



# **UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI**

## **FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA Y APLICADAS CARRERA DE ELECTROMECAÁNICA**

### **PROYECTO DE TITULACIÓN**

**“DESARROLLO DE PRÁCTICA DE AUTOMATIZACIÓN A TRAVÉS DE UN  
MÓDULO DIDÁCTICO CON EL PLC S7-1200 PARA CONTROLAR  
SISTEMAS DE BANDAS TRANSPORTADORAS”**

Proyecto de Investigación presentado previo a la obtención del Título de Ingeniero Electromecánico.

**Autor:**

Cedeño Cedeño Williams Fabricio

**Director:**

Ing. Paco Giovanni Vásquez Carrera. M.Sc.

La Maná – Ecuador.

Agosto 2017.

## DECLARACIÓN DE AUTORÍA

Yo CEDEÑO CEDEÑO WILLIAMS FABRICIO declaro ser autor (a) del presente proyecto de investigación: **DESARROLLO DE PRÁCTICA DE AUTOMATIZACIÓN A TRAVÉS DE UN MÓDULO DIDÁCTICO CON EL PLC S7-1200 PARA CONTROLAR SISTEMAS DE BANDAS TRANSPORTADORAS**, siendo M.Sc. VÁSQUEZ CARRERA PACO JOVANNI tutor del presente trabajo; y eximo expresamente a la Universidad Técnica de Cotopaxi y a sus representantes legales de posibles reclamos o acciones legales.

Además certifico que las ideas, conceptos, procedimientos y resultados vertidos en el presente trabajo investigativo, son de mi exclusiva responsabilidad.



Williams Fabricio Cedeño Cedeño

C.I: 1720706611

## **AVAL DEL TUTOR DE PROYECTO DE INVESTIGACIÓN**

En calidad de Tutor del Trabajo de Investigación sobre el título:

**“DESARROLLO DE PRÁCTICA DE AUTOMATIZACIÓN A TRAVÉS DE UN MÓDULO DIDÁCTICO CON EL PLC S7-1200 PARA CONTROLAR SISTEMAS DE BANDAS TRANSPORTADORAS”**, del estudiante CEDEÑO CEDEÑO WILLIAMS FABRICIO de la Carrera de Ingeniería en Electromecánica, considero que dicho Informe Investigativo cumple con los requerimientos metodológicos y aportes científico-técnicos suficientes para ser sometidos a la evaluación del Tribunal de Validación de Proyecto que el Honorable Consejo Académico de la Facultad de Ciencias de la Ingeniería y Aplicadas de la Universidad Técnica de Cotopaxi designe, para su correspondiente estudio y calificación.

La Maná, 14 de Julio del 2017.

El Tutor.



MSc. Vásquez Carrera Paco Jovanni  
C.I.- 0501758767

## APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE TITULACIÓN

En calidad de Tribunal de Lectores, aprueban el presente Informe de Investigación de acuerdo a las disposiciones reglamentarias emitidas por la Universidad Técnica de Cotopaxi, y por la Facultad de Ciencias de la Ingeniería y Aplicadas; por cuanto, el postulantes: CEDEÑO CEDEÑO WILLIAMS FABRICIO con el título de Proyecto de Investigación: **DESARROLLO DE PRÁCTICA DE AUTOMATIZACIÓN A TRAVÉS DE UN MÓDULO DIDÁCTICO CON EL PLC S7-1200 PARA CONTROLAR SISTEMAS DE BANDAS TRANSPORTADORAS** han considerado las recomendaciones emitidas oportunamente y reúne los méritos suficientes para ser sometido al acto de Sustentación de Proyecto.

Por lo antes expuesto, se autoriza realizar los empastados correspondientes, según la normativa institucional.

La Maná, julio del 2017

Para constancia firman:

PhD. Yoandrys Morales Tamayo  
C.I: 1756958797  
Lector 1 (Presidente)

M.Sc. Luis Fernando Jácome Alarcón  
C.I: 050247562-7  
Lector 2

M.Sc. Jessica Nataly Castillo Fiallos  
C.I: 0604590216  
Lector 3

## **AGRADECIMIENTO**

*Los cimientos de mi desarrollo, formación personal y profesional se los debo a Mi Madre y Mi Padre que en paz descanse, me formaron con principios y valores, respeto, educación y nunca bajar los brazos y darme por vencido, me apoyaron en mi crecimiento estudiantil y posteriormente en el desarrollo de mi proyecto de Titulación*

*Williams*

## **DEDICATORIA**

*Este proyecto va dedicado con mucho amor a la mujer que siempre ha estado pendiente de mi vida y ha sido la persona que ha estado en todo momento conmigo, la que ha sabido llevarme por el camino correcto y siempre me ha estado motivando para poder cumplir los objetivos que me propongo día a día.*

*Muchas gracias querida Madre, por estar siempre conmigo.*



# UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI

## FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA Y APLICADAS

**TITULO:** “DESARROLLO DE PRÁCTICA DE AUTOMATIZACIÓN A TRAVÉS DE UN MÓDULO DIDÁCTICO CON EL PLC S7-1200 PARA CONTROLAR SISTEMAS DE BANDAS TRANSPORTADORAS”

Autor: Williams Fabricio Cedeño Cedeño

### RESUMEN

El presente proyecto de titulación tiene como principal objetivo el desarrollo de práctica de automatización a través de un módulo didáctico utilizando el PLC SIMATIC S7-1200, para controlar bandas transportadoras, monitoreado por el programa TIA PORTAL V14 para el laboratorio de automatización de la carrera de Ingeniería electromecánica. Con el programa instalado los estudiantes de la carrera antes mencionada tendrá un mejor aprendizaje realizando prácticas en el módulo, fortaleciendo sus conocimientos teóricos aprendidos en el salón de clases acerca de los PLC y su funcionamiento. En la actualidad el control de procesos a través de la automatización se lo realiza a gran escala en industrias, fábricas, medianas y grandes empresas, permitiendo y facilitando tareas de transporte y con un grado de confiabilidad, reduciendo la mano del hombre y gastos. A medida que avanza la tecnología es importante que los futuros ingenieros electromecánicos obtengan un conocimiento aplicando tecnologías de automatización y control de procesos, para el desarrollo de la respectiva práctica utilizaremos los siguientes dispositivos: PLC S7-1200, HMI. Variador de frecuencia, motor y un ordenador en el cuál podremos monitorear y visualizar el procedimiento de la simulación. Los resultados alcanzados son los siguientes el estudiante tendrá una visión más clara del uso, manejo y funcionamiento de los PLC, obteniendo un mejor desarrollo académico práctico que a futuro será de gran importancia y aplicará en su vida profesional.

**PALABRAS CLAVES:** automatizar, sistemas, procesos, control, didáctico



# TECHNICAL UNIVERSITY OF COTOPAXI

## FACULTY OF ENGINEERING SCIENCES AND APPLIED

**TITLE:** "DEVELOPING AUTOMATION PRACTICE THROUGH A DYNAMIC MODULE WITH THE S7-1200 PLC TO CONTROL TRANSPORTING SYSTEMS"

Author: Williams Fabricio Cedeño Cedeño

### ABSTRACT

The main aim of this project is the development of automation practice through a didactic module using the SIMATIC S7-1200 PLC, to control conveyor belts, monitored by the TIA PORTAL V14 program for the automation laboratory of the electromechanical engineering. With the program installed students of the aforementioned career will have a better learning by doing practices in the module, strengthening their theoretical knowledge learned in the classroom about PLC and its operation. Currently, process control through automation is performed on a large scale in industries, factories, medium and large companies, allowing and facilitating transport tasks and with a degree of reliability, reducing man's hand and expenses. As the technology advances, it is important that future electromechanical engineers obtain knowledge by applying automation and process control technologies. For the development of the respective practice we will use the following devices: PLC S7-1200, HMI. Frequency inverter, motor and a computer in which we can monitor and visualize the simulation procedure. The results obtained are the following: the student will have a clearer vision of the use, management and operation of the PLC, obtaining a better academic development that will be of great importance in the future and will apply in his professional life.

**KEY WORDS:** automate, systems, processes, control, didactic.



## UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI

### CENTRO DE IDIOMAS

La Maná - Ecuador

### CERTIFICACIÓN

En calidad de Docente del Centro Cultural de Idiomas de la Universidad Técnica de Cotopaxi, Extensión La Maná; en forma legal CERTIFICO que: la traducción de la descripción del Proyecto de Investigación al Idioma Inglés presentado por el señor egresado: CEDEÑO CEDEÑO WILLIAMS FABRICIO, con el título de proyecto de investigación **“DESARROLLO DE PRÁCTICA DE AUTOMATIZACIÓN A TRAVÉS DE UN MÓDULO DIDÁCTICO CON EL PLC S7-1200 PARA CONTROLAR SISTEMAS DE BANDAS TRANSPORTADORAS”**, lo realizó bajo mi supervisión y cumple con una correcta estructura gramatical del Idioma.

Es todo cuanto puedo certificar en honor a la verdad y autorizo el peticionario hacer uso del presente certificado de la manera ética que estimare conveniente.

