



ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO

FACULTAD DE MECÁNICA ESCUELA DE INGENIERÍA DE MANTENIMIENTO

**“IMPLEMENTACIÓN DEL PLC SIMATIC S7-1200 Y
PANTALLA TÁCTIL AL MÓDULO DE CLASIFICACIÓN
POR COLORES Y MATERIALES PARA EL
LABORATORIO DE CONTROL Y MANIPULACIÓN
AUTOMÁTICA DE LA ESCUELA DE INGENIERÍA DE
MANTENIMIENTO DE LA ESPOCH”**

**JÁCOME RAMÍREZ FERNANDO ISRAEL
MARTÍNEZ VALLEJO JEFFERSON RODRIGO**

TESIS DE GRADO

Previo a la obtención del Título de:

INGENIERO DE MANTENIMIENTO

Riobamba – Ecuador

2014

CERTIFICADO DE APROBACIÓN DE TESIS

2013-07-08

Yo recomiendo que la Tesis preparada por:

FERNANDO ISRAEL JÁCOME RAMÍREZ

Titulada:

“IMPLEMENTACIÓN DEL PLC SIMATIC S7-1200 Y PANTALLA TÁCTIL AL MÓDULO DE CLASIFICACIÓN POR COLORES Y MATERIALES PARA EL LABORATORIO DE CONTROL Y MANIPULACIÓN AUTOMÁTICA DE LA ESCUELA DE INGENIERÍA DE MANTENIMIENTO DE LA ESPOCH”

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. Marco Santillán Gallegos
DIRECTOR DE TESIS

Ing. Germán Llamuca Moyota
ASESOR DE TESIS

CERTIFICADO DE APROBACIÓN DE TESIS

2013-07-08

Yo recomiendo que la Tesis preparada por:

JEFFERSON RODRIGO MARTÍNEZ VALLEJO

Titulada:

“IMPLEMENTACIÓN DEL PLC SIMATIC S7-1200 Y PANTALLA TÁCTIL AL MÓDULO DE CLASIFICACIÓN POR COLORES Y MATERIALES PARA EL LABORATORIO DE CONTROL Y MANIPULACIÓN AUTOMÁTICA DE LA ESCUELA DE INGENIERÍA DE MANTENIMIENTO DE LA ESPOCH”

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. Marco Santillán Gallegos
DIRECTOR DE TESIS

Ing. Germán Llamuca Moyota
ASESOR DE TESIS

ESPOCH

Facultad de Mecánica

CERTIFICADO DE EXAMINACIÓN DE TESIS

NOMBRE DEL ESTUDIANTE: FERNANDO ISRAEL JÁCOME RAMÍREZ

TÍTULO DE LA TESIS: “IMPLEMENTACIÓN DEL PLC SIMATIC S7-1200 Y PANTALLA TÁCTIL AL MÓDULO DE CLASIFICACIÓN POR COLORES Y MATERIALES PARA EL LABORATORIO DE CONTROL Y MANIPULACIÓN AUTOMÁTICA DE LA ESCUELA DE INGENIERÍA DE MANTENIMIENTO DE LA ESPOCH”

Fecha de Examinación: 2014-03-05

RESULTADO DE LA EXAMINACIÓN:

COMITÉ DE EXAMINACIÓN	APRUEBA	NO APRUEBA	FIRMA
Ing. Manuel González Puente PRESIDENTE TRIB. DEFENSA			
Ing. Marco Santillán Gallegos DIRECTOR DE TESIS			
Ing. Germán LLamuca Moyota 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. Manuel González Puente
PRESIDENTE DE TRIBUNAL

ESPOCH

Facultad de Mecánica

CERTIFICADO DE EXAMINACIÓN DE TESIS

NOMBRE DEL ESTUDIANTE: JEFFERSON RODRIGO MARTÍNEZ VALLEJO

TÍTULO DE LA TESIS: “IMPLEMENTACIÓN DEL PLC SIMATIC S7-1200 Y PANTALLA TÁCTIL AL MÓDULO DE CLASIFICACIÓN POR COLORES Y MATERIALES PARA EL LABORATORIO DE CONTROL Y MANIPULACIÓN AUTOMÁTICA DE LA ESCUELA DE INGENIERÍA DE MANTENIMIENTO DE LA ESPOCH”

Fecha de Examinación: 2014-03-05

RESULTADO DE LA EXAMINACIÓN:

COMITÉ DE EXAMINACIÓN	APRUEBA	NO APRUEBA	FIRMA
Ing. Manuel González Puente PRESIDENTE TRIB. DEFENSA			
Ing. Marco Santillán Gallegos DIRECTOR DE TESIS			
Ing. Germán LLamuca Moyota 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. Manuel González Puente
PRESIDENTE DE TRIBUNAL

DERECHOS DE AUTORÍA

El trabajo de grado que presentamos, es original y basado en el proceso de adaptación tecnológica establecido en la Facultad de Mecánica de la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. En tal virtud, los fundamentos teórico-científicos y los resultados son de exclusiva responsabilidad de los autores. El patrimonio intelectual le pertenece a la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo.

f) Fernando Israel Jácome Ramírez

f) Jefferson Rodrigo Martínez Vallejo

DEDICATORIA

En el presente trabajo es dedicado a Dios por concederme el vivir, el día a día y compartir momentos gratos con las personas.

A mis padres Mentor y Gladys por el apoyo y por haber hecho lo posible para culminar mis estudios, a mis hermanos José y María Teresa que siempre me apoyando moralmente.

A los profesores que supieron llegar a ser guías en la vida estudiantil para lograr los objetivos de finalizar la carrera.

A mis amigos que siempre se encontraban en los buenos y malos momentos para continuar con la culminación del proyecto de tesis.

Fernando Israel Jácome Ramírez

El presente trabajo de tesis se lo dedico primeramente a Dios quien ha estado en cada segundo de mi vida cuidándome y dándome fuerzas para continuar, a mi preciosa hija Emily quien con su dulzura y cariño me inspira seguir adelante y cumplir mis metas, a Adriana por ser la persona quien me apoya desinteresadamente.

A mis padres Rodrigo y Sonia, en especial a mi madre quien es un pilar fundamental en mi vida y por ser un apoyo en todo momento, a mi hermano por darme ánimos de seguir adelante y nunca darme por vencido, a mi abuelita quien me guía desde el cielo, a mis tías Lucita y Anita y a mi tío Rodrigo, y a todas las personas que confían en mí en especial mis amigos y mi compañero de tesis.

Jefferson Rodrigo Martínez Vallejo

AGRADECIMIENTO

Al finalizar un trabajo tan arduo y lleno de dificultades como el desarrollo de una tesis de ingeniería, primeramente nos gustaría agradecerle a Dios por bendecirnos para llegar a cumplir con este sueño anhelado.

A la Escuela de Ingeniería de Mantenimiento de la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo por brindarnos la oportunidad de obtener una profesión y ser personas útiles a la sociedad.

También a nuestros familiares de cada uno que nos supieron estar apoyando, desde un inicio hasta la culminación de los estudios con éxito.

De igual manera agradecemos a los diferentes profesores de toda la carrera profesional por su aporte con un granito a nuestra formación.

Y por último a todos los compañeros, amigos y personas que se encontraban apoyando de una u otra manera para culminar con éxito una etapa de nuestras vidas.

Fernando Israel Jácome Ramírez

Jefferson Rodrigo Martínez Vallejo

CONTENIDO

	Pág.
1. INTRODUCCIÓN	
1.1 Aspectos generales.....	1
1.3 Antecedentes.....	1
1.4 Justificación.....	2
1.5 Objetivos.....	3
1.5.1 <i>Objetivos generales</i>	3
1.5.2 <i>Objetivos específicos</i>	3
2. MARCO TEÓRICO	
2.1 Electroneumática.....	4
2.1.1 <i>Elementos de la cadena de mando</i>	4
2.1.2 <i>Componentes de nivel básico</i>	6
2.1.3 <i>Descripción y especificaciones de los elementos de la estación</i>	8
2.1.3.1 <i>Sensor óptico</i>	8
2.1.3.2 <i>Sensor inductivo</i>	8
2.1.3.3 <i>Sensor de marca color</i>	9
2.2 Definición PLC SIMATIC S7-1200.....	11
2.2.1 <i>Estructura básica del PLC</i>	13
2.2.2 <i>Aplicaciones del PLC en la industria</i>	13
2.2.3 <i>Ejemplos de aplicaciones de los PLC</i>	14
2.3 Interfaz Hombre Máquina (HMI).....	15
2.3.1 <i>Tipos de HMI</i>	16
2.3.2 <i>Funciones de un software HMI</i>	16
2.3.3 <i>Tareas de un software de supervisión y control</i>	17
2.4 Pantallas táctiles HMI.....	17
2.4.1 <i>Características básicas de las pantallas táctiles</i>	19
2.4.1.1 <i>Indicación del estado del proceso</i>	19
2.4.1.2 <i>Tratamiento e indicación de alarmas (buscan informar al operador de una situación anormal)</i>	19
2.4.1.3 <i>Ejecución de acciones de mando</i>	19
2.4.2 <i>Tipos de paneles HMI Basic</i>	19
2.5 Componentes del KTP600 PN.....	20
2.6 TIA Portal.....	20
2.6.1 <i>Ventajas</i>	22
2.6.2 <i>Sistema de ingeniería</i>	23
2.7 Comunicación del PLC y la pantalla táctiles HMI KTP600 PN.....	24
2.7.1 <i>PROFINET Y PROFIBUS</i>	24
2.7.1.1 <i>PROFINET</i>	24
2.7.1.2 <i>PROFIBUS</i>	26
2.8 Módulo de comunicación RS232 con el CM 1241.....	28
2.8.1 <i>Protocolos de comunicación PtP, USS y Modbus</i>	28
2.8.2 <i>Empleo de las interfaces de comunicación RS232 y RS485</i>	29
2.8.3 <i>Indicadores LED</i>	30
2.8.4 <i>Instrucciones PtP</i>	31
2.9 Arduino.....	31
2.9.1 <i>Terminales de Power, Inputs and Outputs</i>	33
2.9.1.1 <i>Pines de alimentación (Power Pins)</i>	33
2.9.1.2 <i>Digital Inputs/Output</i>	34
2.9.1.3 <i>Terminales Analog Inputs</i>	35
3 DISEÑO Y MONTAJE DE LOS EQUIPOS PARA EL MÓDULO.	
3.1 Características y componentes de la estación de	

	clasificación.....	36
3.1.1	<i>Descripción.....</i>	36
3.1.2	<i>Componentes principales.....</i>	36
3.1.2.1	<i>Módulo de trasportación.....</i>	36
3.1.2.2	<i>Rampas de clasificación.....</i>	37
3.2	Análisis de la estación de clasificación por colores y materiales.....	37
3.2.1	<i>Estado general de la estación.....</i>	39
3.3	Diseño y montaje de la estación de programación.....	39
3.3.1	<i>Diseño de la estación de programación.....</i>	39
3.4	Elaboración de la tarjeta de conexiones.....	41
3.4.1	<i>Tarjeta electrónica para conexiones en la estaciones de programación..</i>	41
3.4.2	<i>Tarjeta electrónica para conexiones en la estación de clasificación.....</i>	42
3.4.3	<i>Tarjetas electrónicas para el mando a distancia con el ARDUINO.....</i>	42
3.5	Conexiones del PLC con las tarjetas Syslink.....	44
3.6	Conexiones entre la estación de clasificaciones por materiales y por colores, y la tarjeta de conexión Syslink.....	44
3.7	Circuito neumático.....	46
3.8	Montaje y calibración de los elementos y equipos.....	47
3.8.1	<i>Montaje de la estación de programación.....</i>	47
3.8.2	<i>Montaje de la estación de clasificación por colores y materiales.....</i>	47
	PROGRAMACIÓN Y COMUNICACIÓN ENTRE PLC SIMATIC S7-1200 Y LA PANTALLA TÁCTIL, Y GUÍA DE PRÁCTICAS	
4		
4.1	Diagrama de funcionamiento de la estación de clasificación por materiales y colores.....	50
4.2	Configuración del TIA Portal V12 con el PLC S7-1200 y pantalla HMI...	50
4.2.1	<i>Trasferencia de la licencia.....</i>	50
4.2.2	<i>Creación de un nuevo proyecto.....</i>	53
4.2.2.1	<i>Insertar un nuevo S7-1200 con CPU 1212C AC/DC/Relay.....</i>	53
4.2.2.2	<i>Insertar una HMI KTP 600 Basic Panel PN.....</i>	55
4.3	Programación del PLC S7-1200 con el TIA PORTAL V12.....	55
4.3.1	<i>Programa de funcionamiento del PLC S7-1200.....</i>	57
4.3.2	<i>Programación de la pantalla HMI KTP600 PN.....</i>	61
4.4	Cargar programa a los equipos.....	64
4.5	Programación del ARDUINO UNO.....	64
4.6	Elaboración de guía práctica entre el PLC SIMATIC S7-1200 y pantalla táctil.....	67
5	ANÁLISIS DE COSTOS ENTRE EQUIPOS DE LAS MISMA CARACTERÍSTICAS.	
5.1	Costos.....	70
5.2	Costos directos.	70
5.2.1	<i>Materiales directos.....</i>	70
5.2.2	<i>Mano de obra directa.....</i>	70
5.3	Costos indirectos.....	70
5.3.1	<i>Materiales indirectos.....</i>	71
5.3.2	<i>Mano de obra indirecta.....</i>	71
5.3.3	<i>Gastos indirectos.....</i>	71
5.4	Costos de equipos implementados.	71
5.5	Costos de otros equipos similares.....	72
5.6	Análisis de costos.....	72
5.7	Resultados del análisis de costos.	73
6	MANTENIMIENTO Y SEGURIDAD DE LOS EQUIPOS.	
6.1	Plan de mantenimiento.....	74
6.2	Elaboración de métodos de seguridad para los equipos.....	76

6.2.1	<i>Seguridad.....</i>	76
6.2.2	<i>Sistema de seguridad del sistema de clasificación.....</i>	77
6.2.3	<i>Normas de seguridad.....</i>	77
6.2.3.1	<i>Normas de seguridad antes, durante y después de la práctica.....</i>	77
7	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	
7.1	Conclusiones.....	80
7.2	Recomendaciones.....	80

BIBLIOGRAFÍA

ANEXOS

PLANOS

LISTA DE TABLAS

		Pág.
1	Símbolos de los componentes de Electroneumática.....	6
2	Datos técnicos de los sensores inductivos.	9
3	Características técnicas del PLC SIMATIC S7-1200.....	12
4	Tipos de pantallas y sus características.....	20
5	Descripción de las partes de la pantalla táctil KTP 600 PN Basic.....	21
6	Conexiones Ethernet.....	25
7	Especificaciones técnicas.....	32
8	Estado técnico existente de la estación.	38
9	Conexiones en la estación de clasificación por materiales y colores.....	46
10	Guía práctica.....	67
11	Costos de equipos implementados.....	71
12	Costo de equipos similares.....	72
13	Actividades de mantenimiento en el sistema mecánico.....	74
14	Actividades de mantenimiento en el sistema eléctrico.....	75
15	Actividades de mantenimiento en el sistema neumático.....	76

LISTA DE FIGURAS

	Pág.
1	Elementos de cadena de mando..... 5
2	Sensor óptico..... 8
3	Sensor inductivo..... 9
4	Nomenclatura del sensor de marca..... 10
5	Interface del HMI..... 16
6	Panel basic KTP600 PN basic. 21
7	Comunicación básica del TIA PORTAL..... 22
8	Estructura del TIA Portal V12..... 23
9	Comunicación entre varios equipos por medio de un Switch Ethernet.... 26
10	Conexión Profibus..... 27
11	Conexión Profibus de S7-1200 como maestro a un esclavo ET200S DP... 28
12	Conexión Profibus entre un S7-1200 a dos esclavos como sistema maestro DP de nivel superior..... 28
13	Empleo de interface de comunicación RS232..... 29
14	Arduino Uno..... 32
15	Pines de alimentación..... 33
16	Terminales digitales Entradas/Salidas..... 34
17	Terminales de entradas analógicas..... 35
18	Condiciones iniciales de la estación de clasificación..... 37
19	Diseño de la base para estación de programación..... 39
20	Elaboración de la estación de programación..... 40
21	Tarjeta de conexiones de la estación de programación..... 42
22	Tarjeta electrónica del Syslink de la estación de clasificación por colores y materiales. 43
23	Tarjeta electrónica para montar al ARDUINO UNO. 43
24	Tarjeta electrónica montada en el mando inalámbrico..... 44
25	Conexiones del PLC S7 1200 (1212C) con una de las tarjetas electrónicas..... 45
26	Circuito neumático de la estación. 47
27	Montaje de los equipos a la estación de programación..... 48
28	Elementos de control y mando en la estación de clasificación..... 48
29	Mando de control inalámbrico..... 49
30	Estación de programación y estación de clasificación..... 49
31	Diagrama de flujo del funcionamiento de la estación de clasificación..... 51
32	Transferencia de la licencia al programa TIA PORTAL..... 52
33	Trasferencia de la licencia..... 52
34	Creación de un nuevo proyecto..... 53
35	Agregar un dispositivo S7-1200..... 54
36	Determinación del dispositivo..... 54
37	Dispositivos conectados..... 54
38	Nombre, dirección IP y calibración de la pantalla..... 55
39	Agregar un dispositivo HMI..... 56
40	Declaración de variables de programación..... 56
41	Inicio del sistema. 57
42	Detección de un objeto. 57
43	Lectura de sensores inductivos y colores. 58
44	Selección del objeto metálico. 58
45	Activación de datos..... 59
46	Cambio parámetros del buffer..... 59
47	Llegada de datos inalámbricos..... 60
48	Recepción de datos..... 61

49	Enclavamiento de inalámbrico.	61
50	Screen MENU PRINCIPAL de la pantalla KTP600 PN.....	62
51	Screen SELECCIÓN AUTO- INALÁMBRICO de la pantalla KTP600 PN..	62
52	Screen AUTOMÁTICO de la pantalla KTP600 PN.....	63
53	Screen INALÁMBRICO de la pantalla KTP600 PN.....	63
54	Screen INALÁMBRICO de la pantalla KTP600 PN.....	64
55	Screen CRÉDITOS de la pantalla KTP600 PN.....	65
56	Cargar programa al dispositivo.....	65
57	Programación del funcionamiento Inalámbrico.....	66

LISTA DE ABREVIACIONES

PLC	Controlador lógico programable.
CM	Módulo de comunicación
TIA	Automatización totalmente integrado
HMI	Interfaz hombre maquina
LED	Diodo emisor de luz
CPU	Unidad central de procesamiento
OBs	Bloques de organización
FBs	Bloques de función
DBs	Bloques de datos
SCADA	Supervisory Control and Data Acquisition
WinCC	Sistema de supervisión sobre PC
PC	Computadora personal
CE	Conformidad Europea
UL	Underwriters Laboratories Inc.
NEMA	National Electrical Manufacturers Association
TFT	Transistor de películas finas
TCP	Transmission Control Protocol
RCF	Request For Comments
UDP	User Datagram Protocol
DP	Profibus
PtP	Protocolo Punto Punto
USS	Universal Serial Interface Protocol
RFID	Radio Frequency IDentification
RS232	Recommended Standard-232
Tx	Trasmisión de datos
Rx	Recepción de datos
RxD	LED de Recepción de datos
TxD	LED Trasmisión de datos
PORT_CFG	Configuración de puerto
SEND_CFG	Configuración de trasmisión serie
RCV_CFG	Configuración de recepción serie
SEND_PTP	Transfiere de datos punto a punto
RCV_PTP	Recepción de datos punto a punto
RCV_RST	Inicia el búfer de recepción
SGN_SET	Activar señales
SGN_GET	Consultar señales
USB	Universal Serial Bus
VIN	Voltaje de entrada
GND	Tierra
TTL	Transistor-Transistor Logic
SPI	Serial Peripheral Interface
PWM	Modulación por ancho de pulso
AREF	Análogo reference
AISI	American Iron and Stell Institute
CSM	Compact Switch Module
IP65	Grado de Protección
IP	Protocolo de internet

LISTA DE ANEXOS

- A Especificaciones técnicas del sensor de marca OmRON
- B Tabla de variables
- C Especificaciones técnicas transmisor y receptor inalámbrico
- D Regulador de Voltaje DC – DC
- E Homogenización tareas de mantenimiento

RESUMEN

Se repotenció al módulo de clasificación por colores y materiales con la implementación de una PLC S7-1200 (PLC: Controlador Lógico Programable) y una pantalla táctil HMI KTP600 PN (HMI: Interface Hombre Máquina) (PN: Profit Net) para el laboratorio de Control y Manipulación Automática. Dichos equipos implementados con la nueva tecnología de automatización, se los utilizó para diferentes procesos del laboratorio mencionado de la Facultad de Mecánica–ESPOCH.

Se investigó cómo realizar la comunicación de datos mediante un módulo de comunicación serial hacia el PLC desde una tarjeta electrónica Arduino Uno, intercambiando datos entre éstos con un módulo de comunicación CM 1241 (RS232) (CM: Módulo de Comunicación), controlado mediante señales inalámbricas por medio del Arduino, para lo cual se diseñaron y construyeron tarjetas electrónicas para lograr su comunicación entre estos dispositivos.

Se implementó además, tarjetas Sislynk de conexiones de entradas, salidas y de fuente de alimentación, con el fin de tener un ahorro de espacio en las conexiones entre cada uno de las estaciones y facilitar, en cierta forma, la transmisión de señales desde una estación hacia la otra.

Se utilizó el nuevo software TIA PORTAL V12 Basic. (TIA: Automatización Totalmente Integrada), para programar el PLC S7-1200 y la pantalla táctil KTP600 PN, con su debida licencia “USB floating licence”(USB :Universal Serial Bus), para ser transportada desde una computadora a otra.

Se desarrolló un plan de mantenimiento y normas de seguridad a la estación de programación y a la estación de clasificación por colores y materiales para conservar en buen estado de funcionamiento a cada uno de ellos y también se desarrolló una guía de práctica para las estaciones mencionadas.

ABSTRACT

The Classification module by colors and materials was re-strengthened with the implementation of a PLC S7-1200 (PLC: Programmable Logic Controller) and a touchscreen HMI KTP600 PN (HMI: Human Machine Interface) (PN: Profit Net) for the Control and Manipulation Control Laboratory. The equipment implemented with the new automation technology was used for different processes at the laboratory mentioned before, which belongs to Mechanics Faculty – ESPOCH.

It was investigated how to elaborate the data communication by means of a Serial Communication Module toward the PLC from an electric card Arduino Uno, interchanging data among them with a CM 1241 (RS232) (CM: Communication Module), were designed and built to get communication among these devices.

Sislynk cards of inputs, outputs and power supply were also implemented to have savings in connection space among each one of the station and to ease, in a certain way, the signal transmission from one station to another.

The new software TIA PORTAL V12 Basic (TIA: Totally Integrated Automation) was used, to program the PLC S7-1200 and the touchscreen KTP600 PN, with its “USB floating license” (USB: Universal Serial Bus), to be transported from one computer to another.

A maintenance and security regulation plan was developed to the programming station and to the classification station by colors and materials to preserve in good operation condition each one of them, and a practice guide was also developed for the mentioned stations.

CAPÍTULO I

1. INTRODUCCIÓN.

1.1 Aspectos generales.

El laboratorio de Control y Manipulación Automática cuenta con el módulo de clasificación por colores y materiales, cuyos equipos del módulo que se encuentran en un estado de funcionalidad medio-bajo, que son utilizados en el laboratorio por los estudiantes de la escuela de Ingeniería de Mantenimiento de la Facultad de Mecánica, para la realización de prácticas con el fin de preparar y formar profesionales con un perfil idóneo para la industria.

Con los diversos avances tecnológicos que se inmersa en la industria, ha sido indispensable la implementación de los equipos modernos para el laboratorio como es la automatización del módulo mencionado anteriormente con equipos tanto el PLC SIMATIC S7-1200 y la pantalla táctil SIMATIC Basic Panel KTP600 PN, con la comunicación entre esos dos equipos implementados vía ETHERNET.

El PLC SIMATIC S7-1200 abarca distintos controladores lógicos programables (PLCs), que pueden utilizarse para numerosas tareas. Gracias a su diseño compacto, bajo costo y amplio juego de instrucciones, los PLCs S7-1200 son idóneos para controlar una gran variedad de aplicaciones. Los modelos S7-1200 y el software de programación basado en Totally Integrated Automation Portal (TIA Portal) ofrecen la flexibilidad necesaria para solucionar las tareas de automatización.

