.

Al adoptar todas las recomendaciones otorgadas por el fabricante se obtendrá el óptimo funcionamiento de los dispositivos, de acuerdo al entorno de trabajo en el cual se desarrolla, así como también el tipo de control. (SIEMENS, SIMATIC HMI, Panel de operador, 2009, pág. 96)

3.8 Condiciones finales del módulo de transporte en tres ejes.

Luego de realizar el respectivo mantenimiento mejorativo en el módulo de transporte se aprecia varias mejoras las mismas que están resumidas en los siguientes ítems.

Espacio reducido y mejor estética en las conexiones de los diferentes dispositivos.

Optimización de conexiones para la comunicación con el módulo automático.

Reubicación correcta de los dispositivos neumáticos.

Eficiente centro de mando para puesta en marcha y paro.

Comunicación y conexión eficiente entre el módulo de transporte en tres ejes y el módulo automático, esta conexión es con el fin de alcanzar una correcta interacción de información.

Óptima manipulación mediante la utilización de un PLC 1214C AC/DC/RLY y Pantalla táctil.

Control mediante la utilización de sensores magnéticos y un óptico.

Clasificación eficaz y rápida de las diferentes probetas de acuerdo al material utilizado.

Utilización de una fuente de alimentación eléctrica externa solo para los motores en derivación shunt.

CAPÍTULO IV

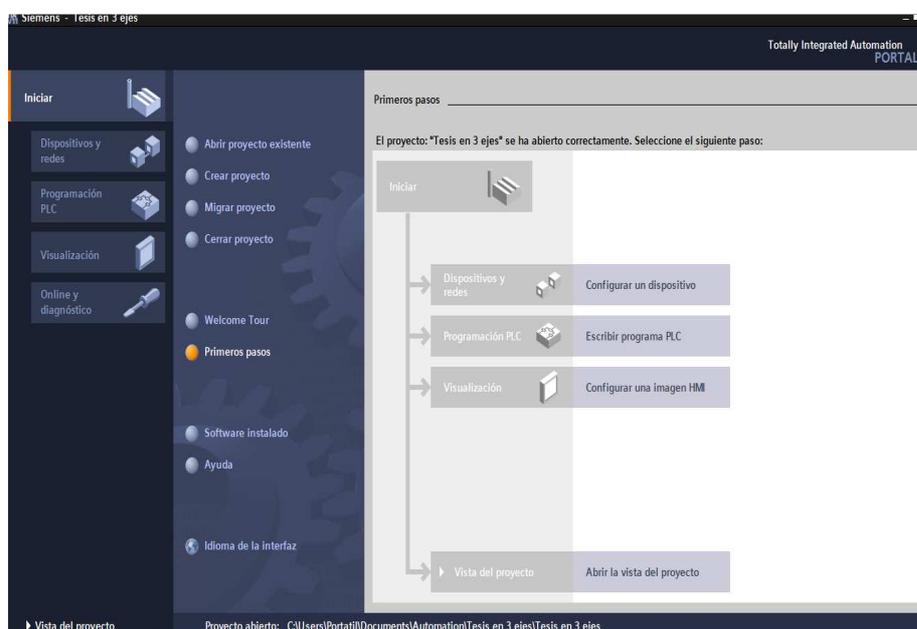
4. CONFIGURACIÓN Y PROGRAMACIÓN DEL PLC Y HMI

Para la programación y configuración del PLC y la HMI se requiere de un software de programación multiusuario en un solo servidor tal como es el Totally Integrated Automation Portal Software, el mismo que debe facilitar de forma inmediata la interacción de los dos dispositivos en un mismo entorno.

4.1 Software de programación STEP 7 (TIA Portal V11)

TIA PORTAL es un software de ingeniería patentado por SIEMENS, se utiliza para todas las tareas de programación y configuración de los dispositivos de automatización SIMATIC S7-1200, SIMATIC S7-300, SIMATIC S7-400, SIMATIC WinCC, su intuitiva interfaz de usuario, su eficaz navegación y su alta tecnología hacen que el TIA Portal sea la solución más innovadora en numerosas áreas de automatización donde se involucra SIEMENS.

Figura 61. Vista del entorno de TIA PORTAL V11



Fuente: Software TIA PORTAL

Este software ahorra tiempo, trabajo y costos, es amigable en todas las tareas de configuración, ofrece un diseño basado en un sencillo esquema de navegación, el

usuario tiene en todo momento una visión de todo el proyecto sin necesidad de desplazarse por complicados menús, además puede elegir entre la vista de portal que se relaciona con las tareas, o la vista del proyecto que ofrece un acceso rápido a las herramientas de programación.

La vista de portal ayuda de manera intuitiva a elegir los distintos pasos de ingeniería, puede ser que se inicie a programar un controlador, crear un panel HMI o configurar conexiones de red, el TIA Portal guía a usuarios expertos o inexpertos a trabajar con la máxima productividad posible, en lo personal el punto fuerte del TIA Portal es que todas las partes del entorno de programación se manejan por igual y se pueden comunicar de forma sencilla.

4.1.1 Instalación del TIA PORTAL (V11). Para proceder a instalar el TIA PORTAL, se debe tener en cuenta el tipo de sistema operativo instalado en el ordenador, es importante saber que como mínimo el procesador del PC puede ser un i3 y con un Windows 7 Ultimate de 32 bits, sino se toma en cuenta esta acotación, durante la instalación del Software se puede generar un aviso de que “no se puede continuar con la instalación” o simplemente la instalación se completa pero su entorno queda obsoleto, esto se debe a que el sistema operativo no es apto para SIMATIC STEP 7, si se manifiesta este aviso se debe confirmar con “Ver requisitos de Sistema” y ajustarse a dichos requisitos lo más pronto, en caso de no tener inconvenientes con la instalación del Software, se puede disfrutar del entorno de programación sin complicaciones y está listo para usarse.

4.1.2 Actualización del service pack para el TIA PORTAL. Los service pack tienen por objetivo mejoras al sistema del entorno de programación, esto es dirigido al software en sí, en pocos casos es probable que durante el transcurso de la creación de un proyecto salga un error, el cual se manifiesta con signos de interrogación, ceros y unos. Este error no permite continuar con el proceso de configuración y programación, pero aquello se debe a que el software instalado requiere de una actualización de service pack, por lo general en el software del TIA V11 viene integrado con el SP1, pero si no lo tiene se puede instalarlo y así no tener dificultades con el entorno, una vez instalado el SP1, se puede instalar el SP2, para realizar esta tarea proceda del siguiente modo:

1. En el enlace de SIEMENS que se manifiesta a continuación, usted podrá descargar el instalador del SP1 y SP2 gratuitamente.

<http://support.automation.siemens.com/WW/llisapi.dll?func=cslib.csinfo&objId=56750498&objAction=csOpen&nodeid0=29156492&lang=es&siteid=cseus&aktprim=0&extranet=standard&viewreg=WW>

2. Cuando ya se descargó el instalador, proceda a instalarlo tomando en cuenta que el TIA PORTAL este cerrado.
3. Cuando ya se ha instalado la actualización no abra el TIA PORTAL, reinicie el computador y luego pruebe si puede tener acceso al entorno de programación. Si no puede tener acceso al entorno, instale el SP2, seguir los mismos pasos explicados.

4.1.3 Actualización de updates en el TIA PORTAL. Los Updates es un complemento para mejorar aún más el entorno del TIA PORTAL, cuando se instala los Updates estos aportan rapidez y facilidad de visualización entre ventanas, además posee la particularidad de mejorar el entorno de comunicación entre el Software y los dispositivos que se están configurando en línea, en la V11 del TIA PORTAL por lo general solo viene con el Update1 y en la V12 del TIA PORTAL viene con el Updates2, para actualizar el Updates proceda de la siguiente forma.

1. En el enlace que se manifiesta a continuación, usted podrá descargar el instalador del Updates para el TIA PORTAL V11 y V12.

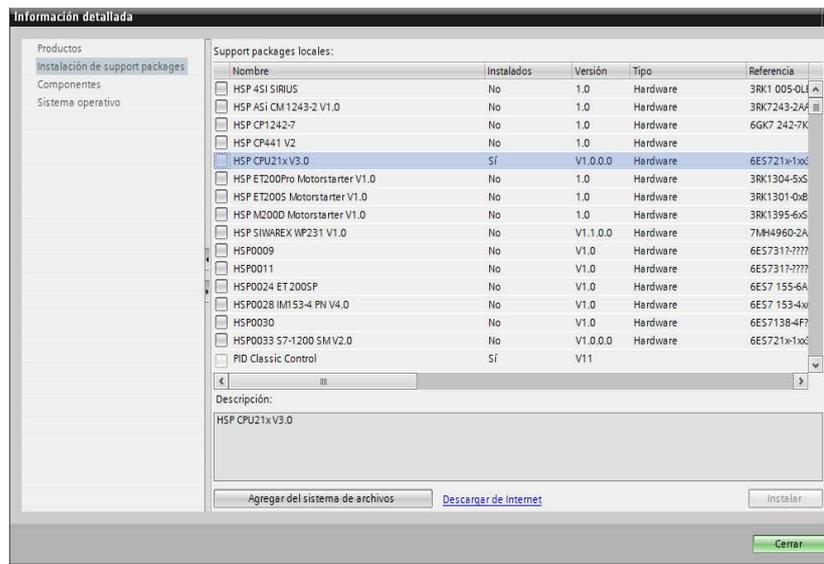
<http://support.automation.siemens.com/WW/llisapi.dll?func=cslib.csinfo&aktprim=0&siteid=cseus&lang=es&siteid=cseus&load=content&csQuery0=Service+Pack+2+para+STEP+7+V11+&groupid=4000003&extranet=standard&viewreg=WW&nodeid0=29156492>

2. Cuando se ha descargado el instalador, proceda a instalarlo tomando en cuenta que el TIA PORTAL este cerrado.
3. Una vez instalado el Updates no hace falta reiniciar el computador.
4. Cuando se ha instalado el Updates1 en la V11 del TIA PORTAL, se puede instalar el Update2 y luego el Updates3 o cuando se ha instalado el Updates3 en la V12 del TIA PORTAL, se puede instalar el Updates4 y Updates5.