La Maná, 28 de Julio 2017

Atentamente

Ledo. Kevin Rivas Mendoza

**DOCENTE**

C.I. 1311248049

## ÍNDICE

PORTADA.....	i
DECLARACIÓN DE AUTORÍA.....	ii
AVAL DEL TUTOR DE PROYECTO DE INVESTIGACIÓN.....	iii
APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE TITULACIÓN.....	iv
AGRADECIMIENTO.....	v
DEDICATORIA.....	vi
RESUMEN.....	vii
ABSTRACT.....	viii
CERTIFICADO.....	ix
ÍNDICE.....	x
ÍNDICE DE FIGURAS.....	xiii
ÍNDICE DE TABLAS.....	xiv
1. INFORMACIÓN GENERAL.....	1
2. RESUMEN DEL PROYECTO.....	2
3. JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO.....	3
4. BENEFICIARIOS DEL PROYECTO.....	4
5. EL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN.....	4
6. OBJETIVOS DEL PROYECTO.....	5
6.1. Objetivo general.....	5
6.2. Objetivos específicos.....	5
7. ACTIVIDADES Y SISTEMA DE TAREAS EN RELACIÓN A LOS OBJETIVOS PLANTEADOS.....	6
8. MARCO TEÓRICO.....	7
8.1. La Electricidad.....	7
8.1.1. Ley de Ohm.....	7
8.1.2. Ley de Kirchhoff.....	8
8.2. El Circuito Eléctrico.....	9
8.2.1. La corriente Eléctrica.....	9
8.3. La Automatización Industrial.....	10
8.3.1. Autómatas Programables.....	11

8.3.2.	La automatización programable. ....	12
8.3.3.	Verificación y puesta en servicio del automatismo. ....	13
8.3.3.1.	Verificación sin alimentación eléctrica. ....	13
8.4.	Programmable Logic Controller (PLC).....	13
8.4.1.	Estructura Interna del PLC.....	14
8.4.2.	Software y Comunicación.....	15
8.4.3.	Lenguaje de programación de los PLC's.....	15
8.5.	Sistemas de Control.....	16
8.5.1.	Sistema de control en Lazo Abierto.....	16
8.5.2.	Sistema de control en Lazo cerrado.....	16
8.5.3.	Niveles de automatización.....	16
8.5.3.1.	Variables y Funciones lógicas.....	17
8.5.3.2.	Ciclo de operación o Funcionamiento.....	17
8.5.4.	Componentes de un Automatismo.....	18
8.6.	Sensores y Actuadores.....	19
8.6.1.	Sensores.....	19
8.6.2.	Actuadores.....	19
8.7.	Transporte De Materiales.....	19
8.7.1.	Dispositivos de Transporte.....	20
8.7.2.	Funciones de las líneas automáticas.....	20
8.8.	Definición De Proceso.....	20
8.8.1.	Control de procesos.....	20
8.8.2.	Rodillos Cilíndricos.....	21
8.8.3.	Lubricación de Rodamientos.....	21
8.8.3.1.	Cálculo de la vida en rodamientos.....	22
8.9.	Motor.....	22
8.9.1.	Principio de funcionamiento de las máquinas eléctricas: motores.....	22
9.	PREGUNTAS CIENTÍFICAS O HIPÓTESIS.....	23
9.1.	Comprobación de la Hipótesis.....	23
9.1.1.	Comprobación de la hipótesis general.....	24
10.	METODOLOGÍAS DE LA INVESTIGACIÓN Y DISEÑO EXPERIMENTAL.....	26

11.	ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS.....	28
11.1.	Descripción del Equipo.....	28
11.1.1.	Descripción de los componentes del módulo.....	28
11.1.2.	Datos técnicos de los equipos.....	29
11.1.2.1.	Controlador lógico programable.....	29
11.1.2.1.1.	Introducción al PLC SIMATIC S7-1200.....	29
11.1.2.1.2.	Característica de la CPU 1212C.....	31
11.1.2.1.3.	Datos Técnicos y Parámetros de Funcionamiento del PLC SIMATIC S7-1200.....	32
11.1.3.	Motor.....	33
11.1.3.1.	Características del Motor.....	33
11.1.4.	Human Machine Interface (HMI).....	34
11.1.5.	Variador de Frecuencia.....	35
11. 2.	Módulo Didáctico de automatización.....	37
11.3.	Construcción del Módulo Didáctico.....	37
11.3.1.	Estructura del Módulo De Automatización. ....	37
11.3.2.	Dimensiones del Modular. ....	38
11.3.3.	Ubicación de la Unidad Central de Procesamiento.....	38
11.3.4.	Ubicación de la Fuente de Alimentación.....	38
11.3.5.	Ubicación de la Programadora.....	38
11.3.6.	Ubicación del variador de frecuencia.....	39
11. 4.	Diseño de la estructura del Módulo.....	39
1.5.	Procedimiento de Simulación.....	39
11.5.1.	Procedimiento de montaje y desmontaje.....	39
11.5.1.1.	Creación del proyecto TIA PORTAL V14.....	41
11.6.	Guia Práctica.....	46
12.	IMPACTOS (TÉCNICOS, SOCIALES, AMBIENTALES O ECONÓMICOS.....	50
13.	PRESUPUESTO PARA LA ELABORACIÓN DEL PROYECTO.....	51
14.	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	53
14.1.	Conclusiones.....	53
14.2.	Recomendaciones.....	53

15.	BIBLIOGRAFÍA.....	54
16.	ANEXOS.....	56

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1	El circuito eléctrico.....	9
Figura 2	Circuito eléctrico.....	10
Figura 3	Representación general de un PLC.....	12
Figura 4	PLC.....	14
Figura 5	Estructura Interna del PLC.....	18
Figura 6	Ciclo de operación de un PLC.....	18
Figura 7	Componentes de un automatismo.....	18
Figura 8	Partes de la máquina rotativa.....	23
Figura 9	Distribución del Chi cuadrado.....	25
Figura 10	Partes del PLC S7-1200.....	30
Figura 11	Componentes del HMI.....	34
Figura 12	Procedimiento de montaje y desmontaje.....	39
Figura 13	Espacios para el montaje.....	40
Figura 14	Instalación del programa.....	41
Figura 15	Crear proyecto TIA PORTAL.....	41
Figura 16	HMI de acuerdo a la adquisición42.....	42
Figura 17	Creación del enlace con el HMI.....	42
Figura 18	Conexión del PLC.....	42
Figura 19	Configuración del PLC y HMI.....	43
Figura 20	Configuración HMI y PLC.....	43
Figura 21	Esquemas de automatización.....	43
Figura 22	Esquemas de configuración 2.....	44
Figura 23	Señales digitales.....	44
Figura 24	Cargas los programas en el PLC y HMI respectivamente.....	44
Figura 25	Asignación de variables.....	45
Figura 26	Creación de enlace con oPC server para visualizar en el HMI.....	45

Figura 27	Instalación para visualización.....	45
Figura 28	Configuraciones de visualización.....	46
Figura 29	Creación de la animación.....	47
Figura 30	Programa para crear la animación.....	47
Figura 31	Agregar imagen.....	48
Figura 32	Finalización de imágenes.....	48
Figura 33	Inicio de la simulación.....	48
Figura 34	Programación.....	49
Figura 35	Encendido.....	49
Figura 36	Simulación de transporte de los tanques.....	49

### ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1	Sistema de tareas.....	6
Tabla 2	Valores Observados Hipótesis General.....	24
Tabla 3	Valores Esperados Hipótesis General.....	25
Tabla 4	Las características de la CPU 1212C se detallará en la siguiente tabla.....	31
Tabla 5	Datos técnicos del PLC S7-1200.....	32
Tabla 6	Características del Motor.....	33
Tabla 7	Datos técnicos del variador de frecuencia.....	35
Tabla 8	Dimensiones del Módulo.....	38
Tabla 9	Dimensiones de montaje.....	40
Tabla 10	Presupuesto para la elaboración del proyecto.....	51

### ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1.	Datos Personales Tutor
Anexo 2.	Datos personales Investigador
Anexo 3.	Plano 1: estructura del módulo (medidas)
Anexo 4.	Plano 2: estructura del módulo
Anexo 3.	Variador de frecuencia
Anexo 4.	CPU

## Anexo 5. Todos los dispositivos

## 1. INFORMACIÓN GENERAL.

<b>TÍTULO DEL PROYECTO:</b>	“Desarrollo de práctica de automatización a través de un módulo didáctico con el plc s7-1200 para controlar sistemas de bandas transportadoras”
<b>Fecha de Inicio:</b>	19 de Octubre 2016
<b>Fecha de finalización:</b>	15 de Julio 2017
<b>Lugar de ejecución:</b>	La Maná – Universidad Técnica de Cotopaxi Extensión La Maná.
<b>Facultad que auspicia:</b>	Facultad de Ciencias de la Ingeniería y Aplicadas.
<b>Proyecto de Investigación vinculado:</b>	Institucional.
<b>EQUIPO DE TRABAJO:</b>	Ing. Paco Jovanni Vásquez Carrera. Sr. Cedeño Cedeño Williams Fabricio.
<b>Área de Conocimiento:</b>	Ingeniería, industria y construcción.
<b>Línea de investigación:</b>	Procesos industriales
<b>Sub líneas de investigación de la Carrera:</b>	Sistemas mecatrónicos y automatización industrial.

## **2. RESUMEN DEL PROYECTO**

El presente proyecto de titulación tiene como principal objetivo el desarrollo de práctica de automatización a través de un módulo didáctico utilizando el PLC SIMATIC S7-1200, para controlar bandas transportadoras, monitoreado por el programa TIA PORTAL V14 para el laboratorio de automatización de la carrera de Ingeniería electromecánica. Con el programa instalado los estudiantes de la carrera antes mencionada tendrá un mejor aprendizaje realizando prácticas en el módulo, fortaleciendo sus conocimientos teóricos aprendidos en el salón de clases acerca de los PLC y su funcionamiento.

En la actualidad el control de procesos a través de la automatización se lo realiza a gran escala en industrias, fábricas, medianas y grandes empresas, permitiendo y facilitando tareas de transporte y con un grado de confiabilidad, reduciendo la mano del hombre y gastos. A medida que avanza la tecnología es importante que los futuros ingenieros electromecánicos obtengan un conocimiento aplicando tecnologías de automatización y control de procesos, para el desarrollo de la respectiva práctica utilizaremos los siguientes dispositivos: PLC S7-1200, HMI. Variador de frecuencia, motor y un ordenador en el cuál podremos monitorear y visualizar el procedimiento de la simulación. Los resultados alcanzados son los siguientes el estudiante tendrá una visión más clara del uso, manejo y funcionamiento de los PLC, obteniendo un mejor desarrollo académico práctico que a futuro será de gran importancia y aplicará en su vida profesional.

**PALABRAS CLAVES:** automatizar, sistemas, procesos, control, didáctico

### 3. JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO

En la actualidad la automatización, el control de procesos y la transportación de materiales en la industria es una necesidad que ha venido creciendo a pasos agigantados por ende la necesidad que los estudiantes de la carrera de Ingeniería Electromecánica, adquieran una formación sobre estos procesos de automatización.

El presente proyecto a desarrollarse en los laboratorios de la carrera de Electromecánica de la Universidad Técnica de Cotopaxi extensión La Maná durante el año 2017, en el cuál se desarrollará prácticas de automatización en un módulo didáctico a través del PLC SIMATIC S7-1200 para controlar sistemas de bandas transportadoras.

Será de gran importancia para la Comunidad universitaria en especial la carrera antes mencionada siendo los grandes beneficiados los docentes y estudiantes, el catedrático para impartir sus clases y poder llegar con una idea más clara y precisa hacia sus alumnos.

