



**ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE  
CHIMBORAZO**

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

**“REPOTENCIACIÓN DEL MÓDULO DE VERIFICACIÓN  
MEDIANTE LA IMPLEMENTACIÓN DEL PLC SIMATIC  
S7-1200 Y PANTALLA TÁCTIL DEL LABORATORIO DE  
CONTROL Y MANIPULACIÓN AUTOMÁTICA DE LA  
ESCUELA DE INGENIERÍA DE MANTENIMIENTO DE  
LA ESPOCH”**

**LENIN IVÁN VARGAS VITERI  
GABRIEL JOSÉ VALLEJO ZAVALA**

**TESIS DE GRADO**

Previa a la obtención del Título de:  
**INGENIERO DE MANTENIMIENTO**

**RIOBAMBA – ECUADOR  
2014**

**ESPOCH**

Facultad de Mecánica

---

**CERTIFICADO DE APROBACIÓN DE TESIS**

---

2013-06-27

Yo recomiendo que la Tesis preparada por:

---

**LENIN IVÁN VARGAS VITERI**

---

Titulada:

**“REPOTENCIACIÓN DEL MÓDULO DE VERIFICACIÓN MEDIANTE LA  
IMPLEMENTACIÓN DEL PLC SIMATIC S7-1200 Y PANTALLA TÁCTIL  
DEL LABORATORIO DE CONTROL Y MANIPULACIÓN AUTOMÁTICA DE  
LA ESCUELA DE INGENIERÍA DE MANTENIMIENTO DE LA ESPOCH”**

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

**INGENIERO DE MANTENIMIENTO**

---

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

Nosotros coincidimos con esta recomendación:

---

**Ing. César Astudillo Machuca  
DIRECTOR DE TESIS**

---

**Ing. Pablo Montalvo Jaramillo  
ASESOR DE TESIS**

**ESPOCH**

Facultad de Mecánica

---

**CERTIFICADO DE APROBACIÓN DE TESIS**

---

2013-06-27

Yo recomiendo que la Tesis preparada por:

---

**GABRIEL JOSÉ VALLEJO ZAVALA**

---

Titulada:

**“REPOTENCIACIÓN DEL MÓDULO DE VERIFICACIÓN MEDIANTE LA  
IMPLEMENTACIÓN DEL PLC SIMATIC S7-1200 Y PANTALLA TÁCTIL  
DEL LABORATORIO DE CONTROL Y MANIPULACIÓN AUTOMÁTICA DE  
LA ESCUELA DE INGENIERÍA DE MANTENIMIENTO DE LA ESPOCH”**

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

**INGENIERO DE MANTENIMIENTO**

---

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

Nosotros coincidimos con esta recomendación:

---

**Ing. César Astudillo Machuca  
DIRECTOR DE TESIS**

---

**Ing. Pablo Montalvo Jaramillo  
ASESOR DE TESIS**

# ESPOCH

Facultad de Mecánica

---

## CERTIFICADO DE EXAMINACIÓN DE TESIS

---

**NOMBRE DEL ESTUDIANTE:** LENIN IVÁN VARGAS VITERI

**TÍTULO DE LA TESIS:** “REPOTENCIACIÓN DEL MÓDULO DE VERIFICACIÓN MEDIANTE LA IMPLEMENTACIÓN DEL PLC SIMATIC S7-1200 Y PANTALLA TÁCTIL DEL LABORATORIO DE CONTROL Y MANIPULACIÓN AUTOMÁTICA DE LA ESCUELA DE INGENIERÍA DE MANTENIMIENTO DE LA ESPOCH”

**Fecha de Examinación:** 2014 -10-30

### RESULTADO DE LA EXAMINACIÓN:

COMITÉ DE EXAMINACIÓN	APRUEBA	NO APRUEBA	FIRMA
Ing. Fernando González P. PRESIDENTE TRIB. DEFENSA			
Ing. César Astudillo Machuca DIRECTOR DE TESIS			
Ing. Pablo Montalvo Jaramillo 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. Fernando González P.  
PRESIDENTE DEL TRIBUNAL

# ESPOCH

Facultad de Mecánica

---

## CERTIFICADO DE EXAMINACIÓN DE TESIS

---

**NOMBRE DEL ESTUDIANTE:** GABRIEL JOSÉ VALLEJO ZAVALA

**TÍTULO DE LA TESIS:** “REPOTENCIACIÓN DEL MÓDULO DE VERIFICACIÓN MEDIANTE LA IMPLEMENTACIÓN DEL PLC SIMATIC S7-1200 Y PANTALLA TÁCTIL DEL LABORATORIO DE CONTROL Y MANIPULACIÓN AUTOMÁTICA DE LA ESCUELA DE INGENIERÍA DE MANTENIMIENTO DE LA ESPOCH”

**Fecha de Examinación:**2014 -10-30

### RESULTADO DE LA EXAMINACIÓN:

COMITÉ DE EXAMINACIÓN	APRUEBA	NO APRUEBA	FIRMA
Ing. Fernando González P. PRESIDENTE TRIB. DEFENSA			
Ing. César Astudillo Machuca DIRECTOR DE TESIS			
Ing. Pablo Montalvo Jaramillo 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. Fernando González P.  
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.

---

**LENIN IVÁN VARGAS VITERI**

---

**GABRIEL JOSÉ VALLEJO ZAVALA**

## **DEDICATORIA**

Dedico la presente tesis a mis padres Rafa y Yoli por ser el apoyo y pilar fundamental para culminar este logro tan importante en mi vida, y por creer en mí, a toda mi familia por la ayuda que me han brindado todo este tiempo, en especial a mi Silvita por todo el cariño que me ha brindado en el transcurso de mi vida, a mi novia Sandra por el apoyo y cariño que me ha dado incondicionalmente, a los profesores de mi querida Escuela de Mantenimiento por darme la guía y su conocimiento, a mis amigos por esos momentos largos y con premura de estudio, a más de los buenos momentos compartidos.

Y por último a mi querida abuelita Aliquito por fomentar en mí buenos valores, a papá Rafiquito que me enseñó aunque sea un poco el arte de la cerrajería y que ahora me cuidan desde el cielo como dos bellos angelitos.

**Lenin Iván Vargas Viteri**

Un agradecimiento especial para mi querida madre que es el pilar fundamental para mi desarrollo personal y profesional, para mi padre que siempre ha estado apoyándome y para mi flaquita querida que junto a mi hijo son quienes me acompañan y dan la fuerza para seguir progresando. Graciastambién a todos quienes forman parte de la gran familia de Ingeniería de Mantenimiento, personal docente administrativo y a todos los compañeros con quienes trabajamos en pro del desarrollo de nuestra querida Escuela. A mis grandes amigos de estudio y otras locuras, gracias a mi hermano, mis tíos, primos, familiares y amigos por todo ese apoyo en este proceso de vida. Sé que todo esto que se está logrando va dedicado para todos ustedes.

**Gabriel José Vallejo Zavala**

## **AGRADECIMIENTO**

El más sincero agradecimiento a la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, en especial a la Escuela de Ingeniería Mecánica, por brindarnos la oportunidad de obtener una profesión y ser personas útiles a la sociedad.

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

**Lenin Iván Vargas Viteri**

El más sincero agradecimiento a la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, en especial a la Escuela de Ingeniería Mecánica, por brindarnos la oportunidad de obtener una profesión y ser personas útiles a la sociedad.

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

**Gabriel José Vallejo Zavala**

## CONTENIDO

	<b>Pág.</b>
<b>1. INTRODUCCIÓN</b>	<b>1</b>
1.1 Antecedentes.....	1
1.2 Justificación técnico económica .....	2
1.3 Objetivos.....	2
1.3.1 <i>Objetivo general</i> .....	2
1.3.2 <i>Objetivos específicos</i> .....	
<b>2. MARCO TEÓRICO</b>	
2.1 Repotenciación .....	3
2.2 Análisis del Módulo de Verificación.....	3
2.2.1 <i>Sistemas electroneumáticos</i> .....	3
2.2.2 <i>Estructura de sistemas neumáticos y flujo de las señales.</i> .....	3
2.2.3 <i>Válvula</i> .....	5
2.2.4 <i>Elementos eléctricos. Relés y contactores</i> .....	8
2.2.5 <i>Automatización</i> .....	12
2.2.6 <i>Partes principales de la Automatización</i> .....	12
2.2.7 <i>Objetivos de la automatización industrial</i> .....	13
2.3 Análisis SIMATIC S7-1200 .....	13
2.3.1 <i>Instalación sencilla y cómoda.</i> .....	15
2.3.2 <i>Módulos de señales</i> .....	15
2.3.3 <i>Señales integradas.</i> .....	15
2.3.4 <i>Módulos de comunicación.</i> .....	15
2.3.5 <i>Memoria</i> .....	16
2.3.6 <i>SIMATIC MemoryCard.</i> .....	16
2.3.7 <i>Regletas de bornes desmontables.</i> .....	16
2.3.8 <i>Diseño que ahorra espacio.</i> .....	16
2.4 Análisis de pantalla táctil.....	17
2.4.1 <i>Comunicación entre otros programas</i> .....	18
2.5 Productividad.....	20
2.6 Competitividad .....	21
2.7 Aplicaciones .....	21
2.7.1 <i>Modernización de una máquina procesadora de madera.</i> .....	21

<b>3.</b>	<b>DIAGNÓSTICO DE LA ESTACIÓN DE PROCESO</b>	
3.1	Desmontaje y mantenimiento previo a la repotenciación .....	23
3.2	Inspección y limpieza de la Estación de Proceso .....	23
3.2.1	<i>Proceso de inspección de fallo.</i> .....	23
3.3	Comparación entre el PLC S7-200 y el PLC S7-1200 de SIEMENS.....	26
3.3.1	<i>Ventajas y desventajas entre estos equipos</i> .....	27
3.4	Repotenciación y montaje de la Estación de Verificación.....	28
3.4.1	<i>Diseño del tablero de control</i> .....	28
3.4.2	<i>Dimensionamiento de la estructura del tablero de control.</i> .....	28
3.5	Montaje de accesorios en el tablero de control.....	29
3.5.1	<i>Dimensiones y directrices para el montaje del PLC S7-1200:</i> .....	29
3.5.2	<i>Montaje y desmontaje de dispositivos S7-1200.</i> .....	30
3.5.3	<i>Dimensiones y directrices para el montaje de la pantalla táctil</i> .....	31
3.5.4	<i>Conexión del panel de operador</i> .....	34
3.6	Tarjetas electrónicas de conexiones.....	36
3.6.1	<i>Tarjeta de la Estación de Verificación.</i> .....	36
3.6.2	<i>Tarjeta del tablero de control</i> .....	37
3.7	Enlace del PLC S7-1200 con las tarjetas de conexiones .....	37
3.8	Instalación del software de programación .....	38
3.9	Programación y comunicación entre el PLC SIMATIC S7-1200 y la pantalla táctil con el software TIA PORTAL V12.....	39
3.9.1	<i>Crear un nuevo proyecto.</i> .....	39
3.9.2	<i>Reconocimiento de la pantalla de operación en el panel HMI.</i> .....	42
3.10	Programa para el funcionamiento de la Estación de Verificación.....	45
3.10.1	<i>Programación en PLC</i> .....	45
3.10.2	<i>Programación del panel de operador</i> .....	46
3.10.3	<i>GRAFCET</i> .....	46
3.10.4	<i>Pruebas y calibración del tablero de control y Estación de Verificación</i> .....	46
3.10.5	<i>Estación de Verificación</i> .....	46
3.10.6	<i>Tablero de control</i> .....	47
3.10.7	<i>Detección de fallas</i> .....	48
3.10.8	<i>Localización de la falla.</i> .....	48
3.10.9	<i>Lista de fallas, causas y soluciones.</i> .....	49
3.10.10	<i>Análisis de la falla.</i> .....	51
3.11	Elaboración de un plan de prácticas .....	52
3.11.1	<i>Ejecución del plan de prácticas</i> .....	52

<b>4.</b>	<b>COSTOS</b>	
4.1	Comparaciones de precios entre equipos de control automático .....	57
4.2	Costos de equipos similares.....	58
4.3	Análisis de costos .....	59
4.3.1	<i>Costo directo para el tablero de control y Estación de Verificación .....</i>	59
4.4	Resultados del análisis de los costos .....	62
<b>5.</b>	<b>ELABORACIÓN DEL MANUAL DE OPERACIÓN, MANTENIMIENTO Y SEGURIDAD PARA LA ESTACIÓN DE VERIFICACIÓN</b>	
5.1	Elaboración del manual de operaciones de la Estación de Verificación .....	63
5.2	Funcionamiento de la Estación de Verificación de modo Automático.....	64
5.3	Funcionamiento de la Estación de Verificación de modo Manual .....	68
5.4	Elaboración del plan de Mantenimiento .....	68
5.5.1	<i>Banco de tareas .....</i>	69
5.5.2	<i>Diseño de fichas técnicas de los equipos.....</i>	73
5.5.3	<i>Documentación para procesos .....</i>	77
5.5	Seguridad para la Estación de Verificación.....	80
<b>6.</b>	<b>CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES</b>	
6.1	Conclusiones.....	82
6.2	Recomendaciones .....	82

**BIBLIOGRAFÍA**

**ANEXOS**

**PLANO**

## LISTA DE TABLAS

		Pág.
1	Inspección del estado técnico de elementos de la Estación de Verificación.....	24
2	Tabla de características técnicas de equipos automátas .....	27
3	Materiales utilizados en el tablero de control.....	28
4	Características técnicas del tablero de control .....	28
5	Compatibilidad del empotrado de pantallas táctiles.....	31
6	Dimensiones del recorte de montaje de los Basic Panels.....	32
7	Tipos de montaje de los Basic Panels .....	32
8	Tipos de posición de montaje de los Basic Panels .....	33
9	Herramientas y accesorios necesarios .....	33
10	Ensamblaje y protección IP65 del panel operador .....	33
11	Ensamblaje y protección IP65 del panel operador .....	34
12	Herramientas y accesorios necesarios para el armado del panel operador.....	34
13	Tipos de conexiones del panel operador. ....	35
14	Conexión de la fuente de alimentación al panel operador.....	35
15	Puesta de terminales en cables del sistema .....	36
16	Designación de entradas y salidas para el PLC S7-1200. ....	37
17	Lista de fallas, causas y soluciones .....	49
18	Descripción de costos SIEMENS.....	57
19	Comparación de costos de PLC en el mercado nacional.....	58
20	Comparación de costos de pantalla HMI en el mercado nacional. ....	58
21	Costos directos de materiales para el tablero de control. ....	59
22	Costos directos de materiales de los equipos de automatización. ....	60
23	Costos directos de materiales para el tablero de control. ....	60
24	Valores totales de materiales y equipos invertidos. ....	61
25	Costos indirectos .....	61
26	Costos producción.....	62
27	Inventarios de equipos.....	63
28	Secuencia de Modo Automático del Equipo de Verificación .....	65

## LISTA DE FIGURAS

		Pág.
1	Sistemas de señales y flujo de señales .....	3
2	Mando de neumático .....	4
3	Esquema de distribución neumático.....	4
4	Cilindros doble efecto .....	5
5	Válvula de estrangulamiento.....	6
6	Elementos de accionamiento rotativo y lineal.....	7
7	Válvula de 5/2 vías.....	7
8	Activación directa de cilindros.....	8
9	Relé y su circuito básico .....	9
10	Contacto Reed: diagrama esquemático y simbólico .....	10
11	Detector inductivo de posición: principio de funcionamiento, .....	11
12	Detector inductivo .....	11
13	Detector capacitivo de posición: principio de funcionamiento, esquema eléctrico funcional y símbolo. ....	12
14	PLC S7-1200.....	13
15	CPU 1214.....	14
16	Módulo de señales.....	15
17	Señales integradas .....	15
18	Módulos de comunicación .....	16
19	Memoria .....	16
20	Pantalla KTP 600 PN Basic .....	17
21	Ejemplo máquina de madera.....	21
22	Estación de Verificación en mal estado .....	25
23	Estación de Verificación hecha el Mantenimiento Preventivo .....	25
24	Diagrama electroneumático de la Estación de Verificación .....	26
25	Dimensiones de instalación del PLC S7-1200 .....	29
26	Montaje en perfil DIN PLC S7-1200. ....	30
27	Desmontaje del perfil DIN PLC S7-1200. ....	30
28	Tarjeta electrónica de la Estación de Verificación control.....	37
29	Tarjeta electrónica de la Estación de Verificación módulo.....	37
30	Pantalla para nuevo proyecto TIA PORTAL.....	40
31	Configurar dispositivo.....	40
32	Especificar dispositivo. ....	41
33	Pantalla de detección de hardware para PLC.....	41

34	Pantalla para insertar dirección IP del PLC. ....	42
35	Pantalla de reconocimiento y comunicación de dispositivos. ....	42
36	Pantalla para agregar dispositivo HMI. ....	43
37	Pantalla de asistente del panel de operador HMI. ....	43
38	Pantalla para agregar dispositivo HMI. ....	44
39	Pantalla de propiedades del operador. ....	44
40	Pantalla de propiedades del operador. ....	45
41	Pantalla de propiedades del operador. ....	45
42	Localización sistemática de la falla. ....	48
43	Pantalla de inicio de HMI KTP +00PN. ....	64
44	Pantalla de Sistema Automático. ....	64
45	Botonera del Módulo de Verificación. ....	65
46	Pantalla de modo manual. ....	68

## LISTA DE ABREVIATURAS

AISI	Instituto Americano de Hierro y Acero
AWS	Sociedad Americana de Soldadura
CPU	Unidad Central de Proceso
DI	Entrada
DIN	Instituto Alemán de Normalización
DO	Salida
E/S	Entrada/Salida
EIMA	Escuela de Ingeniería de Mantenimiento
FAME	Facultad de Mecánica
GPRS	Servicio General de Paquetes de Vía Radio
HMI	Interface Hombre Máquina
IP	Internet Protocolo
ISO	Organización Internacional de Organización
KB	Kilobytes
Nm	Newton –Metro
PID	Proporcional Integral Derivativo
PSI	Libra por pulgada cuadrada
PPI	Pixels per Inch
μ	Micra
RoHS	Restriction of HazardousSubstances
S/N	Salidas/Entradas
TIA PORTAL	TotallyIntegratedAutomation PORTA.
TIP	TotallyIntegratedPower

## **LISTA DE ANEXOS**

- A** Norma DIN ISO 1219
- B** Especificaciones técnicas del equipo neumático
- C** Programa del Módulo de Verificación.
- D** Programación de Pantalla HMI
- E** Programación de Pantalla Automática
- F** Programación de Pantalla Manual
- G** Grafcet

## **LISTA DE PLANOS**

- A** Diagrama de Control Eléctrico del Tablero de Control Automático.
- B** Diagrama de Control Eléctrico del Módulo de Comunicación.

## RESUMEN

Repotenciar el módulo de verificación mediante la implementación del PLC SIMATIC S7-1200 (PLC: Control Lógico Programado) y pantalla táctil situado en el Laboratorio de Control y Manipulación automática de la Escuela de Ingeniería de Mantenimiento de la ESPOCH, tiene el propósito de mejorarla formación académica, utilizando nueva tecnología de automatización, lo que ayudó a los diferentes procesos del laboratorio mencionado en la Facultad de Mecánica – ESPOCH.

El estudio se inició con un mantenimiento previo, en la estación de procesamiento que permitió determinar el estado técnico inicial. En esta fase se reunieron elementos para mejorar la organización y control de los trabajos de repotenciación, diseñando documentos de control. Finalmente éste trabajo de titulación es diseñar un sistema estándar y compacto, por medio de tarjetas Sislynk de conexiones de entradas, salidas y de fuente de alimentación, facilitando, en cierta forma, la transmisión de señales desde una estación a otra.

Se utilizó el nuevo Software TIA PORTAL- V12 Basic (TIA: Automatización Totalmente Integrada), pudiéndose programar el PLC S7-1200 y la pantalla táctil KTP 600 PN Basic, su debida licencia “USB Licencia Flotante” (USB: Universal Serial Bus) facilitando ser transportada de una computadora a otra.

Es recomendable que los alumnos estén capacitados en la operatividad del sistema, leyendo el manual de operaciones, seguridad y mantenimiento, de esta manera se garantiza mantener y extender la vida útil del equipo, permitiendo entrar a un nuevo proceso de aprendizaje de calidad dirigido al mejoramiento continuo.

## **ABSTRACT**

Repowering verification module through the logic programmed control SIMATIC S7-1200 (LPC) and touch screen located in the Control and automatic handling laboratory at the Engineering Maintenance School of ESPOCH, it has as purpose to improve the academic training using new automation technology, which helped the different laboratory processes at Mechanic Faculty – ESPOCH.

The study began with a pre-maintenance, in the processing station which identified the technical condition. At this stage gather elements to improve the organization and control of work repowering, designing control documents.

Finally this researching is to design a standard and compact system, through sislynk cards with inputs, outputs and power supply, providing the signals transmission from one station to another.

Was used the new software PORTAL TIA – V12 Basic (TIA totally integrated automation), being able to program the LPC S7-1200 and touch screen KTP 600 PN Basic, with the corresponding USB (Universal Serial Bus) floating license, providing to be transported from one computer to another.

As suggestion students must be trained in the system function, read the manual of operations, safety and maintenance, thus guaranteed to maintain and extend the life machine, letting you included in a new quality learning process guided to the continuous improvement.

## **CAPÍTULO I**

### **1. INTRODUCCIÓN**

#### **1.1 Antecedentes**

El Laboratorio de Control y Manipulación Automática debe estar equipado con tecnología adecuada para el desarrollo y ejecución de prácticas académicas que deberían ir a la par de la tecnología en la Industria.

Al conocer procesos productivos cada vez mejores, equipos complejos compuestos por sistemas mecánicos, eléctricos, electrónicos, neumáticos e hidráulicos, los que interactúan entre sí para lograr que los sistemas productivos trabajen con mayor flexibilidad, versatilidad, seguridad y confiabilidad, así como un bajo consumo de energía; estos equipos también deben darnos una gran facilidad al mantenimiento de los mismos.

La Escuela de Ingeniería de Mantenimiento de la Facultad de Mecánica cuenta con el único laboratorio de Control y Manipulación Automática, siendo este de gran ayuda para los estudiantes, permitiéndoles complementar y consolidar los fundamentos teóricos en conocimientos prácticos.

El laboratorio de Control y Manipulación Automática desde su implementación se construyó para la realización de prácticas de los estudiantes de las escuelas pertenecientes a la Facultad de Mecánica, con el transcurso del tiempo los módulos, sistemas y dispositivos electrónicos van quedando obsoletos y desactualizados, al mismo tiempo van cumpliendo su vida útil.

#### **1.2 Justificación técnico económica**

La Escuela Superior Politécnica de Chimborazo en la Facultad de Mecánica, Escuela de Ingeniería de Mantenimiento cuenta con el Laboratorio de Control y Manipulación Automática donde se halla el módulo de verificación, el cual debe estar actualizado y repotenciado para el desarrollo de simulación de procesos industriales con la ayuda de pantallas táctiles en sistemas electroneumáticos, haciéndolos más funcionales para las distintas prácticas que se realizan en el Laboratorio, desarrollando de mejor manera las destrezas y habilidades de los estudiantes.

El presente trabajo está destinado a repotenciar el módulo de verificación mediante el PLC

SIMATIC S7-1200 y pantalla Táctil de la SIEMENS, ya que estos equipos son muy ocupados a nivel Industrial en la actualidad por su versatilidad al momento de programarlos.

El mejoramiento de los módulos del laboratorio de Control y Manipulación Automática, permitirá brindar a los estudiantes una mejor formación académica y profesional en esta importante área del mantenimiento.

Para la repotenciación y renovación de equipos industriales para el laboratorio, resulta conveniente que por medio de trabajos de investigación desarrollado por los estudiantes, se logren mejorar y adquirir los dispositivos para los módulos de automatización como aporte a la Escuela de Ingeniería de Mantenimiento, la Facultad de Mecánica y por ende la ESPOCH.

### **1.3 Objetivos**

**1.3.1** *Objetivo general.* Repotenciar el módulo de verificación mediante la implementación del PLC SIMATIC S7-1200 y pantalla táctil situado en el laboratorio de control y manipulación automática de la Escuela de Ingeniería de Mantenimiento de la ESPOCH.

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

Aprovechar los equipos existentes y repotenciarlos para una mejor manipulación y entendimiento por parte de los estudiantes.

Construir y diseñar un sistema amigable entre el PLC y la pantalla táctil para una mejor comprensión al momento de ocupar el nuevo sistema implementado.

Realizar el Manual de Operación del Equipo a construir.

Establecer una comunicación SIMATIC S7-1200 y pantalla táctil.