4.1.4 Actualización de los catálogos de hardware. La actualización del catálogo de hardware de cualquier versión del TIA PORTAL, tiene como objetivo la actualización de referencias para un determinado firmware de nuevos equipos ya sea un PLC o HMI, en este caso la referencia 6ES7 214-1AG31-0XB0 de la CPU S7-1200 con un firmware V3.0 no existía dentro del árbol de dispositivos, es por ello que fue necesario actualizarlo, para actualizar el catálogo de hardware proceda de la siguiente forma:

1. Clic sobre software instalado TIA PORTAL.
2. Clic sobre “Iniciar”, Clic sobre “software instalado”.
3. Clic sobre “Más información del Software instalado”.
4. En la ventana que aparece, seleccionar “Instalación de SupportPackages”.
5. Finalmente haga clic en descargar desde internet.

Figura 62. Agregar supportpackages de nuevos equipos



Fuente: Software TIA PORTAL V11

El TIA PORTAL deberá redireccionarlo a la página correspondiente de Siemens para la descarga del instalador, cuando ya descargue las actualizaciones, la información se almacena en una carpeta con el nombre de SupportPackages en la carpeta descargas después siga los siguientes pasos:

1. Realice los pasos anteriores del 1 al 4.
2. Clic sobre “agregar del sistema de archivos”.
3. Clic sobre la carpeta que contiene los SupportPackages.
4. Seleccionar todo y presione Abrir.

5. Todos los SupportPackages se colocan en fila, seleccionar la referencia que necesita.
6. Seleccionar instalar he inmediatamente debe cerrar el TIA PORTAL ya que el proceso de instalación se debe cumplir sin que este en ejecución.
7. Reinicie la PC y cualquier referencia con su respectivo Firmware está apto para trabajar sin dificultades.

4.2 SIMATIC WinCC Flexible en TIA PORTAL

WinCC Flexible es un software para todas las aplicaciones HMI de SIMATIC dentro del TIA PORTAL, contiene desde soluciones de manejo sencillas con Basic Panels hasta visualizaciones de proceso en sistemas basados de computador.

Características de WinCC Flexible en TIA PORTAL.

- Máxima eficacia de configuración.
- Librerías para objetos de ingeniería.
- Migración de proyectos HMI ya existentes.
- Editor de imágenes para una configuración de imágenes rápida y eficiente.
- Gestión de datos orientada a objetos.
- Librerías para objetos de ingeniería.
- Librerías para objetos de ingeniería.

WinCC Flexible, permite el ingreso de valores para el proceso desde una HMI, mediante esta operación, TIA Portal genera todos los ajustes necesarios, como la conexión, variables del HMI y objetos de imagen, para WinCC da igual si selecciona una única variable o se utiliza una selección múltiple.

También se puede acceder directamente a las variables del PLC cuando se configura una imagen, además se puede seleccionar el objeto correspondiente mediante ventanas de selección, esta configuración de ventanas está disponible en todo el TIA Portal, ya sea durante la programación del PLC o durante la configuración de imágenes en la HMI, con esto se logra eliminar las condiciones de variables erróneas y sobre todo múltiples nombramientos a los objetos de una imagen.

Instalación y configuración del Software. Para tener acceso a la configuración del PLC y el HMI, se debe poseer instalado en el ordenador el TIA PORTAL V11 crear un nuevo proyecto

4.3 Configuración y comunicación del PLC y HMI

En la configuración del PLC y la HMI, se selecciona el tipo de dispositivos que se utilizarán para su programación y serán colocados en el área de trabajo, para eso se necesita que el cable Profinet esté conectado entre la PC y un puerto del Switch Ethernet.

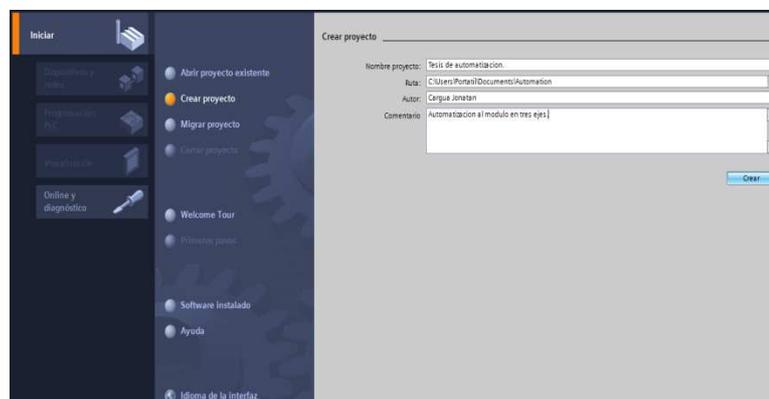
Figura 63. Conexión entre el módulo automático y PC



Fuente: Autores

Para crear un nuevo proyecto, abrir el TIA PORTAL, dirigirse a “Crear proyecto”, asignar la información como el nombre, autor y dar clic al botón “Crear”.

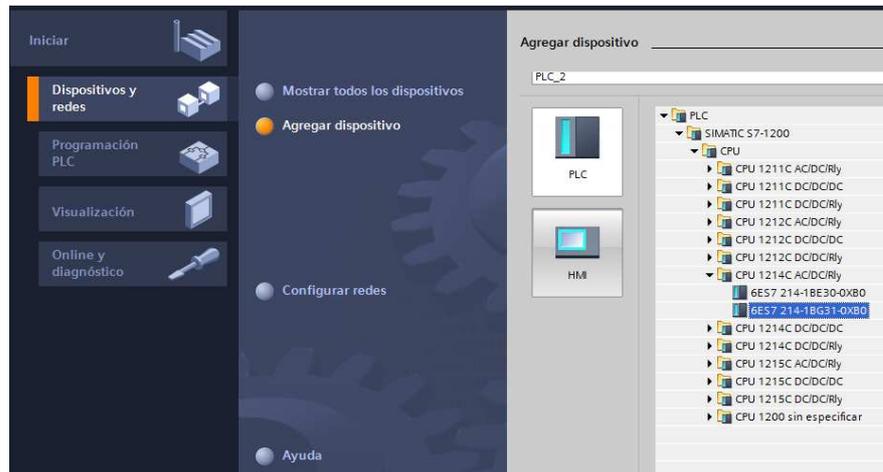
Figura 64. Creación de un proyecto en TIA PORTA



Fuente: Software TIA PORTAL V11

4.3.1 Configuración del PLC S71200, 1214C AC/DC/RLY. Una vez creado el proyecto dirigirse a vista del portal y seleccionar "Dispositivos y redes" y hacer clic en "Agregar dispositivo", seleccionar el icono PLC y por último seleccionar la CPU 1214C AC/DC/RLY, con la referencia 6ES7 214-1AG31-0XB0.

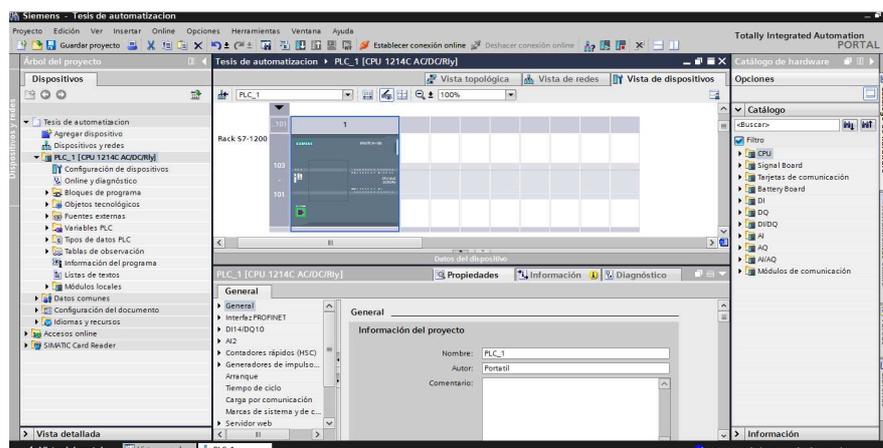
Figura 65. Agregar referencia del PLC



Fuente: Software TIA PORTAL V11

Haga doble clic sobre la referencia 6ES7 214-1AG31-0XB0, inmediatamente se abre la ventana de vista del proyecto con el PLC agregado, se determina que en el entorno se visualiza el árbol de proyecto, ventana de propiedades, catálogo de hardware, barra de menús, área de trabajo como se muestra en la siguiente imagen.

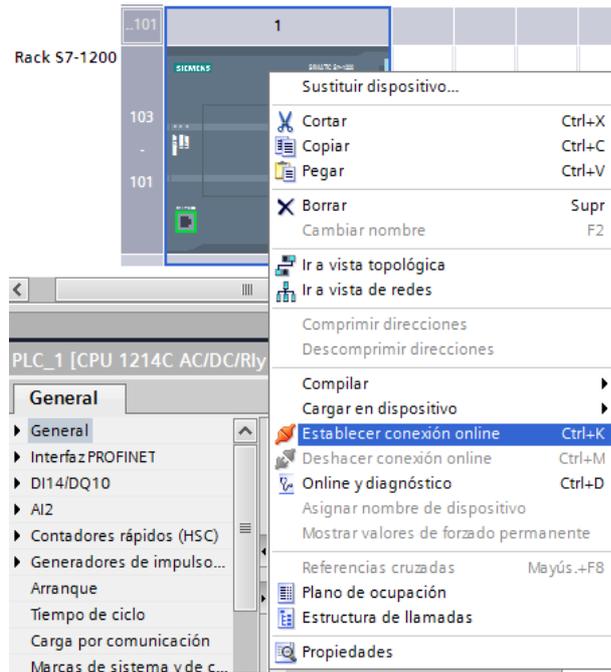
Figura 66. PLC SIMATIC 1214C AC/DC/RLY agregado al área de trabajo



Fuente: Software TIA PORTAL V11

Cuando ya se agrega la referencia, clic derecho sobre el PLC que se muestra en el área de trabajo y se elige establecer conexión online.