Los SIMATIC HMI Basic Panels destacan por su diseño innovador y su alto rendimiento, además ofrecen una característica única: la configuración a través de SIMATIC WinCC en el TIA Portal con una eficiencia en ingeniería desconocida hasta ahora.

La visualización permite mejorar considerablemente la calidad del proceso incluso en máquinas compactas o aplicaciones de pequeño alcance. Hasta ahora muchas veces se renunciaba a esta posibilidad de manejo y visualización por razones de precio. Los Basic Panels de SIMATIC HMI ofrecen funciones HMI básicas a un precio muy interesante, lo que abre nuevas posibilidades para el sector industrial.

El software de ingeniería TIA Portal permite la configuración coherente con el panel de operador SIMATIC, hasta los puestos de visualización en la PC. Su integración en el Totally Integrated Automation Portal hace posible una eficacia de configuración notablemente mayor que la anterior WinCC flexible, en especial cuando se trata de manejar y visualizar aplicaciones de controladores SIMATIC.

SIMATIC NET Siemens, se basa en Industrial de comunicación Ethernet e incluye todo lo que necesita para darse cuenta de las redes y los sistemas industriales de alta eficiencia; componentes de red de gran alcance, el uso confiable en ambientes industriales severos, un sistema de cableado para el montaje rápido, la redundancia rápida para fiabilidad y un concepto de señalización para el control continuo de los componentes de red.

1.2 Antecedentes.

En el laboratorio de Control y Manipulación Automática perteneciente a la Escuela de Ingeniería de Mantenimiento de la Facultad de Mecánica, existen módulos con equipos que se utilizan gran parte en la industria y ayudan en la práctica para la formación profesional de los estudiantes, dichos módulos son controlados mediante la manipulación del ser humano de forma semi-manual.

Cabe recalcar que la tecnología avanza día a día y los procesos industriales se modernizan con instrumentos y equipos que facilitan la labor del personal y mejorar el funcionamiento de los equipos para que su productividad sea rentable en la industria.

Lo que se procura en el laboratorio de la escuela, que los estudiantes realicen prácticas industriales de una forma confiable, eficaz y segura permitiéndoles de esta manera que los estudiantes se familiaricen con la tecnología actual, mediante el uso de un interfaz hombre-máquina (HMI), que gobierna grandes procesos industriales y ayudan a la supervisión de los equipos que conforman un proceso.

1.3 Justificación.

La Escuela de Ingeniería de Mantenimiento de la Facultad de Mecánica de la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo cuenta con el Laboratorio de Control y Manipulación Automática, donde se hallan módulos para que los estudiantes de los diferentes niveles realicen prácticas.

Se ha visto la necesidad de simular procesos industriales con la ayuda de pantallas táctiles para el trabajo con SIMATIC S7-1200, que permita simular señales para observar un proceso completo de los diferentes sistemas, haciéndolos más funcionales para las distintas prácticas que se realizan en el laboratorio, desarrollando de mejor manera las destrezas y habilidades de los estudiantes.

La implementación de los módulos del laboratorio de Control y Manipulación Automática de la Facultad de Mecánica, permitirá brindar a los estudiantes una mejor formación académica y profesional en esta importante área del mantenimiento.

Dado que la Escuela de Ingeniería de Mantenimiento no cuenta con los suficientes recursos para la renovación de los módulos y adquisición de los equipos para el laboratorio de Control y Manipulación Automática, resulta conveniente que por medio de trabajos de investigación desarrollado por los estudiantes, se logren mejorar los módulos de prácticas y también adquirir los equipos de automatización como aporte a la Escuela de Ingeniería de Mantenimiento, la Facultad de Mecánica y por ende a la ESPOCH.

1.4 Objetivos.

1.4.1 *Objetivo general.* Implementar el PLC SIMATIC S7-1200 y pantalla táctil al módulo de clasificación por colores y materiales para el laboratorio de Control y Manipulación Automática de la Escuela de Ingeniería de Mantenimiento de la ESPOCH.

1.4.2 *Objetivo específicos.*

Analizar el funcionamiento del módulo de clasificación por colores y materiales.

Repotenciar el estado de funcionamiento del módulo de clasificación por colores y materiales.

Establecer una comunicación del PLC SIMATIC S7-1200 y pantalla táctil mediante ETHERNET.

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

CAPÍTULO II

2. MARCO TEÓRICO.

2.1 Electroneumática.

La Neumática Básica o Pura, se produce mediante una fuerza mediante que generan los actuadores o motores neumáticos, lineales o rotativos, pero además el gobierno de éstos y la introducción de señales, finales de carrera, sensores y captadores, se efectúa mediante válvulas exclusivamente neumáticas, es decir el mando, la regulación y la automatización se realiza de manera totalmente neumática.

Pues bien, esta manera de proceder se reserva a circuitos neumáticos muy sencillos y a casos en que, por cuestiones de seguridad, no se pueden admitir elementos eléctricos.

En la Electroneumática los actuadores siguen siendo neumáticos, los mismos que en la Neumática Básica, pero las válvulas de gobierno mandadas neumáticamente, son sustituidas por electroválvulas activadas con electroimanes en lugar de pilotadas con aire comprimido.

Las electroválvulas son convertidores Electroneumática que transforman una señal eléctrica en una actuación neumática.

Por otra parte los sensores, fines de carrera y captadores de información son elementos eléctricos, con lo que la regulación y la automatización son, por tanto, eléctricas o electrónicas.

Las ventajas de la Electroneumática sobre la Neumática Pura son obvias y se concretan en la capacidad que tienen la electricidad y la electrónica para emitir, combinar, transportar y secuenciar señales, que las hacen extraordinariamente idóneas para cumplir tales fines.

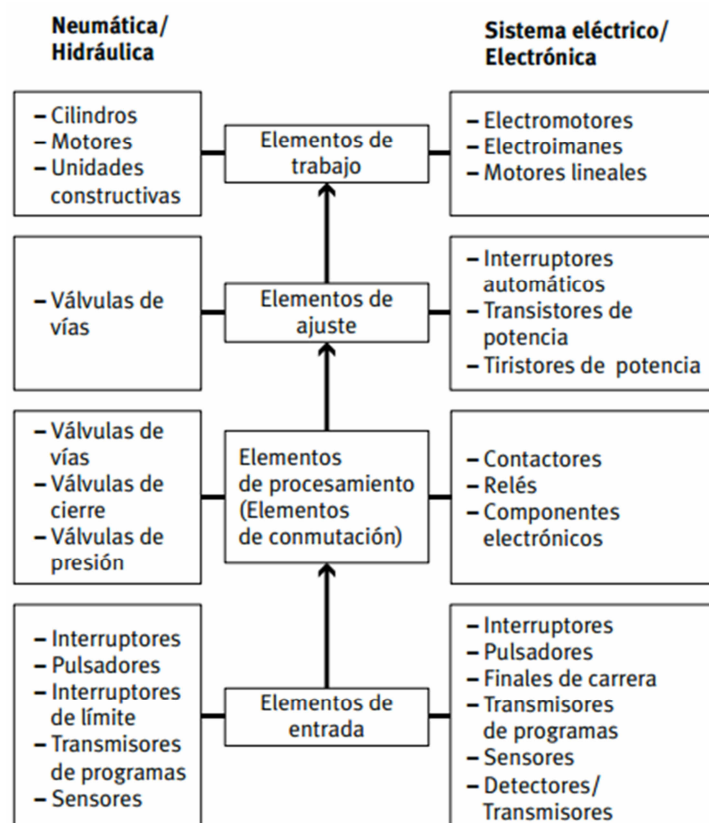
Se suele decir que la Neumática es la fuerza y la electricidad los nervios del sistema de un proceso. (ITESCAM pág. 1)

2.1.1 Elementos de la cadena de mando. El principio de la cadena de mando se emplea al elaborar el esquema de conexiones. Cada uno de los elementos de la cadena de mando cumple una tarea determinada en el procesamiento y la transmisión de señales.

La eficacia de esta estructuración de un sistema en bloques de funciones se ha comprobado en las siguientes tareas:

- Disposición de los elementos en el esquema de conexionado.
- Especificación del tamaño nominal, la corriente nominal y la tensión nominal de los componentes.
- Estructura y puesta en marcha del mando.
- Identificación de los componentes al efectuar trabajos de mantenimiento. (FESTO, 2000 pág. 1)

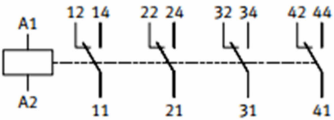
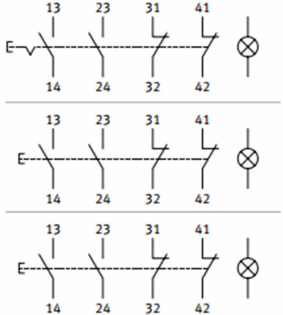
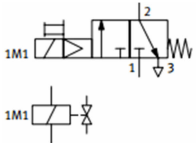
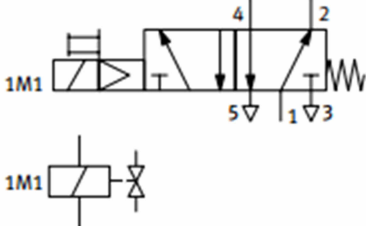
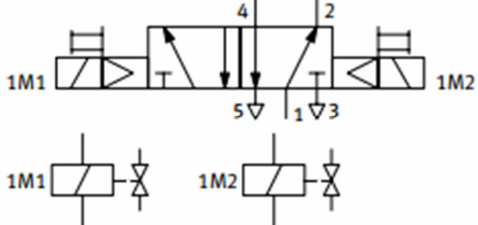
Figura 1. Elementos de cadena de mando

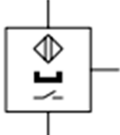
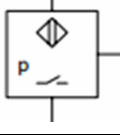
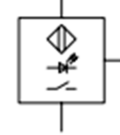
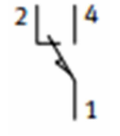


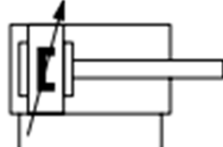
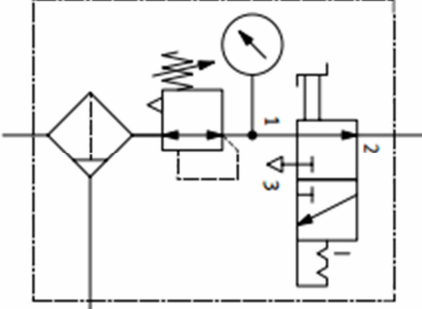
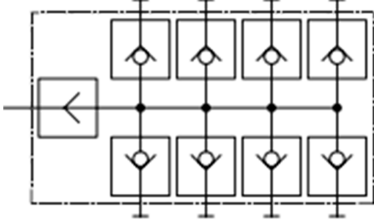


Fuente: <http://agora.escoladeltreball.org/Members/cblasco/1wesa/pneumatica/electro-pneumatica.pdf>

2.1.2 Componentes de nivel básico. Los componentes incluidos en este equipo didáctico de nivel básico fueron concebidos para la formación básica en materia de la técnica de control Electroneumática. El equipo contiene todos los componentes necesarios para alcanzar los objetivos didácticos definidos y puede ampliarse ilimitadamente con otros conjuntos de componentes. Para el montaje de los sistemas de control se necesitan adicionalmente el panel perfilado, una unidad de alimentación eléctrica y una fuente de aire comprimido. (FESTO, 2005 págs. 17-20)

Tabla 1. Símbolos de los componentes de Electroneumática

Denominación	Símbolo
Relé	
Entrada de señales eléctricas	
Electroválvula de 3/2 vías, normalmente cerrada	
Electroválvula de 5/2 vías	
Electroválvula biestable de 5/2 vías	

Detector de proximidad electrónico	
Sensor de presión	
Detector de proximidad óptico	
Detector de final de carrera eléctrico	
Regulador de flujo unidireccional	
Cilindro de simple efecto	
Cilindro de doble efecto	
Válvula de interrupción con filtro y Regulador	
Distribuidor de aire	

Fuente: www.festo-

didactic.com/ov3/media/customers/1100/00065533001134644153.pdf

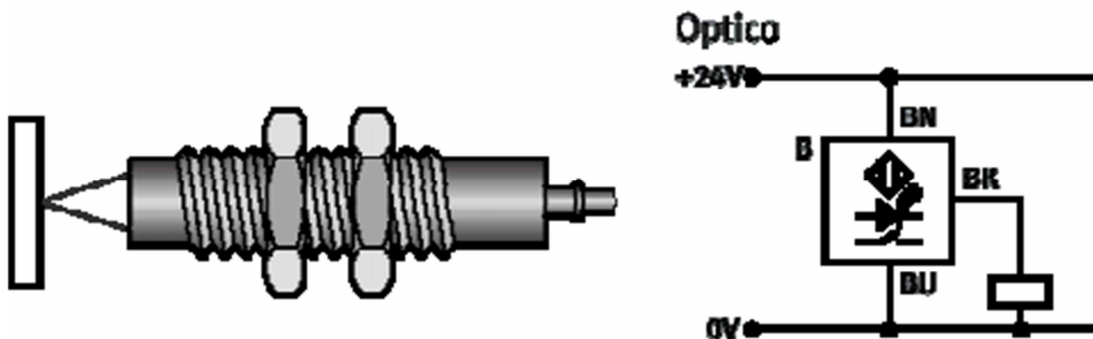
2.1.3 Descripción y especificaciones de los elementos de la estación.

2.1.3.1 Sensor óptico. Los sensores de proximidad ópticos utilizan medios ópticos y electrónicos para la detección de objetos. Para ello se utiliza luz roja o infrarroja.

Los diodos semiconductores emisores de luz (LEDs) son una fuente particularmente fiable de luz roja e infrarroja. Son pequeños y robustos, tienen una larga vida útil y pueden modularse fácilmente. Los fotodiodos y fototransistores se utilizan como elementos receptores.

Cuando se ajusta un sensor de proximidad óptico, la luz roja tiene la ventaja frente a la infrarroja de que es visible. Además pueden utilizarse fácilmente cables de fibra óptica de polímero en la longitud de onda del rojo, dada su baja atenuación de la luz. La luz infrarroja (invisible) se utiliza en ocasiones en las que se requieren mayores prestaciones, por ejemplo, para cubrir mayores distancias. Además, la luz infrarroja es menos susceptible a las interferencias (luz ambiental). (ITESCAM pág. 11)

Figura 2. Sensor óptico

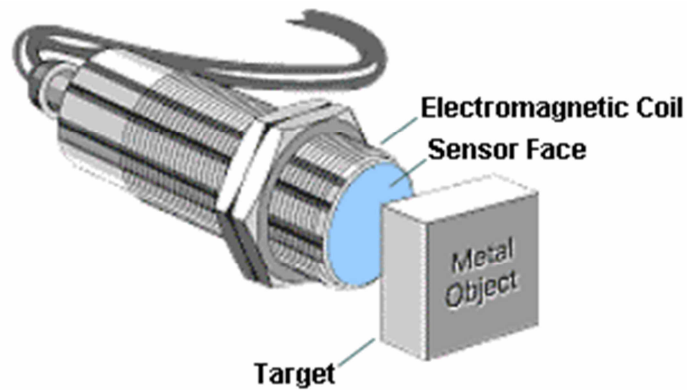


Fuente: <http://www.itescam.edu.mx/principal/sylabus/fpdb/recursos/r71916.PDF>

2.1.3.2 Sensor inductivo. Este tipo de sensores incorporan una bobina electromagnética que es usada para detectar la presencia de un objeto de metal conductor ignoran los objetos no metálicos.

Son utilizados principalmente en la industria, tanto para aplicaciones de posicionamiento como para detectar la presencia de objetos metálicos en determinados contextos (control de presencia o de ausencia, detección de paso, de atasco, de posicionamiento, de codificación y de conteo).

Figura 3. Sensor inductivo



Fuente: lonely113.blogspot.com/search?q=sensores+inductivos

La especificación a la cual son sometidos los sensores inductivos se encuentra establecida en la siguiente tabla 2. (PACCO, 2011 págs. 1,19)

Tabla 2. Datos técnicos de los sensores inductivos.

Tipo:	Normalmente Abierto (NO)
Tipo de transistor:	PNP
Distancia nominal:	8 mm
Diámetro:	18 mm
Tensión:	10 – 30 V CC
Salida de control:	máx. 200 mA
Objeto patrón detectado:	Hierro 3 10 x 10 x 1 mm
Distancia diferencial	± 10%
Repetibilidad	± 0,5%
Tiempo de respuesta de DC	200HZ
Temperatura de funcionamiento	-25 °C - +65 °C
Humedad de funcionamiento	45% -85%
Resistencia de aislamiento	50 megohmio
Material de la Caja	Metal
Clase de protección	IP67

Fuente: lonely113.blogspot.com/search?q=sensores+inductivos

2.1.3.3 Sensor de marca color. Este tipo de sensores detecta objetos sin fondos brillantes, con una detección estable.

Los niveles de detección y umbral del sensor permiten la visualización del estado de operación de trabaja.

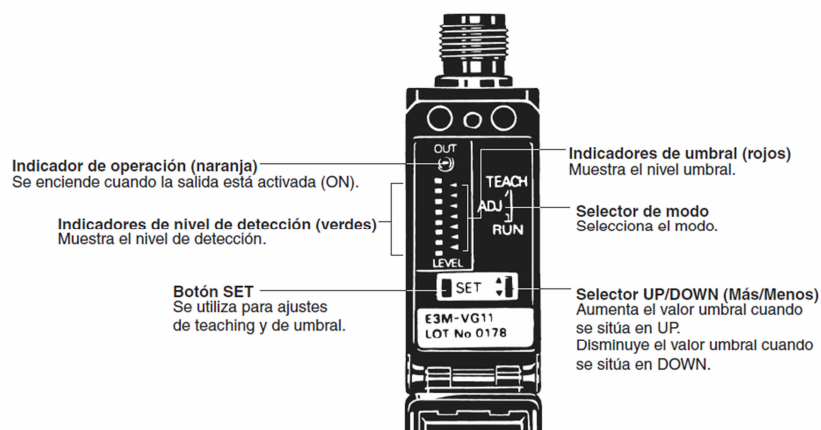
Sensores de marca hacen establecer automáticamente el nivel umbral óptimo mientras pasan los diferentes objetos detectables e logran incorporar una función auto-teaching que distingue entre la marca y el fondo y que se pone a ON cuando se detecta la marca.

Con una estructura de grado de protección IP67 y un conector giratorio M12. Presentan una respuesta de alta velocidad de 50 s.

A continuación se indica el funcionamiento del sensor de ajuste y detección

- *Detecta con fiabilidad marcas en hojas laminadas.* El sistema óptico coaxial garantiza una amplia distancia de detección y características de detección estables en una gran variedad de ángulos, incluso en el caso de objetos cuya distancia fluctúa o que se inclinan angularmente, así como de objetos laminados con marcas, que los modelos convencionales tienen dificultades para detectar.
- *Tachen automático.* Esta función ajusta automáticamente el valor umbral, basándose en una entrada de control remoto, mientras la pieza está en movimiento. No es necesario situar la marca en el punto óptico. (OmRON, 2013 págs. 1-5)

Figura 4. Nomenclatura del sensor de marca



Fuente: <http://downloads.industrial.omron.eu/IAB/Products/Sensing/Photoelectric%20Sensors/Special%20Models/E3M-V/E280/E280-ES2-01A-X+E3M-V+Datasheet.pdf>

Las especificaciones de sensor de marca **OMRON**, según el tipo E3M-VG17 correspondiente a la estación se podrán ser vistas en el ANEXO A.

2.2 Definición PLC SIMATIC S7-1200.

El controlador lógico programable (PLC) S7-1200 ofrece la flexibilidad y capacidad de controlar una gran variedad de dispositivos para las distintas tareas de automatización.

Gracias a su diseño compacto, configuración flexible y amplio juego de instrucciones, el S7-1200 es idóneo para controlar una gran variedad de aplicaciones.

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

Una vez cargado el programa en la CPU, ésta contiene la lógica necesaria para vigilar y controlar los dispositivos de la aplicación.

La CPU vigila las entradas y cambia el estado de las salidas según la lógica del programa de usuario, que puede incluir lógica booleana, instrucciones de conteo y temporización, funciones matemáticas complejas, así como comunicación con otros dispositivos inteligentes.

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

- Toda CPU ofrece protección por contraseña que permite configurar el acceso a sus funciones.
- Es posible utilizar la "protección de know-how" para ocultar el código de un bloque específico.

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

Los diferentes modelos de CPUs ofrecen una gran variedad de funciones y prestaciones que permiten crear soluciones efectivas destinadas a numerosas aplicaciones. (SIEMENS, 2011 págs. 13-15)

Tabla 3. Características técnicas del PLC SIMATIC S7-1200

FUNCIÓN	CPU 1212C
Dimensiones físicas (mm)	90 x 100 x 75
Memoria de usuario <ul style="list-style-type: none"> ● Memoria de trabajo ● Memoria de carga ● Memoria remanente 	<ul style="list-style-type: none"> ● 25 KB ● 1 MB ● 2 KB
E/S integradas locales <ul style="list-style-type: none"> ● Digitales ● Analógicas 	<ul style="list-style-type: none"> ● 8 entradas/6 salidas ● 2 entradas
Tamaño de la memoria imagen de Proceso	1024 bytes para entradas (I) y 1024 bytes para salidas (Q)
Área de marcas (M)	4096 bytes
Ampliación con módulos de señales	2
Signal Board	1
Módulos de comunicación	3 (ampliación en el lado izquierdo)
Contadores rápidos <ul style="list-style-type: none"> ● Fase simple ● Fase en cuadratura 	4 3 a 100 kHz 1 a 30 kHz 3 a 80 kHz 1 a 20 kHz
Salidas de impulsos	2
Memory Card	SIMATIC Memory Card (opcional)
Tiempo de respaldo del reloj de tiempo real	Típico: 10 días / Mínimo: 6 días a 40 °C
PROFINET	1 puerto de comunicación Ethernet
Velocidad de ejecución de funciones matemáticas con números reales	18 µs/instrucción
Velocidad de ejecución booleana	0,1 µs/instrucción

Fuente: SIMATIC S7-1200 Manual del Producto.pdf

2.2.1 Estructura básica del PLC. La CPU soporta los siguientes tipos de bloques lógicos que permiten estructurar eficientemente el programa de usuario:

- Los bloques de organización (OBs) definen la estructura del programa. Algunos OBs tienen reacciones y eventos de arranque predefinidos. No obstante, también es posible crear OBs con eventos de arranque personalizados.
- Las funciones (FCs) y los bloques de función (FBs) contienen el código de programa correspondiente a tareas específicas o combinaciones de parámetros. Cada FC o FB provee parámetros de entrada y salida para compartir datos con el bloque invocante. Un FB utiliza también un bloque de datos asociado (denominado DB instancia) para conservar el estado de valores durante la ejecución que pueden utilizar otros bloques del programa.
- Los bloques de datos (DBs) almacenan datos que pueden ser utilizados por los bloques del programa. (SIEMENS, 2011 pág. 61)

2.2.2 Aplicaciones del PLC en la industria. Su utilización se da fundamentalmente en aquellas instalaciones en donde es necesario realizar procesos de maniobra, control, señalización, etc. Por tanto, su aplicación abarca desde procesos de fabricación industrial de cualquier tipo al de transformaciones industriales, control de instalaciones, etc.

La selección de un PLC como sistema de control depende de las necesidades del proceso productivo que tiene que ser automatizado, considerando como más importantes los aspectos que a continuación se enlistan:

- *Espacio reducido.* Cuando el lugar donde se tiene que instalar el sistema de control dentro de la planta es muy pequeño el PLC es la mejor alternativa, ya que aun con todos sus aditamentos necesarios llegan a ocupar un mínimo de espacio sin que esto vaya en detrimento de la productividad y la seguridad del personal y las instalaciones.
- *Procesos de producción periódicamente cambiantes.* Existen industrias como es la automotriz que año con año se ve en la necesidad de cambiar el modelo del vehículo que sale de sus plantas, razón por la cual se tiene que modificar tanto la secuencia de armado como el reajustar los valores de tolerancia de las partes con las

que se arma el vehículo. Siendo el arma principal de estos cambios, las modificaciones que sufren las instrucciones del programa que controla la lógica de operación del PLC.