Construir una tarjeta electrónica de comunicación entre los equipos y el módulo con el fin de ahorrar espacio en el laboratorio.

Diseñar de manera compacta y ergonómica el módulo para que sea compatible con los ya existentes en el laboratorio.

## CAPÍTULO II

### 2. MARCO TEÓRICO

#### 2.1 Repotenciación

La repotenciación es un concepto hasta hace poco tiempo desconocido, que en el lenguaje técnico representa la recuperación de vida de los componentes de un equipo y por consecuencia la prolongación de varios beneficios para su propietario, si se toma en cuenta los conceptos de costo más beneficio, la repotenciación de la maquina juega un papel preponderante en la producción de las empresas. (Americasrl, 2014)

#### 2.2 Análisis del Módulo de Verificación

##### 2.2.1 *Sistemas electroneumáticos*

##### **Introducción a la Neumática**

La neumática es la tecnología que emplea el aire comprimido como modo de transmisión de la energía necesaria para mover y hacer funcionar mecanismos. El aire es un material elástico y por tanto, al aplicarle una fuerza, se comprime, mantiene esta compresión y devolverá la energía acumulada cuando se le permita expandirse. (CREUS, 2007)

**2.2.2 *Estructura de sistemas neumáticos y flujo de las señales.*** Los sistemas neumáticos están compuestos de una concatenación de diversos grupos de elementos.

Estos grupos de elementos conforman una vía para la transmisión de señales de mando desde el lado de la emisión de señales (entrada) hasta el lado de la ejecución del trabajo (salida).

Figura 1. Sistemas de señales y flujo de señales



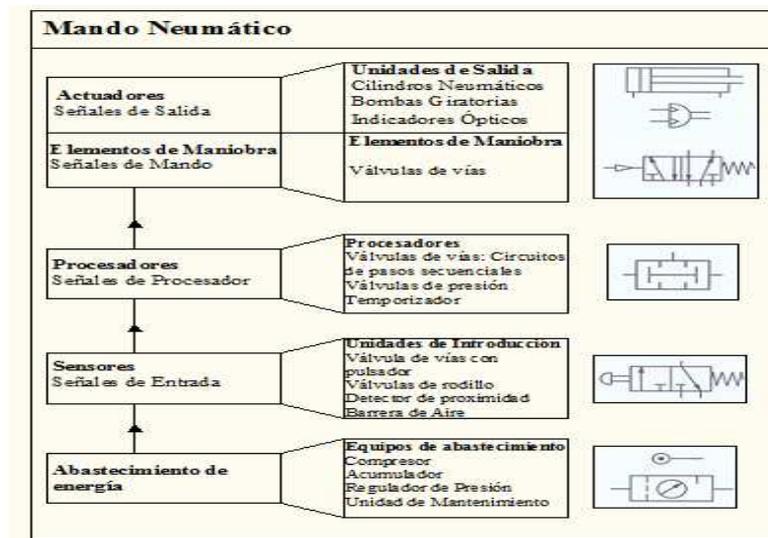
Fuente: [http://www.eudim.uta.cl/rmendozag/courses/2012/sistemas\\_de\\_sensores\\_y\\_actuadores](http://www.eudim.uta.cl/rmendozag/courses/2012/sistemas_de_sensores_y_actuadores)

Un sistema de control neumático está compuesto de los siguientes grupos de elementos:

- Abastecimiento de energía.
- Elementos de entrada (sensores).
- Elementos de procesamiento (procesadores).
- Órganos de maniobras y accionamiento (actuadores).

Los elementos de un sistema son representados mediante símbolos que, por su diseño, explican la función que asume un elemento en un esquema de distribución.

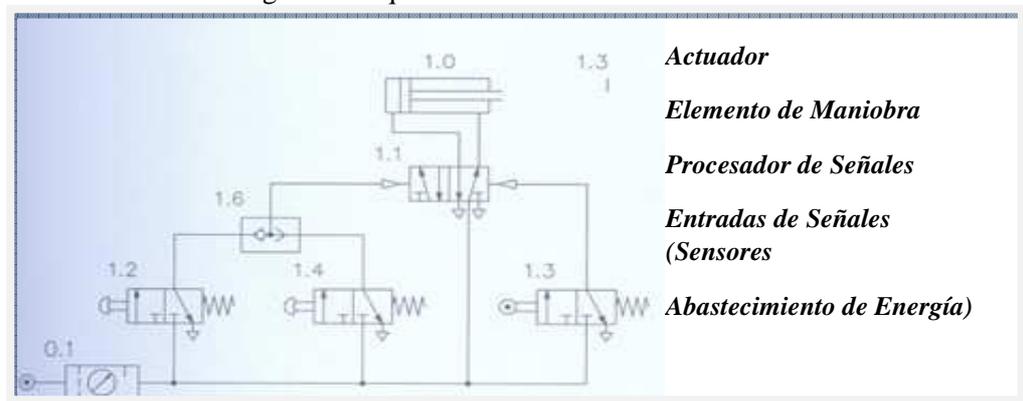
Figura 2. Mando de neumático



Fuente: [http://www.eudim.uta.cl/rmendozag/courses/2012/sistemas\\_de\\_sensores\\_y\\_actuadores](http://www.eudim.uta.cl/rmendozag/courses/2012/sistemas_de_sensores_y_actuadores)

La válvula de vías puede ser utilizada como elementos de emisión de señales, como elemento procesador o como elemento actuador. El criterio que se aplica para atribuir un elemento a un grupo es el lugar de su inclusión en el sistema neumático.

Figura 3. Esquema de distribución neumático



Fuente: [http://www.eudim.uta.cl/rmendozag/courses/2012/sistemas\\_de\\_sensores\\_y\\_actuadores](http://www.eudim.uta.cl/rmendozag/courses/2012/sistemas_de_sensores_y_actuadores)

**2.2.3 Válvulas.** Las válvulas tienen la función de controlar la presión o el paso del aire a presión. Según su tipo, las válvulas pueden clasificarse como:

- Válvulas de vías: sensores, procesadores y actuadores.
- Válvulas de cierre: válvulas anti-retorno.
- Válvulas reguladoras de flujo: válvulas estrangulación.
- Válvulas de presión.
- Combinación de estas válvulas.

Las válvulas de vías controlan el paso de señales neumáticas o del flujo de aire. Estas válvulas abren, cierran o modifican la dirección del paso del aire a presión.

Parámetros de una válvula de vías:

- Cantidad de conexión (vías): 2, 3, 4 o 5 vías.
- Cantidad de posiciones de conmutación: 2 y 3 posiciones.
- Tipo de accionamiento: mecánico, neumático, electrónico y manual.
- Tipo de reposición: por muelle (resorte), por presión. (Eudim, 2012)

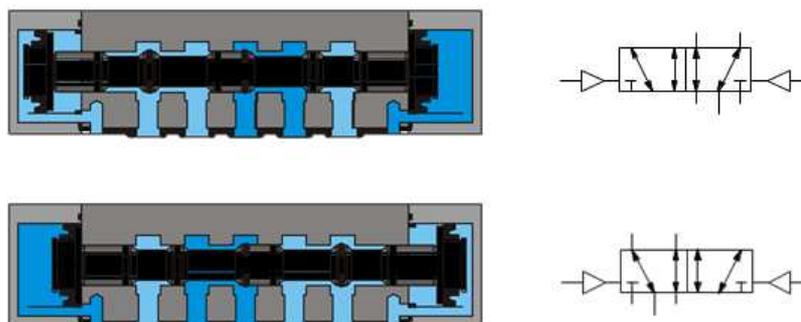
**a) Válvulas de vías:** la válvula puede actuar como sensor, por ejemplo: mediante un rodillo con leva para detectar la posición del vástago de un cilindro.

La válvula puede actuar como procesador, en cuyo caso se encarga de fijar o cancelar señales o de desviarlas, según se la señal del mando.

**a-1) Válvula biestable de 5/2 vías:** corredera longitudinal (5 vías, 2 posiciones). La válvula tiene función de memoria. Para su conmutación, es suficiente una señal corta (impulso).

**Características:** Para el accionamiento de cilindros de doble efecto

Figura 4. Cilindros doble efecto



Fuente: [http://www.eudim.uta.cl/rmendoza/courses/2012/sistemas\\_de\\_sensores\\_y\\_actuadores](http://www.eudim.uta.cl/rmendoza/courses/2012/sistemas_de_sensores_y_actuadores)

**Válvula de cierre:** Las válvulas de cierre o anti retorno permiten que el flujo de aire pase en una sola dirección. Este tipo de válvula es utilizado, entre otros, en válvulas selectoras, o en combinación con una válvula reguladora de caudal, en válvulas de estrangulamiento y anti retorno (válvulas reguladoras de caudal unidireccionales).

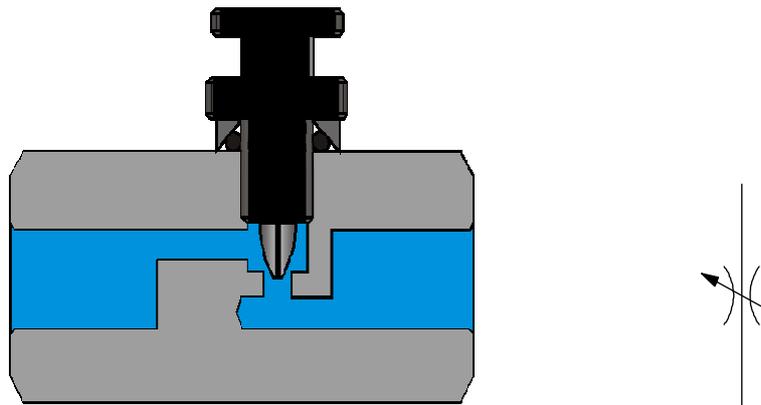
#### **b-1) Válvula anti retorno**

- Abre el paso en un sentido.
- Bloquea el caudal en el sentido contrario.
- El elemento hermetizante se separa de su asiento cuando la fuerza del aire comprimido es superior a la fuerza del muelle (resorte) pre-tensado.

#### **c-1) Válvula estranguladora**

- Las válvulas estranguladoras regulan el caudal del aire comprimido.
- Las válvulas estranguladora suelen poderse regular. La regulación puede fijarse.
- Las válvulas reguladoras nunca cierran del todo.

Figura 5 .Válvula de estrangulamiento



Fuente:[http://www.eudim.uta.cl/rmendozag/courses/2012/sistemas\\_de\\_sensores\\_y\\_actuadores](http://www.eudim.uta.cl/rmendozag/courses/2012/sistemas_de_sensores_y_actuadores)

#### **Elementos de accionamiento**

El grupo de los elementos de accionamiento incluyen diversas variantes de movimiento lineal y giratorio de diversos tamaños y ejecuciones. Los elementos de accionamiento son accionados mediante válvulas que dejan pasar la cantidad de aire necesaria para el trabajo en cuestión. Estas válvulas normalmente están instaladas directamente al conducto principal de aire a presión con la finalidad de mantener en nivel mínimos la pérdida del caudal de aire.

Los elementos de accionamiento pueden clasificarse de la siguiente manera:

- Elementos de accionamiento lineal: cilindro de simple y doble efecto.
- Elementos de accionamiento giratorio: accionamiento giratorio y motor neumático

Figura 6. Elementos de accionamiento rotativo y lineal



Fuente:[http://www.eudim.uta.cl/rmendozag/courses/2012/sistemas\\_de\\_sensores\\_y\\_actuadores](http://www.eudim.uta.cl/rmendozag/courses/2012/sistemas_de_sensores_y_actuadores)

### - Cilindro de Simple Efecto

Los actuadores neumáticos se utilizan para transformar la energía contenida en el aire comprimido en energía dinámica.

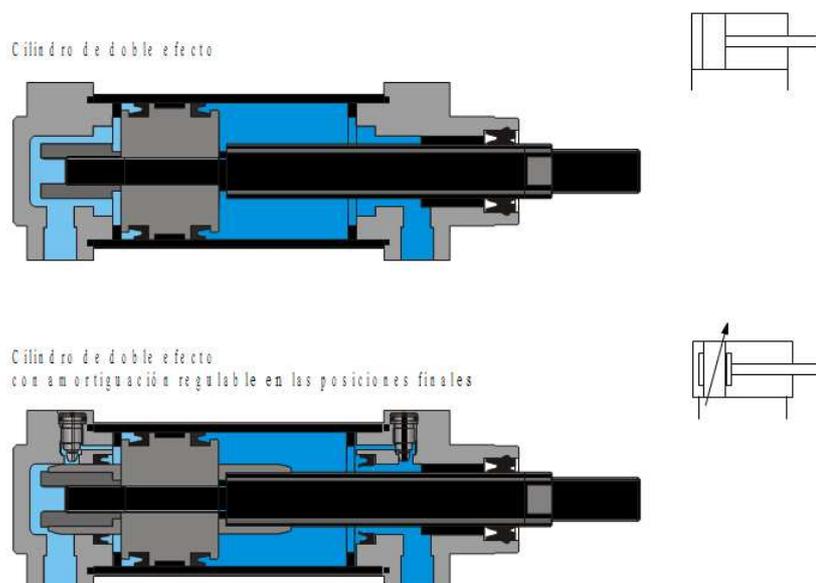
### Funcionamiento

- En el caso de los cilindros de simple efecto, se aplica presión únicamente en un lado del émbolo. El cilindro ejecuta trabajo únicamente en un sentido (carrera de útil).
- El vástago retrocede por efecto de un muelle o por una fuerza aplicada desde fuera (carrera sin carga).

### Accionamiento

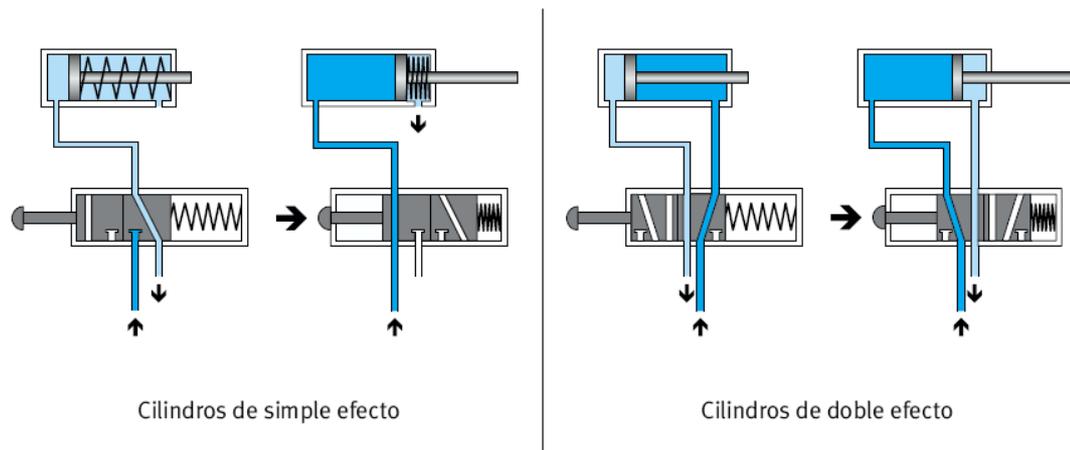
Válvula de 5/2 vías

Figura 7. Válvula de 5/2 vías



Fuente:[http://www.eudim.uta.cl/rmendozag/courses/2012/sistemas\\_de\\_sensores\\_y\\_actuadores](http://www.eudim.uta.cl/rmendozag/courses/2012/sistemas_de_sensores_y_actuadores)

Figura 8. Activación directa de cilindros



Fuente:[http://www.eudim.uta.cl/rmendozag/courses/2012/sistemas\\_de\\_sensores\\_y\\_actuadores](http://www.eudim.uta.cl/rmendozag/courses/2012/sistemas_de_sensores_y_actuadores)

### Símbolos y descripción de componentes

Para desarrollar sistemas neumáticos es necesario recurrir a símbolos uniformes que representen elementos y esquemas de distribución.

Los símbolos deben informar sobre las siguientes propiedades:

- Tipo de accionamiento.
- Cantidad de conexiones y denominación de dichas conexiones.
- Cantidad de posiciones
- Funcionamiento
- Representación simplificada del flujo

Los símbolos aplicados en la neumática corresponden a la norma industrial DIN ISO 1219 “símbolos de sistemas y equipos de la técnica de fluido”. (Anexo A)

#### 2.2.4 Elementos eléctricos. Relés y contactores

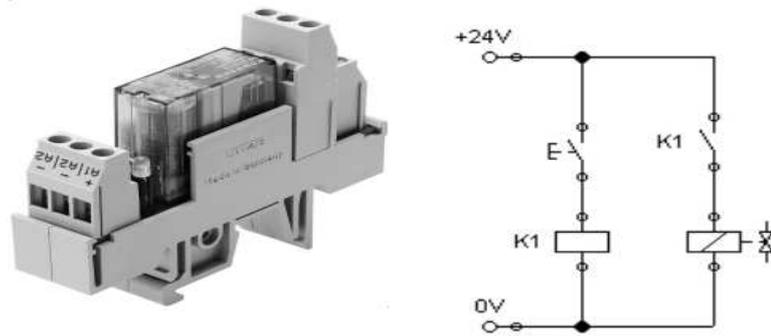
##### - Aplicaciones de relés

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

- Multiplicar de 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.

Figura 9. Relé y su circuito básico



Fuente:[http://lehrerfortbildungbw.de/faecher/nwt/fb/atechnik/grundlagen/es/kapitel/563062\\_Fundamentos\\_de\\_la\\_tecnica\\_de\\_automatizacion.pdf](http://lehrerfortbildungbw.de/faecher/nwt/fb/atechnik/grundlagen/es/kapitel/563062_Fundamentos_de_la_tecnica_de_automatizacion.pdf)

#### - Detectores

Los detectores tienen la función de captar informaciones y de transmitir señales procesables a las unidades de evaluación. En numerosas aplicaciones se utilizan detectores 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.)

#### - Detectores de posición

Los detectores de posición conmutan sin establecer contacto u, 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 pueden distinguir entre los siguientes tipos:

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

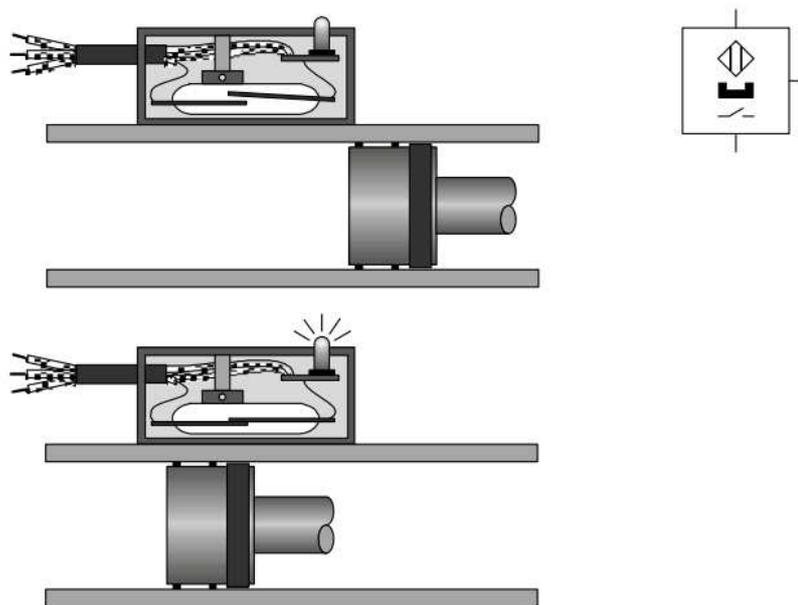
#### - Detectores magnéticos

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.

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). Además no precisan mantenimiento, aunque no deben utilizarse en zonas expuestas a campos magnéticos fuertes (por ejemplo en las cercanías de máquinas de soldadura por resistencia o equipos de tomografía computarizada).

Figura 10. Contacto Reed: diagrama esquemático y simbólico



Fuente:[http://lehrerfortbildungbw.de/faecher/nwt/fb/atechnik/grundlagen/es/kapitel/563062\\_Fundamentos\\_de\\_la\\_tecnica\\_de\\_automatizacion.pdf](http://lehrerfortbildungbw.de/faecher/nwt/fb/atechnik/grundlagen/es/kapitel/563062_Fundamentos_de_la_tecnica_de_automatizacion.pdf)

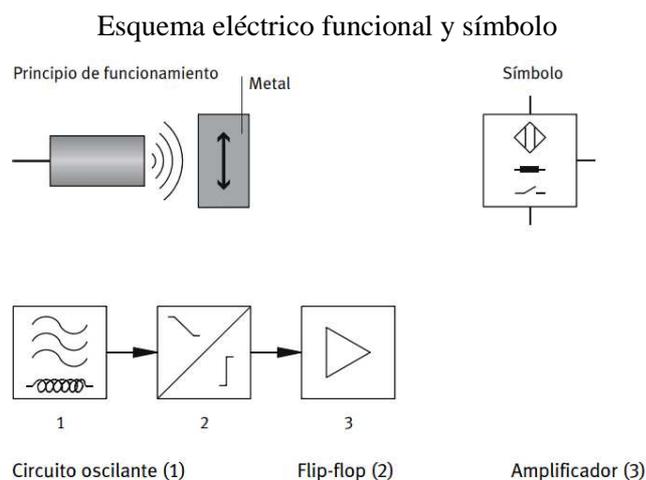
#### - Detectores de posición inductivos

Un detector de posición inductivo está compuesto por un circuito oscilante, un flip-flop y un amplificador. Al aplicar una tensión en las conexiones, el circuito oscilante genera un campo magnético alterno (de alta frecuencia) en el frente del detector.

Un conductor eléctrico que se acerca a este campo magnético alterno provoca una amortiguación del circuito oscilante. La unidad electrónica conectada detrás, compuesta de flip-flop y amplificador, evalúa el comportamiento del circuito oscilante y activa la salida.

Los detectores de posición inductivos pueden utilizarse para detectar todos los materiales que son buenos conductores, es decir, metales y también, grafito.(CEDEÑO RAMÍREZ, y otros, 2009)

Figura 11. Detector inductivo de posición: principio de funcionamiento,



Fuente: <http://lehrerfortbildung->

[bw.de/faecher/nwt/fb/atechnik/grundlagen/es/kapitel/563062\\_Fundamentos\\_de\\_la\\_tecnica\\_de\\_automatizacion.pdf](http://lehrerfortbildung-bw.de/faecher/nwt/fb/atechnik/grundlagen/es/kapitel/563062_Fundamentos_de_la_tecnica_de_automatizacion.pdf)

Figura 12. Detector inductivo



Fuente: <http://lehrerfortbildung->

[bw.de/faecher/nwt/fb/atechnik/grundlagen/es/kapitel/563062\\_Fundamentos\\_de\\_la\\_tecnica\\_de\\_automatizacion.pdf](http://lehrerfortbildung-bw.de/faecher/nwt/fb/atechnik/grundlagen/es/kapitel/563062_Fundamentos_de_la_tecnica_de_automatizacion.pdf)

#### - Detectores de posición capacitivos

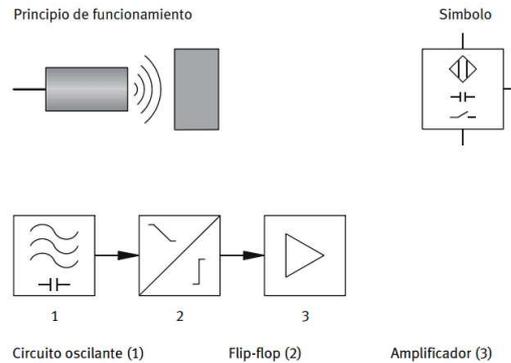
Un detector de posición capacitivo consta de una resistencia eléctrica (R) y de un condensador (C) que juntos componen un circuito oscilante RC y, además, de una unidad electrónica para evaluar la oscilación.

Entre el electrodo activo y el electrodo conectado a masa del condensador, se crea un campo electrostático. En la parte frontal del detector se forma un campo de dispersión. Si una pieza entra en ese campo de dispersión, cambia la capacidad del condensador.

El circuito oscilante se atenúa y la unidad electrónica conectada detrás confirma la salida.

Los detectores de posición capacitivos no solamente reaccionan en presencia de materiales muy conductores (por ejemplo, metales), sino, también, en presencia de un aislante con gran constante dieléctrica (por ejemplo, plásticos, vidrio, cerámica, líquido y madera).

Figura 13. Detector capacitivo de posición: principio de funcionamiento, esquema eléctrico funcional y símbolo.



