



**ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE
CHIMBORAZO**

**FACULTAD DE MECÁNICA
ESCUELA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL**

**“IMPLEMENTACIÓN DEL CONTROL TOUCH DEL
MÓDULO SELECTOR DE METAL Y PLÁSTICO Y
MONITOREO POR SISTEMA SCADA”**

**GUAMÁ BONILLA JONATHAN DANIEL
PINCA Y AGREDA ANGEL EDWIN**

TESIS DE GRADO

Previa a la obtención del Título de:

INGENIERO INDUSTRIAL

RIOBAMBA – ECUADOR

2015

ESPOCH

Facultad de Mecánica

CERTIFICADO DE APROBACIÓN DE TESIS

2014-02-03

Yo recomiendo que la Tesis preparada por:

JONATHAN DANIEL GUAMÁ BONILLA

Titulada:

**“IMPLEMENTACIÓN DEL CONTROL TOUCH DEL MÓDULO SELECTOR
DE METAL Y PLÁSTICO Y MONITOREO POR SISTEMA SCADA”**

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

INGENIERO INDUSTRIAL

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

Nosotros coincidimos con esta recomendación:

Ing. Jhonny Orozco Ramos
DIRECTOR DE TESIS

Ing. Eduardo García Cabezas
ASESOR DE TESIS

ESPOCH

Facultad de Mecánica

CERTIFICADO DE APROBACIÓN DE TESIS

2014-02-03

Yo recomiendo que la Tesis preparada por:

ANGEL EDWIN PINCAY AGREDA

Titulada:

**“IMPLEMENTACIÓN DEL CONTROL TOUCH DEL MÓDULO SELECTOR
DE METAL Y PLÁSTICO Y MONITOREO POR SISTEMA SCADA”**

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

INGENIERO INDUSTRIAL

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

Nosotros coincidimos con esta recomendación:

Ing. Jhonny Orozco Ramos
DIRECTOR DE TESIS

Ing. Eduardo García Cabezas
ASESOR DE TESIS

CERTIFICADO DE EXAMINACIÓN DE TESIS

NOMBRE DEL ESTUDIANTE: JONATHAN DANIEL GUAMÁ BONILLA

TÍTULO DE LA TESIS: “IMPLEMENTACIÓN DEL CONTROL TOUCH DEL MÓDULO SELECTOR DE METAL Y PLÁSTICO Y MONITOREO POR SISTEMA SCADA”

Fecha de Examinación:

2015- 02-26

RESULTADO DE LA EXAMINACIÓN:

COMITÉ DE EXAMINACIÓN	APRUEBA	NO APRUEBA	FIRMA
Ing. Carlos Santillán Mariño PRESIDENTE TRIB. DEFENSA			
Ing. Jhonny Orozco Ramos DIRECTOR DE TESIS			
Ing. Eduardo García Cabezas ASESOR DE TESIS			

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

RECOMENDACIONES: _____

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

Ing. Carlos Santillán Mariño
PRESIDENTE DEL TRIBUNAL

CERTIFICADO DE EXAMINACIÓN DE TESIS

NOMBRE DEL ESTUDIANTE: ANGEL EDWIN PINCAY AGREDA

TÍTULO DE LA TESIS: “IMPLEMENTACIÓN DEL CONTROL TOUCH DEL MÓDULO SELECTOR DE METAL Y PLÁSTICO Y MONITOREO POR SISTEMA SCADA”

Fecha de Examinación:

2015-02-26

RESULTADO DE LA EXAMINACIÓN:

COMITÉ DE EXAMINACIÓN	APRUEBA	NO APRUEBA	FIRMA
Ing. Carlos Santillán Mariño PRESIDENTE TRIB. DEFENSA			
Ing. Jhonny Orozco Ramos DIRECTOR DE TESIS			
Ing. Eduardo García Cabezas ASESOR DE TESIS			

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

RECOMENDACIONES: _____

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

Ing. Carlos Santillán Mariño
PRESIDENTE DEL TRIBUNAL

DERECHOS DE AUTORÍA

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

Jonathan Daniel Guamá Bonilla

Angel Edwin Pincay Agreda

DEDICATORIA

Se los dedico a mis padres José Alberto Guamá Tutacha y Aida Fabiola Bonilla Amaguaya, ya que por su esfuerzo y apoyo pude lograr una de mis metas.

A mis hermanos por brindarme su confianza y a la vez su conocimiento los cuales me sirven de ejemplo de superación.

A toda mi familia por los consejos y apoyo brindado ya que fueron incondicionales en los buenos y malos momentos en el transcurso de mi vida, para lograr superarme.

Jonathan Guamá Bonilla.

Dedico este trabajo principalmente a Dios, por haberme dado la fortaleza para continuar cuando a punto de caer e estado y permitirme llegar hasta este momento tan importante de mi formación profesional.

A mis padres, por ser las personas quienes me han acompañado durante todo mi trayecto estudiantil, sabiendo formarme con buenos sentimientos, hábitos y valores, lo cual me ha ayudado a salir adelante en los momentos más difíciles.

A mi familia en general, por brindarme su apoyo incondicional y compartir conmigo buenos y malos momentos.

Angel Pincay Agreda.

AGRADECIMIENTO

Agradezco a Dios por darme fortaleza para lograr mis metas, a mi familia por brindarme todo el cariño y confianza para ver culminada una meta más de mi vida.

A la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, en especial a la Escuela de Ingeniería Industrial, por darme la oportunidad de obtener una profesión, y ser una persona útil a la sociedad.

Agradezco al Ing. Jhonny Orozco e Ing. Eduardo García, por brindarme su amistad y asesoramiento en la tesis, quienes con la ayuda de su conocimiento y experiencia se logró elaborar el presente documento.

Jonathan Guamá Bonilla

Agradezco a Dios por darme fortaleza para lograr mis metas, a mi familia por brindarme todo el cariño y confianza para ver culminada una etapa más de mi vida.

A la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, en especial a la Escuela de Ingeniería Industrial, por brindarme la oportunidad de conseguir mi meta, ser un profesional.

Agradezco al Ing. Jhonny Orozco e Ing. Eduardo García, por brindarme su amistad y asesoramiento en la tesis, quienes con la ayuda de su conocimiento y experiencia se logró elaborar el presente documento.

Angel Pincay Agreda

CONTENIDO

	Pág.
1. INTRODUCCION	1
1.1 Antecedentes.....	1
1.2 Justificación	1
1.3 Objetivos.....	2
1.3.1 <i>Objetivo general.</i>	2
1.3.2 <i>Objetivos específicos:</i>	2
2. MARCO TEÓRICO	3
2.1 Automatización.....	3
2.1.1 <i>Objetivos de la automatización:</i>	3
2.1.2 <i>Clases de Automatización Industrial:</i>	3
2.2 Formas de realizar el control de un proceso	4
2.2.1 <i>Control de lazo abierto.</i>	4
2.2.2 <i>Control de lazo cerrado.</i>	4
2.3 Controlador lógico programable (PLC).....	5
2.3.1 <i>Arquitectura externa de un PLC.</i>	5
2.3.2 <i>Arquitectura interna de un PLC.</i>	6
2.3.3 <i>Principios básicos de un PLC.</i>	6
2.4 Pantalla táctil	8
2.4.1 <i>Clasificación de pantallas HMI.</i>	8
2.4.2 <i>Funciones de las HMI:</i>	8
2.4.3 <i>Características HMI:</i>	9
2.4.4 <i>Criterios para selección de la pantalla HMI.</i>	10
2.4.5 <i>Simatic HMI Basic Panels.</i>	10
2.4.6 <i>Aspectos destacables de las HMI KTP400 Basic Mono PN.</i>	11
2.4.7 <i>Teclas de función</i>	12
2.4.8 <i>Interfaz de comunicación de la pantalla HMI</i>	12
2.5 Sistema SCADA	13
2.5.1 <i>Requisitos básicos de un sistema SCADA.</i>	13
2.5.2 <i>Funciones principales del sistema SCADA:</i>	13
2.5.3 <i>Transmisión de la información.</i>	14
2.5.4 <i>Comunicación.</i>	15
2.5.5 <i>Elementos del sistema SCADA.</i>	15
2.5.6 <i>Software SCADA.</i>	16
2.6 Principios básicos del TIA PORTAL V13	17
2.6.1 <i>Vista general del Tía Portal.</i>	17
2.6.2 <i>Concepto de ingeniería.</i>	18
2.6.3 <i>Gestión de datos.</i>	18
2.6.4 <i>Vistas del TIA Portal.</i>	19
2.7 Dispositivo móvil	21
2.8 Placa Arduino Uno	22
2.8.1 <i>Entradas y salidas.</i>	23
2.8.2 <i>Alimentación.</i>	23

3.	MONTAJE DE PANTALLA TOUCH Y DESARROLLO DE PROGRAMA EN SISTEMA SCADA.	24
3.1	Análisis del módulo selector de metal y plástico.....	24
3.1.1	<i>Situación en la cual se encontró el módulo.</i>	24
3.1.2	<i>Situación actual del módulo.</i>	37
3.2	Diagramas de instalación.....	56
3.3	Montaje de la pantalla.....	58
3.3.1	<i>Requerimientos para el montaje del panel de operador.</i>	58
3.3.2	<i>Herramientas y accesorios necesarios.</i>	60
3.3.3	<i>Montaje del panel de operador.</i>	60
3.4	Conexión del panel de operador e instalación del software.....	61
3.4.1	<i>Conexión del panel operador.</i>	61
3.4.2	<i>Instalación del software.</i>	64
3.5	Desarrollo del programa en sistema SCADA.....	65
3.5.1	<i>Programación del PLC S7-1200.</i>	65
3.5.2	<i>Desarrollo del panel HMI Basic.</i>	68
3.6	Conexión y comunicación del ordenador con el sistema.....	77
3.6.1	<i>Conexión del PLC y HMI.</i>	77
3.6.2	<i>Comunicación del ordenador con el sistema.</i>	77
3.7	Elaboración de una aplicación para mando inalámbrico del módulo.....	78
3.7.1	<i>Construcción de la aplicación para un dispositivo móvil android.</i>	78
3.7.2	<i>Elaboración del módulo receptor.</i>	80
3.7.3	<i>Comunicación del mando inalámbrico.</i>	81
3.8	Pruebas y puesta a punto del módulo.....	82
3.8.1	<i>Puesta a punto y en servicio.</i>	82
3.8.2	<i>Mediciones y monitoreo.</i>	83
4.	ELABORACIÓN DE GUÍAS DE PRÁCTICAS, MANUAL DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO DEL MÓDULO SELECTOR DE METAL Y PLÁSTICO.	84
4.1	Guía de práctica de laboratorio.....	84
4.2	Elaboración del manual de operación del módulo selector de metal y plástico.....	91
4.2.1	<i>Introducción.</i>	91
4.2.2	<i>Advertencia.</i>	91
4.2.3	<i>Conexiones eléctricas:</i>	91
4.2.4	<i>Encendido del proceso.</i>	92
4.2.5	<i>Descripción del proceso.</i>	93
4.2.6	<i>Apagado del sistema.</i>	95
4.3	Manual de mantenimiento.....	95
4.3.1	<i>Justificación.</i>	95
4.3.2	<i>Objetivos:</i>	95
4.3.3	<i>Partes del módulo selector de metal y plástico:</i>	96
4.3.4	<i>Elaboración de fichas técnicas.</i>	96
4.3.5	<i>Mantenimiento a realizar.</i>	96
4.4	Medidas de seguridad para el manejo del módulo selector de metal y plástico.....	109
4.4.1	<i>Indicaciones de seguridad:</i>	109
4.4.2	<i>Indicaciones mecánicas:</i>	109
4.4.3	<i>Indicaciones eléctricas:</i>	109

4.4.4	<i>Indicaciones neumáticas:</i>	110
4.5	Prácticas de aplicación.....	110
4.5.1	<i>Reciclado automático.</i>	110
5.	COSTOS	111
5.1	Costos directos.....	111
5.2	Costos indirectos.....	111
5.3	Costos totales.....	112
6.	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	113
6.1	Conclusiones.....	113
6.2	Recomendaciones	114

BIBLIOGRAFÍA

ANEXOS

LISTA DE TABLAS

	Pág.
1. Datos técnicos HMI KTP400.....	12
2. Software del HMI	12
3. Tipos de software SCADA	16
4. Características técnicas del Arduino UNO	23
5. Elementos del tablero de control y mando.....	26
6. Diámetro y peso de rodillos	28
7. Elementos del tablero de control y mando nuevo	39
8. Factor de fricción de la banda.....	45
9. Factor de fricción de los cojinetes	45
10. Selección de cilindros	51
11. Distancias de instalación.....	59
12. Dimensiones del recorte de montaje	60
13. E/S y memorias del PLC.....	66
14. Variables del panel HMI.....	69
15. Asignación de entradas y salidas	86
16. Variables del panel HMI.....	87
17. Ficha técnica	97
18. Inspección del anclaje de elementos	97
19. Inspección de relés, porta fusibles, contactor y térmico	98
20. Inspección del motor eléctrico.....	99
21. Inspección de conexiones eléctricas	100
22. Mantenimiento del PLC S7-1200	100
23. Mantenimiento del HMI KTP400	101
24. Mantenimiento del módulo receptor.....	102
25. Mantenimiento de reductor.....	103
26. Mantenimiento bandas transportadoras	103
27. Mantenimiento de chumaceras artesanales	104
28. Mantenimiento de bandas y poleas	105
29. Mantenimiento de electroválvulas	106
30. Mantenimiento del FRL.....	106
31. Vida útil de los accesorios del módulo didáctico.....	107
32. Check List.....	108
33. Costos directos.....	111
34. Costos indirectos.....	111
35. Costos totales	112

LISTA DE FIGURAS

	Pág.
1. PLC S7-1200	5
2. HMI KTP400 Basic Mono PN.....	11
3. Esquema de conexión de equipos e interfaces de comunicación.....	15
4. Esquema de los elementos de un sistema SCADA	17
5. Interfaz de comunicación PLC, HMI, Ordenador.....	17
6. Vista del portal.....	20
7. Vista del proyecto	20
8. Samsung Galaxy Tab4.....	21
9. Placa Arduino UNO.....	22
10. Estructura del módulo selector de metal y plástico antiguo.....	25
11. Tablero de control y mando antiguo	26
12. PLC S7-1200 1212/AC/DC/RLY	27
13. Bandas transportadoras	27
14. Motor eléctrico.....	29
15. Reductor de velocidades antiguo	29
16. Poleas	30
17. Sensores inductivo y capacitivo.....	32
18. Cilindro neumático.....	33
19. Electroválvula	34
20. FRL.....	34
21. Racores y mangueras	35
22. Protector térmico.....	35
23. Pulsadores	36
24. Luces piloto	36
25. Breakers	37
26. Estructura metálica del módulo didáctico.....	38
27. Tablero de control y mando nuevo	40
28. Reductor 50:1.....	40
29. Poleas nuevas.....	41
30. Diagrama de cuerpo libre del sistema de transporte	43
31. Diagrama de cuerpo libre banda horizontal	44
32. Diagrama de cuerpo libre de la banda inclinada	44
33. Selección del motor	48
34. Cilindros neumáticos	49
35. Sensores	53
36. Sensor fotoeléctrico	54
37. Relé.....	55
38. Luces piloto	55
39. Circuito electroneumático.....	56
40. Diagrama eléctrico del módulo.....	57
41. Diagrama eléctrico del mando inalámbrico	58
42. Posiciones de montaje del HMI.....	59
43. Distancias para instalación del HMI.....	59
44. Recorte de montaje	60

45.	Puertos del panel operador.....	61
46.	Conexión a tierra.....	62
47.	Conexión de la fuente de alimentación.....	63
48.	Programación.....	67
49.	Programación HMI.....	70
50.	Pantalla de presentación.....	75
51.	Pantalla de inicio.....	75
52.	Pantalla de simulación.....	76
53.	Pantalla de alarma.....	76
54.	Programación de botones tipo bt.....	79
55.	Programación de botón de inicio.....	79
56.	Programación del botón de parada.....	79
57.	Código de la aplicación.....	80
58.	Aplicación para mando inalámbrico.....	80
59.	Programación Arduino.....	81
60.	PLC y HMI.....	88
61.	Arduino UNO.....	88
62.	Diagrama eléctrico del módulo didáctico selectora de metal y plástico.....	90
63.	Reciclado automático.....	110

SIMBOLOGÍA

N	Revoluciones de poleas	RPM
D	Diámetro de polea	mm
i	Factor de reducción	-
v	Velocidad lineal	cm/s
F1, F2	Fuerza para mover la banda en vacío.	N
F3, F4	Fuerza para mover la banda con carga	N
F	Esfuerzo total del módulo	N
L _{banda}	Longitud de la banda.	m
m _{rodillos}	Masa de los rodillos	kg/m
θ	Angulo	° (grados)
Mm	Capacidad de carga	kg/min
H	Elevación neta de la carga	m
Pt	Potencia teórica	hp
Pr	Potencia real	hp
W	Peso de las probetas	N
Fe	Fuerza efectiva	N
Ft	Fuerza teórica	N
Fr	Fuerza de rozamiento	N
De	Diámetro del émbolo	mm
P _{trabajo}	Presión de trabajo	Pa
V	Consumo de aire	mm ³ /min
A	Área del cilindro en el avance	mm ²
A''	Área del cilindro en el retorno	mm ²
d	Diámetro del vástago.	mm

LISTA DE ABREVIACIONES

HMI	Interfaz Hombre Maquina (Human Machine Interface)
SCADA	Supervisión, Control y Adquisición de Datos (Supervisory Control And Data Acquisition)
PLC	Controlador Lógico Programable (Programmable Logic Controller)
E/S	Entradas / Salidas
CPU	Unidad Central de Procesamiento
SCAN	Ciclo de operación del PLC
DIN	Instituto Alemán de Normalización (Deursches Istitut Für Normung)
PC	Computadora Personal
MTU	Unidad de Transmisión Máxima
RUT	Receptor de unidades transmitidas
DTE	Equipos terminales de datos
DCE	Equipo de Comunicación de Datos
TIA Portal	Portal Automático Totalmente Integrado (Totally Integrated Automation Portal)
USB	Bus Universal en Serie (Universal Serial Bus)
RAM	Random Access Memory (Memoria de Acceso Aleatorio)
LTE	Evolución a largo plazo (Long Term Evolution)
mA	Mili Amperios
V	Voltaje
AC	Corriente Alterna
DC	Corriente Directa
GND	Tierra (Ground)
RLY	Relay
MDF	Fibra de Densidad Media (Medium Density Fibre)
UNE	Una Norma Española
HP	Caballos de potencia
Pa	Pascal
η	Rendimiento del motor
FRL	Filtro Regulador Lubricador
COM	Puerto de comunicación
WLAN	Wireless local area network
ANSI	Instituto Nacional Americano de Normalización
BOOL	Booleano (lógica binaria)
I%	Entradas PLC
Q%	Salidas PLC
S	Sensores
M%	Memorias PLC

C_L	Factor de fricción por la longitud de la banda
f	Coefficiente de rozamiento de los cojinetes
n	Numero de ciclos por minuto
R_c	Relación de compresión
NA	Normalmente abierto
IP	Internet Protocol
QR	Código de respuesta rápida

LISTA DE ANEXOS

- A** Introducción al PLC S7-1200
- B** Introducción al KTP400 Basic
- C** Introducción a Arduino

RESUMEN

El laboratorio de Automatización Industrial de la Escuela de Ingeniería Industrial cuenta con un módulo denominado Selector de Metal y Plástico, el cual simula un proceso industrial con la ayuda de actuadores, sensores, un PLC S7-1200, entre otros dispositivos.

Se procedió a verificar la funcionalidad del módulo didáctico e implementar el control Touch y monitoreo por sistema SCADA. El control del módulo se lo realiza mediante una conexión inalámbrica entre el dispositivo móvil y el PLC, para efectuar dicha comunicación se desarrolló una aplicación en sistema operativo Android, una programación en una placa arduino. El sistema SCADA se implementó en el entorno WinCC propio de las utilidades que nos proporciona siemens.

Se instalaron los nuevos equipos los cuales servirán para construir el control touch del proceso con monitoreo por sistema SCADA, se continuó con la elaboración de la nueva programación, la configuración del panel HMI y la comunicación del ordenador con el nuevo sistema.

Se elaboró un manual de operación y mantenimiento en los cuales se detalla de manera correcta los pasos que se debe seguir para el uso del sistema.

Esta nueva tecnología que se implementó en el módulo de manera didáctica, se lo realiza con el fin de dar a conocer que existen tecnologías fáciles de manipular que tienen la tarea fundamental de proteger la vida de un operario. Dicha tecnología permite el control del sistema de manera remota, de esta manera se realiza una mejora de la productividad de la empresa ahorrando dinero y tiempo.

SUMMARY

The laboratory of Industrial Automation of the Engineering Industrial School has a module named Selector of Metal and Plastic, which simulates an industrial process with the help of a few actuators, sensors, a PLC S7-1200, among other devices.

It proceeded to verify the functionality of the training module and implement the Touch control and monitoring for SCADA system. The module control is performed via a wireless connection between the mobile device and the PLC, to make such communication was developed an application on Android OS, programming in an arduino board. The SCADA system was implemented in the own utilities WinCC environment provided by Siemens.

The new equipment which will be used to build the touch of the process control were installed with monitoring for SCADA system, continued with the preparation of the new programming, HMI panel configuration and the computer communication with the new system.

It was an operation and maintenance manual which details the steps that must be followed for the use of the system properly.

This new technology is implemented in the module in a didactic way, it is done in order to know that there are easy to manipulate technologies, which have the fundamental task of protecting the life of an operator. This technology allows the control of the remote system, this way is an improvement of the productivity of the company saving money and time.

CAPÍTULO I

1. INTRODUCCIÓN

1.1 Antecedentes

La competitividad dentro de la industria siempre ha funcionado como una estrategia, pero en los últimos años es donde alcanzo niveles extremos, ahora no solo es importante obtener un producto terminado, sino también hacerlo con eficiencia y eficacia dentro de los tiempos operativos y con el mínimo margen de error, lo que con lleva a la industria a utilizar equipos complejos compuestos por sistemas mecánicos, eléctricos, electrónicos, neumáticos e hidráulicos, los que interactúan entre sí para lograr que los sistemas productivos trabajen con mayor flexibilidad, versatilidad, seguridad y confiabilidad, así como un bajo consumo de energía.

La automatización nos permite controlar cualquier tipo de tareas, e incluso los grandes equipos complejos que exige la industria, para lo cual es necesario una buena comunicación Hombre – Máquina (HMI) y una de las formas de mejorar dicha interacción son mediante pantallas touch.

Es de gran utilidad aplicar todos los recursos tecnológicos para la mejora continua de los procesos productivos, por lo cual se utiliza como medio fundamental para la aplicación en un módulo reciclador de materiales con un sistema de mando automatizado para la simulación de procesos industriales con un control por pantalla Touch y Sistema Scada; muy utilizada en la industria y de gran beneficio para la formación académica de la comunidad politécnica.

Dicho proyecto da a conocer los diversos principios a utilizar para la puesta en marcha de la mejora del módulo reciclador de materiales, y a su vez detallará los aspectos técnicos, tecnológicos y programables del mismo.

1.2 Justificación

Los grandes cambios que está afrontando el país en la modificación de la matriz productiva exige a instituciones educativas como la “ESPOCH” actualizarse tecnológicamente para poder preparar profesionales que cumplan con las expectativas

que requiere el país, además de reforzar los conocimientos en tecnologías inalámbricas y mandos touch de los estudiantes de la Escuela de Ingeniería Industrial perteneciente a la facultad de Mecánica de la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, la implementación de estas tecnologías de forma didáctica pueden contribuir a la enseñanza de las cátedras de una manera práctica, aportando de esta manera a la formación de profesionales de calidad capaces de desempeñarse en el campo laboral con mayor eficiencia.

En el presente proyecto se plantea implementar una tecnología inalámbrica y un sistema SCADA para el módulo selector de metal y plástico el mismo que estará en el laboratorio de la Escuela Ingeniería Industrial. El manejar tecnología de punta permitirá a los estudiantes aplicar los conocimientos teóricos adquiridos y complementar el aprendizaje por medio de la realización de prácticas con dispositivos equivalentes al de uso industrial.

1.3 Objetivos.

1.3.1 *Objetivo general.* Implementar el control touch del módulo selector de metal y plástico con monitoreo por sistema SCADA.

1.3.2 *Objetivos específicos:*

Efectuar un análisis de los diferentes elementos que conforman el módulo didáctico, para conocer la funcionalidad de los mismos.

Investigar y aplicar el principio de funcionamiento de las pantallas táctiles.

Desarrollar una guía de prácticas de laboratorio para la aplicación de las pantallas táctiles y sistema SCADA con su respectivo software dentro de un proceso industrial.

Implementar el sistema de control por pantalla touch y programar un sistema SCADA para el módulo reciclador de materiales, para el laboratorio de automatización de procesos en la Escuela de Ingeniería Industrial.

Diseñar un mando inalámbrico para el control del proceso.

Realizar pruebas y evaluar el funcionamiento del sistema de monitoreo desarrollo.

CAPÍTULO II

2. MARCO TEÓRICO

2.1 Automatización

Automatización se refiere a una amplia variedad de sistemas y procesos que operan un conjunto de elementos tecnológicos con mínima o sin intervención del ser humano. Un sistema automatizado consta de dos partes principales:

- Parte de mando: Actúa directamente sobre la máquina. Son elementos que hacen que la máquina se mueva y realice la operación deseada.
- Parte operativa: Es un autómatas programable y debe ser capaz de comunicarse con todos los dispositivos del sistema automatizado.

2.1.1 *Objetivos de la automatización:*

- Mejorar la productividad, reduciendo los costes de producción y mejorando la calidad de la misma.
- Mejorar las condiciones laborales, suprimiendo los trabajos dificultosos e incrementando la seguridad.
- Realizar operaciones imposibles de controlar intelectual o manualmente.
- Simplificar el mantenimiento de forma que el operario no requiera grandes conocimientos para la manipulación del proceso productivo.
- Integrar la gestión y producción.

2.1.2 *Clases de Automatización Industrial:*

a. **Automatización fija.**

Es utilizada cuando el volumen de producción es elevado, y por tanto se puede justificar económicamente el alto costo del diseño de equipo especializado. El inconveniente de la automatización fija es su ciclo de vida que va de acuerdo a la vigencia del producto en el mercado.

Características principales:

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

b. Automatización programable.

Se utiliza principalmente cuando el volumen de producción es relativamente bajo y existe una variedad de productos. Es este tipo el equipo es diseñado para adaptarse a las variaciones del producto, la adaptación se la efectúa por medio de un software.

Características principales:

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

c. Automatización flexible.

Este tipo de automatización es la más óptima para un rango de producción medio. Este sistema contiene características de la automatización programada y de la automatización fija.

Características principales:

- Fuerte inversión para equipo de ingeniería.
- Producción continua de mezclas variables de productos.
- Producción media.
- Flexibilidad con las variables en el diseño del producto.