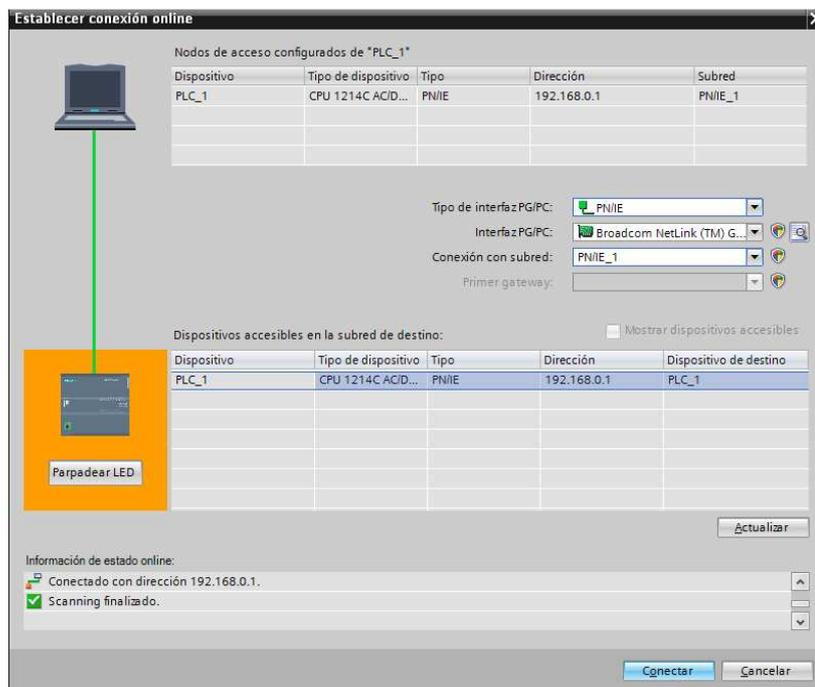
Figura 67. Establecer conexión online



Fuente: Software TIA PORTAL V11

Se despliega la ventana de conexión y en el tipo de interfaz PG/PC seleccionar PN/IE que significa la interfaz Profinet, el tipo de conexión a una subred, se coloca PN/IE_1 que es otra entrada al puerto Profinet.

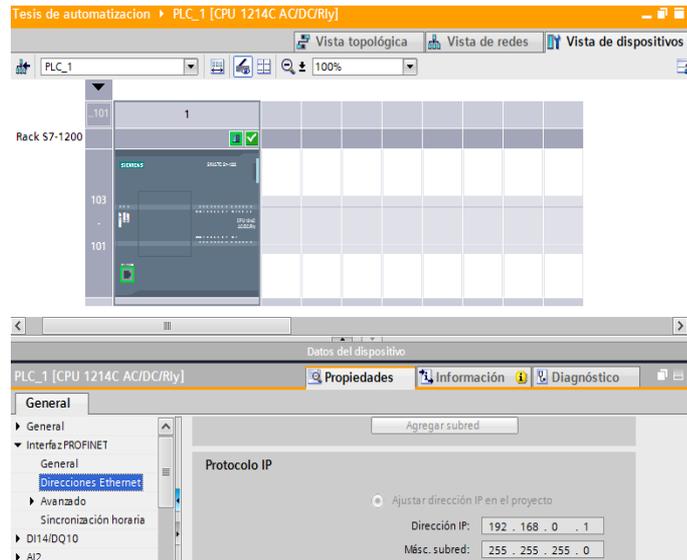
Figura 68. Conexión online entre PC y PLC



Fuente: Software TIA PORTAL V11

Se puede ver como se ha entablado una comunicación entre el PLC y la PC luego hacer clic en conectar, al observar el PLC aparece un visto en la esquina derecha superior eso significa que está conectado correctamente con el PC con la dirección IP 192.168.0.1 y con una dirección en subred 255.255.255.0.

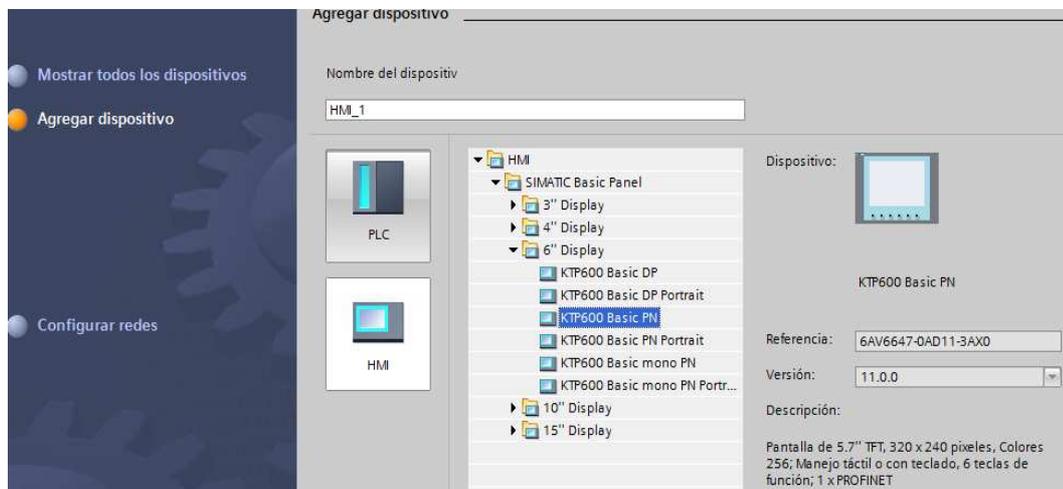
Figura 69. Dirección IP asignada al PLC



Fuente: Software TIA PORTAL V11

4.3.2 Configuración de la HMI KTP600 Basic PN. Una vez configurado el PLC se retorna a la vista del portal y seleccionar "Dispositivos y redes", hacer clic en "Agregar dispositivo", en donde se selecciona el icono HMI y también el SIMATIC Basic Panels de 6" Display

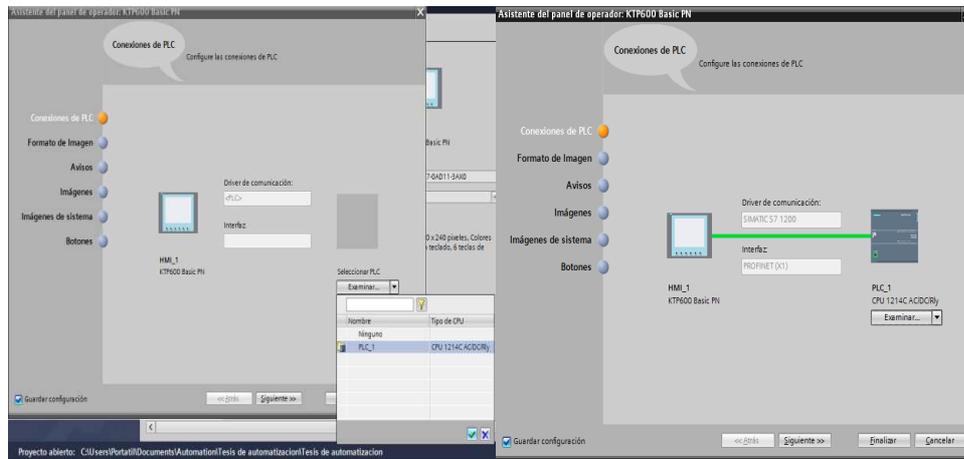
Figura 70. Selección de la HMI



Fuente: Software TIA PORTAL V11

Se realiza un clic en examinar para elegir el PLC con el cual se vinculara la HMI.

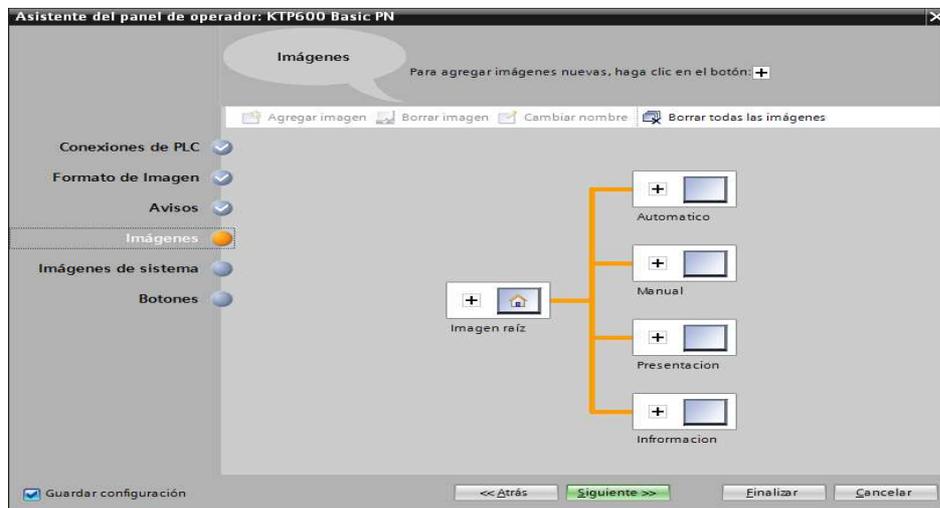
Figura 71. Conexión del PLC con la HMI



Fuente: Software TIA PORTAL V11

Se selecciona “formato de imagen” para elegir el fondo y encabezado, luego “Avisos” para configurar los avisos que se requieran, después se dirige a “Imágenes” y después en la imagen raíz se elige las imágenes pretendidas utilizar.

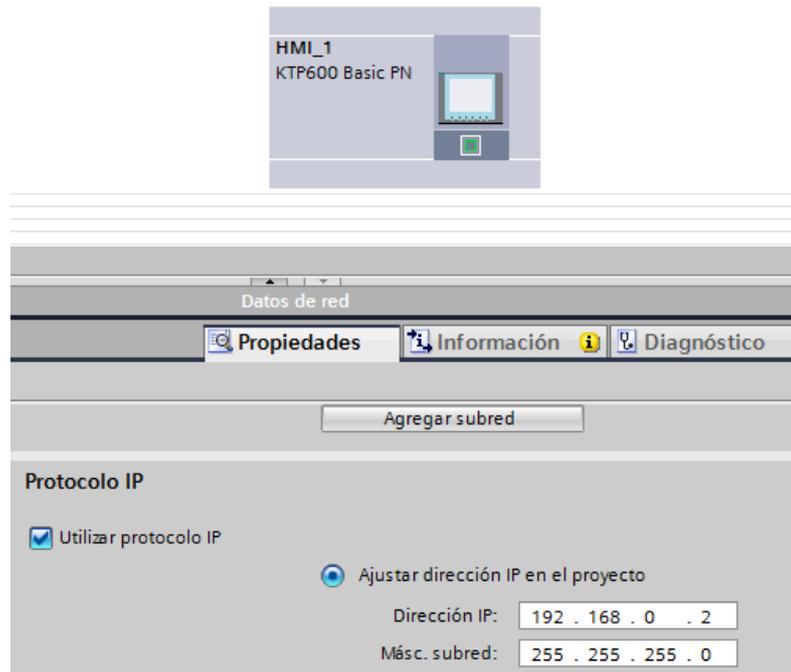
Figura 72. Selección de imágenes a partir de la raíz



Fuente: Software TIA PORTAL V11

A continuación dentro de “imágenes de sistema” se selecciona todo, por último se dirige a los “Botones” y se selecciona los botones de sistema y clic en finalizar, cuando ya se ha creado la HMI, en el árbol de proyecto se selecciona “Dispositivos y redes”, y se observa la dirección IP de la HMI que es 192.168.0.2, y con una dirección en subred 255.255.255.0