- *Procesos secuenciales.* Es bien conocido que cuando una actividad que se repite una gran cantidad de veces durante cierto intervalo de tiempo, se convierte en una actividad monótona para el hombre, produciendo en determinado momento fatiga del tipo emocional, provocando la desconcentración y la inducción involuntaria de errores que pueden ser fatales, tanto para la integridad del hombre como para las instalaciones. Con un PLC se puede evitar lo anterior con tan solo implementar secuencias de control, que aunque se repitan muchas veces durante el día, no se perderá la precisión con la que tienen que hacerse.
- *Actuadores distintos en un mismo proceso industrial.* Con un solo PLC se cuenta con la posibilidad de manipular actuadores de diferente naturaleza entre sí, y todavía más, con un mismo PLC se pueden dirigir diferentes líneas de producción en las que cada una tiene asignada a sus propios actuadores, esto último depende de la cantidad de salidas y en general del tamaño en cuanto a su capacidad para alojar el programa de usuario.
- *Verificación de las distintas partes del proceso de forma centralizada.* Existe una gran cantidad de industrias en que la planta de producción se encuentra alejada de la sala de control, o también por ejemplo, como es en las plantas petroleras, se tiene la necesidad de verificar la operación a distancia de todas las refinerías. Con un PLC se tiene de manera natural el diseño de redes de comunicación, para que se canalice la información a una central desde la cual se pueda observar a distancia como se encuentra operando el sistema de control automático, y se visualice por medio de monitores la representación gráfica tanto de los sensores como de los actuadores.

2.2.3 Ejemplos de aplicaciones de los PLC:

A. Maniobras de máquinas.

- Maquinaria industrial del mueble y la madera.
- Maquinaria en proceso de grava, arena y cemento.

- Maquinaria en la industria del plástico.
- Maquinas-herramientas complejas.
- Maquinaria de ensamblaje.
- Máquinas de transferencia.

B. Maniobra de instalaciones.

- Instalaciones de aire acondicionado y calefacción.
- Instalaciones de seguridad.
- Instalaciones de almacenamiento y transporte.
- Instalaciones de plantas embotelladoras.
- Instalaciones en la industria automotriz.
- Instalación de tratamientos térmicos.
- Instalaciones de la industria azucarera. (UNAD pág. 1)

2.3 Interface Hombre Máquina (HMI).

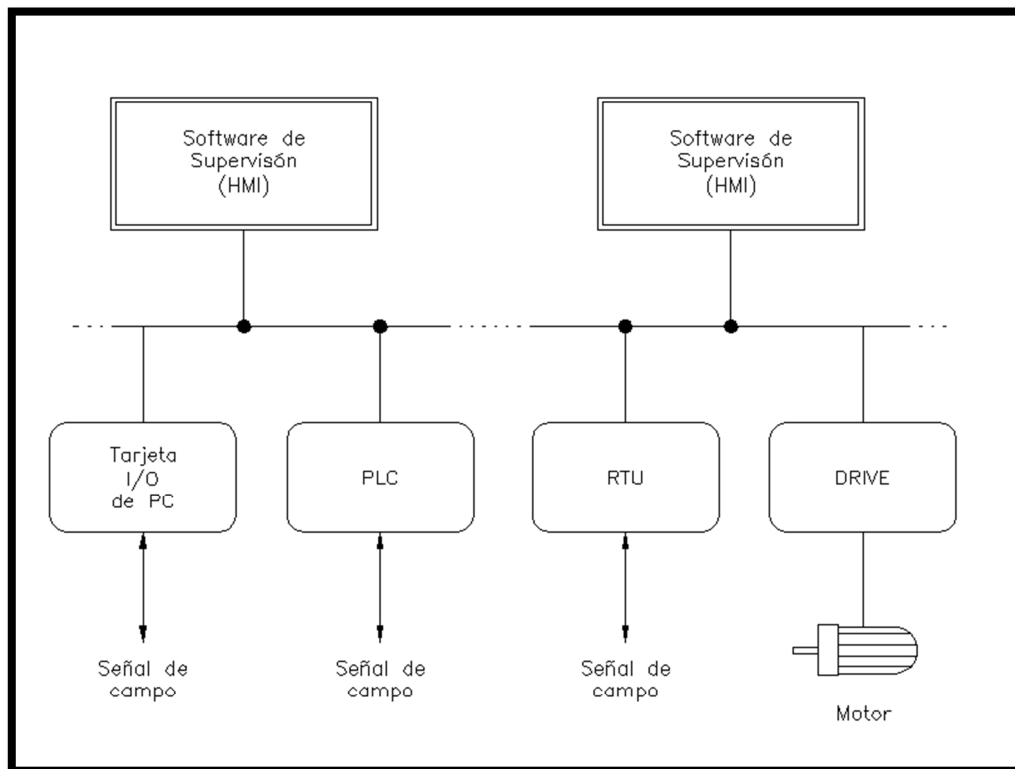
La sigla HMI es la abreviación en ingles de Interfaz Hombre Maquina. Los sistemas HMI podemos pensarlos como una “ventana” de un proceso. Esta ventana puede estar en dispositivos especiales como paneles de operador o en una computadora. Los sistemas HMI en computadoras se los conoce también como software HMI (en adelante HMI) o de monitoreo y control de supervisión.

Las señales del procesos son conducidas al HMI por medio de dispositivos como tarjetas de entrada/salida en la computadora, PLC’s (Controladores lógicos programables), RTU (Unidades remotas de I/O) o DRIVE’s (Variadores de velocidad de motores). Todos estos dispositivos deben tener una comunicación que entienda el HMI.

2.3.1 Tipos de HMI:

- Desarrollos a medida. Se desarrollan en un entorno de programación gráfica como VC++, Visual Basic, Delphi, etc.
- Paquetes enlatados HMI. Son paquetes de software que contemplan la mayoría de las funciones estándares de los sistemas SCADA.

Figura 5. Interface del HMI



Fuente: <http://iaci.unq.edu.ar/materias/laboratorio2/HMI%5CIntroduccion%20HMI.pdf>

2.3.2 Funciones de un software HMI:

- *Monitoreo.* Es la habilidad de obtener y mostrar datos de la planta en tiempo real.
- Estos datos se pueden mostrar como números, texto o gráficos que permitan una lectura más fácil de interpretar.
- *Supervisión.* Esta función permite junto con el monitoreo la posibilidad de ajustar las condiciones de trabajo del proceso directamente desde la computadora.

- *Alarmas.* Es la capacidad de reconocer eventos excepcionales dentro del proceso y reportarlo estos eventos basadas en límites de control pre- establecidos.
- *Control.* Es la capacidad de aplicar algoritmos que ajustan los valores del proceso y así mantener estos valores dentro de ciertos límites. Control va más allá del control de supervisión removiendo la necesidad de la interacción humana. Sin embargo la aplicación de esta función desde un software corriendo en una PC puede quedar limitada por la confiabilidad que quiera obtenerse del sistema.
- *Históricos.* Es la capacidad de mostrar y almacenar en archivos, datos del proceso a una determinada frecuencia. Este almacenamiento de datos es una poderosa herramienta para la optimización y corrección de procesos.

2.3.3 Tareas de un software de supervisión y control:

- Permitir una comunicación con dispositivos de campo
- Actualizar una base de datos “dinámica” con las variables del proceso.
- Visualizar las variables mediante pantallas con objetos animados (mímicos).
- Permitir que el operador pueda enviar señales al proceso, mediante botones, controles
- ON/OFF, ajustes continuos con el mouse o teclado.
- Supervisar niveles de alarma y alertar/actuar en caso de que las variables excedan los límites normales.
- Almacenar los valores de las variables para análisis estadístico y/o control.
- Controlar en forma limitada ciertas variables de proceso. (IACI págs. 1-2)

2.4 Pantallas táctiles HMI.

Los paneles SIMATIC se utilizan desde hace años para numerosas aplicaciones en diferentes sectores, dando hasta el momento buenos resultados. No solo destacan por

su diseño innovador y su alto rendimiento, además ofrecen una característica única: la configuración a través de SIMATIC WinCC en el TIA Portal con una eficiencia en ingeniería desconocida hasta ahora.

Funcionalidad homogénea en todos los tamaños de pantalla.

La gama de los paneles SIMATIC está claramente estructurada:

- Los Basic Panels de SIMATIC HMI ofrecen funciones básicas para aplicaciones HMI sencillas.
- Los SIMATIC HMI Comfort Panels están pensados para aplicaciones complejas.

La funcionalidad del hardware es idéntica dentro de cada familia de equipos. El usuario puede escoger el tamaño de pantalla idóneo para su aplicación y optar por la modalidad de manejo mediante pantalla táctil o teclado.

El software es escalable: se puede empezar con una aplicación pequeña e ir incrementando por ejemplo el número de tags al ritmo que se desee.

Los SIMATIC HMI Key Panels, los paneles innovadores, se entregan pre confeccionados. Frente al cableado convencional resulta un ahorro en el tiempo empleado de hasta el 60%.

Manejo y visualización móviles: inalámbricos y con plena funcionalidad de seguridad en las plantas de grandes dimensiones o con poca visibilidad, los paneles portátiles resultan muy ventajosos.

Los SIMATIC HMI Mobile Panels se presentan en versión conectada por cable o inalámbrica. Hasta ahora, solo los SIMATIC HMI Mobile Panels ofrecen plena funcionalidad a través de IWLAN.

Extraordinaria eficiencia en ingeniería: Los paneles SIMATIC pueden configurarse de modo intuitivo gracias a SIMATIC WinCC. En el Totally Integrated Automation Portal se alcanza una elevada eficiencia en ingeniería cuando se utilizan otros componentes de Totally Integrated Automation, como controladores SIMATIC. Gracias a la perfecta

interacción con STEP 7, se evita la necesidad de introducir varias veces los mismos datos y se garantiza su coherencia. (SIEMENS, 2012 pág. 2)

2.4.1 Características básicas de las pantallas táctiles. Los aspectos esenciales que se realizan en la comunicación hombre máquina son:

2.4.1.1 Indicación del estado del proceso. Para ello se pueden utilizar: equipos convencionales, terminales de video, impresoras, registradores, diodos emisores de luz (LED). Para la selección en pantallas se pueden emplear: mouse, teclado, lápiz óptico, touch screen.

2.4.1.2 Tratamiento e indicación de alarmas (buscan informar al operador de una situación anormal). Las alarmas se pueden representar:

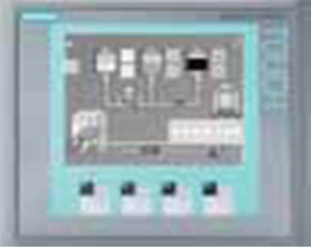



- En la propia pantalla, mediante símbolos que aparecen intermitentemente, cambios repetidos de color en el nombre de alguna variable o grupo, intermitencia de textos, mensajes etc.
- Mediante el uso de videos específicos.
- Mediante indicación sonora.
- Utilizando impresoras para imprimir los mensajes de alarma.

2.4.1.3 Ejecución de acciones de mando. Éstas se pueden realizar por técnicas convencionales (pulsadores, interruptores, potenciómetros, etc.), o mediante teclados, lápiz óptico, mouse, pantallas táctiles, etc. Las características del puesto de mando deben estudiarse cuidadosamente. Con el puesto de mando se debe buscar comodidad para el operador: temperatura estable, presión atmosférica ligeramente superior al exterior, y funcionales, buena iluminación. (UNICAUCA págs. 2-7)

2.4.2 Tipos de Paneles HMI Basic. Puesto que la visualización se está convirtiendo cada vez más en un componente estándar de la mayoría de las máquinas, los Basic Panels SIMATIC HMI ofrecen dispositivos con pantalla táctil para tareas básicas de control y supervisión. (SIEMENS, 2011 pág. 19)

Todos los paneles tienen el tipo de protección IP65 y certificación CE, UL y NEMA 4x.

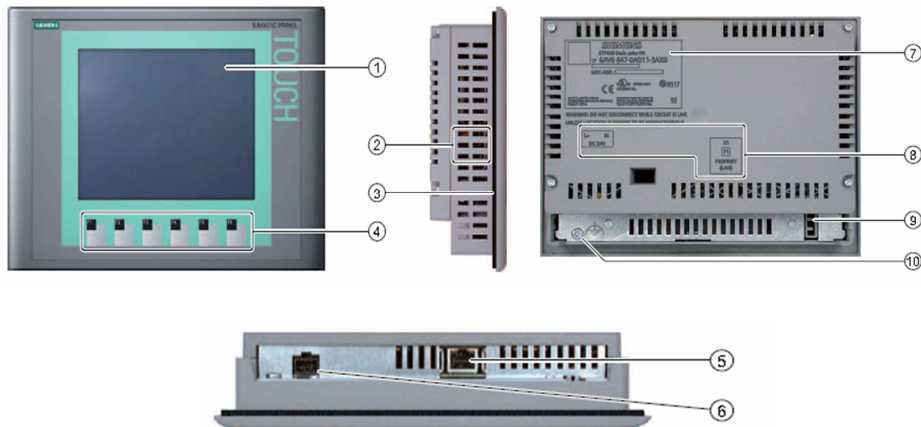
Tabla 4. Tipos de pantallas y sus características.

Panel HMI Basic	Descripción	Datos técnicos
	<ul style="list-style-type: none"> ● KTP 400 Basic PN ● Mono (Escala de grises) ● Pantalla táctil de 4 pulgadas con 4 teclas táctiles ● Vertical u horizontal ● Tamaño: 3.8" ● Resolución: 320 x 240 	<ul style="list-style-type: none"> ● 128 variables ● 50 pantallas de proceso ● 200 alarmas ● 25 curvas ● 32 KB memoria de recetas ● 5 recetas, 20 registros, ● 20 entradas
	<ul style="list-style-type: none"> ● KTP 600 Basic PN ● Color (TFT, 256 colores) o monocromo (STN, escala de grises) ● Con 6 teclas táctiles ● Vertical u horizontal ● Tamaño: 5.7" ● Resolución: 320 x 240 	<ul style="list-style-type: none"> ● 128 variables ● 50 pantallas de proceso ● 200 alarmas ● 25 curvas ● 32 KB memoria de recetas ● 5 recetas, 20 registros, ● 20 entradas
	<ul style="list-style-type: none"> ● KTP1000 Basic PN ● Color (TFT, 256 colores) ● Pantalla táctil de 10 pulgadas ● con 8 teclas táctiles ● Tamaño: 10.4" ● Resolución: 640 x 480 	<ul style="list-style-type: none"> ● 256 variables ● 50 pantallas de proceso ● 200 alarmas ● 25 curvas ● 32 KB memoria de Recetas ● 5 recetas, 20 registros, ● 20 entradas
	<ul style="list-style-type: none"> ● TP1500 Basic PN ● Color (TFT, 256 colores) ● Pantalla táctil de 15 pulgadas ● Tamaño: 15.1" ● Resolución: 1024 x 768 	<ul style="list-style-type: none"> ● 256 variables ● 50 pantallas de proceso ● 200 alarmas ● 25 curvas ● 32 KB memoria de recetas (memoria flash integrada)

Fuente: SIMATIC HMI Basic Panels Instrucciones de servicio.pdf

2.5 Componentes del KTP600 PN Basic.

Figura 6. Panel basic KTP600 PN basic.



Fuente: SIMATIC HMI Basic Panels Instrucciones de servicio.pdf

Tabla 5. Descripción de las partes de la pantalla táctil KTP 600 PN Basic

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

Fuente: SIMATIC HMI Basic Panels Instrucciones de servicio.pdf

2.6 TIA Portal.

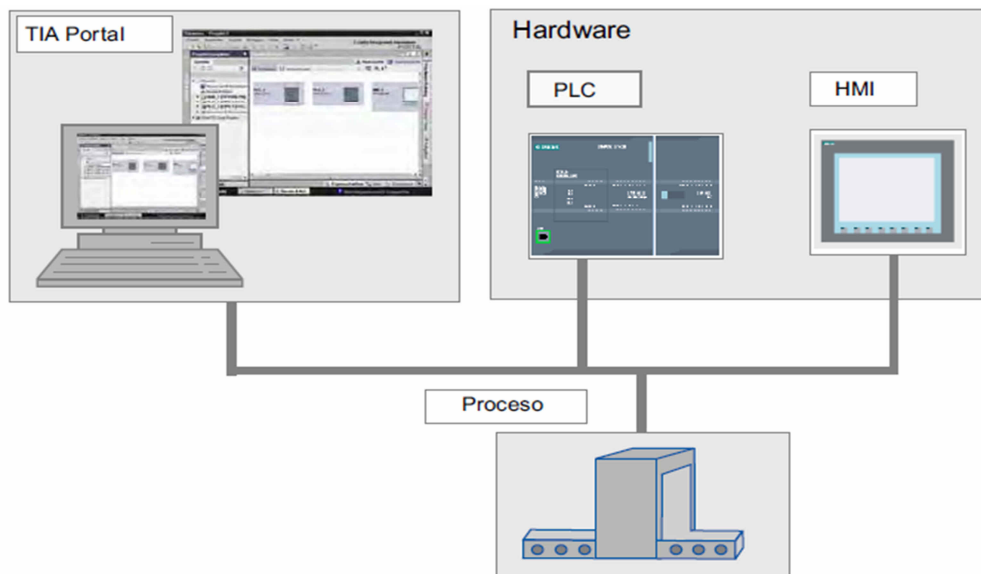
El Totally Integrated Automation Portal (TIA Portal) integra diferentes productos SIMATIC en una aplicación de software que le permitirá aumentar la productividad y la eficiencia del proceso.

Dentro del TIA Portal, los productos TIA interactúan entre sí, ofreciéndole soporte en todas las áreas implicadas en la creación de una solución de automatización.

Una solución de automatización típica abarca lo siguiente:

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

Figura 7. Comunicación básica del TIA PORTAL.



Fuente: www.iesmigueldecervantes.com/publica/sef/jose_fernando/practica_tia_portal_1.pdf

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

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

2.6.1 Ventajas. El TIA Portal ofrece las siguientes ventajas:

- Gestión conjunta de los datos.
- Manejo unitario de los programas, los datos de configuración y los datos de visualización.

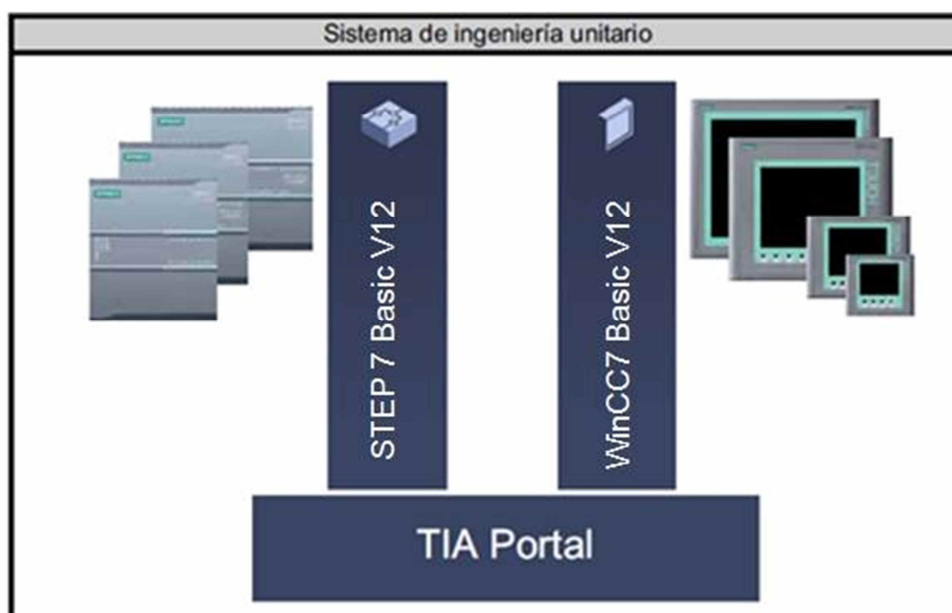
- Fácil edición mediante Drag & Drop.
- Comodidad de carga de los datos en los dispositivos.
- Manejo unitario.
- Configuración y diagnóstico asistidos por gráficos.

2.6.2 Sistema de ingeniería. Con el TIA Portal se configura tanto el control como la visualización en un sistema de ingeniería unitario.

Todos los datos se guardan en un proyecto, los componentes de programación (STEP 7) y visualización (WinCC) no son programas independientes, sino editores de un sistema que accede a una base de datos común. Todos los datos se guardan en un archivo de proyecto común.

Para todas las tareas se utiliza una interfaz de usuario común desde la que se accede en todo momento a todas las funciones de programación y visualización. (SIEMENS AG, 2009 págs. 9-10)

Figura 8. Estructura del TIA Portal V12



Fuente: www.iesmigueldecervantes.com/publica/sef/jose_fernando/practica_tia_portal_1.pdf

2.7 Comunicación del PLC y la pantalla táctil HMI KTP600 PN.

2.7.1 PROFINET y PROFIBUS.

2.7.1.1 PROFINET. Para el intercambio de datos a través del programa de usuario con otros interlocutores vía Ethernet:

- Para PROFINET y PROFIBUS, la CPU soporta un total de 16 dispositivos y 256 sub-módulos, con un máximo de 8 dispositivos PROFINET IO y 128 sub-módulos, sea cual sea el que se alcance primero.
- Comunicación S7
- Protocolo User Datagram Protocol (UDP)
- ISO on TCP (RFC 1006)
- Transport Control Protocol (TCP)

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

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

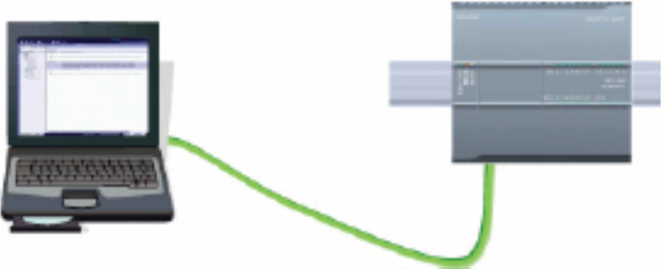
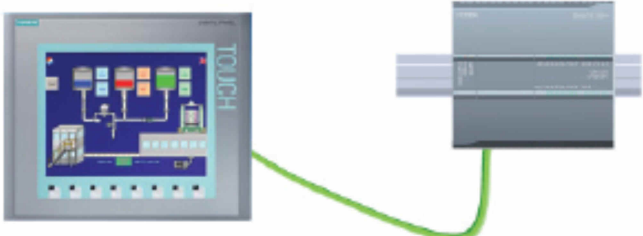
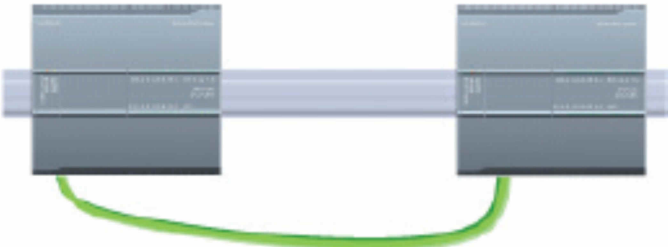
- Interlocutores implicados
- Tipo de conexión (por ejemplo una conexión de PLC, HMI o dispositivo)
- Ruta de conexión

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

Si la conexión se deshace (por ejemplo debido a una interrupción de la línea o desde el interlocutor remoto), el interlocutor activo intenta restablecer la conexión configurada. No es necesario volver a ejecutar la instrucción.

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

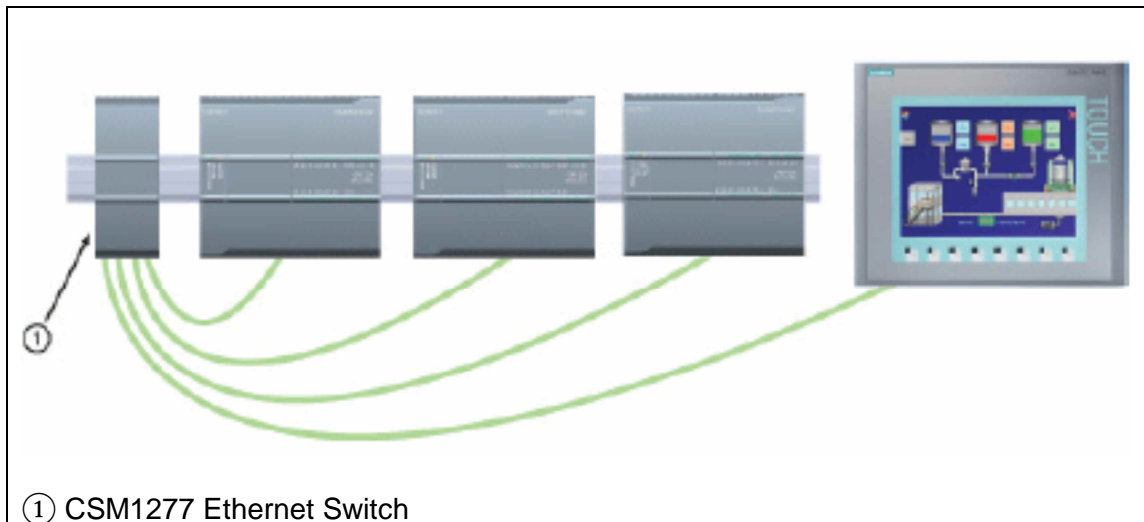
Tabla 6. Conexiones Ethernet

	<p>Programadora conectada a la CPU</p>
	<p>HMI conectado a la CPU</p>
	<p>Una CPU conectada a otra CPU</p>

Fuente: SIMATIC S7-1200 Manual del producto.pdf

El puerto PROFINET de la CPU no contiene un dispositivo de conmutación Ethernet. Una conexión directa entre una programadora o HMI y una CPU no requiere un conmutador Ethernet. Sin embargo, una red con más de dos CPUs o dispositivos HMI sí requiere un conmutador Ethernet.