2.2 Formas de realizar el control de un proceso

Existen dos formas básicas de realizar el control de un proceso.

2.2.1 Control de lazo abierto. Se lo identifica fácilmente porque no existe un elemento de medición en la salida del proceso. Debido a este inconveniente no se puede verificar si se llegó al set-point que se requiere. Este tipo de control no tiene retroalimentación.

Ejemplos: Tostadoras, semáforos, Lavadoras, hornos de microondas, etc.

2.2.2 Control de lazo cerrado. Este tipo de control contiene dentro de sus elementos al medidor de la variable del proceso para que dicha señal sea comparada con el set-point. Usan retroalimentación desde un resultado final para ajustar la acción de control.

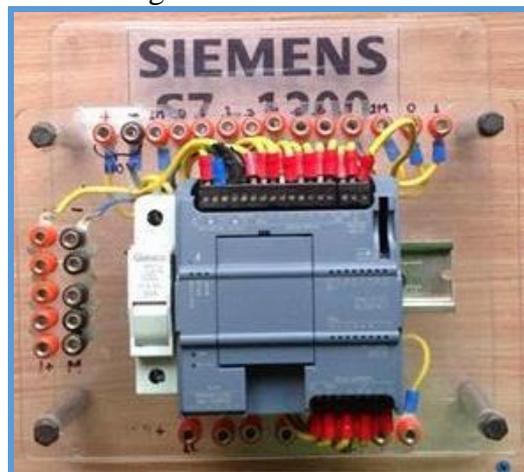
Sus características principales son:

- La salida se compara con la entrada y le afecta para el control del sistema.
- Es más estable a perturbaciones y variaciones internas.
- Son complejos pero amplios en cantidad de parámetros.

2.3 Controlador lógico programable (PLC)

Un controlador lógico programable o “autómata” es un dispositivo electrónico, conformado con una memoria interna programable por el usuario, la cual es usada para el almacenamiento de funciones específicas tales como: lógicas, contadoras, temporizadas, operaciones aritméticas, etc. Un autómata se utiliza para controlar a través de entradas y salidas digitales o analógicas, maquinas o procesos lógicos y/o secuenciales dentro de un entorno industrial, están disponibles en varias formas y tamaños dependiendo de la aplicación que tengan, las restricciones físicas y los ambientes dónde sean ubicados.

Figura 1. PLC S7-1200



Fuente: Autores

2.3.1 Arquitectura externa de un PLC. Se refiere al aspecto físico exterior del autómata, bloques o elementos en que está dividido. Desde su nacimiento hasta la actualidad han sido varias las estructuras y configuraciones que han salido al mercado. Según su estructura existen dos tipos de PLC en el mercado:

- PLC compacto.
- PLC modular.

- **PLC compacto.**

Presenta en un solo bloque todos sus elementos: memorias, fuente de alimentación, E/S (entradas y salidas), CPU, etc. Lo que tiene que ver con su unidad de programación cuenta con tres versiones: Unidad fija o directamente, mediante cable y conector, o la posibilidad de ambas conexiones.

El montaje del autómatas se lo realiza por cualquiera de los sistemas conocidos: placa perforadora, riel DIN, etc.

- **PLC modular.**

La distribución de este tipo de autómatas está en módulos o partes que realizan funciones específicas. Existen dos tipos de estructuras la americana y la europea. La estructura americana separa las E/S del autómatas, en cambio la estructura europea se caracteriza fundamentalmente porque tiene un módulo para cada función del autómatas.

2.3.2 *Arquitectura interna de un PLC.* Corresponde a las partes en que se ordena un conjunto físico con las funciones y funcionamiento de cada una de ellas. El PLC se compone esencialmente por bloques internos:

- Fuente de alimentación.
- CPU (unidad central de procesamiento).
- Módulos de salida.
- Módulos de entrada.

2.3.3 *Principios básicos de un PLC.* Un PLC es el cerebro de un proceso industrial, reemplaza a los relés y temporizadores cableados. Se puede decir que es una computadora desarrollada para soportar severas condiciones en un ambiente industrial.

Los PLC operan de manera secuencial y cíclica denominado SCAN, que consiste en el siguiente proceso:

- Lee todas las entradas y almacena el estado de cada una de ellas.
- Ejecuta las operaciones del programa siguiendo el orden en que la programación haya sido recopilada.
- Escribe el resultado de las operaciones en las salidas.
- Una vez escritas todas las salidas vuelve al inicio.

a. Funciones básicas de un PLC.

- Tomar decisiones en base a criterios pre-programados.
- Generar ciclos de tiempo
- Almacenar datos.
- Efectúa operaciones aritméticas.
- Actuar sobre dispositivos externos a través de las salidas digitales y analógicas.
- Recoger datos de las fuentes de entrada.

b. Principalmente se requiere un PLC para:

- Reemplazar contadores y temporizadores electromecánicos.
- Regulación de aparatos remotos desde un punto de la fábrica
- Substituir los relés para el comando de máquinas, cilindros, motores, etc.
- Controlar y comandar actividades repetitivas y peligrosas.
- Actuar como interface entre un PC y el proceso productivo.

c. Principales ventajas y desventajas de un PLC:

- Flexibilidad de programación y configuración
- Reducción del espacio físico en los tableros.
- Mayor facilidad para realizar el mantenimiento y puesta en servicio
- Menor cableado, reduce de costos y tiempos de parada de la planta.
- Facilidad de instalación.
- Exige conocimientos de programación.
- Inconvenientes para transmitir señales a más de 100 metros de distancia.

d. Criterios para seleccionar un PLC.

Debido a que la tecnología nos ofrece una infinidad de PLC's que van de acuerdo a las necesidades del usuario y la complejidad del sistema, es por este motivo que debemos tener criterios básicos de selección de un autómata. (SIEMENS, 2009)

- Analizar el tipo de proceso que se pretende controlar.
- Estudiar el número de entradas y salidas requeridas para la automatización.
- Compatibilidad con el software de la PC.
- Capacidad de la memoria de almacenamiento.
- Condiciones atmosféricas del proceso.
- Costo

- Disponibilidad de servicio técnico.
- Estructura externa e interna del PLC.

2.4 Pantalla táctil

Es una pantalla la cual permite la entrada de datos directos al dispositivo al realizar un toque físico, a su vez nos muestra en su superficie los resultados de los datos y controla un determinado proceso.

También se le denomina interfaz Hombre-Máquina o HMI, se las puede definir como la ventana de un proceso. Esta ventana puede estar en dispositivos especiales como una computadora o paneles operadores.

Los dispositivos HMI nacieron por la necesidad de tener un control más preciso y agudo de las variables de producción además de contar con información relevante de las variables en tiempo real.

2.4.1 Clasificación de pantallas HMI. Clasificación según la gama de Simatic HMI Basic Paneles:

- KTP300 básica mono.
- KTP400 básica mono.
- KTP400 color básica.
- KTP600 básica mono.
- KTP600 color básico.
- KTP700 color básico
- KTP900 color básico.
- KTP1000 color básico
- KTP1200 color básico.
- KTP 1500 color básico.

2.4.2 Funciones de las HMI:

a. Monitoreo.

Habilidad para obtener y mostrar datos de la producción en tiempo real. Dichos datos se pueden mostrar como gráficos, números o textos que permitan una interpretación más fácil.

b. Supervisión.

Esta función permite junto con la función de monitoreo la posibilidad de configurar las condiciones del proceso directamente desde el computador.

c. Alarmas.

Capacidad para reconocer eventos excepcionales dentro del proceso y reportarlos. Las alarmas reportan basadas en límites de control pre-establecidos.

d. Control.

Capacidad de aplicar algoritmos que ajustan valores del proceso y de esta manera mantener dichos valores dentro de ciertos límites. Sin embargo la aplicación de esta función desde un PC queda limitada a la confiabilidad del sistema.

e. Históricos.

Se refiere a la capacidad de mostrar y almacenar datos del proceso a una determinada frecuencia. El almacenamiento de datos es una herramienta fundamental para la optimización y corrección de procesos.

2.4.3 Características HMI:

- Permite modificaciones futuras sin para del proceso productivo, y de esta manera obtener el proceso deseado.
- Se puede realizar ampliaciones o remplazar dispositivo de acuerdo al crecimiento del proceso.
- El tiempo de implantación de dicha tecnología es muy corto.
- Las interconexiones y cableados son muy bajos debido a que son sustituidos por sistemas programables compactos.
- Hardware estándar para las distintas aplicaciones porque nos permite controlar varias aplicaciones según el requerimiento del operario.
- Su configuración es muy sencilla, permite definir el entorno de trabajo del SCADA adaptándolo a la aplicación que se desea desarrollar
- La interfaz gráfica del operario, le proporciona funciones de supervisión y control del proceso.
- Mantenimiento sencillo debido a que se lo efectúa mediante el programa.
- Almacenamiento y procesamiento ordenado de datos, de forma que otro dispositivo o aplicación puede tener acceso a ellos.

2.4.4 *Criterios para selección de la pantalla HMI.* Antes de adquirir un dispositivo y hacer números es necesario tener en cuenta lo siguiente:

- Asignar una persona a cargo del nuevo proyecto e involucrar a todos los involucrados en el proceso.
- Averiguar los diferentes productos existentes en el mercado que cumplan las características técnicas requeridas antes de enviar una solicitud de compra.
- Elegir al proveedor no por sus costos sino por su liderazgo tecnológico, respaldo técnico, experiencia.
- Examinar las tecnologías disponibles y elegir aquellas que mejor se adapten al proceso.

Además de analizar el producto debemos tener en cuenta los detalles de la licencia del producto como:

- La plataforma del hardware y sistema operativo que requiere.
- Dispositivos de campo con los que requiere comunicación.
- Cantidades de señales de campo necesarias.
- Permite conexión en red con otros niveles de automatización.

2.4.5 *Simatic HMI Basic Panels.* Los paneles SIMATIC HMI proporcionan la funcionalidad que se requiere en las maquinas industriales y compactas de hoy, en condiciones económicas ideales, es un equilibrio perfecto entre costo y productividad. Todos los equipos de SIMATIC HMI Basic Panel se caracterizan por tener el mismo conjunto de funciones básicas sin importar el tamaño del dispositivo, además están diseñados para operar a la perfección con el controlador SIMATIC S7-1200.

2.4.5.1 *Potencia y funcionalidad.* Todos los dispositivos de SIMATIC HMI Basic Panels cuentan con funciones básicas, como administrador de recetas, sistema de alarmas, gráficos vectoriales y diagramas de curvas, además la herramienta de configuración incluye una librería con un sin número de gráficos y objetos diversos.

La perfecta unificación del software de ingeniería de control SIMATIC S7-1200 con SIMATIC HMI Basic Panels y SIMATIC WinCC, permiten una visualización y control más integrado, obteniendo mejores soluciones en un tiempo menor y con resultados óptimos.

2.4.5.2 Beneficios:

- Ideal para labores de visualización menos complejas.
- Funcionalidad integrada, en todos los tamaños de pantalla.
- Pantallas con funcionalidad táctil para un mando intuitivo.
- Teclas de libre configuración con respuesta táctil.
- Conexión a PROFINET o PROFIBUS

2.4.5.3 Aplicación universal. Los paneles SIMATIC HMI Basic Panels pueden ser utilizados literalmente en todo el mundo, debido a sus cuantiosas certificaciones y cumplimiento de diversas normas. Cuenta con la creación de configuraciones en 32 idiomas, incluidos los sistemas de escrituras cirílicos y asiáticos. Durante su funcionamiento se puede alterar hasta 5 idiomas.

2.4.6 Aspectos destacables de las HMI KTP400 Basic Mono PN. Las pantallas KTP400 Basic mono son paneles táctiles de 4 pulgadas con teclas de función y pantalla monocromática es decir blanco y negro.

Es un dispositivo eficaz para actividades HMI a pequeña escala para el uso en redes PROFINET; esencialmente para condiciones de hacinamiento especial directamente en la máquina, está diseñada principalmente para controladores SIMATIC S7-1200.

Figura 2. HMI KTP400 Basic Mono PN



Fuente: Autores

2.4.6.1 Datos técnicos.

Tabla 1. Datos técnicos HMI KTP400

Visualización	3,8 pulgadas STN, 4 escala de grises.
Resolución	320 x 240 px
Memoria de usuario	512 kb
Elementos de control	4 teclas de función de pantalla
Recorte de instalación	123 x 99 mm (W x H)
Panel frontal	140 x 116 mm (W x H)
Fondo	40 mm
Interfaces	1 x RJ 45 Ethernet para PROFINET

Fuente: Siemens

2.4.6.2 Software.

Tabla 2. Software del HMI

Software de configuración	WinCC Basic o superior
Mensajes	200
Clases de avisos	32
Imágenes de proceso	50
Variables	250
Gráficos vectoriales	X
Diagramas de curvas	X
Recetas	5

Fuente: Siemens

2.4.7 Teclas de función. El modelo KTP400 Basic mono además del manejo táctil está provisto de teclas de función configurables, a las que puedes asignar funciones de mando individual. Además dichas teclas ofrecen un feedback táctil para una mayor confiabilidad de uso y seguridad de manejo.

2.4.8 Interfaz de comunicación de la pantalla HMI. Todos los modelos SIMATIC HMI Basic Panels están integrados por una interfaz PROFINET. Los paneles que disponen de una interfaz PROFINET permiten la visualización de procesos y máquinas de una manera sencilla e intuitiva, además permite la comunicación con equipos de otros fabricantes mediante protocolos abiertos de Ethernet.

Esta interfaz brinda una conexión RJ45 con función Autocrossover y permite velocidades de transmisión de datos de 10/100 Mbits /s. (SIEMENS, 2009)

2.5 Sistema SCADA

Los sistemas SCADA (Supervisory Control And Data Acquisition) son aplicaciones de software, diseñadas con la finalidad de supervisar, controlar y adquirir datos de los procesos remotos.

Esta aplicación principalmente está diseñada para funcionar sobre ordenadores en el control de la producción, proporcionando comunicación con los diferentes dispositivos de campo. Este sistema permite enviar información generada en el proceso a diferentes usuarios, tanto del mismo nivel como hacia otros supervisores dentro de la planta.

Las tareas de supervisión y control están más relacionadas con el software SCADA, con esta aplicación el operador puede observar en la pantalla del ordenador, cada una de las estaciones que conforma el sistema, los estados de estas, las situaciones de alarma y tomar acciones físicas sobre algún equipo. Todo esto se ejecuta en tiempo real.

2.5.1 *Requisitos básicos de un sistema SCADA.* Existen diferentes tipos de sistemas SCADA dependiendo del fabricante y la finalidad con que se va a hacer uso del sistema, por lo que hay que tener en cuenta si cumple o no ciertos requerimientos básicos.

- Debe tener arquitectura abierta es decir, debe permitir su crecimiento y expansión, así como debe poder adecuarse a las necesidades futuras de la planta.
- La instalación y programación no deben presentar mayor dificultad, el sistema debe contar con interfaces graficas que muestren un esquema básico y real del proceso.
- Debe permitir la adquisición de datos de todo equipo, así como la comunicación a nivel externo e interno.
- Los programas que ocupe deben ser sencillos de instalar, sin excesivas exigencias de hardware, fáciles de utilizar y con interfaces amigables para el usuario.

2.5.2 *Funciones principales del sistema SCADA:*

- **Supervisión remota de equipos e instalaciones:** Permite al usuario saber el desempeño de los equipos e instalaciones de la planta, lo que ayuda a dirigir las tareas de mantenimiento y estadísticas de fallas del proceso.

- **Control remoto de equipos e instalaciones:** Mediante el sistema se puede activar o desactivar los equipos remotos de manera automática y manual. Además se puede ajustar parámetros, algoritmos de control, valores de referencia, etc.
- **Procesamiento de datos:** Los datos adquiridos conforman la información que sostiene el sistema, dicha información es procesada, analizada, comparada con datos anteriores y con datos de referencia, dando como resultado una información efectiva.
- **Visualización grafica dinámica:** El sistema puede brindar imágenes en movimiento las cuales representan el comportamiento del proceso en tiempo real. Estos gráficos de la misma manera pueden pertenecer a curvas de las señales analizadas en el tiempo.
- **Generación de reportes:** El sistema puede generar informes con datos estadísticos del proceso en un tiempo determinado por el usuario.
- **Representación de señales de alarma:** Mediante estas señales de alarma se puede alertar al operador de alguna falla o la presencia de una condición fuera de lo aceptable. Dichas señales pueden ser tanto sonoras como visuales.
- **Programación de eventos:** Se refiere a la posibilidad de programar subprogramas que ofrezcan automáticamente estadísticas, reportes, graficas de curvas, activación de tareas automáticas, etc.

2.5.3 Transmisión de la información. Para efectuar la transmisión de datos entre los dispositivos de campo y la estación central de control y gestión, se requiere un medio de comunicación los cuales pueden ser cableados (cable telefónico, cable coaxial) o no cableados (ondas de radio, comunicación satelital, microondas).

La transmisión de datos se la puede efectuar por medios físicos cableados y no cableados pero en cualquiera de los casos se requiere un MODEM, el cual modula y desmodula la señal del sistema.

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

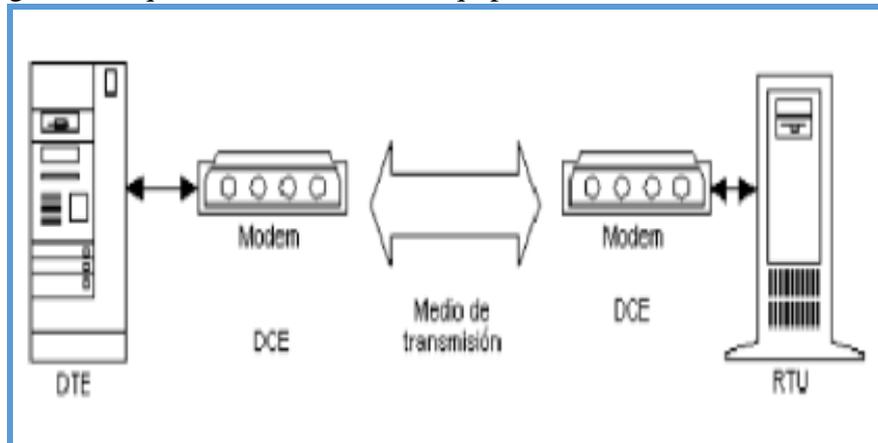
2.5.4 Comunicación. Para poder efectuar una comunicación correcta del sistema deben existir tres elementos:

- Un medio de transmisión sobre el cual se envían los datos.
- Un equipo emisor el cual puede ser el MTU.
- Un equipo receptor el cual se puede asociar a los RTU's

En telecomunicaciones el MTU y el RUT son también denominados Equipos Terminales de Datos (DTE). Cada uno de estos equipos tiene la posibilidad de generar una señal, la cual contiene la información a ser enviada. De la misma manera tienen la destreza para descifrar la señal recibida y extraer la información, pero carecen de una interfaz con el medio de comunicación.

A continuación se muestra la conexión de los equipos con las interfaces para la comunicación. Los módems o llamados también DCE (equipo de comunicación de datos), son capaces de recibir información de los DTE, efectuar los cambios necesarios en la forma de la información y enviarla por el medio de comunicación hacia el otro DCE, el cual recibe dicha información, la transforma nuevamente para que pueda ser leída por el DTE.

Figura 3. Esquema de conexión de equipos e interfaces de comunicación



Fuente: <http://goo.gl/0817Dx>

2.5.5 Elementos del sistema SCADA. Un sistema SCADA está conformado por:

- **Interfaz operador máquinas:** Es el medio visual que brinda el sistema para que el operador se adapte al proceso desarrollado por la planta. Dicha interfaz permite la interacción del operador con los equipos implementados.

- **Unidad central (MTU):** Desarrolla las acciones de mando programadas en base a los valores actuales de las variables medidas. También almacena y procesa los datos de manera ordenada, de tal forma que otra aplicación o dispositivo pueda tener acceso a los mismos.
- **Unidad remota (RTU):** Lo conforman todo elemento que envíe algún tipo de información a la unidad central. Es parte del proceso y necesariamente debe estar ubicado en la planta.
- **Sistema de comunicaciones:** Es la encargada de la transferencia de la información desde el punto donde se desarrolla el proceso hasta el punto donde se supervisa y controla el proceso. Por lo general lo conforman los receptores, transmisores y medios de comunicación.
- **Transductores:** Son los que permiten la conversión de una señal física a una señal eléctrica y viceversa. La calibración es muy importante para que no exista alguna confusión de valores de los datos.

2.5.6 Software SCADA. A continuación se detalla una lista de algunos softwares SCADA con su respectivo fabricante.

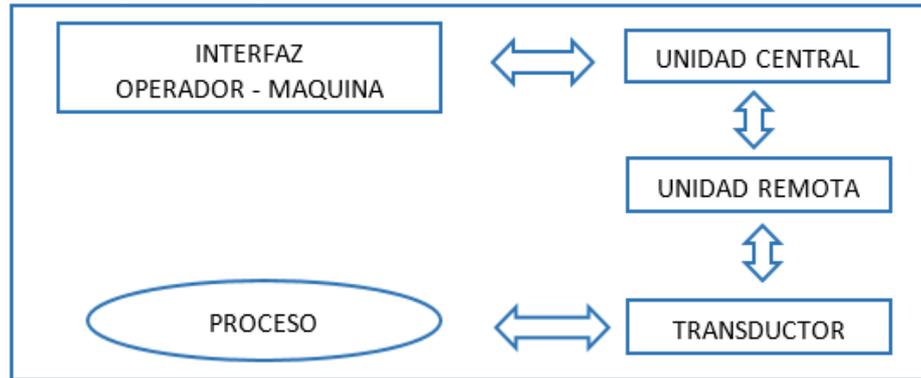
Tabla 3. Tipos de software SCADA

Software	Fabricante
Aimax	Desin Instruments S.A.
Cube	Orsi España S.A.
Fix	Intellution
WinCC	Siemens
Coros LS-B/Win	Siemens
Cirnet	Circutor S.A.k
RS-View32	Rockwell
Genesis32	Iconics
Scada In Touch	Logitek
Sysmac SCS	Omron

Fuente: Autores

De los cuales se utilizara para elaborar el presente proyecto el software WinCC del fabricante Siemens, el cual viene integrado en el software Step7–1200.

Figura 4. Esquema de los elementos de un sistema SCADA



Fuente: Autores

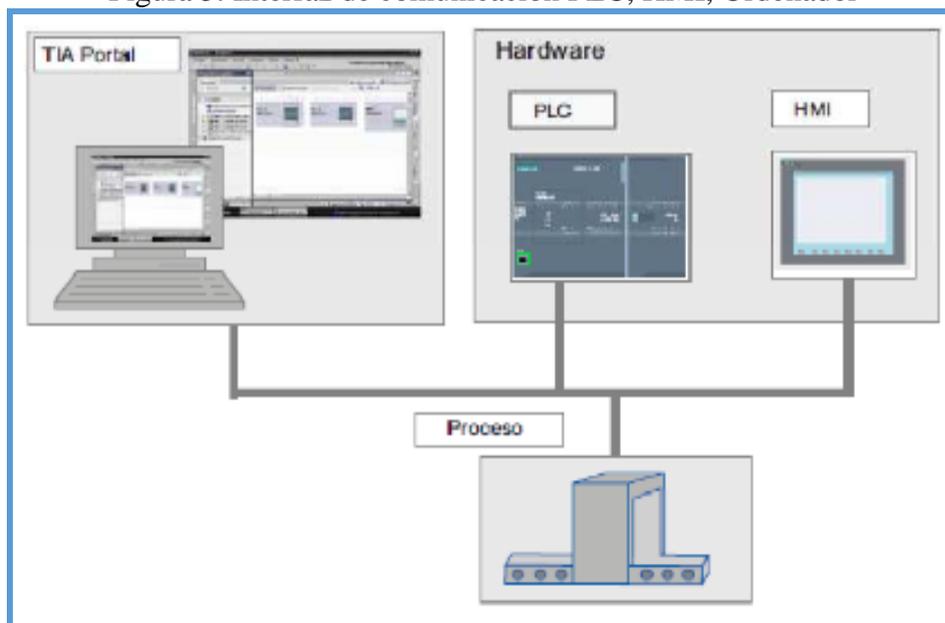
2.6 Principios básicos del TIA PORTAL V13

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

Una solución de automatización típica abarca lo siguiente:

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

Figura 5. Interfaz de comunicación PLC, HMI, Ordenador



Fuente: <http://goo.gl/0817Dx>

2.6.1.1 Tareas. El TIA Portal ayuda en la creación de soluciones de automatización. Los principales pasos de configuración son los siguientes:

- Crear el proyecto
- Configurar el hardware
- Conexión en red de los dispositivos
- Programar el controlador
- Configurar la visualización
- Cargar datos de configuración
- Uso de las funciones online y diagnóstico.

2.6.1.2 Ventajas. El TIA Portal ofrece al usuario las siguientes ventajas:

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

2.6.2 Concepto de ingeniería. Con el software TIA Portal se configura tanto el control como la visualización en un sistema de ingeniería unitario. Todos los datos se guardan en un proyecto, es decir 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 en común.

Todas las tareas utilizan la misma interfaz de usuario, desde la que se accede en todo momento a las funciones de programación y visualización.

2.6.3 Gestión de datos. Todos los datos se guardan en un proyecto del software TIA Portal. Los cambios que se efectúen en los datos como en las variables, se actualizarán automáticamente en todo el proyecto.

Si se emplea una variable del proceso en varios bloques de distintos controladores y en imágenes HMI, dicha variable puede modificarse o crearse desde cualquier punto del programa, sin importar el bloque ni el dispositivo.

Librería.

Distintas partes de un proyecto pueden volver a reutilizarse tanto dentro del proyecto como en otro proyecto gracias a las librerías del software.

- Los elementos tales como variables PLC, bloques, alarmas, tablas de variables, imágenes HMI, módulos individuales, etc. se almacenan en librerías locales y globales.
- Es posible reutilizar dispositivos y funciones definidas.
- La librería global permite intercambiar de manera sencilla datos entre proyectos.

2.6.4 Vistas del TIA Portal. El TIA Portal ofrece dos vistas distintas las cuales permiten acceder rápidamente a las herramientas y componentes del proyecto:

- **Vista del portal:** Soporta la configuración orientada a las tareas.
- **Vista del proyecto:** Soporta la configuración orientada a los objetos.

Navegación.

Mediante el enlace que aparece en el extremo inferior izquierdo de la interfaz de usuario, se podrá cambiar entre la vista del portal y la vista del proyecto.

Durante la configuración, la vista cambia automáticamente en función del tipo de tarea realizada.