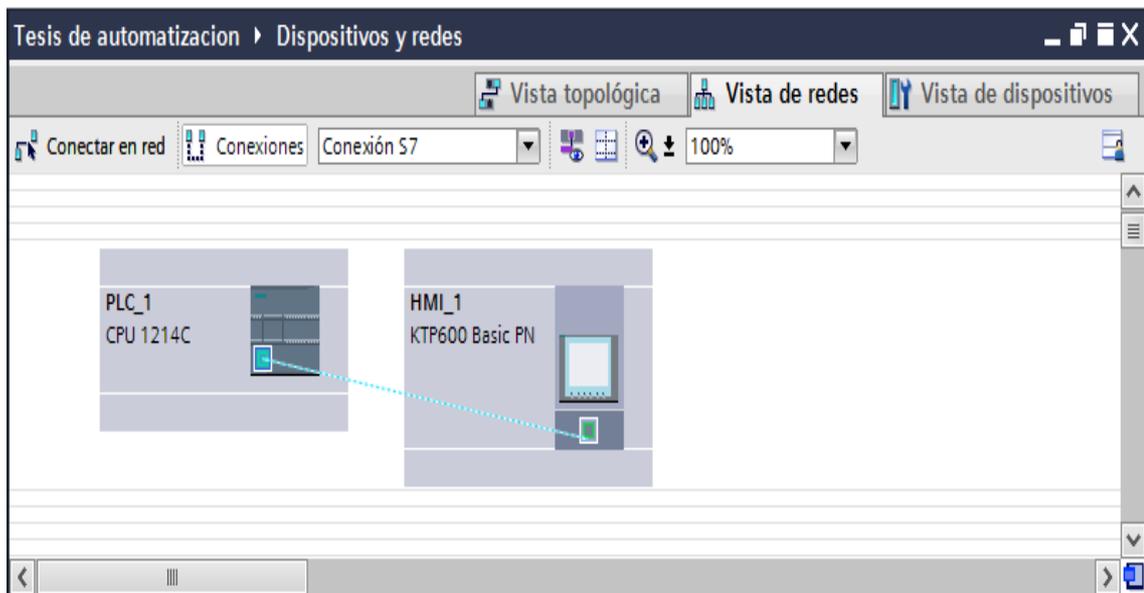
Figura 73. Dirección IP asignada a la HMI



Fuente: Software TIA PORTAL V11

4.3.3 *Comunicación entre PLC y HMI.* Una vez configurados y agregados los dos dispositivos, se procede a realizar la comunicación, para realizarlo proceda del siguiente modo, coloque el puntero del mouse sobre la interfaz Profinet del PLC y arrastre hasta el puerto Profinet de la HMI.

Figura 74. Enlace entre PLC y HMI



Fuente: Software TIA PORTAL V11

Una vez comunicados los dispositivos, se crea un enlace Profinet entre los dos, quedando apto para trabajar en la programación.

Figura 75. Comunicación Profinet entre PLC y HMI



Fuente: Software TIA PORTAL V11

4.4 Programación del PLC SIMATIC 1214C AC/DC/RLY

Una vez creada la configuración y comunicación entre el PLC y HMI, se procede a la comunicación entre estos dos elementos con el software de programación, previo a realizar la programación se actualizó la versión de firmware y al contar con estas mejoras en el sistema no se presentó ningún tipo de conflicto durante el desarrollo de la programación.

Figura 76. Declaración de variables del PLC

La imagen muestra la interfaz de usuario de TIA Portal para la declaración de variables. El árbol del proyecto a la izquierda muestra la estructura de la tesis de automatización, con 'Variables PLC' seleccionada. El panel principal muestra una 'Tabla de variables estándar' con las siguientes columnas: Nombre, Tipo de datos, Dirección, Rema..., Visible..., Accesi... y Comentario.

	Nombre	Tipo de datos	Dirección	Rema...	Visible...	Accesi...	Comentario
1	INICIO	Bool	%I0.2		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
2	RETORNO_Z	Bool	%Q0.0		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
3	AVANCE_Z	Bool	%Q0.1		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
4	AVANCE_X	Bool	%Q0.3		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
5	BAJA_PINZA	Bool	%Q0.4		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
6	RETORNO_X	Bool	%Q0.2		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
7	LAMP_INICIO	Bool	%Q0.5		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
8	LAMP_PARO	Bool	%Q0.6		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
9	ABRE_PINZA	Bool	%Q0.7		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
10	CIERRA_PINZA	Bool	%Q1.0		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
11	MAG_Z1	Bool	%I0.0		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
12	MAG_Z2	Bool	%I0.1		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
13	PARO	Bool	%I0.3		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
14	EMERGENCIA	Bool	%I0.4		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	

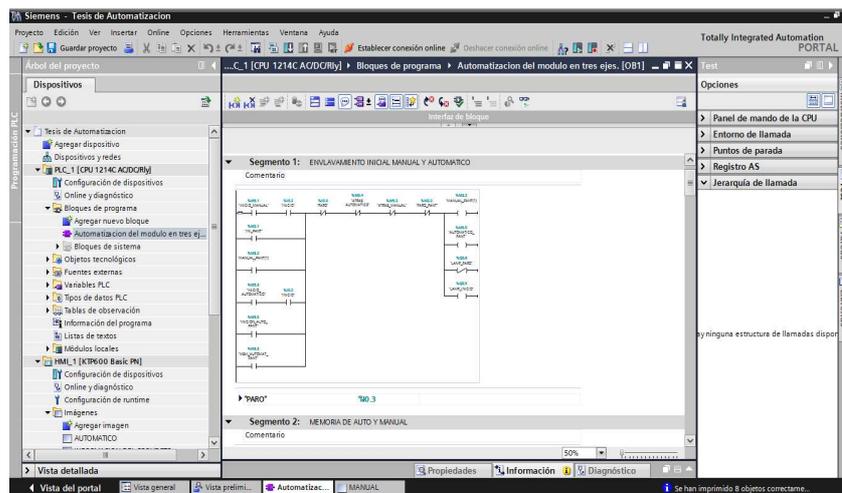
Fuente: Software TIA PORTAL V11

Para la programación del PLC en el TIA PORTAL se utiliza el lenguaje tipo escalera o Ladder, pero antes para ello es necesario dirigirse al árbol de proyecto y abrir la carpeta

VARIABLES PLC y declarar las variables que se utiliza durante la programación. (Ver anexo M)

Después de haber declarado las variables, se programa en el lenguaje del TIA PORTAL en KOP, para ello es necesario dirigirse al árbol de proyecto y abrir “Bloques de programa” y seleccionar “Main [OB1]”, una vez dentro se realiza la programación con los diferentes símbolos del lenguaje Ladder. (Ver anexo A).

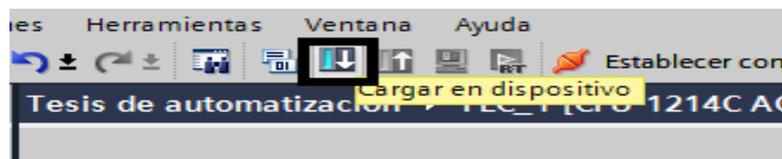
Figura 77. Programación en lenguaje KOP.



Fuente: Software TIA PORTAL V11

4.4.1 Cargar programación en dispositivo. Una vez programadas todas las secuencias como se muestra en el Anexo K, para accionar el módulo de transporte en tres ejes, es necesario cargar la programación que se realizó al dispositivo, para esto dirigirse al ícono “cargar en dispositivo” que se muestra en la barra de herramientas, seleccionarlo.

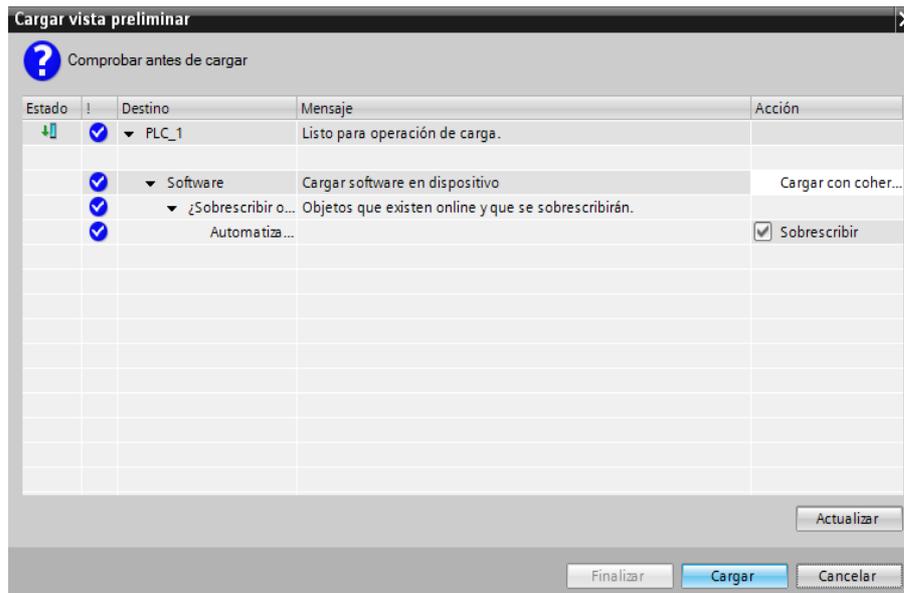
Figura 78. Icono cargar dispositivo



Fuente: Software TIA PORTAL V11

Cuando ya selecciona cargar en dispositivo, se despliega una ventana denominada “cargar vista preliminar”, salen menús en donde se manifiesta el estado, el destino, y la acción a realizar en esta opción elija sobrescribir y procede a cargar en el dispositivo.

