



**ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE  
CHIMBORAZO.**

**FACULTAD DE MECÁNICA.  
ESCUELA DE INGENIERÍA MECÁNICA.**

**“IMPLEMENTACIÓN DE UNA ESTACIÓN DE  
ALMACENAMIENTO DE PROBETAS DE DISTINTOS  
MATERIALES Y TAMAÑOS CONTROLADOS POR PLC  
Y PANTALLA TÁCTIL PARA EL LABORATORIO DE  
CONTROL Y AUTOMATIZACIÓN DE PROCESOS  
INDUSTRIALES DE LA ESCUELA DE INGENIERÍA  
MECÁNICA DE LA ESPOCH.”**

**GARCES COCA OSCAR LEONARDO.  
SHAGÑAY PUCHA ANGEL ALONSO.**

**TESIS DE GRADO**

Previa a la obtención del Título de:

**INGENIERO MECÁNICO**

**RIOBAMBA – ECUADOR**

**2014**

Facultad de Mecánica

---

## CERTIFICADO DE APROBACIÓN DE TESIS

---

2014 -02- 13

Yo recomiendo que la Tesis preparada por:

---

**GARCES COCA OSCAR LEONARDO**

---

Titulada:

**“IMPLEMENTACIÓN DE UNA ESTACIÓN DE ALMACENAMIENTO DE PROBETAS DE DISTINTOS MATERIALES Y TAMAÑOS CONTROLADOS POR PLC Y PANTALLA TÁCTIL PARA EL LABORATORIO DE CONTROL Y AUTOMATIZACIÓN DE PROCESOS INDUSTRIALES DE LA ESCUELA DE INGENIERÍA MECÁNICA DE LA ESPOCH.”**

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

**INGENIERO MECÁNICO**

---

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

Nosotros coincidimos con esta recomendación:

---

Ing. Marco Santillán Gallegos  
DIRECTOR DE TESIS

---

Ing. Angel Silva  
ASESOR DE TESIS

Facultad de Mecánica

---

## CERTIFICADO DE APROBACIÓN DE TESIS

---

2014 -02- 13

Yo recomiendo que la Tesis preparada por:

---

**SHAGÑAY PUCHA ANGEL ALONSO**

---

Titulada:

**“IMPLEMENTACIÓN DE UNA ESTACIÓN DE ALMACENAMIENTO DE PROBETAS DE DISTINTOS MATERIALES Y TAMAÑOS CONTROLADOS POR PLC Y PANTALLA TÁCTIL PARA EL LABORATORIO DE CONTROL Y AUTOMATIZACIÓN DE PROCESOS INDUSTRIALES DE LA ESCUELA DE INGENIERÍA MECÁNICA DE LA ESPOCH”**

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

**INGENIERO MECÁNICO**

---

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

Nosotros coincidimos con esta recomendación:

---

Ing. Marco Santillán Gallegos  
DIRECTOR DE TESIS

---

Ing. Angel Silva  
ASESOR DE TESIS

# ESPOCH

Facultad de Mecánica

---

## CERTIFICADO DE EXAMINACIÓN DE TESIS

---

**NOMBRE DEL ESTUDIANTE:** OSCAR LEONARDO GARCES COCA

**TÍTULO DE LA TESIS:** “IMPLEMENTACIÓN DE UNA ESTACIÓN DE ALMACENAMIENTO DE PROBETAS DE DISTINTOS MATERIALES Y TAMAÑOS CONTROLADOS POR PLC Y PANTALLA TÁCTIL PARA EL LABORATORIO DE CONTROL Y AUTOMATIZACIÓN DE PROCESOS INDUSTRIALES DE LA ESCUELA DE INGENIERÍA MECÁNICA DE LA ESPOCH.”

**Fecha de Examinación:** 2014-12-18

**RESULTADO DE LA EXAMINACIÓN:**

COMITÉ DE EXAMINACIÓN	APRUEBA	NO APRUEBA	FIRMA
Ing. Carlos Santillán Mariño PRESIDENTE TRIB. DEFENSA			
Ing. Marco Santillán Gallegos DIRECTOR DE TESIS			
Ing. Angel Silva Conde ASESOR			

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

**RECOMENDACIONES:** \_\_\_\_\_

---

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

---

Ing. Carlos Santillán Mariño  
PRESIDENTE DEL TRIBUNAL

# ESPOCH

Facultad de Mecánica

---

## CERTIFICADO DE EXAMINACIÓN DE TESIS

---

**NOMBRE DEL ESTUDIANTE:** ANGEL ALONSO SHAGÑAY PUCHA

**TÍTULO DE LA TESIS:** “IMPLEMENTACIÓN DE UNA ESTACIÓN DE ALMACENAMIENTO DE PROBETAS DE DISTINTOS MATERIALES Y TAMAÑOS CONTROLADOS POR PLC Y PANTALLA TÁCTIL PARA EL LABORATORIO DE CONTROL Y AUTOMATIZACIÓN DE PROCESOS INDUSTRIALES DE LA ESCUELA DE INGENIERÍA MECÁNICA DE LA ESPOCH.”

**Fecha de Examinación:** 2014-12-18

**RESULTADO DE LA EXAMINACIÓN:**

COMITÉ DE EXAMINACIÓN	APRUEBA	NO APRUEBA	FIRMA
Ing. Carlos Santillán Mariño. PRESIDENTE TRIB. DEFENSA			
Ing. Marco Santillán Gallegos. DIRECTOR DE TESIS			
Ing. Angel Silva Conde. ASESOR			

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

**RECOMENDACIONES:** \_\_\_\_\_

---

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

---

Ing. Carlos Santillán Mariño  
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.

---

Oscar Leonardo Garces Coca

---

Angel Alonso Shagñay Pucha

## **DEDICATORIA**

Gracias a todas las personas que he tenido la dicha de conocer, compartir y que me han brindado su apoyo abnegado, con sus consejos, ánimos y acciones que han contribuido en mi formación profesional y que se ve reflejado en esta tesis de grado.

**Oscar Garces Coca**

Dedico esta tesis a DIOS por darme siempre la fortaleza de seguir adelante, a mis padres por haberme dado la vida, educación, apoyado durante toda la vida estudiantil, consejos y apoyo económico. Y a todos mis amigos que siempre estaban apoyando en el transcurso de mi vida estudiantil.

**Angel Shagñay Pucha**

## **AGRADECIMIENTO**

Este presente trabajo de tesis agradezco a Dios por darme la fortaleza y convicción de cumplir mi meta, a mis padres y familiares que han sido mi soporte y guía en todos los ámbitos de mi vida y que me han ayudado a poder conseguir una meta planteada hace tiempo.

A todos mis profesores que me inculcaron sólidos conocimientos en mi formación profesional como Ingeniero Mecánico, dándome así las herramientas necesarias para poder defenderme en el ámbito profesional.

**Oscar Garces Coca**

El más sincero agradecimiento a mis padres y hermanos que siempre me apoyaron para llegar a cumplir con este sueño que es de ser un hombre de bien y con una profesión, y los compañeros q de una u otra manera siempre estaban en los momentos difíciles de mi vida estudiantil.

Además agradezco a los ingenieros que me brindaron sus conocimientos y sus consejos para ser un profesional de éxito, también en ámbito personal.

**Angel Shagñay Pucha**

# CONTENIDO

	Pág.
<b>1. INTRODUCCIÓN</b>	
1.1 Antecedentes .....	1
1.2 Justificación .....	1
1.3 Objetivos.....	2
1.3.1 <i>Objetivo general.</i> .....	2
1.3.2 <i>Objetivos específicos.</i> .....	2
<b>2. MARCO TEÓRICO</b>	
2.1 Introducción .....	3
2.2 Automatización .....	3
2.3.1 <i>Objetivos de la automatización.</i> .....	4
2.3.2 <i>Clases de automatización industrial.</i> .....	4
2.2.2.1 <i>Automatización fija.</i> .....	4
2.2.2.2 <i>Automatización programable.</i> .....	4
2.2.2.3 <i>Automatización flexible.</i> .....	5
2.2.2.4 <i>Ventajas y desventajas de la automatización</i> .....	5
2.3 Electroneumática .....	6
2.3.3 <i>Elementos.</i> .....	6
2.3.4 <i>Dispositivos que participan en un sistema electroneumático básico.</i> .....	7
2.2.3.1 <i>Sensores.</i> .....	7
2.2.3.2 <i>Electroválvulas neumáticas.</i> .....	11
2.2.3.3 <i>Cilindros neumáticos.</i> .....	13
2.2.3.4 <i>Relés.</i> .....	14
2.4 Controlador lógico programable (PLC).....	15
2.4.1 <i>Definición del PLC.</i> .....	15
2.4.2 <i>Funciones del PLC.</i> .....	16
2.4.3 <i>Ventajas y desventajas de los PLC.</i> .....	16
2.4.3.1 <i>Ventajas.</i> .....	16
2.4.3.2 <i>Desventajas</i> .....	17
2.4.4 <i>Clasificación de los PLC.</i> .....	17
2.4.4.1 <i>PLC nano.</i> .....	17
2.4.4.2 <i>PLC compacto.</i> .....	17
2.4.4.3 <i>PLC modular.</i> .....	18
2.4.5 <i>Unidades funcionales de un PLC.</i> .....	18
2.4.5.1 <i>Unidad de entradas.</i> .....	18
2.4.5.2 <i>Unidad de salida.</i> .....	19
2.4.5.3 <i>Memoria.</i> .....	19

2.4.6	<i>Administración de entradas y salidas de un PLC</i> .....	20
2.4.6.1	<i>Bases de montaje.</i> .....	20
2.4.6.2	<i>Puntos de entrada y salida.</i> .....	20
2.5	<i>Pantallas HMI</i> .....	21
2.5.1	<i>Tipos de HMI.</i> .....	22
2.5.1.1	<i>Terminal de operador</i> .....	22
2.5.1.2	<i>PC + software.</i> .....	22
2.5.2	<i>Software HMI</i> .....	22
2.5.3	<i>Desarrolladores de software HMI.</i> .....	23
2.5.4	<i>HMI – hardware.</i> .....	23
2.5.4.1	<i>Criterios de selección de los HMI.</i> .....	23
2.6	<i>Comunicación del PLC y la pantalla táctil HMI vía Ethernet</i> .....	24
2.6.1	<i>Profinet.</i> .....	24
2.7	<i>TIA Portal.</i> .....	26
2.7.1	<i>Tareas del TIA portal.</i> .....	27
2.7.2	<i>Ventajas.</i> .....	27
2.7.3	<i>Vistas del TIA Portal.</i> .....	27
2.7.3.1	<i>Vista del portal.</i> .....	27
2.7.3.2	<i>Vista del proyecto.</i> .....	28
<b>3.</b>	<b>DISEÑO Y MONTAJE DE LOS EQUIPOS PARA EL MÓDULO.</b>	
3.1	<i>Análisis del módulo de almacenamiento por los tipos de materiales.</i> .....	30
3.1.1	<i>Características.</i> .....	30
3.1.2	<i>Componentes del módulo.</i> .....	31
3.1.2.1	<i>Descripción general de los componentes</i> .....	31
3.2	<i>Diseño y montaje del módulo</i> .....	33
3.2.1	<i>Componentes de la estación.</i> .....	33
3.2.1.1	<i>Base de la estación.</i> .....	33
3.2.1.2	<i>Eje vertical.</i> .....	34
3.2.1.3	<i>Brazo horizontal neumático.</i> .....	36
3.2.1.4	<i>Plataforma de almacenamiento.</i> .....	39
3.2.1.5	<i>Módulo de alimentación de probetas.</i> .....	40
3.2.1.6	<i>Panel de operación.</i> .....	40
3.2.1.7	<i>Módulo de control.</i> .....	41
3.2.1.8	<i>Cableado de la estación de control</i> .....	51
3.3	<i>Elaboración de la tarjeta de interfaz entre PLC y el módulo.</i> .....	55
3.3.1	<i>Como se elabora la tarjeta de conexión.</i> .....	56
3.3.2	<i>Diseño y construcción del circuito en la tarjeta de conexión.</i> .....	56
3.3.3	<i>Tarjeta electrónica de comunicación.</i> .....	57
3.3.3.1	<i>Cableado de las tarjeta electrónica</i> .....	59
3.4	<i>Pruebas y calibración del equipo.</i> .....	60

3.4.1	<i>Sin tensión.</i>	60
3.4.2	<i>Con tensión.</i>	61
3.4.2.1	<i>Programa STEP 7 (TIA Portal).</i>	61
3.4.2.2	<i>Configuración de los dispositivos.</i>	62
3.4.2.3	<i>Insertar una CPU.</i>	63
3.4.2.4	<i>Configuración de una CPU sin especificar.</i>	65
3.4.2.5	<i>Calibración y Selección de la pantalla HMI.</i>	66
<b>4.</b>	<b>COMUNICACIÓN ENTRE PLC SIMATIC S7-1200 Y LA PANTALLA TÁCTIL</b>	
4.1	Comunicación vía ETHERNET.	73
4.1.1	<i>Profinet.</i>	73
4.1.2	<i>Comunicación mediante un programa.</i>	74
4.1.2.1	<i>Configuración de una dirección IP para el PLC.</i>	74
4.1.2.2	<i>Configuración de una dirección IP para la pantalla HMI.</i>	75
4.1.2.3	<i>Comunicación entre dos interlocutores.</i>	77
4.1.3	<i>Establecer la conexión de hardware</i>	78
4.1.4	<i>Programación del módulo de almacenamiento.</i>	78
4.1.4.1	<i>Diagrama de grafcet.</i>	79
4.1.4.2	<i>Programación PLC.</i>	80
4.1.4.3	<i>Programación de la pantalla HMI.</i>	87
4.2	Pruebas y calibración de la comunicación ETHERNET.	94
4.2.1	<i>Visualización del programa en el TIA Portal.</i>	94
4.2.2	<i>Test del PLC en el software TIA Portal.</i>	96
<b>5.</b>	<b>ANÁLISIS DE COSTOS ENTRE EQUIPOS DE LAS MISMAS CARACTERÍSTICAS.</b>	
5.1	Costos de los equipos adquiridos.	97
5.2	Costos de otros equipos similares	98
5.2.1	<i>Costos de las marcas más reconocidas</i>	98
5.2.1.1	<i>S7-1200, Siemens.</i>	98
5.2.1.2	<i>Twido, Schneider electric.</i>	99
5.2.1.3	<i>Omrom.</i>	99
5.2.1.4	<i>Delta.</i>	100
5.2.2	<i>Análisis por costos de las marcas más reconocidas.</i>	101
5.3	Análisis de costos	101
5.3.1	<i>Determinación de los costos totales de producción del módulo didáctic.</i>	101
5.3.1.1	<i>Costo primo o costo de producción directo.</i>	102
5.3.1.2	<i>Sueldo y salarios de mano de obra directa.</i>	104
5.3.1.3	<i>Gastos de fabricación.</i>	104
5.4	Resultados del análisis de los costos.	105

<b>6.</b>	<b>MANUAL DE OPERACIÓN, MANTENIMIENTO Y SEGURIDAD DE LOS EQUIPOS.</b>	
6.1	Manual de funcionamiento de los equipos. ....	107
6.1.1	<i>Inicialización del módulo.</i> .....	107
6.1.2	<i>Como dar el correcto funcionamiento de la estación en la forma semi-automática.</i> .....	108
6.1.3	<i>Como dar el correcto funcionamiento del módulo en forma automática</i> ..	109
6.1.4	<i>Como dar el correcto funcionamiento de la matriz de posiciones.</i> .....	110
6.2	Elaboración del plan de mantenimiento de los equipos.....	110
6.2.1	<i>Elaboración de las fichas técnicas.</i> .....	110
6.2.1.1	<i>Sistema de codificación para los equipos.</i> .....	110
6.2.1.2	<i>Datos de los equipos.</i> .....	112
6.2.1.3	<i>Orden de trabajo de mantenimiento preventivo.</i> .....	112
6.2.1.4	<i>Calendario de actividades del mantenimiento preventivo.</i> .....	113
6.2.2	<i>Elaboración del plan de mantenimiento completo para la estación de almacenamiento.</i> .....	114
6.3	Elaboración de métodos de seguridad de los equipos .....	118
6.3.1	<i>Puntos críticos de seguridad de equipos.</i> .....	119
6.3.2	<i>Métodos de seguridad para la estación de control</i> .....	119
6.3.3	<i>Métodos de seguridad del brazo horizontal neumático.</i> .....	123
6.3.4	<i>Métodos de seguridad de la parte eléctrica</i> .....	125
6.4	Elaboración de guía práctica de laboratorio entre el PLC SIMATIC y pantalla táctil. ....	127
6.4.1	<i>Elaboración de la guía de práctica # 1</i> .....	127
6.4.2	<i>Elaboración de la guía de práctica # 2</i> .....	130
6.4.3	<i>Elaboración de la guía de práctica # 3</i> .....	134
6.4.4	<i>Elaboración de la guía de práctica # 4</i> .....	137
<b>7.</b>	<b>CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES</b>	
7.1.	Conclusiones .....	141
7.2.	Recomendaciones .....	142

**BIBLIOGRAFÍA**  
**ANEXOS**  
**PLANOS**

## LISTA DE TABLAS

	<b>Pág.</b>
1 Simbología de las electroválvulas .....	12
2 Nomenclatura según la DIN-ISO .....	13
3 Montaje y desmontaje del CPU .....	45
4 Montaje y desmontaje del CSM.....	47
5 Diagrama de Cableado del PLC .....	52
6 Diagrama de Cableado del CSM.....	53
7 Cableado de la pantalla HMI .....	54
8 Etapas neumáticas y controles eléctricos.....	79
9 Entradas al PLC .....	81
10 Salidas del PLC.....	82
11 Memorias del PLC.....	82
12 Contadores y tiempos .....	83
13 Memorias de la pantalla táctil .....	87
14 Costos de equipos adquiridos .....	97
15 Costos de equipos similares.....	98
16 Costos de equipos similares.....	99
17 Costos de equipos similares.....	100
18 Costos de equipos similares.....	100
19 Costos de la parte mecánica .....	102
20 Costos de la parte neumática .....	102
21 Costos de la parte eléctrica- electrónico.....	103
22 Costos de producción directa o materia prima.....	104
23 Lista de gastos de fabricación .....	104
24 Costos totales de producción .....	105
25 Codificaciones de los equipos .....	111
26 Registro histórico del equipo .....	112
27 Orden de trabajo para mantenimiento preventivo .....	113
28 Calendario de mantenimiento preventivo .....	114
29 Plan de mantenimiento parte mecánica.....	115
30 Plan de mantenimiento parte neumática .....	116
31 Plan de mantenimiento parte eléctrica.....	117
32 Leyenda del plan de mantenimiento.....	118
33 Estación de control.....	119
34 Brazo neumático .....	123
35 Parte eléctrica .....	125
36 Guía de práctica 1 .....	127
37 Guía de práctica 2.....	130
38 Guía de práctica 3.....	134
39 Guía de práctica 4.....	137

## LISTA DE FIGURAS

	<b>Pág.</b>
1	Esquema general de un sistema automatizado ..... 3
2	Cadena de mando en un sistema automatizado ..... 6
3	Contacto Reed (normalmente abierto): diagrama esquemático y símbolo ..... 8
4	Contacto reed: imagen real..... 8
5	Detector inductivo posición: principio de funcionamiento, esquema eléctrico funcional y símbolo ..... 9
6	Imagen real del sensor inductivo ..... 9
7	Detector por reflexión: diagrama esquemático y símbolo ..... 10
8	Imagen real del sensor óptico ..... 10
9	Electroválvula ..... 11
10	Imagen real, dibujo en sección y símbolo de un cilindro de simple efecto ..... 13
11	Imagen real, dibujo en sección y símbolo de un cilindro de doble efecto ..... 14
12	Relé ..... 14
13	Relé: vista en corte y símbolo ..... 15
14	PLC ..... 16
15	Diagrama interno del PLC ..... 18
16	Dispositivo de entrada ..... 19
17	Esquema de salida del PLC ..... 19
18	Configuración básica de un PLC de 16 entradas y 16 salidas ..... 21
19	Pantallas HMI ..... 21
20	Software de HMI ..... 22
21	Terminales de operador ..... 23
22	Conexión vía Ethernet ..... 25
23	Comunicación entre varios equipos por medio de un switch Ethernet ..... 26
24	Comunicación del TIA Portal ..... 26
25	Estructura de la vista del portal ..... 28
26	Estructura de la vista de proyecto ..... 29
27	Módulo de almacenamiento ..... 30
28	Base del modulo ..... 33
29	Eje vertical ..... 34
30	Esquema del cableado del motor en ISIS professional ..... 35
31	Cableado del motor ..... 36
32	Brazo neumático ..... 36
33	Montaje del cilindro neumático ..... 37
34	Montaje de la pinza neumática neumático ..... 38
35	Montaje de la pinza neumática neumático ..... 38
36	Diagrama neumático ..... 39
37	Plataforma de almacenamiento ..... 39
38	Módulo de alimentación de probetas ..... 40
39	Panel de operación ..... 41
40	Caja de metal diseñada en Solidworks ..... 41
41	Caja de metal real ..... 42
42	PLC-CPU 1214C AC/DC/Rly ..... 43
43	Especificaciones generales técnicas del CPU ..... 43
44	CSM 1277 ..... 46
45	Especificaciones generales técnicas de E/S CSM 1277 ..... 46
46	Logo ..... 48
47	Montaje el PLC, CSM, LOGO ..... 48
48	Pantalla Touch SIMATIC KTP600 PN ..... 49
49	Especificaciones técnicas generales KTP 600 PN ..... 49
50	Inclinaciones de la pantalla ..... 50
51	Montaje de la pantalla ..... 51

	Pág.
52	Montaje de la pantalla real.....51
53	Cableado del PLC, CSM, LOGO .....55
54	Tarjeta electrónica shields .....58
55	Cableado de las tarjetas .....59
56	Sistemas de automatización .....61
57	Pantalla de inicio .....62
58	Selección de dispositivos y redes .....63
59	Selección de dispositivos y redes .....63
60	Vista de configuración del hardware .....64
61	Dirección Ethernet .....64
62	Detección de hardware .....65
63	Detección del dispositivo .....66
64	Detección del dispositivo .....66
65	Selección de la OP .....67
66	Selección de las propiedades de la OP .....67
67	Calibración de la pantalla HMI .....68
68	Selección de la pantalla HMI .....68
69	Selección el PLC para la conexión .....69
70	Selección de propiedades .....69
71	Selección de alarmas .....70
72	Selección de ventanas.....70
73	Selección de pantallas.....71
74	Selección de botones .....71
75	Pantalla configurada .....72
76	Puerto Profinet.....74
77	Panel principal .....76
78	Panel principal .....76
79	IP y el nombre de la pantalla táctil .....76
80	Puerto profinet.....77
81	Conexión PLC y HMI .....78
82	Diagrama de grafcet .....80
83	Descripción del proyecto .....84
84	Creación del MAIN .....84
85	Elementos de programación .....85
86	Programa del módulo (encendido).....85
87	Programa (timers, contadores) para la detección de probetas.....86
88	Comandos para cargar el programa al PLC.....87
89	Programa de la pantalla táctil del control manual.....88
90	Presentación de la estación.....89
91	Selección de estado .....89
92	Selección de estado .....90
93	Control manual para el primer nivel .....90
94	Control manual para el segundo nivel.....91
95	Control manual para el tercer nivel .....91
96	Visualización de procesos .....92
97	Monitoreo de los sensores.....92
98	Visualización por secuencia.....93
99	Matriz de posiciones .....93
100	Cargar el programa de la HMI al PLC .....94
101	Visualización del programa en tiempo real .....95
102	Visualización del programa en tiempo real .....96
103	Análisis por precios .....101
104	Revisión del cableado.....107
105	Inicio en la pantalla táctil de forma manual .....108
106	Inicio en la pantalla táctil de forma manual .....109

107	Codificación estandarizada.....	111
108	Codificación según nuestros requerimientos .....	111

## LISTA DE ABREVIACIONES

PLC	Controlador Lógico Programable
HMI	Interfaz Hombre máquina
CSM	Compact Switch Module
TIA	Totally Integrated Automation
CPU	Unidad Central de Procesamiento
CETOP	Comité Europeo de Trasmisiones
DIN – ISO	International Organization for Standardization
ROM	Read o-nly Memory
RAM	Random Access Memory
PID	Proporcional – Integral - Derivativo
PC	Computadora personal
Win CC	Sistema de supervisión sobre PC
SCADA	Supervisory Control and Data Acquisition
UDP	Protocolo User Datagram Protocol
TCP	Transport Control Protocol
E/S	Entradas y Salidas
IP	Protocolo de Internet
MAC	Controlador de Accesos a los Medios
CP	Controlador programable
LED	Diodo Emisor de Luz
TCP	Protocolo de Control de Transmisión
PC/PPI	Computador Personal / Interfaz Punto a Punto
USB/PPI	Unidad de Bus Serial/ Interfaz Punto a Punto
LAN	Red de Área local

## **LISTA DE ANEXOS**

A : Especificaciones técnicas y montaje de los equipos

B: Programación de la estación de almacenamiento en TIA Portal

C: Planos de montaje y diseño de la caja

D: circuito eléctrico hecho en Festo FLUIDSIM

## RESUMEN

Se implementó una estación de almacenamiento de probetas de distintos materiales y tamaños controlados por PLC y pantalla táctil en el Laboratorio de Control y Automatización de Procesos Industriales de la Escuela de Ingeniería Mecánica de la ESPOCH.

Para concebir el equipo cuyo conjunto formado por módulo de monitoreo y estación de almacenamiento, se siguieron las siguientes pautas; planeación para establecer la interfaz hombre máquina más adecuada. Para el diseño mecánico del módulo se utilizó el software Solidworks, el mismo que nos permitió elaborar planos de montaje. Para el sistema electroneumático se utilizó el software Fluidsim, esta herramienta permitió estructurar el diagrama de Graceft y simulaciones electroneumáticas. El software TIA PORTAL nos permitió configurar, comunicar y programar mediante lenguaje Leader los distintos modos de mando de la estación.

Para el mando de los elementos eléctricos, electrónicos, neumáticos y mecánicos se elaboró un manual de operación y guías de prácticas de laboratorio para su adecuada utilización, así como un plan de mantenimiento preventivo para preservar la vida útil, además un manual de seguridad de los equipos y así evitar accidentes y precautelar la seguridad de los usuarios de la estación; además de señalar las zonas críticas, donde se debe tomar exclusiva seguridad por el peligro que representan los mismos.

Finalmente, con la implementación de la estación se dispondrá de un equipo práctico y manipulable el cual se puedan realizar prácticas de laboratorio de las diferentes cátedras impartidas en el área de automatización, y poder conjugar el conocimiento teórico con el práctico, formando así un criterio profesional sólido, técnico, óptimo y necesario en los estudiantes que se forman en la Facultad de Mecánica de la ESPOCH.

## **ABSTRACT**

A storage station specimen of different materials and sizes controlled by PLC and touch screen Control Laboratory and Process Automation School of Mechanical Engineering ESPOCH was implemented.

To conceive the team whose assembly formed by modules for monitoring and storage Station, the following guidelines are followed; planning to establish the most suitable man machine interface. For mechanical design module Solidworks, the same software that allowed us to develop assembly drawings was used. For the Fluidsim electropneumatic system software was used, this tool allowed Graceft structure diagram and electronic simulations. The TIA PORTAL software allowed us to set, communicate and Leader language program using different modes of command of the station.

For controlling the electrical components, electronic, pneumatic and mechanical operations manual and guide lab for proper use, and preventive maintenance plan was developed to preserve the life, a manual safety equipment and prevent accidents and safeguard the personal safety of users of the station; besides pointing out critical areas where security must be taken exclusively by the danger to them.

Finally, with the implementation of the station will have a practical and manipulable computer on which to perform labs in the different subjects taught in the area of automation and power combine theoretical knowledge with practical, thus forming a professional judgment solid, technical, optimal and necessary form students in the Faculty of Mechanics ESPOCH.



## **CAPÍTULO I**

### **1. INTRODUCCIÓN**

#### **1.1 Antecedentes**

En la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, en la Facultad de Ingeniería Mecánica, en el área de formación complementaria, en el laboratorio de la cátedra de Control y Automatización de Procesos Industriales existen módulos y equipos que son muy necesarios y utilizados actualmente en la industria, que provee de importante desarrollo para la formación tanto intelectual como práctica para los estudiantes.

En la actualidad los avances tecnológicos en el campo de aplicación del Ingeniero mecánico requiere un conocimiento vasto y muy bien fundamentado de todos los procesos industriales modernos con instrumentos y equipos que permiten una alta eficiencia tanto en el funcionamiento como del desenvolvimiento en un proceso industrial reflejando un alto nivel de productividad en pequeñas y grandes industrias.

El enfoque de los diversos laboratorios que posee la Escuela de Ingeniería Mecánica es que se complemente el conocimiento adquirido en las cátedras, con una práctica aplicativa de dichos conocimientos obteniendo así una familiarización con el campo laboral actual y además de establecer la interfaz hombre-máquina (HMI) muy necesaria en la actualidad, tomando en cuenta que las prácticas que se realizan deben ser eficientes, confiables, productivas y seguras para los estudiantes.

#### **1.2 Justificación**

El laboratorio de Control y Automatización de Procesos Industriales perteneciente a la Escuela de Ingeniería Mecánica de la Facultad de Mecánica de la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, posee módulos que permiten realizar prácticas en diferentes áreas formativas de carrera. Por lo tanto el requerimiento de realizar prácticas de implementación y simulación de procesos con equipos y software de última tecnología como es la utilización de SIMATIC S7-1200, pantallas táctiles y demás componentes la cual nos obliga a realizar un completo estudio de simulación y recolección de datos en

un determinado proceso para poder alcanzar un nivel funcional óptimo en el desenvolvimiento y la adquisición de destrezas y habilidades en los estudiantes.

Con la implementación de módulos para el laboratorio de Control y Automatización de Procesos Industriales de la Escuela de Ing. Mecánica, nos permitirían brindar a los estudiantes un mejor acondicionamiento de conocimiento en el perfil de formación profesional como Ingeniero Mecánico.

Hallando como estudiantes la necesidad de implementar nuevos y modernos módulos de prácticas, ya que la Escuela de Ingeniería Mecánica no cuenta con los suficientes recursos que permitan la renovación de los laboratorios existentes en nuestro caso de equipos de marca SIEMENS para estar acorde a un alto nivel de competitividad en el conocimiento con las demás Universidades y con el desarrollo tecnológico actual, para que estos ayuden al desarrollo investigativo de los estudiantes además de realizar un aporte a la Escuela de Ingeniería Mecánica, la Facultad de Mecánica y por ende a la ESPOCH.

### **1.3 Objetivos**

**1.3.1 Objetivo general.** Implementar una estación de almacenamiento con el PLC y pantalla táctil para el laboratorio de control y automatización de procesos industriales de la Escuela de Ingeniería Mecánica de la ESPOCH

**1.3.2 Objetivos específicos.**

- Crear una estación de almacenamiento de gran eficiencia y optimización de recursos para los procesos automáticos industriales.
- Elaborar una tarjeta de interfaz entre los equipos de control y el módulo con el fin de disminuir el cableado.
- Establecer una comunicación del PLC SIMATIC S7-1200 y pantalla táctil mediante conexión ETHERNET.
- Obtener una interfaz hombre-máquina (HMI) en un panel de operador para el fácil acceso a la estación de almacenamiento.
- Elaborar un manual de seguridad y mantenimiento preventivo de todos los componentes físicos del equipo.
- Elaborar guías de prácticas de Laboratorio.
- Realizar un análisis económico total del equipo

## CAPÍTULO II

### 2. MARCO TEÓRICO

#### 2.1 Introducción

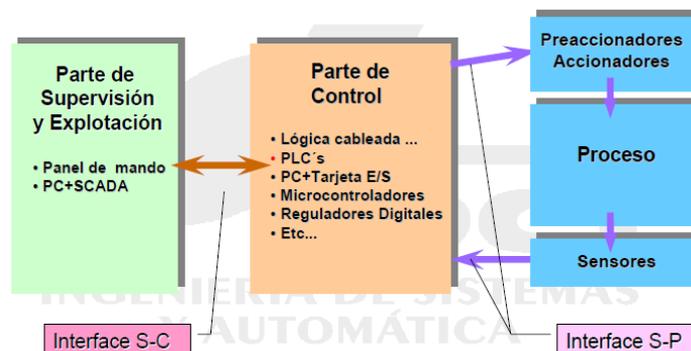
La finalidad de este capítulo es proporcionar las herramientas necesarias para el desarrollo, montaje, programación del banco, permitiendo determinar los requerimientos y materiales necesarios para el desarrollo de la misma.

Las etapas son conocer las funciones generales de cada uno de los equipos a utilizar en el lapso de la implementación del banco, determinar las necesidades, proponer alternativas y finalmente seleccionar los dispositivos adecuados, tomar en cuenta las especificaciones técnicas de cada uno de los equipos.

#### 2.2 Automatización

La automatización se refiere a una extensa variedad de sistemas y procesos de control que se basa en los autómatas programables, es decir utilizando técnicas y equipos para el gobierno de un proceso industrial, de tal forma que ese sistema funcione de forma autónoma, con poca o ninguna intervención humana. Un sistema automatizado ajusta sus operaciones en respuesta a cambios en las condiciones externas en tres etapas: mediación, evaluación y control. (INGA ORTEGA, 2002)

Figura 1. Esquema general de un sistema automatizado



Fuente: <http://davidrojasticsplc.wordpress.com/>

**2.3.1** *Objetivos de la automatización.* Dentro de los principales objetivos de la automatización de procesos están:

- Mejorar la productividad, reduciendo al mínimo los costos de producción.
- Mejorar las condiciones de trabajo del personal, suprimiendo los trabajos repetitivos y peligrosos e incrementando la seguridad.
- Realizar operaciones que, debido a su dificultad y complejidad, son imposibles de controlar intelectual o manualmente por un operador.
- Mejorar la disponibilidad de los productos, pudiendo proveer las cantidades de materia prima necesarias y en el momento preciso, evitando desperdicios y pérdidas.
- Simplificar la operación, de forma que el operario no requiera grandes conocimientos y habilidades para la manipulación y el control del proceso productivo.

**2.3.2** *Clases de automatización industrial*

**2.2.2.1** *Automatización fija.* Se utiliza cuando el volumen de producción es muy alto, y por tanto se puede justificar económicamente el alto costo del diseño de equipo especializado para procesar el producto, con un rendimiento de alta producción.

*Las características típicas son:*

- Fuerte inversión inicial para equipo de ingeniería.
- Altos índices de producción.
- Relativamente inflexible en adaptarse a cambios en el producto.

**2.2.2.2** *Automatización programable.* Se emplea cuando el volumen de producción es relativamente bajo y hay una diversidad de producción a obtener. El equipo de producción es diseñado para adaptarse a las variaciones de configuración del producto; esta adaptación se realiza por medio de un programa (Software).

*Las características típicas son:*

- Fuerte inversión en equipo general
- Índices bajos de producción para la automatización fija
- Flexibilidad para lidiar con cambios en la configuración del producto

- Conveniente para la producción en montones.

**2.2.2.3 Automatización flexible.** Es la más adecuada para un rango de producción medio. Estos sistemas flexibles poseen características de la automatización fija y de la automatización programada. Los sistemas flexibles suelen estar constituidos por una serie de estaciones de trabajo interconectadas entre sí por sistemas de almacenamiento y manipulación de materiales, controlados en su conjunto por una computadora.

*Las características típicas son:*

- Fuerte inversión para equipo de ingeniería
- Producción continua de mezclas variables de productos
- Índices de producción media
- Flexibilidad para las variaciones en diseño del producto. (TEORIA DE LA AUTOMATIZACION, 2009)

#### **2.2.2.4 Ventajas y desventajas de la automatización**

**Ventajas.** La automatización de un proceso frente al control manual del mismo proceso, ofrece ciertas ventajas de orden económico, social, y tecnológico, resaltando las siguientes:

- Se cerciora una mejora en la calidad de trabajo del operador y en el desarrollo del proceso, esta dependerá de la eficiencia del sistema.
- Se obtiene una reducción de costos.
- Existe una reducción en los tiempos de procesamiento de información.
- Flexibilidad para adaptarse a nuevos productos y disminución de la contaminación y daño ambiental.
- Eficiencia en la energía y la materia prima.
- Obtener mayor seguridad en las instalaciones y la protección a los trabajadores.

#### **Desventajas**

- Alto capital
- Decremento severo en la flexibilidad
- Incremento en la dependencia del mantenimiento y reparación

## 2.3 Electroneumática

La Electroneumática es una de las técnicas de automatización que en la actualidad optimiza los procesos a nivel industrial. Su evolución fue a partir de la neumática, que revolucionó la aplicación de los servomecanismos para el accionamiento de sistemas de producción industrial. Con el avance de las técnicas de electricidad y la electrónica se produjo la fusión de métodos y dando así el inicio de los sistemas electro-neumáticos en la industria. (ITESCAM, 2011)

**2.3.3 Elementos.** Dentro de los elementos de un sistema electroneumático es importante reconocer la cadena de mando para elaborar un correcto esquema de conexiones. Cada uno de los elementos de la cadena de mando cumple una tarea determinada en el procesamiento y la transmisión de señales. (CADAVID Vladimir, 2012).

Figura 2. Cadena de mando en un sistema automatizado



Fuente: Autores

#### **2.3.4** *Dispositivos que participan en un sistema electroneumático básico*

- Sensores
- Contactos NA/NC
- Pulsadores e interruptores
- Electroválvulas
- Cilindros Neumáticos
  - Cilindros de doble efecto
  - Cilindros de simple efecto
- Válvulas Lógicas y de secuencia
- Temporizadores
- Relés
- Motores eléctricos
- Fuente de energía ( eléctrica y neumática)

Algunos de los dispositivos mencionados anteriormente se utilizaron para la implementación del banco por ende se analizara los elementos utilizados con el fin de conocer el funcionamiento y la forma de conexión de cada uno, con el cual facilitara el montaje de la misma.

**2.2.3.1** *Sensores.* Los sensores tienen la función de captar información y de transmitir señales procesables a las unidades de evaluación. En numerosas aplicaciones se utilizan sensores de diversas formas y modos de funcionamiento. Considerando su gran variedad, es importante clasificarlos sistemáticamente. Los detectores pueden clasificarse de acuerdo con los siguientes criterios:

- Modo de funcionamiento (óptico, inductivo, mecánico, por fluidos, etc.)
- Magnitud de medición (recorrido, presión, distancia, temperatura, valor pH, intensidad de luz, presencia de piezas, etc.)
- Señal de salida (analógica, digital, binaria, etc.)

Los sensores más difundidos en la automatización industrial son los así llamados detectores de posición, con los que se comprueba la presencia (o la aproximación) de una pieza el cual se analizará en nuestro caso.

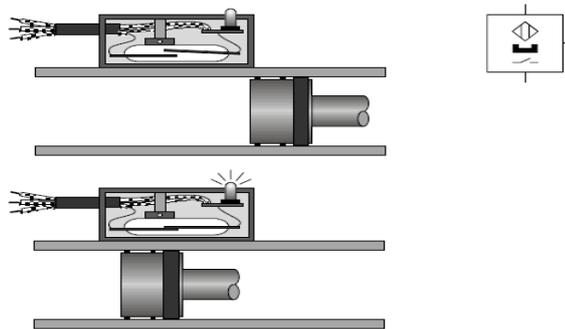
**Sensores de posición.** Los detectores de posición conmutan sin establecer contacto y, por lo tanto, sin que sea necesaria la presencia de una fuerza mecánica externa. Por ello tienen una larga duración y son muy fiables. Se puede distinguir entre los siguientes:

- Detectores con contacto de conmutación mecánico
  - Contacto Reed
- Detectores con salida electrónica
  - Detectores de posición inductivos
  - Detectores de posición ópticos

**Sensores magnéticos (reed).** Los contactos Reed son detectores de posición de accionamiento magnético. Estos detectores tienen dos lengüetas de contacto que se encuentran en un tubo de vidrio lleno de gas inerte. Por efecto de un imán se cierra el contacto entre las dos lengüetas, de modo que puede fluir corriente eléctrica (ver fig. 5).