Figura 9. Comunicación entre varios equipos por medio de un switch Ethernet



Fuente: [www.swe.siemens.com/spain/web/es/industry/automatizacion/aut_simatic/Documents/SIMATIC%20S7-1200%20Easy_Book%20\(esp%C3%B1ol\)%202009-11.pdf](http://www.swe.siemens.com/spain/web/es/industry/automatizacion/aut_simatic/Documents/SIMATIC%20S7-1200%20Easy_Book%20(esp%C3%B1ol)%202009-11.pdf)

El switch ethernet de 4 puertos CSM1277 de montaje en rack puede utilizarse para conectar varias CPUs y dispositivos HMI. (SIEMENS, 2011 págs. 373-375)

2.7.1.2 PROFIBUS. Un sistema PROFIBUS utiliza un maestro de bus para consultar dispositivos esclavos descentralizados según el sistema MULTIDROP en un bus serie RS485. Un esclavo PROFIBUS es cualquier dispositivo periférico (transductor E/S, válvula, accionamiento del motor u otro dispositivo de medición) que procese información y envíe su salida al maestro.

- CM 1242-5: Funciona como esclavo DP
- CM 1243-5: Funciona como maestro DP de clase 1

Para PROFINET y PROFIBUS, la CPU soporta un total de 16 dispositivos y 256 submódulos, con un máximo de 16 dispositivos esclavos y 256 submódulos PROFIBUS DP (si no hay dispositivos o submódulos PROFINET IO configurados).

El esclavo conforme una estación pasiva en la red debido a que no tiene derechos de acceso al bus y sólo puede acusar mensajes recibidos o bien enviar mensajes de respuesta al maestro sobre petición. Todos los esclavos PROFIBUS tienen la misma prioridad y toda la comunicación de red se inicia desde el maestro.

Un maestro PROFIBUS conforma una "estación activa" en la red. PROFIBUS DP define dos clases de maestro. Un maestro clase 1 (por lo general un controlador central programable (PLC) o un equipo dotado de un software especial) procesa la comunicación normal o intercambia datos con los esclavos que tiene asignados.

Un maestro clase 2 (por lo general un dispositivo de configuración, por ejemplo un portátil o una consola de programación utilizada para la puesta en marcha, mantenimiento o con fines de diagnóstico) es un dispositivo especial utilizado principalmente para poner en marcha esclavos y para fines de diagnóstico.

El S7-1200 se conecta a una red PROFIBUS como esclavo DP con el módulo de comunicación CM 1242-5. El módulo CM 1242-5 (esclavo DP) puede ser el interlocutor de maestros DP V0/V1.

Figura 10. Conexión Profibus

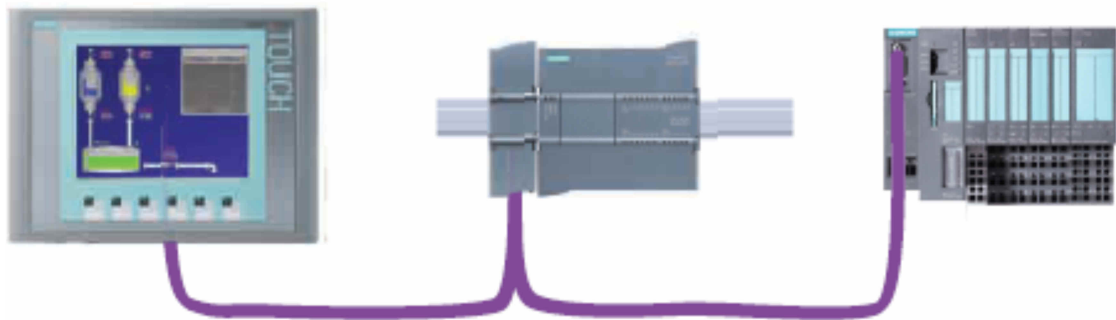


Fuente: SIMATIC S7-1200 Manual del producto.pdf

El S7-1200 se conecta a una red PROFIBUS como maestro DP con el módulo de comunicación CM 1243-5. El módulo CM 1243-5 (maestro DP) puede ser el interlocutor de esclavos DP V0/V1. En la figura 11 indica el S7-1200 es un maestro que controla a un esclavo ET200S DP.

Si un CM 1242-5 y un CM 1243-5 están instalados conjuntamente, un S7-1200 puede ejecutar ambos simultáneamente como un esclavo de un sistema maestro DP de nivel superior y como un maestro de un sistema maestro DP subordinado, respectivamente. (SIEMENS, 2011 págs. 418-419)

Figura 11. Conexión Profibus de S7-1200 como maestro a un esclavo ET200S DP



Fuente: SIMATIC S7-1200 Manual del producto.pdf

Figura 12. Conexión Profibus entre un S7-1200 a dos esclavos como sistema maestro DP de nivel superior.



Fuente: SIMATIC S7-1200 Manual del producto.pdf

2.8 Módulo de comunicación RS232 con el CM 1241.

2.8.1 *Protocolos de comunicación PtP, USS y Modbus.* La CPU soporta el protocolo PtP para la comunicación serie basada en caracteres, en la que la aplicación de usuario define e implementa íntegramente el protocolo seleccionado.

El protocolo de comunicación PtP ofrece numerosas posibilidades de enviar y de recibir información, tales como:

- Enviar información directamente a un dispositivo externo, como por ejemplo una impresora.

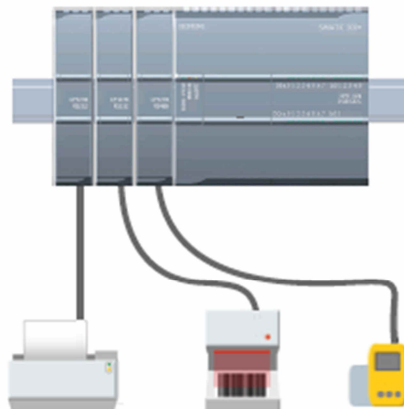
- Recibir información de dispositivos, como por ejemplo; lectores de código de barras, lectores RFID, cámaras o sistemas de visión de otros fabricantes y muchos dispositivos más.
- Enviar y recibir datos con dispositivos, como sistemas GPS, cámaras o sistemas de visión de otros fabricantes, o módems de radio.
- La comunicación PtP es una comunicación serie que soporta distintas velocidades de transferencia y opciones de paridad.

2.8.2 Empleo de las interfaces de comunicación RS232 y RS485. Dos módulos de comunicación (CM) y una placa de comunicación (CB) ofrecen la interfaz para la comunicación PtP:

- CM 1241 RS232
- CM 1241 RS485
- CB 1241 RS485

Se pueden conectar hasta tres CMs (de cualquier tipo) y una CB para un total de cuatro interfaces de comunicación. Instale el CM a la izquierda de la CPU o de otro CM. Instale la CB en la parte frontal de la CPU.

Figura 13. Empleo de interface de comunicación RS232



Fuente: SIMATIC S7-1200 Manual del producto.pdf

Las interfaces de comunicación RS232 y RS485 tienen las características siguientes:

- Cuentan con un puerto aislado
- Soportan protocolos punto a punto
- Se configuran y programan mediante instrucciones avanzadas y funciones de librería
- Muestran la actividad de transmisión y recepción mediante LED
- Muestran un LED de diagnóstico (sólo CM)
- Reciben alimentación de la CPU: No necesita conexión a una fuente de alimentación externa.

2.8.3 Indicadores LED. Los módulos de comunicación tienen tres indicadores LED:

LED de diagnóstico (DIAG): este LED parpadea en color rojo hasta ser direccionado por la CPU. Tras el arranque de la CPU, ésta detecta si hay CB o CMs y los direcciona. El LED de diagnóstico comienza a parpadear en color verde. Esto indica que la CPU ha direccionado el CM o la CB, pero aún no ha suministrado la configuración correspondiente. La CPU carga la configuración en los CMs y en la CB configurados cuando el programa se carga en la CPU.

Una vez cargado el programa en la CPU, el LED de diagnóstico del módulo de comunicación o de la placa de comunicación debe encenderse en color verde.

- LED de transmisión (Tx): el LED de transmisión se enciende cuando el puerto de comunicación envía datos.
- LED de recepción (Rx): este LED se enciende cuando el puerto de comunicación recibe datos.
- La placa de comunicación cuenta con un LED de transmisión (TxD) y uno de recepción (RxD). No tiene ningún LED de diagnóstico.

2.8.4 Instrucciones PtP. Las instrucciones PORT_CFG, SEND_CFG y RCV_CFG permiten cambiar la configuración desde el programa de usuario.

- PORT_CFG cambia los parámetros de puerto, como la velocidad de transferencia.
- SEND_CFG cambia la configuración de los parámetros de transmisión serie.
- RCV_CFG cambia la configuración de los parámetros de un receptor serie en un puerto de comunicación. Esta instrucción configura las condiciones que indican el inicio y fin de un mensaje recibido. Los mensajes que cumplen esas condiciones son recibidos por la instrucción RCV_PTP.

Los cambios de la configuración dinámica no se almacenan de forma permanente en la CPU. Tras una desconexión y nueva conexión de la alimentación se utilizará la configuración estática inicial del dispositivo.

Las instrucciones SEND_PTP, RCV_PTP y RCV_RST controlan la comunicación PtP:

- SEND_PTP transfiere el búfer indicado al CM o la CB. La CPU sigue ejecutando el programa de usuario mientras el módulo envía los datos a la velocidad de transferencia indicada.
- RCV_PTP comprueba si se han recibido mensajes en el CM o la CB. Si hay un mensaje disponible, se transfiere a la CPU.
- RCV_RST inicializa el búfer de recepción.

Cada CM o CB puede almacenar como máximo 1 KB en un búfer. Este búfer puede asignarse a varios mensajes recibidos.

Las instrucciones SGN_SET y SGN_GET sólo son válidas para CM RS232. (SIEMENS, 2011 págs. 441-443)

2.9 Arduino.

Arduino es una herramienta para hacer que los ordenadores puedan sentir y controlar el mundo físico a través de tu ordenador personal. Es una plataforma de desarrollo de

computación física, de código abierto, basada en una placa con un sencillo microcontrolador y un entorno de desarrollo para crear software (programas) para la placa.

Se usa Arduino para crear objetos interactivos, leyendo datos de una gran variedad de interruptores y sensores y controlar multitud de tipos de luces, motores y otros actuadores físicos.

Los proyectos con Arduino pueden ser autónomos o comunicarse con un programa (software) que se ejecute en tu ordenador.

El Arduino puede ser alimentado a través de la conexión USB o con una fuente de alimentación externa.

Figura 14. Arduino Uno



Fuente: www.uca.es/recursos/doc/Unidades/Unidad_Innovacion/Innovacion_Docente/A NEXOS_2011_2012/22232441_310201212102.pdf

Tabla 7. Especificaciones técnicas

Microcontroller	ATmega328
Operating Voltage	5 V
Input Voltage (recommended)	7 – 12 V
Input Voltage (limits)	6 – 20 V
Digital I/O Pins	14 (of which 6 provide PWM output)
Analog Inputs Pins	6
DC Current for I/O Pin	40 mA

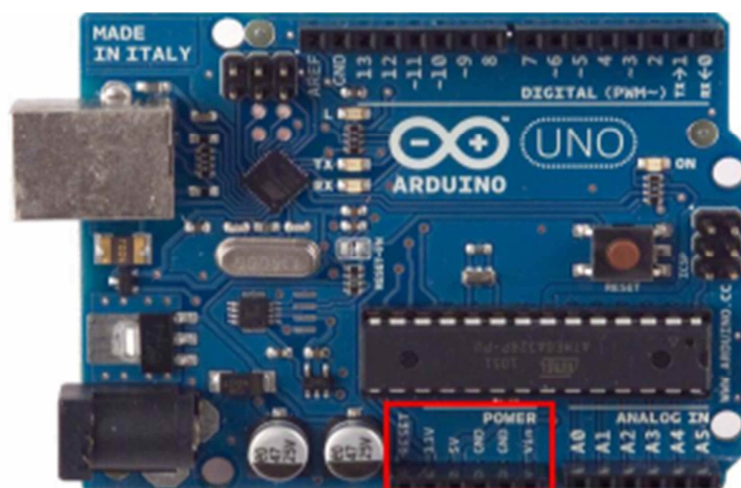
DC Current for 3,3 V Pin	50 mA
Flash Memory	32 KB (ATmega328)
SRAM	2 KB (ATmega328)
EEPROM	1 KB (ATmega328)
Clock Speed	16 MHz

Fuente: www.uca.es/recursos/doc/Unidades/Unidad_Innovacion/Innovacion_Docente/A_NEXOS_2011_2012/22232441_310201212102.pdf

2.9.1 Terminales de Power, Inputs and Outputs.

2.9.1.1 Pines de alimentación (Power Pin)s. La alimentación al Arduino mediante la conexión USB o mediante una fuente externa (recomendada de 7-12V), vamos a tener unas salidas de tensión continua debido a unos reguladores de tensión y condensadores de estabilización.

Figura 15. Pines de alimentación



Fuente: www.uca.es/recursos/doc/Unidades/Unidad_Innovacion/Innovacion_Docente/A_NEXOS_2011_2012/22232441_310201212102.pdf

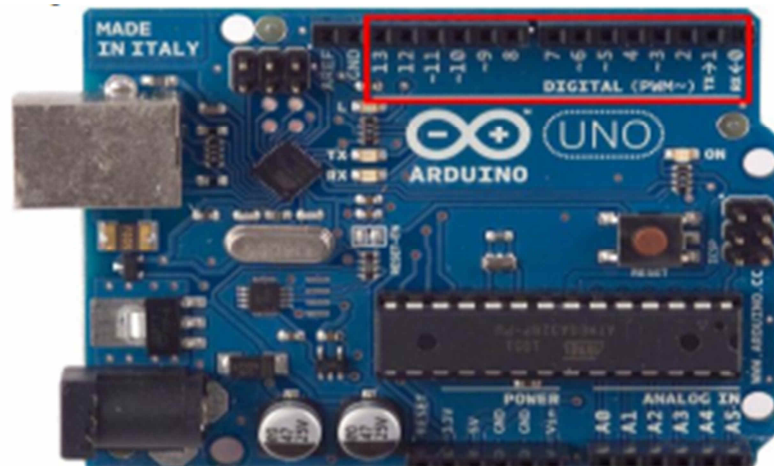
Estos pines son:

- *VIN*: se trata de la fuente tensión de entrada que contendrá la tensión a la que estamos alimentando al Arduino mediante la fuente externa.
- *5V*: fuente de tensión regulada de 5V, esta tensión puede venir ya sea de pin *VIN* a través de un regulador interno, o se suministra a través de USB o de otra fuente de 5V regulada.

- 3.3V: fuente de 3.3 voltios generados por el regulador interno con un consumo máximo de corriente de 50mA.
- GND: pines de tierra.

2.9.1.2 Digital Inputs/Output. Cada uno de los 14 pines digitales se puede utilizar como una entrada o salida.

Figura 16. Terminales digitales Entradas/Salidas



Fuente: www.uca.es/recursos/doc/Unidades/Unidad_Innovacion/Innovacion_Docente/ANEXOS_2011_2012/22232441_310201212102.pdf

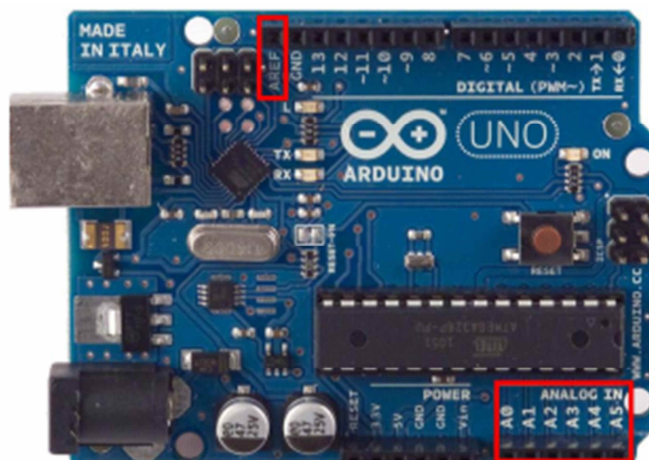
Cada pin puede proporcionar o recibir un máximo de 40 mA y tiene una resistencia de pull-up (desconectado por defecto) de 20 a 50 kOhm. Además, algunos pines tienen funciones especializadas como:

- Pin 0 (RX) y 1 (TX). Se utiliza para recibir (RX) y la transmisión (TX) de datos serie TTL.
- Pin 2 y 3. Interrupciones externas. Se trata de pines encargados de interrumpir el programa secuencial establecido por el usuario.
- Pin 3, 5, 6, 9, 10 y 11. PWM (modulación por ancho de pulso). Constituyen 8 bits de salida PWM con la función analogWrite ().
- Pin 10, 11, 12, 13. Estos pines son de apoyo a la comunicación SPI.

- Pin 13. LED. Hay un LED conectado al pin digital 13. Cuando el pin es de alto valor, el LED está encendido, cuando el valor está bajo, es apagado.

2.9.1.3 Terminales Analog Input. El Arduino posee 6 entradas analógicas, etiquetadas desde la A0 a A5, cada una de las cuales ofrecen 10 bits de resolución (es decir, 1024 estados). Por defecto, tenemos una tensión de 5V, pero podemos cambiar este rango utilizando el pin de AREF y utilizando la función `AnalogReference`, donde le introducimos una señal externa de continua que la utilizara como referencia. (UCA, UNIDAD DE INNOVACIÓN, 2011 págs. 1-3)

Figura 17. Terminales de entradas analógicas



Fuente: www.uca.es/recursos/doc/Unidades/Unidad_Innovacion/Innovacion_Docente/A_NEXOS_2011_2012/22232441_310201212102.pdf

CAPÍTULO III

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

3.1 Características y componentes de la estación de clasificación.

3.1.1 Descripción. La clasificación forma parte de la función de manipulación de cantidades cambiantes.

La sección de transporte puede derivarse para la clasificación, donde se activan diferentes topes desviadores según el material o color de una pieza indistinta que son destinadas para el módulo.

Las piezas deben entrar individualmente para que no sean afectadas por los movimientos de conmutación de los topes desviadores. En este módulo las probetas se clasifican en 2 rampas de acuerdo al material y color, dejando una de ellas que siga hasta el final de la banda transportadora para ser almacenada manualmente.

3.1.2 Componentes principales. El módulo de clasificación consta de los siguientes componentes más destacados:

- Módulo de transportación.
- Rampas de clasificación.

3.1.2.1 Módulo de transportación. Este módulo se utiliza para transportar las probetas y sean expulsadas las probetas.

El accionamiento de la cinta transportadora se realiza por medio de un motor de 24 VDC, pueden activarse dos topes desviadores por medio de dos cilindros neumáticos de simple efecto, con lo que las piezas pueden clasificarse según sus características o tipo.

Un sensor óptico detecta si hay una probeta disponible al principio del transportador, esto hace que inicie el programa y se ponga en marcha la cinta transportadora, mediante un detector de marca (color) identifica el color de la probeta (rojo o negra).

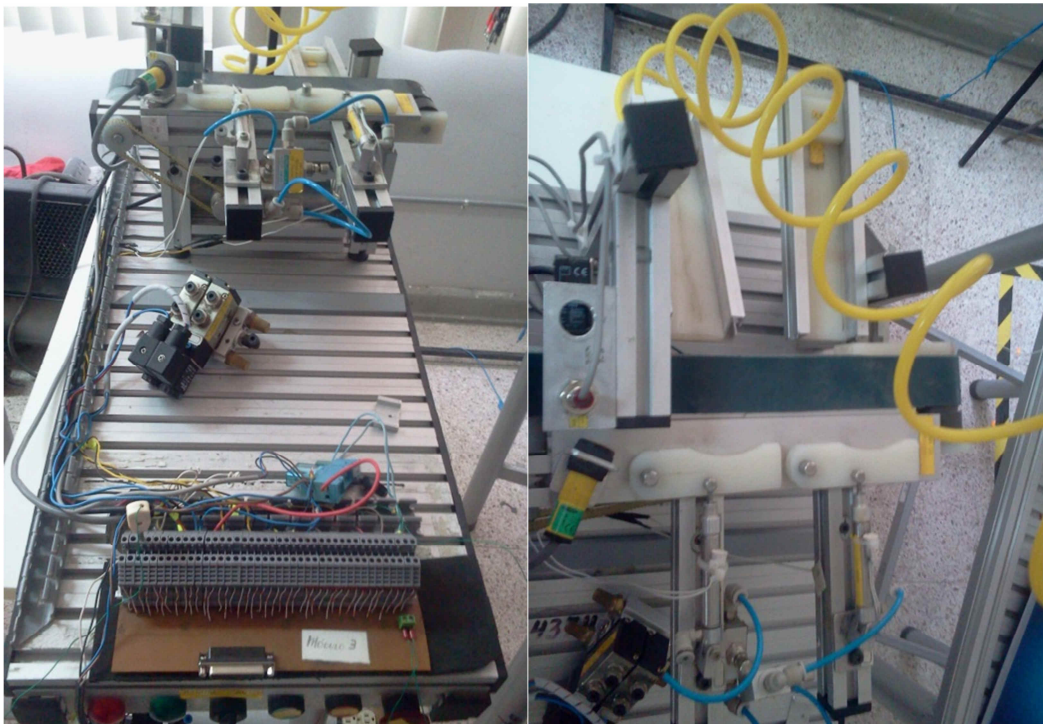
La probeta metálica es detectada por un sensor inductivo de proximidad, según la probeta y la señal emitida por un sensor hace que se activen los correspondientes cilindros neumáticos desviando las probetas a las rampas de clasificación.

3.1.2.2 Rampas de clasificación. Las rampas de clasificación se utilizan para transportar o transportar la probeta.

Este módulo puede aplicarse universalmente, gracias a su inclinación y altura variables. En la estación de clasificación se utiliza un módulo de rampa doble. (FESTO, Didactic, 2003 págs. 17-19)

3.2 Análisis de la estación de clasificación por colores y materiales.



Figura 18. Condiciones iniciales de la estación de clasificación.



Fuente: Autores.

El módulo de estación de clasificación existente en el laboratorio, se elabora un análisis para identificar las diferentes partes que se encuentran en mal estado o deterioradas con el fin de repotenciar con la implementación de nuevos equipos, donde la tabla 8 que a continuación se observa nos indica el estado técnico general en el que se encuentra.

Tabla 8. Estado técnico existente de la estación.

		ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO			
		FACULTAD DE MECÁNICA. ESCUELA DE INGENIERÍA DE MANTENIMIENTO.			
Módulo de clasificación por colores y material					
Nº	Parte	Estado			
		Bueno	Regular	Malo	
1	Electroválvula 1	X			
2	Electroválvula 2	X			
3	Sensor óptico	X			
4	Sensor inductivo		X		
5	Sensor de marca (color)	X			
6	Pistón simple efecto 1	X			
7	Pistón simple efecto 2	X			
8	Motor de 24 voltios	X			
9	Relé			X	
10	Porta relé			X	
11	Pulsador de paro		X		
12	Pulsador de inicio		X		
13	Lámpara de paro			X	
14	Lámpara de inicio			X	
15	Conexiones eléctricas.			X	
16	Sistema de transporte		X		
17	Regulador de aire pistón 1	X			
18	Regulador de aire pistón 2	X			
19	Estructura general del módulo	X			

Fuente: Autores.