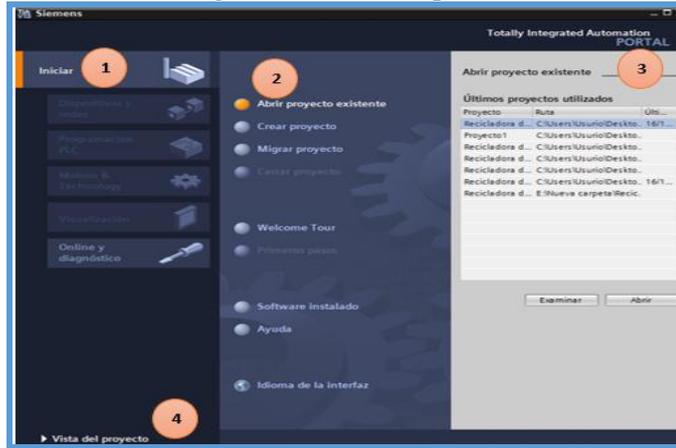
Si por ejemplo desea editar un objeto en la vista del portal, la aplicación cambia automáticamente al editor correspondiente de la vista del proyecto.

Una vez que se ha editado el objeto, es posible volver a la vista del portal y seguir trabajando con la siguiente actividad.

Al guardar siempre se almacena como el proyecto sin importar de la vista o el editor que se encuentre abierto.

2.6.4.1 Vista del portal. Ofrece una vista de las herramientas orientada a las tareas. El objetivo de esta vista es facilitar la navegación por las tareas y los datos del proyecto. Para ello, es posible acceder a las funciones de la aplicación desde distintos portales.

Figura 6. Vista del portal

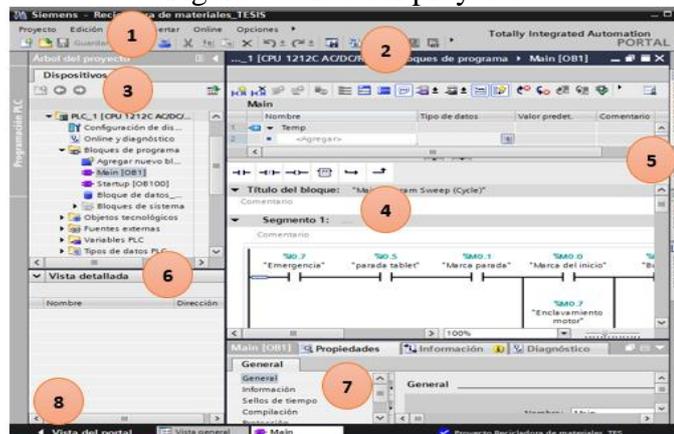


Fuente: Autores

1. Portales para las distintas tareas: Proveen las funciones básicas para las distintas tareas. Los portales disponibles en la vista del portal dependen de los productos instalados.
2. Acciones del portal seleccionado: Aquí aparecen las acciones que se pueden ejecutar en el portal, las cuales pueden variar en función del portal.
3. Ventana de selección de la acción seleccionada: Esta ventana de selección está disponible en todos los portales. El contenido se adapta a la selección actual.
4. Vista del proyecto: El enlace “vista del proyecto” permite cambiar a la vista del proyecto.

2.6.4.2 Vista del proyecto. Esta ventana ofrece una vista estructurada de todos los componentes de un proyecto. En la vista del proyecto hay distintos editores disponibles que ayudan a crear y editar los respectivos elementos del proyecto.

Figura 7. Vista del proyecto



Fuente: Autores

1. Barra de menús: Aquí se encuentran todos los comandos necesarios para trabajar con el software.
2. Barra de herramientas: Contiene botones que ofrecen acceso directo a los comandos más frecuentes.
3. Árbol del proyecto: Mediante esta pestaña es posible acceder a todos los componentes y datos del proyecto. Aquí pueden efectuarse las siguientes acciones: agregar componentes, editar componentes existentes, consultar y modificar las propiedades de los componentes existentes, etc.
4. Área de trabajo: Se visualiza los objetos que se programan y se los puede editar.
5. Task Cards: Están en función del objeto editado o seleccionado. La Task Cards se encuentran en una barra al borde derecho de la pantalla, se pueden expandir y contraer en todo momento.
6. Vista detallada: Se visualizan el contenido del objeto seleccionado.
7. Ventana de inspección: Muestra información adicional sobre el objeto seleccionado o sobre las acciones efectuadas.
8. Vista del portal: El enlace “vista de portal” permite cambiar de ventana a la vista del portal. (SIEMENS, 2009)

2.7 Dispositivo móvil

El dispositivo móvil que se adquirió para realizar el mando inalámbrico del presente proyecto es una Samsung Galaxy Tab4 de 7” debido a que este dispositivo cumple las requeridas para la utilización del software.

Figura 8. Samsung Galaxy Tab4



Fuente: <http://goo.gl/WFvMhp>

Es una Tablet Android gama media, con una pantalla de 7" a 1280 x 800 pixeles de resolución, cámara trasera de 3 megapíxeles, cámara frontal de 1,3 megapíxeles, procesador quad-core a 1.2 GHz, 1.5 GB de RAM, 8 GB de almacenamiento interno, Android 4.4 KitKat y está disponible en versiones Wi-Fi, 3G y 4G LTE. (SAMSUNG, 2014)

2.8 Placa Arduino Uno

Arduino es una placa con un microcontrolador de la marca Atmel y con toda la circuitería de soporte, que incluye, reguladores de tensión, un puerto USB conectado a un módulo adaptador USB-Serie que permite programar el microcontrolador desde cualquier PC de manera cómoda y también hacer pruebas de comunicación con el propio chip.

Un arduino dispone de 14 pines que pueden configurarse como entrada o salida y a los que puede conectarse cualquier dispositivo que sea capaz de transmitir o recibir señales digitales de 0 y 5 V DC.

También dispone de entradas y salidas analógicas. Mediante las entradas analógicas podemos obtener datos de sensores en forma de variaciones continuas de un voltaje.

Arduino UNO es la última versión de la placa, existen dos variantes, la Arduino UNO convencional y la Arduino UNO SMD.

La única diferencia entre ambas es el tipo de microcontrolador que montan.

- La primera es un microcontrolador atmega en formato DIP.
- La segunda dispone de un microcontrolador en formato SMD.

Figura 9. Placa Arduino UNO



Fuente: <http://goo.gl/W9spcB>

2.8.1 Entradas y salidas. La placa dispone 14 pines digitales los cuales se puede utilizar como entrada o como salida. Funcionan a 5V, cada pin puede suministrar hasta 40 mA. La intensidad máxima de entrada también es de 40 mA. Cada uno de los pines digitales dispone de una resistencia de pull-up interna de entre 20KΩ y 50 KΩ que está desconectada, salvo que nosotros indiquemos lo contrario.

Arduino también dispone de 6 pines de entrada analógicos que transportan las señales a un conversor analógico/digital de 10 bits.

2.8.2 Alimentación. Un Arduino puede alimentarse directamente a través del propio cable USB o mediante una fuente de alimentación externa. Los límites están entre los 6 y los 12 V, como única restricción hay que saber que si la placa se alimenta con menos de 7V, la salida del regulador de tensión a 5V puede dar menos que este voltaje y si sobrepasamos los 12V, probablemente arruinaremos la placa.

La alimentación puede conectarse mediante un conector de 2,1mm con el positivo en el centro o directamente a los pines Vin y GND marcados sobre la placa. (IVREA, 2005)

2.8.3 Características técnicas:

Tabla 4. Características técnicas del Arduino UNO

Microcontrolador	Atmega 328
Voltaje de operación	5 V
Voltaje de entrada recomendado	7-12 V
Voltaje de entrada límite	6-20 V
Pines para entrada- salida digital	14
Pines de entrada analógica	6
Corriente continua por pin	40mA
Memoria Flash	32 kb
SRAM	2 kb
EEPROM	1 kb
Frecuencia de reloj	16 MHz

Fuente: Arduino

CAPÍTULO III

3. MONTAJE DE PANTALLA TOUCH Y DESARROLLO DE PROGRAMA EN SISTEMA SCADA.

En el presente capítulo se realizará un análisis de la situación actual del módulo selector de metal y plástico, en el cual se procederá a realizar mejoras tanto de manera estética como funcional, para de esta manera garantizar el correcto funcionamiento del proceso.

Además se describirá las partes existentes y las que se implementaran en el módulo, con sus respectivos cálculos de ser necesarios y de manera fundamental se efectuará el montaje de la pantalla HMI, con su respectiva programación la cual nos permitirá su monitoreo a través de un sistema SCADA.

Adicionalmente se realizará una programación en sistema arduino, la que junto a un dispositivo bluetooth y aun circuito relevador conectado entre la placa arduino y el PLC nos permitirá controlar el proceso desde una tablet.

3.1 Análisis del módulo selector de metal y plástico.

La selectora de metal y plástico es un módulo didáctico que muestra el reciclado de materiales a pequeña escala, con lo cual se busca clasificar de manera adecuada el metal y el plástico en sus respectivos recipientes, los cuales pueden ser trasladados a otra línea de producción para elaborar un nuevo producto y de esta manera contribuir a la protección del medio ambiente reutilizando dichos materiales.

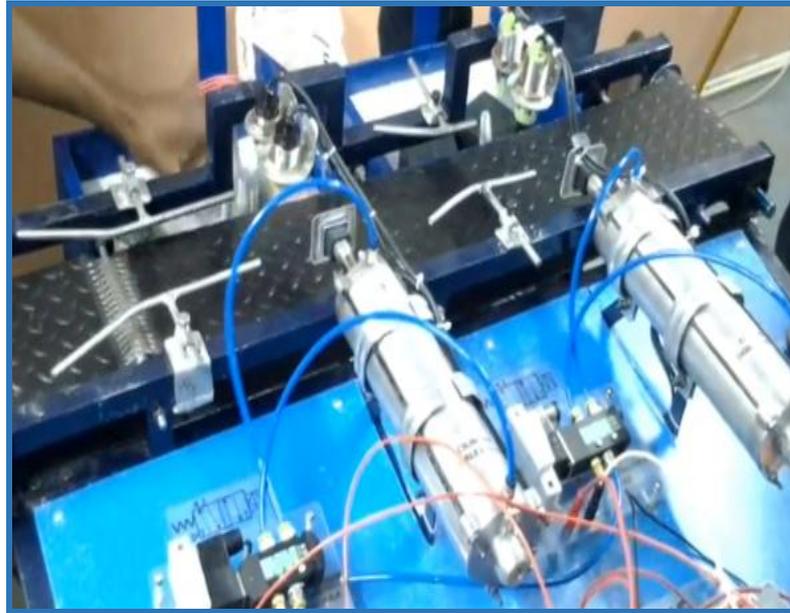
3.1.1 Situación en la cual se encontró el módulo.

3.1.1.1 Arquitectura del módulo selector de metal y plástico. El módulo consta de dos partes: la estructura metálica y el tablero de control y mando.

a. Estructura metálica.

Es la parte fundamental del módulo ya que en este se encuentran montadas los principales equipos y accesorios del proceso. La estructura está construida en su mayoría con tubo cuadrado de una pulgada y 2 milímetro de espesor, sus dimensiones son 210 x 110 x 115 cm. tanto en largo, alto y profundidad respectivamente.

Figura 10. Estructura del módulo selector de metal y plástico antiguo



Fuente: Autores

La estructura se encuentra sobre el piso y su arquitectura es muy estable debido al peso de la misma, de esta manera se busca disminuir las vibraciones producidas por el motor del proceso en el momento de su accionamiento, con lo cual se evita que los diferentes dispositivos sensibles del módulo sufran algún tipo de avería.

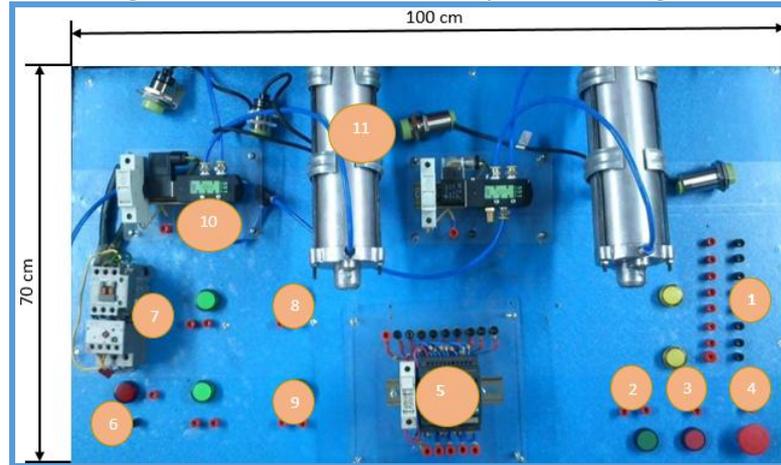
Elementos que se encuentran montados en la estructura:

- Motor
- Reductor
- Sensores
- Recipientes
- Rodillos
- Bandas transportadoras
- Unidad de mantenimiento del aire
- Tablero de control y mando.

b. Tablero de control y mando.

Se encuentra fijo sobre una parte de la estructura metálica con la ayuda de pernos de 1/4". El material con el que está construido el tablero es de MDF de 4 milímetros y sus dimensiones son 100 x 70 cm. En el tablero encontramos mezclados los dispositivos tanto de mando como de control, y distribuidos de la siguiente manera:

Figura 11. Tablero de control y mando antiguo



Fuente: Autores

Elementos del tablero de control y mando.

Tabla 5. Elementos del tablero de control y mando

Ítem	Descripción
1	Fuente de alimentación
2	Pulsador normalmente abierto
3	Pulsador normalmente cerrado
4	Pulsador normalmente cerrado tipo hongo
5	PLC S7-1200
6	Luz piloto, encendido del motor
7	Contactora y térmica
8	Sensor inductivo
9	Sensor capacitivo
10	Electroválvula
11	Cilindro neumático

Fuente: Autores

3.1.1.2 Equipos del módulo.

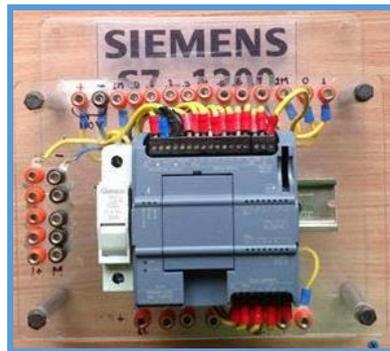
a. Controlador Lógico Programable (PLC).

El módulo selector de metal y plástico dispone de un PLC Simatic S7-1200 compacto, CPU 1212 AC/DC/RLY el cual opera a 120-240 V AC, contiene entradas y salidas digitales integradas, 8 entradas a 24V DC y 6 salidas tipo relé a 2 A ,además cuenta con 2 entradas analógicas. Este autómata puede ampliarse hasta con tres módulos de

comunicación RS485 y RS232 para protocolo maestro y esclavo USS Drive y Modbus RTU.

El PLC se encuentra montado sobre una base de acrílico, sobre dicha base se encuentra instalada la fuente de alimentación de 24 V DC, las entradas y salidas del autómata con ayuda de conectores, para de esta manera facilitar la conexión de los elementos del proceso.

Figura 12. PLC S7-1200 1212/AC/DC/RLY



Fuente: Autores

Entradas y salidas ocupadas.

5 entradas digitales, que se utilizan para el inicio del proceso, sensores tanto inductivo como capacitivo, parada y parada de emergencia del sistema.

3 salidas digitales, utilizadas para el encendido del motor eléctrico y accionamiento de las electroválvulas.

b. Bandas transportadoras.

Las bandas transportadoras se encargan de desplazar las probetas de metal y plástico de manera longitudinal, a los diferentes puntos en el proceso para que seguidamente sean almacenados en sus respectivos recipientes.

Figura 13. Bandas transportadoras



Fuente: Autores

Actualmente en el módulo selector de metal y plástico se encuentran instaladas dos tipos de bandas: lisas y rugosas.

La banda rugosa es del tipo goma la misma que se encuentra instalada en la parte inclinada del proceso y la banda lisa del tipo textil, en la parte plana del sistema. El ancho de las bandas es normalizado de 200 mm según la norma UNE 18025.

c. Rodillos.

Es uno de los componentes principales de un sistema de transporte por bandas, y de la calidad del mismo depende su correcto funcionamiento.

El módulo didáctico cuenta con 4 rodillos de alineación, dos de los cuales se encuentran fijos sobre la estructura metálica y los otros dos de igual manera se encuentran sobre la estructura metálica pero adicionalmente cuentan con ranuras, lo que permitirá la correcta alineación y tensión de las bandas.

Los rodillos disponen un sistema de acoplamiento tipo chumacera, lo que reemplaza la utilización de las mismas. Cuentan con un diámetro exterior de 55 mm y una longitud de 200 mm que va de acuerdo al ancho de las bandas utilizadas.

Tabla 6. Diámetro y peso de rodillos

Ancho de la banda (mm)	Diámetro del rodillo(mm)		Peso de rodillos(kg/m)
	v<0,5m/s	v>0,5m/s	
150	50		1,5
200		55- 63,5	1,75
400		63,5-89	1,75
500		63,5-89	2
600		63,5-89	2

Fuente: Norma UNE 18025

d. Motor eléctrico.

El motor eléctrico es el encargado de dar el movimiento a las bandas transportadoras, para de esta manera poder iniciar el proceso de reciclado de materiales.

El módulo cuenta con un motor universal de 1hp con las siguientes características:

- Potencia = 1 hp
- Voltaje = 110/220 AC

- Amperaje = 13.50 /6.75 A
- Revoluciones = 1740 RPM
- Temperatura ambiente = 40 ° C
- Frecuencia = 60 HZ
- Rendimiento = 85 %

El motor eléctrico se encuentra instalado de forma fija con la estructura metálica, en la parte inferior de la primera banda transportadora, donde el eje del motor se encuentra acoplado a un reductor de velocidades del tipo cónico.

Figura 14. Motor eléctrico



Fuente: Autores

e. Reductor de velocidades.

El reductor que se encuentra acoplado al motor eléctrico es del tipo cónico debido a que el eje del motor y de reductor está a 90°, dicho reductor tiene la función de reducir las revoluciones de salida del motor, para poder sincronizar de manera correcta el proceso de reciclado y reducir las vibraciones debido al exceso de velocidad.

El reductor que se encuentra acoplado dispone de una relación de 20:1 es decir las revoluciones a la salida del motor reductor será de 87 RPM.

Figura 15. Reductor de velocidades antiguo



Fuente: Autores

Datos:

1740 RPM a la entrada del reductor Sin-fin corona 20:1

$N_2 = 1740 \text{ RPM}$

Dicha reducción se efectúa con la siguiente ecuación:

$$i = \frac{N_1}{N_2} \tag{1}$$

Dónde:

i: Factor de reducción.

N_1 = Revoluciones de entrada.

N_2 = Revoluciones de salida.

$$N_2 = \frac{N_1}{20}$$

$$N_2 = \frac{1740 \text{ RPM}}{20}$$

$$N_2 = 87 \text{ RPM}$$

f. Poleas.

Las poleas son el medio utilizado para realizar la transmisión de movimiento desde la salida del reductor hacia los rodillos los cuales transmiten el movimiento a las bandas transportadoras.

El sistema de transmisión del módulo cuenta con cuatro poleas una de 2 ½” la cual está instalada en el eje de salida del reductor, la segunda se encuentra montada en el rodillo de la banda inclinada su diámetro es de 5” debido a que se busca reducir el número de revoluciones para sincronizar de mejor manera el proceso y las poleas 3 y 4 son de 2 ½” ambas debido a que solo se busca transmitir el movimiento de la una banda hacia la otra.

Figura 16. Poleas



Fuente: Autores

Cálculo de velocidad de salida:

Datos:

$$D_1 = 63.5 \text{ mm}$$

$$D_2 = 127 \text{ mm}$$

$$D_3 = 63.5 \text{ mm}$$

$$D_4 = 63.5 \text{ mm}$$

$$N_1 = 87 \text{ RPM}$$

$$N_{\text{salida}} = ?$$

El cálculo de RPM, en poleas se lo efectúa con la siguiente ecuación

$$N_1 \times D_1 = D_2 \times N_2 \quad (2)$$

Dónde:

N_1 = Número de revoluciones de polea 1.

N_2 = Número de revoluciones de polea 2.

D_1 = Diámetro de polea 1.

D_2 = Diámetro de polea 2.

$$N_2 = \frac{N_1 \times D_1}{D_2}$$
$$N_2 = \frac{87 \text{ RPM} \times 63.5 \text{ mm}}{127 \text{ mm}}$$
$$N_2 = 43.5 \text{ RPM}$$

El número de revoluciones $N_2 = N_3$ son las mismas debido a que se encuentran en el mismo eje de transmisión.

$$N_2 = N_3 = 43.5 \text{ RPM}$$

El número de revoluciones a la salida será el mismo de N_3 , debido a que su diámetro es el mismo, esta transmisión se ha creado solo para poder transmitir el movimiento a la segunda banda

$$N_{\text{salida}} = 43.5 \text{ RPM}$$

Velocidad lineal:

El cálculo de la velocidad lineal se lo realiza con la siguiente ecuación.

$$V_t = \frac{\pi \cdot d \cdot N}{60000} \quad (3)$$

Dónde:

V_t = Velocidad lineal en m/s.

D = Diámetro de la polea en mm.

N = Revoluciones por minuto de la polea

π = Pi

Datos:

D = 63.5 mm

N salida = 43.5 RPM

$$V_t = \frac{\pi \times 63.5 \text{ mm} \times 43.5 \text{ RPM}}{60000}$$

$$V_t = 0.145 \text{ m/s}$$

$$V_t = 14.5 \text{ cm/s}$$

g. Sensores.

Los sensores son los encargados de detectar las diferentes probetas que se transportan por la banda y a continuación enviar una señal hacia el PLC para que detenga el funcionamiento del motor y de esta forma realizar el reciclado de manera correcta. El módulo dispone de dos sensores de proximidad, un inductivo y un capacitivo los cuales se encuentran sobre la banda transportadora, instalados en una parte de la estructura metálica diseñada especialmente para los sensores.

Figura 17. Sensores inductivo y capacitivo



Fuente: Autores

Inductivo.

Tiene la función de detectar materiales ferrosos sus características son las siguientes:

- Rango = 8mm

- Diámetro = M30
- Salida = NPN NA
- Voltaje = 6-36 V DC
- Referencia = LM30-3008NA

Capacitivo.

Los sensores capacitivos tienen la capacidad de detectar materiales ferrosos y no ferrosos, es por este motivo que se encuentra instalado después del sensor inductivo, sus características son las siguientes:

- Rango = 8mm
- Diámetro = M30
- Salida = NPN NA
- Voltaje = 10-30 V DC
- Referencia = CM30-3008NA

h. Cilindros neumáticos.

El módulo dispone de 2 cilindros neumáticos de doble efecto los cuales están montados sobre el tablero de control en la misma dirección donde se encuentran los recipientes tanto de metal como plástico. Los cilindros tienen la función de empujar las probetas hacia los recipientes.

Características de los cilindros.

Diámetro exterior 50 mm

Diámetro del vástago 10 mm

Carrera 300 mm

Cilindro de doble efecto

Figura 18. Cilindro neumático



Fuente: Autores

i. Electroválvulas.

El módulo cuenta con dos electroválvulas 5/2, las cuales tienen la función de accionar los cilindros neumáticos permitiéndoles empujar las probetas hacia los recipientes. Las electroválvulas se encuentran fijadas sobre una base de acrílico la cual está montada en el tablero de control, en la base de acrílico también se encuentra instalado un porta fusible con su respectivo fusible para proteger a la electroválvula de alguna anomalía.

Datos técnicos de las electroválvulas.

Modelo = VC-B2

Voltaje = 110 V

Amperaje = 5 VA

Tamaño = 1/8"

Fusible = 2 A.

Figura 19. Electroválvula



Fuente: Autores

j. Unidad de mantenimiento (FRL).

La unidad de mantenimiento con la que cuenta el módulo tiene la función de filtrar las impurezas existentes en el aire, regular la presión de salida y lubricar el mismo, para de esta manera obtener un fluido de calidad en los cilindros neumáticos.

La unidad de mantenimiento se encuentra instalada sobre la estructura metálica, en la parte donde se unen la estructura inclinada con la horizontal.

Figura 20. FRL



Fuente: Autores

k. Racores y mangueras.

Los racores tienen la función de evitar fugas de aire, estos se encuentran ubicados en los diferentes elementos neumáticos, el módulo cuenta con 12 racores.

La manguera es la encargada de conducir el aire a presión desde la salida de la unidad de mantenimiento hacia los diferentes elementos del proceso como electroválvulas y cilindros neumáticos. En el módulo se están utilizando 2 m de manguera distribuidos en los diferentes elementos y tiene un diámetro de 6 mm.

Figura 21. Racores y mangueras



Fuente: Autores

l. Protección térmica.

El sistema cuenta con una protección térmica la cual está instalada sobre el tablero de control. Este sistema está conectado antes del motor y es un dispositivo termo magnético el cual tiene la función de evitar sobre intensidades. La función principal de este sistema es proteger al PLC debido a que el motor trabaja con un amperaje de 6 a 13 A y el PLC solo soporta 2 A.

Figura 22. Protector térmico

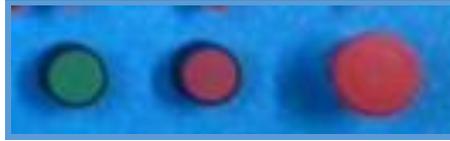


Fuente: Autores

m. Pulsadores.

El módulo dispone de tres pulsadores un ON, OFF Y uno de emergencia. Los pulsadores se encuentran instalados en la parte inferior derecha del tablero de control.

Figura 23. Pulsadores



Fuente: Autores

Pulsador ON: Es un pulsador que se encuentra normalmente abierto el cual tiene la función de dar el inicio del proceso. Opera a 24 V DC y es de color verde.

Pulsador OFF: Es un pulsador que se encuentra normalmente cerrado es decir que permitirá el paso de la energía regularmente pero en el instante en que se pulse el contacto se abre y corta el paso de energía deteniendo el proceso inmediatamente sin importar en que parte del proceso se encuentren las probetas. Opera a 24 V DC y es de color rojo.

Pulsador de emergencia: De igual manera es un pulsador que se encuentra normalmente cerrado, pero adicionalmente tiene la capacidad de quedarse enclavado cuando se haya realizado el pulso. Tiene la función de detener el proceso cuando se realice su pulsación pero no permitirá reanudar el proceso a menos que se lo desactive al realizar otro pulso. Opera a 24 V DC y su color es rojo.

n. Luces piloto.

Son señales de salida que tiene la función de indicar el funcionamiento de los diferentes elementos del proceso. El módulo cuenta con 5 luces piloto las cuales se encuentran montadas sobre el tablero de control.

Luz piloto amarilla: Son 2 y funcionan con un voltaje de 110 V AC, indican el encendido de la fuente de alimentación del proceso tanto del motor como del resto de dispositivos eléctricos.

Luz piloto verde: Son 2 y funcionan a 24 V DC, estas luces tienen la finalidad de indicar el funcionamiento de los sensores tanto inductivo como capacitivo.

Luz piloto roja: Es 1 y opera a 110 V AC, esta luz indica el funcionamiento del motor eléctrico.

Figura 24. Luces piloto



Fuente: Autores

o. Breaker.

El módulo cuenta con dos breaker, los cuales tienen la función de proteger todo el proceso de reciclado de metal y plástico. Los breaker se encuentran instalados en la parte inferior derecha en la estructura metálica.