Con la implementación de este proyecto se logrará dar solución a la problemática que tienen los laboratorios de la carrera de Ingeniería Electromecánica, estas instalaciones cuentan con equipos, pero es necesaria la complementación tecnológica con módulos didácticos para desarrollar prácticas de automatización, los cuales tienen varios beneficios como: facilitar tareas de traslado de cierta materia prima desde su punto de acopio, partida u origen a su punto final o donde se quiera que llegue el objeto hacer transportado en ese momento, entre otras funciones que se programarán.

El objetivo de este proyecto de implementar el laboratorio con módulos didácticos programables de bandas transportadoras, permitirá a la Universidad Técnica de Cotopaxi, que sus estudiantes tengan una mejor formación académica y adquisición de conocimientos prácticos, no solo teóricos que servirán a los futuros Ingenieros Electromecánicos, cuando tengan que aplicar en el campo profesional todas estas destrezas adquiridas en las prácticas realizadas durante su etapa de estudiante.

#### 4. BENEFICIARIOS DEL PROYECTO

Los beneficiarios directos e indirectos que están involucrados en este proyecto se muestran a continuación:

**Directos:** Estudiantes de la Carrera de Electromecánica de la Universidad Técnica de Cotopaxi extensión La Maná.

**Indirectos:** Docentes de la carrera de Electromecánica de la Universidad Técnica de Cotopaxi extensión La Maná.

#### 5. EL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

Automatizar equipos nos brinda una amplia diversidad de sistemas y procesos que podemos manipular con mínima participación de la mano del hombre, el control de las máquinas es realizado por ellas mismas gracias a los sensores de control, sabiendo la labor a desarrollar es soportar y trasladar de un extremo a otro (punto de carga o acopio y punto de descarga o llegada) cualquier objeto u materia prima.

Con la implementación de este proyecto se logrará dar solución a la problemática que tienen los laboratorios de la carrera de Ingeniería Electromecánica, estas instalaciones cuentan con equipos, pero es necesaria la complementación tecnológica con módulos didácticos para desarrollar prácticas, tiene varios beneficios como: facilitar tareas de traslado de cierta materia prima desde su punto de acopio a su punto final, entre otras funciones que se programarán. Los problemas detectados en la actualidad son:

No existe módulos didácticos para controlar sistemas de bandas transportadoras y poder realizar prácticas, los estudiantes fortaleciendo sus conocimientos teóricos adquiridos en las aulas explicados por los docentes, llevarlos a la práctica y así tener una idea más clara y un mejor manejo y uso de estos módulos, que a futuro deberán aplicar en su vida profesional y en el área donde se vayan a desempeñar estos procesos.

## **6. OBJETIVOS DEL PROYECTO**

### **6.1. Objetivo general**

Desarrollo de práctica de automatización a través de un módulo didáctico con el PLC S7-1200 para controlar sistemas de bandas transportadoras en el laboratorio de Investigación de la carrera de Ingeniería Electromecánica de la Universidad Técnica de Cotopaxi extensión La Maná en el año 2017.

### **6.2. Objetivos específicos**

- Determinar cada componente del módulo didáctico para una apropiada elección e inclusión de protecciones que brinden un correcto funcionamiento y seguridad.
- Realizar la programación para controlar bandas transportadoras que sea didáctica y de fácil manejo.
- Desarrollar pruebas de funcionamiento y puesta en movimiento del módulo didáctico implementado.

## 7. ACTIVIDADES Y SISTEMA DE TAREAS EN RELACIÓN A LOS OBJETIVOS PLANTEADOS

**Tabla 1:** Sistema de tareas

<b>SISTEMA DE TAREAS EN RELACIÓN A LOS OBJETIVOS PLANTEADOS</b>			
<b>Objetivos</b>	<b>Actividad</b>	<b>Resultado de la actividad</b>	<b>Descripción de la metodología por actividad</b>
1. Determinar cada componente del módulo didáctico para una apropiada elección e inclusión de protecciones que brinden un correcto funcionamiento y seguridad.	Investigar en diferentes libros, revistas y páginas web	Descubrir lo importante que es el uso de los PLC para controlar bandas transportadoras.	Analizar todo el material investigado para poder construir el módulo para el desarrollo de prácticas realizadas por los estudiantes.
2. Realizar la programación para controlar bandas transportadoras que sea didáctica y de fácil manejo	Verificación de los diferentes componentes, ventajas y desventajas y cual debo utilizar.	Tener un conocimiento preciso de estos componentes. Facilitar la manipulación de estos módulos	Se realizó un estudio en temas relacionados con la investigación, así como un estudio bibliográfico actualizado sobre las principales tendencias y tecnologías actuales.
3. Desarrollar pruebas de funcionamiento y puesta en movimiento del módulo didáctico implementado.	Realizar las pruebas de funcionamiento y comprobar que funcione correctamente.	Tener un conocimiento preciso de esta implementación desarrollada.	Se realizó un estudio en temas relacionados con la investigación, así como un estudio actualizado sobre las principales tendencias y tecnologías actuales.

Elaborado por: El autor

## 8. MARCO TEÓRICO

### 8.1. La Electricidad

La electricidad es una forma de energía basada en la propiedad que tiene la materia de repeler o atraer electrones y que da lugar a varias manifestaciones físicas, como la luz, calor, los campos magnéticos, etc. También denominamos electricidad a la ciencia que estudia estos fenómenos eléctricos. (DURÁN, José, 2012)

Existen diversos tipos de centrales eléctricas que vienen determinados por la fuente de energía que utilizan para mover el rotor. Estas fuentes pueden ser convencionales (centrales hidráulicas o hidroeléctricas, térmicas y nucleares) y no convencionales (centrales eólicas, solares, mareomotrices y de la biomasa). (ENRÍQUEZ, Harper, 2011, pag. 53)

La electricidad es el flujo o movimiento de electrones a través de una materia que se lo permite, que se llama conductor. La materia que no permite este flujo se denomina aislante. (LÓPEZ, Cristóbal, 2013, pag. 49)

#### 8.1.1. Ley de Ohm

La ley de ohm se puede decir que constituye el fundamento del cálculo de los circuitos eléctricos- electrónicos. Por medio de esta ley se calculan los valores de voltaje, intensidad, resistencia; conociendo dos de estos tres valores fundamentales, se halla el otro valor. Y sus utilidades se extienden desde el circuito más elemental hasta los más complejos (técnicas operacionales, microelectrónica, etc.). Su fórmula es la siguiente:

Fórmula 1 – Intensidad.

$$I = \frac{V}{R}$$

Fuente: (HERMOSA, 2009, págs. 79-80)

Así, pues el cálculo del valor de la intensidad (I) que circula en cualquier circuito se halla simplemente dividiendo el valor de la tensión (V) entre el valor de la resistencia ( $\Omega$ ).

Y de esta fórmula fundamental se deducen otras dos:

Fórmula 2 – Resistencia.

$$R = \frac{V}{I}$$

Fuente: (HERMOSA, 2009, págs. 79-80)

Fórmula 3 – Voltaje.

$$V = I \times R$$

Fuente. (HERMOSA, 2009, págs. 79-80)

Se puede deducir para cierto valor fijo de resistencia (R):

Si aumenta el voltaje (V), aumenta la intensidad (I)

Si disminuye el voltaje (V), disminuye la intensidad (I)

Y si lo que se mantiene fijo es el valor del voltaje:

Se aumenta la resistencia (R), disminuye la intensidad (I)

Si disminuye la resistencia (R), aumenta la intensidad (I)

(HERMOSA, Antonio, 2009, págs. 79-80)

### 8.1.2. Ley de Kirchhoff

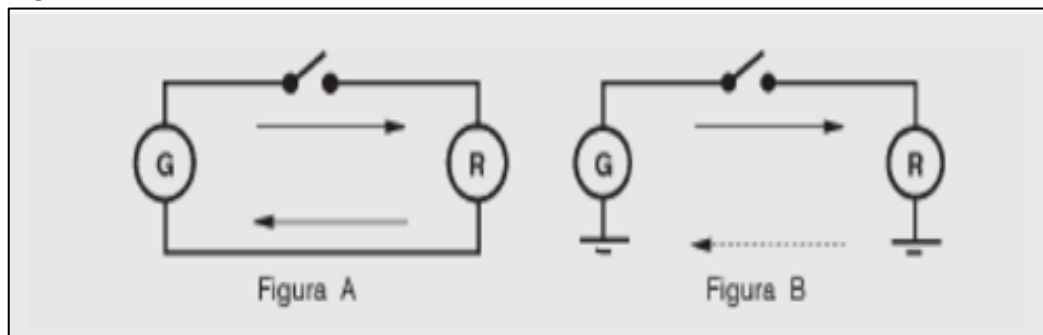
La ley de Kirchhoff establece que la suma algebraica de las corrientes en cualquier punto de un circuito es cero. Esto quiere decir que la suma de las corrientes que llegan a un punto de un circuito tiene que ser igual a la suma de las corrientes que salen. La ley de voltaje de Kirchhoff dice que la suma algebraica de los voltajes alrededor de una trayectoria cerrada es cero. Esto significa que en una trayectoria cerrada, la suma de los incrementos de voltaje tiene que ser igual a la suma de las caídas de voltaje. (CROUCH, Stanley 2008, pag. 26-27)

## 8.2. El Circuito Eléctrico

Es necesario que la corriente continua se genere en alguna parte, por lo que todo circuito dispone de un generador. En los sistemas de medición y control el generador lo suelen construir fuentes de alimentación con una diferencia de potencial (ddp) entre bornes de 24 Vcc (voltios de corriente continua). El segundo elemento que forma el circuito es el receptor, donde se lleva a cabo la utilización de la corriente eléctrica. En los sistemas de control los receptores son los transmisores, convertidores, controladores, etc.