Fuente: <http://lehrerfortbildung->

[bw.de/faecher/nwt/fb/atechnik/grundlagen/es/kapitel/563062\\_Fundamentos\\_de\\_la\\_tecnica\\_de\\_automatizacion.pdf](http://lehrerfortbildung-bw.de/faecher/nwt/fb/atechnik/grundlagen/es/kapitel/563062_Fundamentos_de_la_tecnica_de_automatizacion.pdf)

**2.2.5 Automatización.** La automatización es el uso de sistemas para controlar máquinas y/o procesos industriales de forma que estas pueden llevar a cabo determinadas tareas que anteriormente eran efectuadas por operarios/as. Así se controla la secuencia de las operaciones sin intervención humana.

El alcance va más lejos de la simple mecanización de procesos, ya que proporciona a los/as trabajadores/as herramientas de ayuda que combaten los esfuerzos físicos del trabajo.

La automatización como rama de la ingeniería es más amplia que un simple sistema de control, abarca la instrumentación industrial, que incluye sensores y transmisores de campo, los sistemas de control y supervisión, los sistemas de transmisión y recopilación de datos y las aplicaciones de software en tiempo real para supervisar y controlar las operaciones de plantas y procesos industriales.

**2.2.6 Partes principales de la Automatización**

- La parte operativa que es la que actúa directamente sobre la máquina, haciendo que ésta se mueva y realice la operación deseada. Sus componentes son pues los que ponen en funcionamiento las máquinas como pueden ser los motores, cilindros, compresores y demás elementos.

- La parte de mando suelen ser un autómatas programa (PLC). Se trata de un equipo electrónico programable en lenguaje no informático, que está diseñado para controlar en tiempo real los procesos secuenciales y enviar la información a un ordenador que la interpretará y dará respuesta a la misma.

### 2.2.7 *Objetivos de la automatización industrial*

- Aumentar la productividad de la empresa, reduciendo los costos de la producción, así como la calidad de la misma.
- Mejorar las condiciones de trabajo del personal, suprimiendo el trabajo peligroso e incrementado de este modo la seguridad de los mismos.
- Realizar operaciones complejas de controlar intelectualmente o manualmente.
- Aumentar la disponibilidad de los productos, pudiendo proveer las cantidades necesarias en el momento preciso.
- Simplificar el mantenimiento de forma que el/La operario/a no requiera grandes conocimientos para poder llevar a cabo el proceso productivo.
- Integrar la gestión y la producción. (Mc GRAW, 2004)

## 2.3 **Análisis SIMATIC S7-1200**

El autómatas S7-1200, es el último dentro de una gama de controladores SIMATIC de Siemens, es el sucesor del S7-200. El controlador compacto SIMATIC S7-1200 es el modelo modular y compacto para pequeños sistemas de automatización que requieran funciones simples o avanzadas para lógica, HMI o redes. Gracias a su diseño compacto, su bajo coste y sus potentes funciones, los sistemas de automatización S7-1200 son idóneos para controlar tareas sencillas.

Figura 14. PLC S7-1200



Fuente: <http://www.catedu.es/elechomon/s71200/CARACTERISTICAS%20Y%20MONTAJE%20DEL%20SIMULADOR%20S7-1200.pdf>

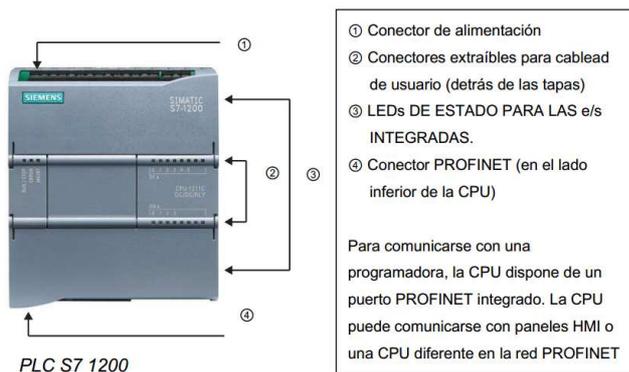
En el marco del compromiso SIMATIC para con la automatización plenamente integrada (TIA:TotallyIntegratedAutomation), la familia de productos S7-1200 y la herramienta de programación STEP 7 Basic proporcionan la flexibilidad necesaria para cubrir las diferentes necesidades de automatización de cada caso.

El controlador S7-1200 ofrece la flexibilidad y potencia necesarias para controlar una gran variedad de dispositivos para las distintas necesidades de automatización. Gracias a su diseño compacto, configuración flexible y amplio juego de instrucciones, el S7-1200 es idóneo para controlar una gran variedad de aplicaciones.

La CPU incorpora un microprocesador, una fuente de alimentación integrada, circuitos de entrada y salida, PROFINET integrado, E/S de control de movimiento de alta velocidad y entradas analógicas incorporadas, todo ello en una carcasa compacta, conformando así un potente controlador. Una vez descargado el programa, la CPU contiene la lógica necesaria para vigilar y controlar los dispositivos de la aplicación. La CPU vigila las entradas y cambia el estado de las salidas según la lógica del programa de usuario, que pueden incluir lógica booleana, instrucciones de conteo y temporización, funciones matemáticas complejas, así como comunicación con otros dispositivos inteligentes.

Para comunicarse con una programadora, la CPU incorpora un puerto PROFINET integrado. La CPU puede comunicarse con paneles HMI o una CPU diferente en la red PROFINET.

Figura15. CPU 1214



Fuente:<http://www.catedu.es/elechomon/s71200/CARACTERISTICAS%20Y%20MONTAJE%20DEL%20SIMULADOR%20S7-1200.pdf>

SIMATIC S7-1200 es el controlador de lazo abierto y lazo cerrado de control de tareas en la fabricación de equipo mecánico y la construcción de la planta. Se combina la automatización máxima y mínima coste. Debido al diseño modular compacto con un alto rendimiento al mismo

tiempo, el SIMATIC S7-1200 es adecuado para una amplia variedad de aplicaciones de automatización. Su campo de aplicación se extiende desde la sustitución de los relés y contactores hasta tareas complejas de la automatización en las redes y en las estructuras de distribución. El S7-1200 también se abre cada vez más ámbitos en los que la electrónica especial ha sido desarrollada previamente por razones económicas.

**2.3.1 Instalación sencilla y cómoda.** El hardware completo SIMATIC S7-1200 incorpora clips para un montaje rápido y fácil en perfil DIN de 35mm. 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.

**2.3.2 Módulos de señales.** Las mayores CPU admiten la conexión de hasta ocho módulos de señales, ampliando así las posibilidades de utilizar E/S digitales o analógicas adicionales.

Figura 16. Módulo de señales



Fuente:<http://www.catedu.es/elechomon/s71200/CARACTERISTICAS%20Y%20MONTAJE%20DEL%20SIMULADOR%20S7-1200.pdf>

**2.3.3 Señales integradas.** Un Módulo de Señales Integradas puede enchufarse directamente a una CPU. De este modo pueden adaptarse individualmente las CPU, añadiendo E/S digitales o analógicas sin tener que aumentar físicamente el tamaño del controlador. El diseño modular de SIMATIC S7-1200 garantiza que siempre se podrá modificar el controlador para adaptarlo perfectamente a cualquier necesidad.

Figura 17. Señales integradas



Fuente:<http://www.catedu.es/elechomon/s71200/CARACTERISTICAS%20Y%20MONTAJE%20DEL%20SIMULADOR%20S7-1200.pdf>

**2.3.4 Módulos de comunicación.** Toda CPU SIMATIC S7-1200 puede ampliarse hasta con 3 Módulos de Comunicación. Los Módulos de Comunicación RS485 y RS232 son aptos para conexiones punto a punto en serie, basada en caracteres. Esta comunicación se programa y configura con sencillas instrucciones, o bien con las funciones de librerías para protocolo maestro y esclavo USS Drive y Modbus RTU, que están incluidas en el sistema de ingeniería SIMATIC STEP 7 Basic. (Siemens, 2014)

Figura 18. Módulos de comunicación



Fuente:<http://www.catedu.es/elechomon/s71200/CARACTERISTICAS%20Y%20MONTAJE%20DEL%20SIMULADOR%20S7-1200.pdf>

**2.3.5 Memoria.** Permite seleccionar el tamaño de la memoria de programa y la de datos hasta 50 KB de memoria de trabajo en el controlador, con libre configuración del tamaño de memoria de programa y de datos de usuarios, pueden definirse hasta 2048 Bytes como remanentes. El usuario puede designar memoria de datos o de marcas como remanentes ante un corte de alimentación. Los datos designados no tienen por qué se contiguos.

Figura 19. Memoria



Fuente:<http://www.catedu.es/elechomon/s71200/CARACTERISTICAS%20Y%20MONTAJE%20DEL%20SIMULADOR%20S7-1200.pdf>

**2.3.6 SIMATIC MemoryCard.** Con la SIMATIC MemoryCard opcional pueden transferirse fácilmente programas a varias CPU. La tarjeta también puede utilizarse para guardar diversos archivos o para actualizar el firmware del controlador, módulos de señales y módulos de comunicación. Simplemente insertar la SIMATIC MemoryCard en la CPU y darle tensión, el programa de usuario no se pierde durante el proceso.

**2.3.7 Regletas de bornes desmontables.** Todos los componentes hardware del SIMATIC S7-1200 están equipados con regletas de bornes desmontables. Por lo tanto, sólo es necesario cablearlo una vez, con el ahorro en tiempo que supone en la fase de instalación. Las regletas de bornes desmontables ofrecen un grado de comodidad aún mayor a la hora de sustituir componentes de hardware.

**2.3.8 Diseño que ahorra espacio.** El hardware SIMATIC S7-1200 ha sido diseñado especialmente para ahorrar espacio en el armario eléctrico. Por ejemplo, la CPU 1214C sólo tiene 110mm de ancho, y las CPU 1212C y 1211C sólo 90 mm. Junto con los pequeños Módulos de Comunicación y Señales, este sistema modular ahorra un valioso espacio y ofrece la máxima eficiencia y flexibilidad en el proceso de instalación.

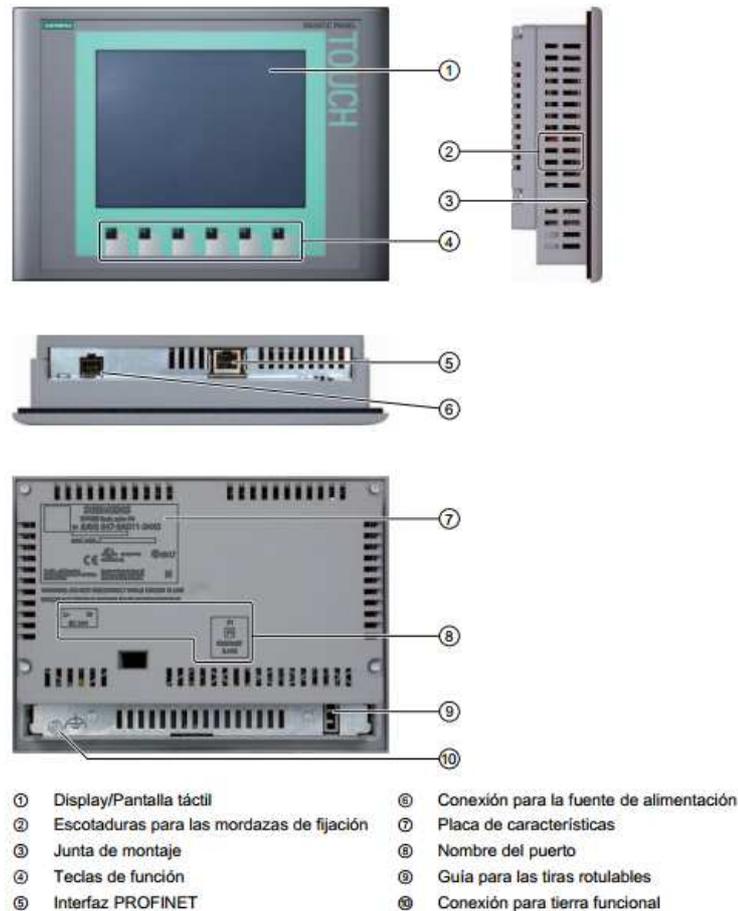
## **2.4 Análisis de pantalla táctil**

Hoy en día, la mayoría de las máquinas ofrecen la visualización de forma estándar. Especialmente en las máquinas de menor tamaño y en las aplicaciones sencillas el factor coste juega un papel decisivo. Para las aplicaciones básicas se consideran totalmente suficientes los paneles de operador con funciones básicas. Estas exigencias son justo las que queremos satisfacer con estos nuevos SIMATIC Basic Panels. Centrados en lo esencial, los paneles de operador de los Basic Panels se ofrecen justo la funcionalidad básica deseada y a un precio óptimo. Una perfecta relación rendimiento/precio.

Este producto se basa en la acreditada calidad SIMATIC e, independientemente del tamaño de su display, ofrece de formas estándar numerosas funciones de software, a saber: sistema de avisos, administración de recetas, funcionalidad de curvas y cambio de idiomas. Los usuarios se benefician de las ventajas de la visualización así como de una calidad del proceso mejorada.

### **Componentes del KTP 600 PN Basic**

Figura 20. Pantalla KTP 600 PN Basic



Fuente: [https://www.swe.siemens.com/spain/web/es/industry/automatizacion/simatic/controlador es/Documents/HMI%20KTPs.pdf](https://www.swe.siemens.com/spain/web/es/industry/automatizacion/simatic/controlador/es/Documents/HMI%20KTPs.pdf)

### 2.4.1 Comunicación entre otros programas

#### Uso de la interfaz de usuario

Todos los paneles de operador Basic están equipados con una pantalla táctil. Algunos paneles de operador Basic poseen teclas de función. Con la pantalla táctil y las teclas de función se maneja el Control Panel o el proyecto que se está ejecutando en el panel de operador.

#### Manejo de la pantalla táctil

##### PRECAUCIÓN

- **Deterior de la pantalla táctil**
- Los objetos puntiagudos o afilados pueden dañar la superficie de plástico de la pantalla táctil.
- Maneje la pantalla táctil únicamente con el dedo o con un lápiz apropiado.
- **Activación de acciones no intencionales**

En caso de tocar simultáneamente varios objetos de operador pueden activarse acciones no intencionadas. No toque nunca más de un objeto a la vez en la pantalla.

Los objetos de operador son representaciones sensibles al contacto que aparecen en la pantalla del panel de operador. Básicamente, se maneja del mismo modo las teclas mecánicas. Los objetos de operador se manejan con el dedo.

- **Nota**

En cuanto el panel de operador detecta que se ha tocado un objeto, reacciona con una respuesta óptica. La respuesta óptica no depende de la comunicación con el controlador. Por tanto, la respuesta no es ningún indicio de que la acción deseada se llevará a cabo realmente.

**Ejemplos de los objetos de operador:**

- **Botones**

Los botones pueden adoptar los estados siguientes:



- **Botones invisibles**

De forma estándar, el foco de los botones invisibles no aparece marcado al seleccionarlos. En este caso no hay respuesta óptica. No obstante, el ingeniero de configuración puede configurar los botones invisibles de manera que sus contornos puedan verse en forma de línea al tocarlos. Los contornos permanecerán visibles hasta que se seleccione un objeto de control diferente.

- **Campo de E/S**

Al tocar un campo E/S, como respuesta óptica aparece un teclado de pantalla para introducir una contraseña. Dependiendo del panel de operador y del objeto configurado se visualizan distintos teclados de pantalla que permiten introducir valores numéricos o alfanuméricos. Al finalizar la entrada, el teclado de pantalla se oculta automáticamente. (Siemens, 2014)

**Manejo de las teclas de función**

Las teclas de función pueden tener una asignación global o local:

- **Teclas de función con asignación global de funciones**

Una tecla de función con asignación global activará el panel de operador o en el controlador siempre la misma acción, independientemente de la imagen que esté abierta en ese momento. Una acción tal puede ser por ejemplo la activación de una imagen o el cierre de una ventana de avisos.

#### - **Teclas de función de asignación local**

Una tecla de función de asignación local específica de la imagen en que se utilizan y, por consiguiente, sólo tiene efecto en la imagen activa.

La función de una tecla de función puede variar de imagen a imagen. En una misma imagen una tecla de función puede tener una sola asignación: global o local. Si hay asignación local y global, tiene preferencia la local.

#### **Modos de operación**

El panel de operador puede adoptar los modos de operación siguientes:

- Offline
- Online
- Transferencia

Los modos de operación “Offline” y “Online” pueden ajustarse tanto en el PC de configuración como en el panel de operador. En el panel de operador, utilice a este efecto un objeto de control en el proyecto.

#### **Cambiar el modo de operación**

Para cambiar el modo de operación del panel de operador durante el funcionamiento, el ingeniero de configuración deberá haber configurado los objetos de control correspondientes.

#### - **Modo de operación “Offline”**

En este modo de operación no existe comunicación entre el panel de operador y el autómeta. Aunque el panel de operador se puede controlar, no se pueden y transferir datos al autómeta ni recibir datos de éste.

#### - **Modo de operación “Online”**

En este modo de operación existe una conexión de comunicación entre el panel de operador y el autómeta. La instalación puede controlarse desde el panel de operador conforme a la configuración.

#### - **Al arrancar el panel de operador**

Inicie el modo de operación “Transfer” manualmente en el loader del panel de operador.

#### - **Durante el funcionamiento**

Inicie el modo de operación “Transfer” manualmente con un objeto de control en el proyecto. Durante una transferencia automática, el panel de operador conmuta al modo “Transfer” al iniciarse una transferencia en el PC de configuración.

## **2.5 Productividad**

Siemens Industry tiene la respuesta a los desafíos en la automatización manufacturera, de procesos y de edificios. En efecto, nuestras soluciones de accionamiento y automatización, basadas en TotallyIntegratedAutomation (TIA) y TotallyIntegratedPower (TIP), se utilizan en todos los sectores. Tanto en la industria manufacturera como en la industria de procesos. Al igual que en edificios industriales y terciarios.

En nuestra gama encontrará todo lo que busca para automatización, accionamientos y aparatos de baja tensión, así como software industrial, y desde productos estándar hasta soluciones sectoriales complejas. Nuestro software industrial permite a nuestros clientes del sector productivo optimizar su completa cadena de valor añadido, desde el diseño y el desarrollo del producto, pasando por la fabricación y venta, hasta el servicio técnico.

Nuestros componentes eléctricos y mecánicos le permiten disfrutar de tecnologías integradas para la completa cadena cinemática, desde el acoplamiento hasta el reductor, desde el motor hasta soluciones de control y accionamientos para todos los sectores de la construcción de maquinaria. Con la plataforma tecnológica TIP le ofrecemos soluciones homogéneas e integradas para la distribución eléctrica. (Siemens, 2011)

## **2.6 Competitividad**

Gracias a la alta calidad de nuestros productos establecemos las referencias en el sector. Altos objetivos de protección medioambiental forman parte de nuestro estricto sistema de gestión ambiental, y los llevamos consecuentemente a la práctica. Ya en la fase de desarrollo de los productos se analizan sus posibles consecuencias en el medio ambiente: por esta razón nuestros productos y sistemas cumplen con la directiva CE RoHS (Restriction of HazardousSubstances). Huelga decir que nuestros centros están certificados según DIN EN ISO 14001. Para nosotros protección medioambiental significa también utilizar los recursos escasos de la forma más eficaz posible. Un buen ejemplo de ello son nuestros accionamientos de alta eficiencia energética, que gastan hasta un 60 % menos de energía.

Cerciórese por sí mismo de las posibilidades que le ofrecen nuestras soluciones de automatización y accionamiento. Y descubra cómo podemos a ayudarle a aumentar de forma sostenida su competitividad.

## 2.7 Aplicaciones

**2.7.1 Modernización de una máquina procesadora de madera.** Antes las máquinas e instalaciones para el procesamiento de madera estaban equipadas a menudo con controladores especialmente desarrollados y de propietario. En los proyectos de modernización hoy se emplean componentes estándar con garantía de futuro.

El cliente se decidió por la integración de la automatización estándar y las funciones de seguridad en una unidad con el controlador de software SIMATIC WinAC RTX F en un IPC sin ventilación ni mantenimiento: Microbox PC SIMATIC IPC427C. PROFINET, como bus de campo innovador, conecta rápidamente y de forma sencilla periféricos descentralizados, seguridad y también paneles de mando.

Figura 21. Ejemplo máquina de madera



Fuente: [http://comatel.net/sites/default/files/equipos\\_hmi\\_siemens\\_2011.pdf](http://comatel.net/sites/default/files/equipos_hmi_siemens_2011.pdf)

### **Ventajas de la solución con automatización basada en SIMATIC PC:**

- La solución de automatización compacta basada en PC multiplicaba el rendimiento y la precisión de la instalación.
- Con el empleo de PROFINET se consiguieron una serie de ventajas adicionales, como por ejemplo, la capacidad de diagnóstico.
- La integración de la automatización estándar y de seguridad en una unidad aportó un ahorro de componentes.

De este modo se pudo reducir el tamaño del armario un 20 por ciento y el cableado un 50 por ciento.

El cliente se beneficia de una mayor comodidad de manejo y una minimización de los tiempos de parada de las máquinas.

## CAPÍTULO III

### 3. DIAGNÓSTICO DE LA ESTACIÓN DE PROCESO

La reconstrucción para este sistema persigue restablecer e incluso mejorar las prestaciones originales del equipo, en una época en la que se necesita rapidez y calidad.

#### 3.1 Desmontaje y mantenimiento previo a la repotenciación

El método aplicado a este sistema es un mantenimiento mejorativo, ya que ayudará a optimizar las condiciones originales del equipo, y del sistema en general de la Estación de Verificación.

Al realizar una inspección exhaustiva y minuciosa de la Estación de Verificación, se pudo constatar el deterioro de éste, debido a la mala manipulación, la falta de componentes, la polución existente y el poco mantenimiento que ha recibido desde su implementación. En el Anexo B se detallan los principales componentes del sistema.

Debido a este motivo se planeó y optimizó la disposición del sistema tanto neumático como de control eléctrico, dando así el espacio suficiente para el cableado y las diferentes conexiones, tomando en cuenta los parámetros de construcción de la estación y su debida utilización.(GONZALEZ FERNANDEZ, 2011)

#### 3.2 Inspección y limpieza de la Estación de Proceso

Al realizar este procedimiento se documentó y diagnosticó el estado y/o avería de los componentes del sistema neumático y de control eléctrico así como la ausencia de varios elementos que se indican en la tabla 1 siguiente.

**3.2.1** *Proceso de inspección de fallo.*Comprobar y valorar el alcance de los fallos (errores secuenciales, atascamientos, fugas, malas conexiones.)

Determinar el estado de las unidades y elementos, verificando la función característica de cada uno de estos.

Distribuir las diferentes conexiones tanto las de control industrial como las neumáticas.

Adoptar medidas necesarias para garantizar la seguridad de las personas y de los equipos durante su ejecución.

Tabla 1. Inspección del estado técnico de elementos de la Estación de Verificación

		<b>ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO</b>			
		<b>FACULTAD DE MECÁNICA ESCUELA DE INGENIERÍA DE MANTENIMIENTO</b>			
<b>ESTACIÓN DE VERIFICACIÓN</b>					
<b>Cantid ad</b>	<b>Elemento</b>	<b>Estado técnico</b>			<b>Observaciones</b>
		<b>Bueno</b>	<b>Regular</b>	<b>Malo</b>	
1	PLC				No existente
1	Estructura base		x		Falta de Mantenimiento
1	Bandas y poleas	x			
1	Sensor inductivo	x			
1	Sensor óptico	x			
1	Motor de 24V DC.	x			
1	Taladro simulador de 2,4V			x	Le faltan piezas
1	Paro de emergencia			x	Contactos en mal estado
4	Sensores magnéticos de posición de vástago	x			3 unidades menos
1	Luz piloto (verde)			x	Focos quemados
1	Luz piloto (roja)			x	Focos quemados
1	Selector de posición manual-automático		x		
1	Pulsador de inicio		x		
1	Pulsador de paro		x		
1	Relé para motor de 24V			x	La base rota
1	Relés de taladro				No existe
1	Cables de conexión			x	Cortados o empalmados
3	Cilindros de doble efecto	x			
1	Cilindros de simple efecto	x			
6	Válvulas estranguladoras	x			
1	Placa electrónica			x	
	Canaletas ranuradas			x	Cortadas y sin tapas
	Unidad de mantenimiento		x		Faltaban acoples de entrada y salida de aire
4	Electroválvulas 5/2 monoestables de 24V DC.	x			
	Mangueras y acoples	x			

Fuente: Autores

### **Desmontaje**

- Establecer una secuencia de desmontaje y montaje, seleccionando los equipos, herramientas, medios auxiliares y los repuestos requeridos.
- Comprobar las especificaciones técnicas, de acoplamiento y funcionales de los elementos a sustituir.
- Desmontaje de todo el sistema de control automático antiguo y el sistema de electroválvulas de la estación de verificación para la debida reubicación y repotenciación.