Tratándose de contactos Reed normalmente cerrados, las lengüetas están pretensadas mediante un pequeño imán. Esta precarga se supera mediante un imán mucho más potente. Los contactos Reed tienen una gran duración y su tiempo de respuesta es muy corto (aprox. 0,2 ms). (Ebel, 2008)

Figura 3. Contacto Reed (normalmente abierto): diagrama esquemático y símbolo



Fuente: (Ebel, 2008 pág. 38)

Figura 4. Contacto reed: imagen real



Fuente: <http://en2.airtac.com/upload/201107180201530151.JPG>

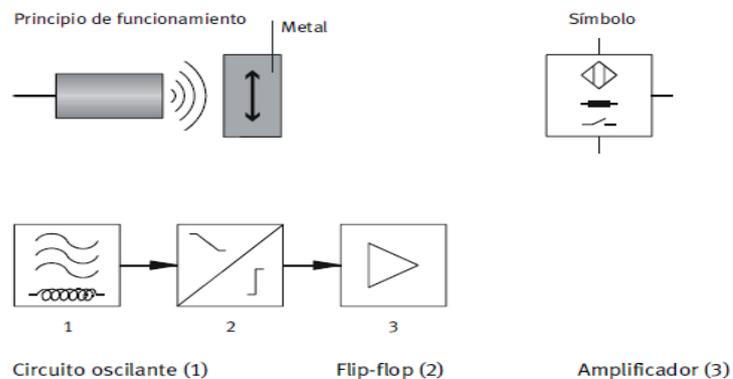
**Detectores de posición inductivos.** Los sensores inductivos son los encargados de dar la presencia de un objeto metálico buen conductor y hasta grafito, por lo que en su interior incorporan una bobina electromagnética, e ignoran la presencia de materiales no metálicos.

▪ **Funcionamiento:**

Un detector inductivo está compuesto por un circuito oscilante o bobina (1), un flip-flop (2) y un amplificador (3) ver la figura 7. Al aplicar una tensión en las conexiones, el circuito oscilante genera un campo magnético alterno (de alta frecuencia) al frente del detector.

Un conductor eléctrico que se acerca a este campo magnético alterno provoca una amortiguación del circuito oscilante. La unidad electrónica conectada en flip-flop y amplificador, evalúa el comportamiento del circuito oscilante y activo la salida. (Ebel, 2008)

Figura 5. Detector inductivo de posición: principio de funcionamiento, esquema eléctrico funcional y símbolo



Fuente: (Ebel, 2008 pág. 40)

Figura 6. Imagen real del sensor inductivo



Fuente: [http://www.gama-me.com/sites/default/files/turck01\\_1.jpg](http://www.gama-me.com/sites/default/files/turck01_1.jpg)

**Detectores de posición ópticos.** Los sensores de ópticos son los que detectan la presencia de un objeto por el lente óptico que tienen integrado en su interior, esta clase de sensores detectan cualquier tipo de material metal, nylon, etc. Las cuales son:

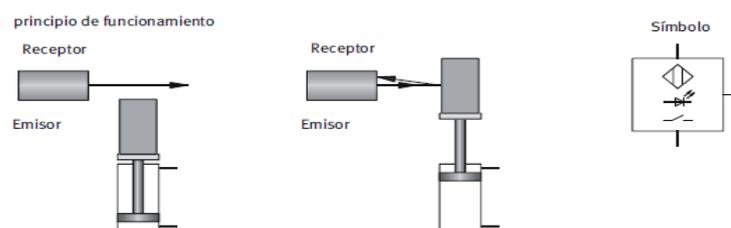
- Barrera de luz unidireccionales
- Barrera de luz reflexión
- Detector por reflexión.

En nuestro caso se trata de un detector por reflexión por tanto a continuación se dará a conocer el funcionamiento de la misma.

▪ **Funcionalidad:**

El emisor y el receptor del detector por reflexión están montadas uno junto al otro en un mismo cuerpo. A diferencia de la barra de luz de reflexión, el detector de reflexión no tiene un reflector propio. Más bien se aprovecha la capacidad de reflexión del objeto o de la pieza que entra en la zona cubierta por el detector. Por tanto si el haz de luz se topa con una superficie reflectante, luz es dirigida hacia el receptor y así conmuta la salida del detector. Por ende solo puede detectar piezas que tengan una gran capacidad de reflexión como por ejemplo metales, colores claros. (Ebel, 2008)

Figura 7. Detector por reflexión: diagrama esquemático y símbolo



Fuente: (Ebel, 2008 pág. 44)

Figura 8. Imagen real del sensor óptico



Fuente: [http://www.pepperl-](http://www.pepperl-fuchs.es/spain/images_inet_lowres_ESN/52_1243_01_4c.jpg)

[fuchs.es/spain/images\\_inet\\_lowres\\_ESN/52\\_1243\\_01\\_4c.jpg](http://www.pepperl-fuchs.es/spain/images_inet_lowres_ESN/52_1243_01_4c.jpg)

**2.2.3.2 Electroválvulas neumáticas.** Una electroválvula es una válvula electromecánica, diseñada para controlar el flujo de un fluido a través de un conducto como puede ser una tubería. La válvula está controlada por una corriente eléctrica a través de una bobina solenoide.

Figura 9. Electroválvula



Fuente: [http://www.qncomponentes.com/qnci/product.php?id\\_product=29](http://www.qncomponentes.com/qnci/product.php?id_product=29)

Estas válvulas se utilizan cuando la señal proviene de un temporizador eléctrico, un final de carrera eléctrica o sensor de cualquier tipo (inductivo, capacitivo, óptico, etc.), presóstatos o mandos electrónicos, excitando a un solenoide que por acción magnética provoca el desplazamiento de un núcleo móvil interno que habilita o no el pasaje de fluido. (NUÑEZ, 2011)

**Clases y funcionamiento.** Una electroválvula tiene dos partes fundamentales: el solenoide y la válvula, el solenoide convierte energía eléctrica en energía mecánica para actuar la válvula. Existen varios tipos de electroválvulas. En algunas electroválvulas el solenoide actúa directamente sobre la válvula proporcionando toda la energía necesaria para su movimiento. Esto quiere decir que el solenoide debe estar activado y consumiendo energía mientras la válvula deba estar abierta. (NUÑEZ, 2011)

**Simbología de las electroválvulas.** La simbología es muy importante a la hora de realizar una instalación ya que ayuda a verificar que válvula corresponde por ende se ara conocer en la siguiente tabla los símbolos de las electroválvulas más utilizadas en la automatización industrial son establecidas por la DIN – ISO 1219 (International Organization for Standardization) y CETOP (Comité Europeo de Trasmisiones Oleohidráulicas y Neumáticas), las cuales utilizan las siguientes nomenclaturas.

Tabla 1. Simbología de las electroválvulas

Válvulas más utilizadas			
N.-	Denominación	Uso del equipamiento y explicación sobre el símbolo	Simbología
1	V.C.D 5/2 Servocomandada	Válvula de control direccional de 5 vías, 2 posiciones, con operación indirecta por piloto.	
2	V.C.D 5/3 C.F. Servocomandada	Válvula de control direccional de 5 vías, 3 posiciones, centro cerrado, con operación indirecta por piloto. Dos posiciones con comando neumático y una tercera, centrada por resorte.	
3	Electroválvula 2/2 NC	Electroválvula Normalmente cerrado de 2 vías, 2 posiciones, con retorno de muelle	
4	Electroválvula 2/2 NA, monoestable	Electroválvula Normalmente abierto de 2 vías, 2 posiciones, monoestable con retorno de muelle	
5	Electroválvula 3/2 NC, monoestable	Electroválvula Normalmente cerrado de 3 vías, 2 posiciones, con retorno de muelle	
6	Electroválvula 3/2 NA, monoestable	Electroválvula Normalmente abierta de 3 vías, 2 posiciones, con retorno de muelle	
7	Electroválvulas monoestable 5/2	Electroválvulas de 5 vías, 2 posiciones, mando electroneumático reacción	
8	Electroválvulas monoestable 5/2	Electroválvulas de 5 vías, 2 posiciones, mando electroneumático reacción a muelle	

Fuente: Autores

Tabla 2. Nomenclatura según la DIN-ISO

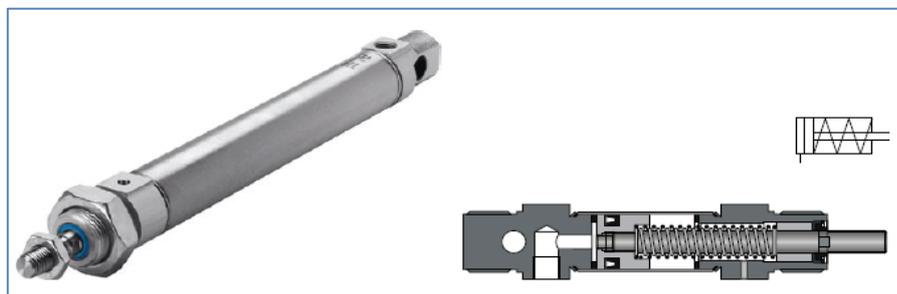
Nomenclatura		
ISO 1219 Alfabética	CETOP Numérica	Función
P	1	Conexión del aire comprimido ( alimentación)
A, B, C	2, 4, 6	Tuberías o vías de trabajo en letras mayúsculas
R, S, T	3, 5, 7	Orificios de purga o escape
X, Y, Z	12, 14, 16	Tubería de control, pilotaje o accionamiento
L	9	Fuga

Fuente: Autores

**2.2.3.3 Cilindros neumáticos.** Los cilindros neumáticos sean dispositivos mecánicos los cuales producen fuerza a menudo o conjuntamente con movimiento. Son los encargados de transformar la energía potencial ya sea del aire comprimido o gas en movimiento cinético. Los más utilizados son el cilindro de doble y simple efecto. (Ebel, 2008)

**Cilindro de simple efecto.** En los cilindros de simple efecto, el aire se alimenta en un solo lado. Por ello, estos cilindros solamente pueden ejecutar un trabajo en un solo sentido. Para que el cilindro retroceda, debe descargarse primero el aire contenido en la cámara para que se mueva el vástago por la fuerza que ejerce el muelle incorporado (ver fig. 12). El aire se descarga a través de un taladro que se encuentran en la culata del cilindro. (Ebel, 2008)

Figura 10. Imagen real, dibujo en sección y símbolo de un cilindro de simple efecto



Fuente: (Ebel, 2008 pág. 55)

**Cilindro de Doble efecto.** Los cilindros de doble efecto reciben aire comprimido en ambos lados. Por ello, estos cilindros pueden ejecutar un trabajo en ambos sentidos. La fuerza que se aplica en el vástago es algo superior en avance que en retroceso, ya que la superficie es mayor en el lado del émbolo que en el lado del vástago (ver fig. 13).

Los cilindros de doble efectos tienen una conexión en cada lado, es decir, en cada cámara de presión. Antes de ejecutarse el movimiento en el sentido contrario, es necesario descargar primero el aire contenido en la cámara del lado opuesto (lado del vástago o lado del émbolo). (Ebel, 2008)

Figura 11. Imagen real, dibujo en sección y símbolo de un cilindro de doble efecto



Fuente: (Ebel, 2008 pág. 55)

**2.2.3.4 Relés.** Los relés son interruptores o dispositivos de conmutación activados por señales, lo cual los hace extremadamente funcionales para que controlen cosas cuando se les manda una señal. (Ebel, 2008)

Figura 12. Relé



Fuente: [http://vuttichaitrading.com/product/13\\_7\\_7.jpg](http://vuttichaitrading.com/product/13_7_7.jpg)

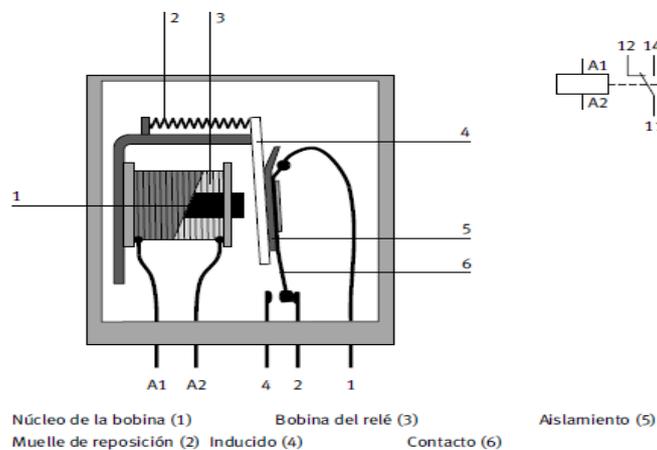
**Aplicaciones de relés.** En sistemas de control electroneumáticos se utilizan relés con los siguientes fines:

- Multiplicar las señales
- Retardar y convertir señales
- Enlazar informaciones
- Separar el circuito de control del circuito principal

Tratándose de sistemas de control puramente eléctricos, se utilizan adicionalmente para separar circuitos de corriente continua de circuitos de corriente alterna.

**Estructura del relé.** Un relé es un interruptor accionado electromagnéticamente, en el que el circuito controlado y el circuito controlador están separados entre sí galvánicamente. Esencialmente está compuesto por una bobina con núcleo de hierro (ver (3) (1) en la fig.15), un inducido como elemento de accionamiento mecánico (4), un muelle de recuperación (2) y los contactos de conmutación (6).

Figura 13. Relé: vista en corte y símbolo



Fuente: (Ebel, 2008 pág. 28)

## 2.4 Controlador lógico programable (PLC)

Con la llegada de los autómatas programables, los llamados PLC, la industria sufrió un impulso importante, que ha facilitado de forma notable que los procesos de producción o control se hayan flexibilizado mucho. (PRIETO, 2007)

**2.4.1 Definición del PLC.** El PLC es un dispositivo de estado sólido, diseñado para controlar procesos secuenciales (una etapa después de la otra) que se ejecutan en un ambiente industrial. Es decir, que van asociados a la maquinaria que desarrolla procesos de producción y controlan su trabajo.

Figura 14. PLC



Fuente:[http://img.weiku.com/waterpicture/2011/10/22/6/SIEMENS\\_S7\\_1200\\_PLC\\_634589505515683908\\_1.jpg](http://img.weiku.com/waterpicture/2011/10/22/6/SIEMENS_S7_1200_PLC_634589505515683908_1.jpg)

**2.4.2 Funciones del PLC.** Un PLC realiza, entre otras, las siguientes funciones:

- Recoger datos de las fuentes de entrada a través de las fuentes digitales y analógicas.
- Tomar decisiones en base a criterios preprogramados.
- Almacenar datos en la memoria.
- Generar ciclos de tiempo.
- Realizar cálculos matemáticos.
- Actuar sobre los dispositivos externos mediante las salidas analógicas y digitales.
- Comunicarse con otros sistemas externos. (PRIETO, 2007)

**2.4.3 Ventajas y desventajas de los PLC**

**2.4.3.1 Ventajas.** Las ventajas de los PLC son las siguientes:

- Menor tiempo empleado en la elaboración de proyectos debido a que:
  - No es necesario dibujar el esquema de contactos.
  - No es necesario simplificar las ecuaciones lógicas ya que, por lo general, la capacidad de almacenamiento del módulo de memoria es lo suficientemente grande como para almacenarlas.
- Posibilidad de introducir modificaciones sin cambiar el cableado y añadir aparatos.
- Mínimo espacio de ocupación
- Menor coste de mano de obra de la instalación

- Economía de mantenimiento. Además de aumentar la fiabilidad del sistema, al eliminar contactos móviles, los mismos autómatas pueden detectar e indicar posibles averías.
- Posibilidad de gobernar varias máquinas con un mismo autómata.
- Menor tiempo para la puesta en funcionamiento del proceso al quedar reducido el tiempo de cableado.

#### **2.4.3.2 Desventajas**

- Hace falta un programador, lo que exige la preparación de los técnicos en su etapa de formación.
- La inversión inicial es mayor que en el caso de los relés, aunque ello es relativo en función del proceso que se desea controlar. Dado que el PLC cubre de forma correcta un amplio espectro de necesidades, desde los sistemas lógicos cableados hasta el microprocesador, el diseñador debe conocer a fondo las prestaciones y limitaciones del PLC. (PRIETO, 2007)

#### **2.4.4 Clasificación de los PLC.**

**2.4.4.1 PLC nano.** Generalmente es un PLC de tipo compacto (es decir, que integra la fuente de alimentación, el CPU y las entradas y salidas) que puede manejar un conjunto reducido de entradas y salidas, generalmente en un número inferior a 100. Este PLC permite manejar entradas y salidas digitales y algunos módulos especiales.

**2.4.4.2 PLC compacto.** Estos PLC tienen incorporada la fuente de alimentación, su CPU y los módulos de entrada y salida en un solo módulo principal y permiten manejar desde unas pocas entradas y salidas hasta varios cientos (alrededor de 500 entradas y salidas), y soportan una gran variedad de módulos especiales, tales como:

- Entradas y salidas análogas
- Módulos contadores rápidos
- Módulos de comunicaciones
- Interfaces de operador
- Expansiones de entrada y salida

**2.4.4.3 PLC modular.** Estos PLC se componen de un conjunto de elementos que conforman el controlador final. Estos son:

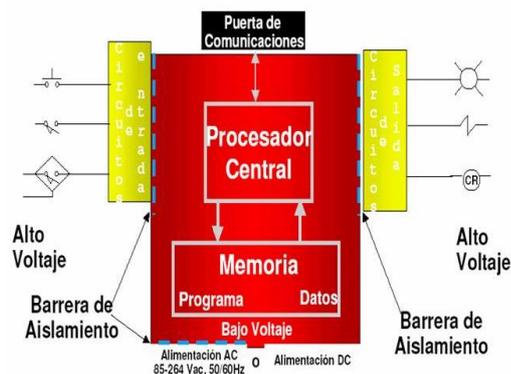
- El Rack
- La fuente de alimentación
- La CPU
- Los módulos de entrada y salida

De estos tipos de PLC existen desde los denominados Micro-PLC que soportan gran cantidad de entradas y salida, hasta los PLC de grandes prestaciones que permiten manejar miles de entradas y salidas. (PRIETO, 2007)

**2.4.5 Unidades funcionales de un PLC.** Un controlador lógico programable se compone de cuatro unidades funcionales:

- La unidad de entradas
- La unidad de salidas
- La unidad lógica
- La unidad de memoria

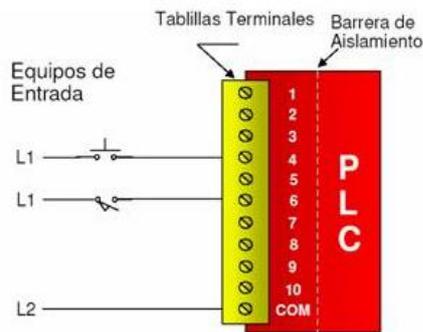
Figura 15. Diagrama interno del PLC



Fuente: (PRIETO, 2007)

**2.4.5.1 Unidad de entradas.** La unidad de entradas proporciona el aislamiento eléctrico necesario del entorno y adecua voltaje de las señales eléctricas que recibe el PLC que provienen de los interruptores de los contactos. Las señales se ajustan a los niveles de voltaje que marca la Unidad Lógica.

Figura 16. Dispositivo de entrada



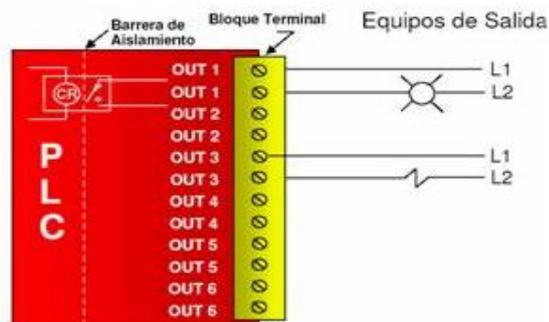
Fuente: (PRIETO, 2007)

A este módulo se unen eléctricamente los captadores (interruptores, finales de carrera, pulsadores,...). (PRIETO, 2007)

**2.4.5.2 Unidad de salida.** Esta unidad acepta las señales lógicas provenientes de la Unidad Lógica y proporciona el aislamiento eléctrico a los interruptores de contactos que se conectan con el entorno.

Las unidades de entrada / salida del PLC son funcionalmente iguales a los bancos de relés, que se empleaban en los antiguos controladores lógicos de tipo tambor. La diferencia radica en que las unidades de entrada / salida de los PLC son de estado sólido. (PRIETO, 2007)

Figura 17. Esquema de salida del PLC



Fuente: (PRIETO, 2007)

**2.4.5.3 Memoria.** La memoria almacena el código de mensajes o instrucciones que tiene que ejecutar la unidad lógica del PLC. Las memorias se pueden clasificar en PROM o ROM y RAM.

**Memoria ROM:** Es la memoria de sólo lectura (Read o-nly Memory). Es un tipo de memoria no volátil, que puede ser leída pero no escrita, es decir, está pregrabada. Se utiliza para almacenar los programas permanentes que coordinan y administran los recursos del equipo y los datos necesarios para ejecutar la operación de un sistema basado en microprocesadores.

**Memoria RAM:** Es una memoria de acceso aleatorio (Random Access Memory). Esta memoria es volátil y puede ser leída y escrita según se desarrolle la aplicación. Durante la ejecución del proceso se puede acceder en cualquier momento a cualquier posición de la memoria. (PRIETO, 2007).

#### **2.4.6** *Administración de entradas y salidas de un PLC*

**2.4.6.1** *Bases de montaje.* El montaje de los diversos módulos del PLC se realiza en slots o espacios preparados en racks o armarios. Los módulos básicos del PLC son:

- Fuente de alimentación
- CPU
- Interfaces de entrada y salida

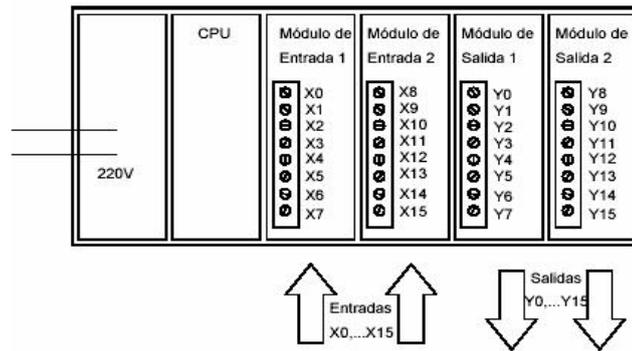
Otros módulos existentes son:

- Módulos de interfaz hombre-máquina (teclado, monitores, etc.)
- Módulos de almacenamiento de información. (PALOMA Prieto, 2007).

**2.4.6.2** *Puntos de entrada y salida.* Los puntos de entrada y salida del PLC son las entradas y salidas físicas que éste puede manejar. Cada punto tiene su representación interna en la memoria del PLC, en la que se utilizan números para identificarlos.

Por lo general los módulos de entrada y salida vienen configurados en grupos de 8 puntos y pueden llegar hasta 1024, ampliables a más. Los puntos de entrada son designados como X0, X1, X2, X3..., mientras que los puntos de salida se identifican como Y0, Y1, Y2, Y3...

Figura 18. Configuración básica de un PLC de 16 entradas y 16 salidas



Fuente: (PRIETO, 2007)

Al diseñar el programa se debe hacer referencia a las variables de entrada y salida que identifican los puntos del PLC. (PRIETO, 2007)

## 2.5 Pantallas HMI

HMI significa "Human Machine Interface", es un dispositivo o sistema que permite el interfaz entre la persona (operador) y la máquina (proceso). Tradicionalmente estos sistemas consistían en paneles compuestos por indicadores y comandos, tales como luces pilotos, indicadores digitales y análogos, etc.

Figura 19. Pantallas HMI



Fuente: <http://spanish.alibaba.com/product-gs/siemens-hmi-mp277-mp377-touch-panel-screen-262826308.html>

En la actualidad, es posible contar con sistemas de HMI bastantes más poderosos y eficaces, además de permitir una conexión más sencilla y económica con el proceso o máquinas. (NIEVAS, 2010)

## 2.5.1 Tipos de HMI

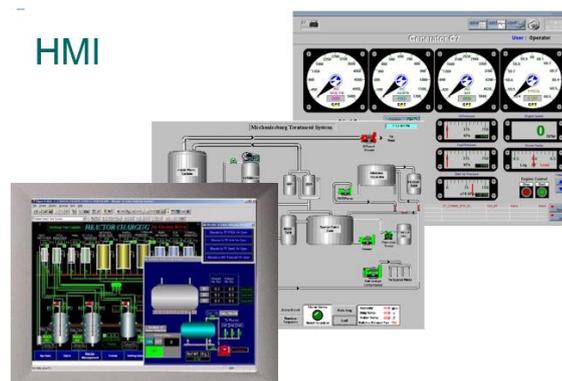
**2.5.1.1 Terminal de operador.** Consistente en un dispositivo, generalmente construido para ser instalado en ambientes agresivos, donde pueden ser solamente de despliegues numéricos, o alfanuméricos o gráficos. Pueden ser además con pantalla sensible al tacto (touch screen). (NIEVAS, 2010)

**2.5.1.2 PC + software.** Esto constituye otra alternativa basada en un PC en donde se carga un software apropiado para la aplicación. Como PC se puede utilizar cualquiera según lo exija el proyecto, en donde existen los llamados Industriales (para ambientes agresivos), los de panel (Panel PC) que se instalan en gabinetes dando una apariencia de terminal de operador, y en general veremos muchas formas de hacer un PC, pasando por el tradicional PC de escritorio. (NIEVAS, 2010)

**2.5.2 Software HMI.** Estos softwares permiten entre otras cosas las siguientes funciones:

- Interfaz gráfica de modo de poder ver el proceso e interactuar con él.
- Registro en tiempo real e histórico de datos.
- Manejo de alarmas.

Figura 20. Software de HMI



Fuente: (NIEVAS, 2010)

Al igual que en los **terminales de operador**, se requiere de una herramienta de diseño o desarrollo, la cual se usa para configurar la aplicación deseada, y luego debe quedar corriendo en el Controlador un software de ejecución (Run Time). (NIEVAS, 2010)

Figura 21. Terminales de operador



Fuente: (NIEVAS, 2010)

**2.5.3 Desarrolladores de software HMI.** Existe una gran variedad que desarrolla el software pero los que más inciden son los siguientes:

- National Instruments (LabView).
- Siemens (WinCC).
- Omron (SCS).
- Allen-Bradley (RS-View).

Por tal razón el software que vamos utilizar en el desarrollo de nuestro Proyecto es Siemens (WinCC).

**2.5.4 HMI – hardware.** Son dispositivos avocados a la tarea de generar una interfaz al operador. A diferencia del software, son subsistemas dentro de un entorno SCADA.

Generalmente se necesita un programa editor para generar la configuración del proceso. Son compatibles con una gran variedad de elementos de automatización y de redes de comunicación. (NIEVAS, 2010)

**2.5.4.1 Criterios de selección de los HMI.** Antes de elegir un producto y hacer números es necesario:

- Desarrollar planes de evaluación y compra coherentes.
- Poner una persona a cargo del proyecto e involucrar a todos los interesados (ingenieros de campo, responsables de operación y mantenimiento, tecnología informática y niveles y gerenciales).
- Investigar los diferentes productos existentes en el mercado antes de enviar una solicitud de compra con las características técnicas respectivas.

- Elegir al proveedor no por los costos altos sino por su liderazgo tecnológico, su experiencia y respaldo técnico-comercial. A largo plazo esto significa un menor costo y un mejor desempeño.
- Analizar las tecnologías disponibles y elegir aquellas que mejor se adecúen a los objetivos de la aplicación.

Elegido el producto, el detalle de la licencia del producto a obtener:

- Plataforma de Hardware y sistema operativo.
- Dispositivos de campo con los que requiere conectividad y protocolos a soportar.
- Cantidad de señales de campo (TAGS) necesarios.
- Módulos opcionales necesarios.
- Conexión en red con otros niveles y equipos de automatización.
- Funcionalidad a implementar (Desarrollo/Runtime). (ULPIANO, 2011)

## **2.6 Comunicación del PLC y la pantalla táctil HMI vía Ethernet**

Los requisitos que deben cumplir las redes de comunicación industrial, sobre todo en cuanto a los sistemas de bus modernos, son enormes y siguen creciendo de forma continua. Se requieren redes de comunicación que, incluso sobre grandes distancias, destaquen por sus prestaciones y permitan aprovechar las múltiples posibilidades del mundo digital. (JACOME Fernando, 2014)

**2.6.1 Profinet.** Para el intercambio de datos a través del programa de usuario con otros interlocutores vía Ethernet:

Para PROFINET y PROFIBUS, la CPU soporta un total de 16 dispositivos y 256 sub-módulos, con un máximo de 8 dispositivos PROFINET IO y 128 sub-módulos, sea cual sea el que se alcance primero.

- Comunicación S7
- Protocolo User Datagram Protocol (UDP)
- ISO on TCP (RFC 1006)
- Transport Control Protocol (TCP)

Como controlador I/O que utiliza PROFINET RT, el S7-1200 se comunica con hasta 8 dispositivos PN en la red PN local o a través de un acoplador PN/PN . Además, soporta un acoplador PN/DP para la conexión con una red PROFIBUS.

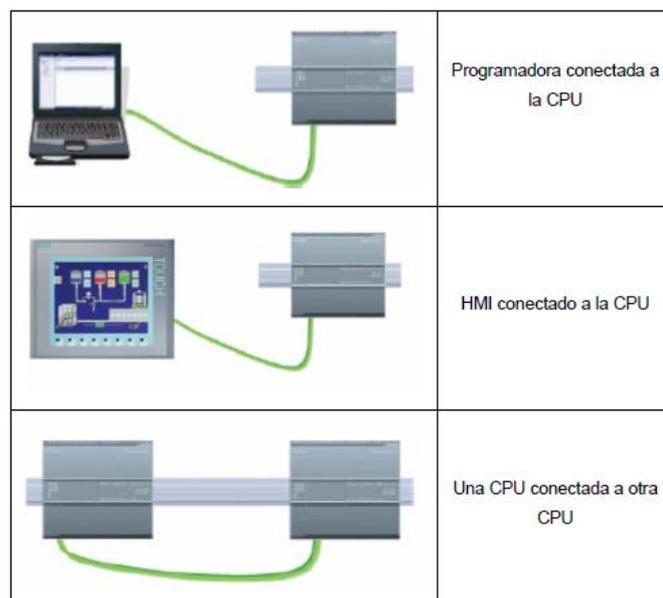
**Conexión local/ interlocutor.** Una conexión local (activo)/interlocutor (pasivo define una asignación lógica de dos interlocutores para establecer servicios de comunicación. Una conexión define lo siguiente:

- Interlocutores implicados
- Tipo de conexión (por ejemplo una conexión de PLC, HMI o dispositivo)
- Ruta de conexión

Los interlocutores ejecutan las instrucciones necesarias para configurar y establecer la conexión. El punto final activo y el punto final pasivo de la comunicación se especifican mediante parámetros. Una vez configurada y establecida la conexión, la CPU la mantiene y la vigila automáticamente.

La CPU se puede comunicar con otras CPUs, con programadoras, con dispositivos HMI y con dispositivos no Siemens que utilicen protocolos de comunicación TCP estándar.

Figura 22. Conexión vía Ethernet

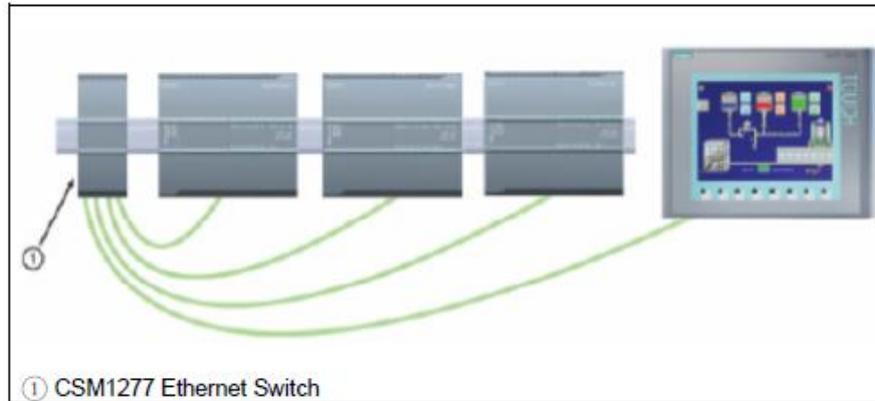


Fuente: (JACOME Fernando, 2014 pág. 25)

El puerto PROFINET de la CPU no contiene un dispositivo de conmutación Ethernet. Una conexión directa entre una programadora o HMI y una CPU no requiere un

conmutador Ethernet. Sin embargo, una red con más de dos CPUs o dispositivos HMI sí requiere un conmutador Ethernet. (JACOME Fernando, 2014 págs. 24-27)

Figura 23. Comunicación entre varios equipos por medio de un switch Ethernet



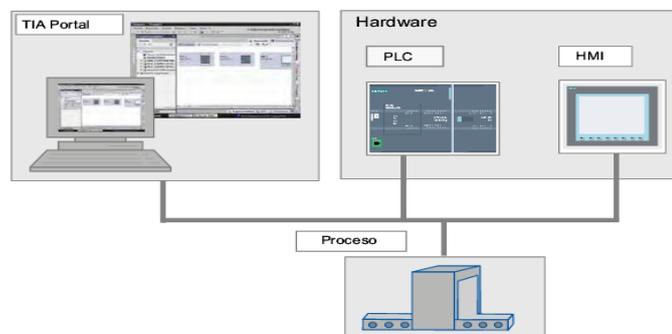
Fuente: (JACOME Fernando, 2014 pág. 26)

## 2.7 TIA Portal

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

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

Figura 24. Comunicación del TIA Portal



**Fuente:** [http://www.iesmigueldecervantes.com/publica/sef/jose\\_fernando/practica\\_tia\\_portal\\_1](http://www.iesmigueldecervantes.com/publica/sef/jose_fernando/practica_tia_portal_1).

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

- Creación del proyecto
- Configuración del hardware
- Conexión en red de los dispositivos
- Programación del controlador
- Configuración de la visualización
- Carga de los datos de configuración
- Uso de las funciones Online y diagnóstico. (I IA AS SM ID 3, 2010)

**2.7.2 Ventajas.** El TIA Portal ofrece las siguientes ventajas:

- Gestión conjunta de los datos
- Manejo unitario de los programas, los datos de configuración y los datos de visualización
- Fácil edición mediante Drag & Drop
- Comodidad de carga de los datos en los dispositivos
- Manejo unitario
- Configuración y diagnóstico asistidos por gráficos. (I IA AS SM ID 3, 2010)

**2.7.3 Vistas del TIA Portal.** Para los proyectos de automatización, el TIA Portal ofrece dos vistas distintas que permiten acceder rápidamente a las herramientas y a los distintos componentes del proyecto:

- 1. Vista del portal:** la vista del portal soporta la configuración orientada a las tareas.
- 2. Vista del proyecto:** la vista del proyecto soporta la configuración orientada a los objetos. (I IA AS SM ID 3, 2010)

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

Figura 25. Estructura de la vista del portal

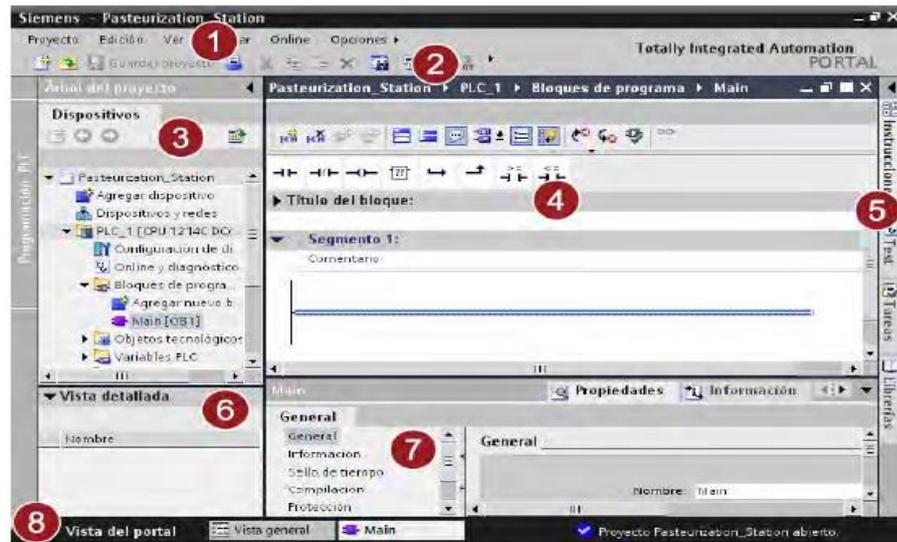


Fuente:[http://www.iesmigueldecervantes.com/publica/sef/jose\\_fernando/practica\\_tia\\_portal\\_1.pdf](http://www.iesmigueldecervantes.com/publica/sef/jose_fernando/practica_tia_portal_1.pdf)

1. **Portales para las distintas tareas.** Los portales proveen las funciones básicas para las distintas tareas. Los portales disponibles en la vista del portal dependen de los productos instalados.
2. **Acciones del portal seleccionado.** Aquí aparecen las acciones que se pueden ejecutar en el portal en cuestión y que pueden variar en función del portal. El acceso contextual a la Ayuda es posible desde cualquier portal.
3. **Ventana de selección de la acción seleccionada.** La ventana de selección está disponible en todos los portales. El contenido de la ventana se adapta a la selección actual.
4. **Cambiar a la vista del proyecto.** El enlace "Vista del proyecto" permite cambiar a la vista del proyecto.
5. **Indicación del proyecto abierto actualmente.** Aquí se indica qué proyecto está abierto actualmente. (I IA AS SM ID 3, 2010).

**2.7.3.2 Vista del proyecto.** La vista del proyecto ofrece una vista estructurada de todos los componentes de un proyecto. En la vista del proyecto hay distintos editores disponibles que ayudan a crear y editar los respectivos componentes del proyecto.

Figura 26. Estructura de la vista de proyecto



Fuente: [http://www.iesmigueldecervantes.com/publica/sef/jose\\_fernando/practica\\_tia\\_portal\\_1.pdf](http://www.iesmigueldecervantes.com/publica/sef/jose_fernando/practica_tia_portal_1.pdf)

1. **Barra de menús.** En la barra de menús se encuentran todos los comandos necesarios para trabajar con el software.
2. **Barra de herramientas.** La barra de herramientas contiene botones que ofrecen acceso directo a los comandos más frecuentes. De esta manera es posible acceder más rápidamente a los comandos que desde los menús.
3. **Árbol del proyecto.** A través del árbol del proyecto es posible acceder a todos los componentes y datos del proyecto. En el árbol del proyecto pueden realizarse p. ej. Las siguientes acciones:
  - Agregar componentes
  - Editar componentes existentes
  - Consultar y modificar las propiedades de los componentes existentes
4. **Área de trabajo.** En el área de trabajo se visualizan los objetos que se abren para editarlos.
5. **Task Cards.** Las Task Cards están disponibles en función del objeto editado o seleccionado. Las Task Cards disponibles se encuentran en una barra en el borde derecho de la pantalla. Se pueden expandir y contraer en todo momento.
6. **Vista detallada.** En la vista detallada se visualizan determinados contenidos del objeto seleccionado. Los contenidos posibles son p. ej. Listas de textos o variables.
7. **Ventana de inspección.** En la ventana de inspección se visualiza información adicional sobre el objeto seleccionado o sobre las acciones realizadas.
8. **Cambiar a la vista del portal.** El enlace "Vista del portal" permite cambiar a la vista del portal. (I IA AS SM ID 3, 2010)

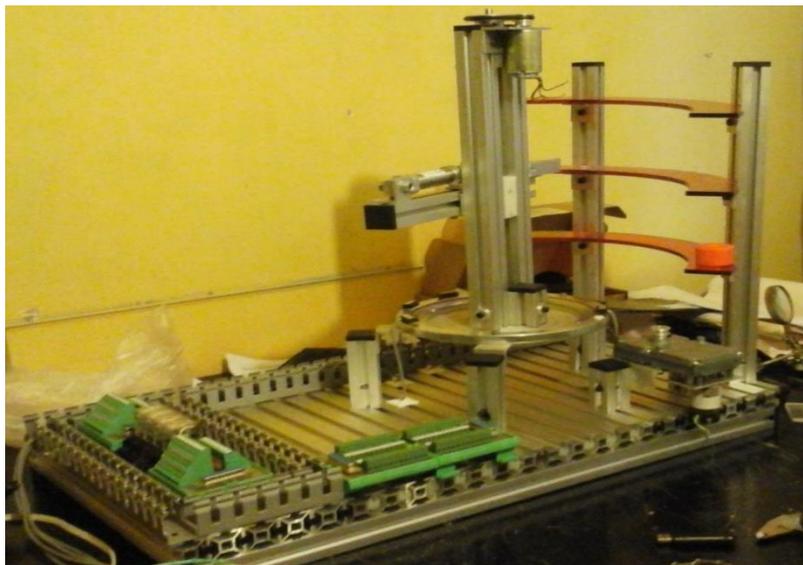
## CAPITULO III

### 3. DISEÑO Y MONTAJE DE LOS EQUIPOS PARA EL MÓDULO.

#### 3.1 Análisis del módulo de almacenamiento por los tipos de materiales.

**3.1.1 Características.** La estación de almacenamiento está diseñada para dar a conocer el funcionamiento de un sistema de almacenamiento mediante un Controlador Lógico Programable, pantalla HMI, Software y Hardware que compone el sistema dando las ordenes apropiadas como se indica a continuación en la figura.