Breaker de 12 amperios es el que permite el paso de energía hacia la regleta de alimentación del motor.

Breaker de 4 amperios, energiza la regleta del resto de elementos. Además de este sistema de protección, se encuentran instalados porta fusibles en el PLC y electroválvulas con fusibles de 2 A.

Figura 25. Breakers



Fuente: Autores

3.1.2 Situación actual del módulo.

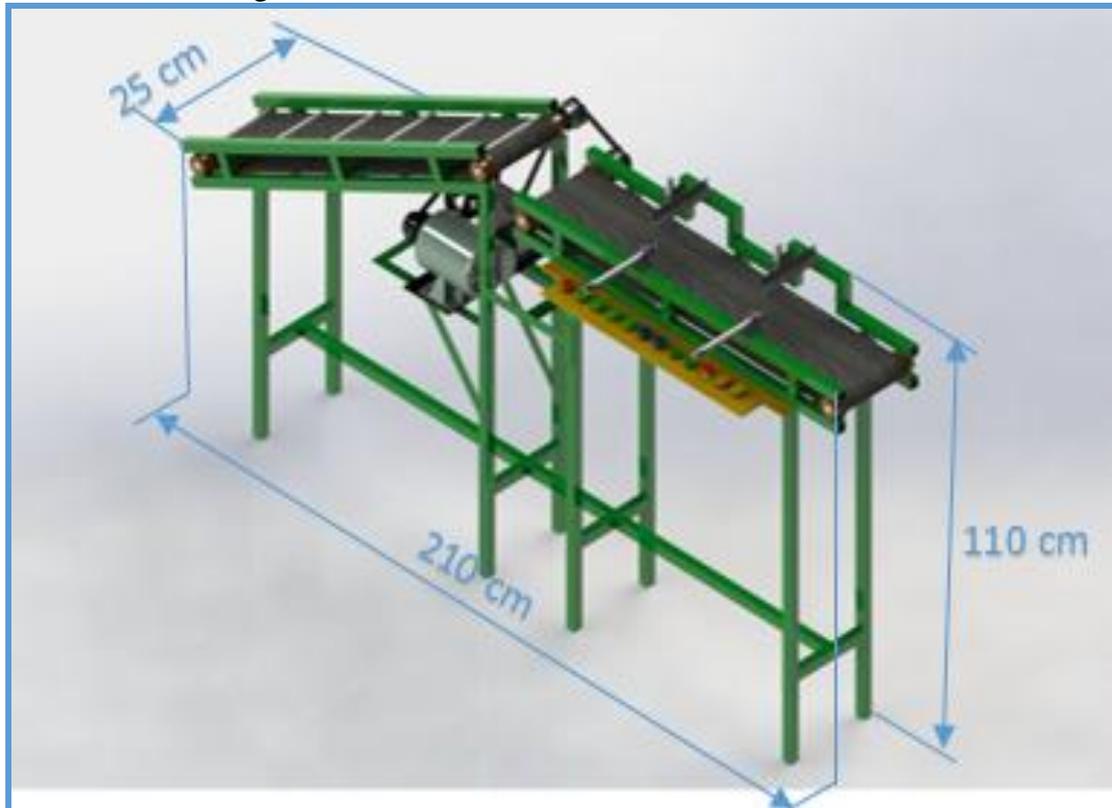
3.1.2.1 Arquitectura del módulo. A la selectora de metal y plástico se le ha efectuado cambios tanto en su manera estructural como funcional, para de este modo poder garantizar el proceso de reciclado y la correcta funcionalidad de los nuevos dispositivos que se anexaran al módulo.

a. Estructura metálica.- Los principales cambios que soportó la estructura es la eliminación del marco donde se asentaba el tablero de control y mando, cambio y reubicación del motor.

- Se procedió a eliminar el marco por motivos estéticos, en vista que ocupaba demasiado espacio y los elementos de control y mando se encontraban mezclados. Las mejoras que se efectuaron en esta parte es que, el tablero es más pequeño, tanto los elementos de control como de mando se encuentran separados y tiene la ventaja de ser móvil.

- Se realizó el cambio y la reubicación del motor con fines funcionales en vista que producía demasiadas vibraciones debido a que estaba sobre dimensionado y mal ubicado, este tipo de vibraciones podría llevar a la avería de algún elemento del módulo. El motor se encuentra instalado en la parte inferior central de la estructura.

Figura 26. Estructura metálica del módulo didáctico



Fuente: Autores

Elementos de la estructura metálica.

- Motor eléctrico
- Reductor
- Sensores
- Recipientes
- Rodillos
- Bandas transportadoras
- Unidad de mantenimiento.
- Tablero de mando
- Panel de operador.
- Tablero de control.

b. Tablero de control y mando.

El tablero de control y mando sufrió cambios extremos pero todos estos cambios se efectuaron con fines estéticos. Se instaló un nuevo tablero de 4 mm de espesor, 70 x 45 cm con lo que se reduce considerablemente el espacio físico que ocupaba el módulo, además el tablero se divide en dos partes una móvil que le permite girar 90° una vez realizada todas sus conexiones, esta parte del tablero se ha destinado para los elementos de control y la otra fija en la cual se encuentran instalados los elementos de mando.

El tablero de control y mando se encuentra unido a la estructura metálica con la ayuda de dos bisagras especiales.

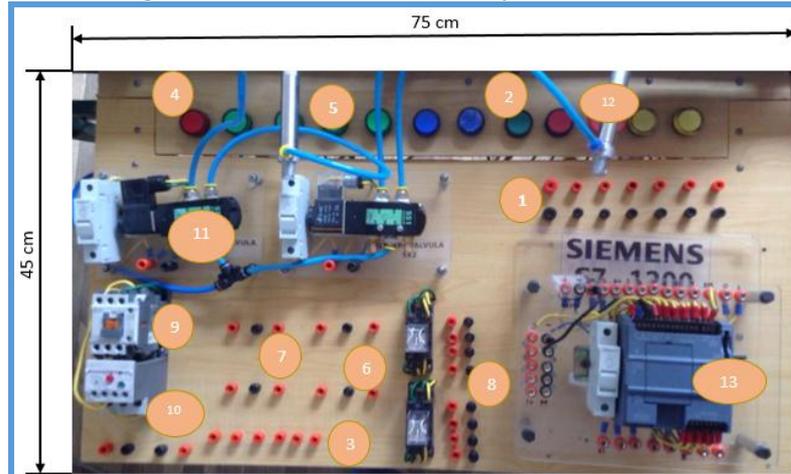
Elementos del tablero de control y mando.

Tabla 7. Elementos del tablero de control y mando nuevo

Ítem	Descripción
1	Fuente de alimentación
2	Luces piloto de activación de las electroválvulas
3	Botonera
4	Luz piloto de encendido del motor eléctrico
5	Buzzer
6	Sensor Capacitivo
7	Sensor Inductivo
8	Relés
9	Protección térmica
10	Regleta de activación del motor eléctrico
11	Electroválvula
12	Cilindro Neumático
13	PLC S7-1200 1212AC/DC/RLY

Fuente: Autores

Figura 27. Tablero de control y mando nuevo



Fuente: Autores

3.1.2.2 Elementos implementados o cambiados:

a. Reductor de velocidades.

Se procedió a cambiar el reductor de velocidades debido a que la velocidad con la que operaba el módulo reciclador era muy elevado y esto dificultaba el correcto funcionamiento del sistema además de ser uno de los factores que producía las grandes vibraciones del módulo. Se buscó en el mercado un reductor de velocidades que se adapte de mejor manera al proceso de selección de metal y plástico, con una reducción mayor.

El nuevo reductor que se instaló en el módulo es del tipo sin fin-corona, el nuevo reductor de velocidades cuenta con una relación de transmisión 1:50 viene con poleas incluidas es decir que la transmisión de movimiento ya no es directa desde el eje del motor al reductor si no mediante poleas lo que disminuye en gran parte la velocidad del módulo y otra de sus características principales es la facilidad de instalación.

Figura 28. Reductor 50:1



Fuente: Autores

b. Nuevas poleas

Polea 1: Su diámetro es de 2 ½” la cual ya viene incorporada en el eje del motor eléctrico.

Polea 2 y 3: Estas poleas ya se encuentran incorporadas en el nuevo reductor de velocidades sus diámetros son 6” y 2 ½” respectivamente.

Polea 4 y 5: Son las poleas necesarias para la transmisión del movimiento hacia las bandas transportadoras, las dos poleas tienen el mismo diámetro debido a que solo se utilizara una transmisión de movimiento para ambas bandas del módulo. Su diámetro es 3”.

Con el nuevo reductor de velocidades y la relación adicional que se ha aumentado se busca que el proceso, selección de metal y plástico se efectuó de manera correcta garantizando el funcionamiento adecuado de los sensores.

Figura 29. Poleas nuevas



Fuente: Autores

Cálculo de la nueva velocidad lineal del proceso.

La nueva velocidad lineal se calculara con la ecuación (2) descrita anteriormente.

Datos:

$$D_1 = 63.5 \text{ mm}$$

$$D_2 = 152.4 \text{ mm}$$

$$D_3 = 63.5 \text{ mm}$$

$$D_4 = D_5 = 76.2 \text{ mm}$$

$$N_1 = 1740 \text{ rpm}$$

$$N_{\text{salida}} = ?$$

$$N_2 = \frac{N_1 \times D_1}{D_2}$$

$$N_2 = \frac{1740 \text{ RPM} \times 63.5 \text{ mm}}{152.4 \text{ mm}}$$

$$\mathbf{N_2 = 725 \text{ RPM}}$$

A la entrada del reductor se tiene 725 RPM por lo que para efectuar el cálculo del número de revoluciones N3 a la salida del eje del reductor se debe aplicar la ecuación (1) anteriormente utilizada.

Dónde:

El reductor sin fin – corona tiene un factor de transmisión de 50:1

N2: 725 RPM

N3:?

$$N3 = \frac{725 \text{ RPM}}{50}$$

$$N3 = 14.5 \text{ RPM}$$

$$N4 = \frac{N3 \times D3}{D4}$$

$$N4 = \frac{14.5 \text{ RPM} \times 63.5 \text{ mm}}{76.2 \text{ mm}}$$

$$N4 = 12.08 \text{ RPM}$$

N4 = N salida debido a que las dos poleas disponen del mismo diámetro.

Velocidad lineal:

El cálculo de la velocidad lineal se lo realiza con la ecuación (3) descrita anteriormente.

Datos:

D = 76.2 mm

N = 12.08 RPM

$$Vt = \frac{\pi \times 76.2 \text{ mm} \times 12.08 \text{ RPM}}{60000}$$

$$Vt = 0.048 \text{ m/s}$$

$$Vt = 4.82 \text{ cm/s}$$

La velocidad lineal del módulo actualmente es 4.82 cm/s, la cual es una velocidad apropiada para el proceso de selección de metal y plástico, debido que a esta velocidad los sensores pueden detectar adecuadamente las probetas y enviar la señal al PLC para que detenga el funcionamiento del motor y las probetas queden en el lugar precisó para su reciclado además de reducir las vibraciones en gran parte.

El reductor actualmente se encuentra instalado en la parte inferior central de la estructura metálica con lo que se busca brindarle estabilidad al módulo debido al peso que representa el mismo.

c. Motor eléctrico.

Se efectuara el análisis del motor eléctrico debido a que el motor que se encuentra instalado produce demasiadas vibraciones las cuales podrían causar defectos en el proceso de reciclado.

Para poder realizar la selección de un motor correctamente se debe tomar en cuenta ciertos criterios:

Condiciones de trabajo del motor.

Voltaje de las instalaciones.

Carga total que moverá.

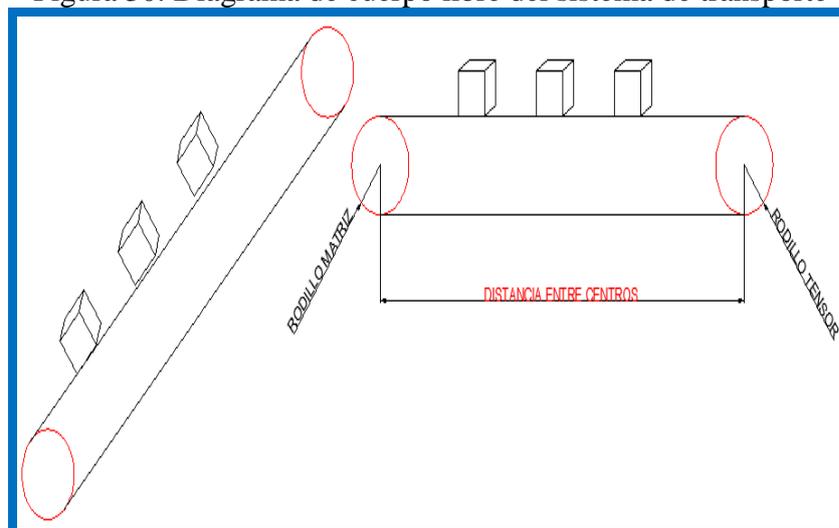
Velocidad de trabajo.

Tipo de arranque.

Cálculo de la carga total del módulo.

Sistema de transporte del módulo selector de metal y plástico.

Figura 30. Diagrama de cuerpo libre del sistema de transporte

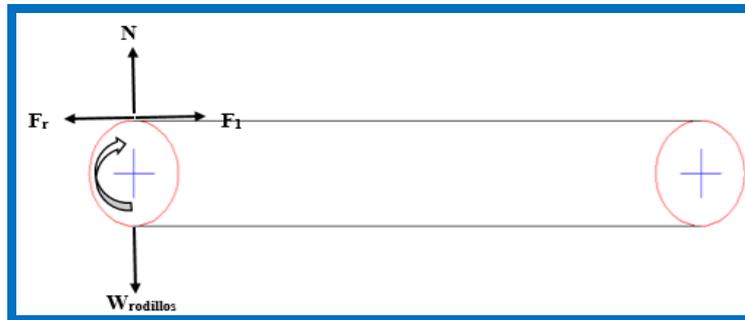


Fuente: Autores

Esfuerzo necesario para mover las bandas en vacío. Se utiliza los siguientes diagramas de cuerpo libre.

Diagrama de cuerpo libre banda horizontal.

Figura 31. Diagrama de cuerpo libre banda horizontal



Fuente: Autores

$$F_r = \mu \cdot N$$

$$\mu = C.L.f$$

$$\Sigma y = 0$$

$$\Sigma x = 0$$

$$N - W_{rodillos} = 0$$

$$F_1 - F_r = 0$$

$$N = m_{rodillos} \times g$$

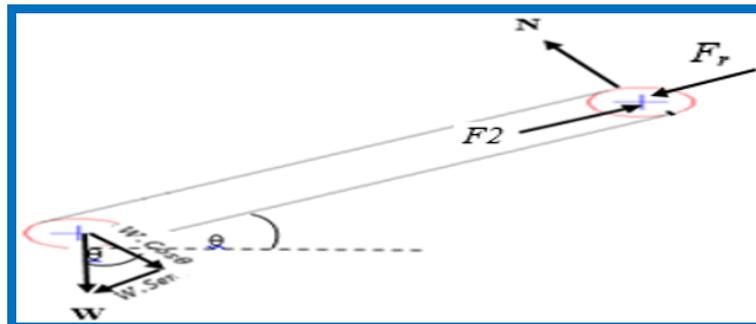
$$F_1 = F_r$$

$$F_1 = \mu N$$

$$F_1 = C_L * f * L_{banda} * m_{rodillos} * g$$

Diagrama de cuerpo libre banda inclinada

Figura 32. Diagrama de cuerpo libre de la banda inclinada



Fuente: Autores

$$\Sigma x = 0$$

$$\Sigma y = 0$$

$$F_2 - F_r - W \sin \theta = 0$$

$$N - W \cos \theta = 0$$

$$F_2 = F_r + W \sin \theta$$

$$N = W \cos \theta$$

$$F_2 = \mu N + m * g * \sin \theta$$

$$N = m * g * \cos \theta$$

$$F_2 = C_L * f * L_{banda} * m * g * \cos \theta + m_{rodillos} * g * \sin \theta$$

Con los diagramas de cuerpo libre se ha podido deducir las fórmulas para el cálculo de la fuerza que se requiere para vencer la fricción y generar el movimiento sin carga. (Ingemecánica, sf)

$$F_1 = C_L * f * L_{banda} * m_{rodillos} * g \quad (4)$$

$$F_2 = C_L * f * L_{banda} * m * g * \cos \theta + m_{rodillos} * g * \sin \theta \quad (5)$$

Dónde:

F1 = F2 = Fuerza para mover la banda en vacío en N.

C_L = Factor de fricción por la longitud de la banda.

f = Coeficiente de rozamiento de los cojinetes.

L_{banda} = Longitud de la banda, en m (3m)

m_{rodillos} = Masa de los rodillos 2 por banda, en kg/m (3. 50 kg/m)

g = Gravedad, en m/s.

θ = 60 °

Desarrollo

Factor de fricción debido a la longitud de la banda y los rodillos.

Las bandas transportadoras de poca longitud necesitan mayores esfuerzos para vencer la fricción que las bandas de mayor longitud, como lo muestra la siguiente tabla.

Tabla 8. Factor de fricción de la banda

Longitud banda (m)	3	4	5	6	8	10	13	16	20	25	32	40
C _L	9	5.6	6.6	5.9	5.1	4.5	4	3.6	3.2	2.9	2.6	2.4

Fuente: <http://goo.gl/8bV5wq>

Tabla 9. Factor de fricción de los cojinetes

Tipo de Cojinete	Estado	f
Rodamiento	Favorable	0,018
	Normal	0,020
	Desfavorable	0,023 – 0,030
Fricción		0,050

Fuente: <http://goo.gl/8bV5wq>

$$F_1 = C_L * f * L_{\text{banda}} * m_{\text{rodillos}} * g$$

$$F_1 = 9 * (4 * 0.050) * 3 \text{ m} * 3.5 \text{ kg/m} * 9.8 \text{ m/s}^2$$

$$F_1 = 185.22 \text{ N}$$

$$F_2 = C_L * f * L_{\text{banda}} * m * g * \cos \theta + m_{\text{rodillos}} * g * \sin \theta$$

$$F_2 = 9 * (4 * 0.050) * 3 \text{ m} * 3.5 \frac{\text{kg}}{\text{m}} * 9.8 \text{ m/s}^2 * \cos 60 + 3.5 \text{ kg/m} * 9.8 \text{ m/s}^2 * \sin 60$$

$$F_2 = 122.31 \text{ N}$$

Esfuerzo necesario para mover la banda con carga. La fuerza para poder vencer la inercia del material y desplazarlo en la banda horizontal e inclinada desde el inicio hasta los sensores respectivos, se puede calcular con las siguientes ecuaciones.

Fuente especificada no válida.

$$F_3 = \frac{C_L * f * L_{\text{banda}} * Mm * g}{3.6 * v} \quad (6)$$

$$F_4 = \frac{H * C_L * f * L_{\text{banda}} * Mm * g}{3.6 * v} \quad (7)$$

Dónde:

F3 = F4 = Fuerza para mover la banda con carga N.

C_L = Factor de fricción por la longitud de la banda.

f = Coeficiente de rozamiento de los cojinetes.

L_{banda} = Longitud de la banda.

Mm = Capacidad de carga, en kg/min (2 kg/min)

g = Gravedad, en m/s.

H = Elevación neta de la carga, en m (0.60 m).

v = Velocidad, en m/min (2.89 m/min)

Desarrollo.

$$F_3 = \frac{C_L * f * L_{\text{banda}} * Mm * g}{3.6 * v}$$

$$F_3 = \frac{9 * (4 * 0.050) * 3 \text{ m} * 3 \text{ kg/min} * 9.8 \text{ m/s}^2}{3.6 * 2.89 \text{ m/min}}$$

$$F_3 = 54.9 \text{ N}$$

$$F4 = \frac{H * CL * f * L \text{ banda} * Mm * g}{3.6 * v}$$

$$F4 = \frac{0.60 \text{ m} * 9 * (4 * 0.050) * 3 \text{ m} * 3 \frac{\text{kg}}{\text{min}} * 9.8 \text{ m/s}^2}{3.6 * 2.89 \text{ m/min}}$$

$$F4 = 32.96 \text{ N}$$

Esfuerzo total: Con los 4 esfuerzos parciales calcularemos la carga total con la ecuación siguiente.

$$Ft = F1 + F2 + F3 + F4 \quad (8)$$

$$Ft = 185.22 \text{ N} + 122.31 \text{ N} + 54.9 \text{ N} + 32.96 \text{ N}$$

$$Ft = 395.39 \text{ N}$$

Cálculo de la potencia del sistema

Con el esfuerzo total se puede calcular la potencia requerida por el módulo con la ecuación que se muestra a continuación.

$$P = F * v \quad (9)$$

Dónde:

P = Potencia, en watts.

F = Esfuerzo total del módulo, en N.

v = Velocidad de las bandas transportadoras, en m/s

$$P = F * v$$

$$P = 395.39 \text{ N} * 0.0482 \text{ m/s}$$

$$P = 110 \text{ watts}$$

$$P = \frac{110 \text{ watts}}{746}$$

$$P = 0.15 \text{ hp}$$

De esta manera se ha podido verificar que la potencia que requiere el módulo es tan solo de 0.15 hp, por lo que podemos darnos cuenta que el motor eléctrico que se encuentra instalado en el módulo esta sobre dimensionado ya que el mismo es de 1 hp. Se procederá a seleccionar un nuevo motor eléctrico, que se encuentre normalizado con lo cual se garantizara la reducción de las vibraciones del módulo debido a que el tamaño y potencia del motor es menor.

Selección del motor eléctrico.

En base a la potencia que requiere el sistema y un rango de seguridad se ha seleccionado un motor eléctrico universal debido a que son los más comunes en el mercado por diversos motivos.

Fácil de adquirir

Bajo costo

Fácil mantenimiento.

Elevado grado de protección.

Figura 33. Selección del motor

MOTOR MONOFASICO WEG AC-3 - 4 Polos - 60Hz				
Motor Carcasa NEMA		Motor Carcasa IEC		
110VCA HP	220VCA HP	110VCA HP	220VCA HP	440VCA HP
-	1/8	-	0,16	-
-	1/6	-	-	-
-	1/4	-	-	-
1/8	1/3	0,16	0,25	-
1/6	-	-	0,33	-
1/4	1/2 - 3/4	0,25	0,5	-
1/3	-	0,33	0,75	-
-	1	-	-	-

Fuente: (WEQ, 2013)

Especificaciones técnicas del motor.

Potencia del motor = 0.25 hp

Voltaje = 110/220 V AC

Revoluciones = 1740 RPM

Amperaje = 5/2.5 A

Rendimiento = 85 %

Cálculo de la potencia real del motor.

La potencia real se calculara con la siguiente ecuación.

$$Pr = Pt * \eta \quad (10)$$

Dónde:

Pt = Potencia teórica.

Pr = Potencia real del motor.

η = Rendimiento del motor.

$$Pr = 0.25 * 0.85$$

$$Pr = 0.21 \text{ hp}$$

Con esto podemos garantizar que el proceso funcionara correctamente debido a que la potencia del motor es mayor que la que requiere es sistema. El nuevo motor eléctrico se encuentra instalado en la parte inferior central de la estructura con lo que se busca brindarle mayor estabilidad al módulo selector de metal y plástico.

d. Cilindros neumáticos.

Se avisto la necesidad de calcular la fuerza que requiere cada cilindro para conocer si los cilindros que se encuentran instalados en el módulo son los adecuados y no se encuentran sobre dimensionados.

Parámetros que deben cumplir los actuadores. La carrera del cilindro debe ser mayor o igual a la mitad del ancho de la banda transportadora. La fuerza que generen debe ser mayor que el peso de las probetas.

Figura 34. Cilindros neumáticos



Fuente: Autores

Cálculo de la fuerza que requiere cada actuador.

Datos:

Masa de las probetas = 0.15 kg

Presión de trabajo = 3Bar

$$3\text{bar} * \frac{10^5 \text{ Pa}}{1 \text{ bar}} = 300000 \text{ Pa}$$

Desarrollo.

Para poder efectuar el cálculo de la fuerza, se requiere transformar la masa a peso para lo cual se utilizara la ecuación.

$$W = m * g \tag{11}$$

Dónde:

W = Peso de las probetas, en N.

m = Masa de las probetas, en kg.

g = Gravedad, en m/s^2

$$W = 0.15 \text{ Kg} * 9.8 \text{ m/s}^2$$

$$W = 1.47 \text{ N}$$

$$W = Fe = 1.47 \text{ N}$$

La fuerza que requiere vencer el cilindro es de 1.47 N, a esta fuerza se le debe aumentar el 10% debido al rozamiento, provocado por el avance y retorno del embolo.

$$Ft = Fe + Fr \quad (12)$$

Dónde:

Fe = Fuerza efectiva, en N.

Ft = Fuerza teórica, en N.

Fr = Fuerza de rozamiento, en N (0.1).

Para el cálculo de la fuerza de rozamiento se utilizara la siguiente ecuación.

$$Fr = 0.1 * Fe \quad (13)$$

$$Fr = 0.15 \text{ N}$$

Cálculo de la fuerza teórica

$$Ft = Fe + Fr$$

$$Ft = 1.47 \text{ N} + 0.15 \text{ N}$$

$$Ft = 1.62 \text{ N}$$

Cálculo del cilindro.

El diámetro del cilindro deberá ser capaz de generar una fuerza de 1.62 N como mínimo para que el funcionamiento del proceso sea el adecuado.

Para el cálculo del diámetro utilizaremos la ecuación.

$$D = \sqrt{\frac{4 * Ft}{\pi * P}} \quad (14)$$

Dónde:

D = Diámetro del embolo, en m.

Ft = Fuerza teórica, en N.

P = Presión de trabajo, en Pa.

Desarrollo.

$$D = \sqrt{\frac{4 * 1.62 N}{\pi * 500000 Pa}}$$
$$D = 0.00203 m$$
$$D = 2.03 mm$$

Conociendo el diámetro del cilindro que se requiere para el funcionamiento del módulo, podemos darnos cuenta que los cilindros que se encuentran en el módulo están sobre dimensionados a más de ocupar un espacio muy amplio en el módulo. Es por este motivo que se procedió a cambiar los cilindros del módulo y de esta manera mejorar significativamente la estética del módulo. Selección de los actuadores. Conociendo el diámetro del embolo, procedemos a seleccionar el cilindro de un catálogo.

Tabla 10. Selección de cilindros

CILINDROS E.MC						
Diámetro del cilindro (mm)	12	16	20	25	32	40
Tipo interino	Doble efecto					
Medio de trabajo	Aire Limpio (40 micras filtración)					
Tipo de montaje	Tipo básico IFA ISDB ILB					
Presión de trabajo (MPa)	0.1~1.0					
Max. presión (MPa)	1.35					
Rango de velocidad (mm de)	10 a 1000					
Temperatura de trabajo (°C)	0 ~ 80 (aire 20 seco)					
Tipo de cojín	16mm ~ 25mm son con cojín ajustable, otro colchón de tamaño es opcional					
Material	Barril de acero inoxidable (el barril de aluminio opcional), junta de PTFE					
Tamaño de la rosca (mm)	G1/8					

Fuente: <http://goo.gl/ZwU2gI>

Se ha seleccionado los cilindros de 12mm debido a que es el actuador que más se acerca al requerido por el sistema y el que dispone la empresa.