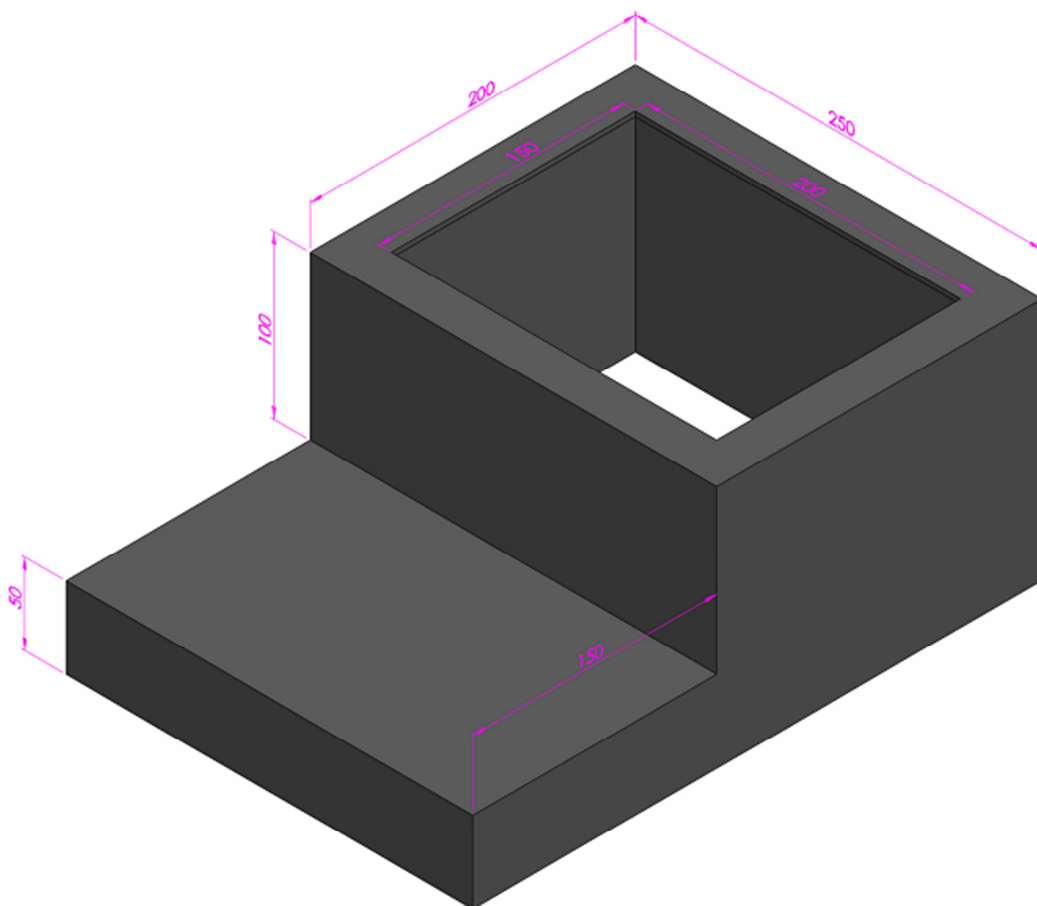
3.2.1 Estado general de la estación. Según la identificación de estado técnico por cada una de las partes de la estación de clasificación, se tiene como resultado general de la estación en un estado REGULAR.

3.3 Diseño y montaje de la estación de programación.

3.3.1 Diseño de la estación. El módulo que se ha desarrollado con el fin que cumpla las expectativas de estudiantes y docentes en el campo de la automatización, como lo es el aprendizaje, manejo, adiestramiento y diferentes desarrollos de proyectos de automatización, tomando en cuenta importantes aspectos como la estética y la fácil manipulación del módulo.

En la siguiente figura se detalla las medidas de la estación de programación.

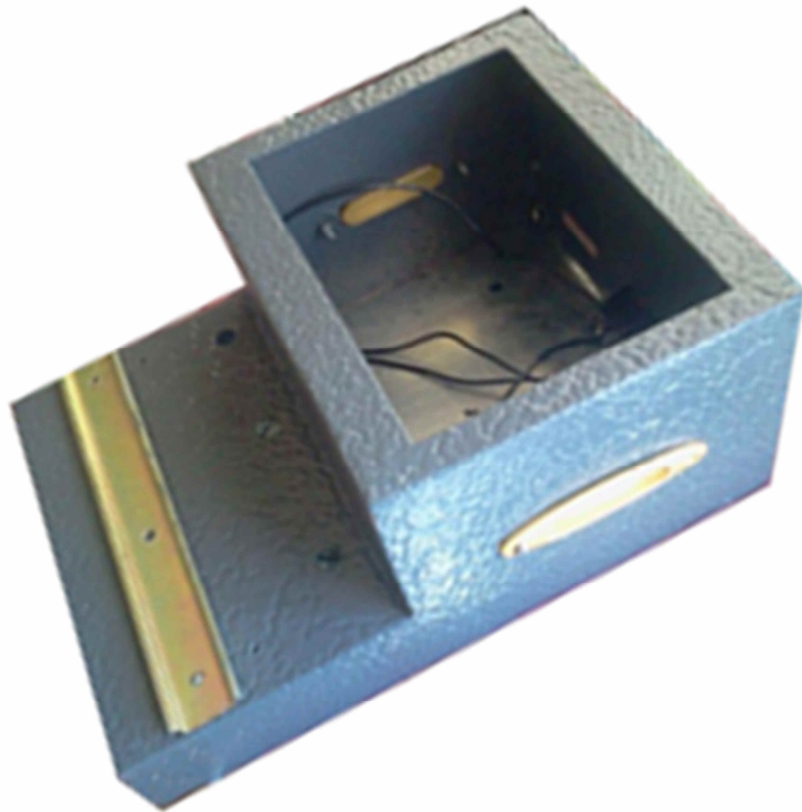
Figura 19. Diseño de la base para estación de programación.



Fuente: Autores.

Con el diseño hecho sobre la estación de programación se procede a realizar el mismo con materiales adecuados para la colación adecuada en el módulo de clasificación, en la figura 20 se muestra la estación programación de forma real.

Figura 20. Elaboración de la estación de programación.



Fuente: Autores.

La estructura del módulo de automatización contiene a los equipos de automatización así como sus accesorios.

La función de la estructura es la de soportar tanto los equipos como las conexiones del PLC y la pantalla hacia el Syslink.

La estructura metálica es de ACERO INOXIDABLE AISI 410, diseñado de una forma que permita una fácil transportación y se acople de forma fácil y rápida a los diferentes módulos de automatización del laboratorio.

En la estructura de la estación de programación irán montados los siguientes equipos y dispositivos de una forma de distribución homogénea:

- PLC Simatic S7 – 1200 (1212C).
- Pantalla HMI KTP 600 PN.
- Syslink.
- Fuente LOGO! de 24 VDC a 2,5 A.
- Porta fusible y fusible de protección.
- Switch ON/OFF.
- Módulo de comunicación CM – 1241 (RS 232).
- Compact Switch Module CSM 1277.

3.4 Elaboración de la tarjeta de conexiones.

Tomando como referencia modelos del módulo de clasificación de Festo - OmRon y VARIOFACE de Phoenix Contact se hizo un diseño idéntico con el programa Proteus 7 Professional (Ares 7 Professional).

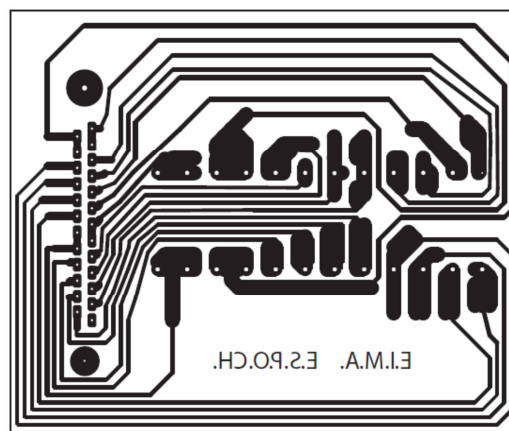
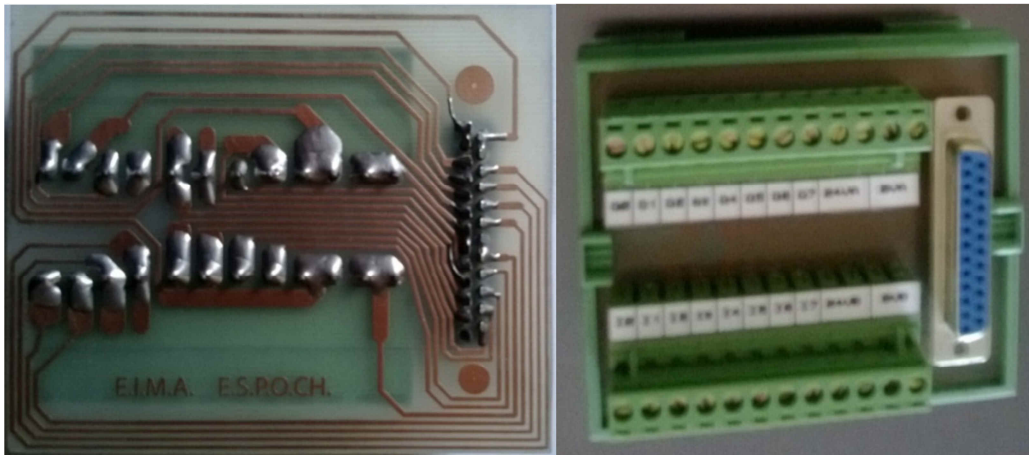
Dichas pistas diseñadas por el programa se le puede observar en las siguientes tarjetas cada una, tanto para las conexiones de la estación de programación y en la estación de clasificación comunicadas estas tarjetas entre sí.

3.4.1 Tarjeta electrónica para conexiones en la estación de programación. En la elaboración del diseño de la tarjeta que se presenta en la figura 21.

Estas tarjetas electrónicas va montada en la estación de programación con un objetivo en su diseño, que es cumplir mediante sus borneras emitan y recepan señales tanto del PLC S7-1200 como desde la otra tarjeta de conexiones de la estación de clasificación por colores y materiales.

Su diseño y señalética elaboradas con el fin de eliminar cableado y confusiones entre las diferentes entradas y salidas que tiene el PLC S7-1200.

Figura 21. Tarjeta de conexiones de la estación de programación.



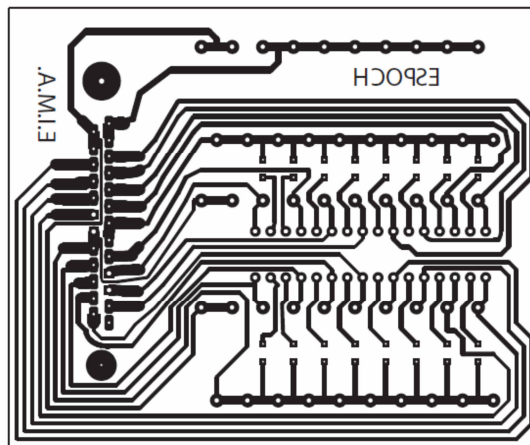
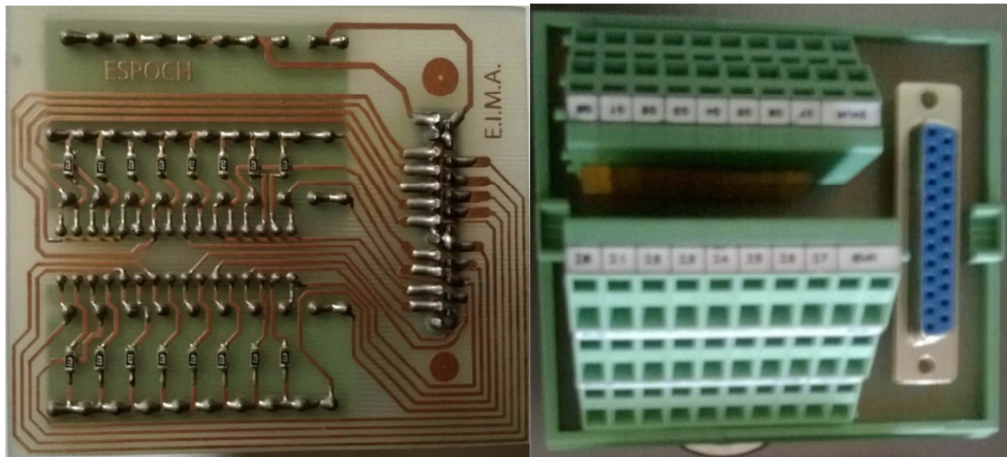
Fuente: Autores.

3.4.2 *Tarjeta electrónica para conexiones en la estación de clasificación.* En la tarjeta diseñada para emitir y receptor señales que interactúan dentro de la estación de clasificación fueron elaboradas las tarjetas con LEDs (Diodos emisores de luz) presentado en la figura 22 con el objetivo de reconocer las comunicaciones que existen entre la estación de clasificación y la estación de programación.

3.4.3 *Tarjetas electrónicas para el mando a distancia con el ARDUINO.* El diseño de esta tarjeta tiene como finalidad montar el circuito electrónico tanto emisor y receptor, la cual harán el trabajo de transmitir señales a distancia para el control inalámbrico de la estación de clasificación por colores y materiales.

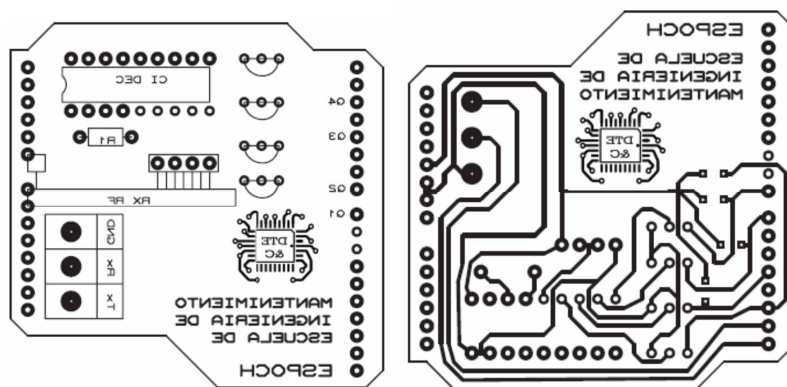
Mediante la comunicación del ARDUINO UNO hacia los bloques de funciones del PLC S7- 1200, en la figuras 23 y 24 se podrá observar el diseño y tarjetas electrónicas elaboradas para su dicho funcionamiento.

Figura 22. Tarjeta electrónica del Syslink de la estación de clasificación por colores y materiales.



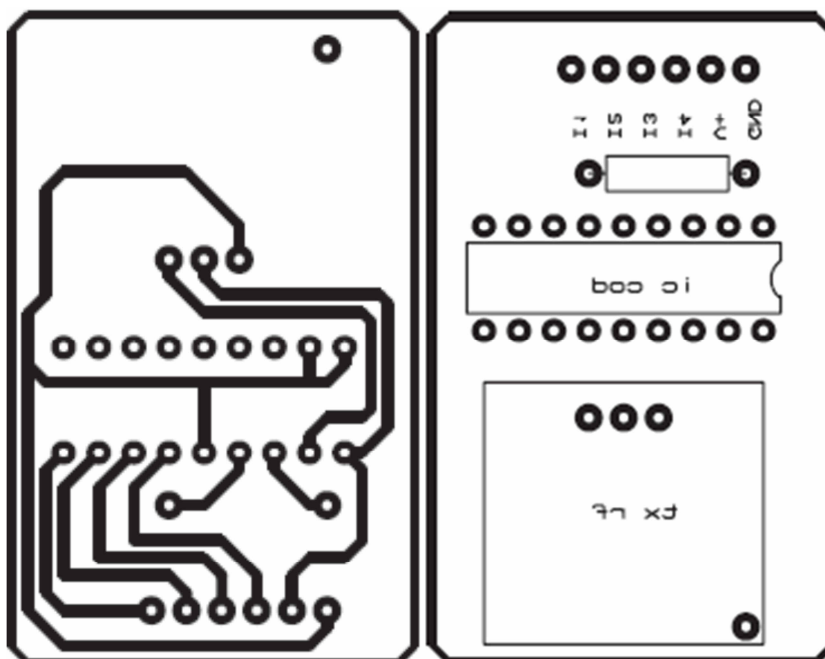
Fuente: Autores.

Figura 23. Tarjeta electrónica para montar al ARDUINO UNO.



Fuente: Autores.

Figura 24. Tarjeta electrónica montada en el mando inalámbrico



Fuente: Autores

3.5 Conexiones del PLC con las tarjetas Syslink.

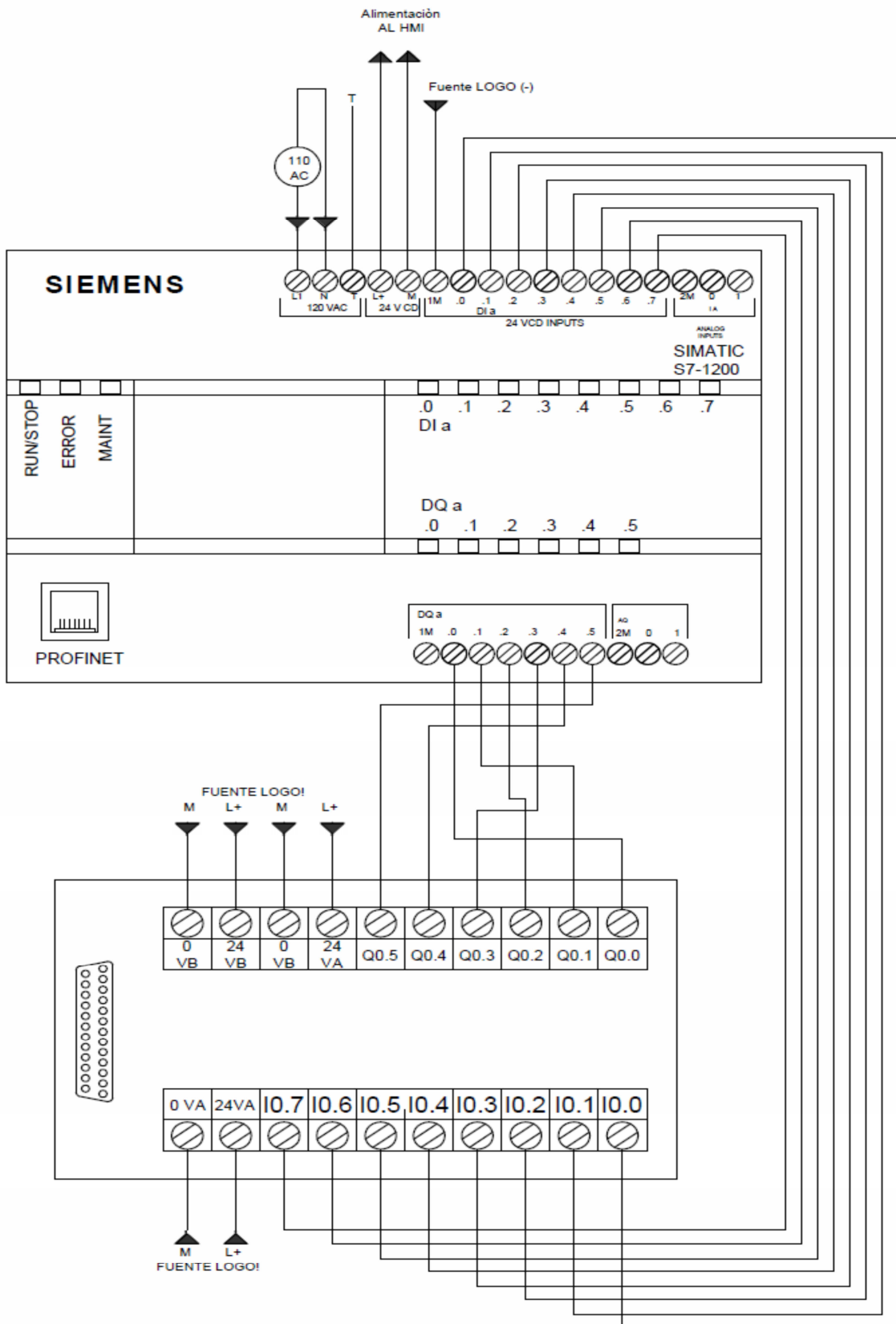
A continuación en la figura 25 se presenta la conexión del PLC S7 – 1200 (1212C) con una de las tarjetas electrónicas syslink en su interior de la estación de programación laborada.

Esta tarjeta Syslink están conectadas según las entradas, salidas y de fuente respectivamente con su mismo literal del PLC.

3.6 Conexiones entre la estación de clasificaciones por materiales y por colores, y la tarjeta de conexión Syslink.

Las conexiones de la parte de la estación de clasificación por materiales y colores se detallan los diferentes terminales que son conectados a cada elemento que constituye en dicho módulo, estos terminales son especificados en la tabla 9 que se muestra a continuación con sus diferentes observaciones técnicas que debe tener la estación de clasificación:

Figura 25. Conexiones del PLC S7 1200 (1212C) con una de las tarjetas electrónicas.



Fuente: Autores.

Tabla 9. Conexiones en la estación de clasificación por materiales y colores.

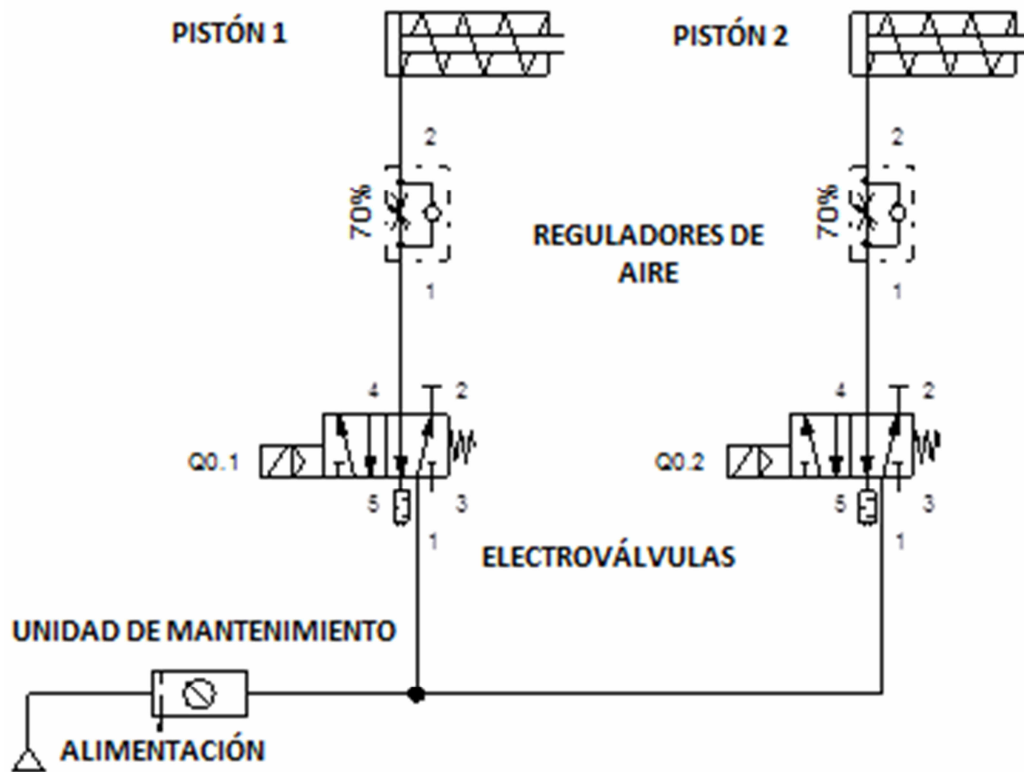
Terminal	Parte del módulo.	Observaciones
I0.0	Sensor Óptico	Sensor alimentado con 24V del bloque B
I0.1	Sensor inductivo	Sensor alimentado con 24V del bloque B
I0.2	Sensor de marca color	Sensor alimentado con 24V del bloque B
I0.3	Botón inicio	
I0.4	Botón paro	
I0.5	Botón emergencia	
I0.7	Tierra Arduino	Comunicación Arduino PLC
Q0.0	Motor 24 VCD	Sensor alimentado con 24V del bloque A
Q0.1	Electroválvula 1	Sensor alimentado con 24V del bloque B
Q0.2	Electroválvula 2	Sensor alimentado con 24V del bloque B
Q0.3	Lámpara de inicio	
Q0.4	Lámpara de paro.	
Q0.5	Señales Rx	
Q0.6	Señales Tx	
24 VA	Alimentación positiva bloque A	
0 VA	Alimentación negativa bloque A	
24 VB	Alimentación positiva bloque B	
0 VB	Alimentación negativa bloque B	

Fuente: Autores.

3.7 Circuito neumático.

La estación de clasificación por colores y materiales son impulsados por un circuito neumático previamente controlado mediante el PLC S7-1200, según sea el caso de cada elemento neumático. A continuación se presenta en la figura 26 el circuito neumático para el funcionamiento de la estación.

Figura 26. Circuito neumático de la estación.



Fuente: Autores.