Figura 27. Módulo de almacenamiento



Fuente: autores

La función que debe cumplir la estación es seleccionar las probetas y almacenar en sus niveles respectivos con la ayuda del brazo neumático que se describirá más adelante.

A la estación diseñada deberá ingresar una sola probeta con el fin de evitar los disturbios a la hora de detectar por los sensores respectivos ya sea por el tipo de material o el tamaño de la misma.

Además la estación deberá realizar el almacenamiento en tres plataformas distintas el cual ira constituida de la siguiente manera: en la primera planta tres probetas con una altura de 15 cm de alto, un diámetro 40mm que se mantiene para todas las plantas y diferentes materiales (nylon, aluminio), en la segunda planta varia la altura a 20 cm y en la última planta será de 25 cm de altura con sus respectivos materiales.

**3.1.2 Componentes del módulo.** La estación está constituido de los componentes principales que se menciona a continuación:

- Base del módulo
- Eje vertical
- Brazo horizontal neumático
- Plataforma de almacenamiento
- Estación de alimentación de probetas
- Estación de control (PLC, Pantalla HMI)
- Tarjetas de conexión
- Panel de operación

Además tiene algunos elementos de vital importancia en la estación y son:

- Sensores (óptico, inductivo, marca (color))
- Relés
- Motor CC
- Cable de comunicación PLC – HMI

#### **3.1.2.1 Descripción general de los componentes**

- **Base de la estación:** es la parte donde se ubica la estructura de la estación de almacenamiento y está constituida por una serie de perfiles de aluminio. Además sus dimensiones son de 35 cm de ancho y 69 cm de largo.
- **Eje vertical:** el eje vertical en si es la parte donde ayuda a girar el brazo neumático a los dos sentidos y a girar completamente. Este eje está compuesto por un tornillo sin fin diseñado en acero, un plato de aluminio donde están ubicados los rodamientos

y una polea que por medio de una banda y la ayuda de un motor de Cc brindan el movimiento al tornillo sin fin.

- **Brazo horizontal neumático:** es la parte más primordial de la estación ya que cumple con la función de llevar la probeta del punto de alimentación hacia la plataforma respectiva según ordene el programa con un movimiento giratorio en los dos sentidos por medio del eje, también hacia arriba y abajo según la ubicación que corresponda a la probeta en los niveles de plataforma de almacenamiento respectivos.

El brazo está constituida por una pinza neumática el cual agarra las probetas, pistón de simple efecto, finales de carrera y dos electroválvulas neumáticas.

- **Plataforma de almacenamiento:** es la estación donde van ubicadas las respectivas probetas y está conformada por tres niveles hechos en acrílico y perfiles de aluminio, donde están ubicadas cada una de las probetas de diferentes tamaños y materiales.
- **Módulo de alimentación de probetas:** es el parte donde se colocan las probetas y está conformado por un perfil, una base de acrílico y por los sensores (Inductivos, ópticos) que detectan a que material corresponde y el tamaño.

**Módulo de control:** es el sistema que ordena que trabajo debe cumplir la estación por medio del programa realizada en el TIA PORTAL y luego enviada al PLC, pantalla HMI. Es decir es la memoria de la estación de almacenamiento.

El módulo está constituida por una caja hecha en chapa metálica, PLC, Pantalla HMI, Tarjetas de conexión.

- **Tarjetas de conexión:** estas tarjetas ayudan a mejorar el cableado del banco y mayor facilidad. El desarrollo de las mismas se indicara más adelante.
- **Panel de operación:** son las botoneras que dan el inicio o el paro del funcionamiento de la estación con sus respectivos códigos de colores, que se lo realizan manualmente.

El Sistema de almacenamiento tiene la posibilidad de ser controlado, de forma manual por medio de interruptores en el panel de operación como se mencionó, de forma

automática por medio del PLC o por una combinación de los controles manuales y del PLC.

Los elementos sensores (inductivos y Ópticos) se conectan al PLC por medio de tarjetas de conexión. Cada uno de estos sensores está conectado al panel de control con un conector de conexión rápida.

Es posible realizar la programación del PLC desde el computador con el Software de programación TIA PORTAL. Para programar el PLC a partir de un ordenador, se necesita una Interfaz para PC (cable conexión).

### **3.2 Diseño y montaje del módulo**

Los elementos y componentes necesarios para el montaje de la estación de almacenamiento, fueron seleccionados de acuerdo a las necesidades y exigencias que presenta la estación de almacenamiento y considerando los avances tecnológicos en lo que concierne a dispositivos de automatización y control, para así obtener el mejor rendimiento de la estación y la ejecución eficaz de cada una de las tareas dirigidas.

**3.2.1 Componentes de la estación.** A continuación se da a conocer las características principales y la selección de los diferentes componentes y elementos de la estación de almacenamiento.

**3.2.1.1 Base de la estación.** Como en todo proyecto se inició construyendo la base donde ira montada y diseñada la estructura del módulo de almacenamiento que servirá para cumplir nuestro objetivo.

Figura 28. Base del modulo



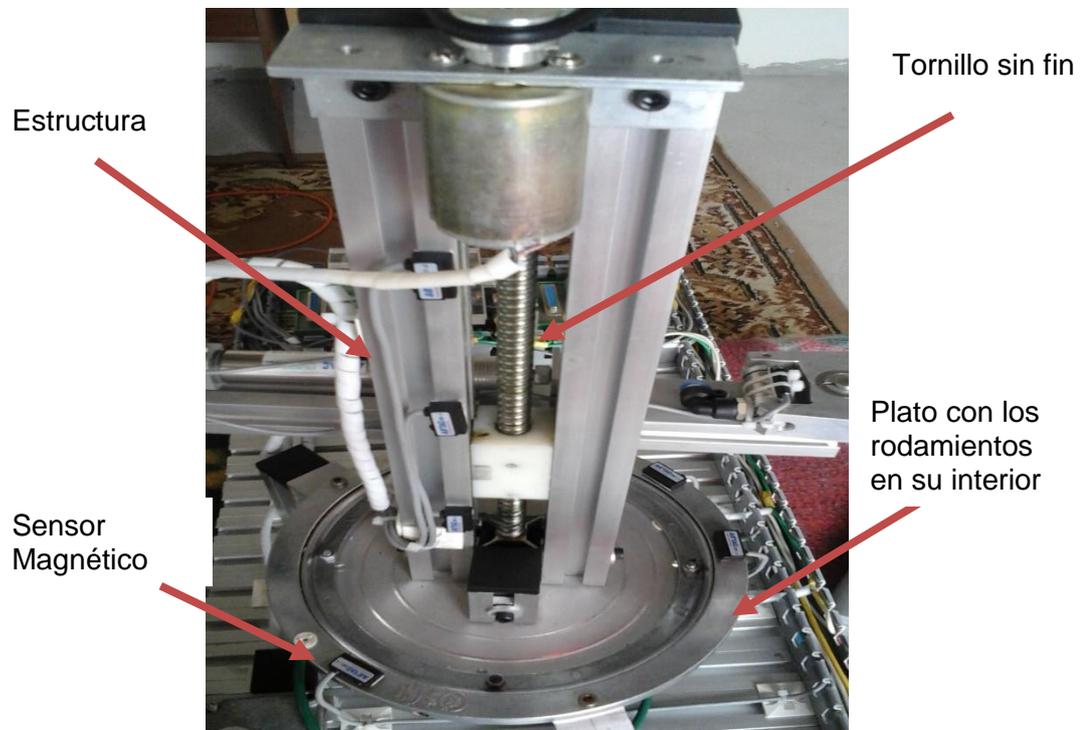
Fuente: Autores

La base es construida con perfiles de aluminio estructurado con una medida de 3 x 3 cm correspondiente, todas las piezas fueron fijadas por medio de buolones diseñado específicamente para este tipo de trabajos los cuales son un tipo de remaches utilizados para ensamblar perfiles de aluminio estructurado.

Principalmente fue seleccionado el aluminio estructurado debido a su bajo peso, resistencia y facilidad de corte y maniobre para dar forma a cada una de las piezas, también que son perfiles estándares y se pueden encontrar fácilmente en el mercado de la automatización.

**3.2.1.2 Eje vertical.** El eje vertical está diseñado y conformado por una base circular montada encima de la base de la estación con la ayuda de los perfiles estructurado, también fue acoplado un plato con rodamientos en su interior para su movimiento giratorio en sus dos sentidos, luego se colocó el tornillo sin fin en forma vertical diseñada específicamente para la estación de almacenamiento con sus pasos adecuados el cual fue construido en un acero al carbono, además de las poleas y la banda con el motor que realizan el movimiento.

Figura 29. Eje vertical

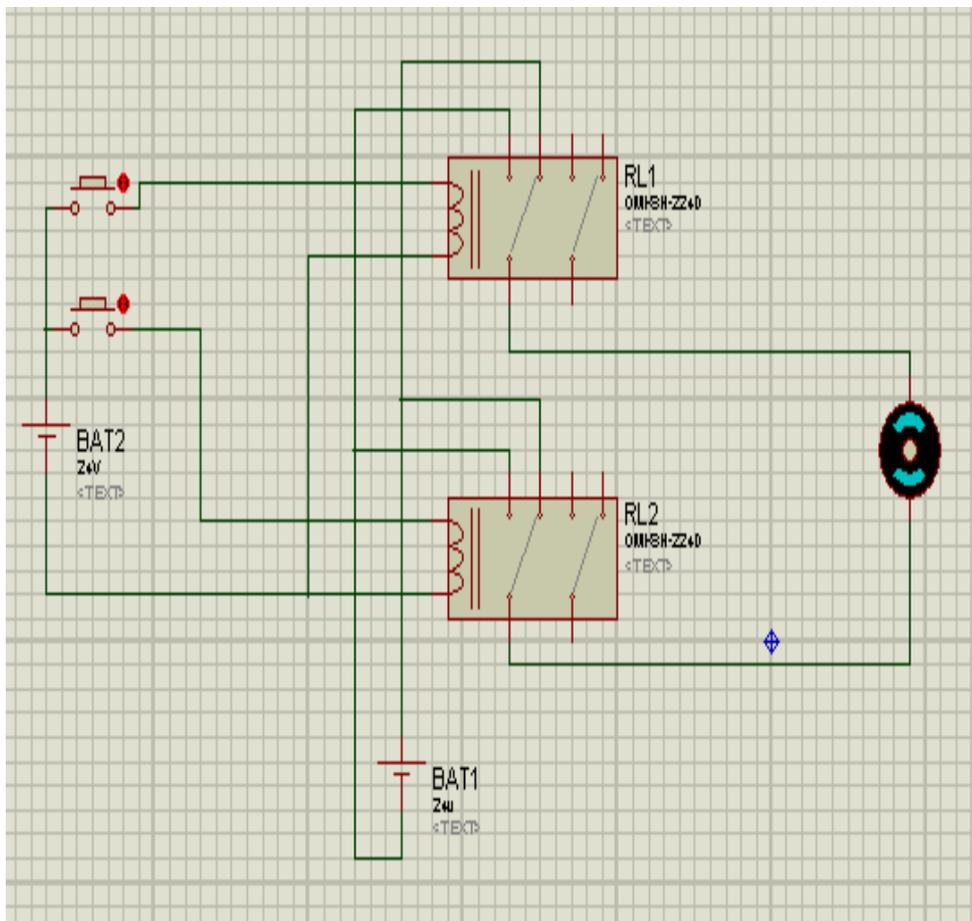


Fuente: autores

Los sensores magnéticos están colocadas en la parte vertical en tres diferentes posiciones con cinta doble fas para que el brazo neumático sea detectado y se ubique en los tres niveles respectivos de la plataforma de almacenamiento. También están colocados otros sensores magnéticos en el perímetro del plato para la ubicación de tres diferentes posiciones en cada nivel y además para llevar a la estación de almacenamiento como se muestra en la figura 29.

El motor fue instalado con dos relés de computación doble para realizar el giro en sus dos sentidos como se muestra en el siguiente esquema:

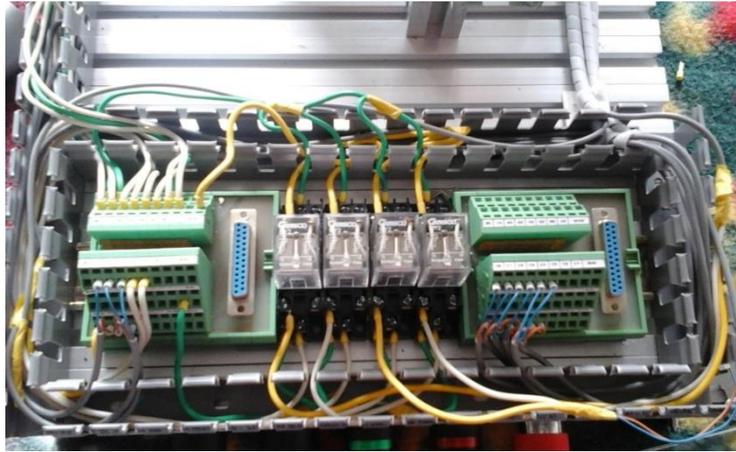
Figura 30. Esquema del cableado del motor en ISIS professional



Fuente: Autores

En el cableado original cabe recalcar que la línea que une con los switches está colocados en las tarjetas verdes como se indica en la figura 31. Los contactos abiertos y cerrados están conectados a un transformador externo de 24V.

Figura 31. Cableado del motor

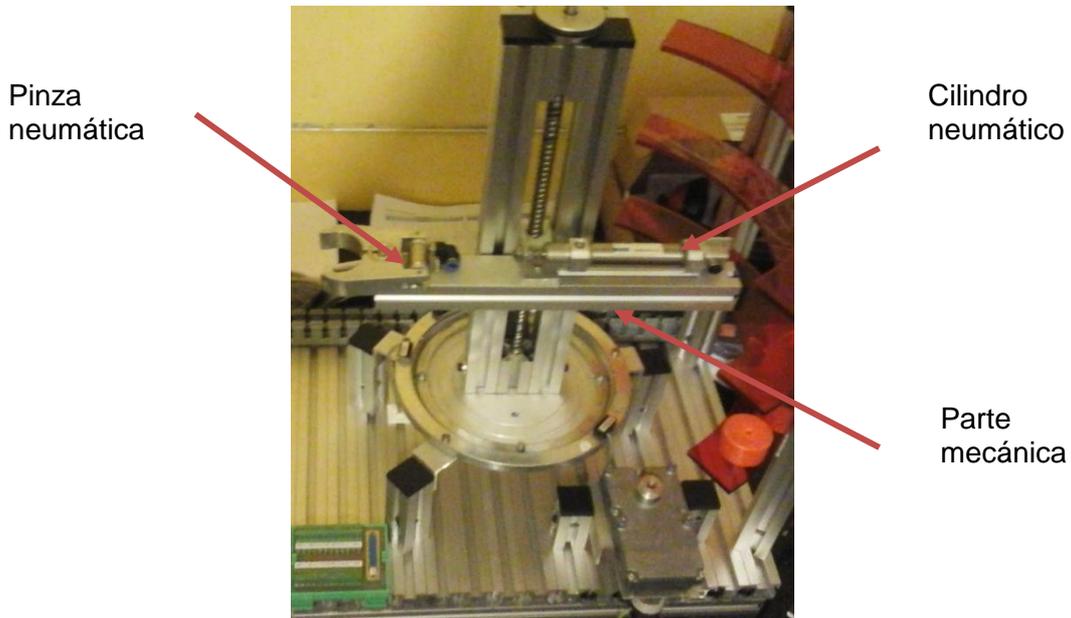


Fuente: Autores

Esta parte del módulo ayudara para el montaje del brazo horizontal neumático para cumplir su función de bajar o subir según lo requerido.

**3.2.1.3 Brazo horizontal neumático.** Esta parte del módulo fue diseñada mediante los parámetros necesarios para llegar al objetivo que es almacenar, por ende se optó por una parte mecánica y neumática según las necesidades de nuestro caso.

Figura 32. Brazo neumático



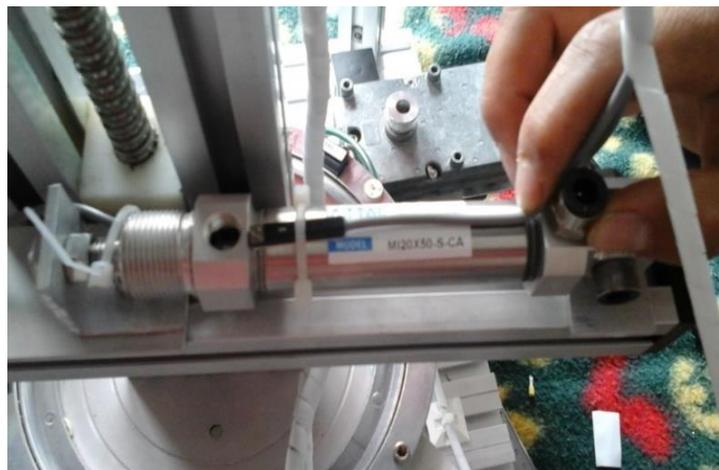
Fuente: autores

La parte mecánica se plasmó con la ayuda de los perfiles de aluminio estructurado y acoplado con un elemento enroscada hecha en un material de polímero para poder deslizar hacia arriba y abajo por medio del eje vertical, además la parte mecánica ayudara para acoplar la parte neumática que es lo primordial.

La parte neumática es de vital importancia en este caso por lo que ayuda a la pinza neumática a agarrar a las probetas para así trasladarlos.

El cual fue colocado encima de la parte mecánica como es el pistón de simple efecto la misma que fue seleccionada de acuerdo a las necesidades, a las características apropiadas para nuestro proyecto los cuales son mini cilindros y se optó por la siguiente marca que es AIRTAC por su bajo costo y buena confiabilidad flexibilidad, con una serie de MI 20X50 –S- CA (sus propiedades ver en el ANEXO A), el cual nos ayudar para el movimiento en sentido lineal.

Figura 33. Montaje del cilindro neumático



Fuente: Autores

La pinza neumática fue diseñada y más no seleccionada ya que no se encontró en el mercado pinzas neumáticas adecuadas para nuestro proyecto. La pinza fue acoplada en el extremo del vástago del pistón para que cumpla su función como se muestra en la figura.

Figura 34. Montaje de la pinza neumática neumático



**Fuente:** Autores

Para el accionamiento de cada uno de los cilindros se seleccionó dos electroválvulas 3/2 de modelo VP542R por lo que cumple con todas las características necesarias y propiedades para nuestro proyecto. Además las válvulas fueron colocadas encima de la base como se muestra a continuación:

Figura 35. Montaje de la pinza neumática neumático

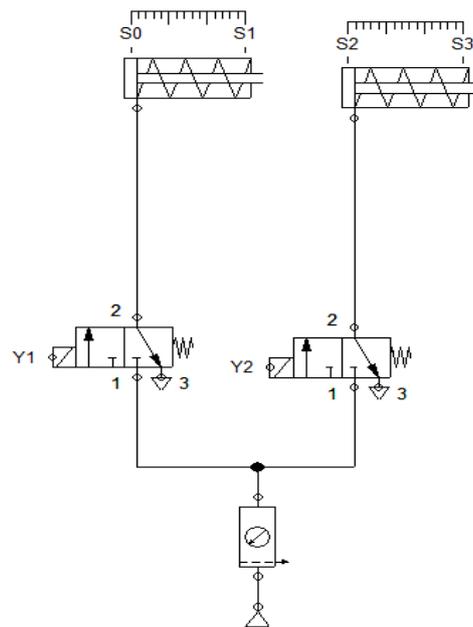


**Fuente:** Autores

Las características de las electroválvulas se indican en el ANEXO A

La conexión de las electroválvulas con los cilindros se lo realizo con una manguera neumática de 6, una vez comprobada el diagrama neumático en Festo FluidSIM con una secuencia  $A^+ B^+ A^-$  TIEMPO  $A^+ B^- A^-$  TIEMPO

Figura 36. Diagrama neumático

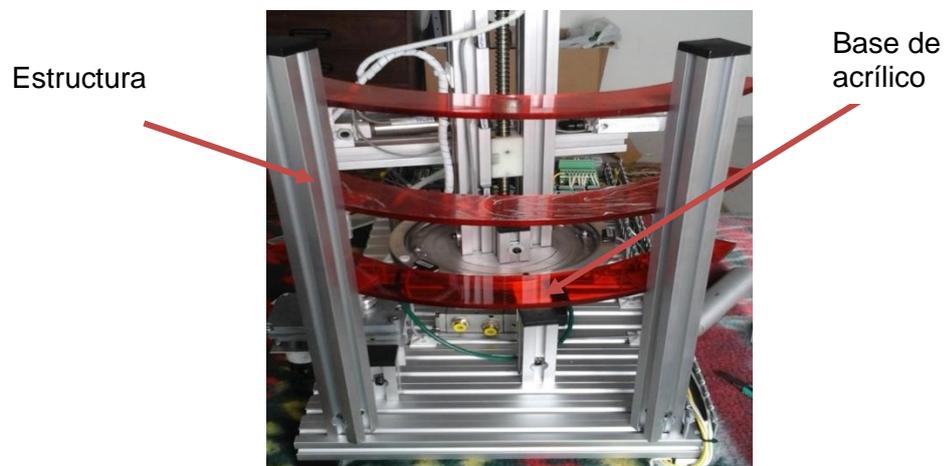


Fuente: Autores

El diagrama eléctrico se indica en el ANEXO D

**3.2.1.4 Plataforma de almacenamiento.** La plataforma de almacenamiento está ubicada en la parte posterior de la base del módulo la misma que es diseñado la estructura con los perfiles de aluminio y la parte donde se asienta las probetas es de acrílico, este material fue seleccionado por su bajo peso y su resistencia.

Figura 37. Plataforma de almacenamiento

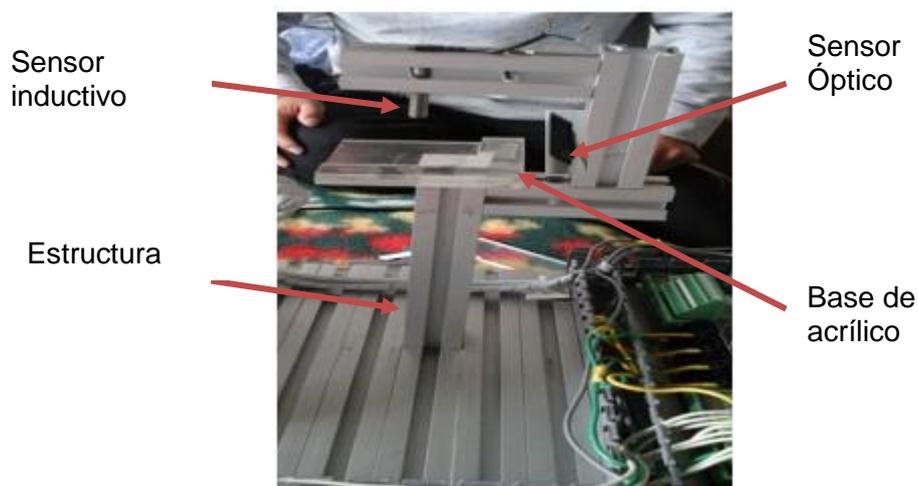


Fuente: Autores

Además fue diseñada en forma de semicircunferencia por lo que el brazo neumático que ubica las probetas gira en forma circular. También están ubicados en tres niveles diferentes del mismo material y el mismo diseño para un correcto almacenamiento.

**3.2.1.5 Módulo de alimentación de probetas.** Esta parte de la estación fue montada con un perfil de aluminio estructurado encima de la base de la estación, además esta añadida una placa de acrílico a una altura de 40 cm de la base, de color transparente como base donde irá ubicadas cada una de las probetas.

Figura 38. Módulo de alimentación de probetas



Fuente: autores

También se colocaron tres sensores para la detección ya sea del tamaño o del tipo de material que dará el inicio de funcionamiento de la estación. Estos sensores fueron seleccionados de acuerdo a la función que debían desarrollar los cuales son un sensor inductivo y dos sensores ópticos las características se dará a conocer en el ANEXO A.

**3.2.1.6 Panel de operación.** El panel de control fue ubicado en la parte frontal de la base, de tal manera que está incluida botoneras de paro de emergencia, pulsadores e indicadores de colores, los cuales fueron seleccionados por la gran variedad de marcas existentes en el mercado, por ende se eligió todas las botoneras de CAMSCO por su buena resistencia, muy buena funcionalidad, además el precio de las misma son muy adecuadas para este tipo de proyectos con fines educativos.

Figura 39. Panel de operación



Fuente: Autores

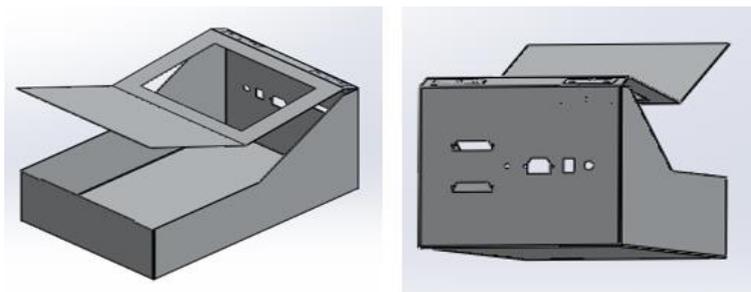
El montaje de cada una de las botoneras se lo realizo en un perfil L de aluminio 3X3 cm que es muy adecuado para el modelo del módulo para mayor facilidad de cableado y fácil desmontaje.

**3.2.1.7 Módulo de control.** El diseño de la módulo de control es uno de los más importantes, porque es la memoria de estación de almacenamiento, es decir es la parte donde salen todas las órdenes que debe realizar, por los programas hechos en TIA PORTAL. Los elementos que contiene el módulo se los menciona a continuación:

- Caja de metal
- Controlador Lógico Programable.
- Pantalla HMI
- Cables de conexión

**Caja de metal.** La caja está diseñada tomando en cuenta las dimensiones de los elementos que se encuentran dentro de ella, también tomando muy en cuenta la forma estética y la facilidad de manejo, por tal motivo es construido en chapa metálica con un espesor de 1,5 mm como se muestra en la figura.

Figura 40. Caja de metal diseñada en solidworks



Fuente: Autores

Las dimensiones detalladas y el plano de construcción de la caja se muestran en el ANEXO C

Los agujeros que se realizaron en la caja son para los siguientes elementos:

- Porta fusible y fusible de protección.
- Switch ON/OFF.
- Conector db 25 hembra
- Conector fuente de poder

La caja además de los elementos mencionados incluye en su interior el PLC, Pantalla HMI, logo y tarjetas de conexión. La estación en su forma real se muestra en la siguiente figura:



Fuente: autores

**Controlador Lógico Programable.** Hoy en día existe una gran variedad de Controladores Lógicos Programables, las cuales son fabricadas por empresas muy reconocidas a nivel mundial. Pero en la actualidad las industrias ecuatorianas trabajan con la marca SIEMENS por tal razón se vio la necesidad de trabajar con una de ellas por lo que la estación es una simulación que podría implementarse en la industria y además por su alto grado de confiabilidad, flexibilidad, bajo costo para fines educativos.

De la gran variedad de PLC SIEMENS que tiene la marca se seleccionó el PLC SIEMENS 1200 y el CPU 1214C AC/DC/RIy, por lo que cumple con todos los requerimientos, especificaciones, salidas, entradas, sus entradas de conexión Ethernet

necesarias para la elaboración de nuestro proyecto. Por ende se dará a conocer las especificaciones técnicas debidas a continuación.

Figura 42. PLC-CPU 1214C AC/DC/Relé



Fuente: Autores

Figura 43. Especificaciones generales técnicas del CPU

Datos técnicos	CPU 1214C AC/DC/relé	CPU 1214C DC/DC/relé	CPU 1214C DC/DC/DC
Referencia	6ES7 214-1BG40-0XB0	6ES7 214-1HG40-0XB0	6ES7 214-1AG40-0XB0
Dimensiones A x A x P (mm)	110 x 100 x 75	110 x 100 x 75	110 x 100 x 75
Peso de envío	475 gramos	435 gramos	415 gramos
Disipación de potencia	14 W	12 W	12 W
Intensidad disponible (SM y bus CM)	1600 mA máx. (5 V DC)	1600 mA máx. (5 V DC)	1600 mA máx. (5 V DC)
Datos técnicos	CPU 1214C AC/DC/relé	CPU 1214C DC/DC/relé	CPU 1214C DC/DC/DC
Intensidad disponible (24 V DC)	400 mA máx. (alimentación de sensores)	400 mA máx. (alimentación de sensores)	400 mA máx. (alimentación de sensores)
Consumo de corriente de las entradas digitales (24 V DC)	4 mA/entrada utilizada	4 mA/entrada utilizada	4 mA/entrada utilizada

*Continua.*

Datos técnicos		Descripción
Memoria de usuario	Trabajo	75 KB
	Carga	4 MB, interna, ampliable hasta tamaño de tarjeta SD
	Remanente	10 KB
E/S digitales integradas		14 entradas/10 salidas
E/S analógicas integradas		2 entradas
Tamaño de la memoria imagen de proceso		1024 bytes de entradas (I)/1024 bytes de salidas (Q)
Área de marcas (M)		8192 bytes
Memoria temporal (local)		<ul style="list-style-type: none"> <li>• 16 KB para arranque y ciclo (incluyendo los FB y FC asociados)</li> <li>• 6 KB para cada uno de los niveles de prioridad de alarma (incluidos los FB y FC asociados)</li> </ul>
Ampliación con módulos de señales		8 SM máx.
Ampliación con SB, CB o BB		1 máx.
Ampliación con módulos de comunicación		3 CM máx.
Contadores rápidos		<p>Se han configurado un máximo de 6 para usar cualquier entrada integrada o de SB. Véase la tabla CPU1214C: Asignaciones de direcciones predeterminadas del HSC (Página 425)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 100/180 kHz (de Ia.0 a Ia.5)</li> <li>• 30/20 kHz (de Ia.6 a Ia.5)</li> </ul>
Salidas de impulsos <sup>2</sup>		<p>Se han configurado un máximo de 4 para usar cualquier salida integrada o de SB</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 100 kHz (de Qa.0 a Qa.3)</li> <li>• 30 kHz (de Qa.4 a Qb.1)</li> </ul>
Entradas de captura de impulsos		14
Alarmas de retardo		4 en total con resolución de 1 ms
Alarmas cíclicas		4 en total con resolución de 1 ms
Alarmas de flanco		12 ascendentes y 12 descendentes (16 y 16 con Signal Board opcional)
Memory Card		SIMATIC Memory Card (opcional)
Datos técnicos		Descripción
Precisión del reloj en tiempo real		+/- 60 segundos/mes
Tiempo de respaldo del reloj de tiempo real		20 días típ./12 días mín. a 40 °C (condensador de alto rendimiento sin mantenimiento)

<sup>1</sup> Se aplica la velocidad más lenta cuando se ha configurado el HSC para el estado operativo en cuadratura.

<sup>2</sup> Para modelos de CPU con salidas de relé, se debe instalar una Signal Board (SB) digital para emplear las salidas de impulsos.

Tabla A- 49 Rendimiento

Tipo de instrucción	Velocidad de ejecución
Booleano	0,08 µs/instrucción
Transferir palabra	1,7 µs/instrucción
Funciones matemáticas con números reales	2,3 µs/instrucción

Fuente: (I AI AS S ID, 2014)

Para mayor información de las características y montaje del PLC (VER ANEXO A)

El hardware completo SIMATIC S7-1200 incorpora clips para un montaje rápido y fácil en perfil DIN de 35 mm. Además, estos clips integrados son extraíbles, lo que significa que pueden funcionar como taladros de montaje en caso de no utilizarse perfil soporte.

El hardware SIMATIC S7-1200 puede instalarse, con absoluta flexibilidad, tanto en posición horizontal como vertical con las dimensiones que se muestran a continuación dado por el manual del fabricante.

Tabla 3. Montaje y desmontaje del CPU

Tarea	Procedimiento
	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Monte el perfil DIN. Atornille el perfil al panel de montaje dejando un espacio de 75 mm entre tornillo y tornillo.</li> <li>2. Asegúrese de que la CPU y todo el equipamiento S7-1200 están desconectados de la tensión eléctrica.</li> </ol>
	<ol style="list-style-type: none"> <li>3. Enganche la CPU por el lado superior del perfil.</li> <li>4. Extraiga el clip de fijación en el lado inferior de la CPU de manera que asome por encima del perfil.</li> <li>5. Gire la CPU hacia abajo para posicionarla correctamente en el perfil.</li> <li>6. Oprima los clips hasta que la CPU encaje en el perfil.</li> </ol>
<b>Desmontaje</b>	
	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Asegúrese de que la CPU y todo el equipamiento S7-1200 están desconectados de la tensión eléctrica.</li> <li>2. Desconecte los conectores de E/S, el cableado y los cables restantes de la CPU.</li> <li>3. Desmonte la CPU y los módulos de comunicación conectados en forma de conjunto. Todos los módulos de señales deben permanecer montados.</li> </ol>
	<ol style="list-style-type: none"> <li>4. Si hay un SM conectado a la CPU, retire el conector de bus: <ul style="list-style-type: none"> <li>– Coloque un destornillador junto a la lengüeta en el lado superior del módulo de señales.</li> <li>– Oprima hacia abajo para desenclavar el conector de la CPU.</li> <li>– Desplace la lengüeta por completo hacia la derecha.</li> </ul> </li> <li>5. Desmonte la CPU: <ul style="list-style-type: none"> <li>– Extraiga el clip de fijación para desenclavar la CPU del perfil DIN.</li> <li>– Gire la CPU hacia arriba, extráigala del perfil y retírela del sistema.</li> </ul> </li> </ol>

Fuente: (I AI AS S ID, 2014) (VER ANEXO A)

**Compact Switch Module.** El CSM admite construir a bajo coste redes Industrial Ethernet con topología en línea y estrella con funcionalidad de conmutación, además se abastece a través de redes o líneas de alimentación extensas de 24 V. El CSM 1277 cuenta con cuatro conectores hembra RJ45 para la conexión de equipos terminales o de otros segmentos de red que en nuestro caso lo vamos utilizar.

Figura 44. CSM 1277



Fuente: Autores

Figura 45. Especificaciones generales técnicas de E/S CSM 1277

<b>Conexiones</b>	
Conexión de terminales o componentes de las red a través de Twisted Pair	4 conectores hembra RJ45 con ocupación MDI-X para 10/100 Mbit/s (semidúplex, dúplex), sin potencial
Conexión para alimentación de tensión	Bloque de bornes de 3 contactos, enchufable
<b>Datos eléctricos</b>	
Tensión de alimentación	Alimentación de DC 24 V (límite: 19,2 hasta 28,8 V) Baja tensión de seguridad (SELV) Tierra funcional
Potencia perdida con DC 24 V	1,6 W
Consumo de corriente con tensión nominal	70 mA
Protección contra sobreintensidad en la entrada	PTC Resetable Fuse (0,5 A / 60 V)
<b>Longitudes de cables permitidas</b>	
Conexión a través de cables Industrial Ethernet FC TP 0 – 100 m	Industrial Ethernet FC TP Standard Cable con IE FC RJ45 Plug 180 o a través de Industrial Ethernet FC Outlet RJ45 con 0 - 90 m Industrial Ethernet FC TP Standard Cable + 10 m TP Cord
0 – 85 m	Industrial Ethernet FC TPMarine/Trailing Cable con IE FC RJ45 Plug 180 o 0 - 75 m Industrial Ethernet FC TP Marine/Trailing Cable + 10 m TP Cord
<b>Aging Time</b>	
Aging Time	280 segundos

Fuente: (SIEMENS AG, 2009) (VER ANEXO A)

**MONTAJE:** Una vez dado a conocer algunas de las características generales, el cual nos ayuda algunos de los datos para el montaje respectivo.

Tabla 4. Montaje y desmontaje del CSM

Tarea	Procedimiento
	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Enganche la guía de la parte superior de la carcasa del CSM en el riel de perfil de sombrero DIN de 35mm (DIN EN 60715 TH35).</li> <li>2. Presione el CSM 1277 por el extremo inferior sobre el riel de perfil de sombrero hasta que se enclave.</li> </ol>
	<ol style="list-style-type: none"> <li>3. Monte las conexiones de alimentación eléctrica.</li> <li>4. Enchufe el bloque de bornes en los conectores hembra previstos al efecto en el equipo.</li> </ol>
<b>Desmontaje</b>	
	<p>Para retirar el Compact Switch Module CSM 1277 del riel de perfil de sombrero DIN:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Desmonte primero todos los cables conectados.</li> <li>2. Haciendo palanca con un destornillador se puede extraer ahora unos 5mm la pestaña de retención existente en la parte inferior del dispositivo y separar éste al mismo tiempo del riel.</li> </ol>

Fuente: (SIEMENS AG, 2009) (VER ANEXO A)

**Fuente de poder.** Es necesario una fuente de voltaje para la operación del PLC, pantalla HMI y de las tarjetas de comunicación. Se encuentra instalada de forma externa, y separada del PLC por protección de los sistemas, la razón porque el PLC posee una fuente interna y siempre va a existir sobrecargas que pueden perjudicar a los demás elementos. Todas las fuentes de alimentación LOGO! Power son equipos creados para montaje incorporado, que se tienen que montar en un riel DIN en conjunto con todos los equipos que conforman el proceso de la automatización.

Figura 46. Logo

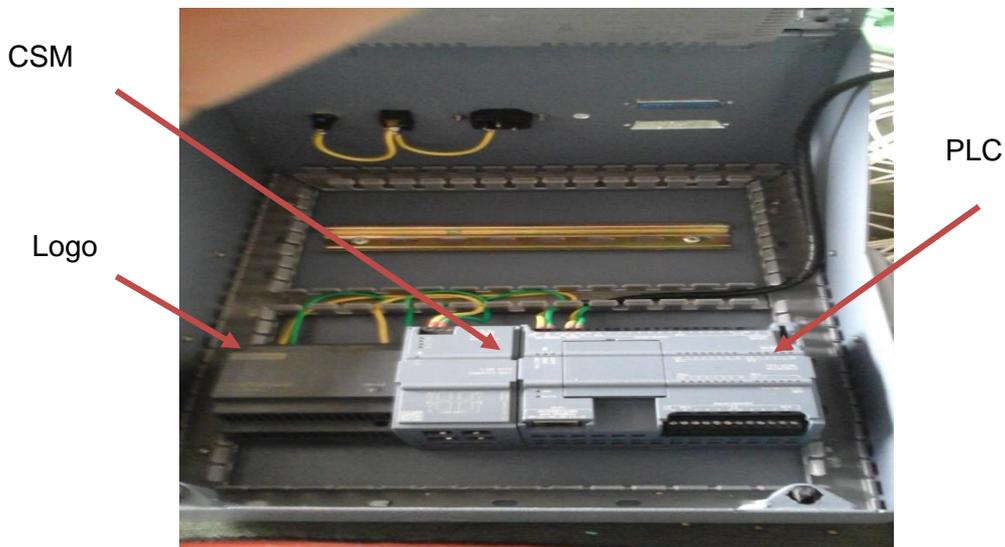


Fuente: autores

El diseño de éstas mini fuentes de alimentación son de modo que el aire pueda entrar libremente desde abajo en las ranuras de ventilación situadas en el lado inferior y salir por las ranuras de ventilación en su lado superior. Además ayuda a no sobrecargar al PLC.

Una vez visto las indicaciones de montaje dado por los fabricantes se procedió a realizar el montaje respectivo del PLC, logo y del módulo de entradas en la caja de metal como se indica a continuación:

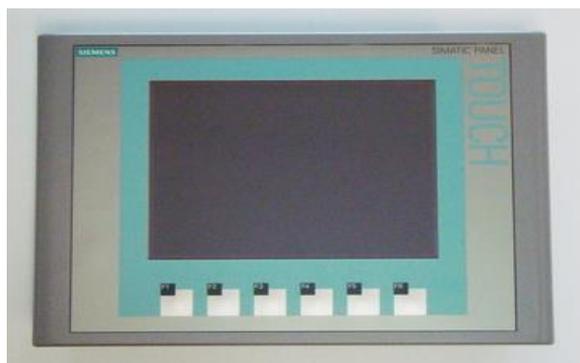
Figura 47. Montaje el PLC, CSM, LOGO



Fuente: autores

**Pantalla táctil.** La pantalla táctil es un KTP600 BASIC COLOR PN que viene incluida en los elementos del PLC seleccionado anteriormente, se dará a conocer las características generales de la misma.

Figura 48. Pantalla Touch SIMATIC KTP600 PN.



Fuente: Autores

Figura 49. Especificaciones técnicas generales KTP 600 PN.