Figura 22. Estación de Verificación en mal estado



Fuente: Autores

### **Limpieza**

Se seleccionó de manera adecuada los materiales y herramientas necesarias para remover la polución existente en la Estación.

Ejecutar la limpieza con tinner y una espátula para retirar restos de adhesivo y polvo.

Se limpió con guaipe y aire comprimido los espacios inaccesibles.

Figura 23. Estación de Verificación hecha el mantenimiento preventivo



Fuente: Autores

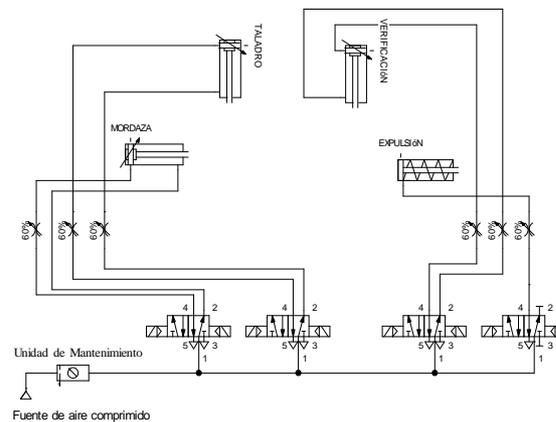
## Montaje

- Se clasifica cada elemento en función de la secuencia de montaje comprobando las características requeridas y especificaciones técnicas para el sistema.
- Montar cada elemento en el lugar previsto sin forzar uniones, accesorios y elementos indispensables para el buen funcionamiento, utilizando el procedimiento y las herramientas adecuadas, garantizando la integridad y cumplimiento de los requisitos de seguridad.
- Las conexiones de cables se realizan con las herramientas adecuadas al tipo y sección de cada conductor
- Todo elemento, componente y cableado se identifica inequívocamente con la señalización adecuada y lo más legible siempre en relación con el sistema.
- Realizar las pruebas de seguridad y de funcionamiento comprobando los datos obtenidos y corrigiendo según el caso hasta llegar a la precisión requerida.

## Diagrama del circuito neumático

El sistema neumático de la Estación de Verificación está diseñado y dispuesto con el fin de accionar debidamente los elementos neumáticos que son controlados por las electroválvulas y estas a su vez por señales enviadas desde el PLC S7-1200, para que realicen un determinado trabajo. A continuación en la figura 24 se indica el diagrama neumático para el funcionamiento de este sistema.

Figura 24 Diagrama electroneumático de la Estación de Verificación



Fuente: Autores.

### 3.3 Comparación entre el PLC S7-200 y el PLC S7-1200 de SIEMENS

En base a la necesidad y el creciente aumento en la tecnología de las industrias se ha considerado la comparación entre estos dos equipos autómatas, para demostrar las principales características de funcionamiento, seguridad y protección que ofrecen al operador.

En la tabla se indica las características generales del PLC que tenía la Estación de Verificación frente a las características del PLC que se va a utilizar para la repotenciación.

Tabla 2. Tabla de características técnicas de equipos autómatas

Características técnicas		PLC S7-200 CPU 224	PLC S7-1200 CPU 1214C AC/DC/RELÉ
Fuente de alimentación		120-220V CA	85....264V CA
Dimensiones físicas		120.5x80x62 mm.	110x100x75 mm.
Entradas/Salidas	Digital	14 DI 10 DO	14 Entradas. 10 Salidas
	Analógico		2 entradas
Capacidad de expansión		7 Módulos	3 de comunicación 8 módulos de señal 1 signalboard
Memoria para datos de usuario		Max 10 Kbytes	50 KB
Contadores/Temporizadores		256/256	6 contadores Rápidos
Marcas		256 bits	8 KB
Tipos de operaciones básicas		Operaciones básicas, funciones aritméticas y PID	Operaciones básicas, funciones aritméticas, PID, funciones de comunicación PROFINET, PROFIBUS, GPRS, RS485 ó RS232
Protocolos soportados		PPI, MPI	PPI, MPI, PROFIBUS, GPRS
Protección IP		IP 20	Mecánica IP 20, se requiere protección contra impurezas de menos de 12.5 mm. de diámetro

Fuente: Autores

**3.3.1** *Ventajas y desventajas entre estos equipos.* Entre las principales ventajas y desventajas que tiene el PLC S7-1200 versus el PLC S7-200 son las siguientes.

Ventajas entre estos equipos Autómatas:

- El PLC S7-1200 posee mayor capacidad de memoria para datos de usuario y control de proceso.
- Fácil comunicación y transmisión de datos del PLC S7-1200 hacia una computadora o viceversa.
- El sistema de comunicación ETHERNET más adecuado y fácil de programar.
- El software de programación es más amigable con el usuario al momento de realizar el diseño del programa.
- Con este mismo Software es posible programar la pantalla HMI y el PLC S7-1200.
- Posee integrado entradas analógicas.

Las desventajas que presentan estos autómatas uno frente al otro son:

- El costo del equipo y sus respectivos accesorios para su utilización.

- La protección IP del S7-1200 es menor con relación al del S7-200.
- Poco flexible y estático al momento de hacer modificaciones en su programación.

### 3.4 Repotenciación y montaje de la Estación de Verificación

**3.4.1 Diseño del tablero de control.** Los tableros de control industrial son equipos eléctricos de una instalación, que concentran dispositivos de protección y de maniobra o comando, desde los cuales se puede proteger y operar toda la instalación o parte de ella y deben proveer un alto nivel de seguridad y confiabilidad en la protección de personas e instalaciones.

El diseño estructural para este tablero es muy importante ya que en él se alojarán los diferentes módulos de automatización con sus respectivas conexiones, sirviendo así como un instrumento tecnológico donde los estudiantes podrán realizar diversas prácticas afianzando sus conocimientos.

Este tablero de automatización se construyó para ser un equipo portátil, que se acople con el Módulo de Verificación y los módulos existentes del laboratorio de control y manipulación.

El módulo en el que van instalados los equipos de Automatización para la estación de Verificación está de acuerdo a las necesidades y especificaciones requeridas por el Sistema, siendo así está fabricado con los siguientes materiales:

Tabla 3. Materiales utilizados en el tablero de control

Tablero de control		
Materiales	Descripción	Cantidad
Acero Inoxidable AISI 410	Lámina de 1.5 mm de espesor	1.5 m <sup>2</sup>
Electrodos para Acero Inoxidable AGA	AWS SFA 5.4 para soldadura	20
Bisagras		2

Fuente: Autores

**3.4.2 Dimensionamiento de la estructura del tablero de control.** Las dimensiones de la estructura metálica se indican en la siguiente tabla:

Tabla 4. Características técnicas del tablero de control

Características generales		Medidas (mm)
Estructura fija	Alto	150
	Largo	370
	Ancho	245
Tapa	Lado A	245
	Lado B	170

Fuente: Autores

### 3.5 Montaje de accesorios en el tablero de control

Todos los componentes autómatas y accesorios se fijan en un riel que facilita, de manera sencilla y práctica el montaje y desmontaje con lo que se ahorra espacio y buena manufactura del sistema.

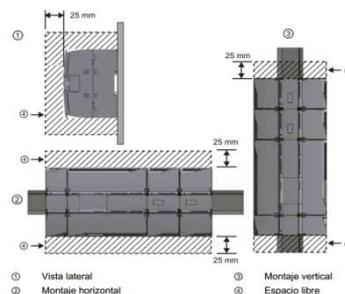
#### Elementos a ensamblar en el tablero:

- PLC S7-1200 CPU 1214c ac/dc/relé.
- Pantalla Táctil Simatic Basic Panel ktp600 PN.
- Fuente de Alimentación LOGO! de 24V DC A 2.5 A.
- Tarjetas Electrónicas de Conexiones
- Módulo de comunicación CompacSwitch Module CSM 1277.
- Base fusible para perfil DIN
- Fusible de 2A.
- Canaleta ranurada de 25x25mm.
- Perfil DIN.
- Switch ON/OFF con luz piloto.
- Conector de 25 pines paralelos.

**3.5.1 Dimensiones y directrices para el montaje del PLC S7-1200**(Manual, 2012). Al planificar la disposición del sistema, prevea espacio suficiente para el cableado y las conexiones de comunicación tomando en cuenta las especificaciones requeridas por el manual de instrucciones a la hora de planificar la instalación del equipo:

- Aleje los dispositivos de fuentes de calor, alta tensión y perturbaciones que puedan provocar errores en el sistema.
- Prevea espacio suficiente para la refrigeración y el cableado. Es preciso prever una zona de disipación térmica de 25 mm por encima y por debajo de la unidad para que el aire pueda circular libremente.

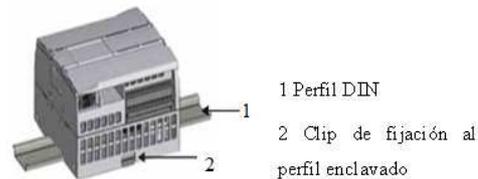
Figura 25. Dimensiones de Instalación del PLC S7-1200



Fuente: Manual+S7+S1200.+SIEMENS.

**3.5.2 Montaje y desmontaje de dispositivos S7-1200.** La CPU se puede montar fácilmente en un perfil estándar o en un panel. Los clips de fijación permiten fijar el dispositivo al perfil DIN. Estos clips también encajan en una posición extendida para proveer orificios de montaje que permiten montar el dispositivo directamente en un panel.

Figura 26. Montaje en perfil DIN PLC S7-1200



Fuente: Manual+S7+S1200.+SIEMENS

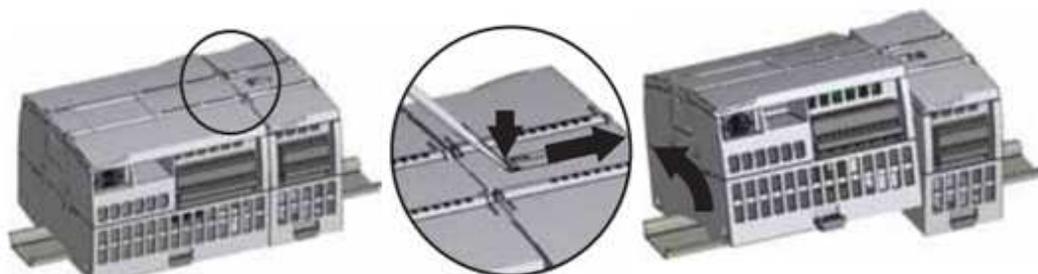
**Montaje del PLC en un perfil DIN:**

- Monte el perfil DIN al panel de montaje dejando un espacio de 75 mm entre tornillo y tornillo.
- Enganche la CPU por el lado superior del perfil.
- Extraiga el clip de fijación en el lado inferior de la CPU de manera que asome por encima del perfil.
- Gire la CPU hacia abajo para posicionarla correctamente en el perfil.
- Oprima los clips hasta que la CPU encaje en el perfil.

**Para el desmontaje del PLC proceda del siguiente modo:**

- Desconecte la alimentación eléctrica, los conectores de E/S y retire el cableado de la CPU.
- Retire la CPU y los módulos de comunicación conectados en forma de conjunto.
- Si un módulo de señales está conectado a la CPU, retraiga el conector de bus.
- Coloque un destornillador junto a la lengüeta en el lado superior del módulo de señales.
- Oprima hacia abajo para desenclavar el conector de la CPU.
- Desplace la lengüeta por completo hacia la derecha.

Figura 27. Desmontaje del perfil DIN PLC S7-1200.



Fuente: Manual+S7+S1200.+SIEMENS

### 3.5.3 Dimensiones y directrices para el montaje de la pantalla táctil

#### Determinación de la posición de montaje

Antes de utilizar y montar el equipo se debe comprobar las condiciones de utilización y tener en cuenta los puntos siguientes:

- Consulte las normas, homologaciones, magnitudes características de compatibilidad electromagnética y especificaciones técnicas aplicables al panel de operador, que se encuentra en el manual del fabricante del equipo.
- Compruebe las condiciones mecánicas y climáticas del entorno en el que se utilizará el panel de operador.

#### Realizar el recorte de montaje

El material alrededor del recorte de montaje debe ser suficientemente estable para garantizar una fijación segura y duradera del panel de operador.

Para alcanzar los grados de protección descritos a continuación el material no deberá deformarse bajo el efecto de las mordazas de fijación o al operar con el equipo.

#### Compatibilidad del empotrado

Los recortes de montaje de los Basic Panels son compatibles con los recortes de montaje de los siguientes paneles de operador SIMATIC:

Tabla 5. Compatibilidad del empotrado de pantallas táctiles

Recorte de montaje Basic Panel	Compatible con el recorte de montaje del panel de operador
KP400 Basic	OP77A, OP77B
KTP400 Basic	TP177B 4"
KTP600 Basic	TP 177 A, TP 177B 6", TP 177micro
TP1500 Basic	MP 377 15"Touch, Thin Client 15" Touch

Fuente: <https://www.swe.siemens.com/spain/web/es/industry/automatizacion/simatic/controlador/es/Documents/HMI%20KTPs.pdf>

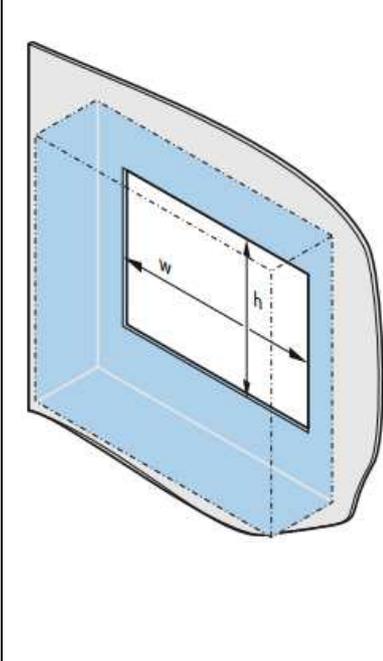
#### Grados de protección

Los grados de protección del panel de operador sólo se consiguen si se cumplen las condiciones siguientes:

- Grosor del material en el recorte de montaje con el grado de protección IP 65 o el grado de protección Front faceonlyType 4X/Type 12 (indoor use only) de 2 a 6 mm.
- Desviación admisible con respecto a la superficie del recorte de montaje:  $\leq 0,5$  mm los paneles integrados también deben cumplir esta condición.
- Rugosidad admisible de la superficie en la zona de la junta de montaje:  $\leq 120$   $\mu\text{m}$  (Rz 120).

## Dimensiones del recorte de montaje

Tabla 6 Dimensiones del recorte de montaje de los Basic Panels

	Dimensiones del recorte de montaje para los paneles de operador Basic en orientación Horizontal.		
	Modelo	$W_0^{+1}$	$h_0^{+1}$
	KP300 Basic	149	82
	KP400 Basic	135	171
	KTP400 Basic	123	99
	KTP600 Basic	197	141
	KTP1000 Basic	310	248
	TP1500 Basic	367	289
	Dimensiones del recorte de montaje para los paneles de operador Basic en orientación vertical.		
	Modelo	$W_0^{+1}$	$h_0^{+1}$
	KP400 Basic	99	123
	KTP600 Basic	141	197
	Todas las medidas en mm.		

Fuente: <https://www.swe.siemens.com/spain/web/es/industry/automatizacion/simatic/controlador/es/Documents/HMI%20KTPs.pdf>

## Posición de montaje horizontal

Para el montaje de la pantalla se eligió la posición más adecuada para el manejo del operador y su debido montaje, tomando en cuenta las especificaciones técnicas del fabricante.

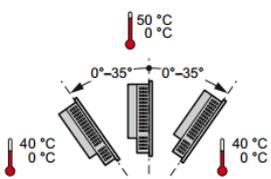
Tabla 7. Tipos de montaje de los Basic Panels

	<p>Todos los paneles de la gama Basic son apropiados para el montaje horizontal.</p> <p>La máxima temperatura ambiente con el equipo montado en vertical y en orientación apaisada es de 50° C.</p>
	<p>Los siguientes paneles de operador de la gama Basic son apropiados para el montaje vertical:</p> <p>KTP400 Basic</p> <p>KTP600 Basic</p> <p>La máxima temperatura ambiente con el equipo montado en vertical y en orientación vertical es de 40°C.</p>

Fuente: <https://www.swe.siemens.com/spain/web/es/industry/automatizacion/simatic/controlador/es/Documents/HMI%20KTPs.pdf>

## Posición de montaje oblicua

Tabla 8. Tipos de posición de montaje de los Basic Panels

	<p>Los paneles de operador Basic se ventilan por convección natural. El montaje vertical y oblicuo es admisible en:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Armarios.</li> <li>- Armarios Eléctricos.</li> <li>- Paneles.</li> <li>- Pupitres</li> </ul>
---	---

Fuente: <https://www.swe.siemens.com/spain/web/es/industry/automatizacion/simatic/controlador/es/Documents/HMI%20KTPs.pdf>

## Montaje del panel de operador

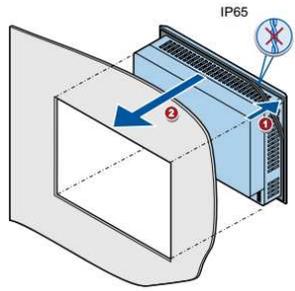
Tabla 9. Herramientas y accesorios necesarios

	Destornillador plano, tamaño 2									
Tipo de mordaza de fijación	Para panel de operador	Para panel de operador								
	Mordazas de fijación de aluminio	<table border="1"> <tr> <td data-bbox="710 985 1077 1019">KTP400 Basic mono</td> <td data-bbox="1077 985 1375 1019">5</td> </tr> <tr> <td data-bbox="710 1019 1077 1052">KTP600 Basic</td> <td data-bbox="1077 1019 1375 1052">6</td> </tr> <tr> <td data-bbox="710 1052 1077 1086">KTP1000 Basic</td> <td data-bbox="1077 1052 1375 1086">12</td> </tr> <tr> <td data-bbox="710 1086 1077 1142">TP1500 Basic:</td> <td data-bbox="1077 1086 1375 1142">14</td> </tr> </table>	KTP400 Basic mono	5	KTP600 Basic	6	KTP1000 Basic	12	TP1500 Basic:	14
KTP400 Basic mono	5									
KTP600 Basic	6									
KTP1000 Basic	12									
TP1500 Basic:	14									
	Mordazas de fijación de plástico	<table border="1"> <tr> <td data-bbox="710 1142 1077 1176">KP300 Basic</td> <td data-bbox="1077 1142 1375 1176">4</td> </tr> <tr> <td data-bbox="710 1176 1077 1209">KP400 Basic</td> <td data-bbox="1077 1176 1375 1209">7</td> </tr> <tr> <td data-bbox="710 1209 1077 1254">KTP400 Basic color</td> <td data-bbox="1077 1209 1375 1254">5</td> </tr> </table>	KP300 Basic	4	KP400 Basic	7	KTP400 Basic color	5		
KP300 Basic	4									
KP400 Basic	7									
KTP400 Basic color	5									

Fuente: <https://www.swe.siemens.com/spain/web/es/industry/automatizacion/simatic/controlador/es/Documents/HMI%20KTPs.pdf>

## Uso del panel de operador

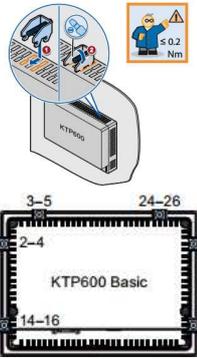
Tabla 10. Ensamblaje y protección IP65 del panel operador

	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Si es necesario, coloque la junta de montaje en la ranura del lado posterior del frente del panel de operador. Asegúrese de que la junta no está retorcida. Para conseguir el grado de protección IP65 es necesario que la junta esté colocada correctamente.</li> <li>2. Coloque el panel de operador por delante en el recorte de montaje. Vigile que las tiras rotulables que asoman no queden pilladas entre el recorte y el panel de operador.</li> </ol>
---	--

Fuente: <https://www.swe.siemens.com/spain/web/es/industry/automatizacion/simatic/controlador/es/Documents/HMI%20KTPs.pdf>

## Fijación del panel de operador con mordazas de aluminio

Tabla 11. Ensamblaje y protección IP65 del panel operador

	<p>Coloque la primera mordaza en la primera posición en las escotaduras del lado posterior del panel de operador.</p> <p>Tenga en cuenta las posiciones de las mordazas que corresponden a su panel de operador que se indican en las figuras de la siguiente línea de la tabla.</p> <p>Fije la mordaza con un destornillador del tamaño 2. El par de apriete máximo admisible es de 0,2 Nm.</p> <p>Repita los pasos 1 a 2 para todas las mordazas necesarias para fijar el panel de operador</p>
---	---

Fuente: <https://www.swe.siemens.com/spain/web/es/industry/automatizacion/simatic/controlador/es/Documents/HMI%20KTPs.pdf>

### 3.5.4 Conexión del panel de operador

#### Secuencia de conexión

#### Herramientas y accesorios necesarios

Antes de proceder a conectar el panel de operador prepare las siguientes herramientas y accesorios:

Tabla 12. Herramientas y accesorios necesarios para el armado del panel operador

	Destornillador plano, tamaño 2		Destornillador de estrella, tamaño 3
	Destornillador Torx, tamaño TX20		Tenaza de apriete
	Borne de conexión a red		24 V DC Fuente de alimentación de intensidad suficiente.

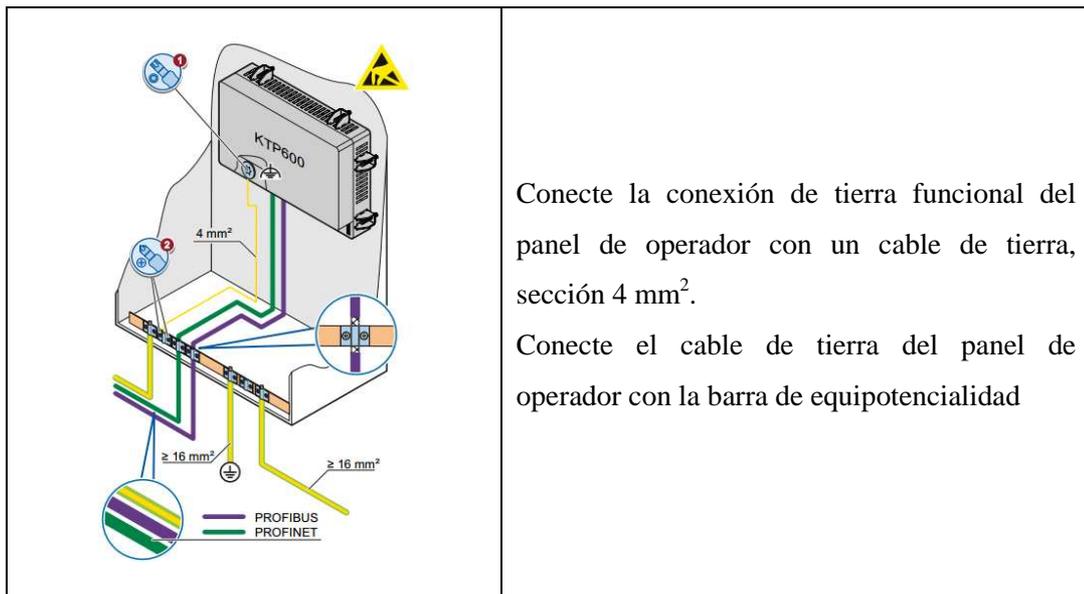
Fuente: <https://www.swe.siemens.com/spain/web/es/industry/automatizacion/simatic/controlador/es/Documents/HMI%20KTPs.pdf>

#### Procedimiento

Al conectar el panel de operador se debe seguir la siguiente secuencia de conexión:

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

Tabla 13. Tipos de conexiones del panel operador.