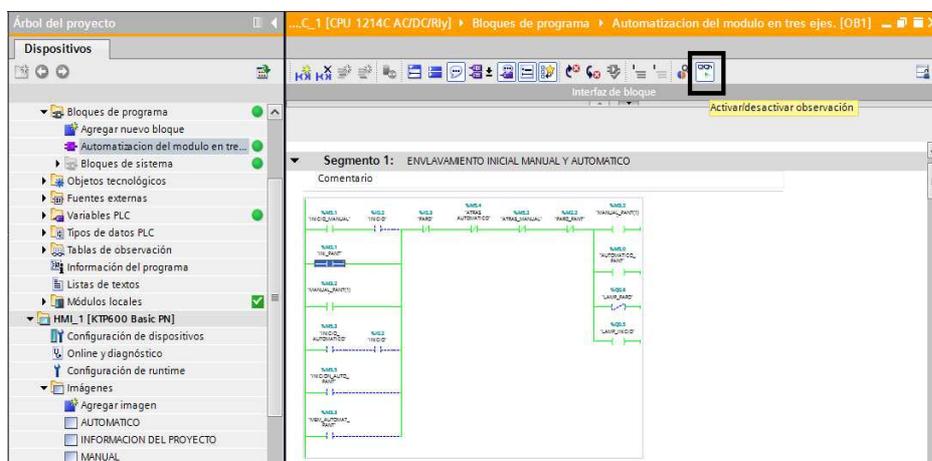
Figura 79. Cargar vista preliminar



Fuente: Software TIA PORTAL V11

Una vez cargado el programa en el PLC, se realiza una conexión en línea para comprobar su funcionamiento, para esto dirigirse al ícono “Activar/desactivar observación” que se encuentra en la barra de herramientas en la forma de gafas, se debe seleccionar dentro del cual permite visualizar como se activa la visualización en línea con el PLC, como se observa en la figura 96 en el árbol de proyecto, se marca un carácter redondo verde al lado derecho de la carpeta de bloques de programa, variables PLC y módulos locales esto significa que no existe ninguna falla de programación, ni tampoco de variables cruzadas, en caso de existir fallas el carácter verde se torna color naranja.

Figura 80. Conexión en línea con el PLC

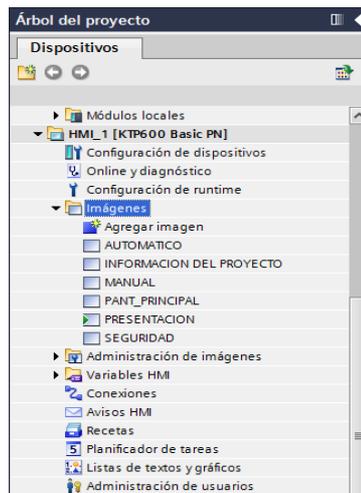


Fuente: Software TIA PORTAL V11

4.5 Programación de la HMI KTP 600 Basic PN

Para la programación de la HMI, se hace uso del sub boque de programación WinCC Flexible, lenguaje que está dentro del entorno del TIA PORTAL, en el “Árbol de proyecto” se dirige a la carpeta HMI KTP 600 Basic PN y en la carpeta imágenes se puede observar cómo se crearon las distintas imágenes, que se declararon durante la configuración de la HMI.

Figura 81. Imágenes de la HMI



Fuente: Software TIA PORTAL V11

Una vez creadas las imágenes, se procede a configurar el entorno de cada una por lo que se necesita declarar las variables que se utilizarán en botones y animación de la HMI.

Figura 82. Variables de la HMI

Nombre	Tabla de variables	Tipo de datos	Conexión	Nombre de PLC
ACTIVAR_AUTOMATICO	Tabla de variables estándar	Bool	Conexión_H...	PLC_1
ATRAS_AUTOMATICO	Tabla de variables estándar	Bool	Conexión_HMI	PLC_1
ATRAS_MANUAL	Tabla de variables estándar	Bool	Conexión_HMI	PLC_1
AUTOMATICO_PANT	Tabla de variables estándar	Bool	Conexión_HMI	PLC_1
AVAN_Z_AUTOMATICO	Tabla de variables estándar	Int	<Variable intern...	
Avance x	Tabla de variables estándar	Int	<Variable intern...	
AVANCE_X	Tabla de variables estándar	Bool	Conexión_HMI	PLC_1
AVANCE_Z	Tabla de variables estándar	Bool	Conexión_HMI	PLC_1
AVANZA_Z_CON_INDUC	Tabla de variables estándar	Bool	Conexión_HMI	PLC_1
AVANZA_Z_INDUC_AUTOMATI...	Tabla de variables estándar	Int	<Variable intern...	
BAJA_PINZA	Tabla de variables estándar	Bool	Conexión_HMI	PLC_1
CIERRA_PINZA	Tabla de variables estándar	Bool	Conexión_HMI	PLC_1
CONTINUAR_PANT	Tabla de variables estándar	Bool	Conexión_HMI	PLC_1
EMER_PANT	Tabla de variables estándar	Bool	Conexión_HMI	PLC_1
EMERGENCIA	Tabla de variables estándar	Bool	Conexión_HMI	PLC_1
INDUCTIVO	Tabla de variables estándar	Bool	Conexión_HMI	PLC_1
INI_PANT	Tabla de variables estándar	Bool	Conexión_HMI	PLC_1
INICIO	Tabla de variables estándar	Int	<Variable intern...	
INICIO_AUTOMATICO	Tabla de variables estándar	Bool	Conexión_HMI	PLC_1
INICIO_MANUAL	Tabla de variables estándar	Bool	Conexión_HMI	PLC_1
INICION_AUTO_PANT	Tabla de variables estándar	Bool	Conexión_HMI	PLC_1
LAMP_INICIO	Tabla de variables estándar	Bool	Conexión_HMI	PLC_1
LAMP_PARO	Tabla de variables estándar	Bool	Conexión_HMI	PLC_1

Fuente: Software TIA PORTAL V11

4.5.1 *Diseño del entorno de las imágenes de la HMI.* Una vez declaradas las variables a utilizar, es posible seguir aumentando variables debido a los diferentes cambios que se van efectuando durante la modificación de imágenes y animaciones, en donde se presentan seis imágenes creadas las cuales se explican a continuación.

4.5.1.1 *Diseño de la presentación en la HMI.* Esta imagen pertenece a la presentación del proyecto es la imagen raíz, donde se encuentra, nombre de la institución, sello, facultad y el título de tesis.

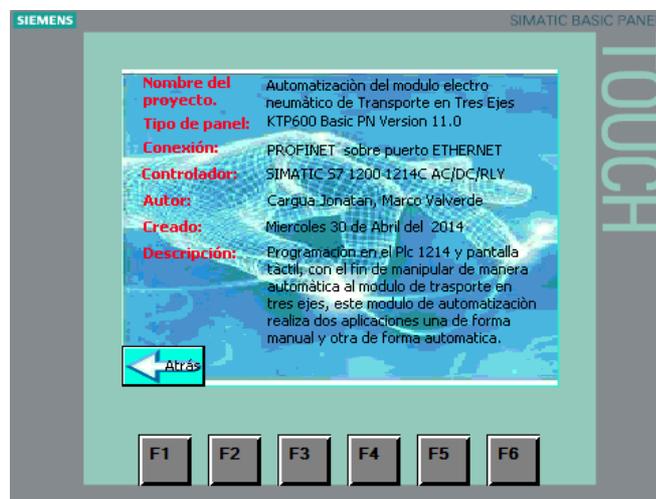
Figura 83. Imagen de presentación



Fuente: Software TIA PORTAL V11

4.5.1.2 *Diseño de la imagen de información.* En esta imagen está la información sobre el tipo de panel, tipo de conexión, descripción del proceso y autores.

Figura 84. Imagen de información



Fuente: Software TIA PORTAL V11

4.5.1.3 *Diseño de la imagen de automático y manual.* En esta imagen se puede elegir si se desea trabajar entre el modo automático o el modo manual.

Figura 85. Imagen de automático y manual



Fuente: Software TIA PORTAL V11

4.5.1.4 *Diseño de la imagen del modo manual.* En esta imagen se puede manipular al módulo de transporte en tres ejes de forma manual, permite que el usuario tome las decisiones de lo que requiera que el módulo realice, dentro de esta imagen existen botones tales como avance en x, retorno en x, abrir pinza, bajar pinza se puede pausar el proceso sin que se salga de secuencia, también se puede observar cómo se simula las variables en el tiempo mientras el operador toma una decisión.

Figura 86. Imagen del modo manual de control



Fuente: Software TIA PORTAL V11

4.5.1.5 *Diseño de la imagen de seguridad.* En esta imagen salta un mensaje en el cual menciona, que el modo automático solo puede ser efectuado por personal autorizado, con F1 continua al control automático o con F2 retrocede a la imagen raíz.

Figura 87. Imagen seguridad



Fuente: Software TIA PORTAL V11

4.5.1.6 *Diseño de la imagen del modo automático.* En esta imagen se manifiesta todo el proceso de forma automática, solamente basta con iniciar el proceso con el pulsador de arranque del módulo de transporte en tres ejes o desde la pantalla táctil, si el sensor detecta presencia o proximidad se acciona inmediatamente estas acciones las cuales se observa en la pantalla los elementos que simulan el proceso.

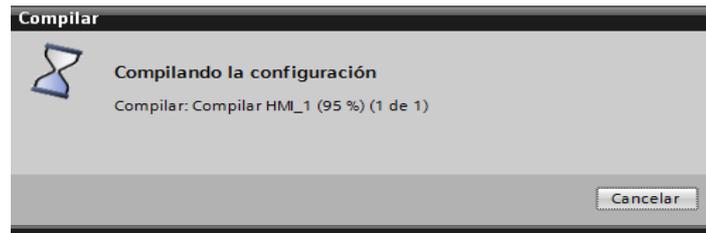
Figura 88. Imagen del modo automático de control



Fuente: Software TIA PORTAL V11

4.5.2 Cargar programación en dispositivo. Una vez programadas todas las imágenes como se demostró anteriormente, para cargar la programación a la HMI, es necesario seleccionar el ícono “cargaren dispositivo” que se muestra en la barra de herramientas, cuando ya selecciona cargar en dispositivo, primero comienza la compilación automática de todas las imágenes,

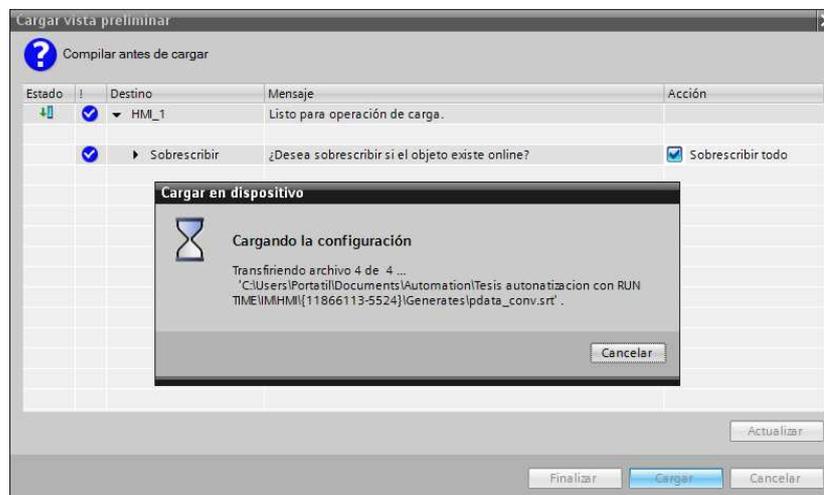
Figura 89. Compilación de imágenes



Fuente: Software TIA PORTAL V11

Después de aquello se despliega una ventana denominada “cargar vista preliminar”, se marca en sobrescribir y procede a cargar en el dispositivo, se debe esperar que se carguen las imágenes a la HMI.