3.8 Montaje y calibración de los elementos y equipos.

3.8.1 Montaje de la estación de programación. Una vez elaborado el diseño y construido la estructura donde va ir montada el PLC SIMATIC S7-1200 y la pantalla táctil KTP600 PN y los demás equipos y con las diferentes conexiones eléctricas detalladas anteriormente para lograr la comunicación entre esta estación con la estación de clasificación por colores y materiales, mostrado en la figura 27.

3.8.2 Montaje de la estación de clasificación por colores y materiales. La estación de clasificación por colores conforma dos partes, una eléctrica y otra de mando donde recepta y emite señales de control para el funcionamiento mencionado indicado en la figura 28 sus diferentes elementos.

La parte inalámbrica, tal como indica la figura 29, hace trabajar a la estación de clasificación por colores y materiales en una forma manual, emitiendo datos inalámbricos hacia un módulo de comunicación CM 1241 (RS232), el cual PLC recepta

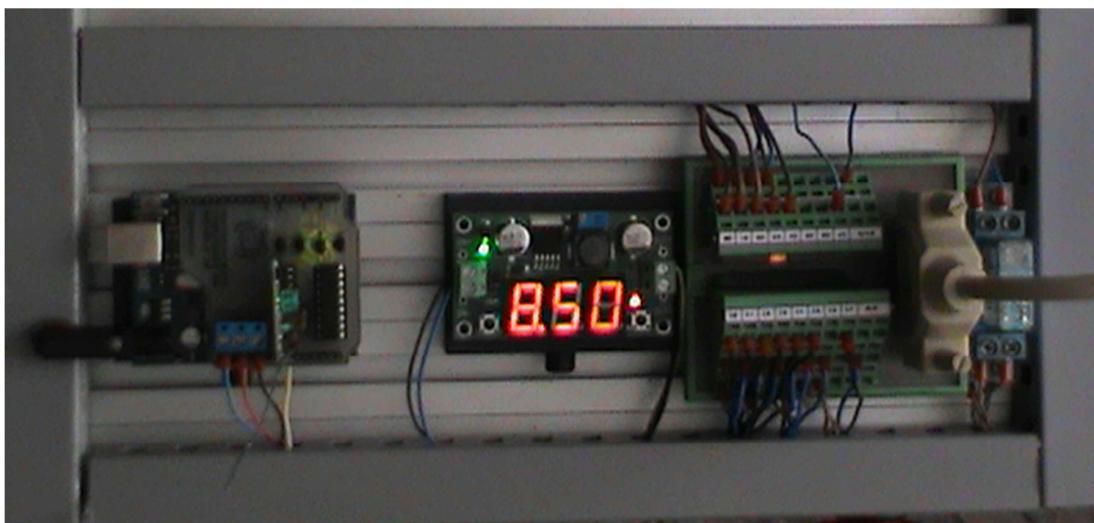
por dicho módulo diferentes órdenes para enviar dichas órdenes a trabajar al estación de clasificación.

Figura 27. Montaje de los equipos a la estación de programación.



Fuente: Autores.

Figura 28. Elementos de control y mando en la estación de clasificación.



Fuente: Autores.

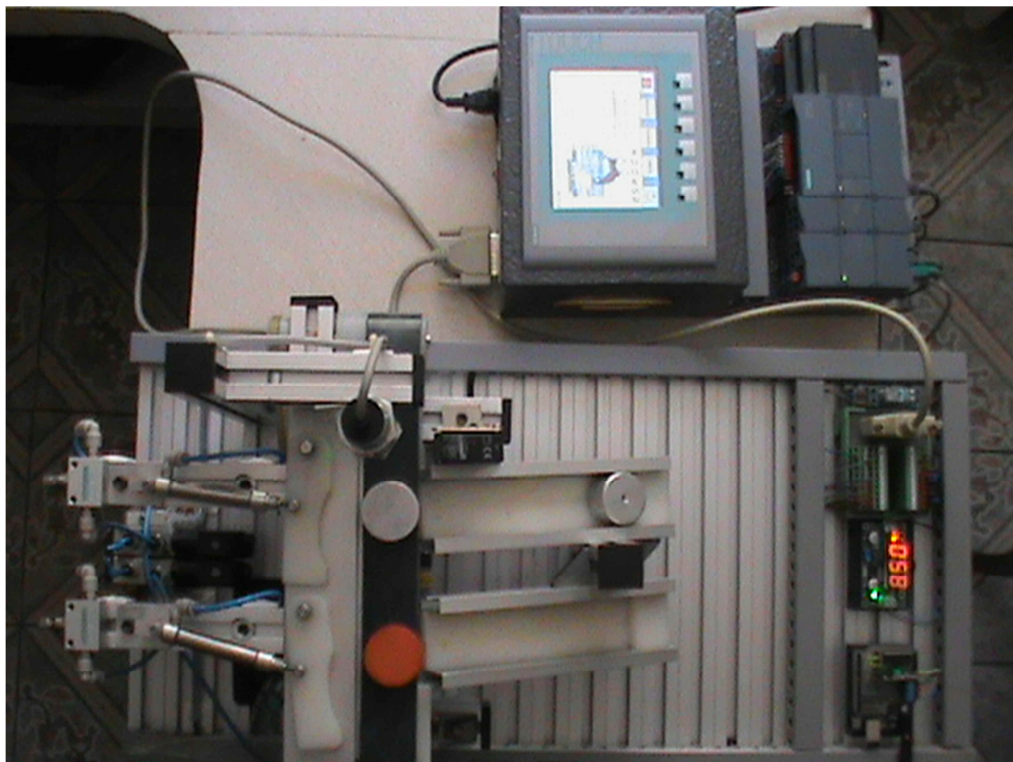
Figura 29. Mando de control inalámbrico



Fuente: Autores

La figura 30 muestra por completo el armado de las dos estaciones tanto la de programación como la de clasificación, estos comunicados mutuamente mediante un cable VGA 25 pines tipo macho.

Figura 30. Estación de programación y estación de clasificación.



Fuente: Autores.

CAPÍTULO IV

4. PROGRAMACION Y COMUNICACIÓN ENTRE PLC SIMATIC S7-1200 Y LA PANTALLA TÁCTIL, Y GUIA DE PRÁCTICAS.

4.1 Diagrama de funcionamiento de la estación de clasificación por materiales y colores.

Antes de proceder a la realización y puesta en marcha de la estación, se debe conocer su principio de funcionamiento, lo cual se debe tener en cuenta cuáles son los pasos que realiza la estación de clasificación los materiales por color o por material según sea el caso.

Cuyo flujograma posteriormente será cargado al PLC S7-1200 mediante un lenguaje de programación que admita el PLC, y que realice las funciones correspondientes de los diferentes elementos como los actuadores y receptores que conforman dicha estación.

El flujograma de funcionamiento de la figura 31 indica el proceso de la estación para funcionar desde que el momento que un sensor detecta un objeto, y mediante el resto de sensores clasifica los objetos según sea el caso de los objetos de la estación.

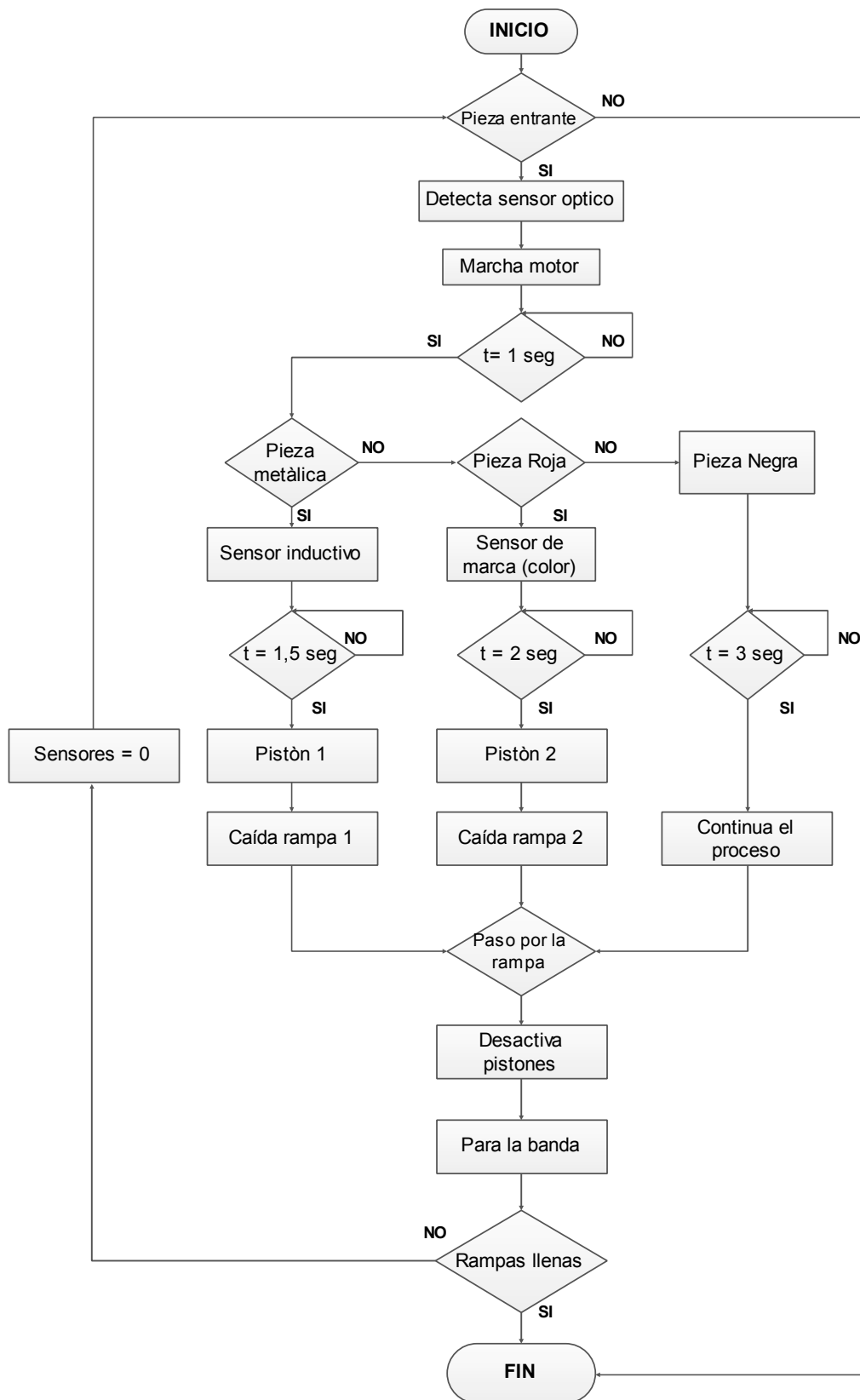
El programa de funcionamiento contiene temporizadores para controlar el activado de la transportación de los diferentes objetos hasta su debida rampa correspondiente de la estación de clasificación

4.2 Configuración del TIA Portal V12 con el PLC S7-1200 y Pantalla HMI

4.2.1 Tránsito de la licencia. Según el diagrama de proceso anterior se procede a programar el circuito en el programa TIA PORTAL, software elaborado por Siemens. Antes de comenzar hay que tenerlo instalado el software.

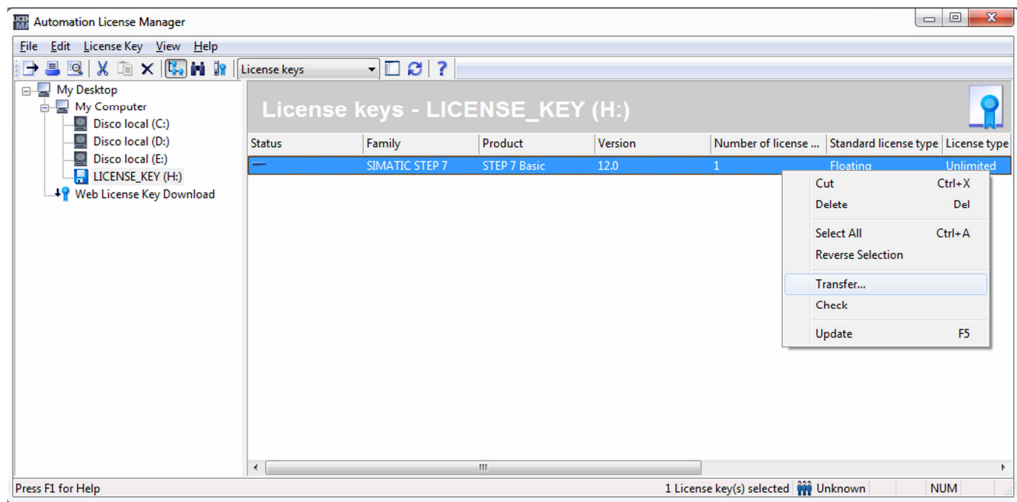
A continuación en la figura 32 se detallará primero la transferencia de la licencia mediante el programa, *Automation Licence Manager* que viene incluido en el programa del TIA PORTAL V12. Aquí se introduce el drive SIEMENS que viene incluido en el kit de instalación, aquella licencia STEP 7 basic 12.0 que se encuentra dentro de este drive se le debe transferir hacia el lugar de instalación del programa TIA PORTAL.

Figura 31. Diagrama de flujo del funcionamiento de la estación de clasificación.



Fuente: Autores.

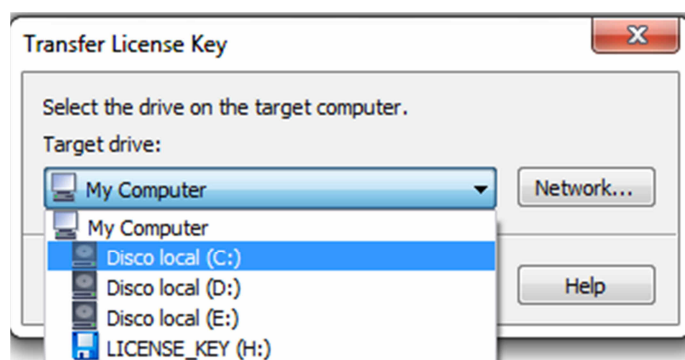
Figura 32. Transferencia de la licencia al programa TIA PORTAL.



Fuente: Automation Licence Manager.

Una vez que el programa se encuentre abierto y esté introducido el drive de la licencia, se le abre el drive *LICENSE_KEY (H:)*, en el lado derecho el programa le reconoce la licencia del *TIA PORTA V12*, se selecciona el archivo *SIMATIC STEP 7* mediante un clic sobre el archivo seleccionado se desprende unas opciones de dicho archivo, se procede a seleccionar *transference* que enseguida se desprenderá una ventana del destino de trasferencia, tal como indica la figura 33.

Figura 33. Trasferencia de la licencia.



Fuente: Automation Licence Manager.

Una vez concluido la trasferencia de la licencia, el software *TIA PORTAL V12* se encuentra en condiciones de ser ejecutado normalmente y sin tener error al momento de ser programado, logrando utilizar todas las librerías que contiene el software.


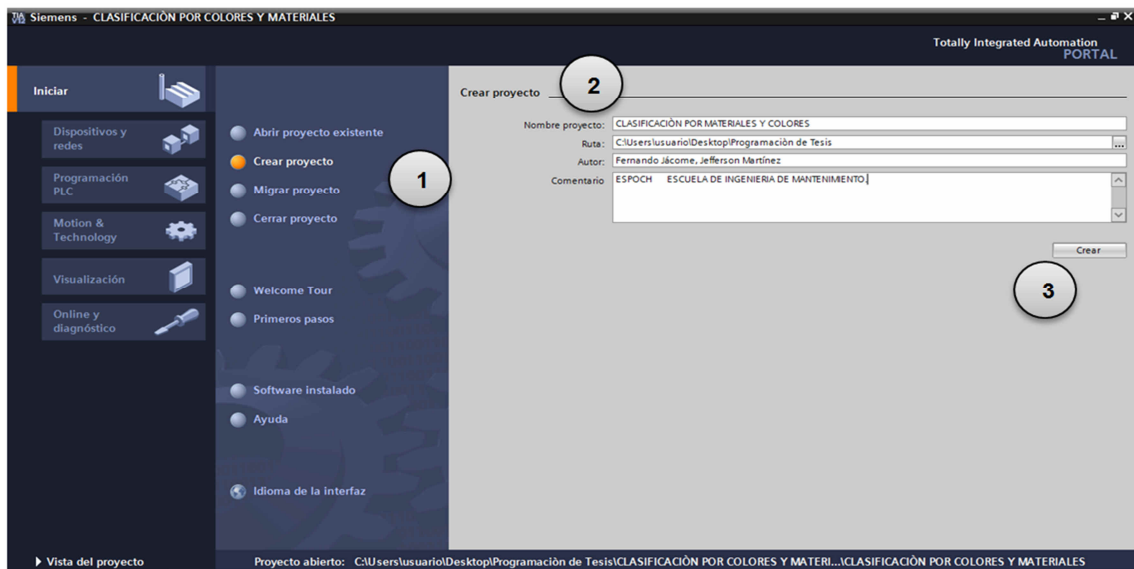
4.2.2 Creación de un nuevo proyecto. Con los pasos realizados adecuadamente, se abre el programa TIA PORTAL V12 , donde se selecciona crear proyecto, a este proyecto se le detalla tanto el nombre, la ruta donde va ser guardado el archivo, el autor o los autores que realizan el proyecto y un comentario referente al proyecto. Y por último se selecciona en crear.

Figura 34. Creación de un nuevo proyecto



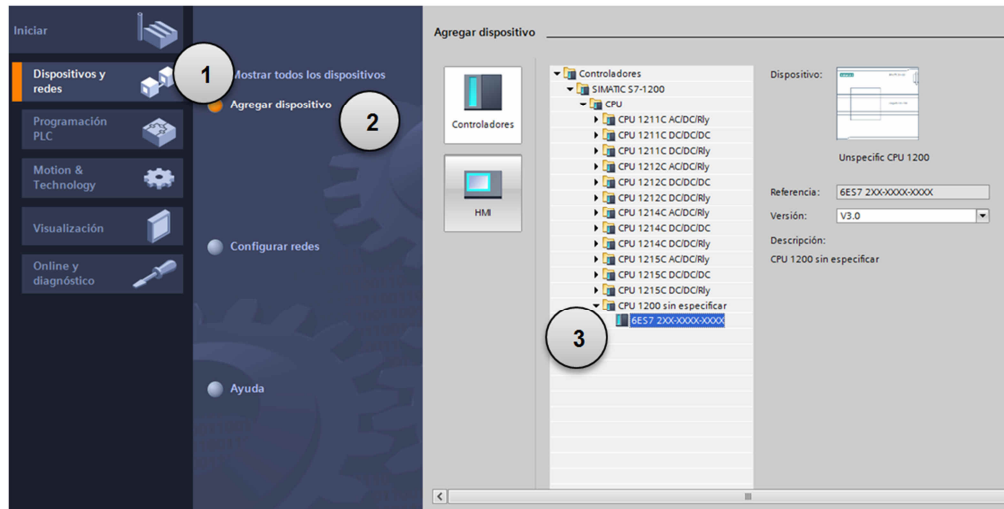
Fuente: TIA PORTAL V12

4.2.2.1 Insertar un nuevo S7-1200 con CPU 1212c AC/DC/Relay. Creado el proyecto se debe configurar un dispositivo, luego se debe agregar dispositivo, se selecciona en la CPU S7-1200 sin especificar, se le agrega el dispositivo, y por último se despliega una ventana como se indica en la figura 35.

En la ventana mostrado en la figura 36 se le da en determinar la configuración del dispositivo al que va ser utilizado en el proyecto, esté proyecto reconoce los diferentes equipos y módulos que conforman parte del programa a ser editado según la programación del proceso indicado.

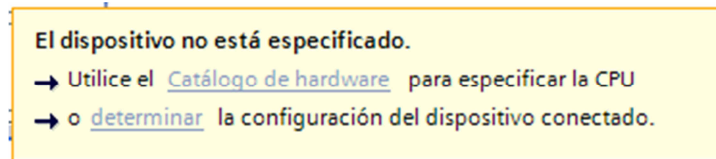
Finalizado el reconocimiento del dispositivo agregado, despliega en la ventana del software los equipos que se encuentra conectados, en este caso se encuentran un CPU S7-1200 y un módulo de comunicación CM 1241 (RS 232), como se muestra en la siguiente figura 37.

Figura 35. Agregar un dispositivo S7-1200.



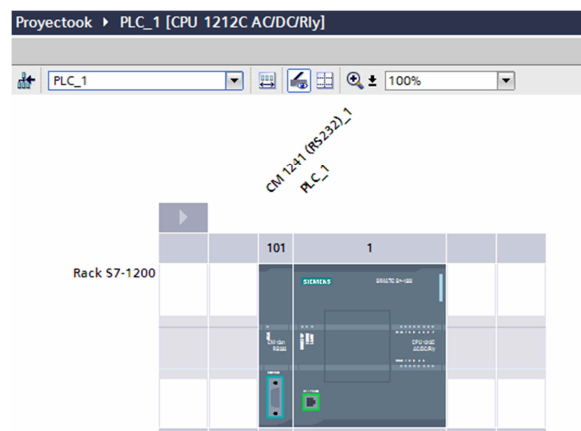
Fuente: TIA PORTAL.

Figura 36. Determinación del dispositivo.



Fuente: TIA PORTAL.

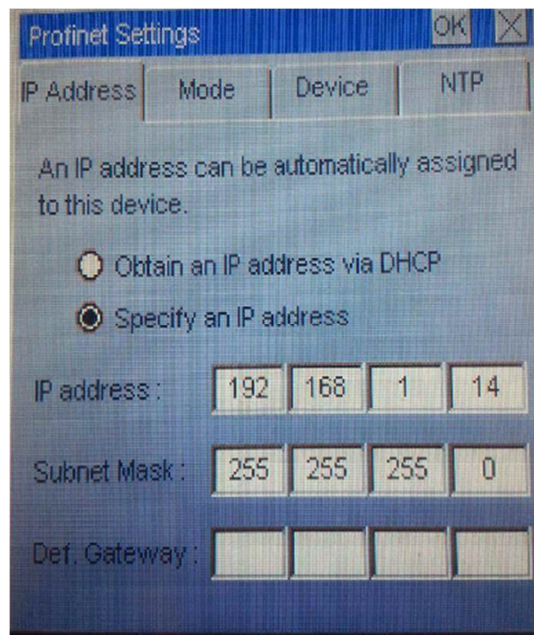
Figura 37. Dispositivos conectados.




Fuente: TIA PORTAL.

4.2.2.2 Insertar una HMI KTP 600 Basic Panel PN. Antes de poder configurar un HMI se procede a configurar la pantalla para eso abrir el CONTROL PANEL, en la opción de PROFINET, del panel de control, aquí se le asigna una dirección IP, un nombre dispositivo y se calibra la pantalla táctil, como se muestra en la figura 38.

Figura 38. Nombre, dirección IP y calibración de la pantalla.



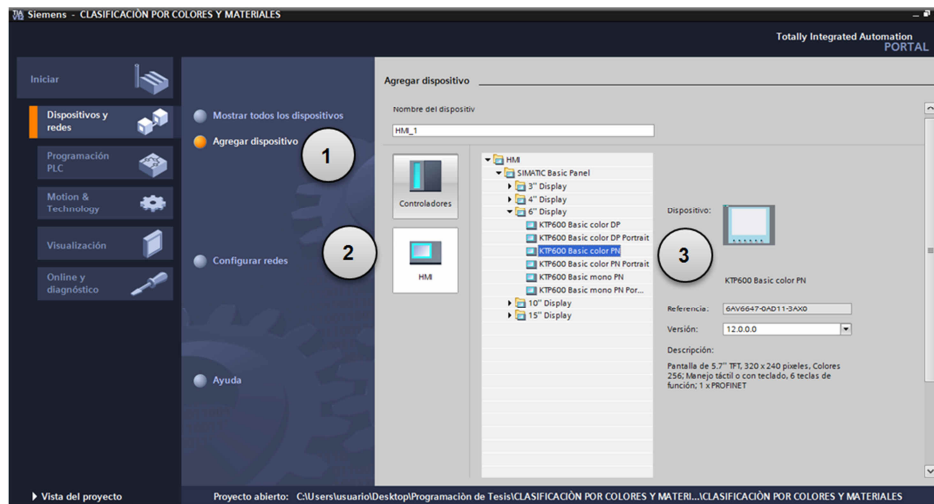
Fuente: Autores.

Asignado una dirección IP de la pantalla táctil (IP: 192.168.1.14) y en el mismo proyecto creado anteriormente, en el árbol del proyecto que se encuentra desplegado le damos clic en la opción  **Agregar dispositivo**, en la pantalla del TIA PORTAL seleccionamos la opción HMI, en la lista de equipos seleccionamos la pantalla KTP 600 Basic Panel PN y por último le damos en agregar al proyecto que va ser utilizado con la comunicación tal como se muestra en la figura 39 su pasos a seguir.