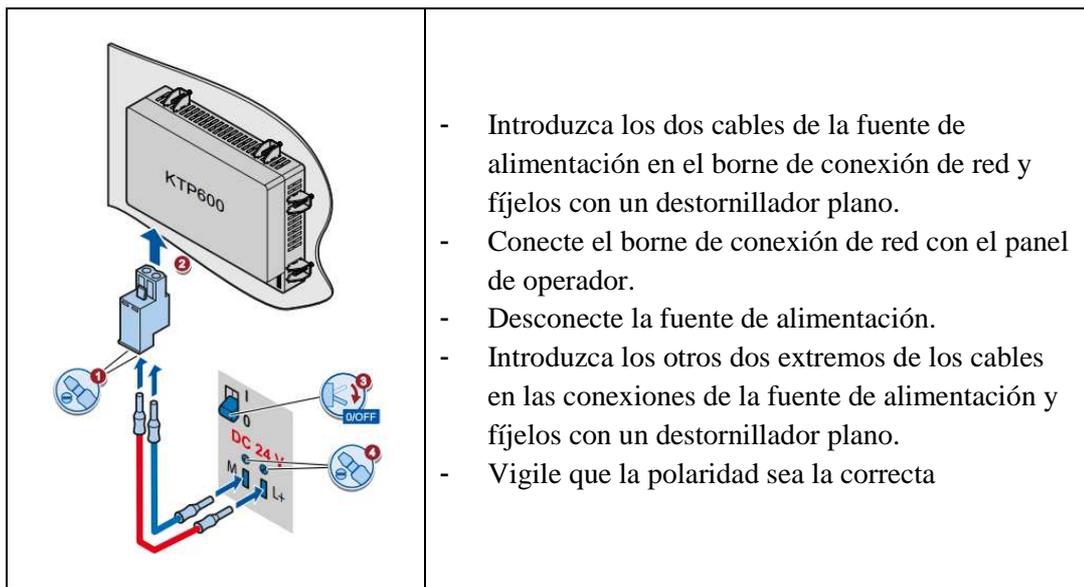
Fuente: <https://www.swe.siemens.com/spain/web/es/industry/automatizacion/simatic/controlador/es/Documents/HMI%20KTPs.pdf>

### Conexión de la fuente de alimentación de 24 V. DC

En caso de utilizar una fuente de alimentación mal dimensionada, puede dañarse el panel de operador de forma irreparable.

Utilice una fuente de alimentación de 24V DC de suficiente intensidad.

Tabla 14 . Conexión de la fuente de alimentación al panel operador.



Fuente: <https://www.swe.siemens.com/spain/web/es/industry/automatizacion/simatic/controlador/es/Documents/HMI%20KTPs.pdf>

Para la correcta instalación de los cables de alimentación del sistema se debe colocar terminales en estos para mayor seguridad.

Tabla 15. Puesta de terminales en cables del sistema

	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Utilice para la fuente de alimentación cables con una sección mínima de 1,5 mm<sup>2</sup></li> <li>- Pele los extremos de dos cables de alimentación una longitud de 6 mm.</li> <li>- Aplique punteras a los extremos pelados de los cables.</li> <li>- Fije las punteras en los extremos de los cables con una tenaza crimpadora.</li> </ul>
--	---

Fuente: <https://www.swe.siemens.com/spain/web/es/industry/automatizacion/simatic/controlador es/Documents/HMI%20KTPs.pdf>

### Alimentación eléctrica y protección del sistema

Todos los circuitos instalados van aplicados tensión ya sea de C.A. o de C.D. para su funcionamiento, la protección necesaria se logra sumando la totalidad de las intensidades del circuito de mando, para lo cual es necesaria la utilización de un sistema de protección de relé térmico o fusible con capacidad de ruptura de 2A.

Las conexiones para el sistema de control pueden ser hechas con conductores de secciones pequeñas (los calibres utilizados son el cable THHN #18 y el conductor THHN #22, siempre que las distancias sean cortas y sin uniones o empalmes en el conductor.

### Disposición del sistema

Ya completado todo el tablero se debe diferenciar los circuitos existentes tanto los de alimentación eléctrica, como el de comunicación ETHERNET.

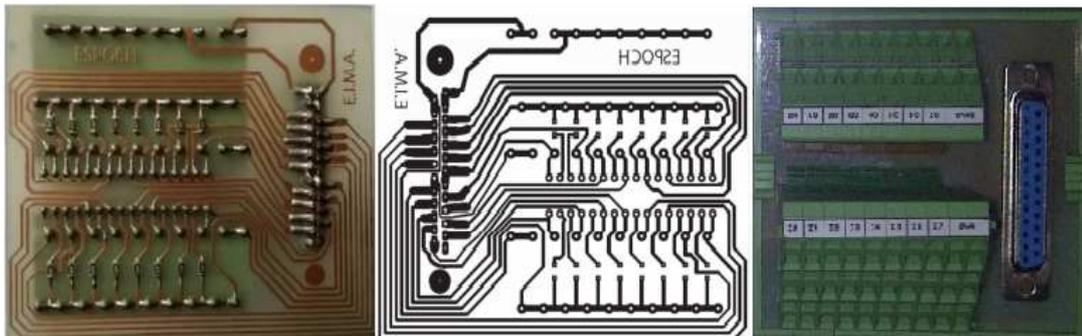
### 3.6 Tarjetas electrónicas de conexiones

Las tarjetas están diseñadas y elaboradas para que funcionen enviando y recibiendo señales, tanto para las conexiones de la estación de verificación como para el tablero de control, comunicadas entre sí por medio del cable de 25 pines paralelos.

**3.6.1 Tarjeta de la Estación de Verificación.** Esta tarjeta va instalada en dicho módulo con el objetivo de recibir y enviar señales a la tarjeta del tablero de control.

Su diseño y marcación está hecho con el fin de eliminar el cableado innecesario y reducir los errores que se presentan al hallarse varias entradas como salidas del sistema, a más de eso esta tarjeta tiene LEDs que indican la comunicación existente entre la estación de verificación y el tablero de control.

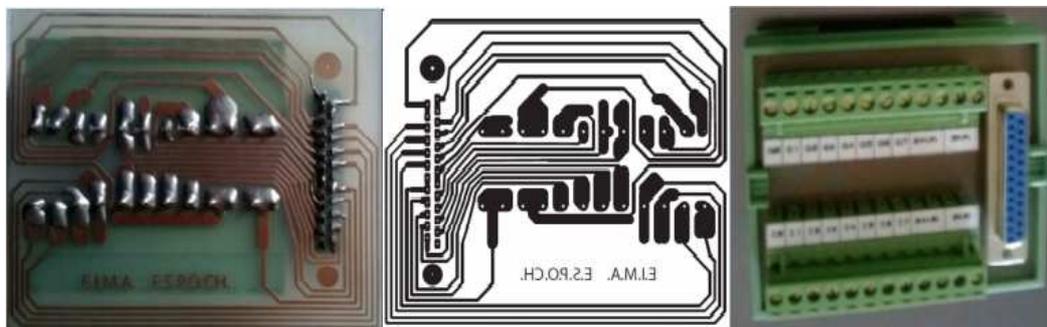
Figura 28. Tarjeta electrónica de la Estación de Verificación módulo



Fuente: Autores.

**3.6.2 Tarjeta del tablero de control.** La elaboración de esta Tarjeta es con el objetivo de enviar y receptor las señales, desde y hacia el PLC S7 1200, el cual comanda a todo el sistema completo de la estación de verificación.

Figura 29. Tarjeta electrónica de la Estación de Verificación control



Fuente: Autores

### 3.7 Enlace del PLC S7-1200 con las tarjetas de conexiones

Las conexiones que van desde el PLC S7-1200 hacia la tarjeta de conexiones se especifican en los PLANOS 01 y 02, detallando la posición de cada contacto para que los elementos del sistema sean controlados de manera precisa y exacta, estos terminales se especifican en la tabla 16, que se muestra a continuación con las diferentes características técnicas que debe tener la estación de verificación.(Ver tabla 16).

Tabla 16. Designación de entradas y salidas para el PLC S7-1200.

Elementos de la Estación	Características	Representación	
		TAG	E/S
TALADRO_0	Vástago del cilindro neumático retraído	I0.0	E
TALADRO_1	Vástago del cilindro neumático fuera	I0.1	E
MORDAZA_1	Vástago del cilindro neumático fuera	I0.3	E
INICIO	Pulso de inicio de secuencia	I0.4	E
EMERGENCIA	Pulso de paro de emergencia	I0.5	E
PARO	Pulso de paro del sistema	I0.6	E
ÓPTICO	Sensor de presencia de elemento	I1.0	E
POSICIÓN	Sensor para posicionar mesa de indexación	I1.1	E
VERIF_0	Vástago del cilindro neumático retraído	I1.2	E
VERIF_1	Vástago del cilindro neumático fuera	I1.3	E
EXPULSIÓN	Electroválvula activada EV4	Q0.0	S
MORDAZA	Electroválvula activada EV1	Q0.1	S
TALADRO	Electroválvula activada EV2	Q0.2	S
VERIFICIÓN	Electroválvula activada EV3	Q0.3	S
TALADRO_ON	Relé para encender el taladro energizado	Q0.4	S
LAMP_INICIO	Luz verde encendida	Q0.5	S
GIRO_HORARIO	Motor de 24V DC encendido	Q0.6	S
GIRO_ANTIHORARIO	Motor de 24V DC encendido	Q0.7	S
LAMP_TALADRO	Luz amarilla encendida	Q1.0	S
LAMP_PARO	Luz roja encendida	Q1.1	S

Fuente: Autores

### 3.8 Instalación del software de programación

El software utilizado para la gama de PLC S7-1200, es el TIA PORTAL V12 (TotallyIntegratedAutomation PORTAL), el que es proporcionado por el fabricante SIEMENS por la compra de este equipo de automatización industrial.

Para instalar el software, se debe seguir las siguientes recomendaciones indicadas por el fabricante:

- Inserte el disco de instalación correspondiente, la aplicación setup arrancará automáticamente el proceso.
- Seleccionar el idioma en el que desea visualizar los diálogos del programa de instalación, luego presione el botón “siguiente”.
- Seleccione los productos que desea instalar.
- Si desea crear un acceso directo en el escritorio, active la casilla de verificación “crear acceso directo en el escritorio”
- En el siguiente paso se indicara el destino para la instalación.

- Haga clic en el botón “siguiente”.
- Se abre el diálogo correspondiente a las condiciones de licencia.
- Para continuar la instalación, lea y acepte todos los acuerdos de licencia y haga clic en “siguiente”
- Compruebe los ajustes de instalación seleccionados. Si desea efectuar cambios de clic en el botón “atrás” hasta acceder al ajuste que desea modificar, una vez realizado esto de clic en “siguiente”.
- Haga clic en el botón “instalar”, para iniciar el proceso.
- Si la instalación se ha realizado correctamente, se indicará con un mensaje en la pantalla.
- Es posible que deba reiniciar el equipo.

Una vez realizado este procedimiento podemos abrir el programa para empezar a realizar la programación de la estación de verificación.

### **3.9 Programación y comunicación entre el PLC SIMATIC S7-1200 y la pantalla táctil con el software TIA PORTAL V12**

Para realizar las conexiones del PLC así como la programación de éste, se debe conocer su flexibilidad y capacidad de controlar gran variedad de dispositivos para las diferentes tareas de automatización.

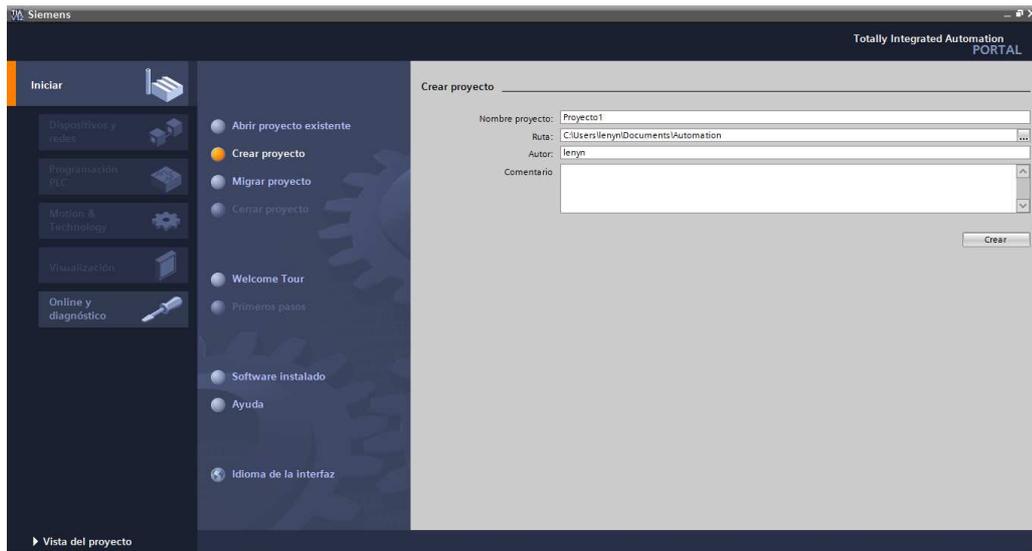
Antes de poner en funcionamiento la estación de verificación se debe tener en cuenta su principio de funcionamiento, el cual entra a funcionar desde el momento en que se da el pulso de inicio, finalizando con la expulsión del elemento verificado.

**3.9.1** *Crear un nuevo proyecto.* Los pasos requeridos para crear un nuevo proyecto son con la finalidad de guardar de forma ordenada, los datos y programas que se generan al crear una nueva tarea de automatización.

Para realizar este proceso se debe en primer lugar abrir el sistema del  TIA PORTAL V12, donde se van a realizar los siguientes pasos:

- Una vez abierto el programa se da un clic en “Crear un nuevo Proyecto”, se despliega varias opciones que se deben completar como es el nombre del proyecto que se va a realizar, lugar en el que se va a guardar el archivo, él o los autores que crearon el archivo, también si se tiene algún comentario para el proyecto, y para finalizar se da clic en el icono de “Crear”.

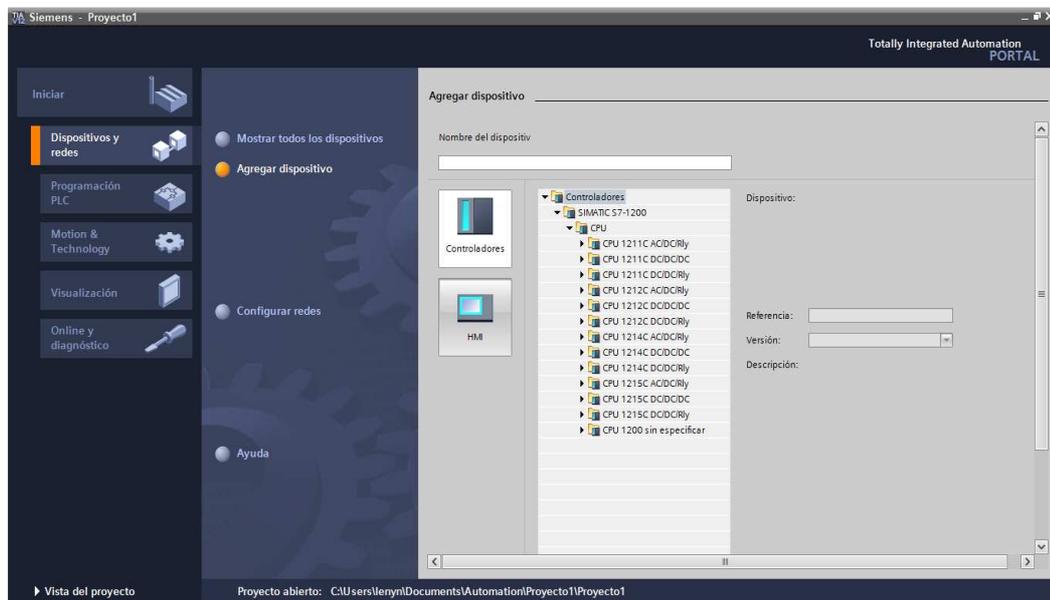
Figura 30. Pantalla para nuevo proyecto TIA PORTAL.



Fuente: Autor Software TIA PORTAL V12

Luego de crear el nuevo proyecto se debe ir al icono “Dispositivos y Redes” dar clic, para que se despliegue varias opciones, en la que se escoge la opción “Agregar Dispositivo”, se va a la opción “CPU 1200 sin especificar” se da clic en la pestaña en la que aparece un código para especificar la CPU que se va a utilizar en el nuevo proyecto y luego se da clic en crear.

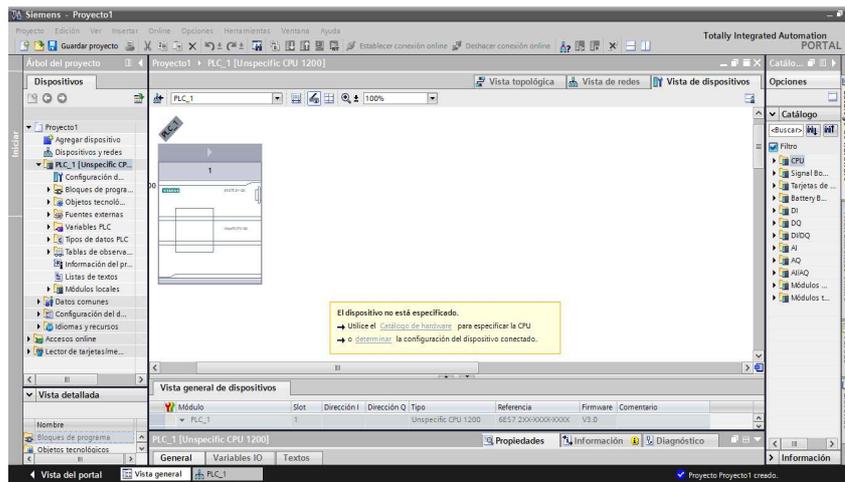
Figura 31. Configurar dispositivo



Fuente: Autor Software TIA PORTAL V12

En el siguiente paso se va a especificar el dispositivo con el cual vamos a trabajar el nuevo proyecto, dando clic en el recuadro en la opción “determinar”

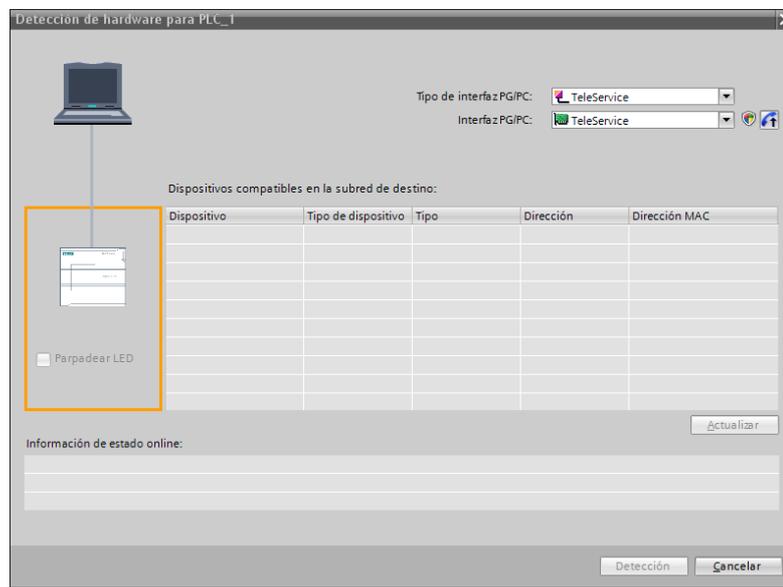
Figura 32. Especificar dispositivo.



Fuente: Autor Software TIA PORTAL V12

En esta etapa se reconoce el hardware que ocupa la CPU que se va a utilizar, para que se realice la comunicación del computador con la CPU, dando los parámetros de interface que requiere para su nuevo proyecto.

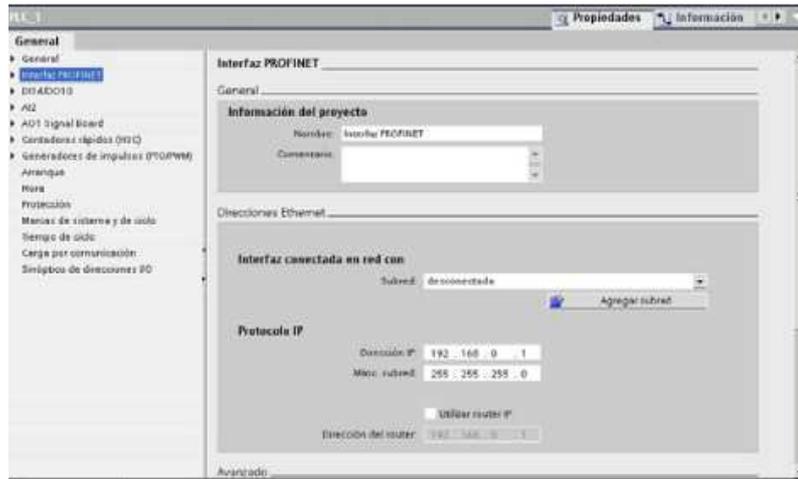
Figura 33. Pantalla de detección de hardware para PLC.



Fuente: Autor Software TIA PORTAL V12

Una vez habilitado la CPU se debe comprobar la dirección IP del PC y del PLC, que no coincida con el PLC ni la pantalla táctil (por defecto, el rango suele ser “192.168.0.XXX”), en el PLC, la dirección IP se le da pinchando sobre la CPU y en la ventana de propiedades en la parte interior dentro de la opción PROFINET interface, ahí es donde se coloca la dirección IP y la máscara de subred que se quiera para el PLC.

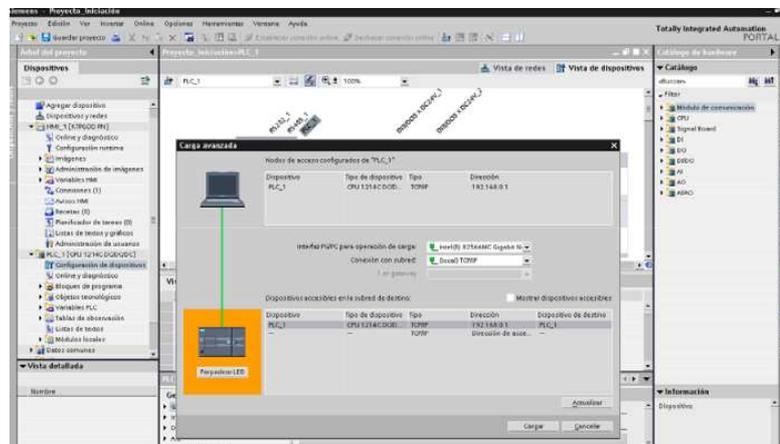
Figura 34. Pantalla para insertar dirección IP del PLC.



Fuente: Autor Software TIA PORTAL V12

Una vez comprobado la comunicación correcta con el PLC, se le da clic en el botón de transferir , se aparece la siguiente pantalla donde se selecciona el interface de comunicación de la PG/PC y por TCP/IP. Después en la ventana que aparece se da clic en el botón de cargar.

Figura 35. Pantalla de reconocimiento y comunicación de dispositivos.



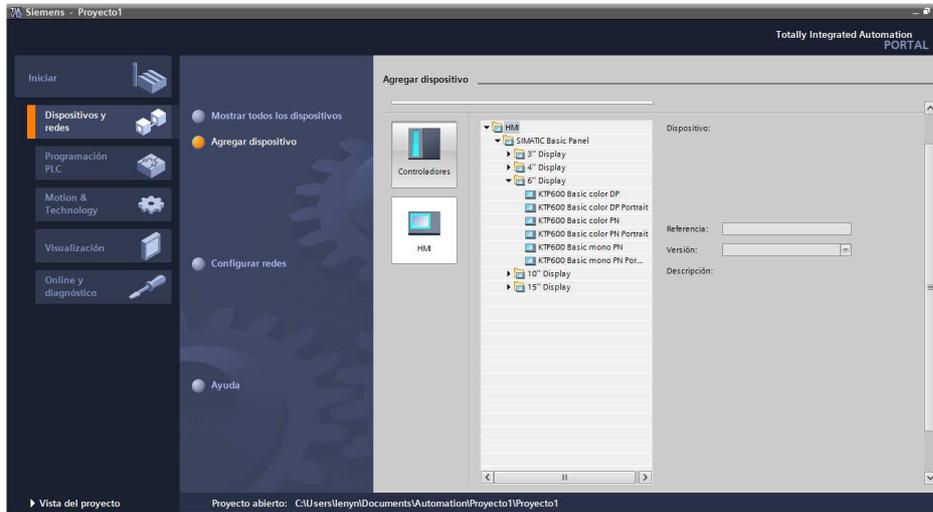
Fuente: Autor Software TIA PORTAL V12

Una vez realizado este paso se realiza la compilación del nuevo proyecto para ver que todo es correcto. Si está todo bien se da clic en “Cargar” nuevamente para empezar a realizar el programa que va hacer funcionar el sistema.

**3.9.2 Reconocimiento de la pantalla de operación en el panel HMI.** Para la creación de la pantalla de visualización y el sistema que va a ser controlado desde el panel de Operador se sigue un proceso fácil que ayudara con el diseño más adecuado para la operación.

Una vez acabado los pasos con el PLC, se procede con la pantalla HMI. Para ello se insertara la pantalla que se tiene, teniendo que seleccionar nuestro modelo HMI.