Figura 90. Cargar proyecto en la HMI



Fuente: Software TIA PORTAL V11

CAPÍTULO V

5. ESTUDIO DE COSTOS PARA LA FABRICACIÓN DEL MÓDULO AUTOMÁTICO.

Uno de los principales factores a considerar dentro de la construcción del módulo automático se traduce en análisis de costos, en donde deben considerar todos los costos de los equipos existentes con el fin de conocer el precio de la implementación.

5.1 Análisis de costos

5.1.1 *Objetivos del análisis de los costos.* El estudio de costos es importante para determinar los equipos y materiales más rentables y alcanzar las expectativas planteadas. También es necesario conocer en detalle la lista de precios de los equipos, costos directos, costos indirectos, etc. Para determinar los equipos y materiales más rentables y alcanzar las expectativas planteadas. Y dentro de este estudio acordar con los siguientes objetivos.

- Determinar resultados y rentabilidad.
- Medir la eficiencia en el uso de los recursos.
- Detectar dónde comenzar a reducir costos.
- Establecer un precio de referencia (cotizaciones).
- Valorizar los inventarios.
- Brindar información para la toma de decisiones.

5.2 Conceptos claves en los costos dentro de mantenimiento.

Dentro del análisis de los costos de mantenimiento se debe tener en claro los conceptos como:

5.2.1 *Costo de intervención.* Incluye los gastos en que se presentan durante los mantenimientos imprevistos (correctivos) y preventivos planificados, estos costos no integran a en su campo a todos los relacionados con la inversión, la actualización tecnológica, ajuste de parámetros productivos, reubicación de quipos, tareasde limpieza, etc.

5.2.2 *Costos por fallas.* Son las pérdidas del margen de utilidades debidas a problemas directos de mantenimiento que a provocado una reducción en los volúmenes de producción y en la calidad, incluye los gastos por penalización por daños ambientales, pérdidas en el negocio, pérdidas de materias primas, aumento de los costos de explotación, etc.

5.2.3 *Costos de almacenamiento.* Son los costos encargados en financiar y manejar el inventario de piezas de recambio e insumos necesarios para la función de mantenimiento, incluye el capital financiero del capital inmovilizado por el inventario, mano de obra e infraestructura computacional, obsolescencia, etc.

5.2.4 *Activos fijos mantenibles.* Son todos aquellos equipos, máquinas y construcciones reevaluados a precio corriente y correspondientemente depreciado, los cuales ya no son útiles para su dueño. (BENITEZ, 2013, pág. 1)

5.3 Análisis de costos de Mantenimiento

5.3.1 *Costos de mantenimiento.* Dentro del mejoramiento del módulo de transporte en tres ejes se realizó el mantenimiento modificativo, el mismo que acarrea costos como la compra de elementos deteriorados, materiales eléctricos, suministros, dispositivos etc. Los mismos que deben ser instalados de acuerdo a los objetivos encaminados en la automatización del módulo en tres ejes.

5.3.2 *Objetivo de los costos de mantenimiento.* El conocimiento de los costos de mantenimiento tiene como fin precisar de manera objetiva y realista lo que cuesta la función de mantenimiento para reducir los costos globales del mismo a un nivel mínimo o mantenerlos, respaldados por una buena producción, alta calidad, y un buen estado de las instalaciones, además de generar información que facilite al personal la toma de decisiones.

5.4 Balance de costos entre diferentes marcas de los dispositivos de control

Para la selección correcta, en función a la aplicación destinada a los equipos de control se desarrolla una comparación de las diferentes marcas de PLC y pantalla táctil, las mismas que se utilizan dentro de los procesos de control y automatización industrial.

Las diferentes marcas presentan diferentes características y costos de los equipos, las mismas que son analizadas para determinar la marca de los dispositivos a utilizar en la construcción del módulo automático.

5.4.1 *Características de las marcas.* Cada una de las marcas en estudio presenta una infinidad de características ya que cada fabricante desarrolla sus dispositivos de acuerdo a las varias necesidades que existen en el mercado, las mismas que se presentan a continuación.

Tabla 4. Diferencia entre PLC's.

ANÁLISIS DEL PLC	
MARCA	CARACTERISTICAS
SIEMENS	Alta confiabilidad debido a su desempeño de operación de control.
	Permite la operación con diferentes lenguajes de programación.
	Flexibilidad y potencia necesaria para controlar una gran variedad de dispositivos.
	Facilidad de adaptarse con diversos equipos gracias a protocolos de red.
OMRON	Dispositivos rentables para aplicaciones de complejidad baja y media.
	Diseñadas para un alto rendimiento y facilidad de programación.
	Posee facilidad de programación, mantenimiento y solución de problemas encontrados dentro de la operación.
	Utiliza software de comunicación abierta mediante un puerto USB
VIPA	Posee módulos especializados para el procesamiento digital de imágenes.
DELTA	Ofrece varias funciones incluyendo alta velocidad de accionamiento.
	Diseñadas para un alto rendimiento y facilidad de programación.
	Posee procesadores que faciliten la programación ofreciendo alta velocidad de transmisión de datos y excelente control de movimiento
	Utiliza software libre y de fácil accesibilidad.

Fuente: Autores

5.4.2 *Comparación de costos entre equipos de diferentes marcas.* Se detallan los costos económicos de las diferentes marcas distribuidoras de los principales dispositivos de control y automatización, los mismos que se detallan a continuación.

Tabla 5. Diferencia de precios entre PLC`s

MARCAS	DESCRIPCION	Precio U. (USD)	PANTALLAS TÁCTILES / DESCRIPCION	Precio U. (USD)	Precio Total
SIEMENS	PLC S7 1200 1214C AC/DC/RELE	565,00	HMI Panel Basic KTP600	1080,50	1645,50
OMRON	Programador Lógico	1683,00	HMI Omron Panelview monitor	775,85	2458,85
VIPA	Programador Lógico	320,15	Touch Panels	1300,00	1620,15
DELTA	Programador Lógico	255,00	HMI Delta dop-b10s615	980,00	1235
TWIDO, SCHNEIDER ELECTRIC	Programador Lógico	311,1	Operator Panel OP35	3643,24	3954,34

Fuente: Autores

Una vez analizado los diferentes precios de los dispositivos se da como conclusión que definitivamente los precios de los dispositivos de control de la marca SIEMENS son los más rentables, gracias a sus características de operación, gama de productos y uno de los factores más importantes a considerar los precios.

5.5 Cálculo de costos de la implementación

Para conocer sobre los gastos y costos se debe determinar los valores en función a los tipos de costos en análisis.

5.5.1 Mano de obra directa. Es el costo de la o las personas que intervienen directamente en la elaboración del producto. Es decir los individuos que trabajan de manera específica en la fabricación de un producto o en la prestación de un servicio.

En el presente caso los valores del costo de mano de obra no se considera, debido a que el diseño y construcción del módulo automático, para la implementación al módulo de transporte en tres ejes se realizó como aporte técnico-científico en el laboratorio de control y manipulación automática de la Escuela de Ingeniería de Mantenimiento de la ESPOCH.

Si fuese el caso de calcular los valores de la mano de obra directa, se agrega los valores en el costo de producción más el 25-30% de utilidad, por la intervención en los servicios tales como diseño, construcción y montaje de los dispositivos necesarios del módulo automático.

5.5.2 Costos de materiales directos. Con el análisis de los precios de los elementos para la construcción del módulo automático se facilita la decisión de invertir en la compra de los diferentes dispositivos, los cuales son adquiridos de acuerdo a las características técnicas y necesarias para simulación del control automático la cual se utiliza de forma didáctica en las prácticas en el laboratorio de control automático.

Los precios de los diferentes elementos utilizados para la conformación del módulo de automatización, dentro de los cuales fueron seleccionados según las necesidades de funcionamiento, los mismos que se detallan a continuación.

Tabla 6. Costos de elementos utilizados

Cantidad	Descripción del dispositivo.	Sub Total (USD)	Total (Inc. IVA) (USD)
1	CPU 1214C AC/DC/Relé, alimentación 110/220VAC. Incorpora 14 DI a 24 VDC, 10 DO tipo relé, puerto de comunicación Profinet / Industrial Ethernet RJ45 10/100Mbps. Capacidad de ampliación hasta 1 SignalBoard (SB), 8 módulos de señal (SM) y 3 módulos de comunicación (CM).	497,2	565
1	SIMATIC Basic Panel KTP600 PN, pantalla STN 256 colores, de 5,7", táctil y con 6 teclas de función. Con Interfaz PROFINET / Industrial Ethernet. Panel para funciones básicas en aplicaciones simples y de máquina. Configurable con software TIA PORTAL WinCCV11 Basic ó superior.	660	750
1	CSM1277 Switch Industrial Ethernet no gestionado, formato SIMATIC S7-1200. Con 4 puertos RJ45 10/100Mbps	162,8	185
	TIA PORTAL STEP7 Basic para configuración, programación y diagnóstico de los controladores SIMATIC S7-1200. Incluye WinCC Basic V11 para la configuración de los paneles SIMATIC HMI Basic Panels.	470,8	535
1	Fuente de poder LOGOPower	81,84	93
1	Fuente de Alimentación 24V 6A.	10,56	12

1	Cable de Transferencia PROFIBUS/ETHERNET	52,8	60
2	Conectores RJ45	1,1	2,5
4	Tarjetas Electrónicas	13,2	60
3	Leds Indicadores	1,672	5,7
1	Pulsador de paro NC	1,76	2
1	Pulsador de inicio NA	1,76	2
1	Pulsador de Emergencia Tipo Hongo	2,464	2,8
1	Relé 24v DC con Base	2,64	15
1	Fusible de 2 A.	0,22	0,25
1	Porta fusibles	0,66	0,75
1	Interruptor empotrable	0,88	1
1	Conector de Alimentación de 120V AC	1,98	2,25
1	Cable de poder de 10 A, 120V AC	3,74	4,25
8	Conectores DV25 (4 Machos y 4 Hembras)	0,44	4
2	Cable multipar 25 hilos	2,42	5,5
40	mts. cable flex # 18	0,264	9
20	Mts. cable flex # 16	0,2816	6,4
5	Mts. cable flexible #12	0,37	2,5
100	Terminales Punteras	0,044	5
1	Perfil DIN normalizado (raíl)	3,08	3,5
1	Estructura del módulo de automatización	13,2	15
1	Kit de tornillos y accesorios	3,344	3,8
1	Sensor Óptico	22	25
2	Canaleta	2,2	5
2	Manijas	1,056	2,4
TOTAL		2016,77	2385,6

Fuente: Autores

El resultado de los precios de los diferentes elementos que conforman el módulo automático dio como resultado un costo de 2.385,60 dólares. Los mismos que resultan convenientes ya que en los precios de los equipos de control se redujo de un 22% por la acción de un convenio con la empresa Siemens, quienes están entre los más grandes proveedores a nivel nacional de los equipos de control y automatización industrial.