4.3 Programación del PLC S7-1200 con el TIA PORTAL V12.

Una vez logrado establecer la configuración con los pasos anteriores en el árbol de proyecto se declara las variables que debe tener la programación, tales sea como las entradas, salidas, memorias, bloques de comunicación entre otras variables para su debida programación y comunicación tanto Ethernet como la comunicación RS232, las variables aplicadas al programa se detalla en el ANEXO B.

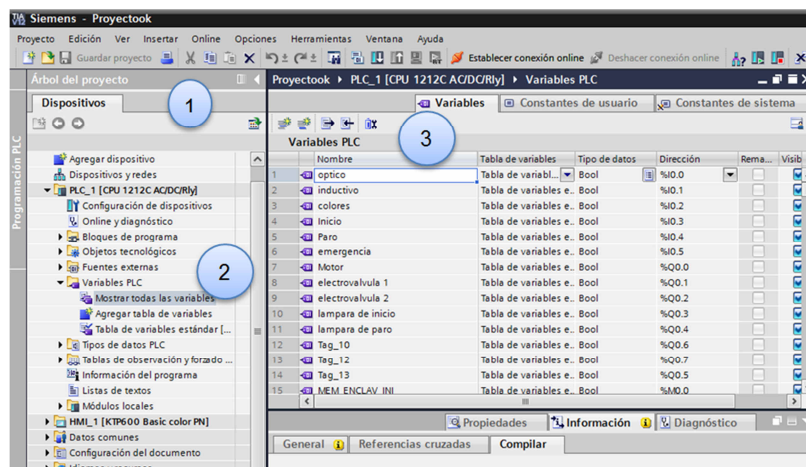
Figura 39. Agregar un dispositivo HMI.



Fuente: TIA PORTAL V12.

Logrado tener las variables de programación, en el árbol de proyecto se ubica en la pestañilla de **Bloques de programa**, se abre la pestañilla y se agrega un nuevo bloque, que debe ser un **Main [OB1]** donde estará la parte principal de la programación de la estación de clasificación por colores y materiales, y por último se agrega bloques de función y bloques de datos, dentro de éstos estarán la programación de condiciones y además la comunicación de datos que se utiliza para la dicha comunicación con el Arduino.

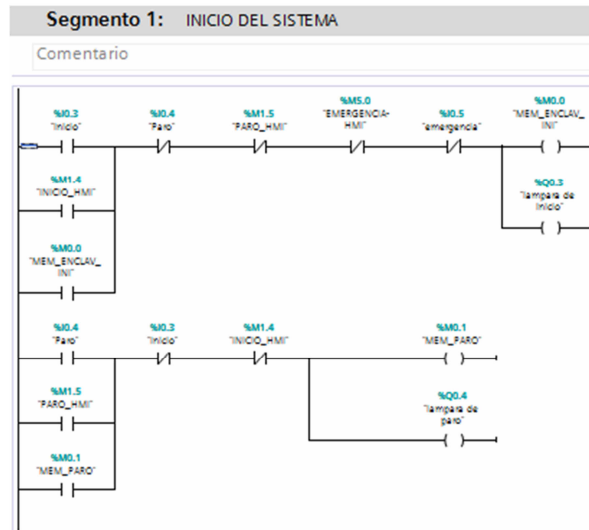
Figura 40. Declaración de variables de programación.



Fuente: Autores.

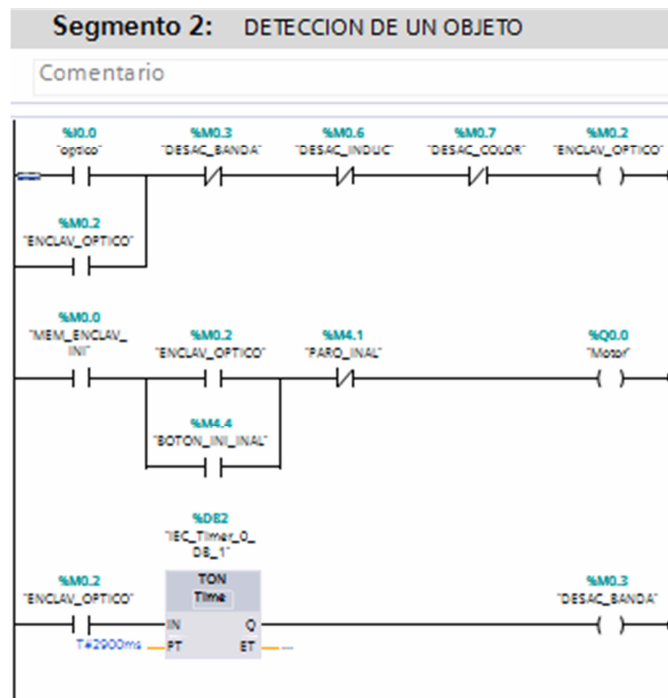
4.3.1 Programa de funcionamiento del PLC S7-1200. En las siguientes figuras se muestran los diferentes segmentos de configuración.

Figura 41. Inicio del sistema.



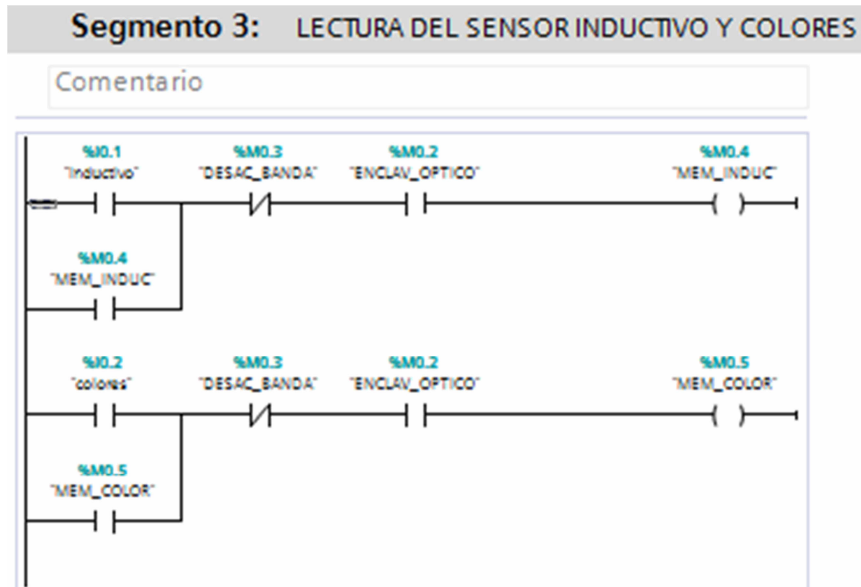
Fuente: Autores.

Figura 42. Detección de un objeto.



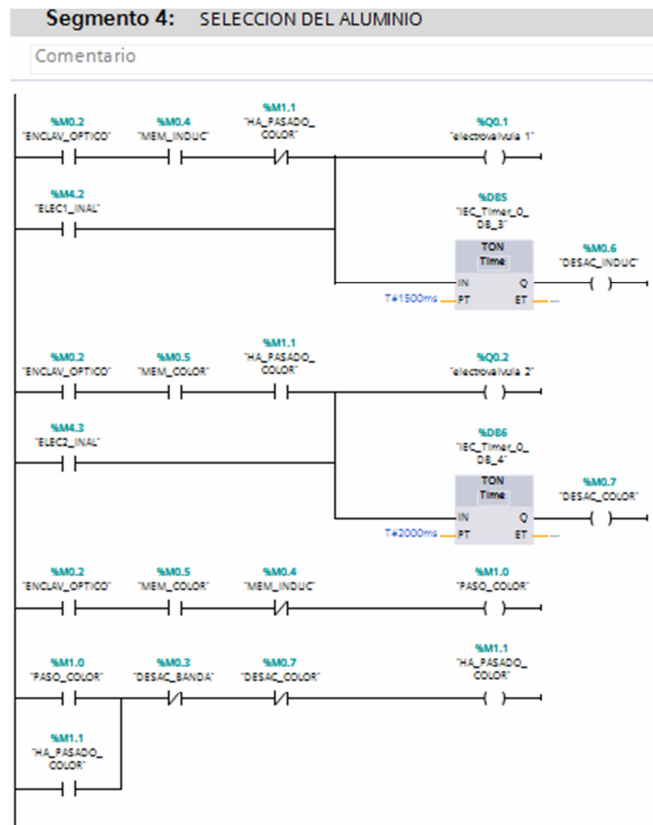
Fuente: Autores.

Figura 43. Lectura de sensores inductivos y colores.



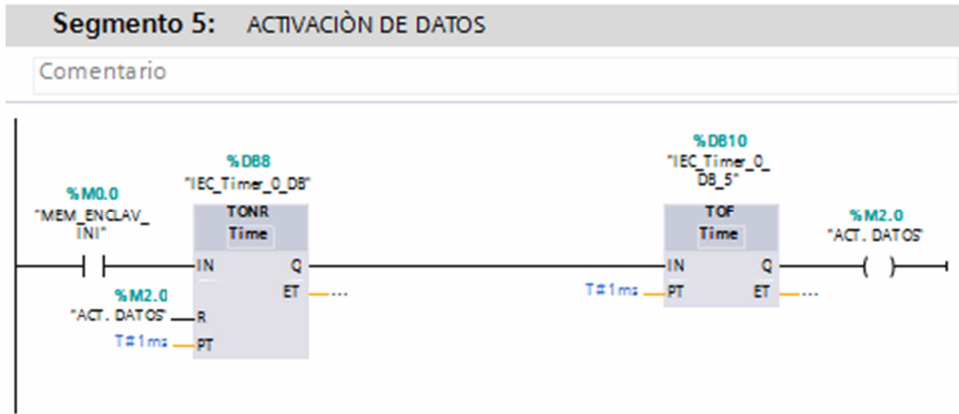
Fuente: Autores.

Figura 44. Selección del objeto metálico.



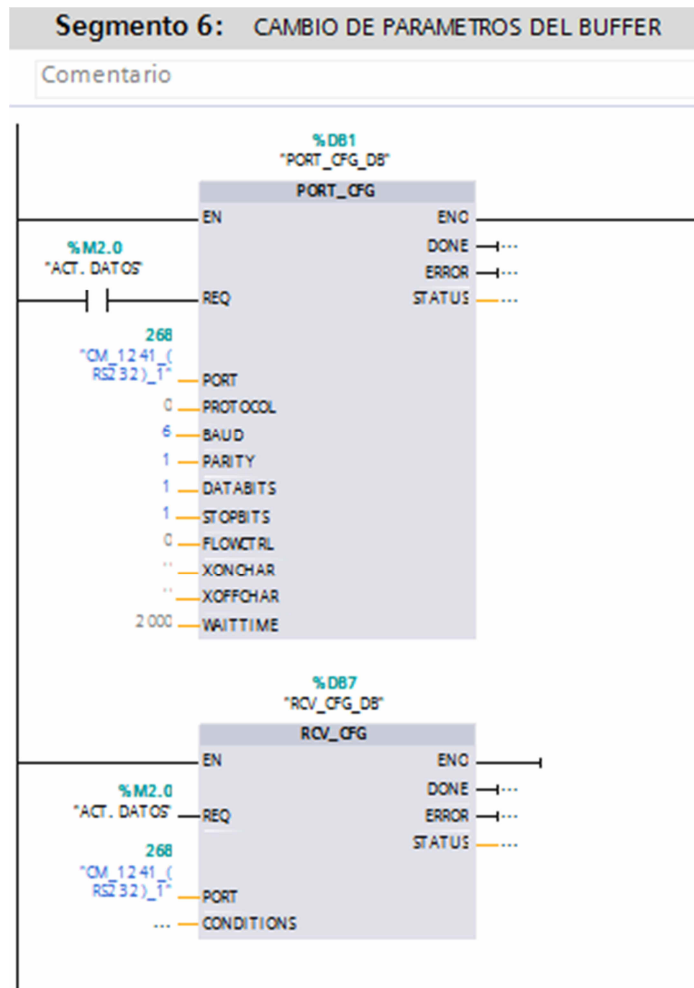
Fuente: Autores.

Figura 45. Activación de datos.



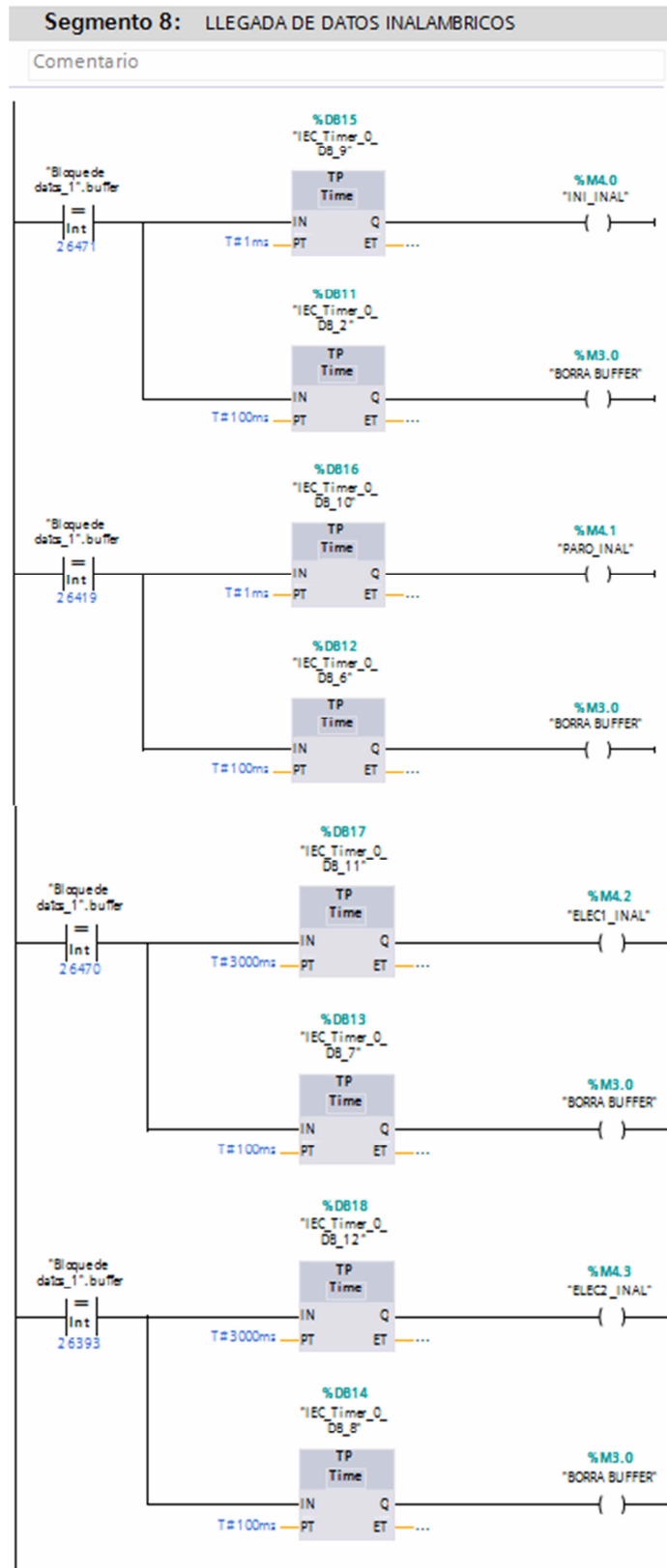
Fuente: Autores.

Figura 46. Cambio parámetros del buffer.



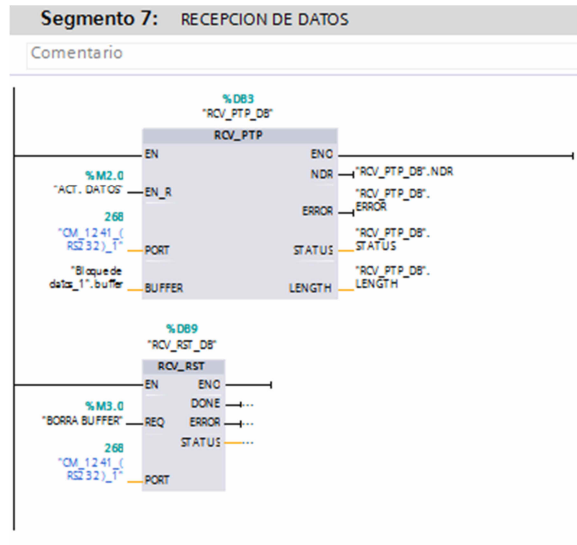
Fuente: Autores.

Figura 47. Llegada de datos inalámbricos.



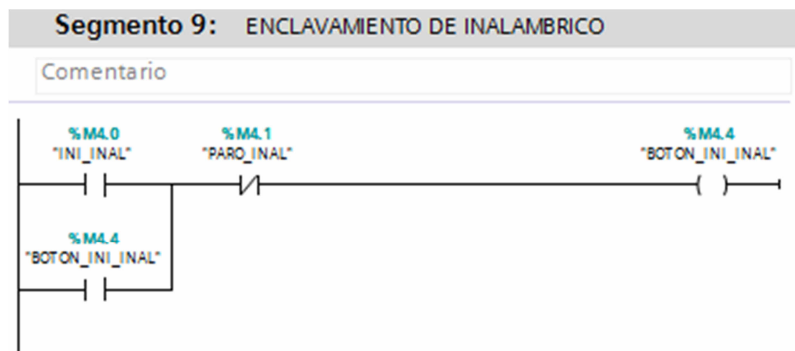
Fuente: Autores.

Figura 48. Recepción de datos



Fuente: Autores.

Figura 49. Enclavamiento de inalámbrico.



Fuente: Autores.

4.3.2 Programación de la pantalla HMI KTP600 PN. Una vez establecido la conexión y agregado al árbol de proyecto a la pantalla táctil, se ubica en el árbol de proyecto y se desprende en la ventana mencionada, se selecciona **HMI_1 [KTP600 Basic color PN]**, ubicarse en imágenes y se va añadiendo las imágenes que deseamos para la programación de la pantalla.

La primera imagen que se añade va ser la raíz, luego de haber establecido una plantilla común para todas las imágenes de programación. En esta imagen de raíz se le asigna un nombre, como MENÚ PRINCIPAL.

Figura 50. Screen MENU PRINCIPAL de la pantalla KTP600 PN



Fuente: Autores.

Los diseños de las imágenes se realizan según las condiciones que deseamos, se le añade animaciones y se añade botones de programación, entre otras formas para su diseño adecuado.

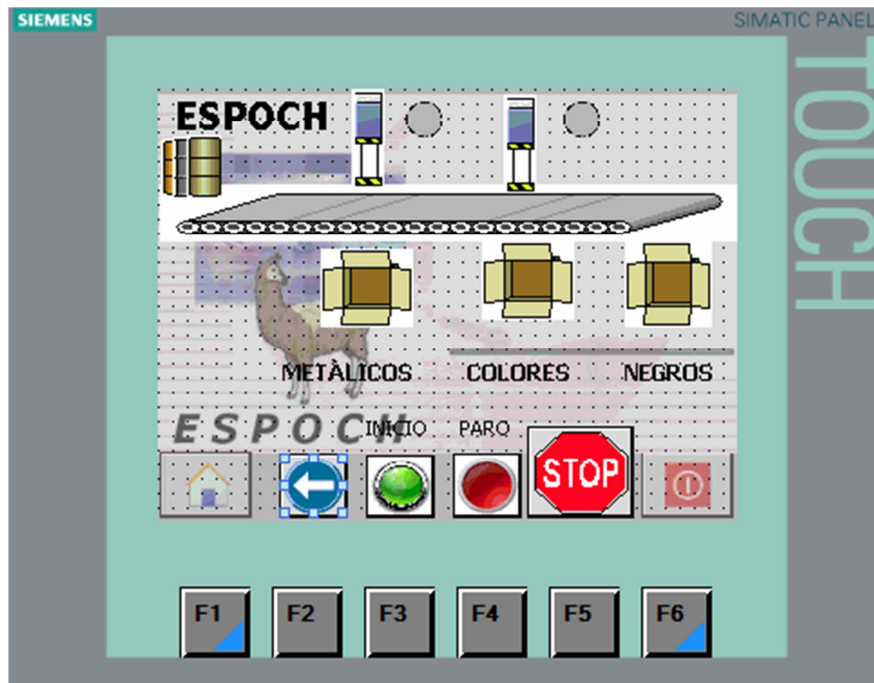
En las figura 51 a la figura 55 se puede identificar cada Screen que va tener el programa de la pantalla táctil.

Figura 51. Screen SELECCIÓN AUTO- INALÁMBRICO de la pantalla KTP600 PN



Fuente: Autores.

Figura 52. Screen AUTOMÁTICO de la pantalla KTP600 PN



Fuente: Autores.

Figura 53. Screen INALÁMBRICO de la pantalla KTP600 PN.




Fuente: Autores.

Figura 54. Screen DIRECCIONES IP de la pantalla KTP600 PN.



Fuente: Autores.

4.4 Cargar programa a los equipos.

Logrado tener la programación tanto del PLC S7-1200 y la pantalla táctil KTP600 PN, lo único que se realiza es dar un clic en el icono  o a través de la pestaña online y cargar dispositivo.

Realizado el paso anterior se va a desprender una ventana preliminar para cargar de dispositivo como la figura 56, aquí en esta ventana saldrán varios mensajes de verificación, se damos clic en el cuadrado de continuar y por último se carga el programa al dispositivo.

4.5 Programación del ARDUINO UNO

Para la programación de un ARDUINO UNO se debe tener en cuenta los conocimientos básicos de programación.

Los programas hechos con Arduino se dividen en tres partes principales: estructura, valores (variables y constantes), y funciones. El Lenguaje de programación Arduino se basa en C/C++.

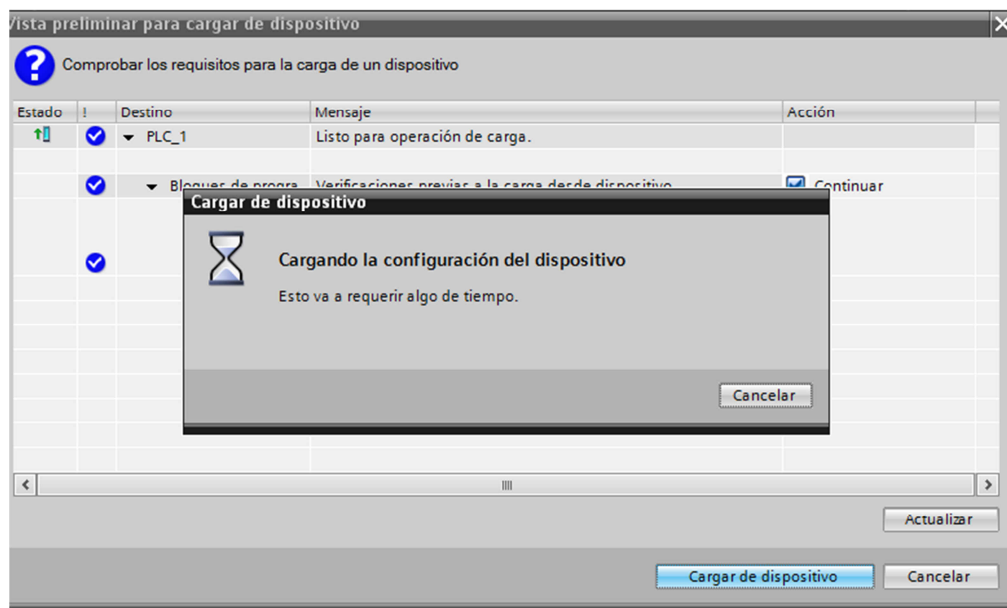
En la figura 57 se observa la programación en el propio software del ARDUINO, que servirá para el mando inalámbrico.

Figura 55. Screen CRÉDITOS de la pantalla KTP600 PN.



Fuente: Autores.

Figura 56. Cargar programa al dispositivo.



Fuente: Autores.