El tercer elemento esencial del circuito son los conductores, los cuales transportan la corriente eléctrica entre generador y receptor, con lo que deben tener una sección adecuada para el consumo de los receptores. (ACEDO, José, 2006, pag 3-4)

**Figura 1:** El circuito eléctrico



Fuente. (ACEDO, José, 2006, pag 3)

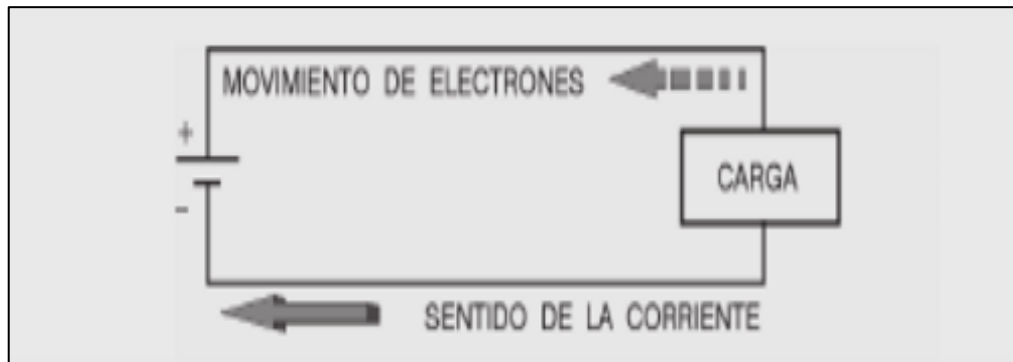
Un circuito en serie se construye al combinar varios elementos en serie. Un circuito en paralelo simple se construye al combinar una fuente de voltaje con varios resistores, donde llegar a un punto llamado nodo la corriente se dividirá entre los varios resistores. (ALLAN, Hambley 2008, pag. 156)

### 8.2.1. La corriente Eléctrica

Partiendo del generador, la electricidad que recorre el circuito de la Figura 1.1 está constituida por electrones. Según la teoría, cada átomo se compone de un núcleo y un número de electrones situados en capas a su alrededor. A su vez, los electrones pueden estar libres o

asociados. Los asociados no pueden romper su unión con el núcleo, mientras que los libres pueden circular libremente de un átomo a otro. Cuando un átomo dispone de electrones en exceso o defecto se dice que se encuentra cargado eléctricamente. (ACEDO, José, 2006, pag 4-5)

**Figura 2:** Circuito eléctrico



Fuente: (ACEDO, José, 2006, pag 5)

### 8.3. La Automatización Industrial

La automatización de los procesos industriales constituye uno de los objetos más importantes de las empresas en la siempre incesante tarea de la búsqueda de la competitividad en un entorno cambiante y agresivo. La automatización de un proceso industrial, (máquina, conjunto o equipo industrial) consiste en la incorporación al mismo, de un conjunto de elementos y dispositivos tecnológicos que aseguren su control y buen comportamiento. Dicho automatismo, dicho en general ha de ser capaz de reaccionar frente a las situaciones previstas de antemano y además frente a imponderables, tener como objetivo situar al proceso y a los recursos humanos que lo asisten en la situación más favorable. (MEDINA, Guadayol, 2011, pag.38)

La automatización industrial es pues una semi automatización que asocia producción automática y producción manual, ordenador y operador en una proporción variable que indica el grado de automatización alcanzado en el sector industrial. (LLANEZA, Javier, 2009, pag.186)

La automatización consiste en dotar al sistema de los dispositivos que le permiten operar por sí mismo. Para conseguir esta automatización será necesario contar con una serie de sensores o captadores capaces de registrar las condiciones del entorno y de funcionamiento interno. Las señales procedentes de esos captadores habrán de ser analizadas por un órgano de control que, basándose en esa información y en una serie de consignas o parámetros que definen el funcionamiento deseado, sea capaz de activar unos accionadores o dispositivos capaces de actuar sobre el proceso. (GARCÍA, Andrés, 2009, pag.21)

### **8.3.1. Autómatas Programables**

Los autómatas programables son máquinas secuenciales que ejecutan correlativamente las instrucciones indicadas en el programa de usuario almacenado en su memoria, generando unas ordenes o señales de mando a partir de las señales de entrada leídas de la planta: al detectarse cambios en las señales, el autómata reacciona según el programa hasta obtener las ordenes de salida necesarias, esta secuencia se ejecuta continuamente para conseguir el control automatizado del proceso.

La secuencia de operación del autómata se puede dividir en tres fases principales:

Lectura de señales desde el interfaz de entradas.

Escritura de señales en interfaz de salida.

Procesado del programa para obtención de señales de control.

(MEDINA, Guadayol, 2011, pag 89)

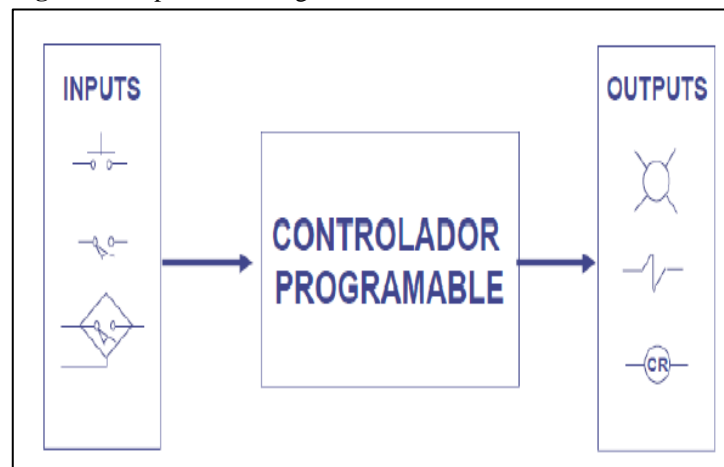
El autómata Programable Industrial (API) nació como solución al control de circuitos complejos de automatización. Por lo tanto se puede decir que un API no es más que un aparato electrónico que sustituye los circuitos auxiliares o de mando de los sistemas automáticos. A él se conectan los captadores (finales de carrera, pulsadores) por una parte, y los actuadores (bobinas de contactores, lámparas, peque o receptores). (CASTILLO, Juan, 2009, pag.41)

Los autómatas programables son un elemento imprescindible en los procesos de automatización eléctrica en todos sus niveles y grados, desde los muy simples a los más

complejos. Los autómatas programables han supuesto un impulso muy importante en la automatización eléctrica. (ROLDAN, José, 2011, pag. 157)

Máquina que está preparada para realizar un control sobre distintos procesos industriales. Los autómatas programables disponen de una serie de sistemas de entrada y salida para poder gestionar eficazmente el control. Precisan de una serie de instrucciones secuenciales que han de ser ejecutadas. (RUIZ, Diana, 2012, pag.10)

**Figura 3:** Representación general de un PLC



Fuente: (RUIZ, Diana, 2012, pag.10)

### 8.3.2. La automatización programable.

Es un sistema de automatización adaptado a procesos de producción que trabajan con pequeñas cantidades y volúmenes de manufactura y una gran variedad de productos. Los equipos son configurables y se adaptan con facilidad a las exigencias de distintos procesos. Este tipo de sistemas son muy flexibles ya que se adaptan a las exigencias particulares que plantea cada sistema productivo. El empleo de dispositivos programables, tales como PCs industriales, PLCs, robots, etc., facilita la adaptación. (PARDO, José, 2012, pag. 63)

Un programa está formado por un conjunto de instrucciones que ejecuta una unidad de control (autómata programable, ordenador, PC industrial, unidad de control de un sistema robótico, micro controladores, reguladores, etc.) con la finalidad de realizar una actividad en un sistema automatizado.

En un sistema automatizado existe un conjunto de elementos que trabajan en armonía para alcanzar un objetivo en común. (PARDO, José, 2012, pag 117)

El desarrollo durante las últimas décadas de los microprocesadores ha favorecido el uso extendido de las tecnologías programadas en la realización de automatismos. Entre las tecnologías programadas empleadas en el control de procesos destacan los ordenadores o PCs industriales, los micros controladores, micro procesadores y los autómatas programables. Estos dispositivos destacan por su capacidad de ejecutar algoritmos y pueden estar dotados de entradas y salidas tanto analógicas como digitales. (SÁNCHEZ, Daniel, 2013, Pag. 22)

### **8.3.3. Verificación y puesta en servicio del automatismo**

El proceso de verificación y puesta en marcha del automatismo deberá realizarse de forma sistemática, de tal manera que se comprueben todas las especificaciones del sistema, El avance y la duración de cada fase dependerán de la complejidad del circuito. Las fases que se deben realizar siempre son las que se detallan a continuación. (LÓPEZ, Pedro, 2012, pag.179)

#### **8.3.3.1. Verificación sin alimentación eléctrica**

Conectar y verificar el circuito eléctrico de maniobra, incluyendo el autómata, que se conectará por primera vez, se configurará inicialmente y se le cargará la aplicación de control. Se pondrá especial atención en esta conexión inicial del autómata, ya que cuando se conecta inicialmente la red el PLC ejecuta un autodiagnóstico y se prepara para la transferencia de una aplicación. En el bloque de visualización se mostrarán los diferentes estados posibles del PLC. (LÓPEZ, Pedro, 2012, pag.180)

### **8.4. Programable Logic Controller (PLC)**

Es una máquina electrónica programable que desarrolla funciones de control de automatismos lógicos, secuenciales y combinatorios. Se utiliza principalmente en el sector industrial y no precisa de personal informático para su configuración. (RUIZ, Diana, 2012, pag.10)