5.5.3 Costos indirectos de fabricación. Es el resultado de todos y cada uno de los precios de los elementos y materiales utilizados en la construcción del módulo de automatización que intervienen de forma indirecta. Dentro de los costos indirectos se presentan los costos de materiales indirectos, los mismos que no se consideran en la conformación del producto pero son necesarios para su fabricación. También encontramos a los costos de mano de obra indirecta, los que no intervienen directamente en la elaboración del producto pero su aporte es necesario para su elaboración.

Los precios son establecidos por los centros comerciales, talleres, etc. Y son los que se aplican en la actualidad.

Tabla 7. Costos indirectos de fabricación

Cantidad	Descripción del producto	Precio Unitario(USD)	Precio Final(USD)
1	Cautín	3,5	3,5
1	Estaño y pomada	2,5	2,5
2	Brocas metálicas	1,5	3
1	kit de herramientas	20	20
2	Lijas	0,6	1,2
2	Taypes	1,1	2,2
1	Cinta doble faz	5,58	5,58
1	Guaípe	1,5	1,5
1	Ponchadora de cables	6,5	6,5
1	Pintura y thinner	18	18
1	Mantenimiento en el módulo de transporte	100	100
TOTAL			160,48

Fuente: Autores

Se obtiene como resultado de los costos indirectos de fabricación la suma de 160,48 dólares, los mismos que se utilizara en el cálculo de los costos de producción.

5.6 Cálculo de costos de producción

Para el cálculo de los costos de producción se considera los costos que son indispensables para la construcción del módulo de automatización, que para su cálculo se utiliza la fórmula siguiente:

$$\mathbf{CProd = MPD + MOD + CIF}$$

Dónde las siglas significan:

CProd = Costos de producción

MPD = Material o materia prima directa

MOD = Mano de obra directa

CIF = Costos indirectos de fabricación

$$\mathbf{CProd = MPD + MOD + CIF}$$

$$\mathbf{CProd = 2385,6 + 0 + 160,48}$$

$$\mathbf{CProd = 2576,08}$$

No se aplicó valores de mano de obra directa en el cálculo de los costos de producción por el hecho de que la implementación, diseño y construcción del módulo de automatización se ha realizado por los autores, como aporte al laboratorio de control y manipulación automática de la Escuela de Ingeniería de Mantenimiento de la ESPOCH.

5.7 Resultado del análisis de costos

La implementación del módulo de automatización y el mantenimiento mejorativo del módulo de transporte en tres ejes se enmarco dentro de las expectativas creadas en lo

que se refiere a los gastos y costos de los suministros y dispositivos requeridos para tal acción.

Luego de una serie de análisis en lo que se refiere a las características técnicas que sobresalen en los equipos de las diferentes marcas proveedoras de dispositivos de control y al analizar los costos, dio como resultado la elección de la marca SIEMENS, la misma que ofrece una alta confiabilidad en aplicaciones industriales, debido a sus patentes establecidas a nivel global, cada vez mejorando sus costos y diseños para satisfacer las necesidades que se ajustan al avance técnico y tecnológico.

Además de las múltiples ventajas que ofrece la empresa SIEMENS en sus dispositivos, la empresa se hizo presente en un convenio con la Escuela de Ingeniería de Mantenimiento para adquirir el kit de automatización a un precio reducido en relación a los precios que oferta a la industria. Mencionando además el excelente trato en lo que se refiere al servicio al cliente, ya que en el transcurso de la instalación del software para la programación se presentaron problemas relacionados a la conexión, quienes supieron guiar para solución de este problema.

CAPITULO VI

6 MANTENIMIENTO Y CONTROL DE LOS EQUIPOS

6.1 Mantenimiento de los equipos de control

Para el funcionamiento adecuado se debe realizar el respectivo mantenimiento de cada uno de los elementos existentes, para disponer de su uso en el tiempo de ejecución requerido.

6.1.1 *Concepto de mantenimiento.* La función del mantenimiento está destinado para aumentar la disponibilidad de las máquinas, equipos, sistemas, etc. Lo cual requiere de una serie de procedimientos en base a normas, para aplicar los métodos y técnicas convenientes según sea el tipo de instalación o sistema a mantenerlo en sus óptimos estados de operación.

El mantenimiento es el conjunto de acciones necesarias para conservar, mantener o restablecer un sistema o equipo en un estado que permita garantizar su funcionamiento al mínimo coste. Los objetivos fundamentales se basan en los siguientes ítems.

- Prevenir y/o corregir averías.
- Cuantificar y/o evaluar el estado de las instalaciones.
- Analizar aspecto económico (costes).

6.1.2 *Objetivos de mantenimiento.* Los objetivos de mantenimiento están enfocados en base a los siguientes parámetros.

- Aumentar la disponibilidad de los equipos hasta el nivel preciso.
- Reducir los costes al mínimo compatible con el nivel de disponibilidad necesario.
- Mejorar la fiabilidad de máquinas e instalaciones.
- Asistencia al departamento de ingeniería en los nuevos proyectos para facilitar la mantenibilidad de las nuevas instalaciones.

6.2 Plan de Mantenimiento

Se diseñó el plan de mantenimiento con el objetivo de mejorar la disponibilidad de los activos para cuando su funcionamiento sea necesario, acordando los tiempos necesarios y oportunos, así como también las tareas de mantenimiento necesarias para actuar sobre los diferentes elementos y disponer del equipo en el momento requerido.S

Tabla 8.Tareas para el sistema neumático

SISTEMA NEUMÁTICO	
Tareas	Frecuencia (Semanas)
Inspección de la línea de alimentación de aire	4
Inspección de las electroválvulas	4
Inspección de la distribuidora de aire	4
Limpieza de filtros de aire	8
Comprobación de existencia de fugas en la línea de aire	4
Inspección de cilindro y pinza de sujeción	4
Herramientas: Juego de destornilladores, juego de Allen, pinzas	
Materiales: Brocha, naipe, removedor de impurezas	
Repuestos: Racores, manguera de aire	

Fuente: Autores

Tabla 9.Tareas para el sistema eléctrico

SISTEMA ELÉCTRICO	
Tareas	Frecuencia (Semanas)
Verificación de las fuentes de alimentación de los dispositivos	2
Verificación del correcto accionamiento de los mandos manuales	4
Revisar las conexiones de los dispositivos y sensores	4
Inspección de las tarjetas de conexiones	8
Inspección de los cables de alimentación de dispositivos electrónicos.	4

Inspección de cilindro y pinza de sujeción	4
Ajuste de borneras y elementos de conexión en las tarjetas	4
Inspección de las tarjetas syslink	4
Verificación de terminales de los cables de conexión	6
Verificación del correcto funcionamiento del fusible	8
Inspección del funcionamiento del módulo de automatización	6
Verificación de las conexiones del PLC	2
Verificar los cables UTP de comunicación de los módulos	2

Fuente: Autores

Tabla 10. Tareas para el sistema mecánico.

SISTEMA MECÁNICO	
Tareas	Frecuencia (Semanas)
Inspección y limpieza de la estructura modular	4
Inspección y ajuste de pernos y elementos de anclaje	12
Inspección y limpieza de las guías	2
Lubricación de las guías	12
Inspección de los motores en derivación en paralelo	8
Inspección de los rodamientos	12
Herramientas: Juego de destornilladores, juego de Allen, pinzas	
Materiales: Brocha, naípe, removedor de impurezas	
Repuestos:	

Fuente: Autores

Las frecuencias de las inspecciones de las tareas de mantenimiento se basan primeramente en las recomendaciones del fabricante, pero también se considera la experiencia adoptada por los autores, ya que se determinó según

6.2.1 *Mantenimiento autónomo.* Se recomienda la aplicación de las diferentes tareas de mantenimiento autónomo antes del funcionamiento del módulo, para evitar la operación errónea de los elementos que podría resultar en el deterioro de los dispositivos electrónicos.

Tabla 11. Tareas de checklist

CHECK LIST							
Tareas	Control						
Inspección de anclajes de los módulos							
Inspección de las fuentes de alimentación							
Inspección de las guías de movimiento							
Limpieza de las guías							
Lubricación de las guías							
Inspección de cilindro y pinza de sujeción							
Inspección de borneras y conexiones en las tarjetas							
Inspección de las tarjetas syslink							
Verificación de las conexiones del PLC							
Verificar los cables UTP de comunicación de los módulos							
Herramientas: Juego de destornilladores, juego de Allen, pinzas							
Equipo: Multímetro digital.							
Materiales: Brocha, naípe, líquido removedor.							
Repuestos: Cable, terminales punteras.							

Fuente: Autores

6.3 Control de dispositivos.

Para la utilización correcta de los módulos, tanto el de automatización como el de transporte es recomendable conocer y aplicar todas las normas de seguridad y las disposiciones acordadas por el encargado de las prácticas en el laboratorio de control y manipulación automática.

6.3.1 *Elementos de seguridad en los equipos.* Para evitar desastres catastróficos al momento del funcionamiento, cuando ha fallado la seguridad en el equipo tales como los sensores y finales de carrera, se debe actuar rápidamente mediante la manipulación de un paro de emergencia tipo hongo, que al enclavarse finaliza totalmente el ciclo de

funcionamiento y retornan los elementos a la posición de inicio, el paro de emergencia está dispuesto en el panel frontal y para reanudar el funcionamiento se debe desenclavarlo.

6.3.2 Clases y grados protección para PLC S7 1200. Los fabricantes del equipo facilitan las normas de protección que son las siguientes.