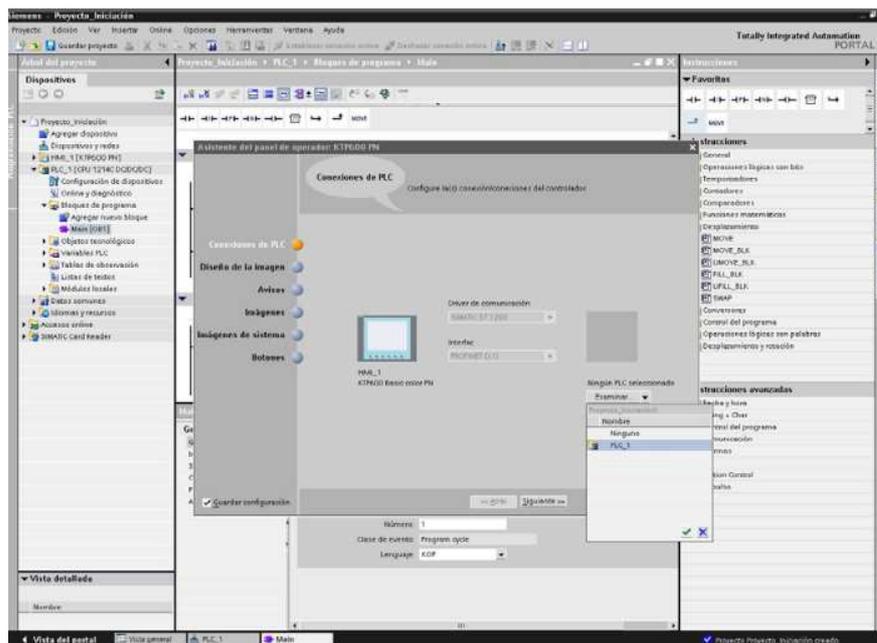
Figura 36. Pantalla para agregar dispositivo HMI.



Fuente: Autor Software TIA PORTAL V12

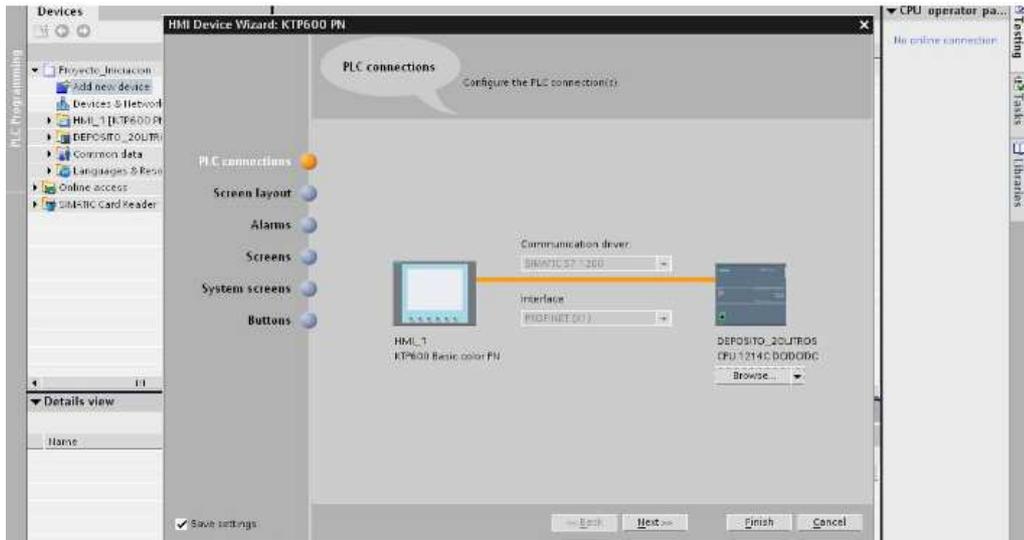
Con el dispositivo HMI creado aparece la ventana de asistente del panel de operador, se selecciona el modelo de pantalla que se tiene, para asignarle a que PLC está conectado, para ello se da clic en el botón de “Seleccionar” y asignar el PLC configurado anteriormente, apareciendo el esquema de conexión entre ambos equipos, luego se dará en siguiente.

Figura 37. Pantalla de asistente del panel de operador HMI.



Fuente: Autor Software TIA PORTAL V12

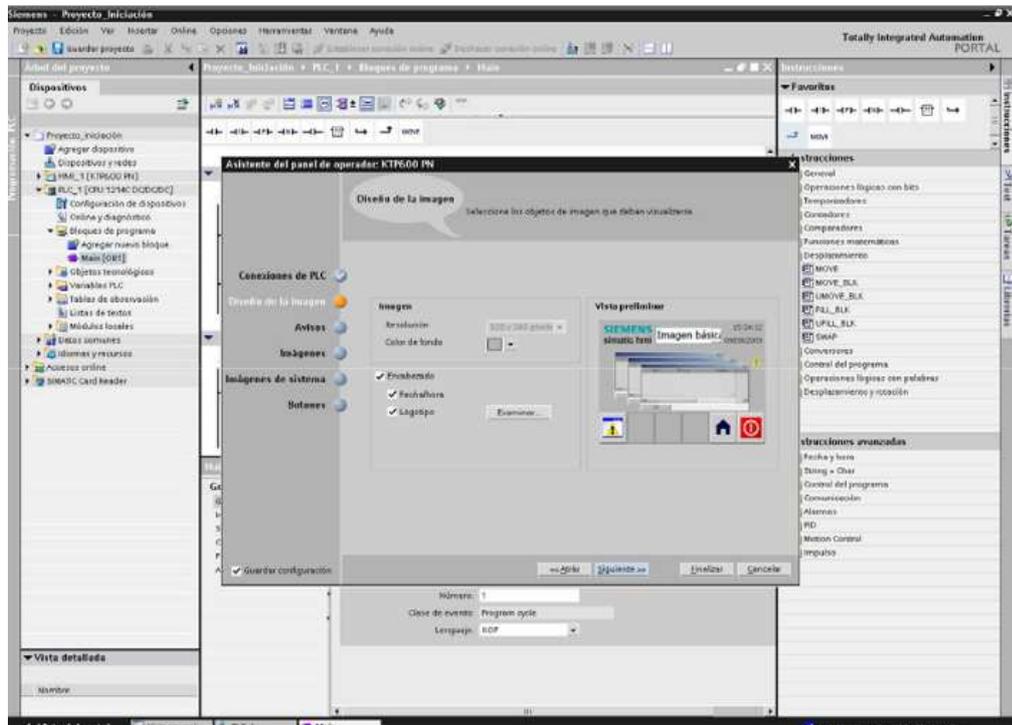
Figura 38. Pantalla para agregar dispositivo HMI.



Fuente: Autor software TIA PORTAL V12

Una vez enlazado los dispositivos aparece la ventana de propiedades de la pantalla que se va a visualizar, el color de fondo, si aparece la fecha, el logo, etc.

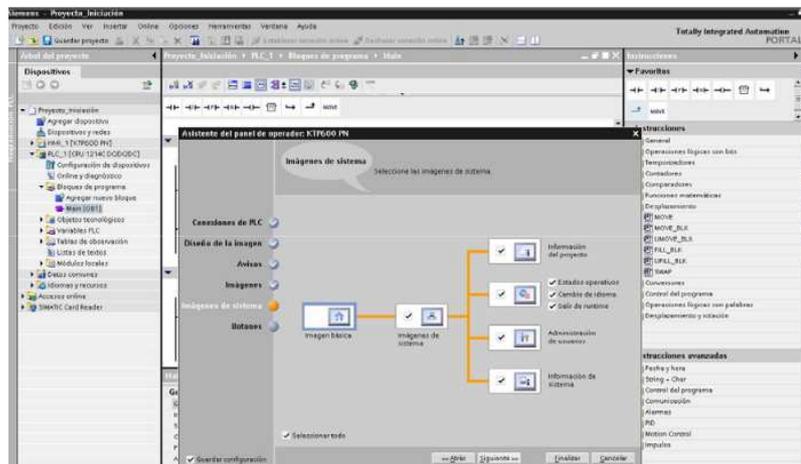
Figura 39. Pantalla de propiedades del operador.



Fuente: Autor software TIA PORTAL V12

Realizado los pasos de escoger ventanas de usuario que se quiera crear, las Pantallas de Sistema que se requiere que se creen automáticamente y con qué opciones.

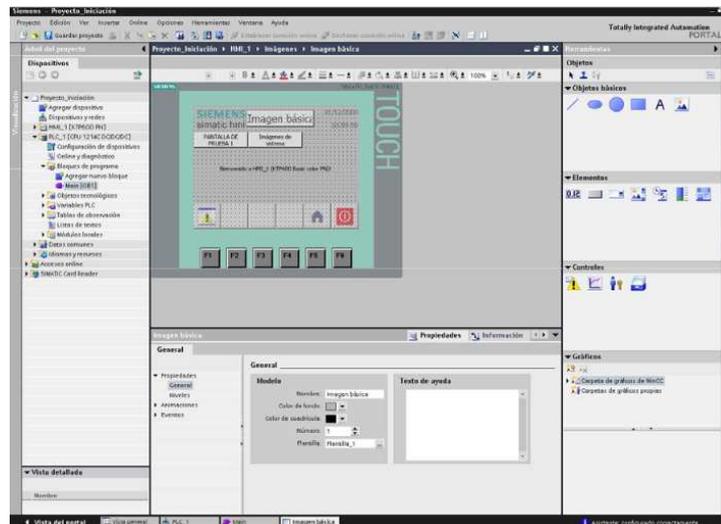
Figura 40. Pantalla de propiedades del operador



Fuente: Autor software TIA PORTAL V12

Por último, se crea los botones para que se introduzca en todas las pantallas por defecto. Después de estos pasos se dará clic en el botón de “finalizar” para comenzar a editar desde el editor HMI.

Figura 41. Pantalla de propiedades del operador



Fuente: Autor software TIA PORTAL V12

### 3.10 Programa para el funcionamiento de la Estación de Verificación

**3.10.1 Programación en PLC.** Para el diseño de este sistema se tomó muy en cuenta las etapas de funcionamiento, las entradas y salidas que se requieren para la programación, seguridad de operación y sus transiciones, ya que la estación tiene varias operaciones individuales, y la finalidad de este es la de evitar errores involuntarios en la ejecución del proceso.

En el ANEXO C se indicara de forma detallada el proceso de programación requerido por el sistema.

**3.10.2 Programación del panel de operador.**El diseño para el panel del operador, está dispuesto de manera que el operario pueda realizar las maniobras con facilidad, sea de forma automática o para el mantenimiento de forma manual.

El programa diseñado para este sistema funcionara de manera confiable, segura y con un diseño visual agradable para el usuario.

Los diseños gráficos realizados para este sistema se encuentran en el ANEXO D.

**3.10.3 GRAFCET.**Una vez identificado el trabajo a realizar, se aplica el método de programación Grafcet, para determinar la secuencia de funcionamiento de la estación de verificación, siendo de gran ayuda para el correcto desarrollo del sistema de la Estación de Verificación.

Se detalla el proceso en el Anexo G.

### **3.11 Pruebas y calibración del tablero de control y Estación de Verificación**

**3.11.1 Estación de Verificación.** Las pruebas de funcionamiento y exactitud del sistema se las realizan para garantizar la calidad y seguridad necesarias para que los estudiantes realicen las prácticas.

La calibración permitirá controlar y verificar el trabajo de cada elemento neumático y de control que conforma el sistema lo cual hará posible que:

- Controle en forma sistematizada todo el proceso de maniobra y ejecución que realiza la estación de verificación
- Disminuya errores al ponerlo en marcha

#### **Procedimientos de calibración**

##### **Sistema neumático**

- El sistema debe ser calibrado entre 3 a 6 bar ó (44 a 87 PSI) de presión para evitar daños en uniones y elementos neumáticos
- Probar que las electroválvulas, cilindros neumáticos y reguladores de caudal funcionen correctamente

- Revisar que no existan fugas en mangueras, acoples ni uniones con los que pueda reducir el normal desempeño del equipo

### **Sistema de control**

- Revisar con el multímetro que cada conexión esté de acuerdo al plano de diagrama de control.
- Examinar que la alimentación de 24V DC sea correcta.
- Comprobar el funcionamiento de los sensores magnéticos con el accionamiento que se efectúa a través del imán permanente contenido en los émbolos de cada cilindro.
- Determinar la buena maniobra del sensor capacitivo al registrar un elemento conductor o no conductor.
- Establecer el correcto trabajo del sensor óptico utilizando cualquier material.
- Verificar el funcionamiento del motor de corriente continua.
- Determinar que cada elemento de control (relés y luces) trabajen de acuerdo a su programación.

**3.11.2 Tablero de control.** Las pruebas funcionales y de precisión del sistema autómatas se rigen por normas (NEC 10 PARTE 9-1-28 Tableros de Control o Comando) y reglamentos obligatorios o forman parte de un concepto de garantía de calidad establecido para la perfecta utilización de este equipo.

La calibración tiene lugar durante el proceso de desarrollo, la puesta en servicio puede proporcionar medidas válidas solo después de haber sido calibrados correctamente. Durante las fases de ensamblaje del sistema se debe garantizar su fiabilidad y seguridad para los que van a utilizar la unidad.

### **Procedimientos de calibración**

- El sistema debe ser revisado y calibrado con el multímetro examinando cada conexión y terminal de acuerdo al diagrama de control.
- Revisar que la energía principal de alimentación al Tablero de control se está aplicando correctamente 120V CA con las debidas protecciones de seguridad.
- Probar las fuentes de alimentación de 24V DC, (PLC y fuente externa) dé el voltaje correcto.
- Examinar los cables de comunicación con el comprobador de redes para que el sistema funcione de forma correcta y adecuada.
- Encender el PLC y Pantalla Táctil para cargar el Software con el que se va a poner en funcionamiento la Estación de Verificación.

**3.11.3 Detección de fallas.** La detección de fallas permite maximizar los resultados mediante la obtención y organización de información pertinente, de tal manera que se reduce el tiempo de análisis y aumenta la probabilidad de encontrar fallas a nivel correctivo (soluciones rápidas y efectivas), como preventivas minimizando la posibilidad de ocurrencia de fallas.

La Estación de Verificación contiene sistemas mecánicos, eléctricos, neumáticos, sensores y elementos de programación, por lo tanto de presentarse un problema se debe analizar en cada uno de los sistemas según la secuencia lógica que activa al dispositivo en problema. Es importante conocer e identificar la falla ya que permite tener una mejor idea para poder resolver el problema.

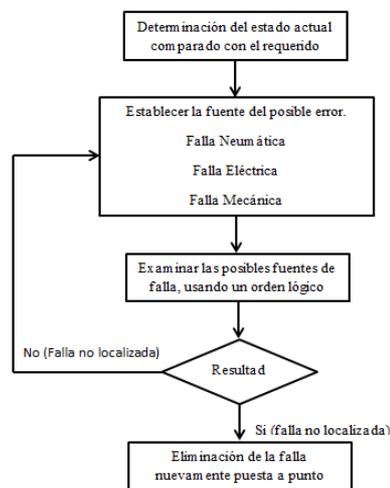
Para localizar cualquier falla en el sistema, se debe considerar la seguridad como medida primordial, para preservar los equipos y más aún al personal que realice estas actividades.

**3.11.4 Localización de la falla.** Cuando se busque fallas en el sistema se debe aplicar una buena metodología en localización de fallas, comprendiendo y aplicando procedimiento de seguridad al trabajar en equipos electroneumáticos.

Comprender y conocer el funcionamiento del sistema es importante, para localizar las fallas y dar las posibles soluciones.

Para la localización de fallas se debe conocer el estado actual que presenta el equipo que es la base para encontrar fallas.

Figura 42. Localización sistemática de la falla



Fuente: Selección e Implementación de un Sistema de Simulación de una Estación de Procesamiento

Para la detección de fallas, se debe contar con las hojas de trabajo, en las que se documenta el fallo ya sea neumático o electroneumático. La secuencia de las hojas de trabajo adopta el mismo procedimiento que el empleado para la detección de fallas estructuradas.

**3.11.5 Lista de fallas, causas y soluciones.** Durante la ejecución del montaje, calibración, programación y puesta a punto del equipo, se pueden producir problemas que pueden llevar al mal funcionamiento del módulo de la Estación de Proceso.

A continuación en la tabla 17.se detalla los diferentes tipos de fallas y sus posibles causas y soluciones.

Tabla 17. Lista de fallas, causas y soluciones

 <b>ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO</b> <b>FACULTAD DE MECÁNICA</b> <b>ESCUELA DE INGENIERÍA DE MANTENIMIENTO</b> 			
<b>Lista de fallas, causas y soluciones</b>			
<b>Tablero de control</b>			
<b>N° Evento</b>	<b>Descripción del problema</b>	<b>Posibles causas</b>	<b>Solución</b>
1	Tablero de Control no se enciende	Fusible quemado.	Cambio de fusible
		Problemas en el cable de alimentación	Comprobar continuidad en el cable
		Interruptor en mal estado	Cambio de interruptor
2	Falla en la fuente de 24V DC	Incorrecta conexión	Revisar conexiones y
		Flojos los terminales de conexión	Ajustar terminales
3	Daño en la tarjeta electrónica de conexiones	Flojos los terminales	Revisión y ajuste de terminales
4	Pantalla no se enciende	Cables de alimentación en mal estado	Revisión y comprobación
		Fuente de alimentación en mal estado	Revisión y comprobación
		Fusible de protección del sistema quemado	Cambio de fusible
5	PLC no se enciende	Desconexión de fuente de alimentación	Revisión y conexión del sistema
		Fusible de protección del sistema quemado	Cambio de fusible

6	PLC no recibe señales de la Estación de Verificación	Cables de transmisión de señales deteriorados.	Cambio de cables
		Mal conexión de los cables	Revisar y conectar en el lugar correcto
<b>ESTACIÓN DE VERIFICACIÓN</b>			
1	La Estación de Verificación no tiene ningún tipo de señal del tablero de control	Cables de transmisión de señales deteriorados.	Cambio de cables
		Mal conexión de los cables	Revisar y conectar en el lugar correcto
2	La mesa no gira	Falta de accionamiento del motor eléctrico	Verificar alimentación eléctrica hacia el motor.
		Bandas de transmisión flojas o desacopladas.	Verificar estado y volver a colocar en su sitio, o dar la tensión y ajuste necesarios
3	El motor no funciona	Ausencia de energía	Verificar el correcto suministro de energía hacia el motor. (24VDC)
		Cables de alimentación de energía flojos	Reajustar los cables
4	Taladro no funciona	Ausencia de energía	Verificar el correcto suministro de energía hacia el taladro (2.4VDC).
		Cables de alimentación de energía flojos	Reajustar los cables
5	Botón de paro de emergencia no se activa	Ausencia de energía	Verificar el suministro de energía en el circuito eléctrico.
		Cables de alimentación de energía flojos	Reajustar los cables
		Botonera en malas condiciones	Cambiar botonera
6	Pulsadores no se activan	Ausencia de energía	Verificar el suministro de energía en el circuito eléctrico.
		Cables de alimentación de energía flojos	Reajustar los cables
		Pulsadores en malas condiciones	Cambiar pulsadores
7	Lámparas indicadoras	Ausencia de energía	Verificar el suministro de energía en el

	no encienden	Cables de alimentación de energía flojos	Reajustar los cables
		Lámparas quemadas o dañadas	Cambiar lámparas
8	No se activan los sensores	Ausencia de energía	Verificar el suministro de energía en el circuito eléctrico.
		Sensores descalibrados	Calibrar la distancia del sensor
9	Cilindros neumáticos no accionan.	Falta de alimentación de aire comprimido al sistema	Revisar alimentación de aire al sistema. Chequear regulación de aire en válvula reguladora de presión en unidad de mantenimiento
		Fuga de aire por mangueras y acoples	Chequear y corregir problema
		Electroválvulas no permiten el paso de aire al cilindro	Revisar alimentación eléctrica a electroválvulas
		Válvulas reguladoras de caudal no permiten paso de aire	Revisar y reajustar regulación de aire de las válvulas reguladoras hacia los
10	PLC no funciona	Ausencia de energía	Verificar el suministro de energía al PLC
		Señales de entrada y salidas mal asignadas o conectadas	Verificar y corregir conexión de entradas y salidas en PLC
		Programación incorrecta	Chequear y corregir programación del sistema en PLC

Fuente: Autores

**3.11.6 Análisis de la falla.** Son diferentes las causas para que se produzca una falla en el sistema, los que están vinculados con el desempeño del equipo.

Las fallas se pueden corregir y dependerán del uso y de las inspecciones básicas que se las realicen, el operador debe estar atento al desempeño del equipo.

El análisis de fallas está ligado íntimamente con la criticidad en donde se debe codificar el equipo para priorizar las actividades de mantenimiento preventivo, utilizando un proceso de

sucesivas acciones de integración y desintegración de eventos, situaciones y condiciones, mediante el cual a través de análisis cuantitativos y lógicos, se debe determinar a cabalidad el qué, cómo y por qué ocurrió el evento de falla.

### 3.12 Elaboración de un plan de prácticas

El principal objetivo de un plan de prácticas, es fomentar un aprendizaje más activo, individualizado y participativo donde se impulse el método científico favoreciendo al estudiante con técnicas elementales de manejo de instrumentos y equipos.

Al realizar la práctica se eligió la que proporcione gran conocimiento y mínima peligrosidad siendo ésta probada y realizada previamente para evitar inconvenientes cuando realicen los estudiantes.

#### 3.12.1 Ejecución del plan de prácticas

	<b>ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO</b>	
	<b>FACULTAD DE MECÁNICA</b>  <b>ESCUELA DE INGENIERÍA DE MANTENIMIENTO</b>	
<b>Nombre:</b>	<b>Práctica N°:</b>	
<b>Fecha:</b>	<b>Semestre:</b>	
<b>Tema: Reconocimiento y Manipulación de la Estación de Verificación.</b>		
<p><b>1. Introducción</b></p> <p>Debido al uso creciente de los sistemas electroneumáticos en las industrias, se debe definir los lineamientos que permitan obtener el mayor provecho que estos equipos ofrecen en la actualidad.</p> <p>Esta guía consiste en desarrollar una práctica para el laboratorio de Control y Manipulación de la Facultad de Mecánica de la ESPOCH, la cual será de gran utilidad para los estudiantes que quieren afianzar sus conocimientos en los procesos de Automatización Industrial.</p> <p>Para la ejecución de esta práctica se debe tener en cuenta normas, precauciones y prohibiciones necesarias para evitar riesgos y accidentes.</p>		

## **2. Objetivos**

### **2.1. Objetivo General**

Reconocer y Manipular la Estación de Verificación para que el estudiante practique y afiance los conceptos básicos de electroneumática.

### **2.2. Objetivos Específicos:**

- Generar destrezas o conductas que debe obtener el estudiante al realizar la práctica.
- Observar el trabajo que realiza la estación de Verificación.
- Reconocer el funcionamiento de cilindros de simple y doble efecto utilizando reguladores de caudal.
- Identificar secuencias de operación y programación del sistema.

## **3. Metodología**

A continuación se ilustraran los requisitos básicos que el estudiante debe tener presente para el desarrollo de la práctica:

Al iniciar la práctica el estudiante debe estar en capacidad de contestar preguntas del instructor sobre temas de relacionados a la estación de verificación y sus componentes.

### **3.1. Conceptos Básicos.**

**PLC** Controlador Lógico Programable es un equipo, programable en lenguaje no informático, diseñado para controlar en tiempo real, en ambiente de tipo industrial y procesos secuenciales.

**Pantalla Táctil** es un equipo que mediante un toque directo sobre su superficie permite la entrada de datos y ordenes al dispositivo, y a su vez muestra los resultados introducidos previamente, actuando como periférico de entrada y salida de datos, así como emulador de datos interinos erróneos al no tocarse efectivamente.

**Motor de Corriente Continua** es una máquina que convierte la energía eléctrica en mecánica, provocando un movimiento rotatorio, gracias a la acción del campo magnético.

**Electroválvulas** son válvulas electromagnéticas controlada por una corriente eléctrica a través de una bobina solenoidal, diseñadas para controlar el flujo de un fluido a través de un conducto como puede ser una tubería

**Cilindro de simple efecto** en estos cilindros el aire comprimido ingresa por un solo lado y la presión del aire ejerce una fuerza sobre el émbolo empujando al vástago con movimiento lineal, para el retorno de éste se utiliza un resorte que está en el interior del cilindro u otros elementos exteriores.

**Cilindros de doble efecto** consiguen la fuerza de trabajo en las dos direcciones dependiendo de porque lado del cilindro ingrese el aire comprimido.