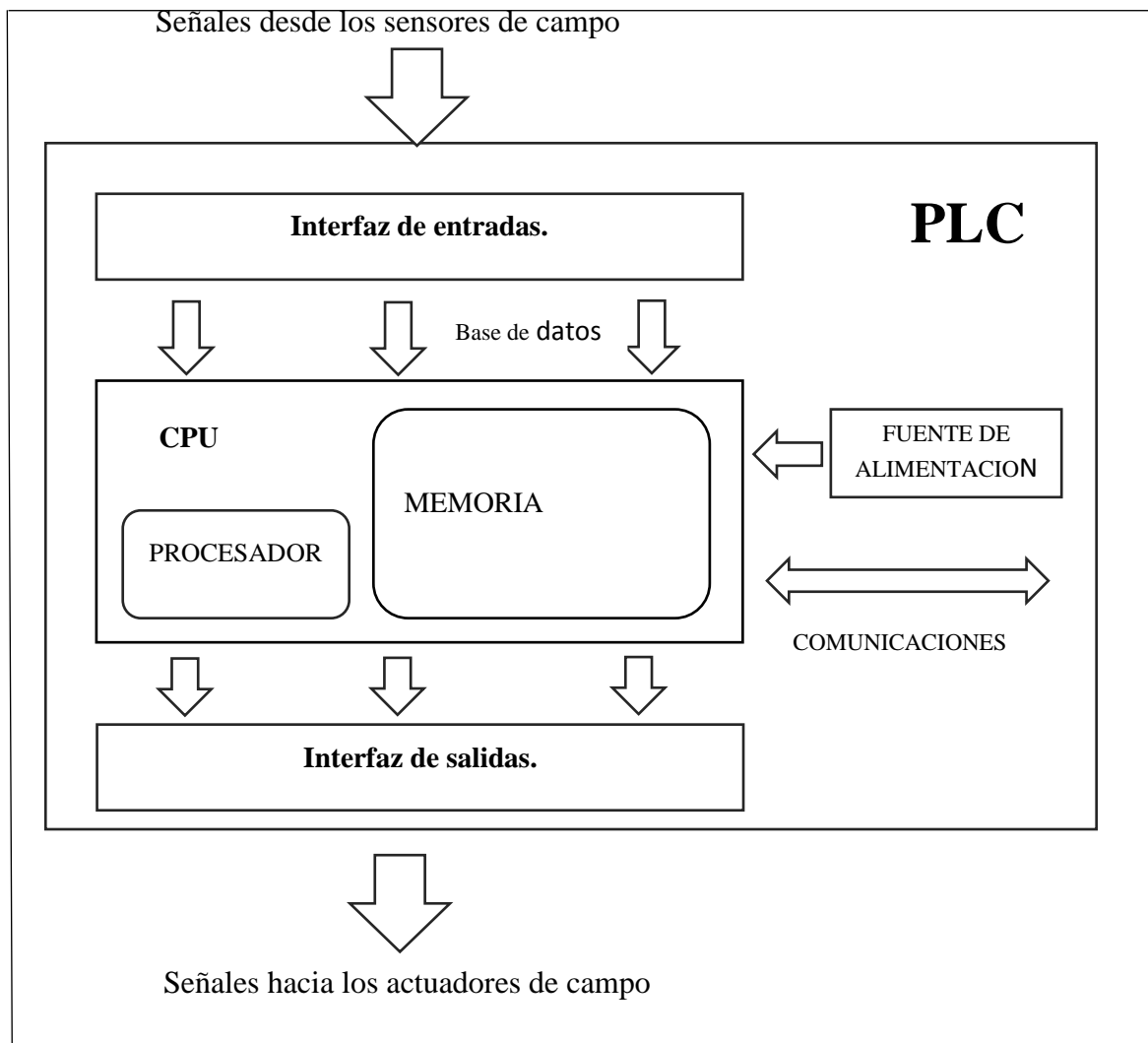
**Figura 4:** Programable Logic Controller (PLC)

Fuente: (RUIZ, Diana, 2012, pag.10)

#### 8.4.1. Estructura Interna del PLC

Sus partes fundamentales son la unidad central de proceso o CPU, y las interfaces de entrada y salida. La CPU es el cerebro del PLC y está formada por el procesador y la memoria. El procesador se encarga de ejecutar el programa escrito por el usuario que se encuentra almacenado en la memoria. Además, el procesador se comunica con el exterior mediante sus puertos de comunicación y realiza funciones de autodiagnóstico.

La interfaz de entrada se ocupa de adaptar las señales provenientes de los elementos captadores, tales como botoneras, llaves, límites de carrera, sensores de proximidad, presostatos, sensores fotoeléctricos, etc., a niveles que la CPU resuelve, a través de subprograma interno, activar algún elemento de campo, la interfaz de salida es la encargada de administrar la potencia necesaria para comandar el actuador. (DANIERI, Pablo, 2012, pag. 90)

**Figura 5:** Estructura Interna del PLC

Fuente: (DANIERI, Pablo, 2012, pag. 90).

#### 8.4.2. Software y Comunicación

El sistema de ingeniería totalmente integrado TIA PORTAL V14 con SIMATIC WinnCC Basic está orientado a la tarea, es inteligente y ofrece editores intuitivos para una configuración eficiente de SIMATIC S7-1200 y de los paneles de la gama SIMATIC HMI Basic Panels. (Siemens AG., 2011)

#### 8.4.3. Lenguaje de programación de los PLC's

Se puede definir un programa como un conjunto de instrucciones, órdenes y símbolos reconocibles por el PLC, a través de su unidad de programación, que le permiten ejecutar una

secuencia de control deseada. El lenguaje de Programación en cambio, permite al usuario ingresar un programa de control en la memoria del PLC, usando una sintaxis establecida. Por ejemplo, los PLC's pueden transferir bloques de datos de una localización de memoria a otra, mientras al mismo tiempo llevan cabo operaciones lógicas y matemáticas en otro bloque. Como resultado de estas nuevas y expandidas instrucciones, los programas de control pueden ahora manejar datos más fácilmente. (Siemens AG., 2011)

## **8.5. Sistemas de Control**

### **8.5.1. Sistema de control en Lazo Abierto**

Son aquellos que actúan sobre la planta o el proceso sin considerar el valor de la señal de salida, esto es, La salida no es comparada con la entrada. (VALDIVIA, Carlos, 2012, pag13)

Los sistemas en los cuales la salida no tiene efecto sobre la acción de control se denomina sistema de control en lazo abierto. En otras palabras, en un sistema de control en lazo abierto no se mide la salida ni se realimenta para compararla con la entrada. (OGATA, Katsuhico, 2007. pag 79)

### **8.5.2. Sistema de control en Lazo cerrado**

El control en lazo cerrado o en bucle cerrado es un tipo de control en el que se comprueba la señal de salida y se decide si el nivel de la señal real de salida corresponde con el de la señal deseada o si el nivel real de la señal ha de ser modificado para conseguir el valor objetivo también se les denomina sistemas retroalimentados o realimentados. (Martínez & Victoriano, 2010, pag.185)

### **8.5.3. Niveles de automatización**

El grado de automatización de un proceso viene determinado fundamentalmente por factores de tipo económico y tecnológico, por ello podemos encontrar una gama muy amplia y variada, dependiendo de los objetivos a alcanzar. Sin embargo, el National Bureau of standards

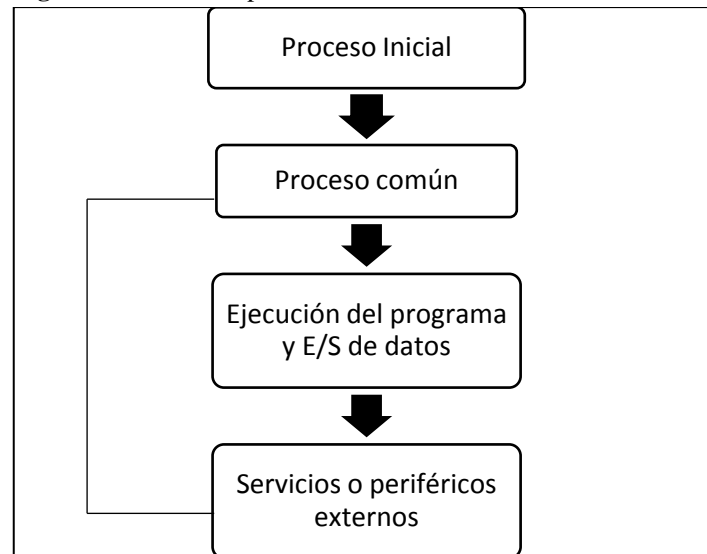
(NBS), con el objetivo de aclarar conceptos, ha definido el modelo de automatización integral de empresas identificando los diferentes niveles que se pueden encontrar, a fin de estructurarse e integrar sus fases de producción, diseño y gestión. El modelo propuesto por la NBS corresponde a estos cinco niveles de automatización. (MEDINA, Guadayol, 2011, pag.84)

#### **8.5.3.1. Variables y Funciones lógicas**

El álgebra de Boole es la herramienta lógico- matemática fundamental para alcanzar una expresión que permita representar y operar las características de aquellos procesos que presentan situaciones combinacionales y/o secuenciales basadas en variables lógicas binarias, es decir que únicamente pueden presentar dos valores, los cuales si bien se representan por las variables lógicas “0” o “1”, pueden significar cualquier situación entre dos posibles, contrarias y contrapuestas entre sí. (MEDINA, Guadayol, 2011, pag 72)

#### **8.5.3.2. Ciclo de operación o Funcionamiento**

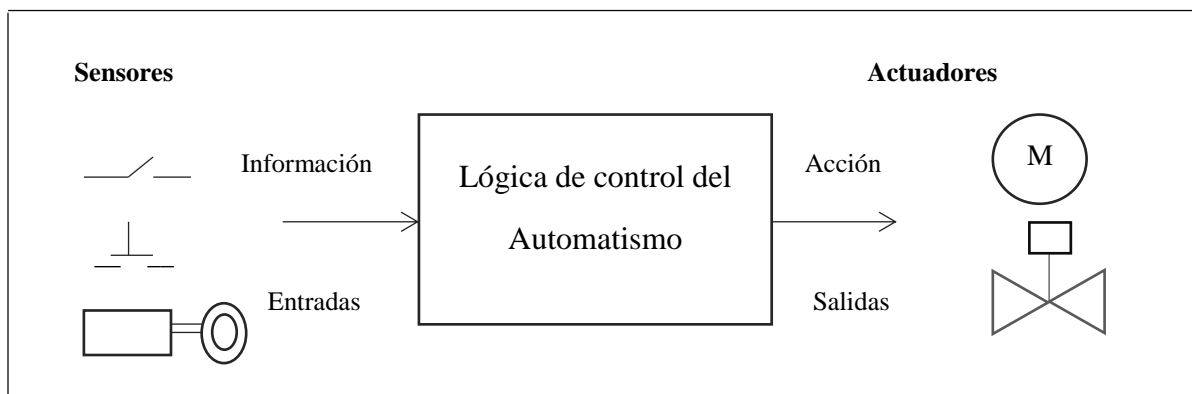
Los autómatas programables ejecutan las instrucciones indicadas en el programa de usuario almacenado en su memoria de acuerdo a una secuencia de operación cíclica. Durante el proceso inicial, el autómata realiza una serie de acciones comunes encaminadas a inicializar estados y a comprobar el hardware, transcurrido el proceso inicial, y si no han aparecido errores se aborda el ciclo de operación. (SÁNCHEZ. Daniel, 2013, pag. 35-36)

**Figura 6** – Ciclo de operación de un PLC

Fuente: (SÁNCHEZ. Daniel, 2013, pag. 36).