Figura 57. Programación del funcionamiento Inalámbrico.



```
int estado_mot_ini = 0;
int estado_mot_paro = 0;
int estado_electrov1 = 0;
int estado_electrov2 = 0;
int led = 0;

void setup() {
  Serial.begin(9600);
  pinMode(2, INPUT); // Declaro el pin 2 como entrada del boton de la electroválvula 2
  pinMode(4, INPUT); // Declaro el pin 4 como entrada del boton de la electroválvula 1
  pinMode(7, INPUT); // Declaro el pin 7 como entrada del boton de paro de motor
  pinMode(8, INPUT); // Declaro el pin 8 como entrada del boton de inicio de motor
  pinMode(13, OUTPUT); //Declaro el pin 13 como salida
}

void loop() {
  estado_electrov1 = digitalRead(4); // leer el estado del boton de la electrov 1
  estado_electrov2 = digitalRead(2); // leer el estado del boton de la electrov 2
  estado_mot_ini = digitalRead(8); // leer el estado del boton del inicio de motor
  estado_mot_paro = digitalRead(7); // leer el estado del boton del paro de motor

  //////////////////////////////////////
  if(estado_mot_ini == HIGH) { // pregunta si se presiono el boton de inicio que esta normalmente al
    Serial.print (11, DEC); // escribe en el puerto serial
    pinMode(13, LOW);
    delay(500); // nod da un tiempo para que se escriba una sola vez en el buffer
    Serial.flush();
  }
  else {
    pinMode(13, HIGH);
  }

  //////////////////////////////////////
  if(estado_mot_paro == LOW) { //
    Serial.print (12, DEC);
    pinMode(13, LOW);
    delay(500);
    Serial.flush();
  }
  else {
    pinMode(13, HIGH);
  }

  //////////////////////////////////////
  if(estado_electrov1 == HIGH) { //
    Serial.print (13, DEC);
    pinMode(13, LOW);
    delay(500);
    Serial.flush();
  }
  else {
    pinMode(13, HIGH);
  }
  //////////////////////////////////////
  if(estado_electrov2 == LOW) { //
    Serial.print (14, DEC);
    pinMode(13, LOW);
    delay(500);
    Serial.flush();
  }
  else {
    pinMode(13, HIGH);
  }
}
```

Fuente: Autores.

4.6 Elaboración de guía práctica entre el PLC SIMATIC S7-1200 y pantalla táctil.

La guía práctica que se elaborara a continuación servirá como referencia para realizar los diferentes laboratorios según sea el tipo de estación su adecuada programación que existe en el laboratorio de Control y Manipulación Automática.

Tabla 10. Guía práctica.

	ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO.													
	FACULTAD DE MECÁNICA. ESCUELA DE INGENIERÍA DE MANTENIMIENTO.													
Nombre:		Laboratorio:												
Fecha:		Practica N°:												
Semestre:		Profesor:												
Tema:														
<p>1. Objetivos:</p> <p><i>1.1 Objetivos generales.</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • Conocer el software TIA PORTAL V12 Basic y la forma de programación. • Conocer los distintos equipos de programación. <p><i>1.2 Objetivos específicos.</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • Familiarizar al estudiante con el uso de dispositivos de programación SIEMENS. • Establecer conexiones online entre los diferentes dispositivos. • Aprender a comunicar entre un Arduino y un PLC S7-1200 mediante un módulo de comunicación RS232. • Diseñar y programar pantallas táctiles KTP600 PN. <p>2. Equipos, software y materiales.</p> <table border="1" data-bbox="376 1671 1294 2022"> <tr> <td>PLC S7-1200</td> <td>Estación de clasificación.</td> </tr> <tr> <td>Pantalla KTP600 PN</td> <td>Cable de comunicación 25 pines</td> </tr> <tr> <td>TIA PORTAL V12 Basic.</td> <td>Regulador de voltaje</td> </tr> <tr> <td>Compact Switch Module</td> <td>Sislynk</td> </tr> <tr> <td>Software Arduino</td> <td>Fuente de poder 24 VCD</td> </tr> <tr> <td>Módulo de comunicación CM1241 (RS232)</td> <td>Mando inalámbrico</td> </tr> </table>			PLC S7-1200	Estación de clasificación.	Pantalla KTP600 PN	Cable de comunicación 25 pines	TIA PORTAL V12 Basic.	Regulador de voltaje	Compact Switch Module	Sislynk	Software Arduino	Fuente de poder 24 VCD	Módulo de comunicación CM1241 (RS232)	Mando inalámbrico
PLC S7-1200	Estación de clasificación.													
Pantalla KTP600 PN	Cable de comunicación 25 pines													
TIA PORTAL V12 Basic.	Regulador de voltaje													
Compact Switch Module	Sislynk													
Software Arduino	Fuente de poder 24 VCD													
Módulo de comunicación CM1241 (RS232)	Mando inalámbrico													

3. Procedimiento.

- 3.1 Instalar software TIA PORTAL V12 Basic.
- 3.2 Transferir licencia en Automation Licence Manager.
- 3.3 Establecer conexiones de entradas y salidas desde el PLC S7-1200 hacia el Sislynk
- 3.4 Establecer conexiones de entradas y salidas desde el Sislynk de la estación de clasificación hacia actuadores y detectores.
- 3.5 Verificar conexiones establecidas tanto en la estación de programación y la de clasificación.
- 3.6 Seguir normas de seguridad y manuales de operaciones establecidas para las estaciones.
- 3.7 Energizar a las estaciones.
- 3.8 Ejecutar el programa TIA PORTAL V12
- 3.9 Conectar entre una computadora y la estación de programación
- 3.10 Crear proyecto nuevo, añadir dispositivos, según los IP asignados para cada dispositivo.
- 3.11 Establecer una máscara de red entre la pantalla y el PLC S7-1200
- 3.12 Programar en bloque de programa, en el árbol de proyecto.
- 3.13 Diseñar y programar imágenes para la pantalla.
- 3.14 Compilar la programación.
- 3.15 Cargar dispositivo luego de haber sido compilado.
- 3.16 Programar en el software Arduino.
- 3.17 Compilar y cargar la programación del Arduino.
- 3.18 Comunicar mediante modo serial desde el Arduino hacia el módulo de comunicación CM 1241 (RS232).
- 3.19 Poner en funcionamiento.

4. Resultados.

- 4.1 ¿Qué tipo de conexión se realiza entre un PLC S7-1200 y una pantalla KTP 600 PN. ?

.....

4.2 ¿Qué tipo de conexión se realiza entre el Arduino y el módulo de comunicación CM 1241 (RS232)?

.....
.....

4.3 ¿Qué tipo de programación se utiliza en el software Arduino?

.....
.....

4.4 ¿Cómo se puede simular online desde el TIA PORTAL una programación del PLC S7-1200?

.....
.....

4.5 ¿Cómo se puede diferenciar la conexión PROFIBUS con la conexión PROFINET?

.....
.....

5. Conclusiones.

.....
.....

6. Recomendaciones

.....
.....

Fuente: Autores

CAPÍTULO V

5. ANÁLISIS DE COSTOS ENTRE EQUIPOS DE LAS MISMA CARACTERÍSTICAS.

5.1 Costos.

Es el dinero que se invierte con el fin de obtener un producto, cuyos recursos se incorporan físicamente al mencionado de forma directa e indirecta.

5.2 Costos directos.

Los costos directos son recursos que se incorporan físicamente al producto final y a su empaque. Ambos se comercializan conjuntamente. El costo directo también contempla las labores necesarias para el manipuleo y transformación de dichos recursos. Los Costos directos se transfieren directamente al producto final y están constituidos por los siguientes:

5.2.1 Materiales directos. Se refiere a todos aquellos artículos transformados que acompañan al producto final y no constituyen parte de él, pero son comercializados de manera conjunta, tal es el caso de los envases, envolturas, cajas de empaque y embalaje, etiquetas, accesorios, repuestos, etc.

5.2.2 Mano de obra directa. Es la fuerza de trabajo empleada para extraer, producir o transformar la materia prima en bien final.

Esta partida consigna las remuneraciones, beneficios sociales, aportes destinados a la seguridad social, primas por horas extraordinarias y comisiones que perciben los trabajadores que ejecutan una labor directa para la transformación de la materia prima en artículos finales.

5.3 Costos indirectos.

Son costos de los recursos que participan en el proceso productivo; pero que no se incorporan físicamente al producto final. Estos costos están vinculados al periodo productivo y no al producto terminado, entre ellos tenemos:

5.3.1 Materiales indirectos. Son Insumos que no se pueden cuantificar en el producto elaborado ni forman parte de él; pero sin su concurso no sería posible la Producción de bienes finales. Están constituidos por suministros que coadyuvan o influyen en la Producción, por ejemplo combustibles, lubricantes, útiles de limpieza, herramientas y equipos de trabajo, materiales de mantenimiento etc.

5.3.2 Mano de obra indirecta. Es aquella mano de obra que no interviene directamente en la Producción o transformación de la materia prima y en la obtención del producto final. En este rubro se incluyen beneficios sociales, aportes institucionales, seguridad social y otras retribuciones que deben darse al personal.

5.3.3 Gastos indirectos. Son gastos que emergen de las actividades de explotación, fabricación o transformación de la materia prima, es decir son todos aquellos Costos que se generan en el área de Producción, se dan por causa de las actividades productivas. Estos gastos nos encuentran incluidos en las partidas anteriores y responden a la categorización de costo Fijo.

5.4 Costos de equipos implementados.

Los costos totales que se utilizó para la adquisición de los diferentes equipos tanto para la estación de programación y la estación de clasificación se detalla en la siguiente tabla.

Tabla 11. Costos de equipos implementados.

Nº	Detalle	Operación
1	COSTOS DIRECTOS	\$2067,52
	Starter Kit S7-1200 + HMI KTP600 Color	\$1394,40
	Fuente de Poder LOGO! 24 VDC – 2,5 A	\$78.12
	Switch Industrial Ethernet 4 Puertos RJ45 10/100M	\$155,40
	Modulo de comunicacion 1241 (RS232)	\$ 200
	Kit de Sislynk	\$ 120,00
	Regulador de Voltaje con Voltímetro	\$50,00
	Tarjetas electrónicas inalámbricas	\$ 30
	Arduino UNO	\$40
2	COSTOS INDIRECTOS	\$250
	Materiales indirectos	\$50
	Otros gastos	\$200
3	COSTOS TOTALES (1 + 2)	2317,52

Fuente: Autores.

5.5 Costos de otros equipos similares.

Los diferentes equipos que se describe en la tabla siguiente cumplen la misma función que los equipos adquiridos para la elaboración de la tesis.

Tabla 12. Costos de equipos similares.

Nº	DETALLE	OPCIÓN 1	OPERACIÓN	OPCIÓN 2	OPERACIÓN
1	COSTOS DIRECTOS		\$ 4777,89		\$ 4957,79
	PLC	Schneider Zelio logic	\$ 131,21	Schneider Twido	\$ 311,10
	Pantalla táctil	Terminales Táctiles Magelis	\$ 3.646,24	Terminales Táctiles Magelis	\$ 3646,24
	Fuente de poder	Schneider Gama Optimum, monofásica	\$ 255,94	Schneider Gama Optimum, monofásica	\$ 255,94
	Switch industrial	Ethernet server Schneider	\$ 212,47	Ethernet server Schneider	\$ 212,47
	Módulo de comunicación RS232	Schneider Twido	\$ 47,27	Schneider Twido	\$ 47,27
	Arduino	MEGA	\$ 70	MEGA	\$ 70
	Regulador de voltaje	24 vcd variable	\$ 50		\$ 50
	Tarjetas Syslink VARIOFACE	PHOENIX CONTAC	\$ 334,76	PHOENIX CONTAC	\$ 334,76
	Tarjetas electrónicas inalámbricas		\$ 30		\$ 30
2	COSTOS INDIRECTOS		\$250		\$250
	Materiales indirectos		\$ 50		\$ 50
	Otros gastos		\$ 200		\$ 200
3	COSTOS TOTALES(1+2)		\$ 5027.89		\$ 5207.78

Fuente: Autores.

5.6 Análisis de costos.

El objetivo de un análisis de costos es identificar cada elemento de costo que interviene para lograr obtener el producto final más rentable, seleccionando

dispositivos adecuados para la fácil interpretación y seguros de manipular por los estudiantes en el laboratorio implementado.

Este análisis ayuda a la toma de decisiones de cada variante presentada para la adquisición de los equipos para el laboratorio.

5.7 Resultados del análisis de los costos.

Con la elaboración del análisis de costos se llegó a implementar los equipos propuestos de SIEMENS, ya que son de mayor uso en la industria, la seguridad que presentan dichos equipos, su reconocimiento a nivel mundial de la fábrica mencionada por los productos fabricados, hacen que el usuarios adquieran los equipos garantizados para poner en funcionamiento en cada una de las instituciones.

En relación al precio de la adquisición no son tan elevados con relación con las otras marcas que disponen de equipos similares, son elegidos para el laboratorio por lo mencionado anteriormente.

CAPÍTULO VI

6. MANTENIMIENTO Y SEGURIDAD DE LOS EQUIPOS.

6.1 Plan de mantenimiento.

El plan de mantenimiento de la gestión de activos del módulo se desarrolla con el objetivo de mejorar la efectividad de estos, con tareas necesarias y oportunas, y de definir las frecuencias, las variables de control, el presupuesto de recursos y los procedimientos para cada actividad.

En las tablas posteriores se detallará el mantenimiento que se deberá realizar al módulo en forma general en cada sistema que constituye los módulos y en el ANEXO E se detalla la homogenización de las diferentes tareas para su adecuado mantenimiento:

Tabla 13. Actividades de mantenimiento en el sistema mecánico.

Inspección del sistema mecánico	
Procedimiento	Frecuencia (Semanas)
Revisión y limpieza de la estructura de aluminio.	4
Revisar todos los soportes de fijación y pernos, reapretarlos.	16
Detección de ruidos anormales en el motor.	2
Verificar el estado de bandas y poleas	12
Desmontaje y revisión del motor reductor.	26
Equipos:	
Herramientas: Maletín de Herramientas.	
Materiales: Franela Brocha Removedor	
Repuestos:	

Fuente: Autores

Tabla 14. Actividades de mantenimiento en el sistema eléctrico.

Inspección del sistema eléctrico	
Procedimiento	Frecuencia (Semanas)
Revisar y verificar el correcto funcionamiento del pulsador de emergencia.	2
Controlar el valor correcto de voltaje de alimentación del PLC.	2
Limpiar los contactos del relé.	26
Revisar ajustes en las borneras, zócalos de relés, entradas y salidas del PLC.	12
Verificar el estado de los cables de conexión.	4
Limpieza de sensores y reajuste en soportes.	12
Verificar el estado de los Syslink.	26
Verificar el correcto funcionamiento de las lámparas.	2
Verificar el fusible.	2
Equipos:	
Multímetro	
Herramientas:	
Maletín de Herramientas.	
Materiales:	
Franela	
Guaípe	
Removedor	
Repuestos:	
Lámparas a 24 V DC	
Fusible de 3 A	

Fuente: Autores.

Tabla 15. Actividades de mantenimiento en el sistema neumático.

Inspección del sistema neumático	
Procedimiento	Frecuencia (Semanas)
Inspeccionar y detectar fugas de aire en racores y mangueras flexibles.	2
Comprobar el funcionamiento correcto de válvulas distribuidoras en forma manual.	14
Limpieza de filtros silenciadores.	4
Revisión y limpieza de cilindros neumáticos.	4
Equipos:	
Herramientas: Maletín de Herramientas.	
Materiales: Guaípe Franela Removedor	
Repuestos: Racores Mangueras Flexibles	

Fuente: Autores.

6.2 Elaboración de métodos de seguridad para los equipos.

6.2.1 Seguridad. Se debe observar siempre las recomendaciones y normas fundamentales sobre seguridad.

Cualquier persona que trabaje con el módulo de clasificación por materiales y colores, debe observar con especial atención las recomendaciones de seguridad. Además, debe respetarse las normas de regulaciones sobre prevención de accidentes aplicables en el laboratorio.

El responsable del funcionamiento se compromete en asegurar que el módulo de clasificación por materiales y colores sea utilizado solamente por personas que:

- Estén familiarizados por las normas básicas relacionados con la seguridad operativa y la prevención de accidentes.
- Hayan recibido instrucciones en el manejo del módulo.
- Estén medianamente habituados en trabajar con las normas de seguridad.

6.2.2 *Sistema de seguridad del sistema de clasificación.* El módulo de clasificación por materiales y colores está equipado con un pulsador de emergencia tipo hongo, este elemento eléctrico bloquea el sistema de maniobra de la máquina, mediante la pulsación elimina cualquier función haciendo que esta retorne a la posición de partida, después de la actuación, no volverá a poder accionarse la máquina hasta que lo desbloqueen.

Los cilindros neumáticos de simple efecto son accionados por electroválvulas provistas con accionamiento manual, que permiten realizar cualquier maniobra fuera de la programación del PLC.

6.2.3 *Normas de seguridad.*

6.2.3.1 *Normas de seguridad antes, durante y después de la práctica.* Ubicada la estación en el lugar de trabajo, es importante para un correcto funcionamiento y seguridad del equipo, la verificación de los siguientes aspectos:

- Los alumnos solo deben trabajar en el módulo bajo la supervisión de un docente.
- Observar las indicaciones que se encuentran en las guías de laboratorio.
- Verificar el estado del módulo de clasificación por materiales y colores. De presentarse averías avisar al encargado.
- Control de interruptores de paso de corriente y el pulsador de emergencia se encuentren desbloqueados.

- Verificar el estado del fusible.
- Verificar el voltaje requerido para el buen funcionamiento de la estación, esto es 24 voltios de corriente continua.
- Controlar la presión de aire en el sistema, entre 3 y 6 bares como máximo.
- No aplicar aire comprimido hasta que se haya establecido y asegurado todas las uniones con la tubería adecuada para el módulo.
- Identificar fugas de aire en racores, válvulas y mangueras flexibles, en caso de presentarse desconectar la línea de alimentación de entrada del equipo.
- Verificar que los mandos manuales neumáticos de electroválvulas accionen correctamente sin energía eléctrica.
- No desconectar conductos de aire que estén bajo presión.
- Hay que tener especial cuidado al aplicar el aire comprimido. Los cilindros pueden avanzar o retroceder tan pronto se aplique el aire comprimido.
- Montar todos los componentes en la placa de forma segura.
- Durante las prácticas comprobar el funcionamiento de los programas en los simuladores, para posteriormente cargar en el PLC, tomar en cuenta los elementos que se dispone en el módulo.
- No retirar las protecciones instaladas, evitar la manipulación excesiva del cableado de los sensores para evitar averías.
- Evitar el ajuste de terminales de borneras cuando el equipo esté en funcionamiento.
- Al inicio y al final de la práctica debe realizarse la limpieza del módulo de clasificación, evitar la presencia de polvo y partículas extrañas que puedan afectar al sistema eléctrico, sensórico y neumático.

- Para la realización de trabajos de mantenimiento en el módulo, se deberá desconectar la alimentación eléctrica y neumática con el fin de evitar inconvenientes al estudiante y a la estación.

CAPÍTULO VII

7. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.

7.1 Conclusiones.

Se implementó los dispositivos Siemens a la estación de clasificación por colores y materiales, repotenciando esta estación al laboratorio de Control y Manipulación Automática de la Escuela de Ingeniería de Mantenimiento.

Se estableció un interfaz hombre máquina, con un control y mando desde pantalla KTP600 PN, además un control inalámbrico para manipulación manual de los diferentes actuadores de la estación de clasificación por colores y materiales del laboratorio.

Se logró tener una comunicación vía Ethernet entre los dispositivos principales de la estación de programación como son la pantalla táctil KTP600 PN y el PLC S7-1200, e incluso se logró comunicar mediante serial con el accesorio módulo de comunicación CM1241 (RS232) y el Arduino uno.

Se elaboraron tarjetas electrónicas para guardar espacio de cableado entre los diferentes dispositivos tanto en la estación de clasificación y la estación de clasificación y que sean fácil de manipular para conexiones futuras.

7.2 Recomendaciones.

Estar con un amplio conocimiento de funcionamiento de los dispositivos a manipular, además deberá conocer conocimientos de Electrónica Básica y Control Industrial y Automatización.

Emplear adecuadamente la guía de prácticas, elaborando paso a paso su contenido con el fin de ser eficientes al manipular los dispositivos.

Conocer bien las direcciones IP de cada equipo, con el fin de evitar la pérdida de sistema operativo en el caso de las pantallas táctiles y sean aplicadas correctamente para su comunicación.

Seguir norma de seguridad para evitar riesgos de cortocircuito o sobretensión a los diferentes dispositivos que contiene cada uno de las estaciones elaboradas.

Aplicar los planes de mantenimientos elaborados para cada una de la estaciones, para su conservación futura de estos.

BIBLIOGRAFÍA.

FESTO. 2005. Electroneumática Nivel básico. [En línea] FESTO Didactic, 2005. [Citado el: 24 de Septiembre de 2013.]

www.festo-didactic.com/ov3/media/customers/1100/00065533001134644153.pdf.

FESTO. 2000. Fundamentos de Electroneumática. [En línea] 25 de Mayo de 2000. [Citado el: 30 de Septiembre de 2013.]

<http://agora.escoladeltreball.org/Members/cblasco/1wesa/pneumatica/electro-pneumatica.pdf>.

FESTO, Didactic. 2003. Célula de Fabricación Flexible, MPS-C, Estación 7: Clasificación. *Aquilino Rodríguez Penin*. [En línea] 2003. [Citado el: 21 de Diciembre de 2013.] http://www.lhusurbil.com/irjlmartinez/MANUALES/E7-CLASIFICACION/E7-Clasificacion_Omron.pdf.

IACI. Ingeniería en Automatización y Control Industrial. *Introducción a HMI*. [En línea] [Citado el: 15 de Octubre de 2013.]

<http://iaci.unq.edu.ar/materias/laboratorio2/HMI%5CIntroduccion%20HMI.pdf>.

ITESCAM. Instituto Tecnológico Superior de Calkiní en el Estado de Campeche. [En línea] Electroneumática. [Citado el: 24 de Septiembre de 2013.] <http://www.itescam.edu.mx/principal/sylabus/fpdb/recursos/r71916.PDF>.

MOROCHO, Manuel. 2000. *Texto de Administración del Mantenimiento*. Riobamba : ESPOCH, 2000.

MORROW L. 1974. *Manual de Mantenimiento Industrial, Tomos I, II, III*. Mexico : CECSA, 1974.

OmRON. 2013. Sensor de marca E3M-V. [En línea] 2013. [Citado el: 05 de Octubre de 2013.]

<http://downloads.industrial.omron.eu/IAB/Products/Sensing/Photoelectric%20Sensors/Special%20Models/E3M-V/E280/E280-ES2-01A-X+E3M-V+Datasheet.pdf>.

PACCO, Percy Julio Chambi. 2011. Sensores Inductivos-Completo. [En línea] 08 de Agosto de 2011. [Citado el: 24 de Septiembre de 2013.] www.lonely113.blogspot.com/search?q=sensores+inductivos.

SIEMENS. 2011. *HMI Basic Panels, Instrucciones de servicio.* Alemania : Copyright © Siemens AG 2010, 2011. A5E02421816-02.

SIEMENS AG. 2009. SIMATIC TIA Portal STEP 7 Basic V10.5. [En línea] 2009. [Citado el: 08 de Octubre de 2013.] www.iesmigueldecervantes.com/publica/sef/jose_fernando/practica_tia_portal_1.pdf.

SIEMENS. 2011. *Manual de sistema.* Alemania : Copyright © Siemens AG 2010., 2011.

SIEMENS. 2011. *Manual del Producto.* Alemania : Copyright © Siemens AG 2010., 2011. 6ES7298-8FA30-8DQ0.

SIEMENS. 2012. *SIMATIC HMI Panels.* Alemania : Corporation © Siemens AG 2012, 2012.

SIEMENS. 2009. SIMATIC S7-1200 Easy Book. [En línea] Octubre de 2009. [Citado el: 15 de Octubre de 2013.] [http://www.swe.siemens.com/spain/web/es/industry/automatizacion/aut_simatic/Documents/SIMATIC%20S7-1200%20Easy_Book%20\(espa%C3%B1ol\)%202009-11.pdf](http://www.swe.siemens.com/spain/web/es/industry/automatizacion/aut_simatic/Documents/SIMATIC%20S7-1200%20Easy_Book%20(espa%C3%B1ol)%202009-11.pdf).

UCA, UNIDAD DE INNOVACIÓN. 2011. Comenzando con Arduino. [En línea] 2011. [Citado el: 24 de 11 de 2013.] www.uca.es/recursos/doc/Unidades/Unidad_Innovacion/Innovacion_Docente/ANEXOS_2011_2012/22232441_310201212102.pdf.

UNAD. Universidad Nacional Abierta y a Distancia. *Automatización Industrial.* [En línea] [Citado el: 15 de Octubre de 2013.] http://datateca.unad.edu.co/contenidos/2150514/Modulo_exe/leccin_17_el_plc_como_parte_medular_de_la_automatizacin_flexible.html.

UNICAUCA. Universidad del Cauca. *Ingeniería en Automática Industrial.* [En línea] [Citado el: 16 de Noviembre de 2013.] <http://artemisa.unicauca.edu.co/~gavasquez/res/Sw1/InterfazH-M.pdf>.