#### **4. Desarrollo de la Práctica**

Antes de iniciar la práctica de laboratorio se debe tomar muy en cuenta las siguientes recomendaciones:

- Es importante el aprendizaje del correcto manejo de los instrumentos del laboratorio para evitar accidentes o daños en los equipos.
- El alumno debe estar familiarizado con la señalética existente en el laboratorio indicando la peligrosidad que existe en éste.
- El profesor debe supervisar todos los experimentos que contengan cierto riesgo.
- Luego de cada práctica se debe limpiar y ordenar el laboratorio.

**Nota** los mayores peligros del laboratorio no son el fuego o descargas eléctricas, sino el descuido y la falta de responsabilidad de quien realice la práctica.

#### **4.1. Herramientas y Materiales**

Para el desarrollo de esta práctica es necesario contar con los siguientes materiales y herramientas los cuales ayudan con el proceso de mantenimiento y elaboración de la práctica:

##### **Herramientas**

- Multímetro
- Destornillador plano, tamaño 2.
- Destornillador de estrella, tamaño 3
- Destornillador Torx, tamaño TX20
- Llave mixta 13-14
- Pinza.
- Sopladora de polvo

##### **Materiales**

- Guaipe

- Brocha

### **Procedimiento del Experimento**

El objetivo es reconocer y manipular el equipo, realizando las pruebas necesarias para que los alumnos apliquen sus conocimientos y formen mayores destrezas.

### **Desarrollo**

Al iniciar la práctica se debe hacer un inventario cuidadoso del equipo que le ha sido entregado, pues estos deben ser entregados al finalizar la práctica.

- a) Examine que los elementos y equipos del sistema estén completos y operativos para que la práctica se realice sin ninguna novedad.
- b) Acoplar el cable de transferencia de señales del tablero de control, hacia la estación de verificación revisando el estado de este conductor
- c) Conectar el cable de fuente de alimentación eléctrica del tablero de control a un toma corriente de 120 V. de CA.
- d) Realizar el montaje de la unidad de mantenimiento en la estación de verificación.
- e) Alimentar el sistema neumático de la estación de verificación con una presión adecuada para así evitar daños al sistema, revisar que no exista fugas de aire comprimido por acoples y uniones que disminuyan el funcionamiento del equipo.
- f) Ya realizado el procedimiento anterior y comprobando que el sistema esté en correcto funcionamiento, se procederá a encender el sistema de control para dar marcha al proceso de trabajo de la estación, tanto de forma automática como manual.
- g) Con el sistema en funcionamiento de forma manual, medir las velocidades de extensión y de retracción de los vástagos, para al menos tres calibraciones diferentes de las válvulas reguladoras de presión, incluyendo la velocidad máxima y mínima, para dar la velocidad de trabajo adecuada.
- h) En cualquier momento de la práctica presionar el paro de emergencia para comprobar la seguridad que debe presentar un sistema.
- i) Una vez regulado la velocidad de salida de los vástagos de los cilindros se puede poner en funcionamiento el sistema de forma automática, comprobando la velocidad del proceso y el correcto funcionamiento automático.
- j) Tras finalizar la práctica, el laboratorio debe quedar limpio y ordenado.
- k) Con los resultados obtenidos en la práctica, cada alumno debe realizar un informe detallado de la práctica que debe incluir:
  - Título de la práctica.

- Fundamentos teóricos en los que nos basamos.
- Descripción del proceso (incluyendo dibujos si corresponde)
- Resultados obtenidos y observaciones pertinentes.
- Conclusiones a la que se llega.

**5. Resultados**

**5.1. Cuanto es el voltaje de entrada y salida del PLC**

.....  
.....

**5.2. A qué presión se debe trabajar con el sistema neumático para la Estación de Verificación.**

.....  
.....

**5.3. ¿Qué función cumple la unidad de Mantenimiento?**

.....  
.....

**5.4. ¿Con qué tipo de válvulas se regula el caudal de aire para los cilindros neumáticos?**

.....  
.....

**5.5. ¿Qué tipo de programación se utiliza para este sistema?**

.....  
.....

**5.6. ¿Cómo se puede reconocer las conexiones PROFIBUS y PROFINET?**

.....  
.....

**5.7. ¿Qué tipo de aplicación podría tener este sistema?**

.....  
.....

**5.8. ¿De qué manera ayuda el Mantenimiento en sistemas electroneumáticos?**

.....  
.....

**6. Conclusiones.**

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

**7. Recomendaciones**

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

## CAPÍTULO IV

### 4. COSTOS

#### 4.1 Comparaciones de precios entre equipos de control automático

Las principales características técnicas de los equipos de control automático se ven en sus ventajas ya sea la facilidad de programación, el costo beneficio, la seguridad, operatividad y el cuidado con el medio ambiente que deben proporcionar al realizar sus procedimientos.

Según esta investigación se ha decidido adquirir los equipos SIEMENS ya que aparte de ser una marca con buenas prestaciones técnicas, brinda facilidad al momento de su programación y puesta en operación de los equipos.

Tabla 18 . Descripción de costos SIEMENS

<b>Equipos de Automatización</b>			
<b>Cantidad</b>	<b>Descripción</b>	<b>Valor U.</b>	<b>Valor T. (-22% descuento estudiantes)</b>
1	PLC S7-1200 Cpu 1214c ac/dc/relé	640,00	640,00
1	Pantalla Táctil Simatic basic panel ktp600 pn	1.242,00	1.085,01
1	TIA PORTAL STEP 7 v12 basic para configuración, programación y diagnóstico de los controladores simatic s7-1200	625,00	546,00
1	Fuente de poder logo!Power. Entrada 110/220vac; salida: 24vdc 2.5 <sup>a</sup>	107,00	93,48
1	Csm1277 switch industrial ethernet no gestionado, formato simatic s7-1200. Con 4 puertos rj45 10/100mbps	216,00	188,70
1	Conector para profibus sin borne conexión a pc. Angulo de conexión 90°. Sistema de conexión fácil fastconnect	83,00	72,51
3	Metros de conductor de 12 pares	2,45	7,35
4	Tarjetas Electrónicas de Conexiones	80,00	320,00
<b>TOTAL</b>			<b>2.953,05</b>

Fuente: <http://www.industry.siemens.com/home/aan/es/ecuador/Documents/LISTA%20DE%20PRECIOS%20SIEMENS%202014.pdf> (Lista precios SIEMENS 2014).

Para adquirir los equipos SIEMENS se buscó el distribuidor apropiado en el país que cuente con los kits requeridos para la repotenciación del módulo de verificación así como la debida capacitación y asesoría técnica.

#### 4.2 Costos de equipos similares

Al buscar el mejor proveedor se realizó la comparación económica y técnica de varias de las marcas más reconocidas en automatización y los recursos necesarios para la repotenciación, ejecución y puesta en marcha del Módulo de verificación mediante la implementación del PLC SIMATIC S-7200 y pantalla táctil del laboratorio de Control y Manipulación Automática de la Escuela de Ingeniería de Mantenimiento de la ESPOCH.

En las siguientes tablas se muestra los precios y marcas de PLC y pantallas táctiles, que existen en el mercado nacional:

Tabla 19 . Comparación de costos de PLC en el mercado nacional.

<b>Fabricante</b>	<b>Precio con IVA</b>
SIEMENS	640,00
Omrom.	850,30
Micrologix, Allen Bradley.	650,00
Twido, Schneider Electric.	750,00
Delta	590,57

Fuente: Autores

Tabla 20 . Comparación de costos de pantalla HMI en el mercado nacional.

<b>Fabricante</b>	<b>Precio con IVA</b>
HMI (Panel Basic KTP 600), Siemens	1391,04
Panel View Standard - Panel View Plus, Allen Bradley.	490
Paneles HMI - QuickPanel View - QuickPanel Control (240E) Fatek.	890,45
Pantallas Táctiles - MI4, KlonerMoller.	1450
HMI 800 - Panel 800, ABB.	1203
TouchPanels, Vipa.	1300

Fuente: Autores

Para la elección del PLC y pantalla táctil se consideró el precio, características técnicas y la seguridad que prestan para el proceso a realizar entre estas tenemos:

- Las necesidades de diversas funciones de manejo de información que permita una mejor toma de decisiones.
- Los requerimientos que se tiene de acuerdo al proceso de trabajo y al grado de automatización.
- Que cumpla con todas las normas de seguridad para los que van a operar estos equipos.
- Tipo de alimentación eléctrica.
- Tener una buena comunicación y fácil transferencia de datos.
- Tener flexibilidad para expandirse en capacidad de memoria y módulos de entradas/salidas.
- Software de interfaz amigable con el usuario que pueda facilitar la programación y acceso a diferentes niveles.

### 4.3 Análisis de costos

**4.3.1 Costo directo para el tablero de control y Estación de Verificación.** Los materiales y elementos que constituyen el costo de producción son los siguientes:

**Materia prima directa:** es la que se emplea para la fabricación del tablero de control y son artículos que transformados acompañan al producto final.

En la tabla 21 se indica los materiales utilizados y los costos para producir este equipo.

Tabla 21 . Costos directos de materiales para el tablero de control.

<b>Materiales directos tablero de control</b>			
<b>Cantidad</b>	<b>Descripción</b>	<b>Valor U.</b>	<b>Valor T.</b>
2	Metros de Acero Inoxidable AISI 410 (2 mm de espesor)	32,5	32,5
20	Electrodos para Acero Inoxidable AGA AWS SFA 5.4	0,80	16,00
2	Bisagras metálicas	0,50	1,00
1	Perfil Din	2,85	2,85
1	Canaleta ranurada de 25x25 mm.	3,25	3,25
1	Base Fusible	1,80	1,80
1	Fusible 2A.	0,40	0,40
1	Switch ON/OFF con luzpiloto	1,00	1,00
1	Conector de 25 pines paralelos.	1,40	1,40

5	Metros de conductor flexible THHN # 18	0,35	1,75
1	Rollo de conductor flexible THHN# 22 de 22 m.	7,60	7,60
1	Cable de red de 1,5 m.	1,50	1,50
1	Terminales de Compresión 16/18 (100 U.)	8,00	8,00
1	1/2 Litro de pintura plateada acrílica	16,50	16,50
<b>TOTAL</b>			95,55

Fuente: Autores

En la tabla 22 se observa el costo de los equipos de automatización en el mercado nacional.

Tabla 22 . Costos directos de materiales de los equipos de automatización.

<b>Valor Total de Materiales Adquiridos</b>	<b>Valor</b>
Tablero de Control	95,55
Equipos de Automatización	2.953,05
Estación de Verificación	52,40
<b>TOTAL</b>	3101,00

Fuente: Autores

Los elementos necesarios para la repotenciación del equipo se detallan en la tabla 23.

Tabla 23 . Costos directos de materiales para el tablero de control.

<b>Materiales para la Repotenciación de la Estación de Verificación</b>			
<b>Cantidad</b>	<b>Descripción</b>	<b>Valor U.</b>	<b>Valor T.</b>
2	Relés de 24V. con base	11,50	23,00
1	Canaleta ranurada de 25x25 mm.	3,25	3,25
10	Metros de conductor flexible THHN #18	0,35	3,50
1	Acoples de Entrada y salida para la unidad de Mantenimiento	8,50	8,50
1	Luz piloto verde	1,40	1,40
1	Luz piloto roja	1,40	1,40
1	Pulsador de paro de Emergencia	4,50	4,50
1	Pulsador verde NO	2,00	2,00
1	Pulsador rojo NC	2,00	2,00
1	Perfil Din	2,85	2,85
<b>TOTAL</b>			52,40

Fuente: Autores

En la tabla 24 se detalla el valor invertido en materiales y equipos para la repotenciación de la Estación de Verificación.

Tabla 24 . Valores totales de materiales y equipos invertidos.

<b>Valor Total de Materiales Adquiridos</b>	<b>Valor</b>
Tablero de Control	95,55
Equipos de Automatización	2.953,05
Estación de Verificación	52,40
<b>TOTAL</b>	<b>3101,00</b>

Fuente: Autores.

**Mano de obra directa:** es la remuneración recibida por el trabajador que interviene directamente en la construcción del producto, transformando la materia prima en producto terminado.

En este caso estos valores no serán tomados en cuenta por ser un módulo didáctico y forma parte de la formación de estudiantil de los autores de este proyecto de tesis, los que además benefician a los estudiantes con equipos modernos y didácticos para su mejor comprensión en la realización de laboratorios.

**Costos indirectos de fabricación:** son recursos que participan en el proceso productivo, pero que no se incorporan físicamente al producto terminado, o no constituyen un valor representativo al final de la construcción del producto.

El detalle de los materiales indirectos se presenta en la siguiente tabla 25.

Tabla 25 . Costos indirectos

<b>Materiales Indirectos</b>			
<b>Cantidad</b>	<b>Descripción</b>	<b>Valor U.</b>	<b>Valor T.</b>
3	Discos de corte de metal	4,5	13,5
1	Broca Metálica de 5/16"	1,5	1,5
1	Cinta doble Faz	5,46	5,46
1	Libra de Guaípe	0,5	0,5
40	Remaches Pop	0,05	2
1	Type	1	1
1	Litro de Tiner	2,3	2,3
20	Amarras plásticas	0,1	2
<b>TOTAL</b>			<b>28,26</b>

Fuente: Autores.

El resultado obtenido para los costos de construcción del tablero de Control, y repotenciación de la Estación de Verificación se detallan a continuación en la tabla 26.

Tabla 26 . Costos producción

<b>Costos de Producción</b>	
<b>Descripción</b>	<b>Costo Total</b>
Materiales Directos	3101,00
Mano de Obra Directa	0
Costos indirectos	28,26
<b>TOTAL</b>	<b>3129,26</b>

Fuente: Autores

#### **4.4 Resultados del análisis de los costos**

El estudio en este capítulo se ve reflejado en función de los costos de insumos en términos monetarios y los resultados en términos de utilidad y versatilidad de estos materiales y equipos, cabe recalcar que la diferencia de precios con otras marcas existentes en el mercado también cambia por las variables internas de cada equipo, la velocidad de monitoreo, capacidad de ampliación, comunicación y complejidad de programación.

El análisis costo-beneficio obtenido en este capítulo determina y justifica la utilización de los equipos SIEMENS, tomando en cuenta el servicio técnico personalizado, software actualizado entre otras mejoras.

## CAPÍTULO V

### 5. ELABORACIÓN DEL MANUAL DE OPERACIÓN, MANTENIMIENTO Y SEGURIDAD PARA LA ESTACIÓN DE VERIFICACIÓN

#### - Inventario de Equipos

Para reconocer y tener un archivo de los recursos y equipos con los que se cuenta, se realiza una codificación de cada uno de ellos para poder inventariarlos en base a los parámetros ya establecidos en la institución como mostraremos a continuación. Esto nos servirá para realizar planes de mantenimiento, fichas técnicas y de más, de una forma técnica y fácil.

- FAME-EIMA-01 donde:
- FAME= Facultad de Mecánica
- EIMA= Escuela de Ingeniería de Mantenimiento
- 01= Numero de equipo o elemento que corresponde

Obteniendo de esta manera los siguientes resultados de codificación.

Tabla 27 . Inventarios de equipos

Código	Elemento	N°
FAME-EIMA	Estación de Verificación	01
FAME-EIMA	Tablero de control	02

Fuente: Autores

#### 5.1 Elaboración del manual de operaciones de la Estación de Verificación

Mediante este manual el estudiante estará apto para manipular correctamente la Estación de Verificación con las técnicas apropiadas de operación y seguridad, se deberá revisar las conexiones eléctricas y neumáticas para que no se produzca errores ni fallos en el proceso.

Para el encendido conectar los cables de alimentación, presionar el interruptor ON/OFF ubicado en la parte posterior del tablero de control, terminado el proceso de la Estación de Verificación apagar el sistema presionando el interruptor ON/OFF finalmente limpiar el equipo y guardar.

Figura 43. Pantalla de inicio de HMI KTP +00PN

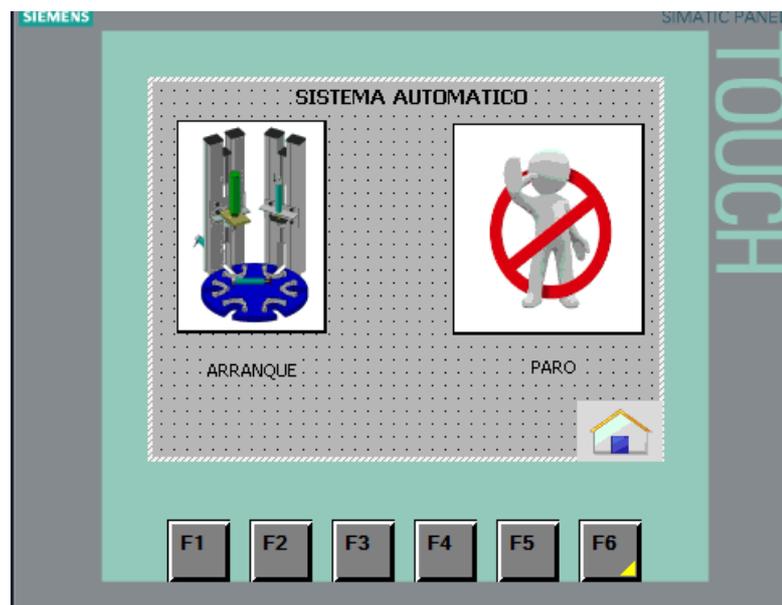


Fuente: Autores

## 5.2 Funcionamiento de la Estación de Verificación de modo Automático

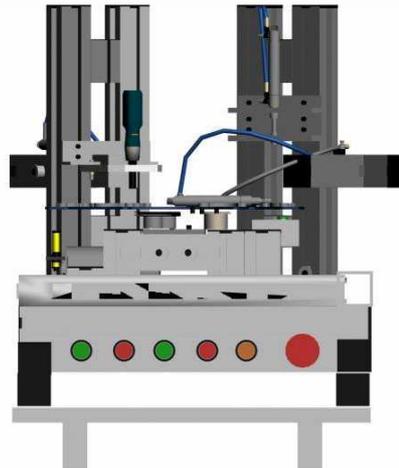
El arranque de SistemaAutomático se puede hacer desde la pantalla HMI o desde la botonera del equipo

Figura 44. Pantalla de Sistema Automático



Fuente: Autores

Figura 45 . Botonera del Módulo de Verificación

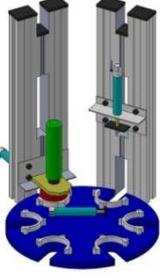
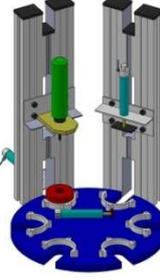
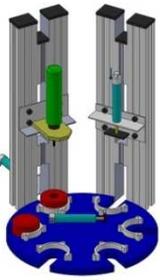
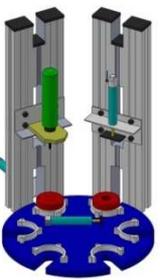
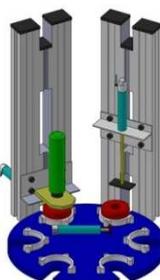
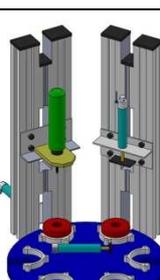


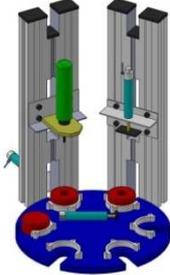
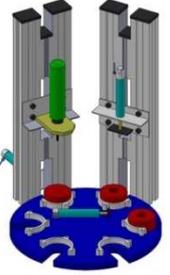
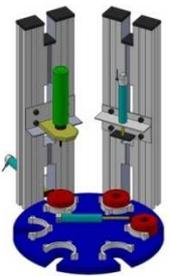
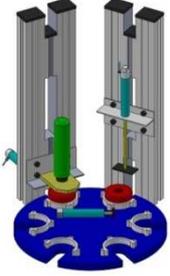
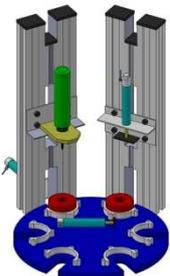
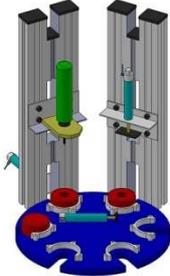
Fuente: Autores

El sistema de verificación de modo automático funciona de tal forma que al iniciar el arranque automático se bloquea el mando manual.

Tabla 28. Secuencia de Modo Automático del Equipo de Verificación

	<p>Si la mesa de indexación no está en su sitio, el sistema automático encera al equipo con la ayuda del sensor de posición, ubicando a la mesa para que el sistema pueda empezar a trabajar de manera correcta y normal.</p>
	<p>Luego de encendido, el equipo tiene que ser alimentado con una probeta al ingreso del sistema</p>
	<p>De 3 a 4 segundos de ser alimentado el disco gira hacia la ubicación del taladro donde la mordaza presiona al elemento a perforar</p>

	<p>Una vez sujetado el elemento el taladro se enciende y baja hacia la probeta perforándola.</p>
	<p>El elemento es perforado y el taladro toma su ubicación inicial y la mordaza suelta al elemento y espera en esa posición hasta que otra probeta ingrese a la mesa.</p>
	<p>Una vez cargado el sistema pasan 3 segundos y la mesa gira.</p>
	<p>Toman ubicación en cada puesto de proceso</p>
	<p>El equipo de verificación baja hasta la altura del disco que fue perforado, verifica, la mordaza sujeta la nueva probeta y el taladro la perfora.</p>
	<p>Terminada la perforación y la verificación, el sistema vuelve a su etapa inicial. Hasta que es cargado con otra probeta.</p>

	<p>Se carga el sistema y el equipo espera aproximadamente 3 segundos y el disco de indexación se mueve hasta la siguiente etapa.</p>
	<p>Una vez centrado el equipo en las estaciones de trabajo, los equipos están listos para empezar el proceso</p>
	<p>Se expulsa el elemento que fue perforado y verificado</p>
	<p>Se activa el actuador de la mordaza, baja el taladro, perfora y al mismo tiempo de este proceso se activa el sistema de verificación</p>
	<p>Una vez que los dos elementos son perforados, el sistema espera hasta ser nuevamente cargado con una nueva probeta.</p>
	<p>Al cargar la nueva probeta el sistema funcionara como ya fue mencionado anteriormente</p>

Fuente: Autores

### Parámetros de funcionamiento

El sistema automático funcionara al presionar el botón de inicio de la pantalla táctil o del módulo físico de verificación.

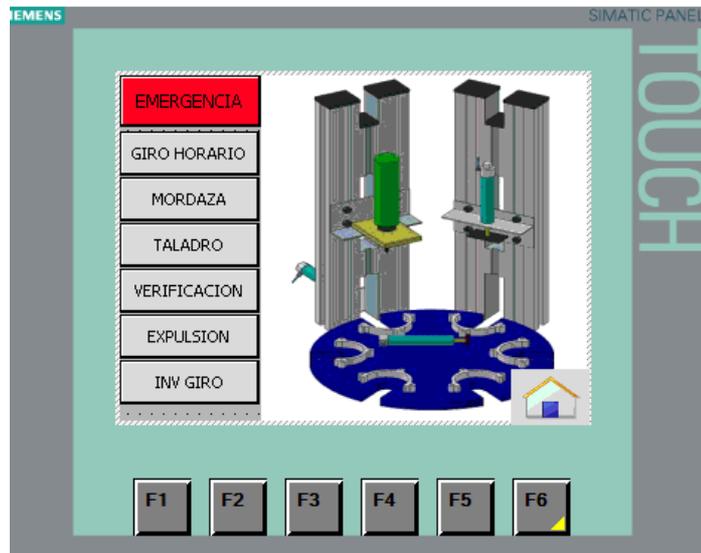
El sistema automático funcionara después de 3 segundos aproximadamente luego de cargada la probeta en la alimentación del sistema.

Si no se carga la probeta el sistema no trabajara puesto que se relaciona la alimentación del proceso desde otra máquina de abastecimiento automático.

### 5.3 Funcionamiento de la Estación de Verificación de modo Manual

Este modo de funcionamiento es elemental para realizar tareas de mantenimiento, es por eso que para cada elemento eléctrico, electrónico o neumático se debe realizar un modo de accionamiento mediante pulsadores en la pantalla KTP 600 para controlar de manera individual los accesorios mencionados. De la misma forma se simulara a tiempo real el trabajo de los elementos en dicho equipo.

Figura 46 . Pantalla de modo manual



Fuentes: Autores

### 5.4 Elaboración del plan de mantenimiento

Este plan contiene una descripción específica de actividades que deben seguirse para preservar la vida útil del activo, se optó por mantenimiento preventivo planificado ya que este evitará daños y fallos imprevistos. (GONZALEZ FERNANDEZ, 2011)

Contar con un Manual de Operación de mantenimiento es muy importante debido a que:

- Constituye un medio que facilita una acción planificada y eficiente del mantenimiento.
- Proporciona de manera rápida el estado en que se encuentran actualmente los sistemas y equipos de una empresa.
- Induce un ambiente de trabajo responsable y participativo cumpliendo con las responsabilidades establecidas.