#### 8.5.4. Componentes de un Automatismo

Los automatismos están compuestos por tres partes fundamentales, como son la obtención de señales mediante sensores, el procesamiento de dichas señales por lógicas de control y la ejecución de las respuestas mediante los actuadores. (DANERI, Pablo, 2008, Pag 28)

**Figura. 7:** Componentes de un automatismo

Fuente: (DANERI, Pablo, 2008, pag. 28)

## **8.6. Sensores y Actuadores**

### **8.6.1. Sensores**

Los sensores son dispositivos capaces de convertir una magnitud física en una señal eléctrica codificada. Los módulos de entrada del autómatas reciben la información que recogen los sensores o captadores del proceso que se pretende controlar. De acuerdo a la fuente de energía que utilizan para capturar información, los sensores pueden clasificarse en sensores pasivos y activos. Los sensores pasivos cambian su estado lógico por medio de una acción mecánica, sin necesidad de una fuente de energía externa. Son ejemplos de captadores pasivos los interruptores, pulsadores, finales de carrera y los sensores piezoeléctricos. Los sensores activos necesitan ser alimentados por una tensión, procedente de la fuente de alimentación del autómatas) para que varíe su estado lógico. (SÁNCHEZ, Daniel, 2013, pag. 38-39)

### **8.6.2. Actuadores**

El módulo de salidas del autómatas activa y desactiva los actuadores del sistema. De acuerdo al tipo de respuesta que presentan, es posible clasificar a los accionadores en digitales (todo/nada) o analógicos (tipo continuo, entre 0-10V o 4-20mA).

Finalmente, según el tipo de energía empleada los actuadores pueden clasificarse en accionamiento eléctrico (es el caso de los relés, contactores, servomotores y motores paso a paso) y accionamiento hidráulicos y neumáticos (válvulas, servo-válvulas y cilindros). (SÁNCHEZ, Daniel, 2013, pag.39)

## **8.7. Transporte de Materiales**

Es el traslado de un material determinado de un lugar a otro dentro de la planta o fábrica, en el proceso productivo, o bien, de un aparato o equipo a otro, en espera de ser procesado como producto terminado o semielaborado. En la industria, existen diferentes dispositivos para el transporte de materiales, por ejemplo, grúas, bandas transportadoras, montacargas, elevadores, con movimientos ascendentes, verticales, horizontales o inclinados. A continuación se

muestran algunas representaciones esquemáticas de esos medios de transporte. (BACA, Gabriel, 2014, pag. 39)

### **8.7.1. Dispositivos de Transporte**

Las líneas de montaje pueden estar conectadas por una serie de dispositivos automatizados de transporte como cintas transportadoras, tornillos sin fin, bandas, rodillos o cadenas (como en la industria del automóvil), o ser abastecidas por medios manuales (como en determinadas industrias de montaje de piezas plásticas donde cada puesto de trabajo transfiere el producto al puesto de trabajo vecino). (PARDO, José, 2012, pag. 28)

### **8.7.2. Funciones de las líneas automáticas**

La automatización industrial es un concepto evolutivo, más que revolucionario. Las primeras aplicaciones de los autómatas programables se dieron en la industria automotriz para sustituir los complejos equipos basados en relés. Sin embargo, la disminución de tamaño y el menor costo han permitido que los autómatas sean utilizados en todos los sectores de la industria. Solo a modo de ejemplo se mencionan a continuación algunos de los múltiples campos de aplicación. (PARDO, José, 2012, pag. 30)

## **8.8. Definición de Proceso**

Un proceso define las distintas fases, etapas o pasos que se deben seguir para fabricar o crear un producto. Por lo tanto, se puede decir que un proceso es la organización de un conjunto de variables que interactúan para lograr el fin último: el producto. (LUQUE, Francisco, 2012, pag.12)

### **8.8.1. Control de procesos**

El control de procesos es toda la metodología necesaria para conseguir que las variables que intervienen en un determinado proceso tengan unos valores preestablecidos, que serán los adecuados para que dicho proceso funcione correctamente.

En el control de procesos, el término “especificaciones” se utiliza para describir las características de un sistema de medición y, normalmente, se muestran en las hojas de especificaciones de cada aparato. De esta forma, se seleccionan los equipos de medidas necesarias para controlar el proceso. (ROJANO, Santiago, 2012, pag 10)

### **8.8.2. Rodillos Cilíndricos**

Sus elementos rodantes son cilindros con un abombamiento cerca de los extremos para aliviar las tensiones causadas por una posible desalineación del eje. Como el contacto entre los elementos rodantes y las pistas de rodadura es lineal (en los rodamientos de bolas es puntual) tienen gran capacidad de carga radial.

Tienen movilidad axial, pero los hay con nervaduras laterales para impedir dicho movimiento, aunque este no es un método recomendable para soportar cargas axiales, puesto que, en ese contacto lateral de los rodillos hay deslizamiento respecto a la pestaña de la pista de rodadura, lo que implica mayor rozamiento que en el contacto de rodadura. (BESA, Antonio, 2016, pag.149)

### **8.8.3. Lubricación de Rodamientos**

Para garantizar el óptimo funcionamiento de un rodamiento es imprescindible mantener separadas las superficies de fricción con el lubricante adecuado. Los objetivos de la lubricación son:

- Formar una película de lubricante entre las superficies con el fin de reducir la fricción y el desgaste (entre anillos, elementos de rodadura y jaulas)
- Prolongación de vida a fatiga (depende de la viscosidad y el espesor de la capa de lubricantes).
- Ayudar a distribuir y disipar el calor: refrigeración (en el caso de la lubricación por aceite).
- Otros: evitar corrosión y oxidación, eliminar materiales extraños, etc. (BESA, Antonio, 2016, pag.151-152)

### 8.8.3.1. Cálculo de la vida en rodamientos

Existe un conjunto de parámetros que influyen sobre la duración de los rodamientos:

- Fatiga
- Desgaste
- Corrosión
- Lubricación insuficiente
- Suciedad
- Errores de montaje
- Deformaciones elásticas y térmicas
- Errores de lubricación de elementos circundantes y de las partes del rodamiento.

El cálculo de vida de un rodamiento está basado principalmente en el dato de la capacidad de carga dinámica, en el lubricante empleado y en las condiciones de trabajo y mantenimiento del mismo. En ese cálculo se supone que el montaje es correcto y que no falla la lubricación. (BESA, Antonio, 2016, Pag.156)

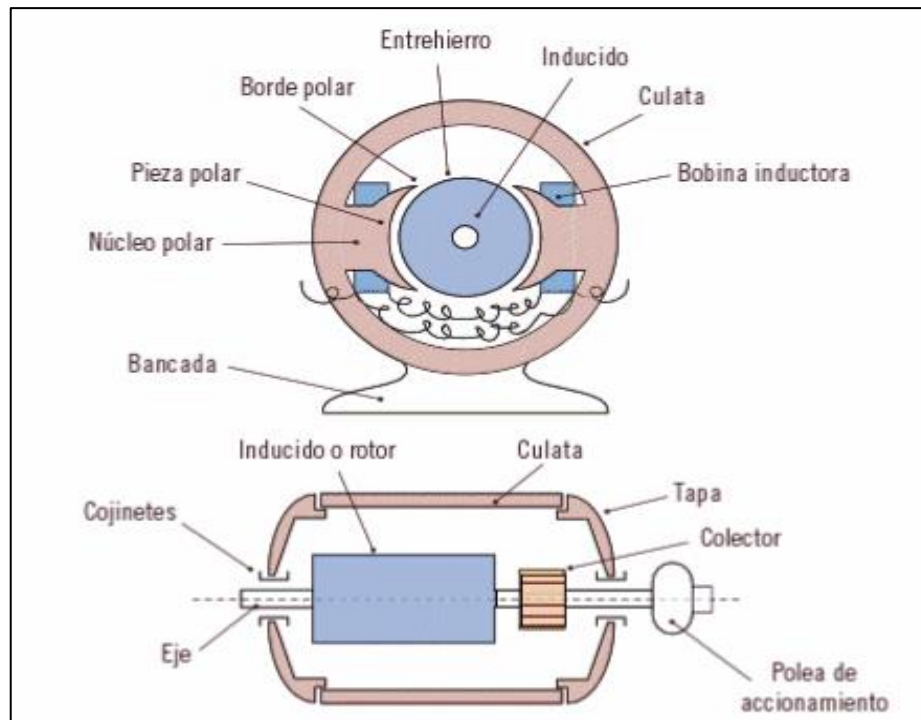
## 8.9. Motor

Los motores de combustión interna alternativos (MCIA) son motores térmicos de desplazamiento positivo (o volumétrico), en los que el trabajo se obtiene mediante el desplazamiento lineal del émbolo de un mecanismo biela-manivela. Se denominan motores de combustión interna porque el estado térmico se genera en el propio fluido que evoluciona en el motor. La figura 1.1 representa el esquema básico de los MCIA y la tabla 1.1 describe brevemente los componentes que aparecen en la figura. (ROVIRA, Antonio, 2016, pag 14)

### 8.9.1. Principio de funcionamiento de las máquinas eléctricas: motores

Si se aplica una corriente a un conductor en el seno de un campo magnético (cuyo origen puede ser un imán), este girará cortando las líneas de campo. El sentido de giro dependerá del sentido de circulación de la corriente eléctrica y cambiará si la corriente cambia de sentido. (GONZÁLEZ, Joaquín, 2012, pag 11)

**Figura 8:** Partes de la máquina rotativa.



Fuente: (GONZÁLEZ, Joaquín, 2012, Pag 11)

## 9. PREGUNTAS CIENTÍFICAS O HIPÓTESIS

El desarrollo de prácticas de automatización a través del PLC SIMATIC S7-1200 para controlar sistemas de bandas transportadoras permitirá mejorar el nivel académico y conocimiento de los estudiantes.

### 9.1. Comprobación de la Hipótesis

Para comprobar la hipótesis general se utilizó la estadística inferencial y el análisis del Chi-cuadrado, utilizamos la siguiente fórmula.

$$X^2 = \sum_{ij=1}^{r k} \frac{(O_{ij} - E_{ij})^2}{E_{ij}}$$

$X^2$  calculando  $> X^2$  tabla = se rechaza la hipótesis nula  $H_0$  (dependencia entre las variables)

$X^2$  prueba  $< X^2$  tabla = aceptar hipótesis nula  $H_0$  (independencia entre las variables)

### 9.1.1. Comprobación de la hipótesis general

El desarrollo de prácticas de automatización a través del PLC SIMATIC S7-1200 para controlar sistemas de bandas transportadoras permitirá mejorar el nivel académico y conocimiento de los estudiantes.