#### Peso

	KTP400 Basic Mono PN	KTP600 Basic Mono PN	KTP600 Basic Color DP	KTP600 Basic Color PN
Peso sin embalaje	aprox. 320 g	aprox. 1070 g		

#### Pantalla

	KTP400 Basic Mono PN	KTP600 Basic Mono PN	KTP600 Basic Color DP	KTP600 Basic Color PN
Tipo	LCD mono FSTN		LCD-TFT	
Área activa del display	76,79 mm x 57,59 mm (3,8")	115,2 mm x 86,4 mm (5,7")		
Resolución, píxeles	320 x 240			
Colores representables	4 niveles de gris		256	
Regulación de contraste	Sí		No	
Categoría de error de píxel según DIN EN ISO 13406-2	-		II	
Retroiluminación	LED	CCFL		
Half Brightness Life Time, típico	30.000 h	50.000 h		

#### Unidad de entrada

	KTP400 Basic Mono PN	KTP600 Basic Mono PN	KTP600 Basic Color DP	KTP600 Basic Color PN
Tipo	Pantalla táctil analógica resistiva			
Teclas de función	4	6		
Tiras rotulables	Sí			

Continua.

## Memoria

	KTP400 Basic Mono PN	KTP600 Basic Mono PN	KTP600 Basic Color DP	KTP600 Basic Color PN
Memoria de aplicación	512 kBytes			

## Interfaces

	KTP400 Basic Mono PN	KTP600 Basic Mono PN	KTP600 Basic Color DP	KTP600 Basic Color PN
1 x RS 422/RS 485	-	-	Máx. 12 Mbit/s	-
1 x Ethernet	RJ45 10/100 Mbit/s	RJ45 10/100 Mbit/s	-	RJ45 10/100 Mbit/s

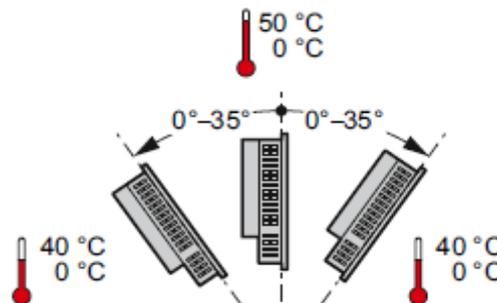
## Tensión de alimentación

	KTP400 Basic Mono PN	KTP600 Basic Mono PN	KTP600 Basic Color DP	KTP600 Basic Color PN
Tensión nominal	+24 V DC			
Rango admisible	de 19,2 V a 28,8 V (-20 %, +20 %)			
Transitorios, máximo admisible	35 V (500 ms)			
Tiempo entre dos transitorios, mínimo	50 s			
Consumo				
• Típico	aprox. 70 mA	aprox. 240 mA	aprox. 350 mA	
• Corriente continua máx.	aprox. 150 mA	aprox. 350 mA	aprox. 550 mA	
• Corriente transitoria de conexión I <sup>2</sup> t	aprox. 0,5 A <sup>2</sup> s	aprox. 0,5 A <sup>2</sup> s	aprox. 0,5 A <sup>2</sup> s	
Fusible interno	electrónico			

Fuente: (I IA AS SM ID 5, 2009). (VER ANEXO A)

El montaje de la pantalla lo realizamos en la caja de metal en la parte inclinada hecha el agujero con las dimensiones pertinentes que se revisaron antes con las indicaciones dadas en el manual del fabricante.

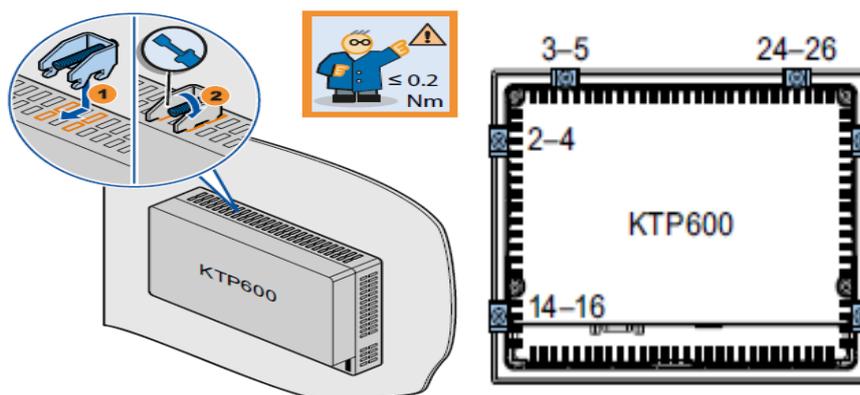
Figura 50. Inclinaciones de la pantalla



Fuente: (I IA AS SM ID 5, 2009)

Una vez revisadas las condiciones apropiadas se colocó la pantalla en el agujero, luego se colocaron las 6 mordazas que vienen incluida del fabricante y por último se ajustó con un destornillador hasta que este fijo en la caja. (VER ANEXO A)

Figura 51. Montaje de la pantalla



Fuente: (I IA AS SM ID 5, 2009)

En nuestro caso la pantalla fue ubicada con una inclinación hecha en la caja por lo que amerita mayor comodidad a la hora de su utilización.

Figura 52. Montaje de la pantalla real

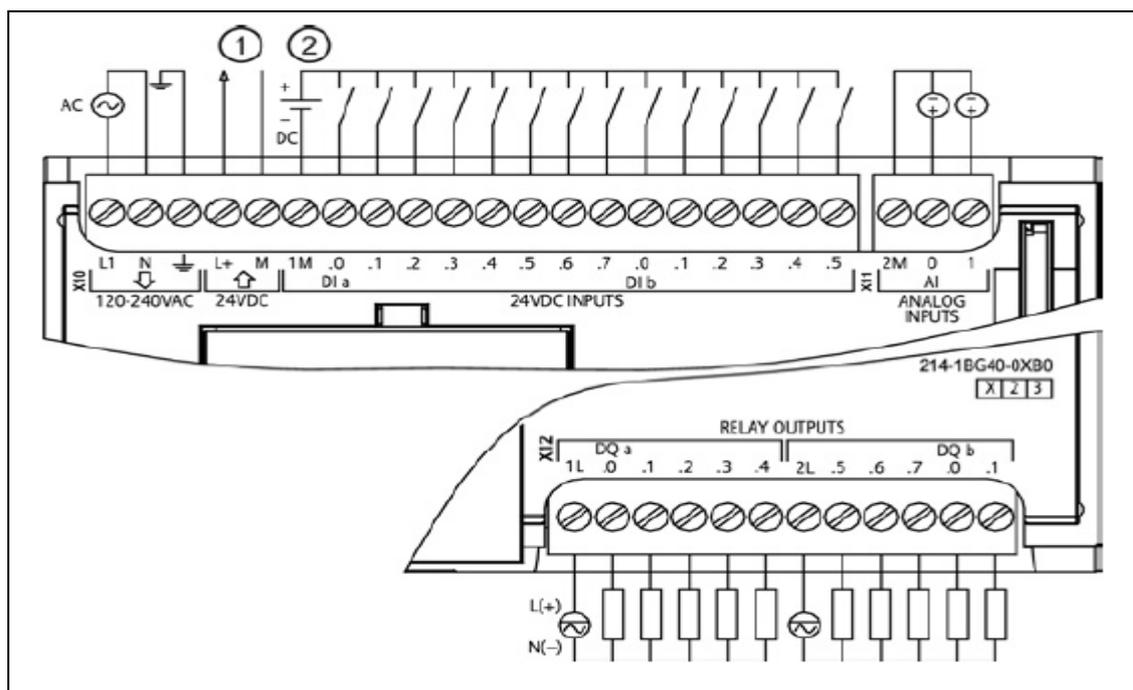


Fuente: Autores

**3.2.1.8 Cableado de la estación de control.** Una vez hecha el montaje de todos los equipos en la caja se procede al cableado respectivo con las indicaciones dadas en el manual del fabricante de los todos los equipos.

**Cableado del PLC.** El cableado se realiza según la tabla que se muestra a continuación:

Tabla 5. Diagrama de Cableado del PLC



Pin	X10	X11	X12
1	L1 / 120-240 V AC	2M	1L
2	N / 120-240 V AC	AI 0	DQ a.0
3	Tierra funcional	AI 1	DQ a.1
4	Salida sensor L+ / 24 V DC	----	DQ a.2
5	Salida sensor M / 24 V DC	----	DQ a.3
6	1M	----	DQ a.4
7	DI a.0	----	2L
8	DI a.1	----	DQ a.5
9	DI a.2	----	DQ a.6
10	DI a.3	----	DQ a.7
11	DI a.4	----	DQ b.0
12	DI a.5	----	DQ b.1
13	DI a.6	----	----
14	DI a.7	----	----
15	DI b.0	----	----
16	DI b.1	----	----
17	DI b.2	----	----
18	DI b.3	----	----
19	DI b.4	----	----
20	DI b.5	----	----

Fuente: (I AI AS S ID, 2014)

*Cableado del CSM.* La tabla que se muestra a continuación ayudara a realizar correctamente el cableado del CSM:

Tabla 6. Diagrama de Cableado del CSM

<b>Alimentación de tensión</b>	
	La alimentación de tensión se conecta a través de un bloque de bornes de 3 contactos, enchufable. La tierra funcional se puede conectar al riel de perfil de sombrero puesto a tierra. La conexión no es necesaria para un funcionamiento correcto. La alimentación de tensión está ligada a potencial.
	
Número de pin	Asignación
Pin 1	Tierra funcional
Pin2	M (masa)
Pin3	L+ (24 V DC)
<b>Montaje del IE FC RJ45 Plug 180</b>	
	Inserte el IE FC RJ45 Plug 180 hasta que se enclave en el puerto Twisted Pair del CSM 1277.

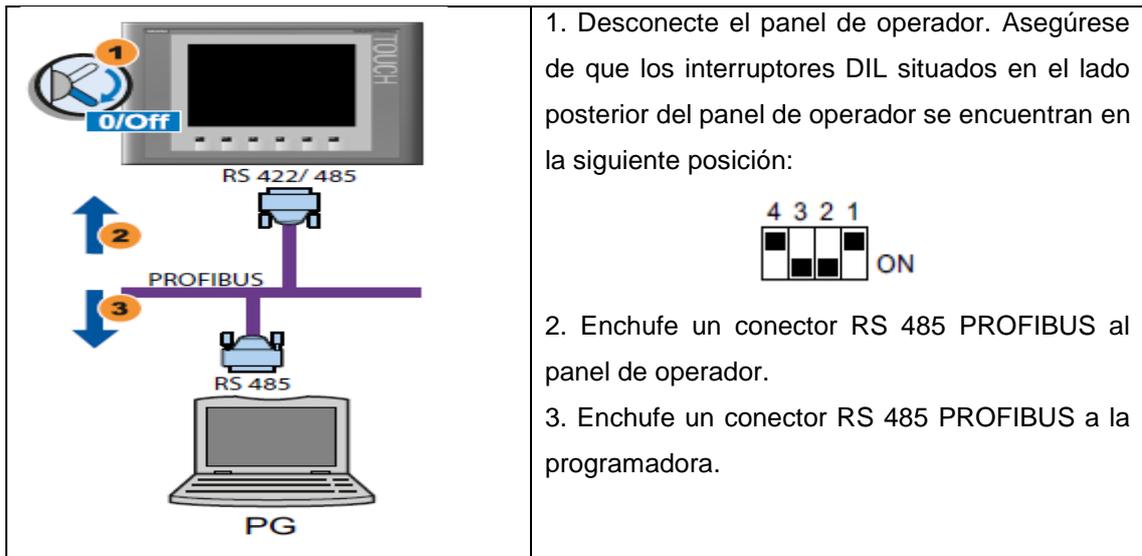
**Fuente:** (SIEMENS AG, 2009)

**Cableado de la pantalla HMI.** Al proceder a conectar el panel de operador siga la secuencia de conexión:

1. Conexión de equipotencialidad
2. Conexión de la fuente de alimentación
3. Conectar el PC de configuración
4. Conexión del controlador

Tabla 7. Cableado de la pantalla HMI

<b>Conexión de equipotencialidad</b>	
<p>The diagram shows the KTP600 HMI unit with a 4 mm² ground cable connected to its terminal block. This cable is then connected to a metal equipotentiality bar. The bar is also connected to a ground terminal with a cable of at least 16 mm². The diagram also shows PROFIBUS and PROFINET cables connected to the HMI.</p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Conecte la conexión de tierra funcional del panel de operador con un cable de tierra, sección 4 mm<sup>2</sup>.</li> <li>2. Conecte el cable de tierra del panel de operador con la barra de equipotencialidad.</li> </ol>
<b>Conexión de la fuente de alimentación</b>	
<p>The diagram shows the KTP600 HMI unit with a power source connected to its terminal block. The power source is connected to the HMI terminal block, and the other end is connected to a DC 24V power source terminal block. The diagram shows the correct polarity connection.</p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Introduzca los dos cables de la fuente de alimentación en el borne de conexión de red y fíjelos con un destornillador plano.</li> <li>2. Conecte el borne de conexión de red con el panel de operador.</li> <li>3. Desconecte la fuente de alimentación.</li> <li>4. Introduzca los otros dos extremos de los cables en las conexiones de la fuente de alimentación y fíjelos con un destornillador plano. Vigile que la polaridad sea la correcta.</li> </ol>
<b>Conectar el PC de configuración</b>	
<p>The diagram shows the HMI unit with an RS 422/485 connector connected to its terminal block. A PC is connected to the HMI via an RS 232 connector. The diagram shows the correct connection points.</p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Desconecte el panel de operador.</li> <li>2. Enchufe el conector RS 485 del cable PC/PPI al panel de operador.</li> <li>3. Enchufe el conector RS 232 del cable PC/PPI al PC de ingeniería.</li> </ol> <p>En lugar del cable PC/PPI también se puede utilizar el cable USB/PPI de los accesorios.</p>
<b>Conexión de la programadora</b>	



Fuente: (I IA AS SM ID 5, 2009)

Una vez realizadas los pasos respectivos dados por el fabricante se procedió hacer el cableado respectivo de la estación de control como se muestra en la siguiente figura:

Figura 53. Cableado del PLC, CSM, LOGO



Fuente: Autores

### 3.3 Elaboración de la tarjeta de interfaz entre PLC y el módulo.

La elaboración de circuitos impresos y montaje de los diferentes componentes puede servir para perfeccionar la forma de cómo va a ser automatizado un proceso, reduciendo de manera considerable el cableado, garantizando así la ergonomía y la estética de todo proceso industrial o con fines educativos, en nuestro caso estación de almacenamiento. Esto permite que en ambientes de producción en serie, sean más económicos y confiables que otras alternativas de montaje por ejemplo para la conexión punto a punto que utilizamos pueden comunicar entre tarjetas a grandes distancias, garantizando la comunicación de señales.

**3.3.1 Como se elabora la tarjeta de conexión.** Una placa virgen, consiste en una plancha base aislante (cartón endurecido, baquelita, fibra de vidrio o plástico flexible), que servirá de soporte, y sobre una de las caras o las dos, se deposita una fina lámina de cobre firmemente pegada al aislante que cubre completamente al soporte. Sobre ésta placa actuaremos para hacer desaparecer todo el cobre sobrante y que queden nada más las pistas que configuran el circuito.

El circuito impreso se utiliza para conectar eléctricamente a través de los caminos conductores, y sostener mecánicamente por medio de la base, un conjunto de componentes electrónicos. Los caminos son generalmente de cobre mientras que la base se fabrica de resinas de fibra de vidrio reforzada. Sobre la placa va ir dispuesto unos conectores en forma de escalera que se van a enlazar por los caminos de conexión de cobre a un dbm 25 hembra.

Para conectar en los conectores sólo toca aplicar una pequeña fuerza con el destornillador para colocar el cable del elemento que está conectado, para hacer la comunicación hay cable de comunicación de 25 hilos macho que se van a conectar con los dbm y van a pasar las señales hacia el módulo lógico programable.

### **3.3.2 Diseño y construcción del circuito en la tarjeta de conexión**

1. Diseñamos el circuito a ser impreso sobre papel o con la ayuda de un software que definiremos todos los ductos de conexión, para ello necesitamos las dimensiones de los componentes y los componentes, además del esquema que vamos a montar.
2. Obtenemos los puntos donde se conectarán los terminales de los elementos.
3. Marcamos todos los taladros (pads) por donde se van a soldar los terminales.
4. Trazamos las pistas que unen a los terminales.
5. Marcamos los límites de la placa y los agujeros para sujetar la placa al chasis.
6. Pasamos a transferir el diseño a la placa virgen.
7. Cortamos un trozo de placa virgen del tamaño del diseño obtenido anteriormente.
8. Situamos la placa encima del diseño, de manera que el cobre esté en contacto con la cara de componentes. Ésta es la posición que debe tener la placa cuando esté terminada. Se sujeta al papel con cinta adhesiva o celo.
9. Se limpia el cobre de la placa dejándolo libre de todo tipo de suciedad y con un rotulador de tinta permanente resistente al ataque del ácido, se dibujan los pads o puntos de soldadura.

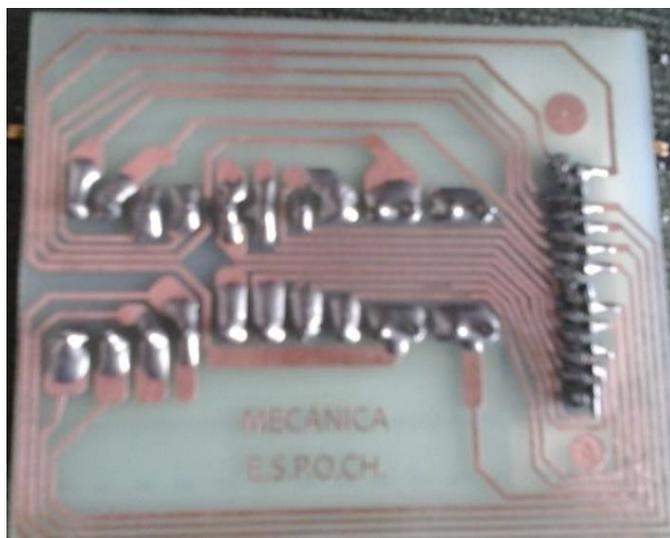
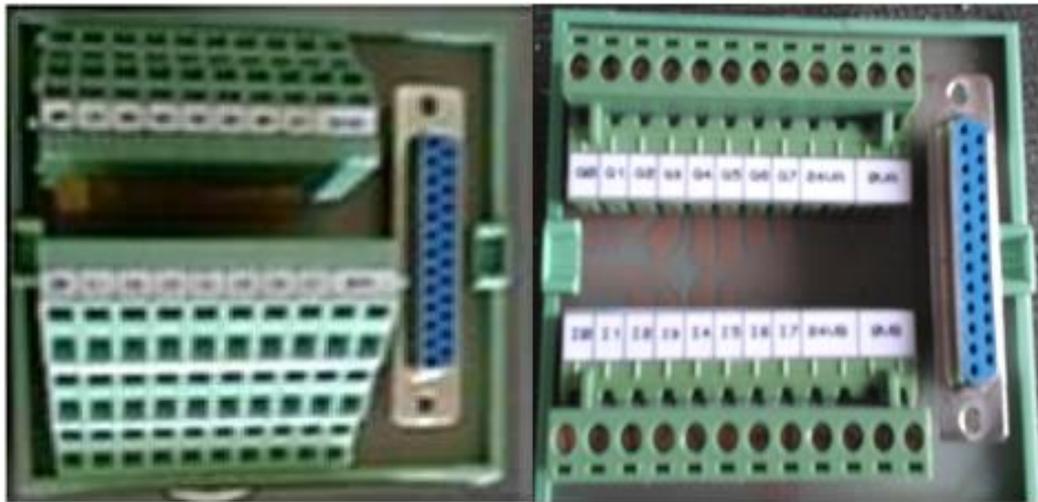
10. Terminados los círculos se trazan las pistas, una vez terminadas es necesario esperar al secado de las pistas.
11. A continuación se procede al atacado. Utilizamos el cloruro férrico (muy lento, pero poco corrosivo), mezclado con agua de grifo.

¡CUIDADO!: El ácido obtenido es muy corrosivo. Si no se maneja con cuidado puede provocar deterioros en la piel o la ropa, por lo que debe prestarse la máxima atención cuando se manipule. Además debe realizarse en un sitio con abundante agua y muy bien ventilado. Si, por accidente, el ácido tocará la piel, ojos o boca, lavar inmediatamente con agua y acudir urgentemente a un médico.

12. Se sitúa el ácido sobre una cubeta de plástico (¡ojo! nunca metálica) y se introduce la placa. Dejar actuar a la mezcla dando un ligero movimiento a la cubeta.
13. Una vez que ha desaparecido todo el cobre, menos el oculto por las pistas, se retira la placa con cuidado, se coloca bajo el grifo y se lava con agua abundante. El ácido puede utilizarse varias veces. Una vez que ya no es activo se diluye con mucho agua y se arroja por el desagüe.
14. Cuando ya está seca la placa, se elimina la tinta que cubre el cobre; para ello se puede utilizar disolvente o un estropajo.
15. Con esto tenemos terminada la placa con el circuito.
16. Empezaremos colocando los elementos que quedan pegados al soporte, resistencias, diodos, díacs.
17. Soldamos los terminales y los cortamos. Continuamos con el resto de elementos de mayor tamaño, hasta terminar la placa.
18. Y con esto queda terminada la placa, falta realizar las comprobaciones para asegurarse de que todo ha salido bien, después se pueden colocar los tornillos y fijarla en el chasis donde se vaya a instalar. (Jose MENA, 2014)

**3.3.3 Tarjeta electrónica de comunicación.** La elaboración de los shields se construyó mediante los pasos ya descrito anteriormente, estas tarjetas electrónicas poseen una forma estética ya establecida, con la ayuda de conectores que van a facilitar el cableado del módulo y estación de control. Está montada sobre un soporte de plástico de medidas para ser montadas en una rial DIN, además cada uno de los conectores de cobre conducen a un dbm 25 hembra para que exista la comunicación entre las diferentes señales de los elementos que se encuentren conectados a las shields.

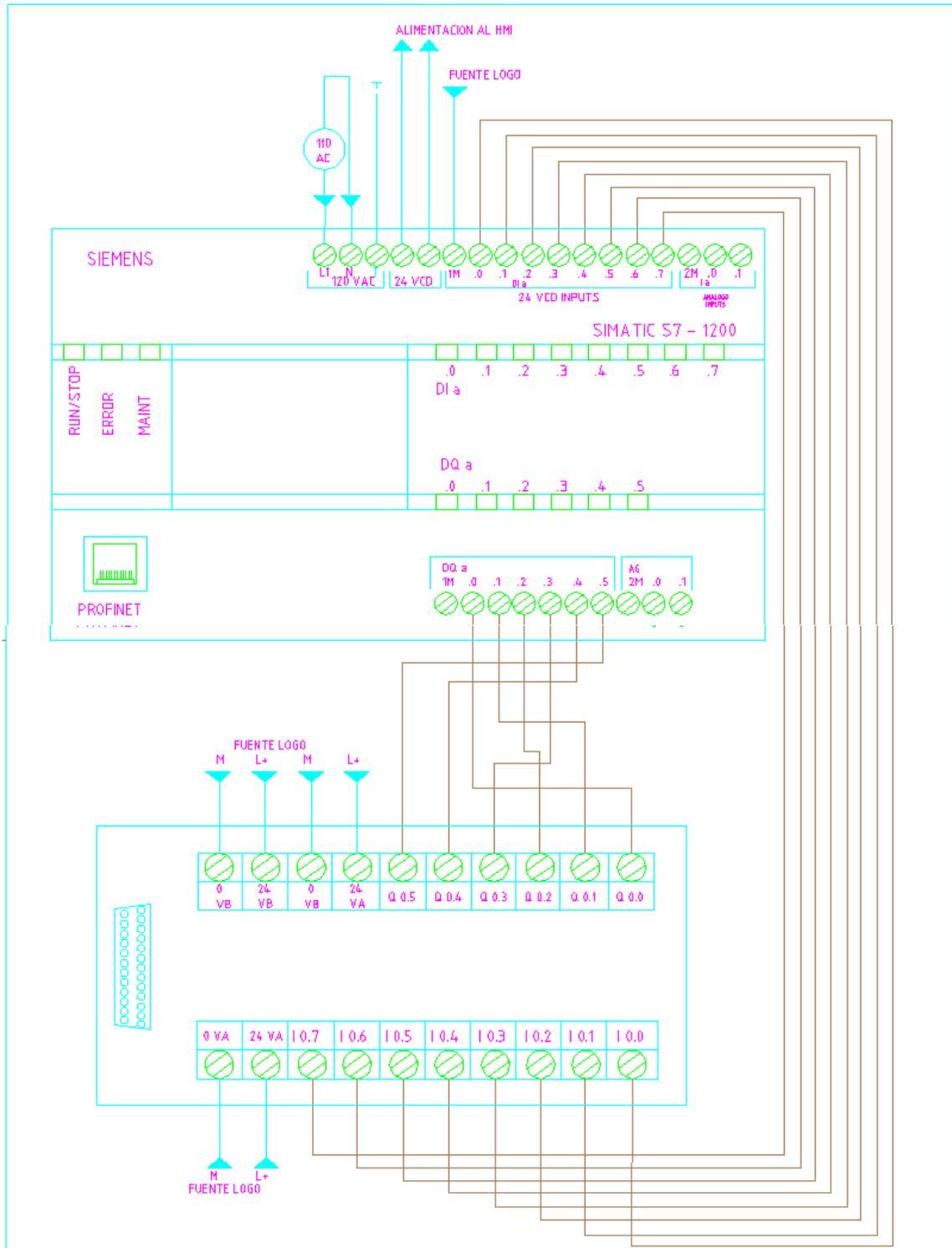
Figura 54. Tarjeta electrónica shields



Fuente: Autores

### 3.3.3.1 Cableado de las tarjeta electrónica

Figura 55. Cableado de las tarjetas



Fuente: Autores

### 3.4 Pruebas y calibración del equipo.

Verificación total y adecuada del sistema y de la ejecución de todas aquellas tareas que son importantes para dejarlo en las condiciones perfectas para iniciar su puesta en marcha.

Es muy adecuado dividir esta supervisión en dos partes:

- **Sin tensión:** Revisión de las partes físicas del módulo.
- **Con tensión:** Verificación del sistema automático del módulo.

**3.4.1 Sin tensión.** La revisión de las partes físicas del módulo tiene por objeto comprobar, lo siguiente:

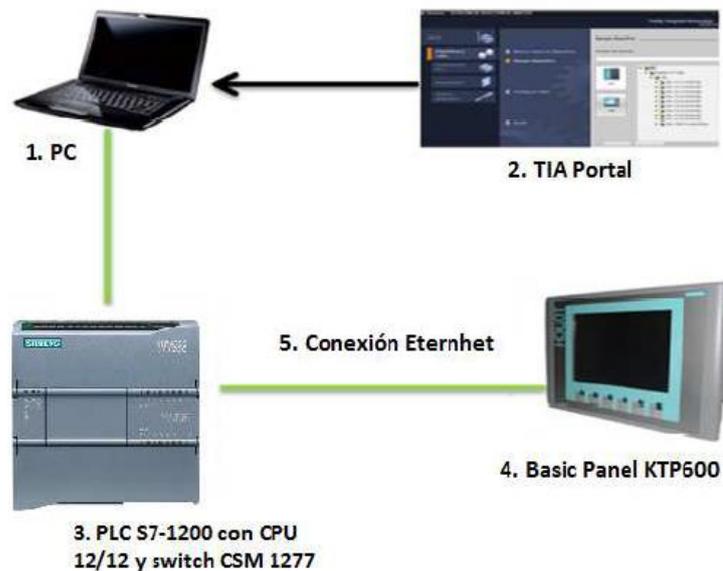
- La correcta conexión de todos los elementos del sistema, incluidas las alimentaciones, guiándose en los esquemas correspondientes.
- La segura sujeción de todo el cableado al PLC, fuente de alimentación, etc.
- La estricta identificación de cables, mediante señalizadores con letras o números.
- Las firmes conexiones del cable verde de tierra.

*La comprobación del sistema automático se plasma de la siguiente manera:*

- Con el PLC en modo stop, alimentar el sistema, pero no las cargas.
- Comprobar el correcto funcionamiento del circuito de mando de marcha-parada, tanto en las entradas y salidas, como en la marcha y parada de emergencia.
- Con los PLC en modo RUN, verificar que las salidas responden de acuerdo al programa, al actuar manualmente sobre las entradas.
- Esto es visualizado mediante los diodos LED indicativos de salida activada.
- Por último, alimentar las cargas y realizar la prueba real de funcionamiento del sistema.

**3.4.2 Con tensión.** En todo sistema de automático es necesario realizar pruebas y calibración de los equipos instalados por ende se analiza la configuración del PLC con los demás componentes que son la memoria del proyecto. El controlador S7 se compone de una fuente de alimentación, una CPU y un CSM para la comunicación. Si fuese necesario, se puede utilizar varios procesadores de comunicación, además módulos de función para algunas tareas especiales. Cabe recalcar para nuestro proyecto la comunicación será vía Ethernet.

Figura 56. Sistemas de automatización



Fuente: (MENA JOSÉ, RODRÍGUEZ EDISON, 2014).

Para la configuración del PLC y la pantalla HMI, el software de programación debe ser necesariamente apropiada según la marca de los equipos, en nuestro caso es el STEP 7 (TIA Portal) de SIEMENS.

**3.4.2.1 Programa STEP 7 (TIA Portal).** Es la herramienta primordial para realizar la configuración y la programación respectiva para los diferentes sistemas de automatización SIMATIC S7-300, SIMATIC S7-400, SIMATIC S7-1200, SIMATIC WinCC según lo amerite el equipo.

Hoy en la actualidad los procesos de automatización industrial son cada vez más exigentes con el avance tecnológico, por tanto el operador es obligado a adquirir una herramienta eficaz para el monitoreo y control de las plantas de producción industrial. El sistema HMI (Human Machine Interface) ofrece la interfaz de comunicación entre las

personas (el operador) y el proceso (la máquina/instalación). Pero en realidad el que controla el proceso es el controlador. Por tal motivo, se emplea una interfaz entre el operador y WinCC (en el panel de mando) y otra interfaz entre WinCC y el controlador.

El software WinCC es el encargado de realizar la configuración necesaria de los equipos. Con el único propósito de aumentar la productividad, mejorar el tiempo producción, por ende el Totally Integrated Automation Portal (TIA Portal) propone dos diferentes vistas en las herramientas disponibles, las cuales son:

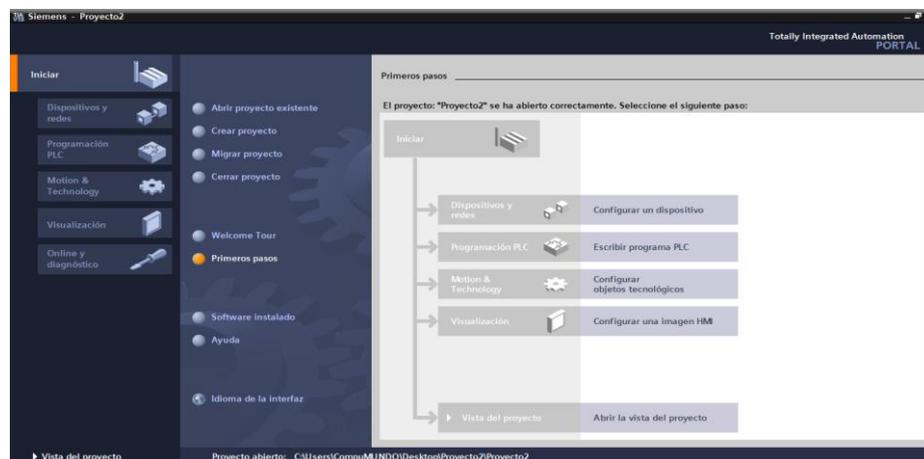
- Para los distintos portales organizados según las funciones de las herramientas (vistas del portal).
- Una vista encaminada a los diferentes elementos del proyecto (vista del proyecto).

Por tal motivo el usuario puede seleccionar la vista que el considere más apropiada para realizar un trabajo eficaz.

**3.4.2.2 Configuración de los dispositivos.** Para iniciar la configuración del PLC es primordial agregar una CPU y si el proyecto lo requiere módulos adicionales. Por tanto para establecer la configuración de dispositivos, es necesario agregar un dispositivo al proyecto como lo siguiente:

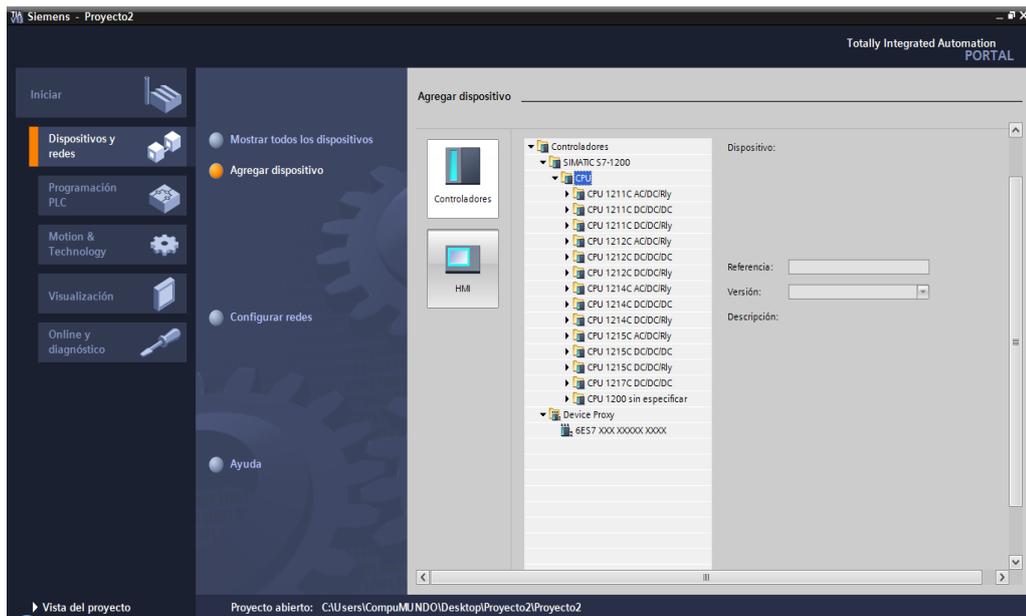
- en el interfaz del software en la vista de portal, seleccione "Dispositivos y redes" y pulse en "Agregar dispositivo" (VER FIGURA 51).
- Luego en la vista del proyecto, de doble clic en "Agregar nuevo dispositivo". (VER FIGURA 52).

Figura 57. Pantalla de inicio



Fuente: Autores

Figura 58. Selección de dispositivos y redes

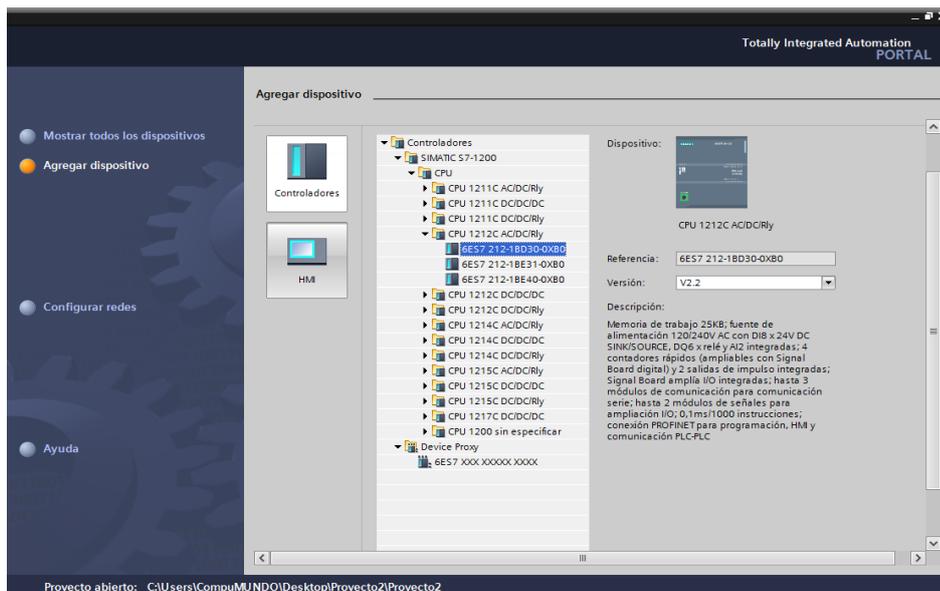


Fuente: Autores

**3.4.2.3 Insertar una CPU.** Para configuración de dispositivos se debe insertar un CPU en el proyecto. De tal manera en la lista, asegúrese de insertar el modelo y la versión correcta de su dispositivo. (VER FIGURA 59).

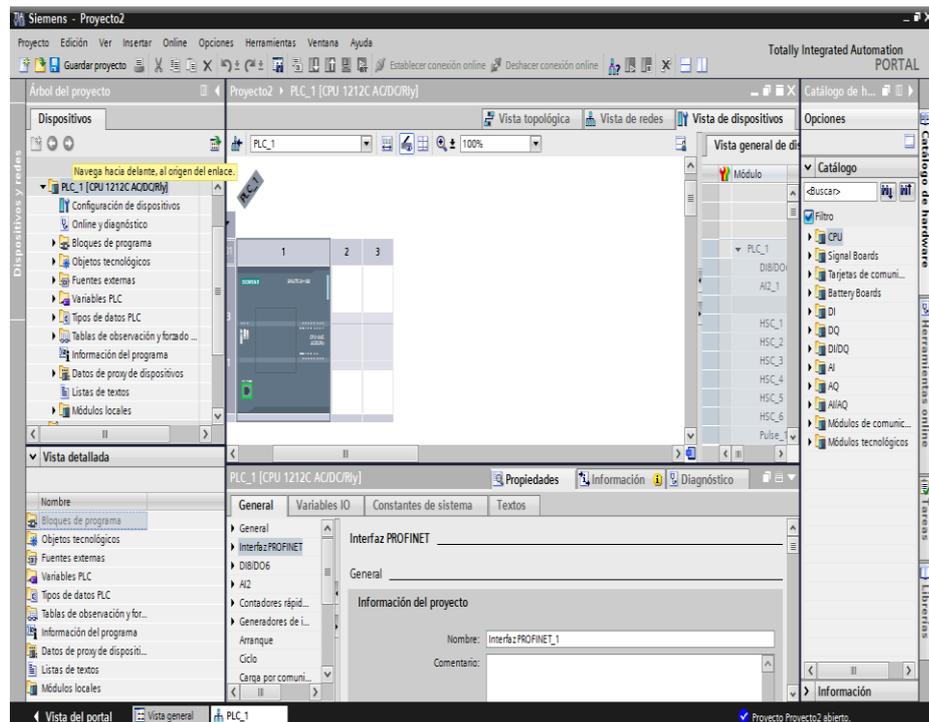
Al seleccionar la CPU en la ventana de diálogo "Agregar nuevo dispositivo" se crean automáticamente el rack y la CPU. (VER FIGURA 60).

Figura 59. Selección de dispositivos y redes



Fuente: Autores

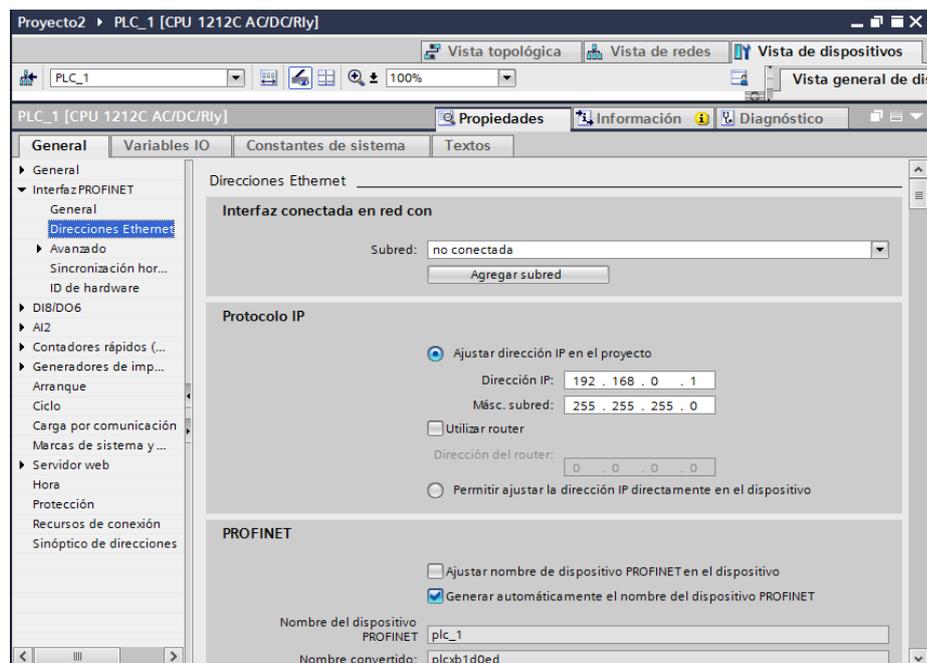
Figura 60. Vista de configuración del hardware



Fuente: Autores

Al seleccionar la CPU en la vista de dispositivos se visualizan las propiedades de la CPU en la ventana de inspección como se indica. (VER FIGURA 61)

Figura 61. Dirección Ethernet



Fuente: Autores

Es preciso indicar que la CPU no viene con una dirección IP pre configurado. Por tal motivo la dirección IP de la CPU debe ser asignado manualmente previo a la configuración de dispositivos. Si la CPU está en la red conectada por un router, es necesario introducir la dirección IP del router.