Para realizar este manual es necesario conocer bien todos los elementos que conforman la estación de verificación, este trabajo es muy importante; así se obtendrán datos para la elaboración de listado de repuestos y generar ordenes de trabajo.

Existen áreas muy importantes y críticas en la realización del mantenimiento, para esto es necesario las siguientes tareas, que se pueden definir como actividades sistemáticas pero muy importantes para conservar el activo, entre las cuales tenemos.

- Inspección
- Ajustes
- Lubricación
- Limpieza

**5.4.1 Banco de tareas.** Dicho plan se desarrollara bajo el banco de tareas de cada sistema que se detalla a continuación.

		<b>Banco de tareas</b>		<b>BT-01</b>
				<b>Frecuencia</b>
				<b>Semestral</b>
<b>Facultad</b>		<b>Escuela</b>		
<b>Escuela</b>		<b>Equipo</b>		
<b>GRAFICO</b>				
				

<b>MATERIALES</b>	<b>EQUIPOS/HERRAMIENTAS</b>
Brochas	EPP
Guaípe	Juego de destornilladores
Paños secos	Juego de llaves hexagonales
Limpia contactos con spray	Multímetro
	Manómetro de presión
	Climpadora
	Estilete
	Pinza
	Alicate
<b>PROCEDIMIENTO</b>	
<b>SISTEMA ELÉCTRICO</b>	<b>SISTEMA NEUMÁTICO</b>
Desenergizar el equipo	Despresurizar el sistema
Limpieza del sistema	Limpieza y purga del sistema
Revisar cableado	Limpieza e inspección, cambios de filtros y empaquetaduras de la unidad de mantenimiento
Revisión de conexiones	Revisión de mangueras y racores
Reajuste de terminales y borneras	Inspección de válvulas estranguladoras
Inspección de voltajes en las electroválvulas	Revisión de electroválvulas
Comprobación y verificación de voltajes	Revisión del cilindro neumático de simple efecto
Revisión del sensor inductivo	Revisión de los cilindros neumáticos de doble efecto
Revisión del sensor óptico	Verificación de presión de alimentación de sistema de 3 a 6 bares
Revisión de los sensores magnéticos	
Inspección del motor de la mesa de indexación	
Inspección del taladro	
Inspección de señales ópticas y pulsadores	
Comprobación de bornes de la tarjeta de conexión	
Verificación de voltaje de alimentación de la fuente de 24 VCC para electroválvulas y motor de la mesa de indexación	
Verificación del voltaje de alimentación de la fuente de 5VCC para taladro	
Alimentar el sistema a modo manual	
Calibración del sistema	

Puesta en marcha del sistema automático para pruebas	
<b>OBSERVACIONES</b>	

		<b>Banco de tareas</b>		BT-02
				<b>Frecuencia</b>
				<b>Semestral</b>
<b>Facultad</b>		<b>Escuela</b>		
<b>Escuela</b>		<b>Equipo</b>		
<b>GRAFICO</b>				
				
<b>MATERIALES</b>			<b>EQUIPOS/HERRRAMIENTAS</b>	
Terminales para cables			EPP	
Brocha			Destornillador plano, tamaño 2	
Guaípe			Destornillador estrella, tamaño 3	
Paños secos			Destornillador Torx, tamaño TX20	
Limpiador de contactos			Tenazas de apriete	
			Multímetro	
			Pinzas	
			Estilete y peladora de cables	

<b>PROCEDIMIENTO</b>	
Desenergizar el equipo	Reconexión del equipo
Limpieza del sistema	Verificación de voltajes de entrada PLC de 85 a 264 VCA
Verificación de fusible	Verificación de voltajes de salida PLC de 24 VCD
Revisión de conexiones	Verificación de voltaje de salida de la fuente 24 VCD
Reajuste de terminales y borneras	Comprobar que los leds del PLC funcione de acuerdo a la programación del equipo
Revisar cableado	En el caso que fuera necesario se deberá volver a cargar el programa del módulo de verificación con el cable de red y la ayuda de una PC
<b>OBSERVACIONES</b>	

**5.4.2** *Diseño de fichas técnicas de los equipos.* Para el diseño de las fichas técnicas del tablero de control y la Estación de Verificación se ha tomado en cuenta las características que presentan cada uno de estos equipos.

Cada ficha contiene los datos más sobresalientes del funcionamiento y mantenimiento de cada uno de los elementos del equipo.



**ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO  
FACULTAD DE MECÁNICA**



**ESCUELA DE INGENIERÍA DE MANTENIMIENTO  
FICHA TÉCNICA DE EQUIPO**

<b>Código:</b>	FAME-EIMA-01	<b>Versión:</b>	1	<b>Fecha Vigencia:</b>	2014
----------------	--------------	-----------------	---	------------------------	------

<b>Nombre del Equipo:</b>		ESTACIÓN DE VERIFICACIÓN			
<b>Marca:</b>		<b>Modelo:</b>	Módulo de Prácticas		
<b>Serie:</b>		<b>Ubicación:</b>	LAB. NEUMÁTICA Y AUTOMATIZACIÓN		
<b>Fecha de Creación (aaaa/mm/día):</b>		2009			
<b>Fecha de entrega OK (aaaa/mm/día):</b>		2009			
<b>Garantía en meses:</b>		<b>Placa de Inventario:</b>			
<b>Valor de compra:</b>					
<b>Valor inventario:</b>					
<b>A cargo de:</b>				<b>C.I.:</b>	



**Datos Técnicos**

<b>Tensión:</b>	24V DC	<b>Intensidad:</b>		<b>Potencia:</b>		<b>Otra:</b>	
<b>Otros:</b>							
<b>Accesorios:</b>	Discos para simulación del proceso						

**USOS O APLICACIONES**

<b>RECOMENDACIONES DE USO:</b>	Leer el Manual de Operación antes de empezar a utilizar.
--------------------------------	--

<b>MANTENIMIENTO BÁSICO:</b>	Inspección de Cables y conexiones, ajuste de bornes de conexión, comprobar alimentación del sistema y limpieza.
------------------------------	---

**MANTENIMIENTO PROGRAMADO (EN MESES):**

**COMPONENTES DEL EQUIPO**

**SISTEMA DE CONTROL ELÉCTRICO**

DESCRIPCIÓN	CARACTERÍSTICAS	FOTO	OBSERVACIONES	MANTENIMIENTO BÁSICO
Motor de CD.	Tensión de Alimentación de 24V DC			Limpieza, Ajuste de bornes de conexión, comprobar voltajes
Sensor Óptico	Sensor con fotocélula, da 100mm de reflexión directa y cable axial de salida			Limpieza, ajuste de posición del sensor.
Sensor Inductivo	Tensión de 10~30V DC 200mA max.			Limpieza, ajuste de posición del sensor.
Sensores Magnéticos	Con contacto NO			Limpieza, ajuste de posición del sensor.
Relés	Con Bobina de 24V CD de 5 pines con base, con un contacto NO y uno NC.			Limpieza, ajuste de terminales de conexión.
Tarjeta Electrónica de Conexiones	Con 8 entradas y 8 salidas, luz piloto tipo LED para cada borne.			Limpieza, ajustes de terminales de conexión.
Taladro	Tensión de 2,4V		Taladro adaptado para la necesidad de la Estación	Limpieza

**SISTEMA NEUMÁTICO**

Unidad de Mantenimiento	Presión max de seguridad 7.5 Kg/cm2. Capacidad de Filtración de agua. Tamaño de conexión 3/8			
Cilindro de Simple Efecto	Diámetro de 16mm. Vástago de 50mm. Presión de 1~10 Bar		Para expulsión de elementos	
Cilindro de Doble Efecto	Diámetro de 20mm. Vástago de 80mm. Presión de 1~10 Bar		Para la Mordaza y Verificación	
Cilindro de Doble Efecto	Diámetro de 16mm. Vástago de 50mm. Presión de 1~10 Bar		Para el Taladro	
Válvulas Extranguladoras	Conexiones para 1/4		La calibración depende de la presión necesaria de trabajo	
Electroválvulas	Tensión de 20,4~26,4V DC, Potencia 3W, Amp. 120 mA, Electroválvula 5/2 monoestable			
<b>Código del Manual</b>			<b>Elaboró:</b>	Autores
<b>Ubicación del Manual</b>				

**5.4.3 Documentación para procesos.** Cada uno de los trabajos o tareas realizadas deben estar acorde a un documento que lo autorice y valide generado por un responsable de esta forma se ocuparan y registrara los siguientes documentos como respaldo. (GONZALEZ FERNANDEZ, 2011)

 		<b>ORDEN DE TRABAJO</b>		<b>F-01</b>	
				<b>Registro OT. N°</b>	
<b>Facultad</b>				<b>Escuela</b>	
<b>Área</b>				<b>Fecha de inicio</b>	
<b>Equipo</b>				<b>Fecha de término</b>	
<b>DESCRIPCIÓN DEL SERVICIO DE MANTENIMIENTO</b>					
<b>Tipo de Mantto.</b>				<b>Prioridad</b>	
<b>Recursos</b>					
<b>Técnico Encargado</b>				<b>Jefe del Área</b>	
<b>MATERIALES Y/O REPUESTOS</b>					
<b>Nombres</b>		<b>Descripción</b>		<b>Cantidad</b>	<b>P. Unitario</b>
<b>TOTAL</b>					
<b>REGISTRO DE TIEMPO</b>					
<b>Fecha</b>	<b>Hora de Inicio</b>	<b>Hora de Término</b>	<b>T. Utilizado</b>	<b>Costo H.H.</b>	<b>Total</b>
<b>Costo TOTAL de Mano de Obra</b>					
<b>Costo TOTAL de Mano de Obra y Materiales</b>					
<b>INDICACIONES DE SEGURIDAD</b>					
<b>OBSERVACIONES</b>					
<b>EVALUACIÓN DEL SERVICIO</b>					
<b>Excelente</b>	<b>Muy Bien</b>	<b>Bien</b>	<b>Regular</b>	<b>Malo</b>	<b>Pésimo</b>
<b>RECIBO DE CONFORMIDAD</b>					
<b>Nombre</b>		<b>Firma</b>		<b>Cargo</b>	
<b>CAUSA DE LA FALLA</b>					
<b>Mecánica</b>	<b>Neumática</b>	<b>Eléctrica</b>	<b>Intrínseca</b>	<b>Extrínseca</b>	
<b>Nombre y firma de quien Reporta</b>			<b>Nombre y firma de quien Recibe</b>		

 		<b>SOLICITUD DE MANTENIMIENTO</b>		<b>F-02</b>	
				Registro OT. N°	
<b>Facultad</b>				<b>Escuela</b>	
<b>Área</b>				<b>Fecha</b>	
				<b>Hora</b>	
<b>Jefe del Área de Mantto.</b>					
<b>DESCRIPCIÓN DEL SERVICIO DE MANTENIMIENTO</b>					
<b>DATOS DEL EQUIPO</b>					
<b>Nombre del Equipo</b>				<b>Código del Equipo</b>	
<b>Descripción</b>					
<b>Nombre y firma de quien Reporta</b>			<b>Nombre y firma de quien Recibe</b>		

 		<b>ORDEN DE PEDIDO DE REPUESTOS Y MATERIALES</b>				<b>F-03</b>	
						Registro OT. N°	
<b>Folio</b>							
<b>Fecha</b>							
<b>N° OT</b>							
N° Invt.	N° Parte	Elemento	Descripción	Cantidad		P. Unitario	TOTAL
				Solicitado	Recibido		
<b>Nombre y firma de quien Entrega</b>				<b>Nombre y firma de quien Recibe</b>			



**HISTORIAL DE FALLAS**

					<b>F-04</b>		
							<b>Nombre del Equipo</b>
							<b>Código del Equipo</b>
							<b>Ubicación</b>
<b>Fecha</b>	<b>N° OT.</b>	<b>Descripción</b>	<b>Prioridad</b>	<b>Tipo de Mantenimiento</b>	<b>Recursos</b>		<b>Observaciones</b>
					<b>Propios</b>	<b>Externos</b>	

## 5.5 Seguridad para la Estación de Verificación

Una aplicación segura protege la integridad y disponibilidad de los recursos de procesamiento controlados por el usuario del sistema. Además de proporcionar instrucciones sencillas y concretas para ayudarle a proteger el sistema frente al aprovechamiento de vulnerabilidades de seguridad de automatización. La utilización de aire comprimido puede dar lugar a la aparición de riesgos como:

- Las mangueras de conexión pueden estar sometidas durante su utilización a flexiones, golpes, erosión, etc. Lo que puede producir la rotura de las mismas con el consiguiente movimiento repentino de serpiente o látigo.
- Los escapes de aire o la desconexión de mangueras presurizadas pueden producir heridas en los ojos, atravesar la piel, pueden penetrar por la boca, nariz, oídos, produciendo lesiones.
- El uso de presiones inadecuadas puede dar lugar a la ruptura de herramientas o útiles con el consiguiente riesgo de proyecciones de elementos.
- El empleo de aire comprimido para la limpieza de máquinas, banco de trabajos puede ser causa de riesgo higiénico, como son la dispersión de polvos, partículas así como la formación de nieblas de aceite si el aire proviene de engrasadores. (GIRALDO GARCÍA, 2008)

**Normas DIN:** Las diferentes normas DIN llevan a cabo la normalización de válvulas accesorios, tuberías, codos bridas, etc.

**DIN ISO 1219:** relacionados específicamente con tipos de accesorios y representaciones gráficas.

**ISO 9001:** Todos los equipos deberán cumplir con las normas de calidad para certificación establecida en la ISO 9001:2008.

Para sistemas eléctricos debemos tomar en cuenta las recomendaciones de los fabricantes puesto que son equipos nuevos de automatización y además se debe tener en cuenta que los voltajes y corrientes sean las necesarias mediante la verificación y comprobación previa a cada práctica.

Otro de los parámetros que no podemos dejar de lado es la utilización correcta de voltaje y amperaje del sistema de protección de los equipos en base a la utilización de fusibles bien dimensionados.

En base a REAL DECRETO 842/2002, de 2 de agosto, por el que se aprueba el  
REGLAMENTO ELECTRONICO PARA BAJA TENSIÓN.

Instrucciones Técnicas Complementarias: ITC-BT-22: Protección contra sobre intensidades

## CAPITULO VI

### 6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

#### 6.1 Conclusiones

Al repotenciar el módulo de verificación mediante la implementación de la pantalla táctil KTP 600 PN y el PLC S7-1200 se puso en práctica el mantenimiento mejorativo, alcanzando con esto también un equipo más para el aprendizaje de los estudiantes de la facultad de Mecánica. En lo relacionado a equipos de automatización y sistemas electroneumáticos.

Se realizó un mantenimiento íntegro del equipo antes de ser repotenciado (OVER HAUL) y de esta forma se planifica el cambio de sistema de automatización mediante la repotenciación.

El diseño implementado es mucho más amigable para el usuario puesto que Siemens SISMATIC da las facilidades para realizar varias prácticas con los mismos equipos de una manera fácil y rápida.

Se han adjuntado las fichas necesarias para el mantenimiento y operación del equipo facilitando de esta forma un cuidado y manipulación correcta por la persona que desee practicar en el módulo de verificación.

Con el desarrollo de esta repotenciación se ha mejorado la presentación del módulo, se optimizan espacios y se establece una comunicación más cómoda para el estudiante.

Este equipo está listo para que los estudiantes manipulen y practiquen de una forma cómoda fácil y amigable, puesto que se facilita la comprensión por la sencillez del diseño, los planos y fichas adjuntas a este documento.

#### 6.2 Recomendaciones

Verificar que todos los elementos estén correctamente conectados antes de realizar las prácticas de laboratorio planteadas.

Utilizar el manual de operaciones y los documentos anexos.

Realizar un mantenimiento preventivo

Verificar los cables de datos y la posición de los sensores para un correcto funcionamiento.

No poner cerca de la pantalla objetos con punta puesto que pueden dañar este elemento.

## BIBLIOGRAFÍA

### **Automatización de concepción modular y diseño escalable.**

<http://www.swe.siemens.com/spain/web/es/industry/automatizacion/simatic/Documents/S71200%20-%20Folleto0411.pdf>

**BETANCUR J, Patricia.1998.** Rediseño y Montaje de los Tableros de Control Industrial para el Laboratorio de Ingeniería Eléctrica y Electrónica. Medellín. Trabajo de Grado (Ingeniero Electricista). U.P.B Facultad de Ingeniería Eléctrica.

### **Catálogos Siemens.**

<http://www.amelero.com/recursos/instalacioneselectrot%C3%A9cnicas/automatizaci%C3%B3n-siemens-s7-1200-tia-portal/>

### **CEDEÑO RAMÍREZ Galo Fabián, VALENCIA ALTAMIRANO Ángel Aníbal. 2009.**

“Selección e Implementación de un Sistema de Simulación de una Estación de Procesamiento” TESIS. Riobamba: Facultad de Mecánica, 2009.

**CREUS, Antonio.** *Neumática e Hidráulica*, (ed. lit.); Alfa Omega: Grupo Editor S.A. de C.V. México 2007.

### **Diseño e implementación de un sistema SCADA para control del proceso de un módulo didáctico de montaje FESTO utilizando PLC y una pantalla HMI, caso práctico: en el laboratorio de automatización de la fie.**

<http://dspace.espace.edu.ec/bitstream/123456789/1329/1/108T0006.pdf>

### **Equipos HMI SIEMENS.**

[http://comatel.net/sites/default/files/equipos\\_hmi\\_siemens\\_2011.pdf](http://comatel.net/sites/default/files/equipos_hmi_siemens_2011.pdf)

**GIRALDO GARCÍA, Andrés.** *Seguridad Industrial*, (ed. lit.); Ecoe, 1ª ed. Bogotá: 2008.

**GONZALEZ FERNANDEZ, Francisco Javier. 2011.** *Teoría y Práctica del Mantenimiento Industrial Avanzado*. s.l. : Fundación Confemetal, 2011.

### **Historial de fallos**

<http://www.oei.eui.upm.es/Asignaturas/IS/10articulo.pdf>

### **Lista de precios Ecuador**

<https://www.industry.siemens.com/home/aan/es/ecuador/Documents/Lista%20de%20Pecios%20Final%20Siemens%20Industry%20Ecuador.pdf>

**MARTÍNEZ CHÉRREZ, María Gabriela, YANCHALIQÚIN YANCHALIQÚIN Álvaro Javier.** “Construcción de una Bancada Didáctica para el PLC S7-1200 con Interface HMI Touch” TESIS. Riobamba: Facultad de Informática y Electrónica, 2012.

**Mc GRAW, Hill.** *Automatización y Control*, (ed. lit.); Interamericana Editores S.A. de C.V. México 2004.

### **Mantenimiento de Sistemas Neumáticos Parte 1**

<http://www.buenastareas.com/ensayos/Mantenimiento-a-Sistemas-Neumaticos-y-Electroneumaticos/25489232.html>

### **Mantenimiento de Sistemas Neumáticos Parte 2**

<http://es.scribd.com/doc/146752733/Mantenimiento-de-sistemas-neumaticos-electro-neumaticos-y-deteccion-de-fallas>

### **Mantenimiento Neumático.**

<http://es.scribd.com/doc/79667844/Mantenimiento-de-Cilindros-Neumaticos>

### **Neumática**

[http://www.eudim.uta.cl/rmendozag/courses/2012/sistemas\\_de\\_sensores\\_y\\_actuadores/sistemas\\_de\\_sensores\\_y\\_actuadores\\_05.pdf](http://www.eudim.uta.cl/rmendozag/courses/2012/sistemas_de_sensores_y_actuadores/sistemas_de_sensores_y_actuadores_05.pdf)

<https://cursos.aiu.edu/Sistemas%20Hidraulicas%20y%20Neumaticos/PDF/Tema%202.pdf>

### **Paneles que se adaptan a sus necesidades de noviembre 2012.**

[http://www.automation.siemens.com/salesmaterial-as/brochure/es/brochure\\_panels\\_es.pdf](http://www.automation.siemens.com/salesmaterial-as/brochure/es/brochure_panels_es.pdf)

### **Panel de operador KTP400 Basic, KTP600 Basic, KTP1000 Basic, TP1500 Basic**

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

### **Pantalla táctil.**

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

### **Para frecuencias y mantenimiento**

[http://www.aec.es/c/document\\_library/get\\_file?p\\_l\\_id=33948&folderId=192042&name=DLFE-5909.pdf](http://www.aec.es/c/document_library/get_file?p_l_id=33948&folderId=192042&name=DLFE-5909.pdf)

### **Repotenciación**

<http://americasrl.com/repotenciacion.htm>

[www.itescam.edu.mx](http://www.itescam.edu.mx)

[www.itescam.edu.mx](http://www.itescam.edu.mx).

### **Servicios Neumáticos**

<http://www.mediafire.com/view/z86t2bw1qb8ab1e/DIN+ISO+1219.doc>

<http://www.festo-didactic.com/int-es/servicios/s-mbolos/neum-tica-din-iso-1219/aparatos-de-medicin-e-indicaci-n/aparato-de-medicin-de-la-presi-n-man-metro-7.4.3.4.htm?fbid=aW50LmVzLjU1Ny4xNC4zMjQ3LjY2NTE>.

### **Sistemas Electroneumáticos.**

<http://www.itescam.edu.mx/principal/sylabus/fpdb/recursos/r71916.PDF>

### **Sistemas Eléctricos.**

[https://www.google.com.ec/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=2&cad=rja&uact=8&ved=0CC4QFjAB&url=http%3A%2F%2Fwww.unge.gq%2Fftp%2Fbiblioteca%2520digital%2FDistribucion%2FAutomatizaci%25C2%25A2n%2520y%2520control%2520de%2520sistemas%2520de%2520energ%25C2%25A1a%2520el%25E2%2580%259Actrica.doc&ei=Ptu9U-DsFJTMsQSBrl4LYCQ&usg=AFQjCNE3aXxjG5N2Gs7mGM79pbaT0ml7aA&sig2=sexZZ\\_RCCnGaS8SFczcgpA&bvm=bv.70138588,d.b2U](https://www.google.com.ec/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=2&cad=rja&uact=8&ved=0CC4QFjAB&url=http%3A%2F%2Fwww.unge.gq%2Fftp%2Fbiblioteca%2520digital%2FDistribucion%2FAutomatizaci%25C2%25A2n%2520y%2520control%2520de%2520sistemas%2520de%2520energ%25C2%25A1a%2520el%25E2%2580%259Actrica.doc&ei=Ptu9U-DsFJTMsQSBrl4LYCQ&usg=AFQjCNE3aXxjG5N2Gs7mGM79pbaT0ml7aA&sig2=sexZZ_RCCnGaS8SFczcgpA&bvm=bv.70138588,d.b2U)

[http://lehrerfortbildungbw.de/faecher/nwt/fb/atechnik/grundlagen/es/kapitel/563062\\_Fundamentos\\_de\\_la\\_tecnica\\_de\\_automatizacion.pdf](http://lehrerfortbildungbw.de/faecher/nwt/fb/atechnik/grundlagen/es/kapitel/563062_Fundamentos_de_la_tecnica_de_automatizacion.pdf)

### **S7-1200 Manual del sistema**

<http://www.catedu.es/elechomon/s71200/CARACTERISTICAS%20Y%20MONTAJE%20DEL%20SIMULADOR%20S7-1200.pdf>

### **Sistema de Automatización**

<http://www.electrichamt.com/pdf/sistemadeautomatizacion.pdf>

### **S71200 manual sistema Abr12.pdf**

<https://www.swe.siemens.com/spain/web/es/industry/automatizacion/simatic/Documents/S71200%20Manual%20Sistema%20Abr12.pdf>

**sismatic s71200 pdf.**

[https://www.swe.siemens.com/spain/web/es/industry/automatizacion/sce\\_educacion/documentacion/Documents/SIMATIC%20S71200R.pdf](https://www.swe.siemens.com/spain/web/es/industry/automatizacion/sce_educacion/documentacion/Documents/SIMATIC%20S71200R.pdf)

**S7-1200 EASYBOOK PDF.**

<https://www.swe.siemens.com/spain/web/es/industry/automatizacion/simatic/Documents/S71200-EASYBOOK.PDF>

**S71200-cat.pdf**

<http://www.swe.siemens.com/spain/web/es/industry/automatizacion/simatic/documents/s71200-cat.pdf>

**Sismatic s7200.pdf**

<http://isa.uniovi.es/~vsuarez/Download/Simatic%20S7200.pdf>