#### Paso 1: Establecer la Hipótesis Nula y la Hipótesis Alternativa

##### Hipótesis Nula ( $H_0$ )

La Hipótesis Nula ( $H_0$ ) El desarrollo de prácticas de automatización a través del PLC SIMATIC S7-1200 para controlar sistemas de bandas transportadoras permitirá mejorar el nivel académico y conocimiento de los estudiantes. No permitirá mejorar el nivel académico de los estudiantes.

##### Hipótesis Alternativa ( $H_1$ )

La hipótesis Alternativa de investigación ( $H_1$ ) El desarrollo de prácticas de automatización a través del PLC SIMATIC S7-1200 para controlar sistemas de bandas transportadoras permitirá mejorar el nivel académico y conocimiento de los estudiantes. Si permitirá mejorar el nivel académico de los estudiantes.

#### Paso 2: Determinación de los Valores Observados y Esperados

Nivel de significancia:  $\alpha = 0,05$

**Tabla 2:** Valores Observados Hipótesis General

Valores Observados			
	Antes	Después	Total
Si	80	234	314
No	160	6	166
<b>Total</b>	240	240	480

Elaborado por: El autor

**Tabla 3:** Valores Esperados Hipótesis General

Valores Esperados			
	Antes	Después	Total
Si	157	157	314
No	83	83	166
<b>Total</b>	240	240	480

Elaborado por: El autor

Con los valores obtenidos se procede a determinar el valor del Chi-cuadrado utilizando la siguiente ecuación:

$$x^2 = \sum_{ij=1}^{r k} \frac{(O_{ij}-E_{ij})^2}{E_{ij}} = 218,39$$

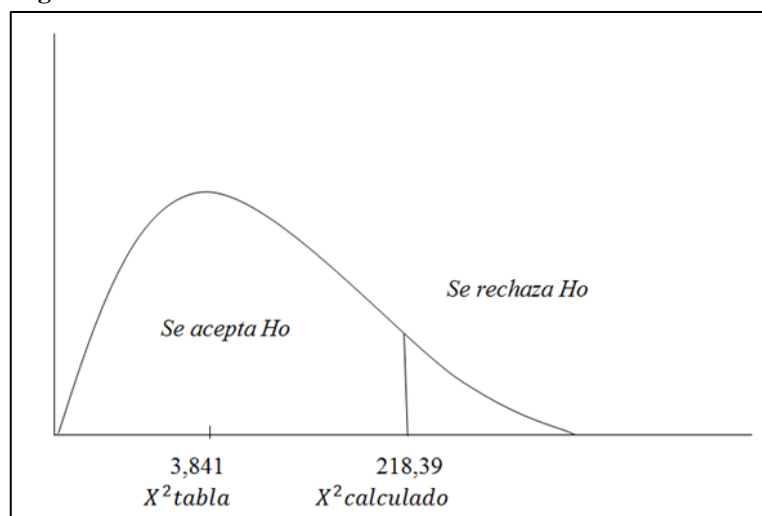
Determinar el valor del  $x^2$  tabla para lo cual se necesita conocer los grados de libertad (gl) y el nivel de significancia que es del 5% es decir 0,05 para determinar los grados de libertad: gl = 1

$X^2$  tabla = 3,841

Resultado obtenido:

$X^2$  calculado = 13.3929 >  $X^2$  tabla = 3,84 Se rechaza la hipótesis nula  $H_0$

$X^2$  calculado = 218.39 >  $X^2$  tabla = 3,84

**Figura 9:** Distribución del Chi cuadrado

Elaborado por: El autor

**Análisis:**

Con los datos obtenidos y los cálculos realizados se llega a la siguiente conclusión.

Se rechaza la Hipótesis Nula  $H_0$  y se acepta la Hipótesis Alternativa  $H_1$  de investigación.

El desarrollo de prácticas de automatización a través del PLC SIMATIC S7-1200 para controlar sistemas de bandas transportadoras permitirá mejorar el nivel académico y conocimiento de los estudiantes, con un nivel significancia del 5% en la prueba del Chi cuadrado  $X^2$ .

**10. METODOLOGÍAS DE LA INVESTIGACIÓN Y DISEÑO EXPERIMENTAL**

Los aspectos a considerar en la implementación del módulo didáctico para desarrollar prácticas de automatización utilizando el PLC Simatic S7-1200 para controlar sistemas de bandas transportadoras en el laboratorio de investigación de la carrera de Ingeniería Electromecánica, se realizará mediante el método experimental, por medio de este se obtendrá los resultados a la hipótesis planteada, a través de este se puede repetir el experimento y aclarar o descifrar las variables propuestas.

El diseño experimental muy utilizado en la industria debido a sus aplicaciones, el cual se utiliza en la experimentación y desarrollo de problemas basado en el estudio de cada uno de sus factores realizando varias pruebas.

En el proyecto a desarrollarse se necesitará emplear la investigación exploratoria para la recolección de toda la información necesaria para poder llevar a cabo la implementación del módulo didáctico en el laboratorio de la carrera de Ingeniería Electromecánica, en la recolección de datos al proyecto antes mencionado podemos citar: equipos a utilizar, costos, marcas, tiempo de duración y cuáles serán de un mejor manejo y facilidad, entre otros.

También se utilizará la investigación descriptiva que nos podrá dar datos detallados de las características obtenidas para complementar con eficacia la implementación del módulo

didáctico, el trabajo investigativo a realizarse utilizará estudios correlacionales, por cuanto se ha establecido varias relaciones de variables de manera simple, tales como:

- Calidad de materiales a utilizarse se tendrá un mejor módulo didáctico y con una mayor duración de vida útil.
- Al momento de la implementación no descuidar ni un solo detalle y así se tendrá un mejor rendimiento.

**Las técnicas a utilizarse son las siguientes:**

### **Investigación.**

Recopilación de información para obtener nuevos conocimientos y poder resolver todos los objetivos a cumplir, la búsqueda se la hará en libros, revistas científicas, internet.

**Niveles de tipo de Investigación:**

### **Exploratorio.**

Freire (2014) señala que “Pone al investigador en contacto con la realidad, observación preliminar del área, elementos y relaciones del objeto de estudio. Conocimiento superficial”. En la Investigación se partirá con el nivel exploratorio, que permite conocer y contextualizar el problema obteniendo información.

### **Descriptivo.**

Freire (2014) señala que “Conocimiento detallado de los rasgos externos del problema, se interesa por describir, no le preocupa explicar”. Consiste en caracterizar un fenómeno problema indicando sus rasgos más importantes, llegando a conocer la descripción exacta de las actividades.

**Explicativa.**

Freire (2014) señala que “Comprueba experimentalmente una hipótesis. Detecta los factores que determinan ciertos comportamientos. (Variables con otras variables)”

Establece las relaciones causa-efecto, buscando el porqué de los hechos concentrándose en el estudio del problema a investigar obteniendo el resultado a la hipótesis planteada.

**11. ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS****11.1. Descripción del Equipo**

El objetivo principal de este proyecto de Titulación es el desarrollo de prácticas de Automatización a través de un módulo didáctico con el PLC SIMATIC S7-1200 para controlar sistemas de bandas transportadoras en el laboratorio de la carrera de INGENIERÍA ELECTROMECAÁNICA de la universidad técnica de Cotopaxi extensión la mana en el año 2017.

El módulo completamente equipado de fácil manejo con el cual se obtendrá un excelente aprendizaje y desarrollo de prácticas de automatización utilizando los controladores lógicos programables, también conocido como PLC, ahorrando dinero y tiempo obteniendo mejores resultados.

El equipo permite simular el transporte de cierto objeto u materia prima de un extremo a otro, la comprobación de un correcto funcionamiento del programa instalado.

**11.1.1. Descripción de los componentes del módulo**

Se procede a presentar cada componente y su descripción de los dispositivos que serán utilizados en la simulación y desarrollo de bandas transportadoras.

### **11.1.2. Datos técnicos de los equipos**

Para una correcta instalación, manipulación y desarrollo de prácticas es importante conocer los datos técnicos de cada uno de los equipos que cuenta el módulo.

Cada fabricante de los elementos son los que brindan la información técnica de cada componente para su instalación, medidas de protección y funcionamiento de manera detallada facilitando el uso y manejo de los dispositivos a utilizar.

La referencia técnica imprescindible para la implementación del modular didáctico de automatización son los del PLC, el motor, HMI, la computadora y el variador de frecuencia en lo que se refiere a Hardware y respecto al software utilizaremos el programa TIA PORTAL, a continuación serán detallados.

#### **11.1.2.1. Controlador lógico programable**

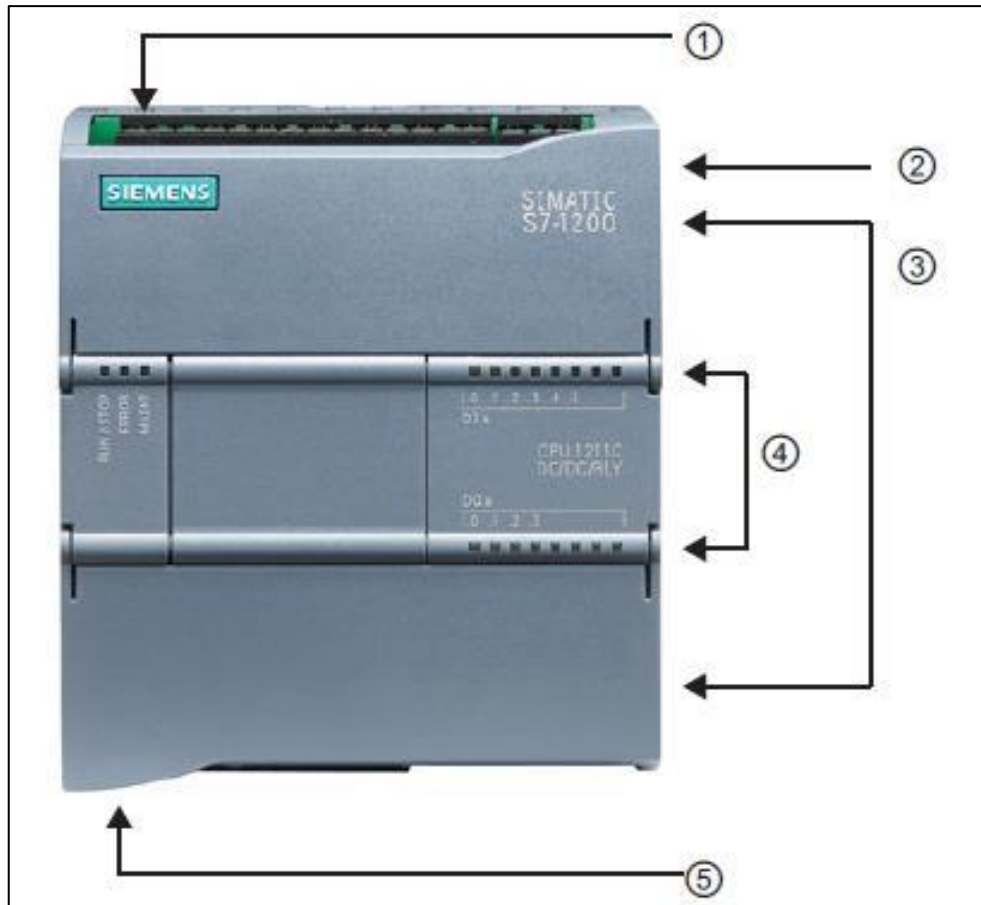
Para la simulación de bandas transportadoras se utilizará el PLC S7-1200 ac/dc/rly CPU 1200C.