Datos técnicos de los cilindros:

Diámetro del vástago 5mm.

Diámetro normalizado del embolo 12mm

Carrera 100 mm.

Los nuevos cilindros están ubicados en la parte superior de la estructura, los cuales por su pequeño tamaño ya no requieren estar instalados en el tablero de control.

Cálculo del consumo de aire.

El consumo total de aire del módulo se calculara con la ecuación siguiente.

$$V = (A + A'') (Carrera * n) * Rc \quad (15)$$

Dónde:

V = Consumo de aire, en mm³/min.

A = Área del cilindro en el avance, en mm².

A'' = Área del cilindro en el retorno, en mm².

n = Numero de ciclos por minuto 15

Rc = Relación de compresión.

Desarrollo.

Cálculo del área del cilindro.

El área del cilindro al avance y retorno se lo efectuara con las siguientes ecuaciones.

$$A = 0.785D^2 \quad (16)$$

$$A'' = 0.785(D^2 - d^2) \quad (17)$$

Dónde:

D = Diámetro del cilindro,

A = Área del cilindro al avance.

A'' = Área del cilindro al retorno.

d² = Diámetro del vástago.

$$A = 0.785(12mm)^2$$

$$A = 0.785(144mm^2)$$

$$A = 113.04 mm^2$$

$$A'' = 0.785(12^2 - 5^2)$$

$$A'' = 0.785(144mm^2 - 25mm^2)$$

$$A'' = 0.785(119mm^2)$$

$$A'' = 93.41mm^2$$

Cálculo de la relación de compresión.

La relación de compresión se calcula con la siguiente ecuación.

$$Rc = \frac{P_{atm} + P_{trabajo}}{P_{atm}} \quad (18)$$

Dónde:

P_{atm} = Presión atmosférica (10^5 Pa).

$P_{trabajo}$ = Presión de trabajo (300000 Pa).

$$Rc = \frac{100000 \text{ Pa} + 300000 \text{ Pa}}{100000 \text{ Pa}}$$

$$Rc = 3$$

Reemplazo de datos.

Reemplazaremos los valores encontrados, en la ecuación de consumo de aire descrita anteriormente.

$$V = (A + A'') (Carrera * n) * Rc$$

$$V = (113.04 \text{ mm}^2 + 93.41 \text{ mm}^2) (100 \text{ mm} * 15) * 3$$

$$V = 1858050 \text{ mm}^3 / \text{min}$$

e. Sensores.

Se procedió a cambiar los sensores que dispone el módulo e implementar un nuevo sensor fotoeléctrico, debido a que los sensores inductivo y capacitivo que se encuentran instalados en el módulo están averiados por las prácticas que se efectúan en el laboratorio de automatización y la implementación del sensor fotoeléctrico se debe a que el módulo requiere una señal de alarma por seguridad del proceso el mismo que nos servirá para elaborar el sistema SCADA.

Figura 35. Sensores



Fuente: Autores

Inductivo.

Tiene la función de detectar materiales ferrosos sus características son las siguientes:

- Rango = 8mm
- Diámetro = M18
- Salida = NPN NA
- Voltaje = 6-36 V DC
- Referencia = LM18-3008NA

Capacitivo.

Tiene la capacidad de detectar materiales ferrosos y no ferrosos, es por este motivo que se encuentra instalado después del sensor inductivo, sus características son las siguientes:

- Rango = 8mm
- Diámetro = M18
- Salida = NPN NA
- Voltaje = 10-36 V DC
- Referencia = CM18-3008NA

Fotoeléctrico.

Este nuevo sensor tiene la capacidad de detectar todo tipo de material que pase por su rango y enviar una señal al PLC para que este encienda un buzzer y un aviso de alarma en la pantalla HMI.

El sensor se encuentra montado en la parte superior derecha de la estructura metálica, tienen la función de detectar los materiales que no han sido detectados por los sensores anteriores y emitir una señal de alarma.

Figura 36. Sensor fotoeléctrico



Fuente: Autores

Especificaciones.

- Rango = 10 m
- Diámetro = M18
- Salida = Relé 2A
- Voltaje = 90-250 V AC
- Referencia = G50-2C10JC
- Característica = Emisor y receptor

f. Relés.

Se procedió a implementar dos relés encapsulados los cuales servirán para transformar la señal negativa de los sensores ha señal positiva y de esta manera el PLC pueda recibir la señal de los sensores. Los relés se encuentran instalados en el tablero de control y mando en la parte inferior central.

Figura 37. Relé



Fuente: Autores

Especificaciones técnicas.

Modelo: LY2

Voltaje: 24V DC

Amperaje: 3 Amperios máximo.

g. Luces piloto.

Al nuevo tablero de control se le implemento dos luces piloto y un buzzer.

Figura 38. Luces piloto



Fuente: Autores

Luz piloto azul: Son 2 y funcionan con un voltaje de 110 V AC, indican el accionamiento de las electroválvulas.

Buzzer: emite una alarma de color roja, la cual se encenderá cuando el sensor óptico detecte una probeta, esta servirá de aviso al operario de que alguna anomalía sucedió en el proceso.

3.2 Diagramas de instalación.

Se elaboró 3 diagramas del módulo selector de metal y plástico.

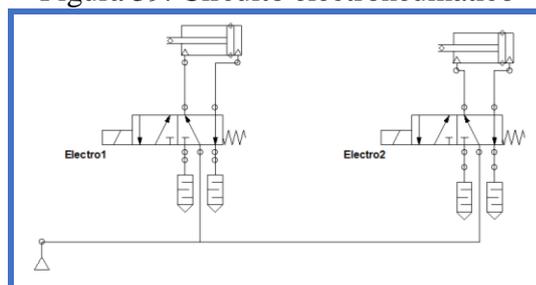
- a. Diagrama electro neumático del proceso.
- b. Diagrama eléctrico donde se muestra todas las conexiones del módulo.
- c. Diagrama eléctrico para el mando inalámbrico.

a. Circuito electroneumático del módulo selector de metal y plástico.

Este circuito nos ayuda a identificar las partes eléctricas y neumáticas que se encuentran instaladas en el módulo y consta de los siguientes dispositivos:

- Dos electroválvulas monoestables, las cuales sirven para accionar los microcilindros
- Dos microcilindros de doble efecto, los cuales ocupamos para separar los materiales al momento de ser activados.

Figura 39. Circuito electroneumático



Fuente: Autores

b. Diagrama eléctrico del módulo selector de metal y plástico.

El diagrama eléctrico del módulo selector de metal y plástico cuenta con dos fuentes de alimentación, para lograr el correcto funcionamiento del proceso.

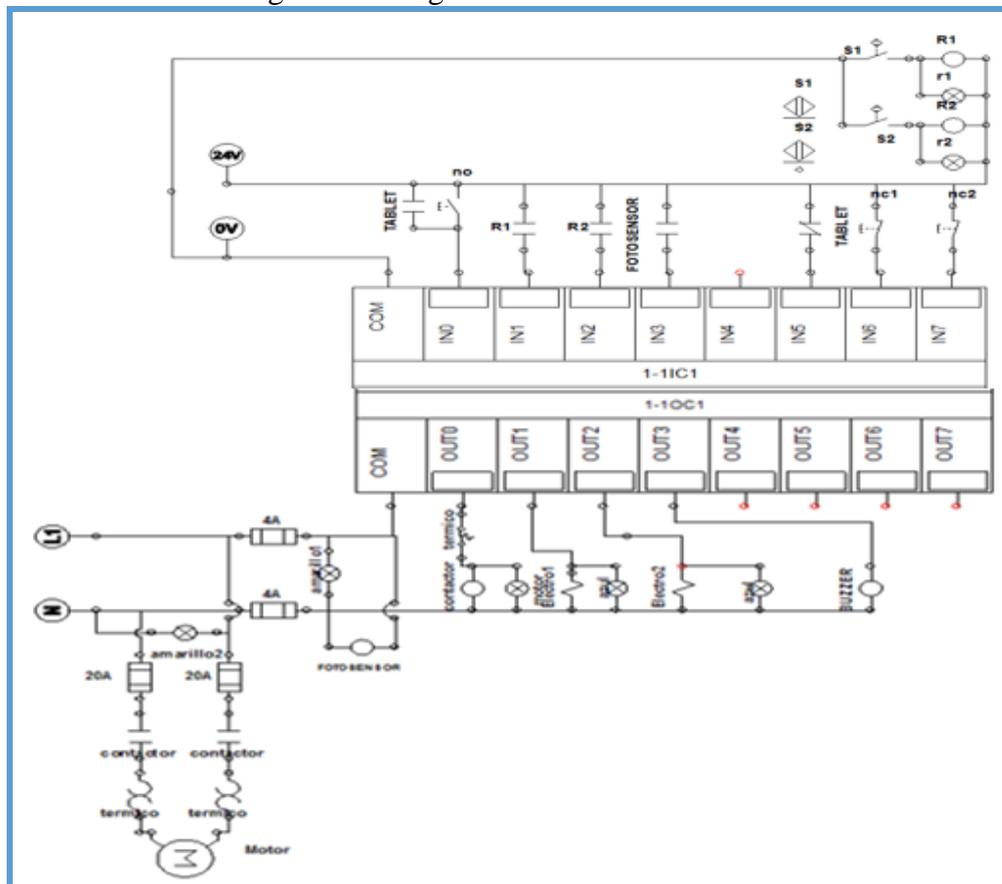
La primera se utiliza en las entradas del PLC, esta fuente de alimentación dispone de un voltaje de 24 V DC debido a que es el único voltaje admitido por el mismo, en esta fuente se encuentran conectados los siguientes dispositivos:

- Pulsador NO, para dar inicio al proceso.
- Pulsador NC1, para pausar el proceso.
- Pulsador NC2, para detener el proceso.
- R1 y R2, que son contactos abiertos de los relés los cuales son activados por los sensores
- Indicadores luminosos, que están conectados a los sensores.
- Un contacto abierto del sensor fotoeléctrico, el cual permite el paso de una señal al PLC.
- Panel de operador.

La segunda se utiliza en la energización del PLC y las salidas tipo relé del mismo, funciona con un voltaje de 110 V AC, en dicha fuente están conectados los siguientes dispositivos:

- Un contactor, el cual nos sirve para energizar el motor.
- Dos electroválvulas, las cuales nos sirven para activar los microcilindros.
- Un buzzer, es aquel que emite una señal sonora.

Figura 40. Diagrama eléctrico del módulo



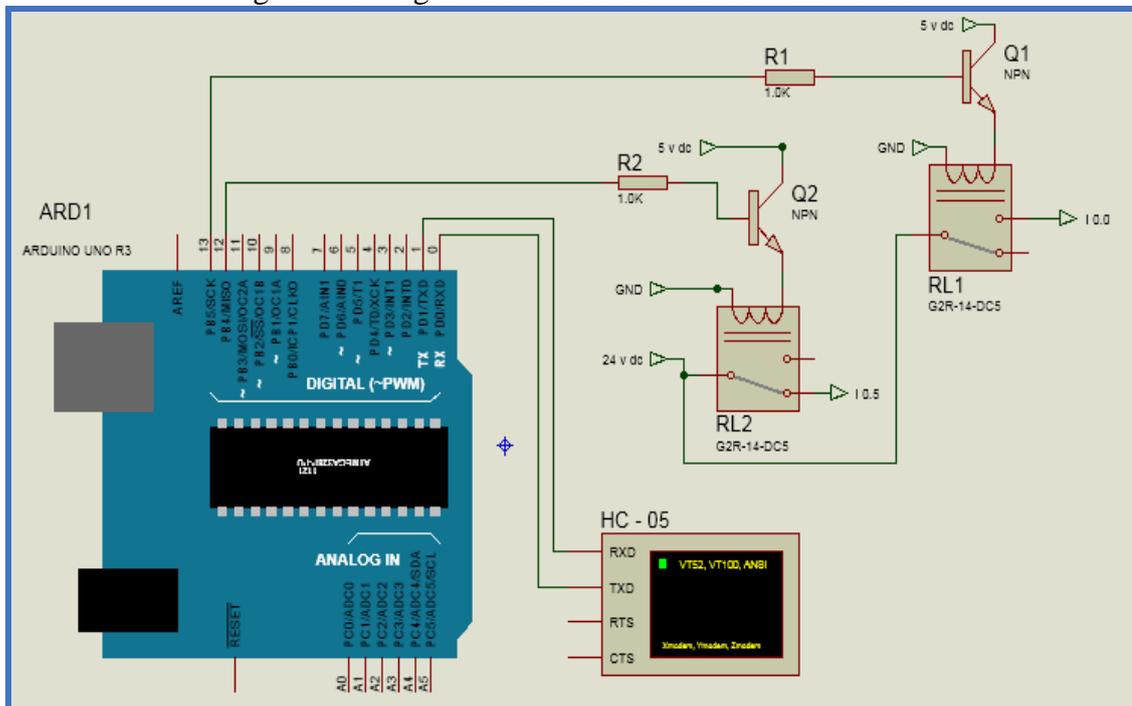
Fuente: Autores

c. Diagrama eléctrico para mando inalámbrico.

El diagrama eléctrico del mando inalámbrico dispone principalmente de una placa arduino que se energiza a 5V DC, a dicha placa se encuentran conectados un módulo HC-05 y dos circuitos relevadores.

- El módulo tiene la función de conectar la placa arduino con el dispositivo móvil mediante una conexión bluetooth.
- Los circuitos relevadores se conectan a las salidas digitales de la placa y a las entradas del PLC.

Figura 41. Diagrama eléctrico del mando inalámbrico



Fuente: Autores

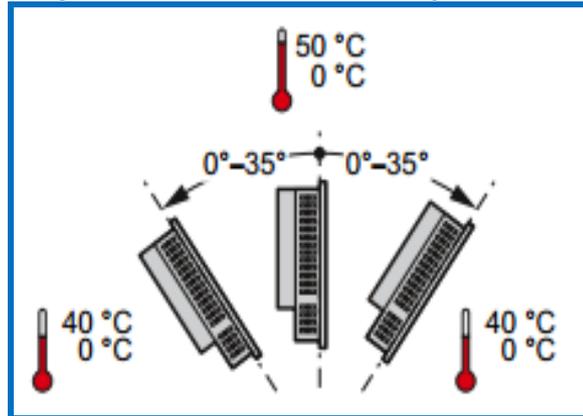
3.3 Montaje de la pantalla.

3.3.1 Requerimientos para el montaje del panel de operador.

Posiciones de montaje.

La pantalla HMI es apropiada para el montaje vertical, el panel se ventila por convección natural. El montaje vertical y oblicuo es admisible en armarios, paneles, armarios eléctricos, pupitres.

Figura 42. Posiciones de montaje del HMI



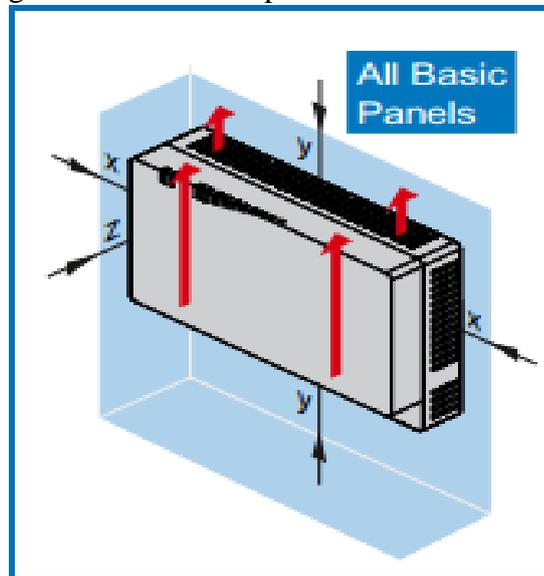
Fuente: <http://goo.gl/ejNzIX>

Si las condiciones de trabajo sobrepasa la temperatura ambiente permisible, se instalara una ventilación forzada por seguridad del panel de operador.

Distancias de separación.

Alrededor del panel de operador deben observarse como mínimo las siguientes distancias para garantizar una correcta ventilación.

Figura 43. Distancias para instalación del HMI



Fuente: <http://goo.gl/ejNzIX>

Tabla 11. Distancias de instalación

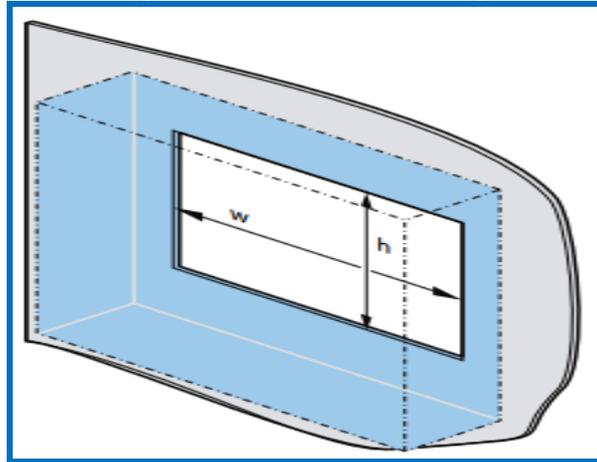
	X	Y	Z
KTP400	15 mm	40 mm	10 mm

Fuente: Autores

Recorte de montaje.

El material del recorte de montaje debe ser adecuadamente estable para garantizar una fijación segura y duradera del panel operador. La dimensión del recorte de montaje deben ser las siguientes.

Figura 44. Recorte de montaje



Fuente: <http://goo.gl/ejNzIX>

Tabla 12. Dimensiones del recorte de montaje

	W	H
KTP400	123 mm	99 mm

Fuente: Autores

3.3.2 Herramientas y accesorios necesarios. Para poder realizar el montaje de la pantalla se requiere las siguientes herramientas y accesorios.

- Destornillador plano, tamaño 2.
- Mordazas de fijación, 5.
- Taladro
- Broca 1/4 ” , 3/16”
- Soporte
- Recorte de montaje

3.3.3 Montaje del panel de operador. El montaje del panel de operador se lo realizara en la parte superior derecha de la estructura tomando en cuenta los requerimientos por el proveedor y considerando aspectos importantes como:

- Posición ergonómica para el usuario.
- No quede expuesto directamente a las radiaciones solares.

Procedimiento para el montaje del panel de operador.

- Elaborar las perforaciones en la estructura para fijar el soporte. 2 agujeros de ¼”
- Fijar el soporte a la estructura metálica del módulo.
- Realizar las perforaciones en el recorte de montaje, 4 agujeros de ¼”.
- Fijar el recorte de montaje al soporte.
- Colocar la junta de montaje en la ranura del lado posterior del frente del panel operador. Comprobar que la junta no este retorcida, para poder conseguir el grado de protección IP65 adecuado.
- Colocar el panel de operador por delante en el recorte de montaje.
- Colocar la primera mordaza en las escotaduras del lado posterior del panel de operador.
- Fijar la mordaza con un destornillador. El par de apriete máximo admisible es 0.2 Nm.
- Repetir los pasos 7 y 8 para todas las mordazas.

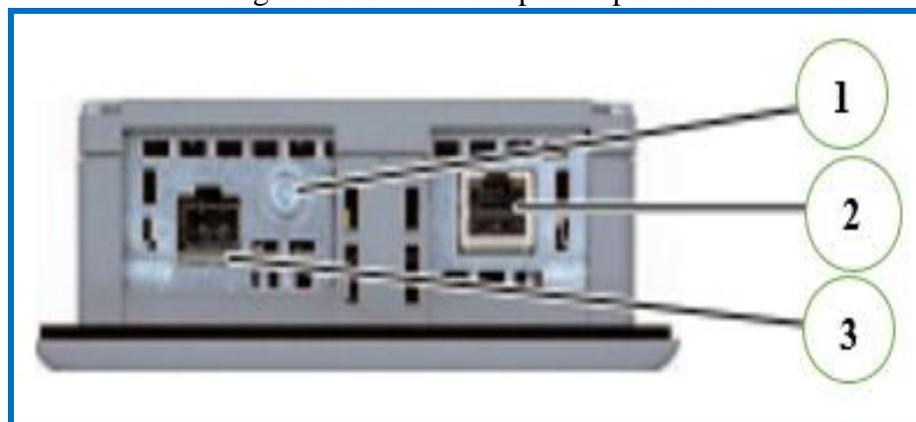
3.4 Conexión del panel de operador e instalación del software.

3.4.1 Conexión del panel operador.

3.4.1.1 Puertos del panel operador.

1. Conexión a tierra
2. Interfaz PROFINET
3. Conexión para la fuente de alimentación.

Figura 45. Puertos del panel operador



Fuente: <http://goo.gl/ejNzIX>

3.4.1.2 Herramientas y accesorios. Antes de proceder a realizar la conexión del panel operador se requiere las siguientes herramientas y accesorios.

- Destornillador plano, tamaño 2.
- Destornillador estrella, tamaño 3.
- Destornillador torx, tamaño 3.
- Tenaza de apriete.
- Borne de conexión a red.
- Fuente de alimentación de 24 V DC.

3.4.1.3 Procedimiento. Para poder conectar correctamente el panel de operador se debe seguir la siguiente secuencia.

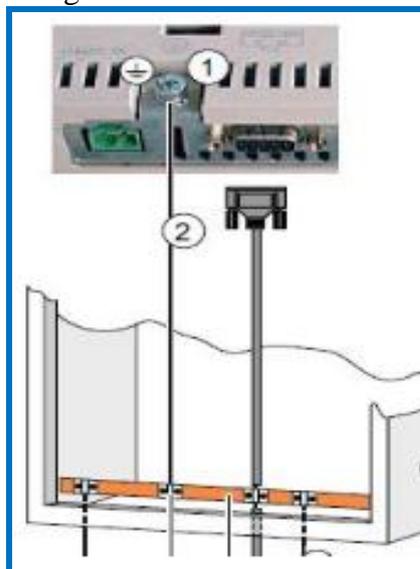
a. Conexión de equipotencialidad.

Las diferencias de potencial deben reducirse implementando conductores de equipotencialidad de modo que los componentes electrónicos afectados funcionen correctamente.

Procedimiento.

1. Conectar la conexión de tierra funcional del panel de operador con un conductor de tierra, sección 4 mm².
2. Conectar el cable de tierra del panel de operador con la barra de equipotencialidad.

Figura 46. Conexión a tierra



Fuente: <http://goo.gl/ejNzIX>

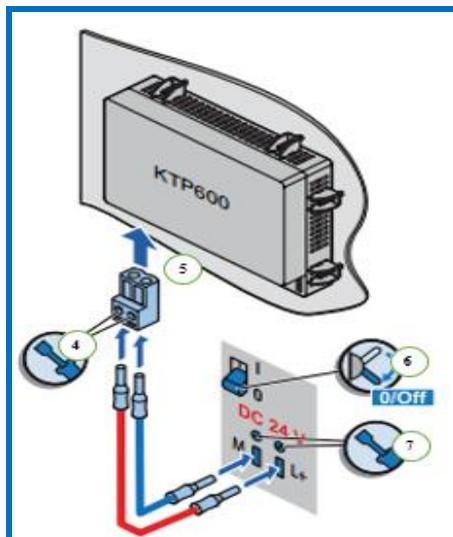
b. Conexión de la fuente de alimentación.

Para la fuente de alimentación se utiliza cable flexible número 16. La fuente de alimentación debe ser de 24V DC debido a que una fuente de alimentación mal dimensionada puede averiar el panel de operador de forma irreparable.

Procedimiento.

1. Pelar los extremos de dos cables de la fuente de alimentación a una longitud aproximada de 6 mm.
2. Aplicar terminales a los extremos pelados de los cables.
3. Fijar los terminales en los extremos de los cables con una tenaza.
4. Introducir los dos cables de la fuente de alimentación en el borne de conexión de red y fijarlo con un destornillador plano.
5. Conectar el borne de conexión de red con el panel de operador.
6. Desconectar la fuente de alimentación.
7. Introducir los otros dos extremos de los cables en las conexiones de la fuente de alimentación.

Figura 47. Conexión de la fuente de alimentación



Fuente: <http://goo.gl/ejNzIX>

c. Prueba del panel operador

Conecte la fuente de alimentación. La pantalla se ilumina tras conectar la fuente de alimentación. Durante el arranque se visualiza una barra de progreso. Si no arranca el panel de operador, es posible que los cables estén intercambiados en el borne de conexión de red. Compruebe los conductores conectados y cambie su conexión.

3.4.2 Instalación del software. A continuación se detallara la forma de instalación de los diferentes software que servirán para configurar, administrar y programar el PLC S7-1200, la pantalla HMI y la placa arduino, los cuales son dispositivos que servirán para construir un sistema SCADA y elaborar un control inalámbrico del módulo selector de metal y plástico de una forma sencilla y rápida.

3.4.2.1 Instalación del software STEP 7 Basic V13 para programar el PLC S7-1200.

a. Requisitos para la instalación del STEP 7 Basic V13.

Para efectuar la instalación del STEP 7 Basic V13, la Pc debe cumplir como mínimo con los siguientes requisitos.

- Memoria de trabajo de 8GB
- Procesador Core TM i5-3320M 3,3 GHZ
- Tarjeta gráfica de 1920 x 1080
- Disco duro 300 GB

Este programa esta liberado para sistemas operativos de 64 bits y 32 bits, no funciona para Windows XP y solo para SIMATIC S7-1200 y SIMATIC Basic Panels.

b. Modo de instalación

- Doble clic en el instalador, el programa de instalación arrancara automáticamente.
- Seleccionar el idioma en el cuadro de dialogo.
- Elegir la ruta de instalación del software.
- Aceptar las condiciones de la licencia.
- Seleccionamos los programas SIMATIC STEP 7 Basic y SIMATIC WinCC Basic luego dar clic en instalar.

(Estos servirán para elaborar la programación del módulo y la creación del sistema SCADA.)

- Reiniciar el ordenador. (SIEMENS, 2009)

3.4.2.2 Instalación del Arduino. Este software nos permitirá elaborar una programación y cargarla a una placa arduino en la cual se elaboraran ciertas conexiones que permitirán el monitoreo inalámbrico del módulo selector de metal y plástico.

Pasos para la instalación del Arduino.

- Ingresar a la página de Arduino (www.arduino.cc)
- Clic en la pestaña download.
- Seleccionar el instalador de acuerdo al tipo de equipo que se utilice (Windows).
- Se procederá a descargar el instalador (archivo comprimido).
- Descomprimir el archivo
- En el disco duro, buscar la carpeta arduino donde se encontrara el ejecutable.
- Ejecutamos.
- Conectar la placa arduino al PC a través del cable USB (activara el LED de power).
- Ir a tools y seleccionar serial port, debe estar activado el COM20.
- Tools, board y seleccionamos la placa con la cual se está trabajando.
- Podemos elaborar la programación.