Clase de protección

- Clase de protección II según EN 61131-2 (el conductor protector no se requiere)

Grado de protección

- Protección mecánica IP20, EN 60529
- Protege los dedos contra el contacto con alta tensión, según ensayos realizados con sondas estándar. Se requiere protección externa contra polvo, impurezas, agua y objetos extraños de < 12,5mm de diámetro.

Tabla 12. Tensiones nominales

Tensiones nominales	Tolerancia
24 V DC	20,4 V DC a 28,8 V DC
120/230 V AC	85 V AC a 264 V AC, 47 a 63 Hz

Fuente: (SIMATIC S7 1200, 2012)

6.3.3 Medidas y disposiciones de seguridad. Para proceder correctamente en la utilización del módulo de transporte y el módulo de automatización es de gran importancia considerar las siguientes normas y disposiciones de seguridad.

La operación del módulo de transporte debe realizarse únicamente al recibir la autorización correspondiente por el encargado del laboratorio de control y manipulación automática, quien es la persona autorizada de impartir las debidas instrucciones de operación del módulo de transporte y establecer las medidas de seguridad aplicables a la operación del módulo.

Antes del funcionamiento del módulo se debe

Conectar los equipos a las respectivas fuentes de alimentación.

Activar los interruptores de encendido.

Verificar el estado de los dispositivos y elementos.

Comprobar que el módulo de transporte esté libre de elementos extraños que impidan su funcionamiento normal.

Conectar los dispositivos neumáticos a la alimentación de aire.

Comprobar la presión adecuada de trabajo que es de 3-6 bares máx.

Verificar la existencia de fugas de aire y si la hubiera desconectarla de la alimentación y corregirla.

Presentar cualquier duda o inquietud al encargado del laboratorio para evitar la manipulación errónea.

Durante el funcionamiento del módulo se debe.

Tomar en cuenta las disposiciones e instrucciones de operación del módulo de transporte por parte del encargado del laboratorio.

Conectar correctamente los cables UTP paralelos según se indique, que es la comunicación del módulo de transporte y el módulo de automatización.

Activar los mandos manuales de funcionamiento.

Realizar el funcionamiento del módulo mediante la manipulación manual desde la pantalla táctil o desde el Pc.

Cargar la programación en el PLC previa comprobación en los simuladores.

Iniciar la simulación automática.

Verificar en todo tiempo el funcionamiento del módulo de transporte, en caso de presentarse algún problema, parar el funcionamiento accionando los pulsadores de paro o paro de emergencia disponibles en el panel frontal del módulo de transporte y avisar al tutor.

Luego del funcionamiento del módulo se debe

Finalizar completamente el proceso de simulación.

Apagar los interruptores de encendido.

Cerrar la alimentación de aire.

Desconectar los dispositivos neumáticos de la alimentación de aire.

Desconectar los cables de comunicación de los módulos y guardarlos en un lugar seguro para evitar estropearlos.

Desconectar los equipos de la fuente de alimentación eléctrica.

Guardar cuidadosamente módulo automático en el lugar destinado

6.4 Mantenimiento y control de los equipos

6.4.1 *Concepto de mantenimiento.* La función del mantenimiento está destinado para aumentar la disponibilidad de las máquinas, equipos, sistemas, etc. Lo cual requiere de una serie de procedimientos en base a normas, para aplicar los métodos y técnicas convenientes según sea el tipo de instalación o sistema a mantenerlo en sus óptimos estados de operación.

El mantenimiento es el conjunto de acciones necesarias para conservar, mantener o restablecer un sistema o equipo en un estado que permita garantizar su funcionamiento al mínimo coste. Los objetivos fundamentales se basan en los siguientes ítems.

- Prevenir y/o corregir averías.
- Cuantificar y/o evaluar el estado de las instalaciones.
- Analizar aspecto económico (costes).

6.4.2 *Mantenimiento de la pantallatáctil.* La pantalla táctil es uno de los dispositivos más importantes dentro del módulo de automatización, por lo cual se debe adoptar las recomendaciones que se muestran a continuación.

Recomendaciones

- Limpiar con regularidad la pantalla táctil y la lámina del teclado.
- Limpiar el panel utilizar un paño húmedo con un producto de limpieza.

- Como producto de limpieza, utilizar únicamente un producto de limpieza espumante para pantallas.
- Antes de limpiar el panel de operador se debe desconectarlo de la fuente de alimentación para evitar reacciones imprevistas.
- Al limpiar el panel operador evitar utilizar aire a presión, chorro de vapor, disolventes o detergentes agresivos ya que puede dañar el equipo.

Procedimiento para la limpieza de la HMI.

- Desconecte el panel de operador.
- Rocíe el producto de limpieza sobre el paño.
- No lo rocíe directamente sobre el panel de operador.
- Limpie el panel de operador con el paño.
- Limpie el display desde el borde de la pantalla hacia adentro.

CAPITULO VII

7 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

7.1 Conclusiones

Se implementaron eficientemente los equipos de control automático, al módulo de transporte en 3 ejes del Laboratorio de Control y Manipulación Automática de la Escuela de Ingeniería de Mantenimiento de la ESPOCH.

Se diseñó el módulo de automatización, considerando la facilidad de acceso de tal forma que su manipulación sea fácil y comfortable.

Se mejoró el funcionamiento y la precisión del módulo de transporte en 3 ejes, mediante la utilización de las tarjetas de conexiones Syslink lo que permitió ahorrar espacio y facilidad de conexiones entre los dispositivos del módulo, así como también la disposición y accionamiento adecuado de los diferentes elementos.

Se estableció una comunicación fija entre el HMI y PLC vía PROFINET la cual fue posible gracias a la utilización del CompactSwitch de cuatro puertos Ethernet.

Se implantó un correcto interfaz hombre máquina para el control y manipulación del módulo de transporte en 3 ejes desde la pantalla táctil KTP600 PN.

7.2 Recomendaciones

Verificar el tipo de sistema operativo del ordenador, antes de instalar el Software TIA PORTAL STEP 7.

Ejecutar el Checklist cada que se vaya a utilizar el equipo, con el fin de precautelar su integridad y funcionalidad.

Tomar en cuenta que las direcciones IP no se desconfiguren, cada vez que se vaya a realizar cambios en la programación o en la configuración de nuevos equipos.

Al utilizar el módulo de transporte en tres ejes, verificar que todos los dispositivos estén correctamente conectados.

Considerar la versión de firmware del PLC, para no tener problemas de incompatibilidad con el TIA PORTAL.

Primero realizar la práctica didáctica en la forma automática y comprobar que el proceso funcione correctamente con la forma manual.

Evitar utilizar elementos con filo sobre la superficie de la pantalla táctil.

Proteger la pantalla táctil contra el polvo, humedad y temperatura para evitar que se deteriore y afecte su correcto desempeño.

BIBLIOGRAFÍA

BENITEZ, R. I. (2013).INFLUENCIA DE LOS COSTOS DE MANTENIMIENTO EN LA TOMA DE DECISIONES. En R. I. Benítez,2013.

CAICEDO, F., & NUÑES, P. (2011). “MONTAJE Y APLICACIÓN DE UNA PANTALLA TÁCTIL PARA LA SIMULACIÓN DE PROCESOS INDUSTRIALES”. En ESPOCH, Tesis de Grado. Riobamba-Ecuador,2011.

MORGAN, T. (2013).MECATRÓNICA EN MOVIMIENTO. Recuperado el 30 de 02 de 2014, Lenguajes de programacion de: <http://movimientomecatronica.blogspot.com/>

NARANJO, E., & SANDOVAL, F. (2013). IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA HMI CON RED PROFIBUS EN EL LABORATORIO DE MECATRÓNICA. En ESPOCH, Tesis de Grado. Riobamaba-Ecuador,2013.

PAZMIÑO, D. (2013). ESTUDIO, Y SELECCIÓN DE ELEMENTOS BÁSICOS DE UN MÓDULO MECATRÓNICO. En U. T. AMBATO, Tesis de Grado (págs. 36-40). AMBATO-ECUADOR,2013.

SIEMENS. (2002).PROGRAMACION EN SIMATIC S7 1200. Recuperado el 01 de 03 de 2014, de:
http://lra.unileon.es/sites/lra.unileon.es/files/Documents/plc/Simatic/Manual_programacion_simatic_s7_300.pdf

SIEMENS, AG. (2009). SIMATIC HMI, Panel de operador. En SIMATIC HMI 2009.de: www.siemens.com/simatic-s7-1200.

SIEMENS, AG. (2013).SIMATIC S7 1200. En Comunicacion (pág. 10). de: www.siemens.com/simatic-s7-1200.

SIEMENS AG. (2009).MANUAL DE PRODUCTO. Recuperado el 06 de 05 de 2014, de SIMATIC S7-1200:
http://www.infopl.net/files/descargas/siemens/infoPLC_net_S71200%20_EasyBook.pdf

SIEMENS, AG. (2009).MANUAL DE USUARIO, SIMATIC HMI. En Siemens de:
www.siemens.com/simatic-hmi.

SIEMENS, AG. (2009).MANUAL DE PRODUCTO. Recuperado el 06 de 05 de 2014,
de SIMATIC S7-1200:

[http://www.infopl.net/files/descargas/siemens/infoPLC_net_S71200%20_EasyBook.p
df](http://www.infopl.net/files/descargas/siemens/infoPLC_net_S71200%20_EasyBook.pdf)

SIMATIC S7 1200. (2012).MANUAL DE SISTEMA S7-1200. Alemania Abril 2012:

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

TECNOLOGIA, I. (2012).AUTOMATIZACIÓN. Recuperado el 06 de 03 de 2014,

de:[http://www.abcinnova.com/articulos-e-información/18-ique-es-un-plc-y-que-
beneficios-tiene.html](http://www.abcinnova.com/articulos-e-información/18-ique-es-un-plc-y-que-beneficios-tiene.html)

VIGNONI, J. (2002).Control de Procesos. En Instrumentación y Comunicaciones
Industriales

de:
[http://www.ing.unlp.edu.ar/electrotecnia/procesos/transparencia/Control_de_Procesos.p
df](http://www.ing.unlp.edu.ar/electrotecnia/procesos/transparencia/Control_de_Procesos.pdf)

WERTLO, F. (2012). Sistemas automáticos CAD,CAM. Recuperado el 20 de 02 de
2014, de Kaia Joyas Uruguay: [http://kaiajoyasuruguay.blogspot.com/2012/06/sistemas-
cad-cam-diseno-asistido-parte_16.html](http://kaiajoyasuruguay.blogspot.com/2012/06/sistemas-cad-cam-diseno-asistido-parte_16.html)

ANEXOS