**3.4.2.4 Configuración de una CPU sin especificar.** Si ya posee una conexión con una CPU, se puede cargar su configuración sin ninguna dificultad en el módulo (incluso los módulos). Lo único que se debe realizar es crear un nuevo proyecto y elegir la "CPU sin especificar" en vez de una específica.

Asimismo es viable omitir la configuración de dispositivo completamente seleccionando "Crear un programa PLC" en "Primeros pasos". Por tanto el software STEP 7 crea automáticamente una CPU sin especificar.

Entonces en el editor de programación, seleccionar la opción "Detección de hardware" en el menú "Online". (VER FIGURA 62)

Figura 62. Detección de hardware



Fuente: Autores

Una vez seleccionado la "detección del hardware" automáticamente el software visualiza la siguiente figura:

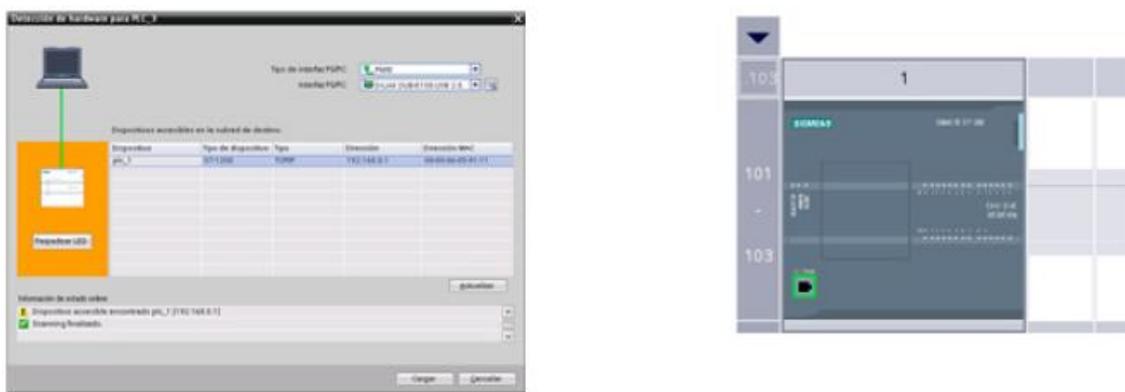
Figura 63. Detección del dispositivo



Fuente: Autores

Una vez seleccionado la CPU en la ventana de diálogo online, pulsar el botón de cargar, STEP 7 carga la configuración de hardware de la CPU, incluidos todos los módulos (SM, SB o CM). Entonces pueden configurarse los parámetros de la CPU y de los módulos. (VER FIGURA 64)

Figura 64. Detección del dispositivo



Fuente: Autores

**3.4.2.5 Calibración y Selección de la pantalla HMI.** Antes de seleccionar la pantalla HMI se debe calibrar manualmente. La calibración se realiza de la siguiente manera:

- En la pantalla principal se selecciona OP para entrar a las propiedades que es necesario para la calibración.

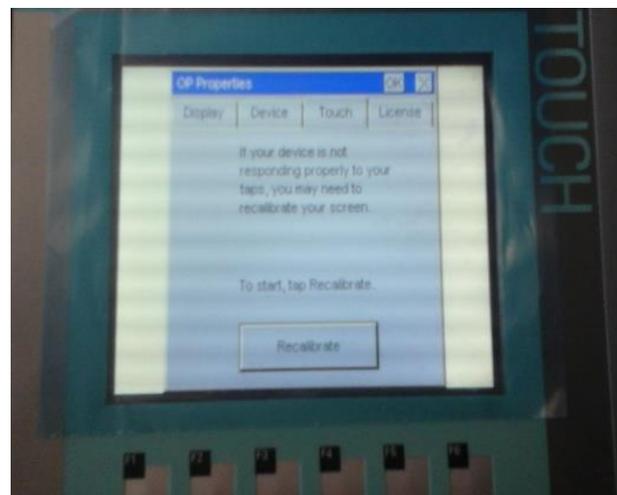
Figura 65. Selección de la OP



Fuente: Autores

- En las propiedades de la OP se debe seleccionar recalíbrate como se muestra a continuación.

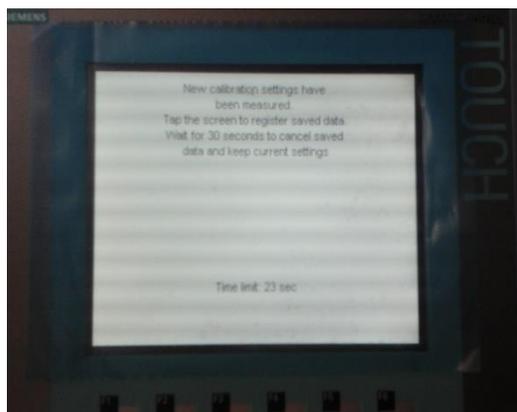
Figura 66. Selección de las propiedades de la OP



Fuente: Autores

- Ya seleccionado las propiedades respectivas se debe pulsar varias veces en el centro de la pantalla para la correcta calibración.

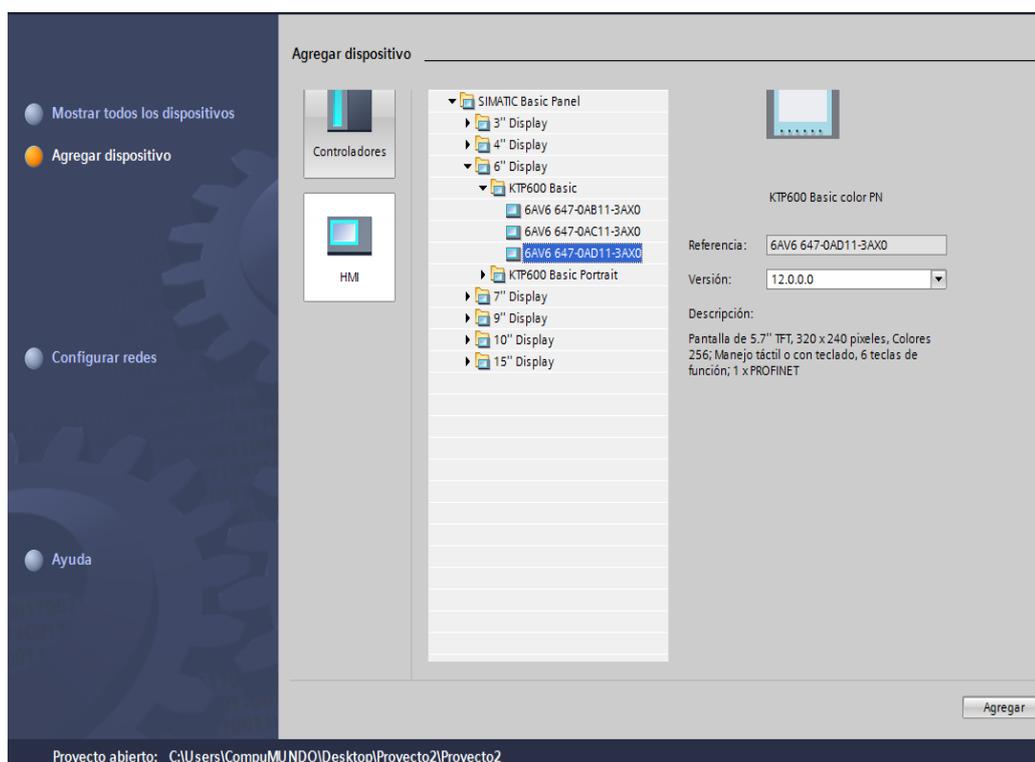
Figura 67. Calibración de la pantalla HMI



Fuente: Autores

Una vez concluido con la configuración del PLC, y la calibración del HMI ahora se realiza la configuración de la pantalla HMI. Para ello, se requiere insertar la pantalla que se haya adquirido.

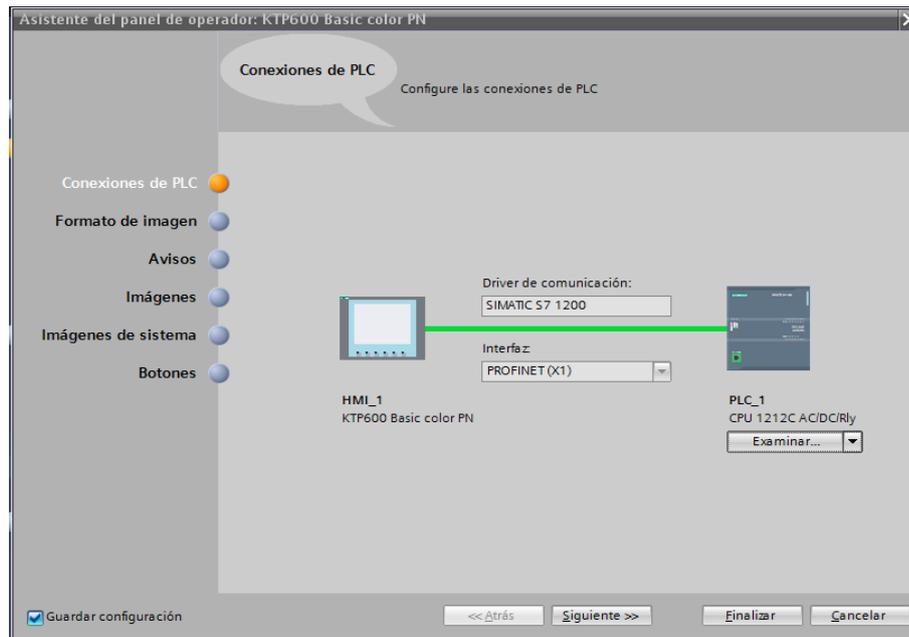
Figura 68. Selección de la pantalla HMI



Fuente: Autores

Una vez agregado el dispositivo seleccionamos el PLC con el cual va hacer la conexión como se indica en la figura 69.

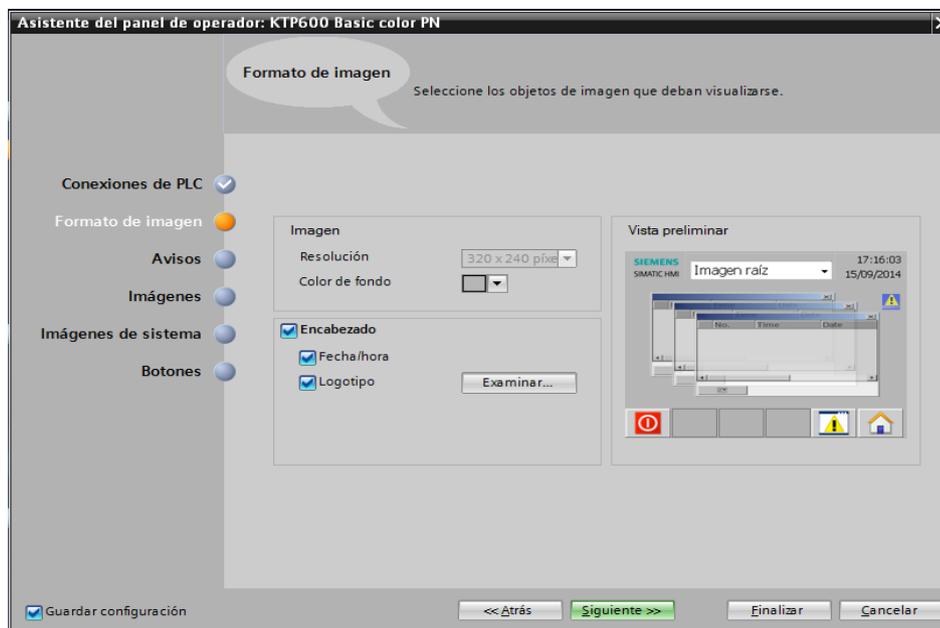
Figura 69. Selección el PLC para la conexión



Fuente: Autores

Ya hecha la conexión se da click en siguiente para continuar con la configuración. En esta parte se puede personalizar el color del fondo a nuestra comodidad.

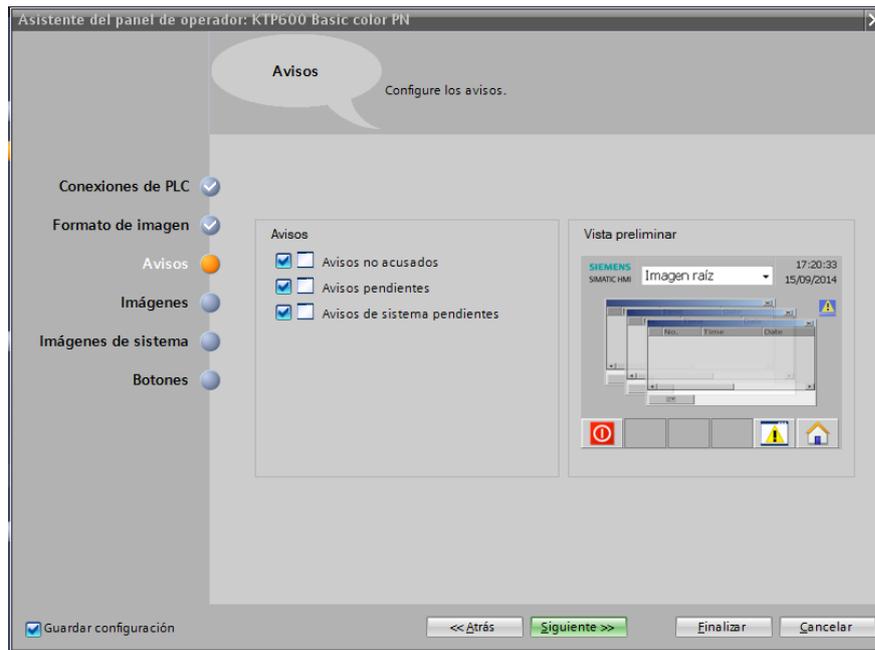
Figura 70. Selección de propiedades



Fuente: Autores

Luego al pulsar en siguiente realizamos la configuración de las pantallas de alarmas y los dispositivos de inicio que se componen automáticamente por el software TIA Portal.

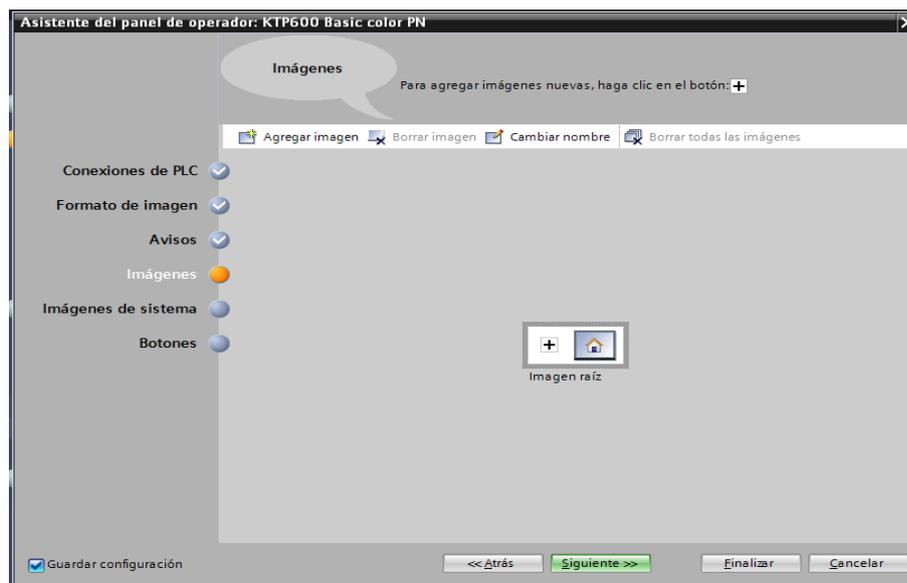
Figura 71. Selección de alarmas



Fuente: Autores

A continuación es preciso configurar el número de ventanas de usuario según lo requerido para el proyecto. Pueda ser que al momento de la programación el número requiera ser modificada, por tal motivo las ventanas correspondientes pueden ser añadidas o eliminadas. (Ver Figura 72).

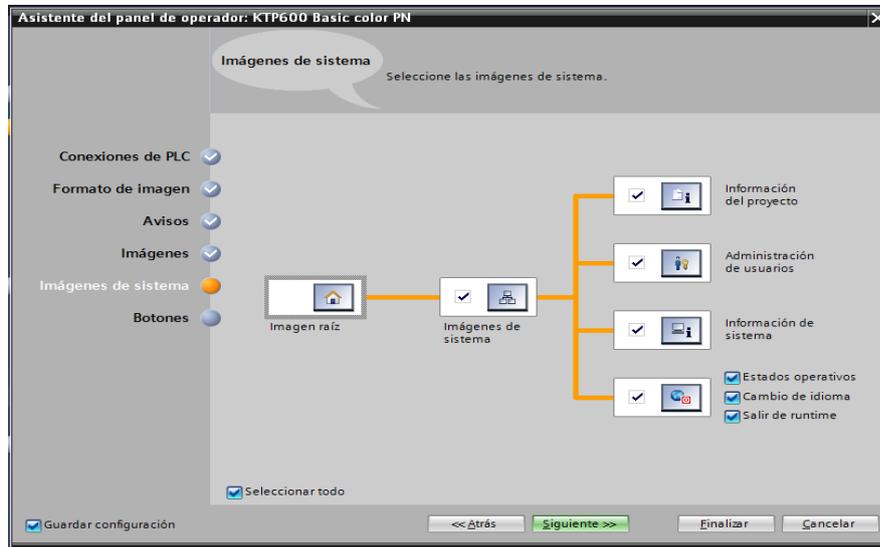
Figura 72. Selección de ventanas



Fuente: Autores

En la ventana que muestra a continuación se puede realizar la configuración de las pantallas del sistema que se crea automáticamente por el software, con las diferentes opciones que se muestran.

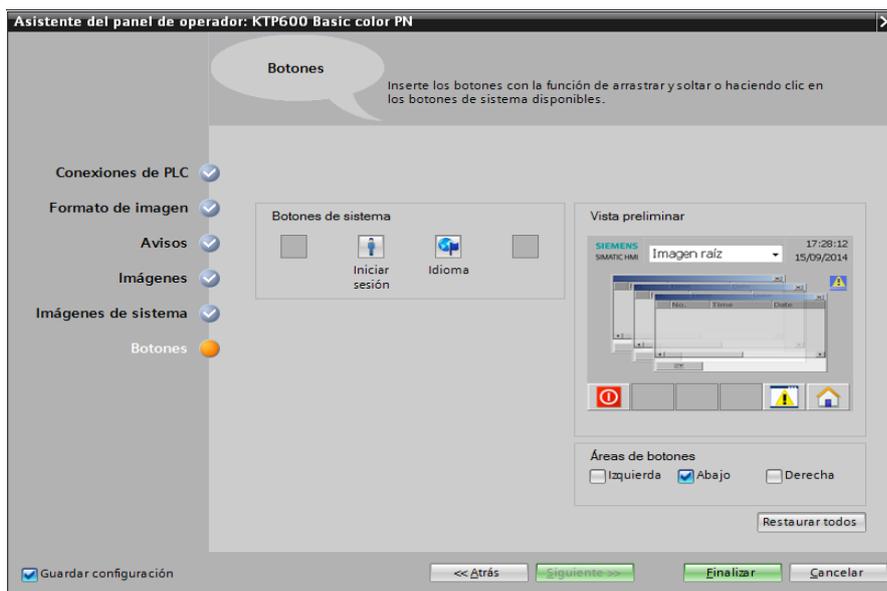
Figura 73. Selección de pantallas



Fuente: Autores

Para finalizar, se debe configurar los botones de comando que requiera tener en las pantallas creadas. Por último pulsar en finalizar para empezar a editar el HMI (ver Figura 74).

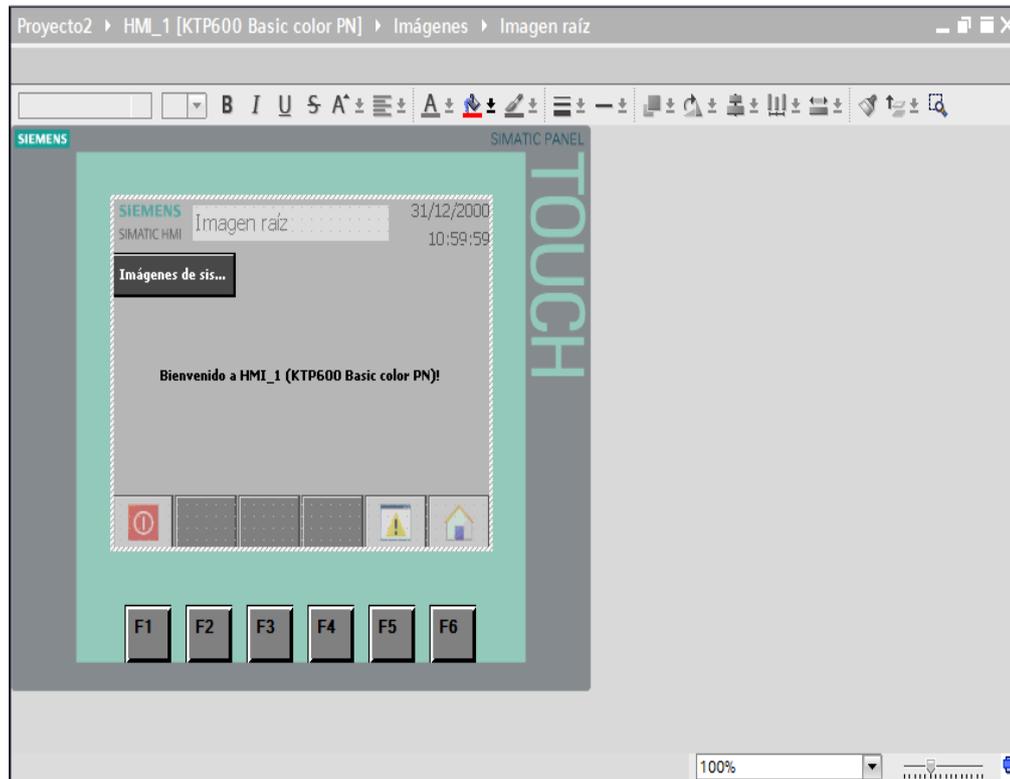
Figura 74. Selección de botones



Fuente: Autores

Una vez concluido la configuración en el asistente obtendremos una pantalla de inicio editada, ésta pantalla nos muestra según la configuración realizada anteriormente, la pantalla principal es similar en forma y diseño a la de nuestro panel de control en forma física en nuestro proyecto.

Figura 75. Pantalla configurada



Fuente: Autores

Por tanto la configuración y las pruebas de calibración son concluidas con el último paso realizado.

## CAPITULO IV

### 4. COMUNICACIÓN ENTRE PLC SIMATIC S7-1200 Y LA PANTALLA TÁCTIL

Las exigencias que requieren cumplir las redes de comunicación industrial, en los sistemas de bus modernos, son grandes y siguen creciendo de forma continua. Se pretende redes de comunicación que, incluso en grandes distancias, recalquen por las prestaciones y permitan aprovechar las múltiples posibilidades del mundo digital. La comunicación Industrial Ethernet se ha establecido desde hace tiempo como la tecnología básica para este fin.

#### 4.1 Comunicación vía ETHERNET.

La forma de comunicación está establecida en la Red Ethernet interfaz PROFINET que viene integrada en el PLC S7- 1200.

**4.1.1 Profinet.** La interfaz PROFINET permite la programación y la comunicación con los paneles de la gama SIMATIC HMI BASIC PANELS para la visualización, con controladores adicionales para la comunicación de CPU a CPU y con equipos de otros fabricantes mediante protocolos de TCP/IP, para ampliar las posibilidades de integración mediante protocolos abiertos de Ethernet. La CPU en el puerto PROFINET resiste conexiones de comunicación simultáneas:

- Conexiones para comunicación de HMI a CPU.
- Conexión para comunicación de programadora (PG) a CPU.
- 8 conexiones para comunicación del programa S7-1200 con instrucciones Tblock.

- 3 conexiones para la comunicación entre una CPU S7-1200 pasiva y una CPU S7 activa. La CPU S7 activa utiliza instrucciones GET y PUT (S7-300 y S7-400) o instrucciones ETHx\_XFER (S7-200). Una conexión de comunicación S7-1200 activa sólo es posible con instrucciones Tblock.

**4.1.2 Comunicación mediante un programa.** La CPU del PLC S7 1200 consigue comunicarse mediante un programa, el cual es STEP 7 (TIA PORTAL) en una red. Para la configuración y la comunicación de una CPU y una programadora considere lo siguiente:

- En la Configuración e instalación: Es apropiado configurar el hardware
- La comunicación de dos interlocutores no necesariamente requieren de un switch Ethernet.

En el capítulo anterior se configuro la detección del CPU para la comunicación es necesario configurar el IP del CPU lo que se realiza a continuación

**4.1.2.1 Configuración de una dirección IP para el PLC.** La configurar de la dirección IP del PLC se da una vez hecha la configuración de la CPU. En la interfaz PROFINET, es viable configurar los parámetros, por tanto pulse en la casilla ETHERNET verde en la CPU para y así seleccionar el puerto ETHERNET. En la opción “Propiedades” en la ventana de inspección se muestra el puerto Ethernet.

Figura 76. Puerto Profinet



Fuente: Autores

**a) Dirección Ethernet (MAC).**- en todo dispositivo de red ETHERNET adquiere una dirección MAC (Media Access Control o control de acceso al medio) dadas por el fabricante para establecer su identificación. La dirección MAC se constituye por seis grupos de dos dígitos hexadecimales, apartados por guiones (-) o a su vez por dos puntos (:), según el orden de transmisión (por ejemplo 01-23-45-67-89-AB o 01:23:45:67:89: AB).

**a) Dirección IP.**- Cualquier dispositivo debe contener una dirección IP (Internet Protocol o Protocolo Internet). La dirección IP admite al dispositivo por medio de una red enrutada transferir datos.

La dirección IP está constituido por ocho bits (octetos) y su representación es en formato decimal divididos por puntos como por ejemplo (211.154.184.16). El primer segmento de la dirección IP se utiliza para la ID de red es decir (¿la red en que se encuentra?) y, la segunda, es para la ID del host (relacionada para cada uno de los dispositivos de red). Una dirección IP 192.168.x.y no se en ruta vía internet ya que es una designación estándar reconocida por una red privada (ver Figura 61).

**c) Máscara de subred.**- la subred de los dispositivos son redes conectadas con agrupación lógica. Habitualmente, en una subred los nodos se encuentran próximos a una red de área local (LAN). Una máscara de la subred IP define los límites.

Normalmente, una máscara de la subred 255.255.255.0 es adecuada para una pequeña red local. Por tanto los 3 primeros octetos de la direcciones IP de ésta red deberían ser iguales. Los diversos dispositivos de red se identifican por el último octeto (campo de 8 bits). Por ejemplo, es viable establecer la máscara de subred 255.255.255.0 con una dirección IP comprendidas entre 192.168.2.0 y 192.168.2.255 para los dispositivos de una red local pequeña.

**4.1.2.2 Configuración de una dirección IP para la pantalla HMI.** La configuración de la IP de la pantalla se realiza manualmente en la panel principal ingresando en la pestaña profinet como se muestra en la figura 77.

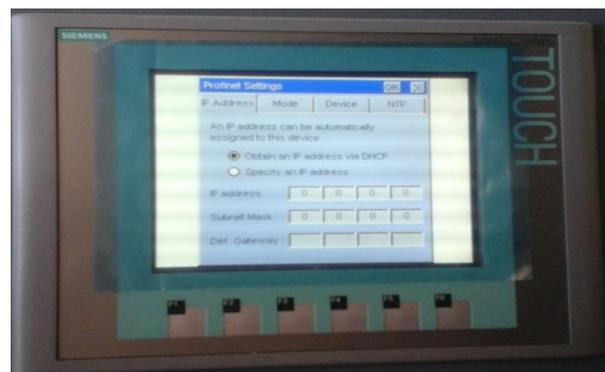
Figura 77. Panel principal



Fuente: Autores

Una vez ingresado en las propiedades de profinet settings se marca la opción Specify an IP address en la pestaña IP Address.

Figura 78. Panel principal



Fuente: Autores

Luego se procede a dar un nombre a la pantalla HMI y la IP correspondiente que este caso es 192 168 0 14.

Figura 79. IP y el nombre de la pantalla táctil

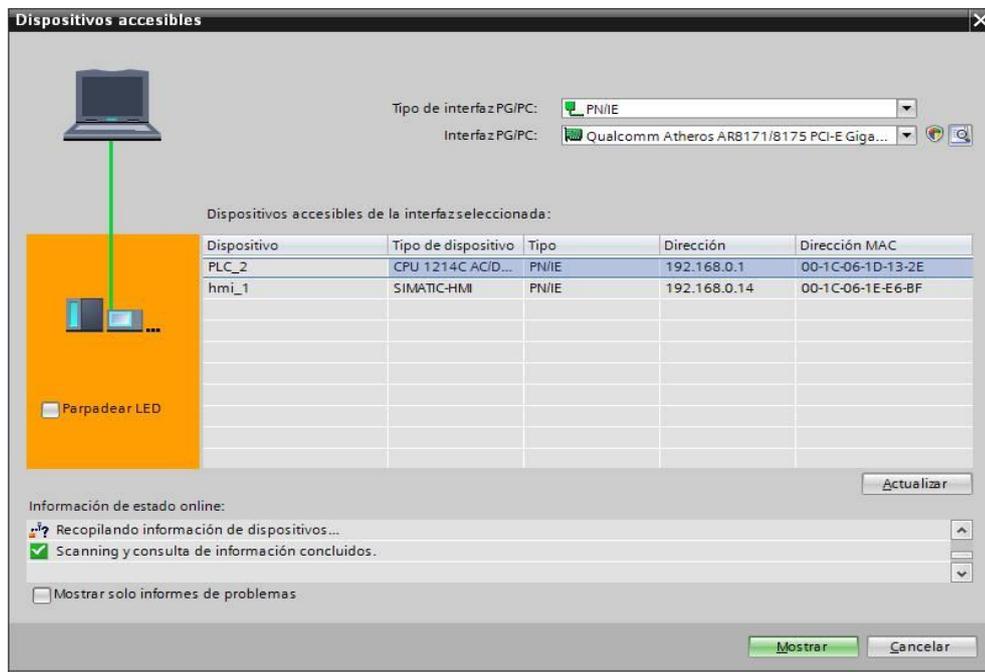


Fuente: Autores

**Comprobar la red Profinet.** Tras cumplir con la configuración requerida, es preciso cargar el proyecto a la CPU. Por lo cual todas las direcciones IP se configuran al cargar el proyecto en el dispositivo.

Una vez cargado se puede visibilizar el programa en la pantalla principal de pc, por ende todos los dispositivos que se encuentran conectados a la red PROFINET, mostrando todos los datos como tipo de dispositivo, la dirección IP con la que está conectada, la interfaz de dispositivo entre otras.

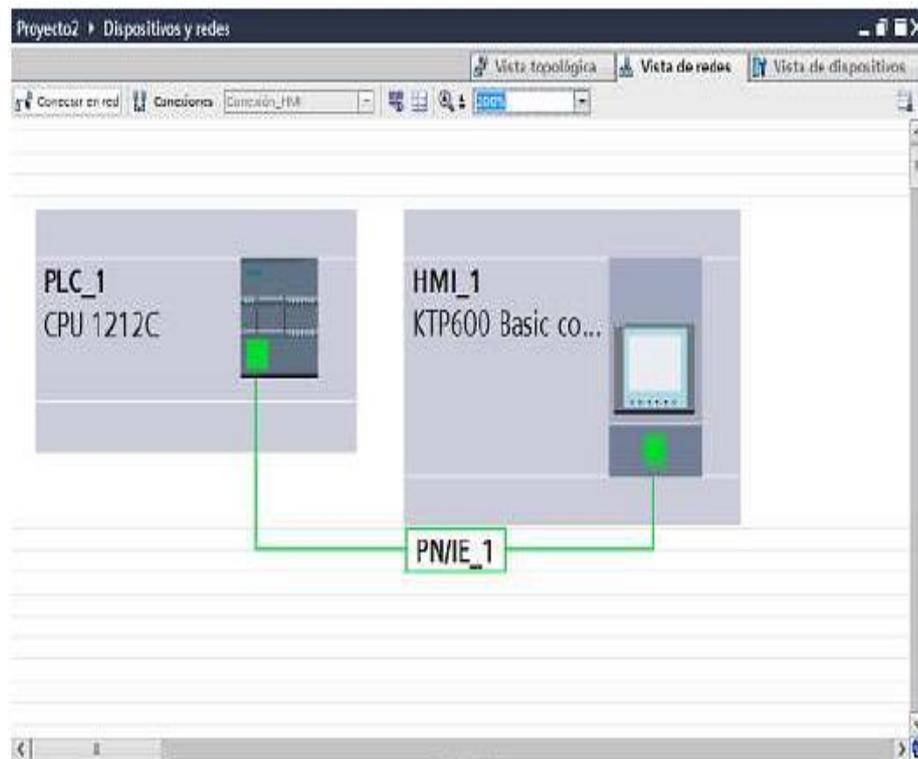
Figura 80. Puerto profinet



Fuente: Autores

**4.1.2.3 Comunicación entre dos interlocutores.** Si la red contiene más de dos dispositivos se debe tener un switch Ethernet. En nuestro caso el Switch Ethernet de 4 puertos Siemens es el CSM1277 que acoplado en un rack puede utilizarse para conectar los dispositivos HMI y las CPUs. De tal forma el puerto PROFINET de la CPU no contiene un dispositivo de conmutación Ethernet. En el interfaz portal en la opción “Dispositivos y redes”, utilice la “Vista de red” para crear las conexiones de red entre los dispositivos del proyecto como se muestra en la figura 81.

Figura 81. Conexión PLC y HMI



Fuente: Autores

**4.1.3 Establecer la conexión de hardware.** Para todas las interfaces PROFINET constituyen las conexiones físicas más apropiadas entre un programador de una CPU. Ya que la CPU ofrece la función "Auto-crossover", es factible utilizar un cable PROFINET.

**4.1.4 Programación del módulo de almacenamiento.** Para la programación del módulo se llevara a cabo con los siguientes pasos:

- Diagrama de grafcet
- La programación del PLC
- La programación de la pantalla HMI

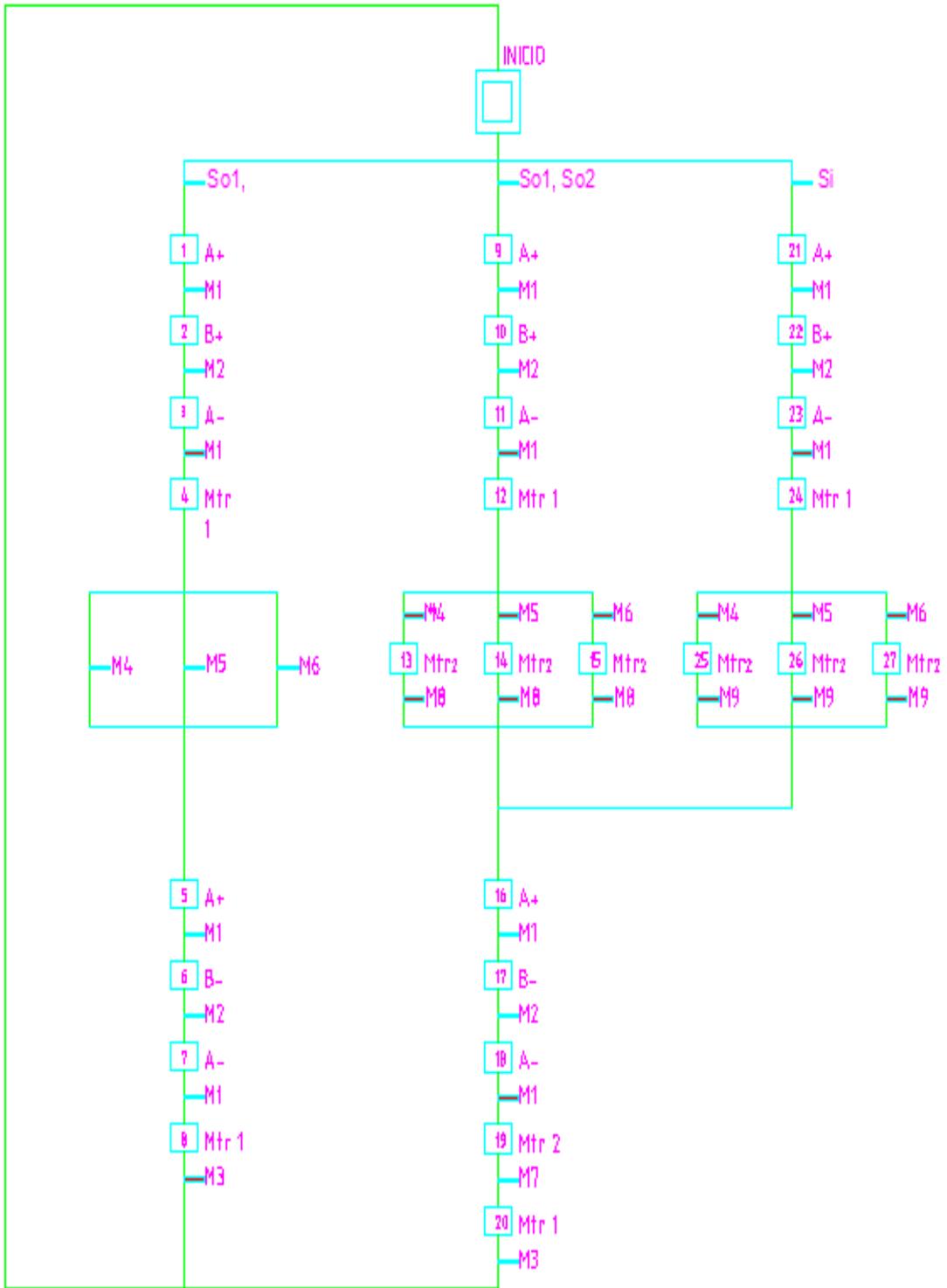
**4.1.4.1 Diagrama de grafcet.** Es necesario al iniciar la programación realizar el diseño de la secuencia de programación utilizando el método del GRAFCET conocido para la ejecución de procesos en automatización industrial. El GRAFCET detalla su secuencia de movimientos que ejecutara en la estación de almacenamiento.

Tabla 8. Etapas neumáticas y controles eléctricos

<b><i>Etapas del proceso</i></b>	
<b>Designación</b>	<b>Significado</b>
A+	Salida el cilindro A
A-	Entrada del cilindro A
B+	Pinza cerrada
B-	Pinza abierta
Mtr <sub>1</sub>	Motor 1 doble giro (coloca en las 4 posiciones)
Mtr <sub>2</sub>	Motor 2 doble giro (baja y sube el brazo neumático)
<b><i>Controles eléctricos</i></b>	
<b>Designación</b>	<b>Significado</b>
Io	Inicio
So1	Sensor óptico 1 (detecta probeta de 25 cm nylon)
So2	Sensor óptico 2 (detecta probeta de 35cm nylon)
Si	Sensor inductivo (Detecta probeta de 35cm aluminio)
M <sub>1</sub>	Sensor magnético 1 ( salida y entrada del cilindro)
M <sub>2</sub>	Sensor magnético 2 ( apertura y cierre de la pinza)
M <sub>3</sub>	Sensor magnético 3 ( posición inicial del plato)
M <sub>4</sub>	Sensor magnético 4 ( posición 1 de almacenamiento)
M <sub>5</sub>	Sensor magnético 5 ( posición 2 de almacenamiento)
M <sub>6</sub>	Sensor magnético 6 ( posición 3 de almacenamiento)
M <sub>7</sub>	Sensor magnético 7 ( posición en el primer nivel)
M <sub>8</sub>	Sensor magnético 8 ( posición en el segundo nivel)
M <sub>9</sub>	Sensor magnético 9 ( posición en el tercer nivel)

Fuente: Autores

Figura 82. Diagrama de grafcet



Fuente: Autores

**4.1.4.2 Programación PLC.** Para la programación del PLC se utiliza el software STEP 7 (TIA Portal V13), Junto con el controlador, en el proyecto se crea automáticamente el

bloque de organización "Main [OB1]". En dicho bloque de organización se creará a continuación el programa de usuario.