3.5 Desarrollo del programa en sistema SCADA.

3.5.1 Programación del PLC S7-1200.

3.5.1.1 Pasos para elaborar el proyecto, del módulo didáctico selectora de metal y plástico:

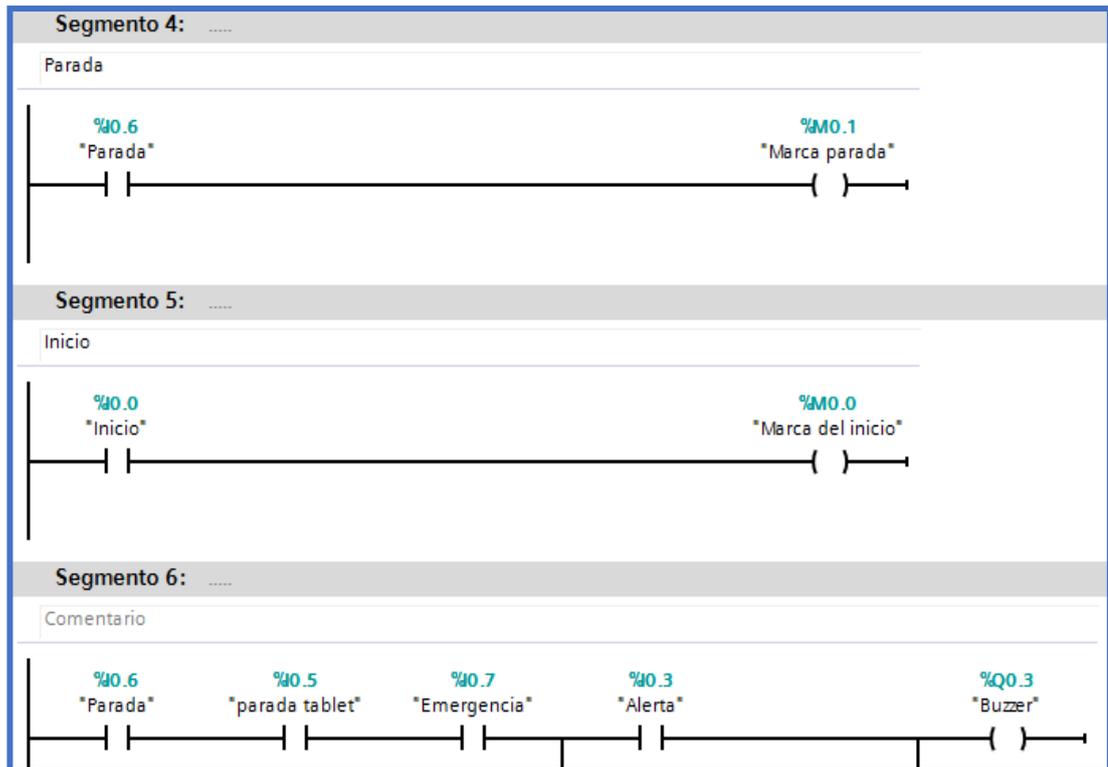
- Ejecutar el software TIA Portal V13.
- Seleccionar “Crear Proyecto” dentro de la pantalla de inicio, llenar la información y dar clic en crear.
- Aparecerá la vista portal, seleccionar la pestaña “Primeros Pasos” y a continuación “Configurar un Dispositivo”.
- Dar clic en “Agregar Dispositivo”, controladores a continuación SIMATIC S7-1200 y seleccionamos el CPU “1212C AC/DC/RLY”, clic en la serie que corresponda a nuestro PLC y agregar.
- Desplegamos la pestaña “Bloques de Programa” y damos clic en Main [OB1].
- Procedemos a elaborar la programación.

3.5.1.2 Asignación de E/S y memorias para el PLC. Son las variables utilizadas en la programación del módulo didáctico, así como entradas, salidas y memorias internas; todas estas en datos booleanos es decir en bytes.

Tabla 13. E/S y memorias del PLC

Selectora de metal y plástico			
Variables del PLC			
Nombre	Tipo de datos	Dirección	Comentario
Inicio	Bool	%I0.0	
Sensor Inductivo	Bool	%I0.1	
Sensor capacitivo	Bool	%I0.2	
Parada	Bool	%I0.6	
Emergencia	Bool	%I0.7	
Motor banda	Bool	%Q0.0	
Cilindro 1	Bool	%Q0.1	
Cilindro 2	Bool	%Q0.2	
Marca de inicio	Bool	%M0.0	
Enclavamiento motor	Bool	%M0.7	
Marca parada	Bool	%M0.1	
Parada tablet	Bool	%I0.5	
Alerta	Bool	%I0.3	
Buzzer	Bool	%Q0.3	

Fuente: Autores



Fuente: Autores

3.5.2 Desarrollo del panel HMI Basic.

3.5.2.1 Pasos para configurar el panel HMI Basic.

- Ejecutar la programación del módulo.
- Seleccionar “dispositivos y redes”
- En el nuevo cuadro de dialogo seleccionamos “agregar dispositivo” y luego clic en HMI.
- Seleccionar “SIMATIC Basic Panel”, luego damos clic en “4” display” y procedemos a seleccionar la pantalla KTP400 Basic.
- Seleccionar la serie que corresponda a nuestra pantalla y clic en agregar.
- Configurar el modelo de pantalla e indicar a que PLC se encuentra conectado y damos clic en “siguiente”.
- Seleccionar las propiedades de la pantalla que se requieran como la fecha, el color y otros.
- Indicar el número de ventanas de usuario que se va a crear y damos clic en finalizar.
- Desplegamos la pestaña “imágenes” y seleccionamos agregar imagen.
- Procedemos a realizar la configuración de la pantalla.

3.5.2.2 Asignación de variables para la HMI KTP 400 Basic Mono PN.

Tabla 14. Variables del panel HMI

Nombre	Conexión	PLC tag	Código	Access Method
Número_imagen_variable	<No Value>	<No Value>	Binary	<No Value>
Marca del inicio	HMI_Conexión_1	Marca del inicio	Binary	Symbolic access
Marca parada	HMI_Conexión_1	Marca parada	Binary	Symbolic access
Cilindro 1	HMI_Conexión_1	Cilindro 1	Binary	Symbolic access
Cilindro 2	HMI_Conexión_1	Cilindro 2	Binary	Symbolic access
Enclavamiento motor	HMI_Conexión_1	Enclavamiento motor	Binary	Symbolic access
Bloque de datos_1_Tiempo ingreso al cilindro 1	HMI_Conexión_1	"Bloque de datos_1". "Tiempo ingreso al cilindro 1"	Binary	Symbolic access
Bloque de datos_1_Tiempo ingreso al cilindro 2	HMI_Conexión_1	"Bloque de datos_1". "Tiempo ingreso al cilindro 2"	Binary	Symbolic access
Sensor Inductivo	HMI_Conexión_1	Sensor Inductivo	Binary	Symbolic access
Sensor capacitivo	HMI_Conexión_1	Sensor capacitivo	Binary	Symbolic access
Motor banda	HMI_Conexión_1	Motor banda	Binary	Symbolic access
Buzzer	HMI_Conexión_1	Buzzer	Binary	Symbolic access

Fuente: Autores

3.5.2.3 Programación de la HMI.

Figura 49. Programación HMI

Template_Button_1 [Botón]			
Nombre ▲	Valor estático	Nombre ▲	Valor estático
▼ Apariencia		Lista de gráficos	
Color de fondo	128; 128; 128	Lista de textos	
Color de primer plano	255; 255; 255	Modo	Texto
▼ Aspecto		Número de bit	0
Color Foco	128; 128; 128	Tecla de acceso directo	Ninguno
Estilo borde 3D	<input checked="" type="checkbox"/>	Texto OFF	INICIO
▼ General		Texto ON	Simulación
Gráfico OFF		Valor de proceso	
Gráfico ON			

Botón_4 [Botón]			
Nombre ▲	Valor estático	Nombre ▲	Valor estático
▼ Apariencia		▼ Misceláneo	
Color de fondo	128; 128; 128	Nivel	0 - Nivel_0
Color de primer plano	255; 255; 255	Nombre	Botón_4
▼ Aspecto		Tooltip	
Color Foco	128; 128; 128	▼ Representación	
Estilo borde 3D	<input checked="" type="checkbox"/>	Adaptar tamaño	<input type="checkbox"/>
▼ General		Altura	32
Gráfico OFF		Ancho	192
Gráfico ON		Posición X	69
Lista de gráficos		Posición Y	0
Lista de textos		▼ Seguridad	
Modo	Texto	Permiso	
Número de bit	0	Permitir operación	<input checked="" type="checkbox"/>
Tecla de acceso directo	Ninguno	▼ Texto	
Texto OFF	PRESENTACION	Alineación horizontal	Centrado
Texto ON	Imagen raíz	Alineación vertical	Centro
Valor de proceso		Fuente	Tahoma, 11px, styl...

Botón_1 [Botón]			
Nombre ▲	Valor estático	Nombre ▲	Valor estático
▼ Apariencia		Modo	Texto
Color de fondo	128; 128; 128	Número de bit	0
Color de primer plano	255; 255; 255	Tecla de acceso directo	Ninguno
▼ Aspecto		Texto OFF	Inicio
Color Foco	128; 128; 128	Texto ON	Iniciando
Estilo borde 3D	<input checked="" type="checkbox"/>	Valor de proceso	
▼ General		▼ Misceláneo	
Gráfico OFF		Nivel	0 - Nivel_0
Gráfico ON		Nombre	Botón_1
Lista de gráficos		Tooltip	
Lista de textos			

Botón_2 [Botón]			
Nombre ▲	Valor estático	Nombre ▲	Valor estático
▼ Apariencia		Número de bit	0
Color de fondo	128; 128; 128	Tecla de acceso directo	Ninguno
Color de primer plano	255; 255; 255	Texto OFF	Parada
▶ Aspecto		Texto ON	Text

▼ General		Valor de proceso	
Gráfico OFF		▼ Misceláneo	
Gráfico ON		Nivel	0 - Nivel_0
Lista de gráficos		Nombre	Botón_2
Lista de textos		Tooltip	
Modo	Texto		

Botón_3 [Botón]			
Nombre ▲	Valor estático	Nombre ▲	Valor estático
▼ Apariencia		Texto OFF	SIMULACION
Color de fondo	 128; 128; 128	Texto ON	Imagen_1
Color de primer plano	 255; 255; 255	Valor de proceso	
▶ Aspecto		▼ Misceláneo	
▼ General		Nivel	0 - Nivel_0
Gráfico OFF		Nombre	Botón_3
Gráfico ON		Tooltip	
Lista de gráficos		▼ Representación	
Lista de textos		Adaptar tamaño	<input type="checkbox"/>
Modo	Texto	Altura	27
Número de bit	0	Ancho	89
Tecla de acceso directo	Ninguno	Posición X	9
		Posición Y	206

Círculo_2 [Círculo]			
Nombre ▲	Valor estático	Nombre ▲	Valor estático
▼ Apariencia		Nombre	Círculo_2
Ancho Borde	1	▼ Representación	
Color Borde	 0; 0; 0	Altura	205
Color de fondo	 255; 255; 255	Ancho	205
Estilo de línea	 Compacto	Posición X	115
Patrón de relleno fondo	 Compacto	Posición Y	23
▼ Misceláneo		Radio	102 <input type="text"/>
Nivel	0 - Nivel_0		

Círculo_1 [Círculo]				
Nombre ▲	Valor estático	Dinamización	Nombre ▲	Valor estático
▼ Apariencia			Nombre	Círculo_1
Ancho Borde	1		▼ Representación	
Color Borde	 0; 0; 0	Apariencia	Altura	71
Color de fondo	 255; 255; 255	Apariencia	Ancho	71
Estilo de línea	 Compacto		Posición X	190
Patrón de relleno fondo	 Compacto		Posición Y	94
▼ Misceláneo			Radio	35 <input type="text"/>
Nivel	0 - Nivel_0			

Campo de texto_5 [Campo de texto]			
Nombre ▲	Valor estático	Nombre ▲	Valor estático
▼ Apariencia		Nombre	Campo de texto_5
Ancho Borde	1	▶ Parpadeo	
Color Borde	0; 0; 0	▼ Representación	
Color de fondo	128; 128; 128	Adaptar tamaño	<input checked="" type="checkbox"/>
Color de primer plano	0; 0; 0	Altura	60
Estilo borde 3D	<input type="checkbox"/>	Ancho	189
Estilo de línea	<input type="checkbox"/> Ninguno	Margen derecho	2
Patrón de relleno fondo	<input checked="" type="checkbox"/> Transparente	Margen inferior	0
▼ General		Margen izquierdo	0
Texto	ALERTA	Margen superior	2
▼ Misceláneo		Posición X	131
Nivel	0 - Nivel_0		

Campo de texto_3 [Campo de texto]			
Nombre ▲	Valor estático	Nombre ▲	Valor estático
▼ Apariencia		Nombre	Campo de texto_3
Ancho Borde	1	▶ Parpadeo	
Color Borde	0; 0; 0	▼ Representación	
Color de fondo	128; 128; 128	Adaptar tamaño	<input checked="" type="checkbox"/>
Color de primer plano	0; 0; 0	Altura	15
Estilo borde 3D	<input type="checkbox"/>	Ancho	55
Estilo de línea	<input type="checkbox"/> Ninguno	Margen derecho	2
Patrón de relleno fondo	<input checked="" type="checkbox"/> Transparente	Margen inferior	0
▼ General		Margen izquierdo	0
Texto	SENSOR 1	Margen superior	2
▼ Misceláneo		Posición X	117
Nivel	0 - Nivel_0	Posición Y	0

Rectángulo_15 [Rectángulo]			
Nombre ▲	Valor estático	Nombre ▲	Valor estático
▼ Apariencia		▼ Representación	
Ancho Borde	1	Altura	20
Color Borde	0; 0; 0	Ancho	69
Color de fondo	255; 255; 255	Posición X	109
Estilo de línea	<input type="checkbox"/> Compacto	Posición Y	0
Patrón de relleno fondo	<input checked="" type="checkbox"/> Compacto	Radio de esquina horizo...	0
▶ Misceláneo		Radio de esquina vertical	0

Visor de gráficos_1 [Visor de gráficos]				
Nombre ▲	Valor estático	Dinamización	Nombre ▲	Valor estático
▼ Apariencia			Nombre	Visor de gráficos_1
Ancho Borde	1		▼ Representación	
Color Borde	<input type="checkbox"/> 255; 255; 255	Apariencia	Adaptar gráfico incrusta...	Adaptar gráfico a t...
Color de fondo	<input type="checkbox"/> 192; 192; 192	Apariencia	Adaptar tamaño	<input type="checkbox"/>
Estilo de línea	<input type="checkbox"/> Ninguno		Altura	66
▼ General			Ancho	32
Gráfico	apv4q2q0.ou1		Posición X	111
▼ Misceláneo			Posición Y	24
Nivel	0 - Nivel_0			

Rectángulo_3 [Rectángulo]			
Nombre ▲	Valor estático	Nombre ▲	Valor estático
▼ Apariencia		Nombre	Rectángulo_3
Ancho Borde	1	▼ Representación	
Color Borde	0; 0; 0	Altura	43
Color de fondo	255; 255; 255	Ancho	94
Estilo de línea	Compacto	Posición X	4
Patrón de relleno fondo	Compacto	Posición Y	99
▼ Misceláneo		Radio de esquina horizo...	0
Nivel	0 - Nivel_0	Radio de esquina vertical	0

Rectángulo_4 [Rectángulo]			
Nombre ▲	Valor estático	Nombre ▲	Valor estático
▼ Apariencia		Nombre	Rectángulo_4
Ancho Borde	1	▼ Representación	
Color Borde	0; 0; 0	Altura	43
Color de fondo	255; 255; 255	Ancho	209
Estilo de línea	Compacto	Posición X	102
Patrón de relleno fondo	Compacto	Posición Y	99
▼ Misceláneo		Radio de esquina horizo...	0
Nivel	0 - Nivel_0	Radio de esquina vertical	0

Rectángulo_12 [Rectángulo]			
Nombre ▲	Valor estático	Nombre ▲	Valor estático
▼ Apariencia		Nombre	Rectángulo_12
Ancho Borde	1	▼ Representación	
Color Borde	0; 0; 0	Altura	6
Color de fondo	255; 255; 255	Ancho	38
Estilo de línea	Compacto	Posición X	158
Patrón de relleno fondo	Compacto	Posición Y	103
▼ Misceláneo		Radio de esquina horizo...	0
Nivel	0 - Nivel_0	Radio de esquina vertical	0

Rectángulo_9 [Rectángulo]			
Nombre ▲	Valor estático	Nombre ▲	Valor estático
▼ Apariencia		Nombre	Rectángulo_9
Ancho Borde	1	▼ Representación	
Color Borde	0; 0; 0	Altura	6
Color de fondo	255; 255; 255	Ancho	38
Estilo de línea	Compacto	Posición X	158
Patrón de relleno fondo	Compacto	Posición Y	131
▼ Misceláneo		Radio de esquina horizo...	0
Nivel	0 - Nivel_0	Radio de esquina vertical	0

Rectángulo_11 [Rectángulo]			
Nombre ▲	Valor estático	Nombre ▲	Valor estático
▼ Apariencia		Nombre	Rectángulo_11
Ancho Borde	1	▼ Representación	
Color Borde	0; 0; 0	Altura	56
Color de fondo	255; 255; 255	Ancho	7
Estilo de línea	Compacto	Posición X	174
Patrón de relleno fondo	Compacto	Posición Y	109
▼ Misceláneo		Radio de esquina horizo...	0
Nivel	0 - Nivel_0	Radio de esquina vertical	0

Rectángulo_5 [Rectángulo]			
Nombre ▲	Valor estático	Nombre ▲	Valor estático
▼ Apariencia		Nombre	Rectángulo_5
Ancho Borde	1	▼ Representación	
Color Borde	0; 0; 0	Altura	52
Color de fondo	255; 255; 255	Ancho	34
Estilo de línea	Compacto	Posición X	160
Patrón de relleno fondo	Compacto	Posición Y	151
▼ Misceláneo		Radio de esquina horizo...	0
Nivel	0 - Nivel_0	Radio de esquina vertical	0

Visor de gráficos_3 [Visor de gráficos]				
Nombre ▲	Valor estático	Dinamización	Nombre ▲	Valor estático
▼ Apariencia			Nombre	Visor de gráficos_3
Ancho Borde	1		▼ Representación	
Color Borde	255; 255; 255	Apariencia	Adaptar gráfico incrusta...	Adaptar gráfico a t...
Color de fondo	192; 192; 192	Apariencia	Adaptar tamaño	<input type="checkbox"/>
Estilo de línea	Ninguno		Altura	48
▼ General			Ancho	78
Gráfico	Gráfico_7		Posición X	33
▼ Misceláneo			Posición Y	146
Nivel	0 - Nivel_0			

Fuente: Autores

3.5.2.4 Descripción del sistema.

- *Pantalla de presentación.* La pantalla de presentación es la primera que se observa cuando se ha iniciado la aplicación, nos da a conocer el título de la tesis, sello de la escuela, nombres de los desarrolladores, director y asesor de la misma.

El único botón disponible en la pantalla es el que nos permite visualizar el inicio del sistema, donde se tendrá la opción para ir al HMI del proceso de selección de metal y plástico.

Figura 50. Pantalla de presentación



Fuente: Autores

- *Pantalla de inicio.* Esta pantalla nos permite desplazarnos hacia el HMI del módulo, además cuenta con dos botones los cuales darán el inicio y paro del proceso. Dispone de un círculo el cual muestra la simulación de encendido y apagado del sistema, opacándose cuando el sistema está encendido y aclarándose cuando el sistema se encuentra apagado.

Figura 51. Pantalla de inicio

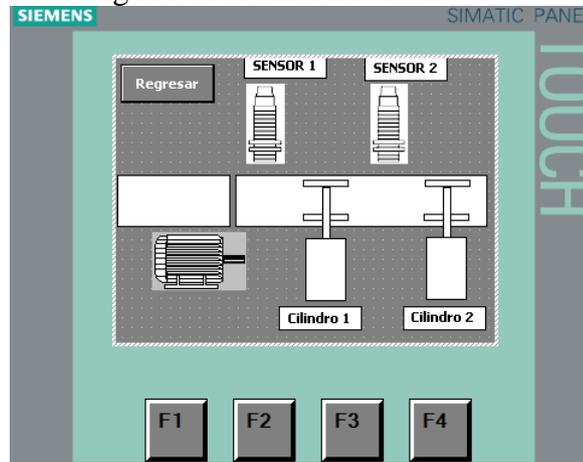


Fuente: Autores

- *Pantalla de simulación del sistema.* Es la pantalla principal donde se encuentra la simulación de todo el proceso en tiempo real, en dicha pantalla se puede observar el funcionamiento del motor eléctrico, sensores y actuadores los cuales son los elementos principales del módulo selector de metal y plástico. Este panel nos permite modificar los tiempos de accionamiento de los actuadores, el tipo de animación de los elementos.

La HMI solo dispone de un botón de regreso, el cual nos permite regresar a la pantalla de inicio del sistema, desde donde podemos apagar o encender el proceso, es decir que los diferentes elementos del módulo dejaran de funcionar.

Figura 52. Pantalla de simulación



Fuente: Autores

- *Alarma.* Es un mensaje de alerta que aparece tanto en la pantalla de inicio como en la del HMI, Este mensaje se activara cada vez que los sensores inductivos y capacitivos no detecten correctamente la probeta es decir cuando hayan dejado pasar alguna probeta del sistema.

El mensaje enviara una señal de alerta al PLC, el cual accionara un buzzer sonoro que indicara al operario que sucedió una anomalía en el proceso, dicho mensaje no desaparecerá hasta que el operario detenga por completo el sistema el mismo puede efectuar esta acción de manera directa en el tablero de control o en la pantalla de inicio.

Figura 53. Pantalla de alarma



Fuente: Autores

3.6 Conexión y comunicación del ordenador con el sistema.

3.6.1 Conexión del PLC y HMI. Para poder efectuar la conexión del PLC y HMI se requiere dos cables Ethernet, un modem y se lo realiza de la siguiente manera.

- Conectar el un lado de los cables Ethernet al puerto Profinet tanto del PLC como del panel de operador.
- Conectar el otro lado de los cables Ethernet a las entradas del modem.
- Encender el modem.

3.6.2 Comunicación del ordenador con el sistema. La comunicación se la efectuara de manera inalámbrica con la ayuda de la red Wi-Fi que difunde el modem al cual están conectados el PLC y la pantalla HMI.

3.6.2.1 Pasos para comunicar el ordenador con el PLC.

- Conectar el ordenador a la misma red Wi-Fi que se encuentra conectado el PLC.
- Abrir el proyecto (Selector de metal y plástico).
- Seleccionar la pestaña “vista del proyecto”.
- Damos clic derecho en la carpeta PLC_1 y seleccionamos las opciones cargar dispositivos y todo respectivamente.
- Se desplegara una ventana donde seleccionamos el tipo de interfaz y el modo de comunicación (PN/IE y Realtek RTL8188CE Wireless LAN 802.11n PCI-E NIC) a continuación procedemos a realizar la búsqueda del dispositivo y cargar respectivamente.
- Se observa un cuadro de dialogo en el cual se está compilando toda la información seleccionada.
- Aparecerá una nueva ventana en la cual pondremos la opción “aplicar todas” para eliminar todos los errores que podrían existir en la carga del programa
- Damos clic nuevamente en la opción cargar y observaremos que toda la configuración esta correcta.
- Procedemos a correr el programa y elaborar la sincronización final del proceso, de selección de metal y plástico.

3.6.2.2 Pasos para comunicar el PC con la pantalla HMI.

- Conectar el ordenador a la misma red Wi-Fi que se encuentra conectada la pantalla HMI.
- Poner el panel de operador en el modo de operación “transfer”
- Abrir el proyecto
(Selector de metal y plástico).
- Seleccionar la pestaña “vista del proyecto”.
- Damos clic derecho en la carpeta HMI_1 y seleccionamos las opciones cargar dispositivos y todo respectivamente.
- Se desplegara una ventana donde seleccionamos el tipo de interfaz y el modo de comunicación
(PN/IE y Realtek RTL8188CE Wireless LAN 802.11n PCI-E NIC) a continuación procedemos a realizar la búsqueda del dispositivo y cargar respectivamente.
- Se observa un cuadro de dialogo en el cual se está compilando toda la información seleccionada.
- Aparecerá una nueva ventana en la cual pondremos la opción “aplicar todas” para eliminar todos los errores que podrían existir en la carga del programa
- Damos clic nuevamente en la opción cargar y observaremos que toda la configuración esta correcta.
- Una vez terminada la transferencia sin errores, el proyecto se encontrará en el panel de operador.

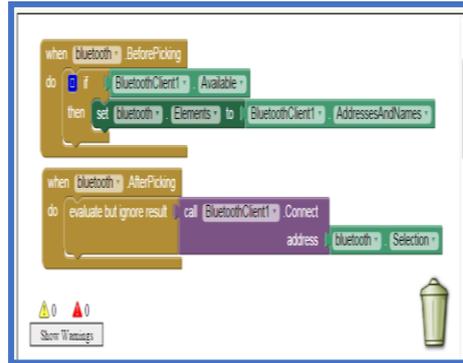
3.7 Elaboración de una aplicación para mando inalámbrico del módulo.

3.7.1 Construcción de la aplicación para un dispositivo móvil Android.

Procedimiento.

1. Buscar en internet el programa “Appinventor2” que se desarrolla de manera online, en la cual construiremos la aplicación.
 2. Crear un proyecto con el nombre de nuestro módulo.
 3. Insertamos botones e imágenes respectivamente.
 4. Realizar la programación de los botones para el funcionamiento deseado.
- Botón Conexión bt, nos ayuda a conectar el dispositivo móvil con la placa Arduino mediante bluetooth.

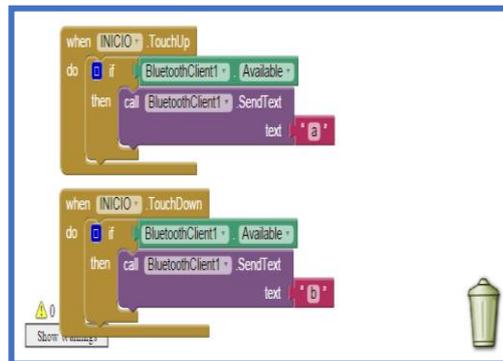
Figura 54. Programación de botones tipo bt.



Fuente: Autores

- Botón Inicio von, envía textos tipo “a”, “b” como corresponda, los cuales son compatibles con la placa arduino.

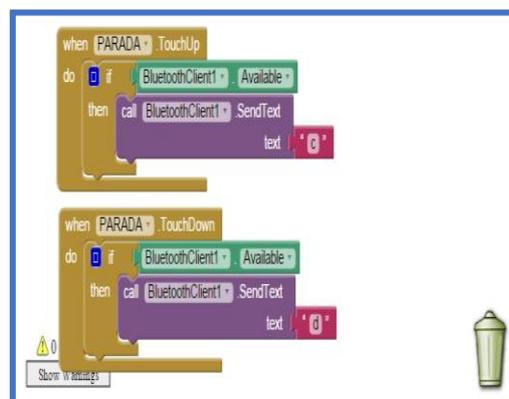
Figura 55. Programación de botón de inicio



Fuente: Autores

- Botón Parada von, envía textos tipo “c”, “d” como corresponda, los cuales son compatibles con la placa arduino.