*Asignación de variables del PLC.* Antes de iniciar la programación se debe asignar las entradas, salidas y memorias del PLC.

a) Asignación de entradas

Tabla 9. Entradas al PLC

<b>Nombre</b>	<b>Tipos de datos</b>	<b>Asignación</b>
INICIO	Bool	I0.5
SENSOR_PINZA	Bool	I0.2
SENSOR_ACTUADOR	Bool	I0.3
SENSOR_OPTICO 2	Bool	I0.6
SENSOR_OPTICO	Bool	I0.0
SENSOR_INDUCTIVO	Bool	I0.7
SENSOR_POSICION INICIAL	Bool	I1.0
SENSOR_POSICION1	Bool	I1.4
SENSOR_POSICION2	Bool	I1.5
SENSOR_POSICION3	Bool	I1.3
SENSOR_POSICION1_GIRO	Bool	I1.2
SENSOR_POSICION2_GIRO	Bool	I0.1
SENSOR_POSICION3_GIRO	Bool	I1.1
PARO	Bool	I0.4

Fuente: Autores

b) Asignación de salidas

Tabla 10. Salidas del PLC

Nombre	Tipos de datos	Asignación
LAMPARA_PARO	Bool	Q0.0
LAMPARA_INICIO	Bool	Q0.1
MOTOR_ASENDENTE	Bool	Q0.2
MOTOR_DESCENDENTE	Bool	Q0.3
MOTOR_ANTIHORARIO	Bool	Q0.4
MOTOR_HORARIO	Bool	Q0.5
SOLENOIDE_PINZA	Bool	Q0.7
SOLENOIDE_ACTUDOR	Bool	Q1.0

Fuente: Autores

c) Asignación de memorias

Tabla 11: Memorias del PLC

Nombre	Tipos de datos	Asignación
MEM_0.0	Bool	M0.0
MEM_0.1	Bool	M0.1
MEM_0.2	Bool	M0.2
MEM_0.3	Bool	M0.3
MEM_0.4	Bool	M0.4
MEM_0.5	Bool	M0.5
MEM_0.6	Bool	M0.6
MEM_0.7	Bool	M0.7
MEM_0.8	Bool	M5.4
MEM_0.9	Bool	M5.0
MEM_0.10	Bool	M5.1
MEM_0.11	Bool	M5.2
MEM_0.12	Bool	M5.3

MEM_0.13	Bool	M5.5
MEM_0.14	Bool	M5.6
MEM_0.15	Bool	M5.7

Fuente: Autores

Las memorias que están indicadas en la tabla son las memorias del primer segmento las memorias de los segmentos siguientes estarán establecidas en la programación con los respectivos comentarios en el (ANEXOB)

d) Asignación de contadores y tiempos

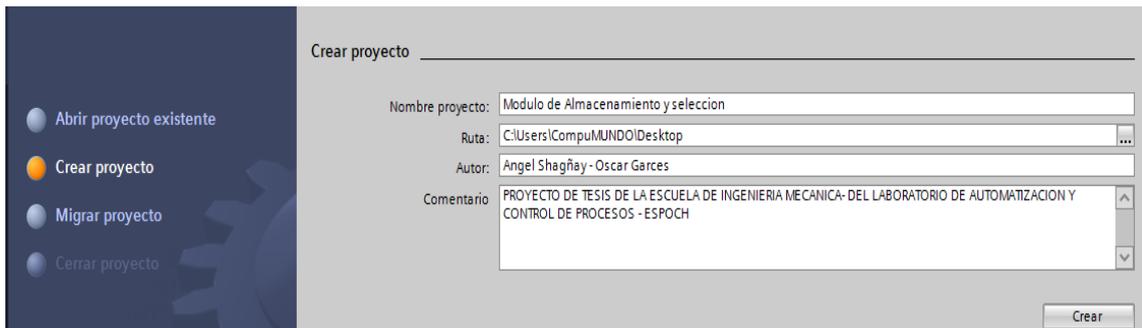
Tabla 12. Contadores y tiempos

Nombre	Tipos de Datos	Asignación
CONTADOR	Int	MW6
CONTADOR1	Int	MW8
CONTADOR2	Int	MW16
CONTADOR3	Int	MW20
CONTADOR4	Int	MW24
CONTADOR4	Int	MW26
TIEMPO	Tiempo	MD1
TIEMPO1	Tiempo	MD10
TIEMPO2	Tiempo	MD28

Fuente: Autores

*Programación en el STEP 7 (TIA PORTAL V13).* Para ello es necesario crear un nuevo proyecto y realizar las configuraciones necesarias ya antes mostradas en el capítulo III y la conexión Ethernet que esta detalla anteriormente en este capítulo.

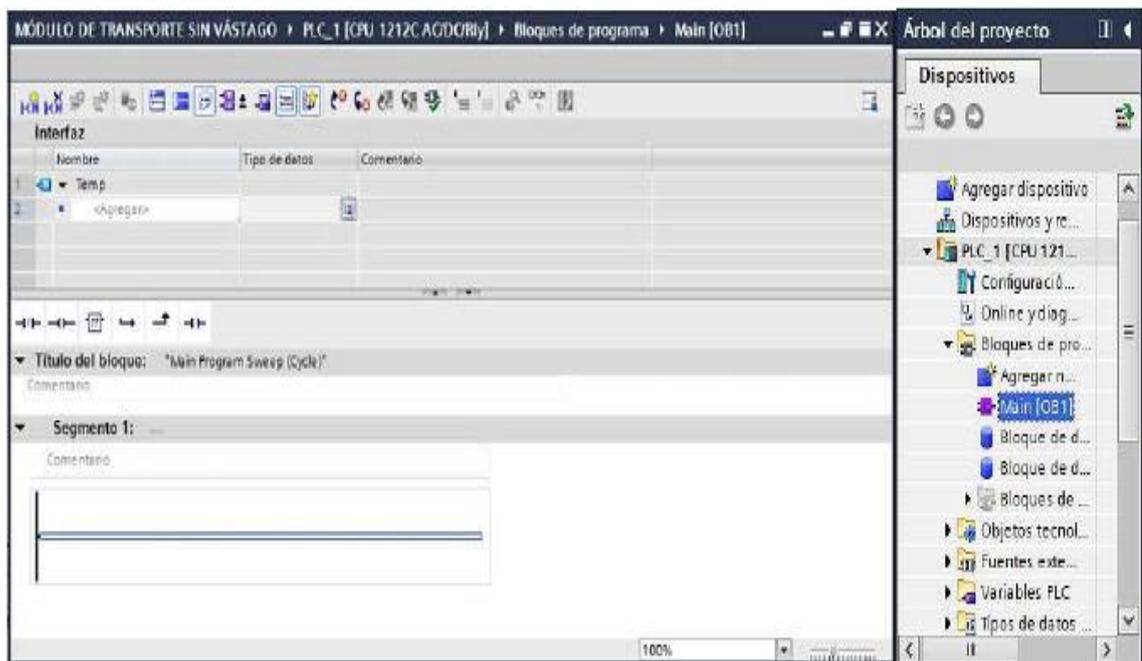
Figura 83. Descripción del proyecto



Fuente: Autores

Una vez realizado la configuración respetiva del PLC y la conexión Ethernet con la direccionamiento apropiado (se detalla en el capítulo III numeral 3.4.2. y al inicio de este capítulo numeral 4.1.), se prosigue con la programación. Nos ubicamos en la parte izquierda del árbol del proyecto en la ventana del programa, pulsamos clic en la carpeta de bloque de programa. Dentro de ésta carpeta se encuentra creado un bloque por defecto que es el Main [OB1]. Seleccionamos dos veces sobre éste para editarlo. Si deseamos editar/crear otro bloque escogemos “Agregar nuevo bloque”.

Figura 84. Creación del MAIN



Fuente: Autores

En la parte derecha está la pestaña de instrucciones de programación donde se encuentran los distintos elementos que son utilizados para la programación. En la parte inferior se encuentra las propiedades del bloque y de cada uno de los elementos.

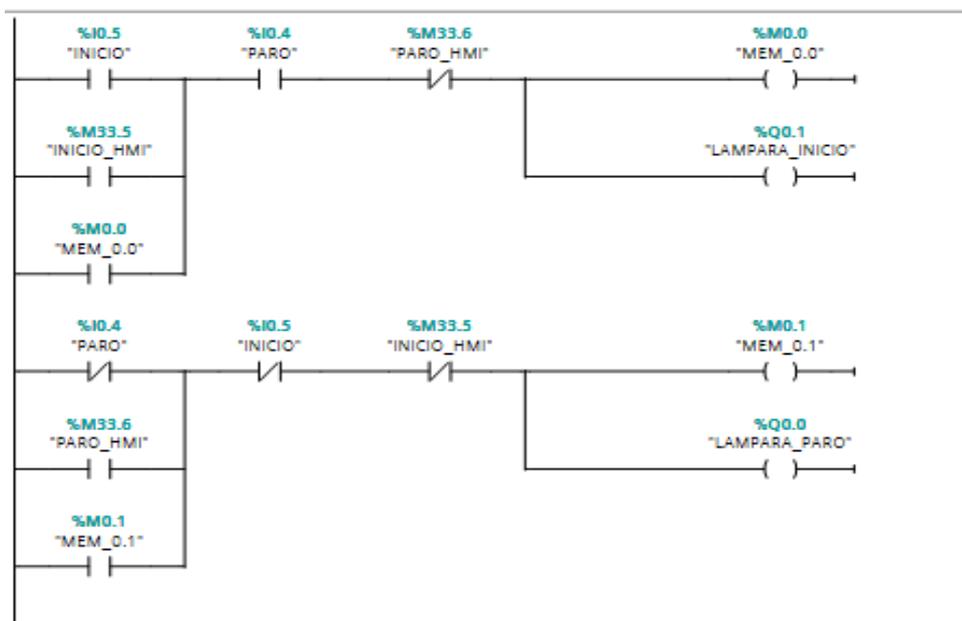
Figura 85. Elementos de programación



Fuente: Autores

Ya dado a conocer todos los elementos y las partes importantes del programa a continuación se detalla la programación con la ayuda del diagrama de grafcet que se utiliza para que el módulo de almacenamiento y selección funcione como lo descrito en el capítulo III. Los gráficos indicados a continuación son divididos por segmentos utilizados en la programación y que hacen que la misma sea más eficaz y si en caso de haber fallas ayudaría a detectar de una forma más rápida.

Figura 86. Programa del módulo (encendido)



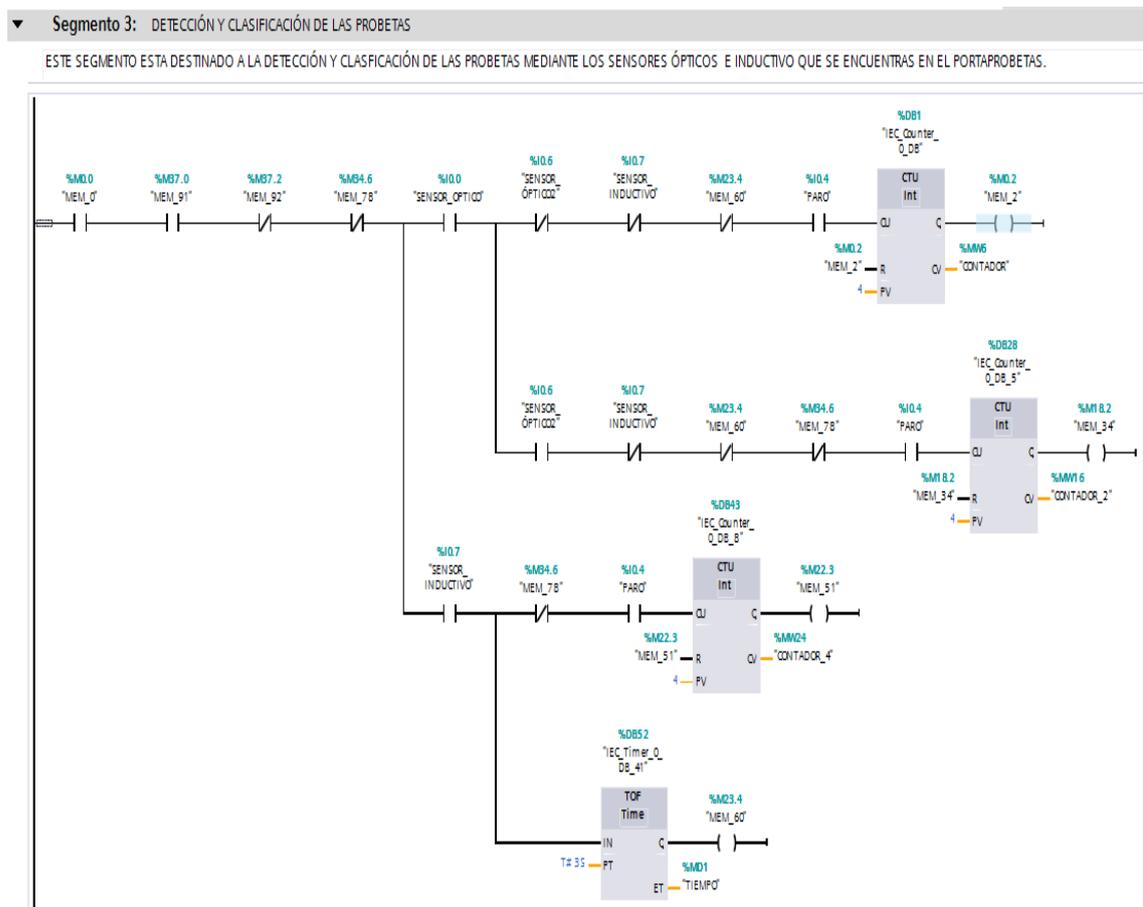
Fuente: Autores

La programación se realizó con la ayuda del diagrama de grafcet para los segmentos respectivos, en la figura 96 se da a conocer la programación de encendido del módulo de almacenamiento y los segmentos de programación que continúan se describirá todo el proceso en el ANEXO B.

➤ **Programación para la selección de probetas con contadores y timers**

En la programación utilizamos elementos adicionales del bloque de programación, las cuales son los Timers, y contadores que ayudan para el conteo de probetas que se colocan en la estación de almacenamiento. Para la inicio del proceso los contadores deben estar encerrados.

Figura 87. Programa (timers, contadores) para la detección de probetas

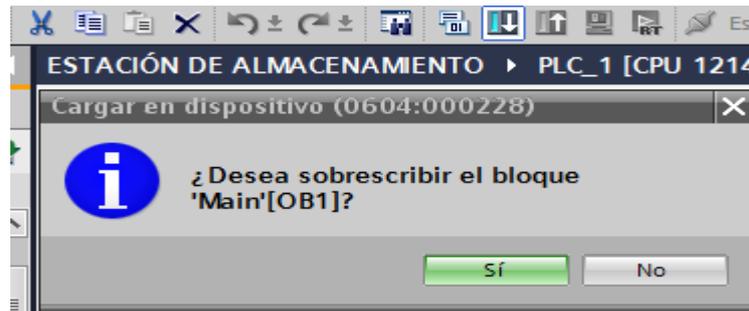


Fuente: Autores

La programación de todos los segmentos se indicara en el (anexo B)

*Cargar programación al PLC.* Para cargar el programa al PLC se debe verificar en primera instancia la conexión con la pc para ello se va a la opción de compilar, luego se debe ir a la opción de cargar en la barra de herramientas que se encuentran en la parte superior de la interfaz del programa y si antes ya contenía un programa en el PLC aparecerá la ventana sobre inscribir que será necesario aceptarla.

Figura 88. Comandos para cargar el programa al PLC



Fuente: Autores

**4.1.4.3 Programación de la pantalla HMI.** Ya hecha la conexión, la configuración y la calibración de la pantalla HMI en el capítulo III en el inciso 3.4.2.5 y al inicio de este capítulo, se procede a la programación de la misma.

**Asignación de memorias de la HMI.** Las memorias asignadas a continuación son las que ayudan en la programación de la HMI.

Tabla 13. Memorias de la pantalla táctil

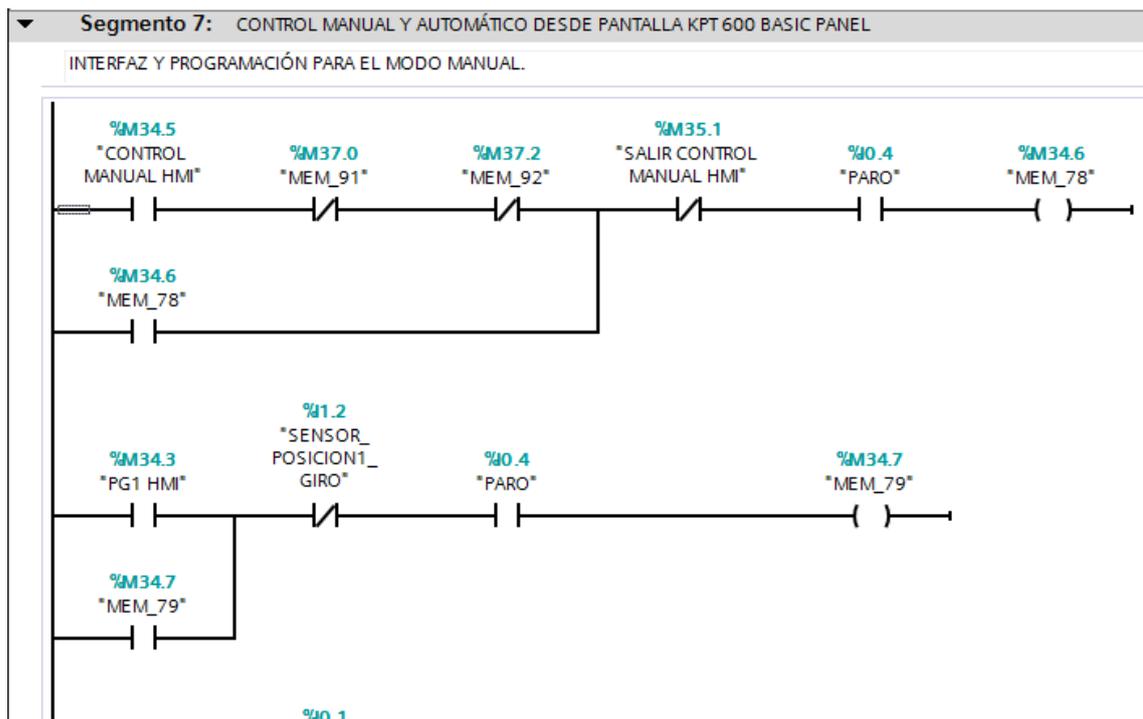
Nombre	Tipos de Datos	Asignación
INICIO_HMI	Bool	M33.5
PARO_HMI	Bool	M33.6
CONTROL MANUAL HMI	Bool	M34.5
SALIR CONTROL MANUAL HMI	Bool	M35.1
CONTROL MANUAL HMI	Bool	M36.7
SALIR CONTROL AUTOMATICO HMI	Bool	M40.3
SALIR MATRIZ DE POSICION HMI	Bool	M40.4
MATRIZ DE POSICIONES HMI	Bool	M39.5

Fuente: Autores

Las memorias que se indican en la tabla 13 son los que realizan las diferentes activaciones de la interfaz (pantallas) en la HMI. Para la información completa de todas las memorias utilizadas en la programación ver el (ANEXO B)

**Programa en el STEP 7 de la HMI.** En la siguiente figura se muestra una de los segmentos de la programación que se desarrolló para el control de modo automático, para ver la programación completa de los diferentes segmentos ver (Anexo B).

Figura 89. Programa de la pantalla táctil del control manual



Fuente: Autores

Una vez terminado con la programación de la HMI se da a conocer las diferentes pantallas creadas con el propósito de realizar la presentación, el control semi automático, control automático y la matriz de posiciones. Las pantallas que están dentro de cada mando se darán a conocer a continuación:

- Presentación de la estación
- Interfaz del estado de visualización de la estación
- Interfaz del control semi automático
- Interfaz de visualización de proceso
- Interfaz matriz de posición

**Presentación de la estación.** Para la presentación se configura la pantalla en su imagen raíz con la ayuda de texto e imágenes introducidas del pc como se muestra en la figura.

Figura 90. Presentación de la estación



Fuente: Autores

**Interfaz del estado de visualización de la estación.** La configuración de la pantalla fue creada con los comandos de programación y texto de la HMI, con el fin de seleccionar el mando semi automático, control automático, matriz de posiciones que ayuda al ingreso a nuevas interfaz (pantallas). Además en la interfaz se puede iniciar, o parar a la estación de forma manual como se muestra en la siguiente figura.

Figura 91. Selección de estado



Fuente: Autores

**Interfaz de control semi-automático.** En la siguiente interfaz la configuración es hecha con el comando botton de las herramientas de la HMI. La interfaz tiene tres opciones para los diferentes niveles.

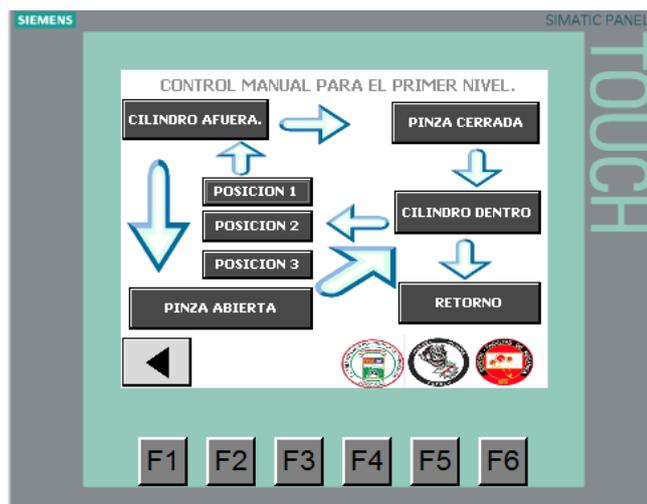
Figura 92. Selección de estado



Fuente: Autores

- **Control manual para el primer nivel.** La interfaz es creada con el propósito de ir verificando al pulsar en sus respectivos botones paso a paso, cada una de la posiciones, además verificando el funcionamiento de la estación.

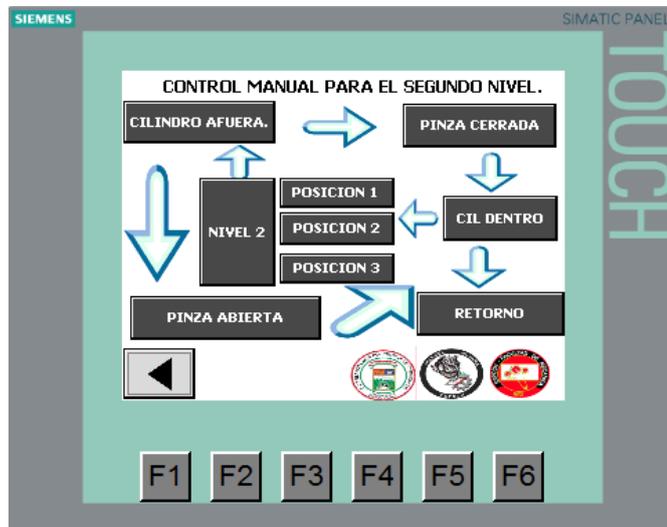
Figura 93. Control manual para el primer nivel



Fuente: Autores

- **Control manual para el segundo nivel.**

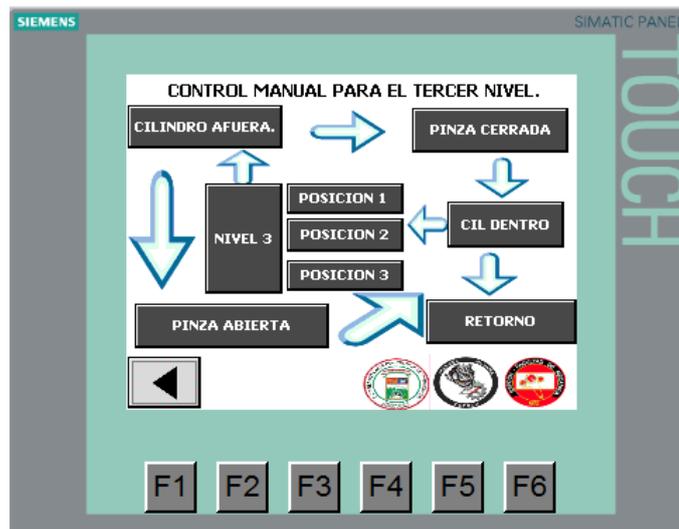
Figura 94. Control manual para el segundo nivel



Fuente: Autores

- **Control manual para el tercer nivel.**

Figura 95. Control manual para el tercer nivel



Fuente: Autores

**Interfaz de visualización de proceso.** En esta interfaz da la visualización de los estados de la estación de almacenamiento, la configuración de la misma se realizan con el comando boton de las herramientas de la HMI para la verificación del modo automático por monitoreo de sensores y visualización por secuencia.

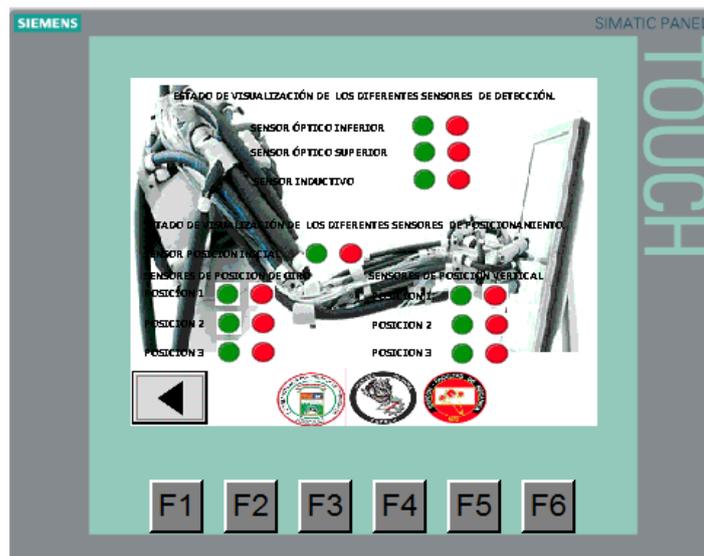
Figura 96. Visualización de procesos



Fuente: Autores

*Interfaz de monitoreo de sensores en el mando automático.* En esta interfaz se monitorea todos los sensores que intervienen al realizar el proceso y la configuración de la misma se realizan con el comando texto de las herramientas de la HMI además figuras de la librería.

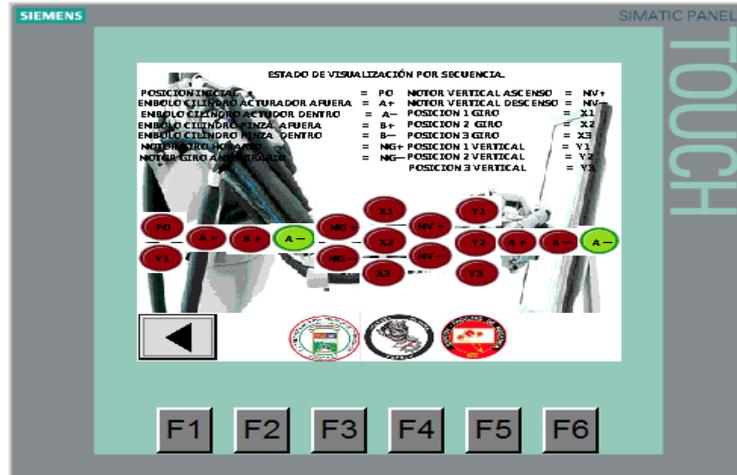
Figura 97. Monitoreo de los sensores



Fuente: Autores

**Interfaz de visualización por secuencia en el mando automático.** La pantalla nos muestra cómo se va cumpliendo las diferentes posiciones mientras la estación está en proceso, la configuración de la interfaz está creada con texto e imágenes extraídas de la librería de la HMI como se muestra en la figura.

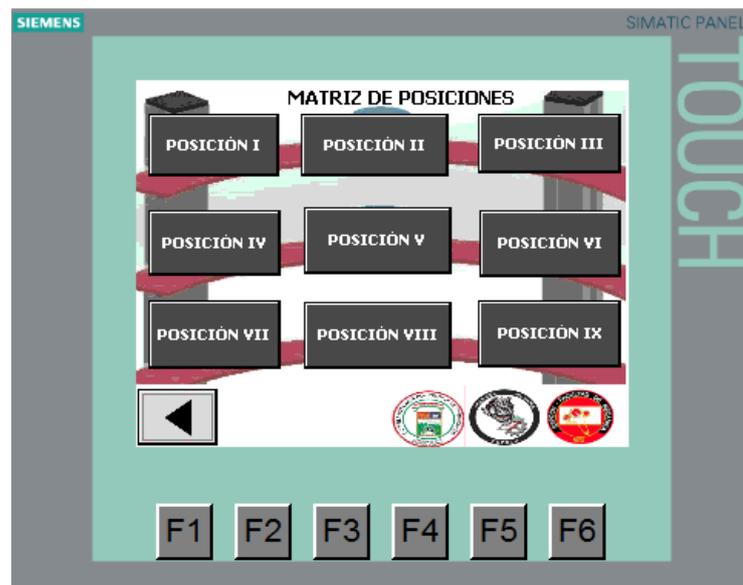
Figura 98. Visualización por secuencia



Fuente: Autores

**Interfaz de matriz de posición.** La interfaz nos ayuda a almacenar las probetas en las 9 posiciones diferentes de forma automática al pulsar en una de las opciones, cave recalcar que en este caso no importa los tamaños de las probetas.

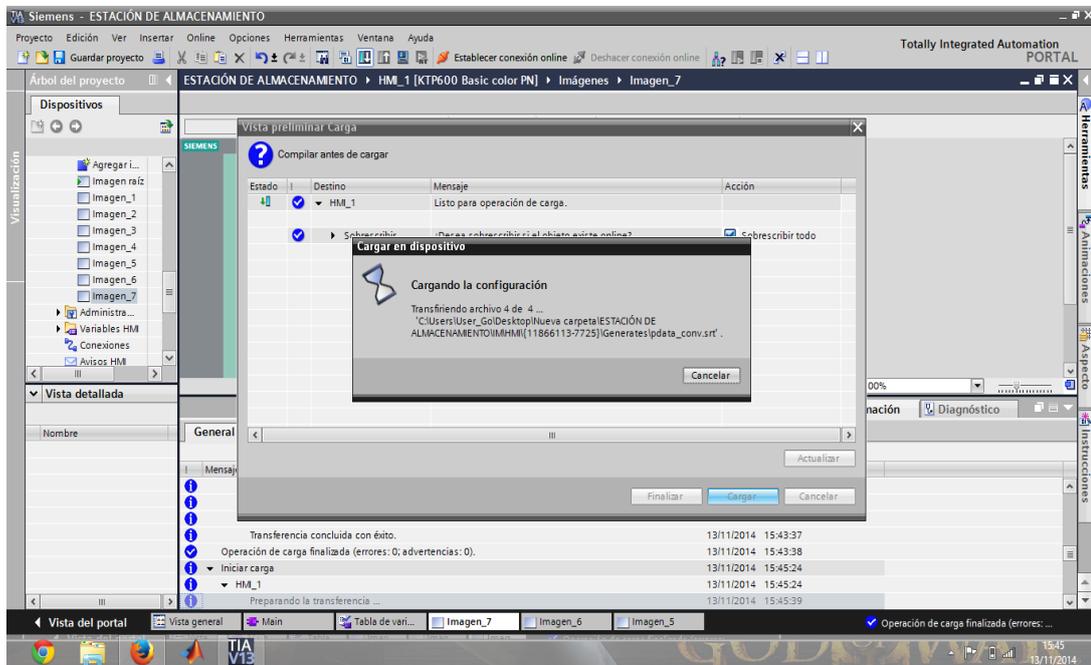
Figura 99. Matriz de posiciones



Fuente: Autores

**Cargar programación del HMI al PLC.** Una vez concluida con la programación de la HMI procedemos a cargar al PLC para ello se revisa la conexión online y el diagnóstico que se encuentra dentro de la interfaz PLC como de la pantalla HMI.

Figura 100. Cargar el programa de la HMI al PLC



Fuente: Autores

## 4.2 Pruebas y calibración de la comunicación ETHERNET.

La prueba y calibración de la comunicación Ethernet se lo realiza de dos formas distintas con el fin de verificar y comprobar la correcta conexión que existe entre el PLC, la pantalla HMI y la Pc, las cuales son:

- Visualización del programa en el TIA Portal.
- Test del PLC en el software TIA Portal

**4.2.1 Visualización del programa en el TIA Portal.** Para la verificación por medio de la visualización del programa en el TIA Portal se debe seguir los siguientes pasos que se menciona a continuación:

- En primer lugar se debe verificar que el cable Ethernet este perfectamente conectado con la PC.

- Una vez comprobado se realiza la conexión respectiva y en el interfaz del programa Tia portal dar click en establecer conexión online



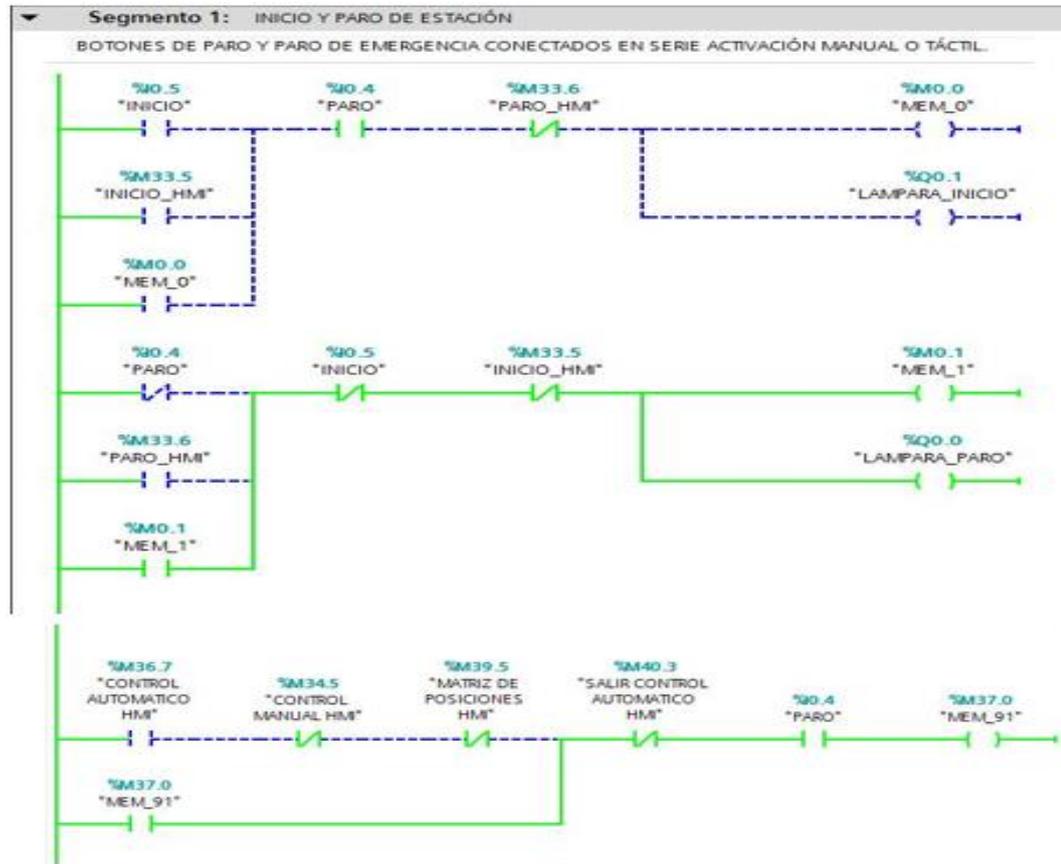
- Ya establecida la conexión online se debe cargar el programa, compilando y sobre inscribir si es necesario como se lo indico en el inciso 4.1.4.2.3, para así dar click en  y visualizar en tiempo real.

- Para dar fin a la visualización del programa cargado se debe dar nuevamente click en , y luego en el botón deshacer conexión online



Dado los pasos respectivos para cumplir con la visualización daremos a conocer como es en tiempo real en la siguiente figura:

Figura 101. Visualización del programa en tiempo real

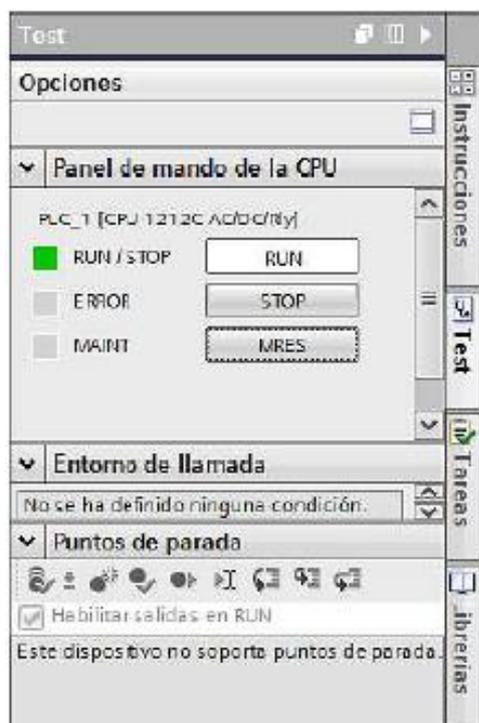


Fuente: Autores

**4.2.2 Test del PLC en el software TIA Portal.** Para la prueba y calibración de la comunicación Ethernet es preciso cumplir con uno de los test que nos ofrece el software TIA Portal, siguiendo los pasos que se indican a continuación:

- Para cumplir con el test se debe establecer la conexión online como se indicó en el inciso anterior.
- Luego en la parte superior derecha del software existe la opción test, se debe ingresar con un click y nos visualiza el panel de mando de la CPU en este caso.
- En el panel de mando existen tres opciones como el RUN, STOP, MRES con los cuales verificaremos si existe una correcta comunicación Ethernet.
- Por ultimo hechas las pruebas se desactiva el panel de mando, cuando el PLC este en estado RUN, y luego deshacer la conexión online.

Figura 102. Visualización del programa en tiempo real



Fuente: Autores

## CAPITULO V

### 5. ANÁLISIS DE COSTOS ENTRE EQUIPOS DE LAS MISMAS CARACTERÍSTICAS.

#### 5.1 Costos de los equipos adquiridos.

Como hoy en día existen innumerables marcas de los equipo por ende se analiza exhaustivamente los costos de las diferentes marcas reconocidas a nivel mundial, por tanto se decidió adquirir los equipos de la marca SIEMENS por la facilidad, versatilidad, confiabilidad, flexibilidad y por características técnicas y un costo apropiado para fines educativos.

Tabla 14. Costos de equipos adquiridos

Tipo	Descripción	USD	USD (+12% iva)	USD (22% descuento)
<b>6ES7214-1BG31-0XB0 (pp 130)</b>	CPU S7-1214C, 110-220 VAC, (14DI/10DO/2AI), entradas digitales 24VDC, Salida a Relé, 75KB de memoria, Reloj Integrado, conexión Ethernet Industrial RJ45.	660	739.2	<b>576.58</b>
<b>6AV6647-0AD11-3AX0</b>	SIMATIC Basic KTP600 color PN. Pantalla 5.7" TFT color, Pantalla táctil y 6 teclas función.	1242	1391.04	<b>1085.01</b>
<b>6gk7277-1aa10-0aa0</b>	CSM1277 switch industrial Ethernet no gestionado, format SIMATIC S7-1200. Con 4 puertos rj45 10/100mbps	216	241.92	<b>188.70</b>
<b>6EP1332-1SH43</b>	Fuente de poder LOGO! Power. Entrada 110/220VAC; salida: 24VDC 2.5 <sup>a</sup>	107	119.84	<b>93.47</b>
<b>6ES7822-0AA02-0YA5</b>	TIA PORTAL V13 Basic para configuración, programación y diagnóstico de los controladores Simatic S7-1200. Incluye WinCC V12 Basic para la configuración de los paneles Simatic HMI Basic Panels.	625	700	<b>546</b>
<b>6es7972-0ba52-0xa0</b>	Conector para PROFIBUS sin borne conexión a PC. Angulo de conexión 90°. Sistema de conexionado fácil fast connect	83	92.96	<b>72.51</b>
<b>TOTAL</b>		<b>2933</b>	<b>3284.96</b>	<b>2562.27</b>

Fuente: Autores

En el país existen varias empresas comercializadoras que ayudan con la adquisición de equipos SIEMENS con fines educativos y su descuento respectivo, las empresas que ayudan son: INASEL Cía. Ltda., INGELCOM, entre otras. Por la colaboración permanente con la ESPOCH y la facilidad de prestación de servicio y de entrega de equipos con la responsabilidad del caso se eligió a INASEL Cía. Ltda.

Además colaboraron con la capacitación y el asesoramiento con personal especializado de los equipos adquiridos, bajo supervisión de la empresa mencionada. La empresa antes mencionada por su política dio un descuento del 22% del valor total incluido IVA de la adquisición de cada uno de los equipos, por las múltiples adquisiciones de diferentes equipos realizadas por la Facultad de Mecánica de la ESPOCH y además se presentó un certificado facilitada por la Facultad.

## 5.2 Costos de otros equipos similares

Como en todo proyecto se debe verificar los costos de equipos similares con el fin de verificar cuan factible son los equipos seleccionados, para la automatización existen una serie de marcas de donde pueden adquirir diferentes equipos las cuales daremos a conocer a continuación los precios de los equipos y de los diferentes elementos adquiridos para nuestro proyecto.

### 5.2.1 Costos de las marcas más reconocidas

#### 5.2.1.1 S7-1200, Siemens.

Tabla 15. Costos de equipos similares

OPCIÓN 1
<p>Los costos de los equipos de siemens están detalladas en la tabla 14 con su descripción respectiva. Ya que los equipos de siemens son los que seleccionamos para nuestro proyecto por su factibilidad, versatilidad, confiabilidad, flexibilidad y por su alta comercialización en nuestro país para fines educativos y además para las diversas industrias.</p> <p>Una de las desventajas de los PLC Siemens básicamente está en la licencia no es libre como lo es en los PLC de Delta, Fatek, entre otros que poseen licencias libres e inclusive el software se lo puede adquirir del internet.</p>

Fuente: Autores

**5.2.1.2 Twido, Schneider electric.** La lista de precios que se muestra a continuación de los equipos con las descripciones respectivas de la marca Twido, Schneider electric, se obtuvieron con el fin de verificar y analizar si es factible adquirir estos equipos para nuestro proyecto.

Tabla 16. Costos de equipos similares

OPCIÓN 2			
Detalle	Descripción	Fabricante	Precio
<b>TWDLCAE40DRF</b>	CPU de bases compacta, entradas digitales 24VDC, Salida a 14 Relé, Modbus maestro/esclavo, ASCII, Reloj Integrado, conexión Ethernet Industrial RJ45.	Twido, Schneider electric.	943
<b>HMIGTO2310</b>	Magali GTO pantalla Tactil a color de 5.7", memoria 96MB/512KB, puerto Ethernet.	MAGALI	1312.5
<b>TCSESM043F23F0</b>	switch gestionable connexium, Con 4 puertos rj45 10/100 Base -TX, grado de protección IP20	Twido, Schneider electric.	278.21
<b>TSXPSY2600M</b>	Módulo de alimentación, con entrada de 100 a 240 VCA, salida 5 VCC a 24 VCC.	Twido, Schneider electric.	163.59
<b>TSXPCX1031</b>	Unity Pro, software de configuración, reconocidos del software PL7 con licencia versión 7.0.	Twido, Schneider electric.	196.94
<b>TCSECU3M3MSS4</b>	Cables blindados trenzados homologados EIA/ TIA 568, con dos conectores RJ45 en sus terminales	Twido, Schneider electric.	83.46
<b>TOTAL</b>			<b>2977.7</b>

Fuente:[http://www.schneiderelectric.es/documents/local/soporte/tarifas/2014/enero/pdf/ESMKT02023A14\\_Industry\\_PDF\\_completa.pdf](http://www.schneiderelectric.es/documents/local/soporte/tarifas/2014/enero/pdf/ESMKT02023A14_Industry_PDF_completa.pdf)

**5.2.1.3 Omrom.** Los equipos omron son los de mayor precio y los más utilizados por las industrias europeas.

Tabla 17. Costos de equipos similares

<b>OPCIÓN 3</b>			
<b>Detalle</b>	<b>Descripción</b>	<b>Fabricante</b>	<b>Precio</b>
<b>CS1D-CPU428</b>	CPU Simplex960 E/S 10KW programa 64KW de datos, con reloj integrad, conexión Ethernet.	OMRON	1781.25
<b>NS5-SQ11-V2</b>	TFT 5.7" color (Beige) interface Ethernet y USB pixels de 320X240.	BEIGE	1493.75
<b>WES SDI-541-SM-SC30</b>	Switch 4 X 10/100 Base TX, 1 X 100BaseFX, Monomodo 30 Km	OMRON	331.25
<b>CJ1W-OD263-CHN</b>	Fuente de alimentación 100 a 240 VCA, 5 VCC 2,8 A RELE.	OMRON	187.5
<b>CXONE-AL01-EV4-UP</b>	Software CX-ONE V4-1 Licencia de actualización.	OMRON	712.5
<b>XW2Z-200S-V</b>	Cables de conexión de la HMI al PLC, con dos conectores RJ45	OMRON	137.5
<b>TOTAL</b>			<b>4643.75</b>

Fuente: <http://adjditec.com/wp-content/uploads/2013/03/tarifa-omron-2013.pdf>

**5.2.1.4 Delta.** Los equipos delta son los más económicos, además el software para su programación se puede obtener fácilmente del internet, pero en nuestro país no son muy utilizados.

Tabla 18. Costos de equipos similares

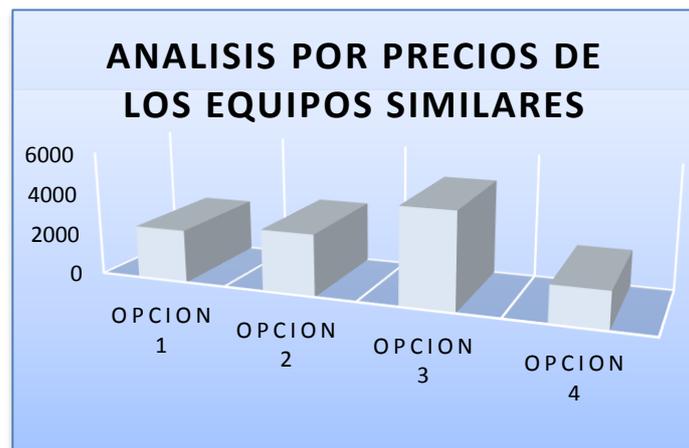
<b>OPCIÓN 4</b>			
<b>Detalle</b>	<b>Descripción</b>	<b>Fabricante</b>	<b>Precio</b>
<b>DVP20EX00T2</b>	PLC completo con conexión Ethernet.	DELTA	604
<b>FP4057</b>	TFT 5.7" pantalla a color, con 6 teclas, conexión directa a otras marcas del PLC morón, delta, siemens	TOUCHSCREEN	926.38
<b>PN81-53030007-00-MI-150-G3</b>	Fuente de poder delta electricrs 100 a 240 VCA, 5 VCC 2,8 A RELE.	DELTA	100
<b>AH500</b>	Software de la edición para la serie DVP, ISPsoft V2.05	ISPsoft V2.05	320
<b>UTP CAT 5E</b>	Cables de conexión de la HMI al PLC, UTP CAT 5E con dos conectores RJ45.	DELTA	130
<b>TOTAL</b>			<b>1780.40</b>

Fuente: [http://articulo.mercadolibre.com.ec/MEC-406006384-cable-utp-cat-5e-305mts-delta-\\_JM](http://articulo.mercadolibre.com.ec/MEC-406006384-cable-utp-cat-5e-305mts-delta-_JM)

**5.2.2 Análisis por costos de las marcas más reconocidas.** Los costos totales de cada una de las marcas se muestran en las tablas respectivas en los incisos anteriores, las cuales nos ayuda a analizar por precios que equipos conviene para nuestro proyecto. Los equipos deberán ser de un precio conveniente, pero que cumplan con todos los requerimientos.

Figura 103. Análisis por precios

ANALISIS POR PRECIOS	
OPCION 1	2562.27
OPCION 2	2977.7
OPCION 3	4643.75
OPCION 4	1780.4



Fuente: Autores

Como se observa claramente en la figura 103, la opción 4 (Delta) sería la adecuada por su precio, pero los requerimientos que necesitamos son diferentes, la opción 3 (Omron) son los equipos más precisos e eficientes utilizados por los europeos pero su costo es muy elevado, opción 2 (Twido, Schneider electric), son muy utilizados pero en nuestro país no son muy comerciales para fines educativos. Por ende la opción 1 (siemens) son las más apropiadas son las más apropiadas para nuestro caso, como se mencionó anteriormente.

### 5.3 Análisis de costos

El objetivo del análisis de costo es identificar cada uno de los costos para verificar cuan factible y rentable es fabricado el producto final.

**5.3.1 Determinación de los costos totales de producción del módulo didáctico.** Para determinar los costos totales del módulo didáctico se debe analizar lo siguiente:

- Costo Primo o costo de producción directo
- Sueldo y salarios de mano de obra directa
- Gastos de Fabricación

**5.3.1.1 Costo primo o costo de producción directo.** El costo primo se refiere a todos los materiales empleados en la fabricación del módulo. Para el cual se dividirá en parte mecánica, neumática, eléctrica-electrónico.

**Partes mecánicas.** La parte mecánica se refiere a todos los perfiles y a su estructura armada.

Tabla 19. Costos de la parte mecánica

Descripción	Cantidad Requerida	Unidad	Valor unitario	Valor
Perfil de aluminio	0.5	m	65	32.5
Base de aluminio	1	u	120	120
Estructura del modulo	1	u	220	220
Rail DIN	2	u	3.50	7
Caja de metal	1	u	80	80
manijas	2	u	2	4
Accesorios	Varios	Varios	20	20
Otros	varios	Varios	Varios	24.175
TOTAL				<b>507.67</b>

Fuente: Autores

**Parte neumática.** La parte neumática se refiere a los elementos adquiridos para nuestro proyecto.

Tabla 20. Costos de la parte neumática

Descripción	Cantidad Requerida	Unidad	Valor unitario	Valor
Cilindro de simple efecto brazo	1	u	65	65
Cilindro de simple efecto pinza	1	u	30	30
Electroválvulas 3/2 monoestables	2	u	45	90
Manguera 6	5	m	0.60	3
Racores L	8	u	1.70	80
Silenciadores de bronce	2	u	7.50	15
Válvula reguladora de presión	1	u	8.60	8.60
T	4	4	1.60	6.4
Otros	varios	Varios	Varios	14.9
TOTAL				<b>312.9</b>

Fuente: Autores

## Parte eléctrica- electrónico

Tabla 21. Costos de la parte eléctrica- electrónico

Descripción	Cantidad Requerida	Unidad	Valor unitario	Valor
PLC S7-1200 1214C AC/DC RELAY	1	u	576.58	576.58
HMI Basic panel KTP 600	1	u	1085.01	1085.01
TIA Portal V13	1	u	546	546
Fuente de Poder LOGO	1	m	93.47	93.47
Tarjetas electrónicas	4	u	80	320
CSM 1277 Switch Industrial Ethernet	1	u	188.70	188.70
Lámpara piloto (verde)	1	u	1.35	1.35
Lámpara piloto (rojo)	1	u	1.25	1.25
Pulsador de paro (NA)	1	u	1.70	1.70
Pulsador de inicio (NA)	1	u	1.56	1.56
Pulsador de emergencia	1	u	2.45	2.45
Relé de conmutación doble de 24 V DC	4	u	4.35	17.4
Porta relé	4	u	2.87	11.48
Sensores magnéticos	9	u	27	243
Sensor inductivo	1	u	48.25	48.25
Sensor óptico	2	u	55	110
Cable de poder	1	u	4.50	4.50
Switch	1	u	0.60	0.60
Portafusible	1	u	0.80	0.8
Fusible	1	u	0.15	0.15
Cable serial de 25 hilos	3	m	6.65	6.65
DV 25 (macho hembra)	8	u	1.80	14.4
Cable #18	10	m	1.50	15
Conectores	200	u	0.02	4
Trasformador	1	u	45	45
Motor eléctrico	2	u	55	110
Canaleta	3	u	5	15
Otros	varios	Varios	Varios	173.21
TOTAL				<b>3637.52</b>

Fuente: Autores

Por tanto los costos de producción directo o materia prima se resumen en la siguiente tabla:

Tabla 22. Costos de producción directa o materia prima

<b>Nombre</b>	<b>Costo</b>
Parte Mecánica	<b>507.67</b>
Parte neumática	<b>312.9</b>
Parte eléctrica-electrónica	<b>3637.52</b>
<b>TOTAL</b>	<b>4458.09</b>

Fuente: Autores

**5.3.1.2 Sueldo y salarios de mano de obra directa.** En este punto del análisis de costos es necesario y primordial dar a conocer el salario o sueldo que recibe el trabajador que interviene directamente en la construcción del producto, por cuanto se cobrara el 25% del total de la inversión. Por tanto los costos generados por mano de obra en la fabricación del módulo didáctico no serán remunerados ya que corresponde a la formación y el desarrollo por parte de los implicados del presente proyecto, además la colaboración del asesor y el director del proyecto de tesis que intervienen directamente, pero si indicados.

**5.3.1.3 Gastos de fabricación.** Los gastos fabricación corresponden a: materiales indirectos, mano de obra indirecta, otros costos indirectos que describen a continuación.

Tabla 23. Lista de gastos de fabricación

<b>Descripción</b>	<b>Cantidad Requerida</b>	<b>Unidad</b>	<b>Valor unitario</b>	<b>Valor</b>
Compresor (alquilado)	1	h	40	40
Energía eléctrica	1	h	30	30
Taladro (alquilado)	1	h	10	10
Lija	5	u	0.60	3
Taípe	2	u	0.50	1
Cinta doble fas	2	u	5.46	10.92
Guaípe	1	u	1	1
Otros	varios	Varios	Varios	4.796
<b>TOTAL</b>				<b>100.71</b>

Fuente: Autores

Por tanto los costos totales de producción serán la suma de todos los gastos antes descritos que se da a conocer a continuación:

Tabla 24. Costos totales de producción

<b>Nombre</b>	<b>Costo</b>
Costo Primo o costo de producción directo	<b>4458.09</b>
Sueldo y salarios de mano de obra directa	<b>1139.7</b>
Gastos de Fabricación	<b>100.71</b>
<b>TOTAL</b>	<b>5698.5</b>

Fuente: Autores

#### **5.4 Resultados del análisis de los costos.**

Los resultados de nuestro proyecto al analizar los costos de los diferentes equipos adquiridos de SIEMENS con las múltiples empresas que elaboran dispositivos de características apropiadas y semejantes, está en las funciones adecuadas que nos brinda la empresa seleccionada entorno a sus productos, con el fin de elaborar un ambiente competitivo de nuevos proyectos con la flexibilidad, fiabilidad y factibilidad, de una alto eficacia y a un costo razonable que nos ofrece la empresa.

Por tanto la demanda de los diferentes equipos SIEMENS ya sea en las industrias o fines educativos a nivel mundial es amplia en comparación con equipos de diferentes marcas, la tecnología que ofrecen para la manipulación del PLC, pantalla HMI, son muy fáciles de comprender.

Además ofrecen un servicio técnico especializado para las diversas dificultades que se presentan al momento de utilizar los dispositivos siemens.

Analizando los costos totales de las diferentes empresas que ofrecen PLCs, pantallas HMI, y otros dispositivos de la misma características varían considerablemente (ver figura 103) según la serie que poseen, además de otras consideraciones que se menciona a continuación:

- La necesidad de automatizar,
- El número de entradas/ salidas,
- La cantidad de variables internas que se necesita,

- Velocidad de monitoreo,
- La capacidad de ampliación,
- Comunicación, programas que ofrecen,
- Programación entre otros.

Por todos los aspectos indicados, los costos adecuados y las características precisas para nuestras necesidades, los equipos adquiridos de marca SIEMENS son muy apropiados para la construcción y automatización de nuestro módulo didáctico.

## CAPITULO VI

### 6. MANUAL DE OPERACIÓN, MANTENIMIENTO Y SEGURIDAD DE LOS EQUIPOS.

#### 6.1 Manual de funcionamiento de los equipos.

El manual que se realiza a continuación es con el fin de que el estudiante sea capaz de manipular el módulo de manera segura, y así dar un eficiente funcionamiento sin que se presenten inconvenientes en la estación de almacenamiento.

**6.1.1 Inicialización del módulo.** Para la correcta manipulación se dará una serie de pasos que deberá seguir el estudiante a continuación:

- a) En primer lugar el estudiante debe verificar las conexiones si están en perfectas condiciones tanto la parte neumática como la eléctrica en el banco y en la estación de control, el cual es muy importante antes de dar el inicio.
- b) Una vez revisadas las conexiones se suministra energía eléctrica tanto al módulo de control como a la estación de almacenamiento que en este caso es a 110 V.
- c) Luego se debe presionar el switch en el módulo de control para que se habiliten todos los elementos tanto de la caja de control como los de la estación.

Figura 104. Revisión del cableado



Fuente: Autores

Como existen dos formas distintas de iniciar el funcionamiento del módulo las mencionaremos a continuación:

- d) El estudiante puede iniciar dando un clic en “INICIO” en la pantalla HMI que es táctil configurada para realizar la tarea.
- e) También puede iniciar pulsando el botón verde en el módulo de control de forma manual.

Figura 105. Inicio en la pantalla táctil de forma manual



Fuente: Autores

- f) En esta parte también cabe recalcar que se puede finalizar la estación de almacenamiento ya sea dando “PARO” en la pantalla táctil o si no en el botón rojo del módulo de control.

La estación de almacenamiento podrá ser maniobrado en tres modos de trabajo: semi automático, automático y matriz de posiciones a través de la pantalla táctil.

### 6.1.2 Como dar el correcto funcionamiento de la estación en la forma semi-automática.

- a) Tomar siempre en cuenta los pasos del primer inciso de este capítulo.
- b) Luego de ingresar a la interfaz el estudiante deberá ir pulsando en cada uno de los botones en la pantalla táctil e ir observando paso a paso como la estación va desarrollando el proceso siguiendo las flechas.

Figura 106. Inicio en la pantalla táctil de forma manual



Fuente: Autores

### 6.1.3 Como dar el correcto funcionamiento del módulo en forma automática

**a)** La estación empieza su funcionamiento como se indicó en lo anterior pulsando el botón verde y teniendo desactivada el paro de emergencia.

Una vez iniciado el módulo tendrá que cumplir las tareas designadas como lo indicaremos a continuación.

- b)** Se debe colocar las probetas ya sea por tamaño o por materiales y los sensores (ópticos, o el inductivo) son los encargados de activar las válvulas 3/2 monoestables que se encuentran en la base del módulo para que el brazo neumático salga y agarre la probeta de forma automática.
- c)** La secuencia continua encendiendo el motor con la ayuda del sensor magnético que da la activación para así llevar a ubicar la probeta en sus tres posiciones diferentes según estén disponibles.
- d)** Como el módulo tiene la opción de almacenar en tres niveles distintas probetas distintas, se activara un motor 2 por medio de sensores magnéticos según sea la secuencia para elevar a los diferentes niveles.
- e)** Además cumplidas las tareas ordenadas el módulo debe regresar a su posición inicial para una nueva orden según corresponda.

Para todos los pasos la pantalla HMI está programada para seguir ya sea por secuencia o por monitoreo de sensores para ello ver las figuras 97, 98.

**6.1.4** *Como dar el correcto funcionamiento de la matriz de posiciones.* Para la matriz de posiciones se tuvo que realizar el programa respectivo en la pantalla táctil para todo el proceso por ende se dará a conocer los diferentes pasos a seguir para su utilización:

- a)** Como en la parte automática la estación empieza su funcionamiento pulsando el botón verde y desactivada el paro de emergencia.
- b)** La secuencia a seguir para el funcionamiento de la estación por la matriz de posiciones es la misma que en la parte automática, si no que para cada mando se debe pulsar en la pantalla táctil según a la posición que requiera enviar la probeta como se indica en la figura 99.

Tanto con la parte semi automática, automática o matriz de posición deberá cumplirse el propósito del proyecto. El estudiante deberá acatar los pasos descritos anteriormente para no tener ningún inconveniente a la hora de realizar una práctica.

## **6.2 Elaboración del plan de mantenimiento de los equipos**

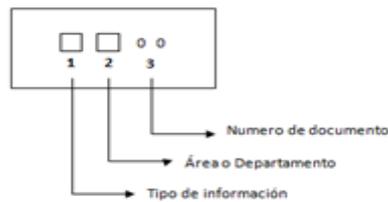
El plan de mantenimiento de los equipos de la estación es realizado con la finalidad de conservar la vida útil, la eficiencia, realizar labores de manteniendo en un tiempo adecuado de cada una de ellas, siempre con el propósito reducir al máximo el tiempo de paro de la estación de almacenamiento. Por tanto se planificara un mantenimiento preventivo.

Para ello se dará a conocer la planificación de mantenimiento preventivo desarrollando las fichas técnicas de uno de los equipos más importantes como es el PLC y luego realizar el plan completo de toda la estación con un formato normalizado.

### **6.2.1** *Elaboración de las fichas técnicas.*

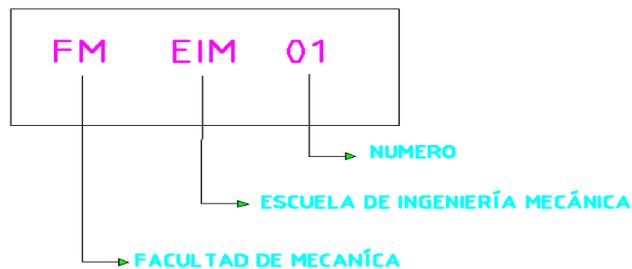
**6.2.1.1** *Sistema de codificación para los equipos.* Para este caso de la codificación se empleara un sistema estandarizado de seis dígitos con el fin de saber a qué número de documento corresponde, al área o departamento y tipo de información según lo necesario como se muestra a continuación.

Figura 107. Codificación estandarizada



Fuente: (TORRES, 2010 pág. 261)

Figura 108. Codificación según nuestros requerimientos



Fuente: Autores

Una vez dado a conocer cómo se va realizar la codificación respectiva se detallan los equipos con sus respectivas codificaciones a continuación en la tabla:

Tabla 25. Codificaciones de los equipos

N.-	EQUIPO	CODIFICACIÓN
1	PLC S7- 1200	FM-EIM-01
2	PANTALLA HMI	FM-EIM-02
3	COMPACT SWITCH MODULE	FM-EIM-03
4	LOGO POWER	FM-EIM-04
5	VALVULAS ELECTRONEUMÁTICAS	FM-EIM-05
6	CILINDRO DE SIMPLE EFECTO	FM-EIM-06

Fuente: Autores

El plan de mantenimiento se realizara de los equipos más relevantes de la estación de almacenamiento los cuales se citaron anteriormente. El plan consistirá en dar los datos más importantes de los equipos, el orden de trabajo preventivo, y el calendario de las actividades de mantenimiento preventivo.

**6.2.1.2 Datos de los equipos.** Los datos de los equipos son dadas por el fabricante, los manuales, modelo, dimensiones, es decir los datos más específicos que ayuden con la facilidad para su interpretación.

Tabla 26. Registro histórico del equipo

		<b>REGISTRO HISTORICO DEL EQUIPO</b>					
<b>Empresa:</b> ESPOCH					<b>RM 01</b>		
<b>Cód. Máquina:</b>			FM-EIM-01				
<b>Equipo:</b> PLC S7-1200							
<b>Fabricante:</b> Siemens				<b>Modelo:</b> 1214 AC/DC/Relé			
<b>Número de entradas</b>	14	<b>Número de salidas</b>	10	<b>Máximo módulos de señales</b>	8	<b>Máximo módulos de comunicación</b>	3
<b>Intensidad disponible (SM y bus CM) en (mA máx.)</b>	1600	<b>Intensidad disponible (24V DC) en (mA máx.)</b>	400	<b>Corriente de entradas digitales (mA)</b>	4	<b>E/S integradas</b>	2
<b>Ubicación del Equipo:</b> Laboratorio de automatización Industrial							
Planos de Referencia: del <i>MODEL 1214 AC/DC/Relé</i> Manuales/Catálogos: Manual de S7-1200 Siemens  Dimensiones Ext (mm): Ancho: 100 Largo: 110 Alto: 75 Cond. Almacén.: 6ES7 214-1BG40-0XB0							
<b>Histórico</b>							
El PLC es un equipo nuevo por tanto no existe un historial de reparaciones.							
	<b>Elaborado por:</b>		<b>Revisado por:</b>		<b>Aprobado por:</b>		
Nombre:	Ego. Shagña y, Garces		Ing. Angel Silva		Ing. Marco Santillán		
Firma:							
Fecha :	14/12/2014		14/12/2014		14/12/2014		

Fuente: Autores

**6.2.1.3 Orden de trabajo de mantenimiento preventivo.** La orden de trabajo es muy importante para que el personal que esté a cargo del mantenimiento lo realice con facilidad, en nuestro caso el personal que se encargara del mantenimiento será la persona que está encargada del laboratorio de automatización, para ello formularemos

la orden de trabajo que deberán regir para realizar el mantenimiento respectivo según la tabla. Y así evitar inconvenientes en lo posterior con su funcionamiento.

Tabla 27. Orden de trabajo para mantenimiento preventivo

		<b>ORDEN DE TRABAJO PARA MANTENIMIENTO PREVENTIVO</b>						
<b>Cód. Ord. Traba.:</b> 1-FM-EIM-01 2014			<b>Fecha:</b> 3- Febrero-			<b>FM 02</b>		
<b>Nombre Máq.:</b> PLC S7-1200			<b>Nombre:</b> Angel Silva					
<b>EQUIPOS Y HERRAMIENTAS A UTILIZAR</b>								
Multímetro		Desarmador Plano			Llave hexagonal			
Teipe		Desarmador estrella			cable			
				<b>Ponderación</b>				
<b>Descripción de la Tarea</b>	<b>Tarea Nº</b>	<b>A</b>	<b>B</b>	<b>C</b>	<b>D</b>	<b>E</b>	<b>F</b>	<b>G</b>
Limpieza del equipo	1	X						
Verificar las conexiones	2	X						
	3							
<b>Observaciones</b>				<b>Tiempo Total Empleado:</b>				
<b>A</b> Buen estado		<b>E</b> Estado regular						
<b>B</b> Falla incipiente		<b>F</b> Mal estado						
<b>C</b> Ser reparo		<b>G</b> Pendiente						
<b>D</b> Se cambio								
	<b>Elaborado por:</b>	<b>Revisado por:</b>		<b>Aprobado por:</b>				
Nombre:	Egdo. Shagñay, Garces	Ing. Angel Silva		Ing. Marco Santillán				
Firma:								
Fecha:	14/12/2014	14/12/2014		14/12/2014				

Fuente: Autores

**6.2.1.4** *Calendario de actividades del mantenimiento preventivo.* Una vez dado a conocer los diferentes formatos se procederá a generar el calendario de actividades, donde se definirán los diferentes trabajos que se realizan, su frecuencia, el tiempo y en que se realizaran.

En la tabla 27 se muestra como está estipulado cada una de ellas.

Tabla 28. Calendario de mantenimiento preventivo

		<b>CALENDARIO DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO</b>													
<b>Empresa:</b> ESPOCH		<b>Año:</b> 2014						<b>Meses:</b> Abril - Marzo							
<b>Elaborado:</b> Shagñay, Garces								1							
ACTIVIDAD A DESARROLLAR	FRECUENCIA	INICIO	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
			Abrl	May	Jun	Jul	Agst	Sep	Oct	Nov	Dic	Ene	Mar		
Revisión y limpieza del PLC	Semestral	Abril	x							x					
Revisión y limpieza de la HMI	Semestral	Mayo		x							x				
Revisión y limpieza de CSM	Semestral	Junio			x							x			
Revisión y limpieza del LOGO	Semestral	Julio				x							x		
Revisión y limpieza de las electroválvulas	Trimestral	Agosto			x				x			x			x
Revisión y limpieza del Cilindro	Trimestral	Septiembre			x				x			x			x
		<b>Elaborado por:</b>				<b>Revizado por:</b>				<b>Aprobado por:</b>					
<b>Nombre:</b>		Egrd. Shagñay, Garces				Ing. Angel Silva				Ing. Marco Santillan					
<b>Firma:</b>															
<b>Fecha:</b>		20-dic-14				20/12/2014				20/12/2014					

Fuente: Autores

**6.2.2** *Elaboración del plan de mantenimiento completo para la estación de almacenamiento.* Ya dado a conocer los pasos que se debe seguir para realizar el plan de mantenimiento, como el diagnóstico de los equipos, las diferentes fichas técnicas, las actividades a desarrollar, ahora se genera el plan completo de mantenimiento para la estación de almacenamiento con el objetivo de lograr un óptimo funcionamiento de la estación, así evitando daños en lo posterior.

Tabla 29. Plan de mantenimiento parte mecánica

		<b>PLAN DE MANTENIMIENTO</b>					
<b>Empresa:</b>		<i>ESPOCH</i>		<b>Vigencia</b>	<i>feb-enero</i>	<b>Año:</b>	<i>2014</i>
<b>Módulo:</b>		<i>Estación de almacenamiento</i>		<b>Encargado:</b>	<i>Ing. Angel Silva</i>		
<b>N.</b>	<b>ACTIVIDAD</b>	<b>ACCION</b>	<b>RECURSO</b>	<b>TIEMPO</b>	<b>FRECUENCIA</b>	<b>OBSERV.</b>	
<b>PARTE MECÁNICA</b>							
1	Estructura	Limpiar	E. de L. A.	20 min	semanal	Utilizar materiales suaves	
2	Soportes de Fijación	Rev y Rpr	E. de L. A.	20 min	semestral	Utilizar herramientas apropiadas para no dañar	
3	Tuercas	Rev y Rpr	E. de L. A.	10 min	semestral	Utilizar herramientas apropiadas para no dañar	
4	Ruidos	Dtar y Rpr	E. de L. A.	10 min	Semanal	cada momento que se presente	
4	Bandas y Poleas	lpr y Rev	E. de L. A.	20 min	Semanal	cada momento que se presente	
5	Caja reductora	Lpr y Rev	E. de L. A.	30 min	semestral	Tener muy en cuenta la velocidad	
6	Tornillo sin fin	Egr y Ver.	E. de L. A.	20 min	Trimestral	debe estar siempre apagado el banco	
7	Rodamientos	Egr y Ver.	E. de L. A.	21 min	Trimestral	debe estar siempre apagado el banco	
<b>ELEMENTOS A UTILIZAR</b>							
<b>EQUIPOS</b>		<b>HERRAMIENTAS</b>		<b>MATERIALES</b>		<b>REPUESTOS</b>	
Pistola engrasadora		Destornillador		Guantes protección		Boolones	
		llaves hexagonales		Franela		Tuercas	
		Playo		Guaípe		Rodamientos	
						Perfil	
		<b>Elaborado por:</b>		<b>Revisado por:</b>		<b>Aprobado por:</b>	
<b>Nombre:</b>		<i>Egrd. Shagñay, Garces</i>		<i>Ing. Angel Silva</i>		<i>Ing. Marco Santillán</i>	
<b>Firma:</b>							
<b>Fecha:</b>		<i>20/12/2014</i>		<i>20/12/2014</i>		<i>20/12/2014</i>	

Fuente: autores

Tabla 30. Plan de mantenimiento parte neumática

		<b>PLAN DE MANTENIMIENTO</b>					
<b>Empresa:</b>		<i>ESPOCH</i>		<b>Vigencia</b>	<i>feb-enero</i>	<b>Año:</b>	<i>2014</i>
<b>Módulo:</b>		<i>Estación de almacenamiento</i>		<b>Encargado:</b>	<i>Ing. Angel Silva</i>		
N.-	ACTIVIDAD	ACCION	RECURSO	TIEMPO	FRECUENCIA	OBSERV.	
<b>PARTE NEUMÁTICA</b>							
1	Electroválvulas	Lpr y Rev	E. de L. A.	30 min	Trimestral	Cortar el suministro eléctrico antes de realizar la limpieza	
2	Cilindro de simple efecto	lpr y Rev	E. de L. A.	30 min	Trimestral	Cortar la fuente de alimentación	
3	Pinza	Rev. y lpr	E. de L. A.	30 min	Trimestral	Cortar la fuente de alimentación	
4	Filtros y silenciadores	lpr y Rev	E. de L. A.	20 min	Trimestral	Cortar la fuente de alimentación	
4	Racores	lpr y Rev	E. de L. A.	10 min	Trimestral	Cortar la fuente de alimentación	
5	Reguladores de Flujo	lpr y Rev	E. de L. A.	20 min	Trimestral	Cortar la fuente de alimentación	
6	Conexiones neumáticas	Rev y Rep	E. de L. A.	20 min	semanal	Si es necesario realizar el cambio	
<b>ELEMENTOS A UTILIZAR</b>							
<b>EQUIPOS</b>		<b>HERRAMIENTAS</b>		<b>MATERIALES</b>		<b>REPUESTOS</b>	
Compresor		Destornillador		Guantes protección		Racores	
		Playo		Franela		Manguera 6	
		Llave hexagonal		Guaípe		Reguladores de flujo	
				Teflón			
		<b>Elaborado por:</b>		<b>Revisado por:</b>		<b>Aprobado por:</b>	
<b>Nombre:</b>		<i>Egrd. Shagñay, Garces</i>		<i>Ing. Angel Silva</i>		<i>Ing. Marco Santillán</i>	
<b>Firma:</b>							
<b>Fecha:</b>		<i>20/12/2014</i>		<i>20/12/2014</i>		<i>20/12/2014</i>	

Fuente: Autores

Tabla 31. Plan de mantenimiento parte eléctrica

		<b>PLAN DE MANTENIMIENTO</b>					
<b>Empresa:</b>		<i>ESPOCH</i>		<b>Vigencia:</b>	<i>feb-enero</i>	<b>Año:</b>	<i>2014</i>
<b>Módulo:</b>		<i>Estación de almacenamiento</i>		<b>Encargado:</b>	<i>Ing. Angel Silva</i>		
N.-	ACTIVIDAD	ACCION	RECURSO	TIEMPO	FRECUENCIA	OBSERV	
<b>PARTE ELÉCTRICA</b>							
1	Relés del PLC	Lpr	E. de L. A.	30 min	semestral	Des energizar antes de realizar la limpieza	
2	PLC	lpr y Rev	E. de L. A.	30 min	semestral	Des energizar antes de realizar la limpieza	
3	Voltaje de alimentación del PLC	Rev. y Cntrl	E. de L. A.	5 min	semanal	Tomar muy en cuenta antes de encender	
4	HMI	lpr y Rev	E. de L. A.	20 min	semestral	Des energizar antes de realizar la limpieza	
4	CSM 1277	lpr y Rev	E. de L. A.	20 min	semestral	Des energizar antes de realizar la limpieza	
5	LOGO POWER	lpr y Rev	E. de L. A.	20 min	semestral	Des energizar antes de realizar la limpieza	
6	Botonera de emergencia, paro e inicio	Rev.	E. de L. A.	10 min	semanal	Si es necesario al inicio de cada practica	
7	Cables de conexión	Rev y Rpr	E. de L. A.	15 min	semanal		
8	Sensores (ópticos, Magnéticos, Inductivo)	Rev. y Rjtr	E. de L. A.	20 min	trimestral		
9	Tarjetas sislink	Rev y lpr	E. de L. A.	10 min	trimestral		
10	Luces	Rev	E. de L. A.	5 min	semanal		
11	Fusible	Rev	E. de L. A.	5 min	semanal	si es necesario cambiar	
12	Conexión online	Rev	E. de L. A.	10 min	semanal	en este caso deberá realizarse antes de cada practica	

13	Motor	rev	E. de L. A.	5 min	trimestral	Des energizar antes de realizar la limpieza
<b>ELEMENTOS A UTILIZAR</b>						
<b>EQUIPOS</b>		<b>HERRAMIENTAS</b>		<b>MATERIALES</b>		<b>REPUESTOS</b>
Multímetro		Destornillador		Guantes protección		Fusible
		Pinzas de corte		Franela		Lámparas 12 V
		Playo		Teipe		Cable
				Removedor		
		<b>Elaborado por:</b>		<b>Revisado por:</b>		<b>Aprobado por:</b>
<b>Nombre:</b>		<i>Egrd. Shagñay, Garces</i>		<i>Ing. Angel Silva</i>		<i>Ing. Marco Santillán</i>
<b>Firma:</b>						
<b>Fecha:</b>		<i>20/12/2014</i>		<i>20/12/2014</i>		<i>20/12/2014</i>

Fuente: Autores

Tabla 32. Leyenda del plan de mantenimiento

Leyenda			
Lpr	limpiar	Dtar	Detectar
Rev	Revisar	Egr	Engrasar
Cntlr	Controlar	Rpr	Reparar
Rjtr	Reajustar	E de L.A.	Encargado de laboratorio de automatización

Fuente: Autores

### 6.3 Elaboración de métodos de seguridad de los equipos

En esta parte es muy relevante dar a conocer la seguridad que deben cumplir al momento de realizar las prácticas respectivas los estudiantes para ello describimos algunos métodos que ayudara a evitar cualquier tipo de inconveniente a la hora de utilizar los equipos.

**6.3.1 Puntos críticos de seguridad de equipos.** En la estación didáctica automatizada, los puntos críticos más importantes a tomar en cuenta son las conexiones presentadas antes de su utilización, también todos los componentes, elementos que deben estar perfectamente conectadas para asegurar un funcionamiento óptico de la estación de almacenamiento.

Al momento de realización de prácticas debido a su delicadez se debe tener mucho cuidado, evitando en lo mayor posible su daño y por ende mal funcionamiento. Verificar todas las conexiones respectivas de las entradas (pulsadores, tarjetas electrónicas, sensores) ya que son muy importantes para el funcionamiento idóneo del módulo.

Revisar la conexión que se encuentra entre los cables de comunicación de los siguientes equipos:

- Comunicación de PLC con PC.
- Comunicación de panel operador con PC.
- Comunicación de PLC con el panel del operador.