Figura 56. Programación del botón de parada



Fuente: Autores

5. Construir la aplicación en formato apk compatible con el dispositivo.

6. Crear el código “QR” para su respectiva descarga.

Figura 57. Código de la aplicación



Fuente: Autores

7. Instalación de la aplicación en el dispositivo móvil, con la ayuda de MIT App Inventor Companion, que debe estar previamente instalada en nuestro dispositivo.
8. Visualización de la aplicación en el dispositivo móvil. (Riego, sf)

Figura 58. Aplicación para mando inalámbrico



Fuente: Autores

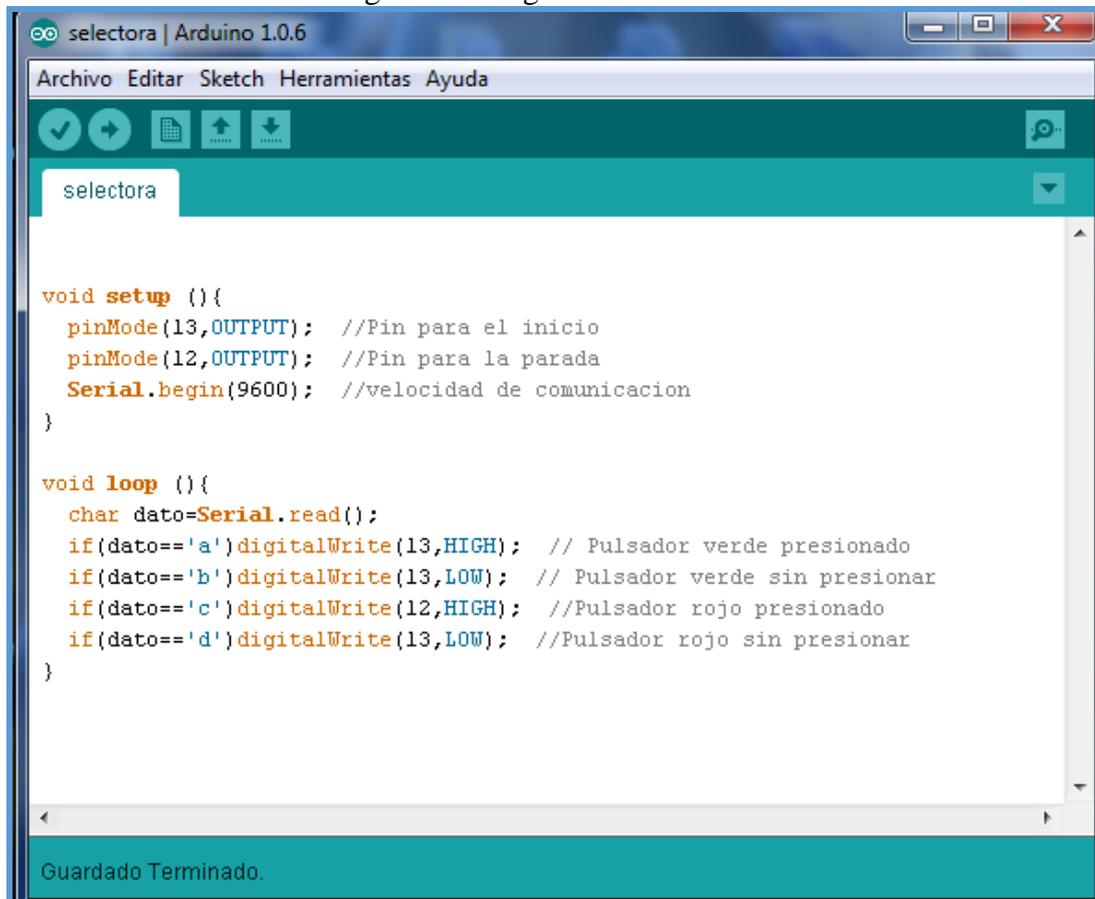
3.7.2 Elaboración del módulo receptor.

3.7.2.1 Elementos y accesorios

- Placa Arduino UNO
- Módulo bluetooth
- Protoboard
- 2 resistencias $1k\Omega$
- 2 transistores 2N2222A
- 2 relés de bobina de 5 V DC
- Varios cables de conexión
- Programa Arduino

3.7.2.2 Programación Arduino. Para elaborar la programación en arduino se debe tener en cuenta los textos que va a enviar la aplicación.

Figura 59. Programación Arduino



```
void setup () {
  pinMode(13,OUTPUT); //Pin para el inicio
  pinMode(12,OUTPUT); //Pin para la parada
  Serial.begin(9600); //velocidad de comunicacion
}

void loop () {
  char dato=Serial.read();
  if(dato=='a')digitalWrite(13,HIGH); // Pulsador verde presionado
  if(dato=='b')digitalWrite(13,LOW); // Pulsador verde sin presionar
  if(dato=='c')digitalWrite(12,HIGH); //Pulsador rojo presionado
  if(dato=='d')digitalWrite(13,LOW); //Pulsador rojo sin presionar
}
```

Fuente: Autores

3.7.2.3 Conexión de los elementos y accesorios del módulo receptor.

- Conectar el módulo bluetooth HC-05 a la placa arduino.
- conectar las salidas del arduino al circuito relevador tomando en cuenta la programación.
- Conectar las salidas del circuito relevador según el diagrama, con el PLC.
- Alimentar los elementos con los voltajes indicados en el diagrama.

3.7.3 Comunicación del mando inalámbrico. Realizamos un interfaz entre la aplicación y el módulo receptor con la ayuda de un dispositivo bluetooth, el cual nos permitirá controlar el proceso de manera inalámbrica en su inicio y parada.

Se puede realizar esta actividad debido a que el módulo receptor esta previamente conectado al PLC.

3.7.4 Descripción del funcionamiento del mando inalámbrico. El mando inalámbrico comienza efectuándose una conexión bluetooth entre el módulo HC-05 con el dispositivo móvil, gracias a dicha conexión la placa arduino puede recibir y leer datos enviados desde la aplicación previamente instalada en el dispositivo.

Al tocar los botones verde o rojo en la aplicación se envían datos a la placa arduino para que active o desactive las salidas digitales 13 y 12 respectivamente, dichas salidas se encuentran conectadas a un circuito relevador el cual envía una señal hacia el PLC para controlar el inicio o la parada del proceso.

3.8 Pruebas y puesta a punto del módulo.

3.8.1 Puesta a punto y en servicio. La supervisión total del sistema y la realización de todas aquellas tareas que son necesarias para dejar el módulo en condiciones perfectas e iniciar su correcto funcionamiento.

Esta actividad se desarrolla cuando todas las fases del proyecto se han culminado de manera adecuada, incluso la de cargar la programación en el PLC y en la pantalla Touch. Para lograr una supervisión correcta del módulo se divide en 3 partes dicho análisis.

- **Sin tensión:** Análisis de la parte física.
- **Con aire**
- **Con tensión:** Análisis del sistema automático.

Análisis de la parte física.

- Correcta conexión de todos los componentes del sistema, incluidos las fuentes de alimentación.
- Sujeción firme de todos los elementos del módulo como: PLC, pantalla HMI, fuente de alimentación, relés, etc.
- Identificación de elementos y cables, mediante colores, señalizadores con letras o números.

Análisis de la parte neumática.

- Regular la unidad de mantenimiento a 3 bares, con lo cual se garantiza el correcto funcionamiento de los cilindros neumáticos.

- Comprobar que los filtros estranguladores de las electroválvulas se encuentren regulados a adecuadamente, es decir que garanticen una velocidad de avance y retorno correcta de los actuadores.
- Pruebas manuales de las electroválvulas con lo cual verificamos que no exista ninguna fuga en las conexiones neumáticas.

Análisis del sistema automático.

- Con el PLC en modo Stop, alimentar el sistema sin las cargas.
- Comprobar el correcto funcionamiento del circuito de mando inicio, parada y parada de emergencia en las entradas y salidas del autómeta.
- Con el PLC en modo RUN, verificar que las salidas del autómeta responden de acuerdo al programa, al actuar manualmente sobre las entradas. Esto es visualizando en los diodos LED indicativos la salida activada.
- Alimentar las cargas y realizar la prueba de funcionamiento real del módulo.

3.8.2 Mediciones y monitoreo. Las mediciones principales que se efectuaron en el módulo didáctico selectora de metal y plástico son:

- Comprobar que no existan aristas cortantes en el módulo y los diferentes elementos, para garantizar un correcto funcionamiento del sistema y salvaguardar la integridad física de todas las personas que operen el módulo didáctico.
- Realizamos la medición de amperaje y tensión, los cuales deben corresponder a las especificaciones de los diferentes equipos.
- Medimos que no exista continuidad entre los equipos del módulo y la estructura metálica.
- Monitoreamos de forma continua que exista un excelente contacto entre los elementos.

CAPÍTULO IV

4. ELABORACIÓN DE GUÍAS DE PRÁCTICAS, MANUAL DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO DEL MÓDULO SELECTOR DE METAL Y PLÁSTICO.

4.1 Guía de práctica de laboratorio.



ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO
FACULTAD DE MECÁNICA
ESCUELA DE INGENIERIA INDUSTRIAL

GUÍA DE LABORATORIO DE AUTOMATIZACIÓN DE PROCESOS

PRÁCTICA No 1

AUTOMATIZACIÓN DEL MÓDULO SELECTOR DE METAL Y PLASTICO.

1. DATOS GENERALES:

NOMBRE(S):

.....
.....

CODIGO(S):

.....
.....

GRUPO No:

FECHA DE REALIZACIÓN:

2015-02-16

FECHA DE ENTREGA:

2015-02-27

1. OBJETIVOS

1.1 General

Desarrollar el proceso de selección de metal y plástico.

1.2 Específicos

- Reconocer los elementos que constituyen el módulo selector de metal y plástico.
- Conocer el principio de funcionamiento de las partes fundamentales del módulo didáctico.
- Utilizar las recomendaciones básicas de seguridad para la utilización del módulo selector de metal y plástico.
- Elaborar la programación en el software TIA PORTAL V13
- Efectuar el interfaz entre el ordenador y el sistema.

2. METODOLOGÍA

- Inspeccionar las conexiones neumáticas y eléctricas del módulo.
- Regular la presión necesaria para el correcto funcionamiento del sistema neumático (1-3 bares).
- Trabajar a 110 V AC y 24 V DC
- Energizar el módulo luego de haber dejado en perfectas condiciones para su funcionamiento.
- Verificar el estado del PLC
- Utilizar cables con terminales para efectuar las conexiones eléctricas
- Revisar el manual de operación para mayor información.
- Realizar la interfaz necesaria para su funcionamiento.

Variables a utilizar

- **Variables del PLC.**

Conforme la programación realizada en el programa se realiza la distribución de entradas y salidas conforme a la siguiente tabla.

Tabla 15. Asignación de entradas y salidas

Entradas/salidas	Dirección física	Nombre	Descripción
Entrada	I ₀	Inicio	Es el pulsador normalmente abierto del inicio del proceso
Entrada	I ₁	S ₁	Sensor de proximidad inductivo (metal)
Entrada	I ₂	S ₂	Sensor de proximidad capacitivo (plástico)
Entrada	I ₃	S ₃	Sensor foto eléctrico, detecta los materiales no clasificados por los otros sensores.
Entrada	I ₅	Parada Tablet	Detiene el proceso total desde el dispositivo móvil.
Entrada	I ₆	Parada	Pulsador normalmente cerrado de apagado del proceso
Entrada	I ₇	Paro De Emergencia	Pulsador normalmente cerrado de paro total del proceso
Salida	Q ₀	Motor	Inicia movimiento de bandas transportadoras
Salida	Q ₁	Micro Cilindro 1	Acciona la electroválvula 5/2 y retira el metal de la banda transportadora
Salida	Q ₂	Micro Cilindro 2	Acciona la electroválvula 5/2 y retira el plástico de la banda transportadora
Salida	Q ₃	Buzzer	Emite un sonido de alerta.

Fuente: Autores

- **Variables de la pantalla touch.**

Tabla 16. Variables del panel HMI

E/S y marcas	Dirección Física	Nombre	Descripción
Marca	%M0.0	Marca Inicio	Da el inicio proceso.
Marca	%M0.1	Marca parada	Detiene el proceso en su totalidad.
Marca	%M0.7	Enclavamiento del motor	Ayuda al funcionamiento continuo del motor.
Salida	%Q0.0	Motor Banda	Simulación del encendido del motor.
Salida	%Q0.1	Cilindro 1	Simulación del actuador 1
Salida	%Q0.2	Cilindro 2	Simulación del actuador 2
Salida	%Q0.3	Buzzer	Emite alarma en la simulación.
Entrada	%I0.1	Sensor Inductivo	Indica la detección del material
Entrada	%I0.2	Sensor Capacitivo	Indica la detección del material

Fuente: Autores

3. EQUIPOS Y MATERIALES:

- Probetas de plástico y metal de 8cmx8cm.
- Módulo didáctico.
- PLC S7-1200 1212 AC/DC/RLY
- Cables ethernet
- Cables con terminales
- Toma de aire comprimido
- Computador
- Software TIA Portal V13
- Voltaje 110V AC
- Modem
- Tablet

- Pantalla touch
- Cargador de un dispositivo móvil.

4. MARCO TEÓRICO:

PLC: Es un controlador lógico programable especialmente diseñado para la automatización de control de procesos en la industria, el PLC es un dispositivo electrónico el cual está conformado con una memoria interna programable, la cual es usada para el almacenamiento de funciones específicas tales como: lógicas, contadoras, etc. (SIEMENS, 2009)

Pantalla Touch: Una interfaz Hombre-Máquina o HMI, es un sistema que presenta datos a un operador, a través del cual éste controla un determinado proceso.

Figura 60. PLC y HMI



Fuente: <http://goo.gl/xAmLIZ>

Arduino: Es una plataforma de hardware libre, basada en una placa con un microcontrolador Atmel AVR y puertos de entrada/salida, diseñada para facilitar el uso de la electrónica. (Electronics, 2013)

Figura 61. Arduino UNO



Fuente: <http://goo.gl/W9spcB>

App inventor2: Es un entorno de desarrollo de aplicaciones para dispositivos Android. Para lo cual se necesita un navegador web y un dispositivo móvil Android.

Al construir las aplicaciones trabajarás con dos herramientas: App Inventor Designer y App Inventor Blocks Editor. (Riego, sf)

- En Designer construirás el Interfaz de Usuario, eligiendo y situando los elementos con los que interactuará.
- En el Blocks Editor definirás el comportamiento de los componentes de tu aplicación.

5. PROCEDIMIENTO

- Leer el manual de operación y las recomendaciones de seguridad para el correcto uso del módulo.
- Analizar los diferentes diagramas para conocer el modo de conexión de los diferentes equipos.
- Desarrollar la programación del proceso tanto del PLC como del panel de operador, en el software TIA portal V13
- Elaborar la programación en arduino y cargarlo a la placa.
- Realizar las conexiones eléctricas y neumáticas.
- Se procede a realizar el interfaz en los diferentes dispositivos
- Ubicar las probetas en la banda transportadora.
- Se procede a energizar el módulo didáctico.

6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

El relé tiene la función de ayudar al sensor a enviar una señal positiva a la entrada del PLC.

Se recomienda verificar la conexión a la red Wi-Fi para una realización correcta de la interfaz

Siempre trabajar con normas de seguridad para evitar accidentes y tener muy en cuenta los voltajes de trabajo de los diferentes dispositivos.

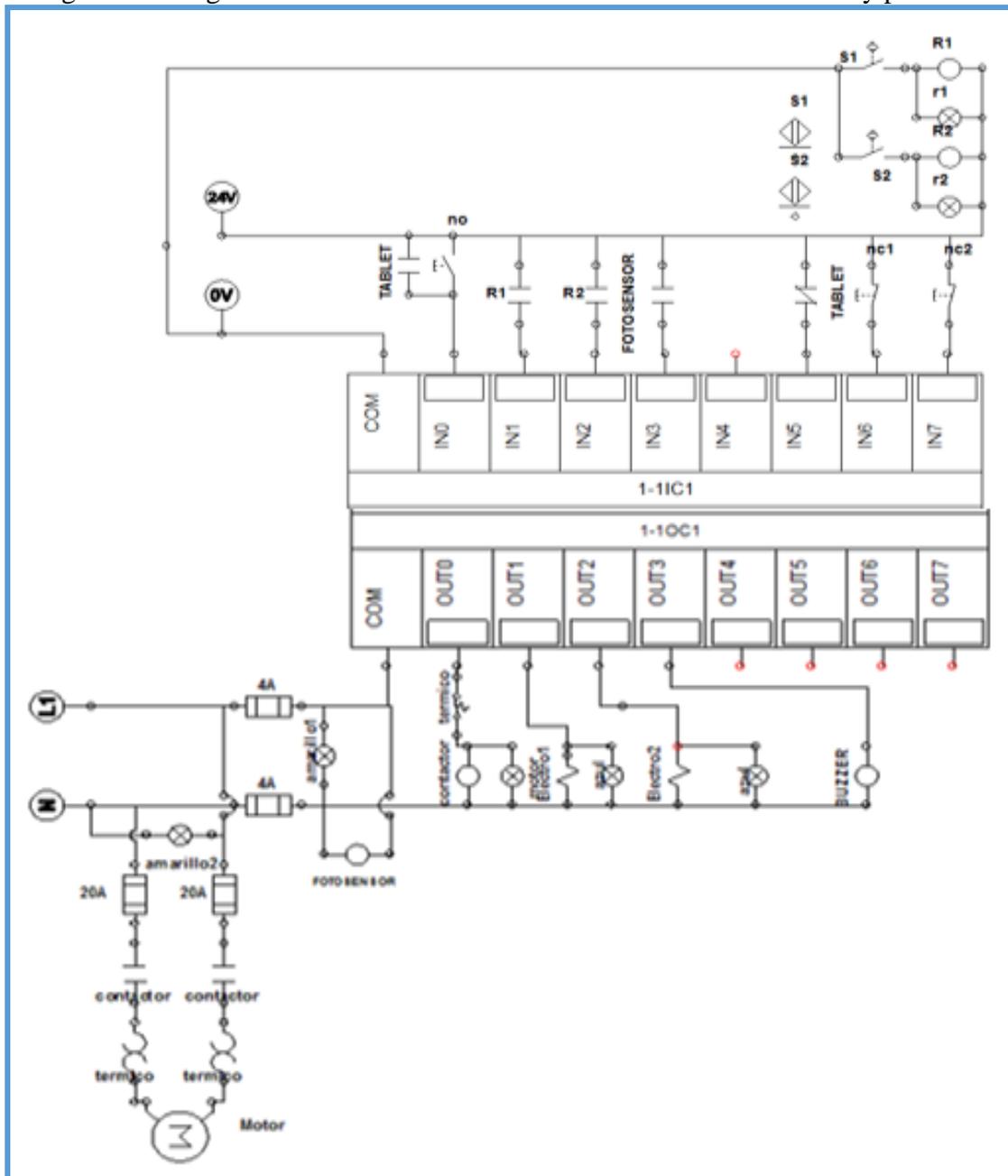
Siempre comprobar las conexiones neumáticas antes de conectar a la toma de aire.

7. BIBLIOGRAFÍA:

- <https://www.swe.siemens.com/spain/web/es/industry/automatizacion/simatic/Documents/S71200-MANUAL%20DEL%20SISTEMA.PDF>
- <https://sites.google.com/site/appinventormegusta/primeros-pasos>
- <http://www.arduino.cc/>

ANEXOS.

Figura 62. Diagrama eléctrico del módulo didáctico selectora de metal y plástico.



Fuente: Autores

4.2 Elaboración del manual de operación del módulo selector de metal y plástico.

4.2.1 Introducción. El presente manual, tiene la finalidad de guiar al usuario sobre el correcto uso del módulo didáctico selector de metal y plástico el cual está compuesto por una serie de elementos electrónicos, eléctricos, neumáticos, mecánicos, etc. Los cuales constituyen un nivel de riesgo elevado para los estudiantes al momento de su manipulación.

El proceso de reciclado de materiales está enfocado fundamental en la prevención de accidentes, por lo que durante el funcionamiento del módulo didáctico no se podrá modificar el proceso alterando la posición de los sensores, los bloques ni acercarse cuando está en funcionamiento las electroválvulas.

4.2.2 Advertencia. Antes de proceder a ocupar cualquier dispositivo del módulo, el estudiante debe leer cuidadosamente este manual y prestar atención a las sugerencias y recomendaciones que se den en él, especialmente las precedidas por el siguiente símbolo de seguridad.



La no observancia de esta ilustración, puede exponer a importantes daños al equipo.

El incumplimiento de las recomendaciones y sugerencias del presente manual de operación, así como la incorrecta manipulación o la utilización no autorizada del módulo, invalida totalmente la responsabilidad de sus creadores.

4.2.3 Conexiones eléctricas:

1. Energizar el PLC, para lo cual se extrae las líneas de energía desde la regleta principal y enlazar la regleta secundaria de 24 V DC con el PLC.
2. Energizar la pantalla HMI, enchufando el cable de conexión red en el puerto de alimentación de la pantalla y los extremos a la fuente de 24 V DC.
3. Conectar los pulsadores, de encendido, parada y parada de emergencia, desde la regleta de 24 V DC y los terminales de las señales conectarlos a las entradas del PLC I0, I6, I7 respectivamente.
4. Alimentar los sensores desde la fuente de 24 V DC, a continuación la señal que emiten los sensores conectarla a un relé y cerrar el circuito en la regleta secundaria.

5. Una vez que entra en funcionamiento el relé, conectar una línea de la regleta secundaria a un contacto normalmente abierto del relé y enlazar este relé con las entradas del PLC, I1 e I2 respectivamente.
6. Energizar el sensor fotoeléctrico, extrayendo las líneas de energía desde la regleta de principal, a continuación procedemos a cerrar el contacto del sensor conectándole una línea de energía de la fuente de 24 VDC y la señal que este envía la conectamos en la entrada I3 del PLC.
7. Energizar el circuito receptor con la fuente de 24 V DC y la señal que emite este circuito conectarlo a la salida I5 del PLC.
8. Energizar el motor desde la regleta principal, pero solo de la primera línea la cual tiene una protección térmica mayor. A continuación enlazar la salida Q0 del PLC con el contactor del tablero y cerrar el circuito en la regleta principal, la señal que emite el PLC cierra el contacto del contactor y permite el paso de energía hacia el motor.
9. Conectar las salidas Q1 y Q2 del PLC con las electroválvulas y cerrar el circuito con la regleta principal.

 **IMPORTANTE** 

- La conexión de todos los equipos del módulo selector de metal y plástico realizarla sin energizar los breakers.
- Al momento de realizar la conexión de los equipos verificar que el voltaje sea el indicado por los proveedores, para lo cual se sugiere revisar las características técnicas de cada dispositivo descritas en el capítulo III literal 3.1.
- Antes de proceder a energizar verificar todas las conexiones, que no exista ningún tipo de continuidad entre el módulo y los equipos del mismo.

4.2.4 Encendido del proceso. Para el correcto encendido del módulo siga los siguientes pasos.

1. Retire la protección del panel de operador.
2. Verifique que todos los dispositivos del sistema estén ubicados y conectados correctamente.
3. Conecte el cable de poder del módulo a la red principal de energía, la cual se debe verificar que sea de 110 V AC.
4. Subir los switch de los breakers para energizar el módulo didáctico por completo.
5. Energice el modem y la placa arduino a la red principal de energía.

6. Ejecutar la aplicación Tesis selectora en el dispositivo móvil.
7. Enlazar la aplicación con el módulo receptor.

NOTA: Se podrá verificar que el módulo se encuentra energizado al observar los focos indicadores amarillos encendidos.

 **IMPORTANTE** 

- La conexión de la placa arduino se la efectúa con un cargador de un dispositivo móvil debido a que estos envía un voltaje de salida de 5 V DC.
- Para poder enlazar la aplicación con el módulo selector debe estar encendido el bluetooth de ambos.

4.2.5 Descripción del proceso. El módulo didáctico selectora de metal y plástico inicia con un pulso, el cual envía una señal a la entrada I_0 del PLC para que este a su vez envíe una señal de salida Q_0 al contactor del sistema para que este cierre su contacto y permita el paso de energía hacia el motor eléctrico, de esta forma se dará inicio al movimiento de las bandas transportadoras.

Por las bandas transportadoras circulan probetas de metal y plástico las cuales serán detectadas por los diferentes sensores.

Si la probeta es de metal será detectada por el sensor inductivo el cual enviara una señal a la entrada I_1 del PLC para que este a su vez envíe dos señales de salida retrasadas por un intervalo de tiempo previamente programado, la primera señal de salida será Q_0 la cual desactivará el contacto del contactor cortando de esta forma el paso de energía hacia el motor y la segunda señal de salida Q_1 tendrá la función de activar la electroválvula 5/2 la cual cambiará de posición para permitir el paso del fluido hacia el cilindro neumático para que este empuje la probeta a su recipiente de almacenamiento, transcurrido 2 segundos la electroválvula regresara a su posición permitiendo al vástago del actuador regresar a su posición normal.

Las probetas que pasen el primer sensor es porque son de plástico las cuales serán detectadas por el sensor capacitivo, este sensor tiene la misma función del sensor inductivo es decir enviara un señal a la entrada I_2 del PLC para que este a su vez envíe dos señales de salida hacia el sistema Q_0 y Q_2 para desactivar el paso de energía hacia el motor y cambiar de posición la electroválvula respectivamente.

Con el cambio de posición de la electroválvula se activara el actuador para empujar la probeta hacia su recipiente y de la misma forma pasado cierto tiempo el actuador regresara a su posición inicial.

En el caso de que la probeta no se detectada por ninguno de los sensores anteriores, será detectada por un sensor fotoeléctrico el cual tiene un mayor rango de alcance y detecta todo tipo de material. La función de este sensor será enviar una señal a la entra I₃ del PLC para que este a su vez envié una señal de salida Q₃ hacia un buzzer el cual emitirá una señal sonora de alerta para el operario.

El módulo selector de metal y plástico dispone de tres formas de inicio y apagado del proceso como son:

- Tablero de mando.
- Pantalla HMI.
- Dispositivo móvil.

Tablero de mando.

Es la manera directa de dar el inicio y paro del proceso al pulsar los pulsadores ON o OFF de acuerdo a lo que se requiera, dichos elementos se encuentran instalados en el tablero de mando.

Pantalla HMI.

Es otra manera que dispone el módulo para su encendido y apagado además que este panel nos permite trasladarnos a diferentes pantallas en las cuales podremos observar la simulación del proceso en tiempo real y adicionalmente nos muestra un mensaje de alerta en la misma en el caso de existir alguna anomalía en el proceso.