Para dar a conocer los métodos de seguridad de la estación de almacenamiento es pertinente dividir en tres grupos las cuales serán mencionadas a continuación:

**6.3.2 Métodos de seguridad para la estación de control**

Tabla 33. Estación de control

	<b>FACULTAD DE MECANICA ESCUELA DE INGENIERIA MECANICA</b>	
<b>METODOS DE SEGURIDAD DE EQUIPOS</b>		
<b>Fecha:</b> 19 - Noviembre -2014		<b>FM 01</b>
<b>Nombre Equipo:</b> Estación de almacenamiento		
<b>ESTACION DE CONTROL</b>		



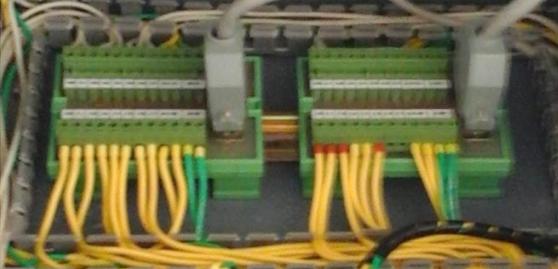
La estación de control es la parte donde se debe tomar más importancia dando a conocer métodos de seguridad para cada equipo que contiene las cuales se mencionan a continuación:

- PLC
- PANTALLA HMI
- CSM
- LOGO
- TARJETAS VERDES

<b>PLC</b>	
<b>PROCESO</b>	<b>SEGURIDAD</b>
 <p>El PLC S7-1200 (1214 AC/DC/ Relay) es un controlador abierto que necesita normas de seguridad con mayor importancia ya que es la parte que almacena y ordena las tareas encomendadas a la estación.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ El PLC debe estar colocado en una carcasa, en un armario eléctrico, o en una sala de control a donde solo puedan ingresar personal autorizado.</li> <li>✓ Se debe prever el espacio suficiente para la refrigeración y el cableado.</li> <li>✓ El PLC debe estar siempre alejado de fuentes de calor, alta tensión o interferencias.</li> <li>✓ El cableado debe realizarse según el diagrama dado del manual de Siemens.</li> <li>✓ Verificar si el cableado tiene el alivio de tracción suficiente para q no se desprenda o se rompa.</li> <li>✓ La ampliación de los módulos de señales son de 8 máximos.</li> <li>✓ La ampliación de los módulos de comunicación son 3 máximos.</li> <li>✓ Verificar la intensidad máxima debe ser 1600 mA (5V CD) de SM y CM.</li> <li>✓ Verificar la Intensidad máxima de alimentación de sensores es de 400mA (24 DC)</li> </ul>

	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Para realizar mantenimiento siempre deberá el usuario desenergizar la estación.</li> <li>✓ La impericia o manipulación de personas no especializadas estaría propenso a dañar el equipo.</li> </ul> <p><b>SITUACIONES DURANTE EL FUNCIONAMIENTO:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Verificar que la IP del equipo este correcto.</li> <li>✓ Revisar la conexión del cable con las terminales RJ45 que estén conectadas correctamente.</li> </ul>
<b>PANTALLA HMI</b>	
<b>PROCESO</b>	<b>SEGURIDAD</b>
<div style="text-align: center;">  </div> <p>La pantalla HMI debe estar siempre protegido y el usuario deberá tomar siempre en cuenta las normas de seguridad más importantes para evitar inconvenientes en su funcionamiento adecuado. Las normas de seguridad se darán a conocer a continuación para los usuarios que vayan a utilizar el equipo.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ La pantalla HMI debe estar colocado siempre en una carcasa o en un armario eléctrico y solo podrá manejarse de la parte frontal.</li> <li>✓ Antes de encender debe asegurar que el montaje cumpla con las normas específicas de la directiva 2006/42/CE</li> <li>✓ Solo personal autorizado podrá acceder a manipular el equipo.</li> <li>✓ Antes de encender debe verificar si dentro de la caja no exista ningún material que pueda alterar la tensión eléctrica.</li> <li>✓ La temperatura máxima que debe tener el panel es de 45° C.</li> <li>✓ si el cableado no tiene alivio de tracción suficiente puede soltarse o desprenderse.</li> </ul> <p><b>SITUACIONES DURANTE EL FUNCIONAMIENTO:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>✓ La radiación de alta frecuencia de equipos móviles pueden ocasionar problemas en el funcionamiento.</li> <li>✓ El cable de conexión de la HMI con el PLC debe verificarse siempre antes de encender el equipo.</li> <li>✓ Se debe verificar la dirección de bus e IP para evitar los fallos de comunicación.</li> <li>✓ Verificar la conexión del pc</li> </ul>

	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ El panel táctil se deberá manipular solo con el dedo o lápiz apropiado.</li> </ul>
<b>COMPACT SWITCH MODULE</b>	
<b>PROCESO</b>	<b>SEGURIDAD</b>
 <p>El CSM es el dispositivo que ayuda la comunicacion y es presiso dar lasnormas de seguridad respectiva que se debe tomar en cuenta a la hora de la utilizacion del equipo para asi evitar inconvenientes en su posterior funsionamiento.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ El CSM 1277 debe estar colocado a lado del PLC en un tablero de control o en una carcasa.</li> <li>✓ El cable de conexión con los terminales RJ45 debe ir máximo de 10 m.</li> <li>✓ El equipo no necesita ningún tipo de ajuste para entrar en funcionamiento.</li> <li>✓ Tomar en cuenta que la conexión de dos puertos en el switch o la conexión no intencionada en varios switch ocasione un bucle ya que esto produciría una sobrecarga al equipo.</li> <li>✓ Tensión de alimentación límite de 19.2 a 28.8 V.</li> <li>✓ La sobre intensidad del inicio debe estar a 5 A / 60V.</li> <li>✓ La temperatura de funcionamiento máximo es de 60°C.</li> <li>✓ La temperatura de almacenamiento es de .40°C a 70°C.</li> <li>✓ Se debe tomar en cuenta que la tensión nominal del material eléctrico no sea superada por sobretensión el 40%.</li> <li>✓ No conectar nunca a tensión alterna.</li> </ul>
<b>LOGO</b>	
<b>PROCESO</b>	<b>SEGURIDAD</b>
 <p>El logo o fuente de alimentacion es el encargado de brindar energia al PLC y al HMI por ende es primordial conocer las normas de seguridad para su adecuada manipulacion y funsionamiento del usuario.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ El LOGO debe estar colocado a lado del PLC en una carcasa.</li> <li>✓ Verificar la correcta conexión con sus respectivas polaridades.</li> <li>✓ Mantener siempre en un lugar seco.</li> </ul>
<b>TARJETAS ELECTRONICAS</b>	

PROCESO	SEGURIDAD
 <p>Las tarjetas electronicas de comunicacion facilitan el cableado del modulo con el modulo de control, por ende es logico brindar las normas de seguridad .</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Colocar en una carcasa</li> <li>✓ Mantener en un lugar sin humedad</li> <li>✓ Verificar si los cables estén conectados correctamente en todos los bornes.</li> <li>✓ Verificar que los cables db25 estén perfectamente conectados.</li> <li>✓ Mantener siempre bien fijo en el riel DIN.</li> </ul>

Fuente: Autores

### 6.3.3 Métodos de seguridad del brazo horizontal neumático

Tabla 34. Brazo neumático

	<p><b>FACULTAD DE MECANICA ESCUELA DE INGENIERIA MECANICA</b></p>	
<p><b>METODOS DE SEGURIDAD DE EQUIPOS</b></p>		
<p><b>Fecha:</b> 19 - Noviembre -2014</p>		<p><b>FM 02</b></p>
<p><b>Nombre Equipo:</b> Estación de almacenamiento</p>		
<p><b>BRAZO NEUMATICO Y PINZA NEUMATICA</b></p>		
<div style="text-align: center;">  </div> <p>El brazo neumático y la pinza neumática son elementos que necesariamente necesitan normas de seguridad y además mantenimiento durante su vida útil, por tanto se dará a conocer todas las precauciones que deberán tomar en cuenta los usuarios antes de utilizar de los siguientes elementos:</p>		

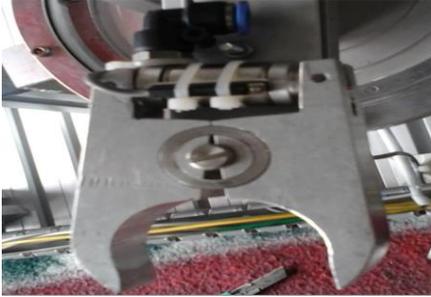
- Electro válvulas neumáticas
- Cilindro de simple efecto mediano
- Pinza neumática

### ELECTRO VALVULAS NEUMATICAS

PROCESO	SEGURIDAD
 <p>Las electroválvulas neumáticas son las que proveen aire tanto a la pinza como al brazo por tal motivo es importante dar precauciones, advertencias que deberán tomar las personas a utilizar.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ El equipo debe ser seleccionado debido a las necesidades del usuario para que así no exista ningún inconveniente en su funcionamiento.</li> <li>✓ El equipo debe ser manipulada solo por personal calificado.</li> <li>✓ No realizar mantenimiento sin antes tomar medidas de seguridad.</li> <li>✓ Si necesita cambiar un componente asegúrese de que sea de las mismas características y además corte toda la presión que alimenta al equipo.</li> <li>✓ Revisar periódicamente si los dispositivos están funcionando correctamente.</li> <li>✓ Los racores a utilizar en las válvulas deberán ser seleccionadas del catálogo que deben estar dentro del rango aplicable VP.</li> <li>✓ La presión de la alimentación no debe exceder de 0.6 MP.</li> <li>✓ El cableado eléctrico se debe revisar antes de su utilización que estén correctamente conectadas.</li> </ul>

### CILINDRO DE SIMPLE EFECTO ( MEDIANO)

PROCESO	SEGURIDAD
 <p>El cilindro de simple efecto AIRTAC de modelo MI 20X50-S-CA permite el desplazamiento de la pinza por tal motivo, al equipo se debe dar las normas de seguridad para el usuario, lo cual no sentimos olvidados a detallar algunas de ellas a continuacion.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Verificar que el cilindro este bien fijo en el perfil.</li> <li>✓ Verificar el regulador de flujo que se encuentra luego de la electroválvula para que no exceda el aire y así evitar el golpeteo del cilindro.</li> <li>✓ La presión de trabajo del cilindro debe estar entre 0.5 a 7 Bar.</li> <li>✓ La temperatura debe estar en los rangos de -5°C a 70°C.</li> <li>✓ Verificar que las conexiones de las mangueras estén en perfectas condiciones antes de utilizar.</li> </ul>

PINZA NEUMATICA	
PROCESO	SEGURIDAD
 <p>Para la utilizacion y manipulacion de la pinza se da conocer algunos de las normas de suguridad que deban cumplir los usurias antes de utilizar.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Verificar que este bien sujeta a su estructura.</li> <li>✓ Asegurarse que el regular de flujo este bien regulada para que no exista ningún disturbio a la hora de agarrar la probeta.</li> <li>✓ Verificar que el sensor magnético este bien fijo y en su posición adecuada al momento de su funcionamiento.</li> <li>✓ Tomar muy en cuenta que el cilindro es diseñada según requerimientos, por tal motivo no existe la presión exacta que requiere.</li> <li>✓ La conexión de la manguera debe estar en perfectas condiciones.</li> <li>✓ El racor debe ser el mismo diámetro para que no exista ninguna fuga.</li> </ul>

Fuente: autores

#### 6.3.4 Métodos de seguridad de la parte eléctrica

Tabla 35. Parte eléctrica

	<b>FACULTAD DE MECANICA ESCUELA DE INGENIERIA MECANICA</b>	
<b>METODOS DE SEGURIDAD DE EQUIPOS</b>		
Fecha: 19 - Noviembre -2014		<b>FM 03</b>
Nombre Equipo: Estación de almacenamiento		
<b>PARTE ELECTRICA</b>		
		

En la parte eléctrica el usuario o estudiante debe tener muchas precauciones a la hora de encender el módulo, deberá verificar, inspeccionar los siguientes elementos:

- Relés
- Motores eléctricos
- Panel de operación

### RELES

PROCESO	SEGURIDAD
 <p>En nuestro modulo existe 4 relés de conmutación doble que ayudan a la inversión de giro del motor por ende deben asegurarse que los usuarios cumplan con todas las normas de seguridad que se indican a continuación:</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Asegurarse que los relés estén bien fijos en el rail DIN.</li> <li>✓ Verificar que el cableado este hecha según el esquema de la figura 43.</li> <li>✓ Los cables con sus respectivos terminales deben estar completamente bien encajadas y ajustadas.</li> <li>✓ Verificar en todos los cables que estén con aislante.</li> <li>✓ El lugar donde se encuentran los relés deben estar completamente seco.</li> </ul>

### MOTORES

PROCESO	SEGURIDAD
 <p>En el módulo almacenamiento existen dos motores de las mismas características que realizan el movimiento vertical y el movimiento giratorio, para ello se da algunas normas de seguridad para evitar daños del elemento.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Verificar que los motores estén bien alineados y sujetas a la estructura.</li> <li>✓ Asegurarse que el cableado este en perfectas condiciones y con sus aislamientos respectivos.</li> <li>✓ Verificar que la fuente externa que alimenta a los motores este en perfectas condiciones.</li> <li>✓ La intensidad máxima que soporta el motor es de 2.5 A.</li> <li>✓ La tensión máxima que soportan son de 24 V.</li> <li>✓ Verificar que el cableado tenga un alivio de tracción suficiente para evitar el desprendimiento.</li> </ul>

### PANEL DE OPERACION

PROCESO	SEGURIDAD
	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Asegurarse que estén bien fijos en la estructura.</li> <li>✓ Evitar que manipulen personas no autorizadas.</li> <li>✓ Tratar de no pulsar muy bruscamente.</li> </ul>

<p>El panel de operación es la que da el inicio o el paro del proceso del modulo de almacenamiento, para su seguridad los usuarios deberan cumplir con las condiciones que se indican a continuacion:</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Siempre fijarse de las luces ya sea de paro o de inicio.</li> <li>✓ Verificar el cableado permanente.</li> </ul> <p><b>Nota:</b> cabe recalcar que el cableado del paro de emergencia y paro están en serie.</p>
---	---

Fuente: Autores

#### 6.4 Elaboración de guía práctica de laboratorio entre el PLC SIMATIC S7-1200 y pantalla táctil.

La elaboración de la guía de práctica servirá como referencia para los estudiantes que utilicen el banco y realicen las practicas correspondientes y puedan dar un informe adecuado, contestando las preguntas más apropiadas hecha con el propósito que el estudiante entienda el funcionamiento del banco. Las preguntas respectivas se propondrán en cada una de las guías en el ítem de resultados.

##### 6.4.1 Elaboración de la guía de práctica # 1

Tabla 36. Guía de practica 1

	<p><b>ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DE CHIMBORAZO</b>  <b>FACULTAD DE MECANICA</b>  <b>ESCUELA DE INGENIERIA MECANICA</b></p>	
<p><b>GUIA DE PRACTICA #.....</b></p>		
<p><b>INTEGRANTES:</b> .....</p>		<p><b>MATERIA:</b>.....</p>
<p><b>SEMESTRE:</b>.....</p>		<p><b>FECHA:</b>.....</p>

<b>1. Tema:</b>	
Conocer los principios de funcionamiento del PLC y la pantalla HMI	
<b>2. Objetivos</b>	
<b>2.1. Generales:</b>	
Identificar las partes principales del PLC y la pantalla HMI	
<b>2.2. Específicos:</b>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Hacer un reconocimiento de todo el módulo de almacenamiento.</li> <li>✓ Revisar las características de los equipos.</li> <li>✓ Verificar si las conexiones de comunicación están en perfectas condiciones.</li> </ul>	
<b>3. Introducción:</b>	
<p>La práctica a realizar es con el objetivo de que el estudiante conozca como es el funcionamiento del PLC y pantalla HMI, además la manipulación de ellas para que así el estudiante refuerce sus conocimientos en automatización industrial.</p> <p>Por tanto se dará el procedimiento correspondiente de la práctica paso a paso para luego realizar un cuestionario que estará propuesto en los resultados y por ultimo las conclusiones, recomendaciones pertinentes de la práctica elaborada.</p>	
<b>4. EQUIPOS Y HERRAMIENTAS A UTILIZAR</b>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>- PLC siemens S7-1200</li> <li>- Pantalla HMI KTP 600</li> <li>- Compact switch module</li> <li>- Logo</li> <li>- Módulo de almacenamiento</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Llaves hexagonales.</li> <li>- Destornillador</li> <li>- Playo</li> <li>- Cables de comunicación Ethernet</li> </ul>
<b>5. PROCEDIMIENTO:</b>	
<p><b>a)</b> Verifique que el equipo este desconectado de la parte eléctrica.</p> <p><b>b)</b> Tome el PLC S7-1200 y la pantalla HMI KTP 600 y vea el serial del modelo que se encuentra en la parte posterior, con el fin de que conozca a fondo las características de los equipos ya sea en el manual de siemens, o mediante la exploración en internet.</p>	

- c) Observe detenidamente que componentes constan en el PLC, sus entradas salidas, los puertos Ethernet y consulte con su instructor para que sirven cada una de ellas.
- d) Observe cuidadosamente como está el cableado correspondiente con sus respectivos componentes.
- e) Tome la pantalla HMI KTP 600 y observe detenidamente todos los componentes que constan en el equipo, sus teclas, entradas y agá las preguntas pertinentes según Ud. lo requiera a su instructor.

**6. RESULTADOS:**

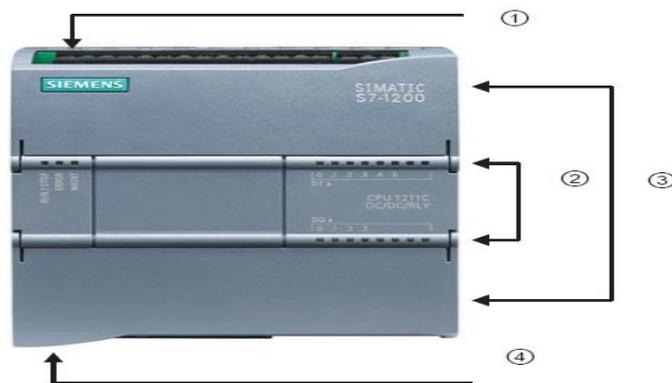
i) ¿Indique a que modelo corresponde el CPU del PLC S7-1200?

.....  
 .....

ii) ¿Diga a que modelo corresponde la pantalla HMI?

.....  
 .....

iii) ¿En la siguiente figura escriba los nombres de cada una partes que se indican?



- (1).....
- (2).....
- (3).....
- (4).....

iv) ¿Cuántas entradas y salidas tiene el PLC?

.....  
 .....

v) ¿La pantalla HMI cuantas teclas de función tiene e indique para que sirven?

.....  
 .....  
 vi) ¿Cuál es el nombre del cable que se conecta entre el PLC y la pantalla HMI?  
 .....  
 .....

**7. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES:**

7.1 Exponga las conclusiones según lo que Ud. realizó durante la práctica.....  
 7.1 Exponga las recomendaciones según lo que Ud. realizó durante la práctica.....

	<b>Elaborado por:</b>	<b>Revisado por:</b>	<b>Aprobado por:</b>
Nombre:	Egdo. Shagñay, Garces	Ing. Angel Silva	Ing. Marco Santillán
Firma:			
Fecha:	08/01/2014	10/01/2014	10/01/2014

Fuente: autores

**6.4.2** *Elaboración de la guía de práctica # 2*

Tabla 37. Guía de práctica 2

	<b>ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DE CHIMBORAZO FACULTAD DE MECANICA ESCUELA DE INGENIERIA MECANICA</b>	
<b>GUIA DE PRACTICA #.....</b>		
<b>INTEGRANTES:</b> .....		<b>MATERIA:</b> .....
<b>SEMESTRE:</b> .....		<b>FECHA:</b> .....

<b>Tema:</b>	
CONTROL SEMIAUTOMÁTICO DE ESTACIÓN DE ALMACENAMIENTO	
<b>1. Objetivos</b>	
<p><b>1.1. Generales:</b></p> <p>Controlar mediante mandos manuales táctiles el proceso de almacenamiento de probetas en la estación.</p> <p><b>1.2. Específicos:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Comprender la programación para el proceso semiautomático.</li> <li>✓ Identificar el proceso a realizarse a partir de la programación.</li> <li>✓ Comprobar mediante simulación en tiempo real en TIA PORTAL V13 los mandos que se realizan en la pantalla táctil.</li> </ul>	
<b>2. INTRODUCCION:</b>	
<p>La práctica que se enfoca en realizar la interfaz hombre maquina mediante la activación de pulsos manuales táctiles en la pantalla KTP 600 Basic Panel para la activación de un determinado proceso el cual se lo desarrollo paso a paso.</p> <p>Las herramientas indispensables para esta práctica deben ser el conocimiento de programación en lenguaje KOP y el manejo básico del software TIA PORTAL.</p>	
<b>3. EQUIPOS Y HERRAMIENTAS A UTILIZAR</b>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>- PLC siemens S7-1200</li> <li>- Pantalla HMI KTP 600</li> <li>- Compact switch module</li> <li>- Logo</li> <li>- Módulo de almacenamiento</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Computador con TIA PORTAL V13.</li> <li>- Cables de comunicación Ethernet.</li> </ul>
<b>4. PROCEDIMIENTO:</b>	
<p><b>a)</b> Encender el PLC, Pantalla Táctil mediante el switch on-off en la parte posterior módulo de control.</p>	

- b) Arrancar la estación de almacenamiento ya sea mediante el botón on de la misma o mediante el botón inicio en la pantalla táctil.
- c) Establecer la conexión Ethernet entre la estación de almacenamiento y el computador.
- d) Desplegar el segmento control semiautomático la programación y establecer la simulación en tiempo real.
- e) Elija el modo **CONTROL SEMIAUTOMATICO** en el menú mediante un pulso manual en la pantalla táctil.
- f) Elija uno de los tres niveles en el cual se desee realizar el proceso semiautomático.
- g) Identifique mediante la estructura dada el proceso que se debe realizar.
- h) Presione secuencialmente los botones asegurándose que físicamente termine cada proceso o verifíquese en la simulación virtual en el software.
- i) Una vez terminado el proceso regrese al menú anterior y elija un nuevo nivel repita las instrucciones g y h.
- j) Terminado todo el proceso asegúrese que la estación esté en condiciones como las puso en marcha y apague mediante el botón off de la estación y pantalla, además de apagar el módulo de control, posteriormente desconecte el suministro eléctrico.

**5. RESULTADOS:**

*i) ¿Entendió la programación del segmento a utilizar?*

.....  
 .....

*ii) ¿La interfaz hombre maquina es la adecuada para esta práctica?*

.....  
 .....

*iii) Describa el proceso y secuencia citada en el siguiente grafico*



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

iv) ¿Qué memorias virtuales activan los siguientes componentes de la estación?

- |                          |                              |
|--------------------------|------------------------------|
| Pinza .....              | Actuador .....               |
| Posición de giro 1 ..... | Posición de vertical 1 ..... |
| Posición de giro 2 ..... | Posición de vertical 2 ..... |
| Posición de giro 3 ..... | Posición de vertical 3 ..... |
| Motor horario .....      | Motor anti horario ...       |
| Motor Ascendente .....   | Motor Descendente .....      |

v) ¿La simulación en tiempo real avala el proceso físico que se realiza?

.....  
 .....

## 6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES:

6.1 Exponga las conclusiones según lo que Ud. realizó durante la práctica

<p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p><b>6.1</b> Exponga las recomendaciones según lo que Ud. realizó durante la práctica</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p>			
	<b>Elaborado por:</b>	<b>Revisado por:</b>	<b>Aprobado por:</b>
Nombre:	Egdos. Shagñay, Garces	Ing. Ángel Silva	Ing. Marco Santillán
Firma:			
Fecha:	08/01/2014	10/01/2014	10/01/2014

Fuente: Autores

### 6.4.3 Elaboración de la guía de práctica # 3

Tabla 38. Guía de práctica 3

	<b>ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DE CHIMBORAZO FACULTAD DE MECANICA ESCUELA DE INGENIERIA MECANICA</b>	
<b>GUIA DE PRACTICA #.....</b>		
<b>INTEGRANTES:</b> .....		<b>MATERIA:</b> .....
<b>SEMESTRE:</b> .....		<b>FECHA:</b> .....
<b>Tema:</b>		
<b>CONTROL AUTOMÁTICO DE ESTACIÓN DE ALMACENAMIENTO</b>		
<b>1. Objetivos</b>		
<b>1.1. Generales:</b> Monitorear el proceso automático mediante visualización gráfica de la estación de almacenamiento.		
<b>1.2. Específicos:</b> ✓ Identificar los componentes virtuales a utilizar en el proceso. ✓ Comprender la programación para el proceso automático.		

## 2. INTRODUCCION:

La práctica que se enfoca en monitorear un proceso automático de almacenamiento de probetas mediante la captación de señales que determinen el tipo de material de la probeta así como su tamaño para posteriormente se almacenada secuencialmente en los niveles determinados para cada uno del tipo de probeta y material.

Las herramientas indispensables para esta práctica deben ser el conocimiento de programación en lenguaje KOP y el manejo básico del software TIA PORTAL.

## 3. EQUIPOS Y HERRAMIENTAS A UTILIZAR

- PLC siemens S7-1200
- Pantalla HMI KTP 600
- Compact switch module
- Logo
- Módulo de almacenamiento

- Computador con TIA PORTAL V13.
- Cables de comunicación Ethernet.

## 4. PROCEDIMIENTO:

- Encender el PLC, Pantalla Táctil mediante el switch on-off en la parte posterior módulo de control.
- Arranque la estación de almacenamiento ya sea mediante el botón on de la misma o mediante el botón inicio en la pantalla táctil.
- Establecer la conexión Ethernet entre la estación de almacenamiento y el computador.
- Desplegar los segmentos DETECCIÓN Y CLASIFICACIÓN DE LAS PROBETAS, PRIMER NIVEL DE ALMACENAMIENTO PROBETAS DE NYLON DE 25mm, SEGUNDO NIVEL DE ALMACENAMIENTO PROBETAS DE NYLON DE 50 mm, TERCER NIVEL DE ALMACENAMIENTO PROBETAS DE ALUMINIO DE 50 mm. De la programación y establecer la simulación en tiempo real.
- Elija el modo **CONTROL AUTOMATICO** en el menú mediante un pulso manual en la pantalla táctil.
- Elija una de las formas de monitoreo (por sensores o por secuencia).
- Visualice en la pantalla táctil como se va desarrollando el proceso.
- Terminado todo el proceso asegúrese que la estación esté en condiciones como las puso en marcha y apague mediante el botón off de la estación y pantalla,

además de apagar el módulo de control, posteriormente desconecte el suministro eléctrico.

## 5. RESULTADOS:

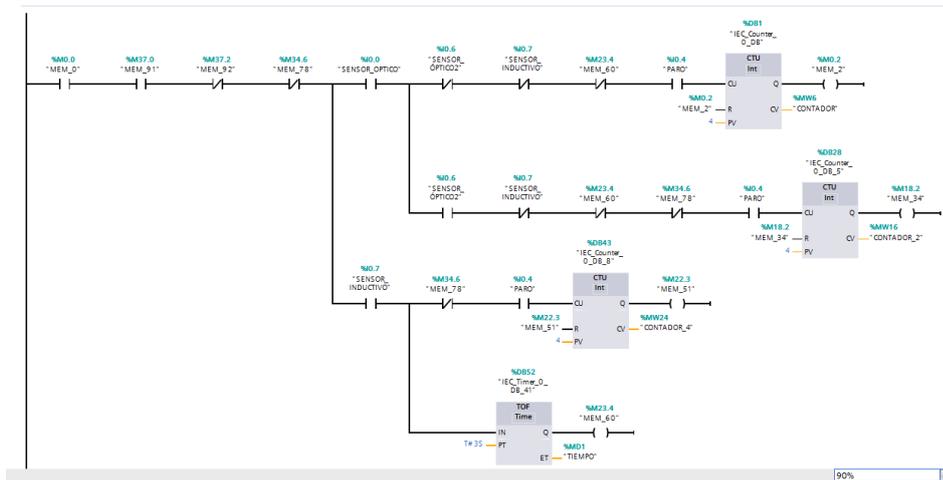
i) ¿Está claro cómo se desarrolló la práctica?

.....  
 .....

ii) ¿La interfaz hombre maquina es la adecuada para esta práctica?

.....  
 .....

iii) Describa el proceso para la detección de probetas.

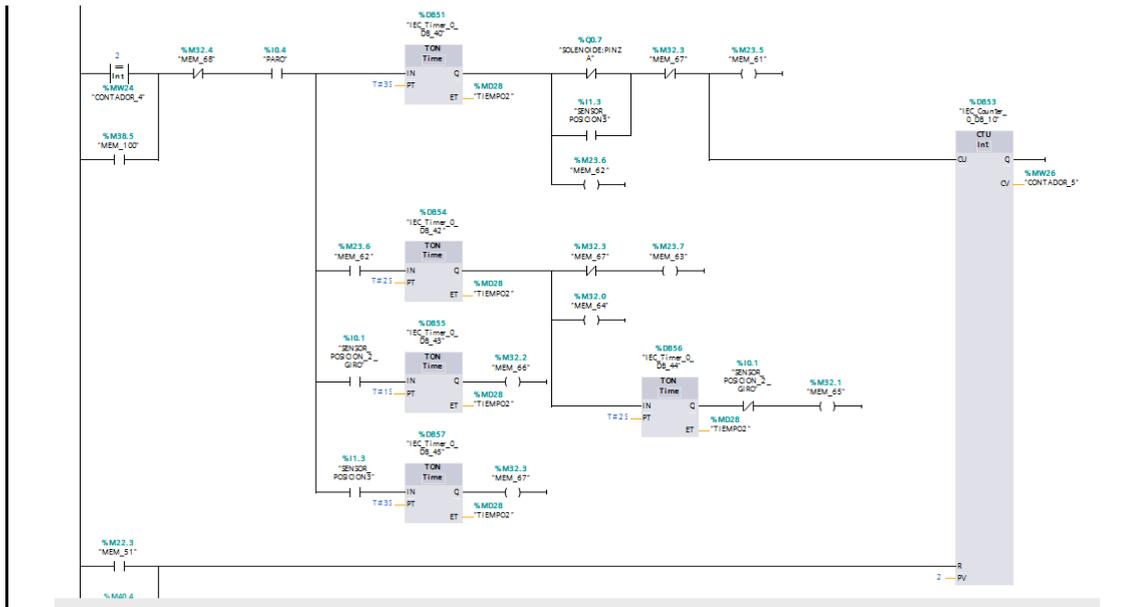


.....  
 .....

iv) ¿Cómo se desenchava todo el ciclo?

.....  
 .....

v) Describa para para que posición de almacenamiento es esta parte de la programación y cite para que sirve cada una de las memorias y contactos además de comparadores, contador y temer.



## 6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES:

7.1 Exponga las conclusiones según lo que Ud. realizó durante la práctica

.....

7.1 Exponga las recomendaciones según lo que Ud. realizó durante la práctica

.....

	Elaborado por:	Revisado por:	Aprobado por:
Nombre:	Egdos. Shagñay, Garces	Ing. Ángel Silva	Ing. Marco Santillán
Firma:			
Fecha:	08/01/2014	10/01/2014	10/01/2014

Fuente: Autores

### 6.4.4 Elaboración de la guía de práctica # 4

Tabla 39. Guía de práctica 4

	<b>ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DE CHIMBORAZO</b> <b>FACULTAD DE MECANICA</b> <b>ESCUELA DE INGENIERIA MECANICA</b>	
<b>GUIA DE PRACTICA #...</b>		

<b>INTEGRANTES:</b> ..... <b>SEMESTRE:</b> .....	<b>MATERIA:</b> ..... <b>FECHA:</b> .....
<b>Tema:</b>	
<p style="text-align: center;">MATRIZ DE POSICIONES EN ESTACIÓN DE ALMACENAMIENTO</p>	
<p><b>1. Objetivos</b></p>	
<p><b>1.1. Generales:</b></p> <p>Determinar el funcionamiento del modo matriz de posiciones de la estación de almacenamiento.</p> <p><b>1.2. Específicos:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Comprender la programación para el modo matriz de posiciones.</li> <li>✓ Identificar la interfaz virtual para que se este modo.</li> </ul>	
<p><b>2. INTRODUCCION:</b></p> <p>La práctica que se enfoca en realizar el almacenamiento de las probetas sin importar su material o tamaño, además se enfoca en un proceso semiautomático en el cual el usuario escoja el lugar donde quiere que se almacenen una probeta determinada hasta que se complete todas las posiciones de la estación.</p> <p><b>3. EQUIPOS Y HERRAMIENTAS A UTILIZAR</b></p>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>- PLC siemens S7-1200</li> <li>- Pantalla HMI KTP 600</li> <li>- Compact switch module</li> <li>- Logo</li> <li>- Módulo de almacenamiento</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Computador con TIA PORTAL V13.</li> <li>- Cables de comunicación Ethernet.</li> </ul>
<p><b>4. PROCEDIMIENTO:</b></p>	
<ul style="list-style-type: none"> <li><b>k)</b> Encender el PLC, Pantalla Táctil mediante el switch on-off en la parte posterior módulo de control.</li> <li><b>l)</b> Arranque la estación de almacenamiento ya sea mediante el botón on de la misma o mediante el botón inicio en la pantalla táctil.</li> </ul>	

- m) Establecer la conexión Ethernet entre la estación de almacenamiento y el computador.
- n) Elija el modo **MATRIZ DE POSICIONES** en el menú mediante un pulso manual en la pantalla táctil.
- o) Inserte una probeta cualquiera en la porta probetas de la estación...
- p) Elija una posición en la que desee almacenar y esperar a que se complete el proceso marcando como inicio y fi la posición actual del brazo neumático.
- q) Completada las posiciones de la matriz se a culminada la práctica.
- r) Terminado todo el proceso asegúrese que la estación esté en condiciones como las puso en marcha y apague mediante el botón off de la estación y pantalla, además de apagar el módulo de control, posteriormente desconecte el suministro eléctrico.

**5. RESULTADOS:**

*i) ¿Qué segmentos de la programación se utilizó para esta práctica?*

.....  
 .....

*ii) ¿La interfaz hombre maquina es la adecuada para esta práctica?*

.....  
 .....

*iii) ¿Cite las memorias virtuales más relevantes que se utilizaron en el proceso?*

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

**6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES:**

**6.1** Exponga las conclusiones según lo que Ud. realizo durante la práctica

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

**6.1** Exponga las recomendaciones según lo que Ud. realizo durante la práctica

..... ..... .....			
	<b>Elaborado por:</b>	<b>Revisado por:</b>	<b>Aprobado por:</b>
Nombre:	Egdos. Shagñay, Garces	Ing. Ángel Silva	Ing. Marco Santillán
Firma:			
Fecha:	08/01/2014	10/01/2014	10/01/2014

Fuente: Autores

## CAPITULO VII

### 7. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

#### 7.1. Conclusiones

Una vez culminado el proyecto es preciso decir que se cumplió con los objetivos propuestos en el anteproyecto, para implementar una estación de almacenamiento automático con fines didácticos para conjugar el aprendizaje teórico con lo práctico de la cátedra de automatización de los estudiantes de la escuela de ingeniería mecánica.

Para el montaje de la estación de almacenamiento se realizó el diseño de los elementos que lo componen en el software solidworks, para obtener las dimensiones respectivas, y así asegurando que los elementos encajen correctamente en el proceso de montaje.

Mediante un análisis minucioso de la gama de equipos que existen hoy en día en la automatización industrial, la selección del PLC como la pantalla táctil de la marca SIEMENS son las más adecuadas ya que cumplen con los requerimientos óptimos para nuestro proyecto.

La comunicación entre el PLC y la pantalla táctil se determinó mediante vía Profinet por medio de cable Ethernet, la misma que es apropiada ya que nos permite trabajar con datos y variables en tiempo real, permitiendo un óptimo desenvolvimiento en forma global de toda la estación.

La configuración de las entradas, salidas y memorias digitales que se usaron en el proceso de programación se optó por acompañar un comentario en cada uno de los mismo explicando el uso y función en cada segmento de la programación por medio del software TIA PORTAL.

Para un buen funcionamiento de la estación se vio la necesidad de realizar un manual de usuario y guías de laboratorio que indican el procedimiento más adecuado tanto para su manipulación como su puesta en marcha.

Para que tenga una vida útil eficiente el equipo se determinó, planifico y realizo un plan de mantenimiento y seguridad preventivo para cada uno de los componentes y conjuntos eléctricos, neumáticos y mecánicos que comprenden tanto la estación como el módulo de control.

Para enlazar físicamente el módulo de control con la estación se elaboró un sistema de comunicación mediante tarjetas sislink, cables de red de 12 pares y conectores DB25 para así reducir el cableado respectivo y tener el menor número de conexiones físicas posibles.

## **7.2. Recomendaciones**

Leer, comprender y seguir paso a paso lo establecido en los diferentes manuales de usuario, montaje y mantenimiento para evitar la indebida manipulación y posterior deterioro o daño de los elementos y componentes constitutivos del equipo.

Buscar la posibilidad de aplicar el principio de funcionamiento del proyecto industrialmente ya sea dentro del cambio de la matriz productiva del Ecuador o el plan del buen vivir, para así poder solucionar las diferentes necesidades que actualmente están presentes en la sociedad.

Adquirir equipo y software con la respectiva licencia actualizada para poder brindar una educación didáctica adecuada, que brinde el mejor aprendizaje de las futuras generaciones que se forman en esta institución.

Evitar el uso y manipulación del equipo de los estudiantes sin la presencia del ingeniero a cargo de la cátedra o asistente de laboratorio para evitar daños, desperfectos o pérdidas parciales de elementos del equipo.

Inventariar todos los componentes del equipo para poder tener una lista de repuestos necesarios con precios actualizados para el mantenimiento o cambio de alguno de los mismos según el plan de mantenimiento.

**Bibliografía**

## BIBLIOGRAFÍA

**CADAVID, Vladimir. 2012.** Fundamentación Neumática. *Blog*. [En línea] 25 de mayo de 2012. [Citado el: 12 de septiembre de 2014.]

<http://fundamentacionneumatica.wikispaces.com/page/diff/Electroneumatica?v1=339640156&v2=339646688>. 339646688.

**F. Ebel, S. Idler, G. Prede, D. Scholz. 2008.** *Fundamentos de la Técnica de Automatización*. Alemania : Festo Didactic GmbH & Co. KG, 73770 Denkendorf, 2008. 563062.

**Fernando JACOME, Jefferson MARTINEZ. 2014.** Implementación del PLC SIMATIC S7-1200 y pantalla táctil al módulo de clasificación por colores y materiales para el laboratorio de control y manipulación automática de la Escuela De Ingeniería De Mantenimiento De La ESPOCH. *TESIS*. Riobamba : ESPOCH- FACULTAD DE MECANICA, 2014.

**I AI AS S ID. 2014.** Controlador Programador S7-1200. *Manual de Sistema*. s.l. : SIEMENS, 2014. A5E02486683-AG.

**I IA AS SM ID 3. 2010.** SIMATIC TIA Portal STEP 7 Basic V10.5. *Archivo PDF*. [En línea] 18 de enero de 2010. [Citado el: 2 de octubre de 2014.]

[http://www.iesmigueldecervantes.com/publica/sef/jose\\_fernando/practica\\_tia\\_portal\\_1.pdf](http://www.iesmigueldecervantes.com/publica/sef/jose_fernando/practica_tia_portal_1.pdf).

**I IA AS SM ID 5. 2009.** SIMATIC HMI Panel de operador KTP400 Basic, KTP600 Basic, KTP1000 Basic, KTP1500 Basic. *Instrucciones de servicio*. [En línea] SIEMENS, 9 de enero de 2009. [Citado el: 10 de octubre de 2014.]

<https://www.swe.siemens.com/spain/web/es/industry/automatizacion/simatic/controladores/Documents/HMI%20KTPs.pdf>. A5E02421816-01.

**INGA ORTEGA, E.M. 2002.** Análisis costo beneficio de la automatización en el sistema de producción de hormigón para Hormiazua y Cía. Ltda. *Tesis*. Cuenca : Universidad Politécnica Salesiana, 2002.

**ITSCAM, Miguel Leon Bustos. 2011.** Electroneumática. *Scribd*. [En línea] 11 de julio de 2011. [Citado el: 2 de Septiembre de 2014.] <https://es.scribd.com/doc/60128685/itescam>.

**Jose MENA, Edison RODRIGUEZ. 2014.** Mejoramiento del módulo de transporte con cilindro sin vástago mediante la implementación del PLC SIMATIC S7-1200 y pantalla táctil para el laboratorio de control y manipulación automática de la ESCUELA DE INGENIERIA DE MANTENIMIENTO DE LA ESPOCH. *TESIS*. Riobamba : ESPOCH- FACULTAD DE MECANICA, 2014.

**MECATRONICA. 2008.** Principios de Automatización. *Blog*. [En línea] 26 de Marzo de 2008. [Citado el: 20 de Agosto de 2014.] <http://automatizacion2008.blogspot.com/2008/03/piramide-cim.html>.

**NIEVAS, Cristian. 2010.** Automatización Industrial. *Archivo PPT*. [En línea] 3 de junio de 2010. [Citado el: 30 de septiembre de 2014.] [http://www.google.com.ec/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=5&ved=0CEcQFjAE&url=http%3A%2F%2Fwww.cec.uchile.cl%2F~cnievas%2FDocencia%2FDUOC%2FAI%2FAI\\_C9.ppt&ei=nyHIU52AC6XfsASm4YGYBg&usg=AFQjCNGvY0vwe2MYa1jMhe5UizzHzkP6kQ&sig2=CQW\\_f-qUeGNHZcQWlt4txg.. AIS7201](http://www.google.com.ec/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=5&ved=0CEcQFjAE&url=http%3A%2F%2Fwww.cec.uchile.cl%2F~cnievas%2FDocencia%2FDUOC%2FAI%2FAI_C9.ppt&ei=nyHIU52AC6XfsASm4YGYBg&usg=AFQjCNGvY0vwe2MYa1jMhe5UizzHzkP6kQ&sig2=CQW_f-qUeGNHZcQWlt4txg.. AIS7201).

**NUÑEZ, Christian Xavier. 2011.** Diseño e implementación de un módulo didáctico para una prensa neumática con sistema de carga- descarga automática, utilizando plc para la EIE. *TESIS*. Riobamba : ESPOCH- FACULTAD DE ELECTRONICA, 2011.

**PRIETO, Paloma. 2007.** Lenguaje de programación- Principios básicos de PLC. *Monografía*. [En línea] 8 de octubre de 2007. [Citado el: 20 de septiembre de 2014.] <http://recursostic.educacion.es/observatorio/web/ca/equipamiento-tecnologico/redes/502-monografico-lenguajes-de-programacion?start=2>.

**SIEMENS AG. 2009.** Compact Switch Module CSM 1277. *Manual*. s.l. : SIEMENS, 2009.

**TEORIA DE LA AUTOMATIZACION. 2009.** Tipos de Automatización. *Blog Archivo*. [En línea] 6 de Junio de 2009. [Citado el: 20 de 7 de 2014.] <http://sergio527-tgs.blogspot.com/2010/05/tipos-de-automatizacion.html>.

**ULPIANO, Fausto. 2011.** Montaje y aplicación de una pantalla táctil para la simulación de procesos industriales. *TESIS*. Riobamba : ESPOCH- FACULTAD DE MECANICA, 2011.