Dispositivo móvil.

Se puede controlar el inicio y apagado del sistema, gracias a una comunicación vía bluetooth entre el circuito emisor conectado al PLC y una aplicación del dispositivo móvil, la cual fue creada por los tesisistas.



- Todas las entradas del PLC a excepto la entrada del sensor fotoeléctrico funcionan a 24 V DC.

- Todas las salidas del PLC funcionan a 110 V AC.
- Para transferir la programación del ordenador a la HMI KTP 400 o al PLC S7-1200 conecte los cables Ethernet al modem y la PC a la misma red Wi-Fi.
- Utilizar probetas de 8x8 cm. caso contrario corren el riesgo de no ser detectadas por los sensores.

4.2.6 Apagado del sistema. Una vez realizadas las prácticas respectivas realice lo siguiente para el apagado del sistema.

- Detenga el proceso pulsando el pulsador off del tablero de mando o el botón de parada del panel de operador o directamente desde el dispositivo móvil.
- Apague el panel de operador y desactive la aplicación del dispositivo móvil.
- Baje los switch de los breakers.
- Desconecte todos los cables de la regleta principal.
- Desconecte los cables ethernet de los puertos del modem, de la pantalla HMI y del PLC.
- Retire los cables de poder del módulo, del modem y de la placa arduino.
- Coloque el protector de la pantalla.

4.3 Manual de mantenimiento.

4.3.1 Justificación. El manual de mantenimiento nos ayuda a conservar en continuo funcionamiento el módulo didáctico mediante la prevención y mitigación de algún desperfecto que presente. Es indispensable realizar un mantenimiento para evitar paros imprevistos debido a un daño parcial o completo.

4.3.2 Objetivos:

Objetivo general.

Realizar el manual de mantenimiento preventivo y correctivo para el módulo selector de metal y plástico.

Objetivos específicos.

- Realizar la hoja técnica.
- Determinar la regularidad con la cual se realiza las rutinas de mantenimiento

4.3.3 *Partes del módulo selector de metal y plástico:*

Parte mecánica. Está conformada por un motor universal, caja reductora de velocidad, bandas transportadoras.

Parte neumática. Está conformada por electroválvulas, micro cilindros de doble efecto, manguera, FRL.

Parte eléctrica y electrónica. Esta parte consta de un contactor y un térmico, porta fusibles, relés encapsulados, sensores de proximidad (capacitivo e inductivo), sensor fotoeléctrico, PLC, pantalla HMI, módulo receptor del mando inalámbrico y dispositivos que conforman la parte de mando del módulo didáctico.

4.3.4 *Elaboración de fichas técnicas.* Se tiene que elaborar una ficha técnica con las características que tiene el módulo selector de metal y plástico considerando los siguientes parámetros.

Ficha técnica: Los Parámetros que debe tener la ficha técnica son:

- Datos generales
- Especificaciones principales
- Valores de referencia (consumo de energía,).

4.3.5 *Mantenimiento a realizar.*

4.3.5.1 *Mantenimiento eléctrico y electrónico.*

1. Inspección del anclaje de los diferentes elementos.
2. Inspección de los relés encapsulados, porta fusibles, contactor y térmico.
3. Inspeccionar el motor.
4. Inspeccionar conexiones eléctricas.
5. Inspección del PLC S 7-1200.
6. Inspección de la pantalla HMI
7. Inspección del módulo receptor del mando inalámbrico.

Tabla 17. Ficha técnica

	Ficha de datos y características		
Características generales:			
Longitud de la banda transportadora 1	105 cm		
Longitud de la banda transportadora 2	100 cm		
Altura de la estructura	110 cm		
Velocidad lineal de bandas transportadoras	4,82cm/s		
Reductor de velocidades	1:50		
Motor			
Marca: WEG	# de serie:10341363		
Fecha de adquisición: 2014/08/18	Fabricante: WEG EQUIPAMENTOS ELÉCTRICOS S.A.		
RPM: 1730	Voltaje: 110V o 220V	Potencia: 1/4hp	
Rendimiento:80%	Amperaje: 5A o 2A	Monofásico	
TIPO DE MOTOR			
Corriente continua: _____ universal: _____ X			

Fuente: Autores

1. Inspección del anclaje de los diferentes elementos.

Tabla 18. Inspección del anclaje de elementos

Tarea	Frecuencia de mantenimiento
Inspección del anclaje de los diferentes elementos	300 horas

Fuente: Autores

Procedimiento

- Desconectar la alimentación del módulo didáctico.
- Inspeccionar pernos de anclaje de los diferentes elementos a la estructura.

Herramientas y materiales

- Llave inglesa.
- Nivel.

- Destornillador plano y estrella.
- Llave # 8, 10,12y 14.
- Guaípe.
- Pernos
- Tuercas
- Arandelas de presión.

Observaciones de seguridad

- Utilizar guantes según norma UNE EN 388:2004.
- Utilizar lentes de seguridad según norma ANSI Z87.1-2003(solutions.3m.com).
- Utilizar mandil tipo jean.

2. Inspección de los relés encapsulados, porta fusibles, contactor y térmico.

Tabla 19. Inspección de relés, porta fusibles, contactor y térmico

Tarea	Frecuencia de mantenimiento
Inspección de los relés encapsulados, porta fusibles, contactor y térmico.	300 horas

Fuente: Autores

Procedimiento

- Desenergizar el módulo didáctico.
- Revisar los contactos de los relés, porta fusibles, contactor y térmico.
- Probar si existe continuidad en los elementos de mando.
- Limpiar.
- Aislar completamente las conexiones con cinta aislante.

Herramientas y materiales

- Destornillador plano y estrella.
- Pinza.
- Multímetro.
- Brocha.
- Materiales.
- Guaípe.
- Cinta aislante.
- Fusibles de 2A.

Observaciones de seguridad

- Desconectar la alimentación eléctrica del equipo.
- Utilizar guantes según norma UNE-EN 60743:2002.
- Utilizar lentes de seguridad según norma ANSI Z87.1-2003

3. Inspeccionar el motor.

Tabla 20. Inspección del motor eléctrico

Tarea	Frecuencia de mantenimiento
Inspeccionar el motor	300 horas

Fuente: Autores

Procedimiento

- Desconectar la alimentación del módulo didáctico.
- Limpiar.
- Inspeccionar el estado del eje del motor.
- Inspeccionar los rodamientos.
- Inspeccionar estado de empalmes.
- Inspeccionar estado de bobinas.

Herramientas y materiales

- Destornillador plano y estrella.
- Alicates.
- Brocha
- Llave # 8, 10, 12 y 14.
- Multímetro
- Guaipe.
- Pernos
- Tuercas
- Arandelas de presión.
- Cinta aislante.

Observaciones de seguridad

- Desconectar la alimentación eléctrica del equipo.
- Utilizar guantes según norma UNE EN 388:2004.
- Utilizar lentes de seguridad según norma ANSI Z87.1-2003(solutions.3m.com).

- Utilizar mandil tipo jean.
- Conectar las fases en base al sentido de giro del motor.

4. Inspeccionar conexiones eléctricas.

Tabla 21. Inspección de conexiones eléctricas

Tarea	Frecuencia de mantenimiento
Inspeccionar conexiones eléctricas	300 horas

Fuente: Autores

Procedimiento

- Desconectar la alimentación del módulo didáctico.
- Limpiar.
- Inspeccionar el estado del Jack banana (hembra y macho) y reemplazarlos si es necesario.
- Inspeccionar el estado de los cables y reemplazarlos si es necesario.

Herramientas y materiales

- Destornillador plano y estrella.
- Alicates.
- Multímetro.
- Brocha.
- Cable # 16.
- Jack banana hembra y macho

Observaciones de seguridad

- Desconectar la alimentación eléctrica del equipo.
- Utilizar guantes según norma UNE-EN 60743:2002.
- Utilizar lentes de seguridad según norma ANSI Z87.1-2003

5. Inspección del PLC S7-1200.

Tabla 22. Mantenimiento del PLC S7-1200

Tarea	Frecuencia de mantenimiento
Inspección del PLC s 7-1200.	100 horas

Fuente: Autores

Procedimiento

- Desenergizar la alimentación eléctrica del módulo didáctico.
- Retirar las conexiones del PLC.
- Revisar las conexiones de las entradas y salidas.
- Verificar el estado del PLC.

Herramientas y materiales

- Destornillador plano y estrella.
- Multímetro.
- Brocha.
- Aire comprimido

Observaciones de seguridad

- Desenergizar la alimentación del equipo.
- Utilizar guantes según norma UNE-EN 60743:2002.
- Utilizar lentes de seguridad según norma ANSI Z87.1-2003
- Evitar golpear el PLC.

6. Inspección de la pantalla HMI

Tabla 23. Mantenimiento del HMI KTP400

Tarea	Frecuencia de mantenimiento
Inspección de la pantalla HMI KTP 400 Basic Panel Monocromática.	100 horas

Fuente: Autores

Procedimiento

- Desenergizar la alimentación eléctrica del módulo didáctico.
- Retirar las conexiones de la pantalla HMI.
- Revisar las conexiones de energización y comunicación.
- Verificar el estado de la pantalla HMI.
- Verificar firmeza de la base.
- Limpiar pantalla HMI.
- Reemplazar mica protectora.

Herramientas y materiales.

- Destornillador plano y estrella.

- Brocha.
- Aire comprimido
- Mica protectora
- Franela

Observaciones de seguridad.

- Des energizar la alimentación del equipo.
- Utilizar guantes según norma UNE-EN 60743:2002.
- Utilizar lentes de seguridad según norma ANSI Z87.1-2003
- Evitar golpear la pantalla HMI.

7. Inspección del módulo receptor del mando inalámbrico

Tabla 24. Mantenimiento del módulo receptor

Tarea	Frecuencia de mantenimiento
Inspección del módulo receptor del mando inalámbrico	100 horas

Fuente: Autores

Procedimiento

- Des energizar la alimentación eléctrica del módulo didáctico.
- Retirar las conexiones del módulo receptor del mando inalámbrico.
- Revisar las conexiones de energización y comunicación.
- Verificar el estado del módulo receptor del mando inalámbrico.
- Limpiar del módulo receptor del mando inalámbrico

Herramientas y materiales.

- Destornillador plano y estrella.
- Brocha.
- Aire comprimido
- Multímetro
- Franela

Observaciones de seguridad.

- Des energizar la alimentación del equipo.
- Utilizar guantes según norma UNE-EN 60743:2002.

- Utilizar lentes de seguridad según norma ANSI Z87.1-2003
- Evitar golpear el módulo receptor del mando inalámbrico.

4.3.5.2 *Mantenimiento mecánico.*

1. Inspeccionar reductor sin-fin corona.
2. Inspeccionar bandas transportadoras y rodillos.
3. Inspeccionar chumaceras artesanales.
4. Inspeccionar bandas y poleas.

1. **Inspeccionar reductor sin-fin corona.**

Tabla 25. Mantenimiento de reductor

Tarea	Frecuencia de mantenimiento
Lubricar reductor sin-fin corona	Cada 100 horas

Fuente: Autores

Procedimiento.

- Inspeccionar el nivel de aceite.
- Inspeccionar el estado de las poleas.
- Limpiar.

Herramientas y materiales.

- Llave inglesa.
- Llave # 12 y 13.
- Grasa MOBIL GEAR 629 clasificación ISO VG 150.

Observaciones de seguridad.

- Utilizar guantes según norma UNE EN 388:2004.
- Utilizar lentes de seguridad según norma ANSI Z87.1-2003(solutions.3m.com).
- Utilizar mandil tipo jean.

2. **Inspeccionar bandas transportadoras y rodillos.**

Tabla 26. Mantenimiento bandas transportadoras

Tarea	Frecuencia de mantenimiento
Inspeccionar bandas transportadoras y rodillos	Cada 100 horas

Fuente: Autores

Procedimiento

- Desmontar las bandas transportadoras retirando el pasador de la grapa de unión.
- Verificar el estado de la grapa.
- Limpiar los rodillos y las bandas transportadoras.
- Ubicar las bandas transportadoras en los rodillos
- Alinear las bandas transportadoras.
- Tensar las bandas transportadoras.

Herramientas y materiales.

- Llave inglesa
- Llave # 12 y 11
- Brocha
- Guaípe, agua y jabón.
- Nivel

Observaciones de seguridad.

- Utilizar guantes según norma UNE EN 388:2004.
- Utilizar lentes de seguridad según norma ANSI Z87.1-2003(solutions.3m.com).o
- Utilizar mandil tipo jean.

3. Inspeccionar chumaceras artesanales.

Tabla 27. Mantenimiento de chumaceras artesanales

Tarea	Frecuencia de mantenimiento
Inspección de chumaceras artesanales	Cada 200 horas

Fuente: Autores

Procedimiento.

- Revisar el aumento de temperatura en la superficie de la chumacera y escuchar un zumbido lo que nos indica que hay que reemplazarla.
- Quitar los pernos de anclaje de las chumaceras de la estructura.
- Engrasar las chumaceras.
- Inspeccionar que estén libres de polvo y partículas.
- Ubicar las chumaceras en la estructura y alinearlas.

Herramientas y materiales.

- Llave # 12, 13

- Llave inglesa.
- Guipe.
- Brocha
- Grasa LGMT 2.

Observaciones de seguridad.

- Utilizar guantes según norma UNE EN 388:2004.
- Utilizar lentes de seguridad según norma ANSI Z87.1-2003(solutions.3m.com).
- Utilizar mandil tipo jean.

4. Inspeccionar bandas y poleas.

Tabla 28. Mantenimiento de bandas y poleas

Tarea	Frecuencia de mantenimiento
Inspeccionar bandas y poleas	Cada semana

Fuente: Autores

Procedimiento.

- Verificar la alineación de las poleas.
- Remover la suciedad presente en las bandas y poleas.
- Comprobar que las poleas estén con sus respectivos prisioneros.
- Realizar el tensado de bandas.
- Reemplazar bandas o poleas si es necesario.

Herramientas y materiales.

- Llave hexagonal # 6.
- Brocha.
- Prisioneros.
- Poleas
- Guaipe.
- Bandas tipo A.

Observaciones de seguridad.

- Utilizar guantes según norma UNE EN 388:2004.
- Utilizar lentes de seguridad según norma ANSI Z87.1-2003(solutions.3m.com).
- Utilizar mandil tipo jean.

4.3.5.3 Mantenimiento neumático.

1. Inspeccionar las electroválvulas.
2. Inspeccionar los microcilindros de doble efecto.
3. Drenar el FRL.

1. Inspeccionar las electroválvulas.

Tabla 29. Mantenimiento de electroválvulas

Tarea	Frecuencia
Inspeccionar electroválvulas	Cada 300 horas

Fuente: Autores

Procedimiento

- Retirar la alimentación neumática.
- Retirar alimentación eléctrica y revisar su protección.
- Limpiar.

Herramientas y materiales

- Destornillador plano y estrella.
- Multímetro.
- Brocha.

Observaciones de seguridad

- Utilizar guantes según norma UNE EN 388:2004.
- Utilizar lentes de seguridad según norma ANSI Z87.1-2003(solutions.3m.com).
- Utilizar mandil tipo jean.

2. Inspección de la unidad de mantenimiento.

Tabla 30. Mantenimiento del FRL

Tarea	Frecuencia de mantenimiento
Drenar el FRL	Cada 100 horas

Fuente: Autores

Procedimiento.

- Controlar fugas.
- Verificar presión necesaria para alimentar el sistema.
- Desenroscar la perilla de drenaje y verificar que se evacue todo.
- Ubicar la perilla de drenaje, inspeccionar los racores y limpiar.

Observaciones de seguridad.

- Quitar la alimentación neumática.
- Utilizar guantes según norma UNE EN 388:2004.
- Utilizar lentes de seguridad según norma ANSI Z87.1-2003(solutions.3m.com).
- Utilizar mandil tipo jean.

Tiempo de vida útil de los accesorios del módulo didáctico.

Tabla 31. Vida útil de los accesorios del módulo didáctico

Elementos	Tiempo (h)
Cojinetes	1000
Bandas de transmisión	520
Poleas	600
Reductor de velocidades	3000
Bandas transportadoras	2000
Electroválvulas	2000
Unidad de Mantenimiento	3000

Fuente: Autores

Check List de los accesorios del módulo didáctico.

Tabla 32. Check List

	Check List			
Lisado	OK	Rev	Man	Nota
Motor				
Reductor de velocidades				
Poleas				
Bandas de transmisión				
Anclaje del motor				
Rodillos				
Bandas transportadoras				
Sensores				
Micro cilindros				
Electroválvulas				
FRL				
Mangueras				
Racores				
Relay's				
Contactor, térmico				
Luces piloto				
Buzzer				
Pulsadores				
Breakers				
Portafusibles				
Fusibles				
PLC s7 1200 AC/DC/RLY				
Pantalla HMI KTP400				
Arduino, módulo Bluetooth				
Modem				
Cables Ethernet				
Dispositivo móvil				

Fuente: Autores

4.4 Medidas de seguridad para el manejo del módulo selector de metal y plástico.

Se recomienda seguir las siguientes indicaciones al momento de efectuar el uso del módulo, para de esta manera salvaguardar la seguridad del estudiante y alargar la vida útil de los equipos pertenecientes al proceso.

4.4.1 Indicaciones de seguridad:

- Siempre realizar una inducción a los estudiantes antes de empezar a operar el módulo didáctico para de esta manera evitar los actos inseguros.
- Comprobar que los ductos de aire estén conectados de manera correcta.
- Revisar que las conexiones eléctricas estén completamente aisladas es decir que no exista continuidad entre el módulo y los elementos del proceso.
- Proteger los elementos de transmisión mediante resguardos fijos o móviles.
- Siempre utilizar cable con terminales al momento de efectuar las conexiones eléctricas del módulo didáctico.
- La conexión de todos los equipos del módulo selector de metal y plástico realizarla sin energizar los breakers.
- Al momento de realizar la conexión de los equipos verificar que el voltaje y amperaje sea el correcto para evitar algún tipo de accidente.

4.4.2 Indicaciones mecánicas:

- Comprobar que todos los componentes se encuentren fijos a la estructura metálica del módulo.
- Respete las protecciones de los elementos rodantes.

4.4.3 Indicaciones eléctricas:

- Todas las salidas del PLC se energizan a 110 V AC
- Las entradas del PLC y la pantalla HMI funcionan a 24 VAC con excepción del sensor fotoeléctrico.
- El motor eléctrico opera con un mayor amperaje que el resto de elementos.
- Se puede utilizar la fuente de salida del PLC de 24 V DC para alimentar las entradas del mismo.
- La placa arduino requiere 5V DC.

4.4.4 Indicaciones neumáticas:

- No se debe superar la presión de trabajo de 3 bares, la misma que podemos regular en la unidad de mantenimiento del sistema. Si se sobre pasa dicha presión los actuadores tendrían demasiada fuerza de avance, lo que podría causar algún daño a las personas que se encuentren alrededor del módulo didáctico.
- Siempre conectar los ductos neumáticos en los racores y asegurarse que no exista ningún tipo de fuga.
- Siempre desconectar el ingreso de aire principal pero primero cerrar la válvula de ingreso del fluido al sistema.

4.5 Prácticas de aplicación.

4.5.1 Reciclado automático. Una aplicación del módulo selector de metal y plástico sería en el centro de acopio de reciclaje de basura, los cuales se basaran en la separación automática de la basura.

Con ayuda de los sensores permitirán el acceso de un solo tipo de material a su respectivo contenedor. Mediante la correcta clasificación de basura se puede reutilizar dichos materiales para elaborar un nuevo producto y de este modo contribuir a la protección del medio ambiente disminuyendo la creación de basura en la ciudad.

Figura 63. Reciclado automático



Fuente: <http://goo.gl/pN6j6P>

CAPÍTULO V

5. COSTOS

5.1 Costos directos

Tabla 33. Costos directos

Ítem	Denominación	Unidad	Precio (dólares)
1	Router	1	66,25
2	Motor monofásico de ¼ hp	1	160,00
3	Caja reductora 50: 1	1	110,00
4	Poleas de 3" de diámetro	2	10,50
5	Banda tipo A	1	5,80
6	MDF 150 x 120 cm	1	15,50
7	Cilindros de doble efecto	2	110,00
8	Sensor capacitivo	1	48,30
9	Sensor inductivo	1	32,50
10	Sensor fotoeléctrico	1	56,70
11	Relé encapsulados	2	18,50
12	Luz piloto	2	8,50
13	Buzzer	1	3,20
14	Soporte de la pantalla	1	27,00
15	Radio frecuencia	1	26,00
16	Módulo bluetooth HC-05	1	32,00
17	Placa arduino UNO	1	55,00
18	Pantalla HMI KTP 400 Basic Panel	1	740,00
19	Tablet Samsung Galaxy 4	1	420,00
TOTAL			1945,75

Fuente: Autores

5.2 Costos indirectos

Tabla 34. Costos indirectos

Ítem	Denominación	Total (dólares)
1	Materiales e imprevistos	430,00
Total		430,00

Fuente: Autores

5.3 Costos totales.

Tabla 35. Costos totales

Ítem	Denominación	Total (dólares)
1	Costos directos totales	1945,75
2	Costos indirectos totales	430,00
Total		2375.75

Fuente: Autores

CAPÍTULO VI

6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.

6.1 Conclusiones.

El proyecto de tesis desarrollado en el presente trabajo cumple con el principal objetivo planteado, el cual es implementar el control Touch del módulo didáctico selector de metal y plástico con monitoreo por sistema SCADA, el cual aportara con la formación profesional de los estudiantes de la Escuela de Ingeniería Industrial.

Se procedió a realizar un análisis del módulo didáctico selectora de metal y plástico con sus respectivos componentes considerando: funcionalidad y estética del mismo, con el objetivo principal de alargar la vida de operación del proceso además de garantizar la seguridad de los nuevos equipos que se implementaron en el módulo.

Se cambió e implemento los dispositivos necesarios de acuerdo al análisis efectuado al módulo con la finalidad de garantizar el funcionamiento del proceso, se procedió a comprar los equipos necesarios para elaborar el control Touch del módulo analizando: condiciones físicas, características técnicas, parámetros de seguridad y costos.

Se construyó el sistema SCADA para el módulo didáctico selectora de metal y plástico mediante la programación del PLC y la configuración del panel de operador, los cuales se comunican al proceso mediante un cable Ethernet y una red Wi-Fi.

Se obtuvo el control Touch del módulo selector de metal y plástico mediante la pantalla HMI KTP400 Basic Mono PN la cual además de controlar el proceso nos permite visualizar el mismo en tiempo real.

Se elaboró una aplicación para dispositivos móvil Android la cual controla el encendido y apagado del módulo de manera inalámbrica.

Se realizó un manual de operación, de mantenimiento y recomendaciones básicas de seguridad con el único propósito de evitar daños en los equipos, operarios y alargar la vida útil del módulo selectora de metal y plástico.

6.2 Recomendaciones

Antes de proceder a utilizar cualquier dispositivo del módulo los usuarios reciban una pequeña inducción de parte del docente, para garantizar la correcta funcionalidad del proceso y evitar actos inseguros.

Revisar las instrucciones del manual de operación, pues la falta de conocimiento de las mismas al momento de su manipulación, montaje, programación, funcionamiento y preparación del equipo, pueden crear situaciones de riesgo, las cuales pueden ocasionar lesiones o daños físicos al usuario así como a los diferentes elementos del módulo.

Conectar adecuadamente cada uno de los dispositivos de acuerdo a la programación realizada en el PLC S7- 1200 para de esta manera evitar un mal funcionamiento del proceso el cual pueda causar daños al usuario.

Efectuar un mantenimiento preventivo a todos los equipos del módulo tomando en cuenta las recomendaciones dadas en el manual de mantenimiento, para de esta forma alargar la vida útil del sistema y que los estudiantes puedan seguir adquiriendo conocimientos indispensables para su formación profesional.

El sistema SCADA realizado es muy flexible por lo que permite la comunicación con otros módulos, por lo que es esencial que los estudiantes aporte con ideas innovadoras para el mejoramiento del sistema las cuales servirán en progreso de ellos mismos.

Evitar la manipulación de las probetas en el instante que los sensores entren en funcionamiento debido a que se genera un riesgo de atrapamiento para el usuario además de alterar el proceso.

Siempre verificar la conexión bluetooth entre el dispositivo móvil y el módulo receptor.

BIBLIOGRAFÍA

Electronics, SparkFun. 2013. Wikimedia Commons. *Wikimedia Commons*. [Online] Arduino_Uno_-_R3.jpg, 01 21, 2013. [Cited: 01 02, 2015.] http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Arduino_Uno_-_R3.jpg.

Ingemecánica. sf. ingemecanica.com. *ingemecanica.com*. [Online] sf sf, sf. [Cited: Enero 06, 2015.] <http://ingemecanica.com/tutorialsemanal/tutorialn121.html#seccion5>.

IVREA, nstituto. 2005. arduino.cc. [Online] 2005. [Cited: ENERO 12, 2015.] <http://www.arduino.cc/>.

Mestanza, Juan Carlos Santillán. 2008. Monografias.com S.A. *Monografias.com S.A.* [Online] Abril 1, 2008. [Cited: 01 04, 2015.] <http://www.monografias.com/trabajos58/disenocintas-transportadoras/disenocintas-transportadoras2.shtml#ixzz3O5xRYamK>.

Riego, Antonio Ricoy. sf. IES San Clemente. *Licencia Creative Commons Atribución-NoComercial 3.0 Unported*. [Online] sf sf, sf. [Cited: 01 03, 2015.] <https://sites.google.com/site/appinventormegusta/primeros-pasos>.

SAMSUNG. 2014. smart-gsm.com. [Online] ENERO 2014. [Cited: ENERO 16, 2015.] <http://www.smart-gsm.com/moviles/samsung-galaxy-tab4-70>.

SANPEDRO, JOSÉ DANIEL. SF. cib.espol.edu.ec. *Digipath*. [Online] SF SF, SF. [Cited: ENERO 11, 2015.] http://www.cib.espol.edu.ec/Digipath/D_Tesis_PDF/D-27768.pdf.

SIEMENS. 2009. automation.siemens.com. *siemens.com*. [Online] ENERO 2009. [Cited: ENERO 12, 2015.] http://www.automation.siemens.com/salesmaterial-as/brochure/es/brochure_panels_es.pdf.

—. **2009.** siemens.com. *swe.siemens.com*. [Online] ENERO 2009. [Cited: ENERO 15, 2015.]

—. **2009.** w3.siemens.com. *w3.siemens.com*. [Online] ENERO 2009. [Cited: ENERO 15, 2015.] <http://w3.siemens.com/mcms/human-machine-interface/en/operator-interfaces/basic-panel/devices-second-generation/Pages/Default.aspx>.

ZAMORA, JULIO CESAR MACIAS. SF. dspace.espol.edu.ec. *bitstream*. [Online] SF SF, SF. [Cited: ENERO 10, 2015.] <https://www.dspace.espol.edu.ec/bitstream/123456789/5581/3/Leyes%20de%20Newton.pdf>.