##### **11.1.2.1.1. Introducción al PLC SIMATIC S7-1200**

El controlador lógico programable (PLC) S7-1200 ofrece la flexibilidad y capacidad de controlar una gran variedad de dispositivos para las distintas tareas de automatización. Gracias a su diseño compacto, configuración flexible y amplio juego de instrucciones, el S7-1200 es idóneo para controlar una gran variedad de aplicaciones.

La CPU incorporada un microprocesador, una fuente de alimentación integrada, así como circuitos de entrada y salida en una carcasa compacta, conformando así un potente PLC. Una vez cargado el programa en la CPU, esta convierte la lógica necesaria para vigilar y controlar los dispositivos de la aplicación. La CPU vigila las entradas y cambia el estado de las salidas según la lógica del programa del usuario, que puede incluir lógica booleana, instrucciones de conteo y temporización, funciones matemáticas complejas, así como comunicación con otros dispositivos inteligentes.

**Figura 10.** Partes del PLC S7-1200



Fuente: Manual del Fabricante.

1. Conector de corriente
2. Ranura para memory card (debajo de la tapa superior)
- 3.- Conectores extraíbles para el cableado de usuario (detrás de las tapas)
- 4.- LEDs de estado para las E/S integradas
- 5.- Conector PROFINET (en el lado inferior de la CPU)

### 11.1.2.1.2. Característica de la CPU 1212C

Las características de la CPU 1212C se detallará en la siguiente tabla.

**Tabla 4:** Características de la CPU 1212C.

Función		CPU 1212C
Dimensiones físicas mm		90x100x75
Memoria de usuario	Trabajo	25KB
	Carga	1MB
	Remanente	2KB
E/S integradas locales	Digital	8 entradas/ 6 salidas
	Analógico	2 entradas
Tamaño de la memoria	Entrada (I)	1024 bytes
Imagen de proceso	Salida (Q)	1024 bytes
Área de marcas (M)		4096 bytes
Ampliación con módulo de señales (SM)		2
Signal board (SB) o placa de comunicación		1
Módulo de comunicación (CM) (ampliación en el lado izquierdo)		3
Contactores rápidos	Total	4
	Fase simple	3 a 100 kHz / 1 a 30 kHz
	Fase cuadratura	3 a 80 kHz / 1 a 20 kHz
Generador de impulsos		2
Memory card		Memory card (opcional)
Tiempo de respaldo del reloj de tiempo real		Típico 10 días / 6 días a 40°C
PROFINET		1 puerto de comunicación Ethernet
Velocidad de ejecución de funciones matemáticas reales		18 µs/ instrucción
Velocidad de ejecución booleana		0.1 µs/ instrucción

Fuente: Manual del fabricante.

### 11.1.2.1.3. Datos Técnicos y Parámetros de Funcionamiento del PLC SIMATIC S7-1200

A continuación se detallara los datos técnicos y parámetros para una correcta instalación y funcionamiento.

**Tabla 5:** Datos técnicos del PLC S7-1200

<b>Función</b>	<b>CPU 1200C</b>
Dimensiones físicas (mm)	90 x 100 x 75
Memoria de usuario <ul style="list-style-type: none"> <li>• Memoria de trabajo</li> <li>• Memoria de carga</li> <li>• Memoria de remanente</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 25KB</li> <li>• 1 MB</li> <li>• 2 KB</li> </ul>
E/S Integradas locales <ul style="list-style-type: none"> <li>• Digitales</li> <li>• Analógicas</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 8 entradas/6salidas</li> <li>• 2 entradas</li> </ul>
Tamaño de la memoria imagen de proceso	1024 bytes para entradas (I) y 1024 bytes para salidas (Q)
Área de marcas (M)	4096 bytes
Ampliación con módulos de señales	2
Signal Board	1
Módulos de comunicación	3 (ampliación en el lado izquierdo)
Contactores rápidos <ul style="list-style-type: none"> <li>• Fase simple</li> <li>• Fase secundaria</li> </ul>	3 <ul style="list-style-type: none"> <li>• 3 a 100 kHz 1 a 30 kHz</li> <li>• 3 a 80 kHz 1 a 20 kHz</li> </ul>
Salidas de impulsos	2
Memory Card	SIMATIC Memory Card (opcional)
Tiempo de respaldo del reloj de tiempo real	Típico: 10 días / Mínimo: 6 días a 40°C
PROFINET	1 puerto de comunicación Ethernet
Velocidad de ejecución de funciones matemáticas con números reales	18 us/instrucción

Fuente: Manual del fabricante.

### 11.1.3. Motor

El motor utilizado para la simulación de bandas transportadoras será SIEMENS de un 1HP, trifásico de 3600 rpm.

#### 11.1.3.1. Características del Motor

Las características del motor las presentamos a continuación en la siguiente tabla.

**Tabla 6:** Características del Motor

<b>Datos eléctricos</b>		<b>Valores</b>
Potencia (HP)		1
Referencia Motor		1LEO142-0DA26-4AA4-Z D80
Factor de servicio		1,15
Tamaño constructivo		80 M
Datos nominales	Velocidad (rpm)	3600
	Torque (Nm)	2,1
Corriente Nominal	220 VDD A	3,15
	380 VYY A	1,82
	440 VD A	1,57
Factor de Potencia		0,84
Eficiencia 100%		74,0
Datos de arranque	Corriente x Inom	6,0
	Torque x Tnom	2,2
Torque rotor bloqueado x Tn		2,8
Rodamientos AS/BS		6204 2RZ C3
Peso Neto B3 (Kg)		13,5

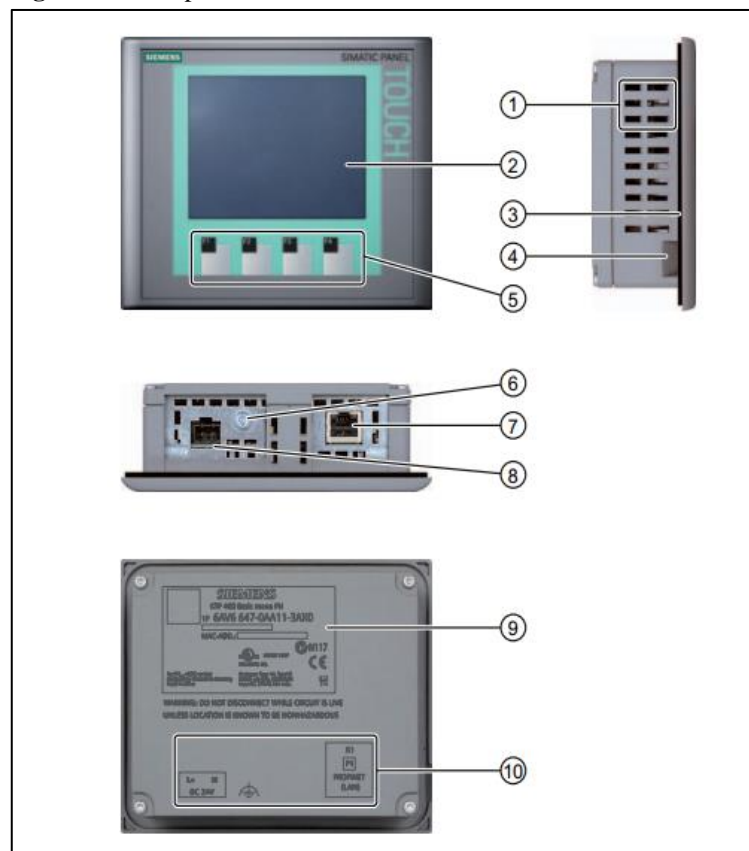
Fuente: Manual del fabricante

### 11.1.4. Human Machine Interface (HMI)

La pantalla a utilizar será la KTP400 Basic, a continuación se detallara sus componentes.

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

**Figura 11.** Componentes del HMI



Fuente: manual del fabricante.

### 11.1.5. Variador de Frecuencia

Para este proyecto se utilizó el variador de frecuencia SINAMICS V20 de 1HP con panel BOP.

**Tabla 7:** Datos técnicos del variador de frecuencia.

<b>Datos asignados</b>		<b>valores</b>
Entrada	Números de fases	1 AC
	Tensión de red	200 ... 240V – 10 % + 10 %
	Frecuencia de red	47 ... 63 Hz
Salida	Número de fases	3 AC
	Tensión asignada	230 V
	Potencia asignada (HO)	0,75 kW / 1,00 hp
	Potencia asignada (LO)	0,75 kW / 1,00 hp
	Intensidad asignada (HO)	4,20 A
	Intensidad asignada (LO)	4,20 A
Frecuencia de pulsación		2,00 kHz
Frecuencia de salida		0 ... 550 Hz
Frecuencia de pulsación		2,00 kHz
Frecuencia de salida		0 ... 550 Hz

<b>Datos técnicos generales</b>	<b>Valores</b>
Factor de potencia	0,72
Factor de decalaje	0,95
Rendimiento	0,98

<b>Condiciones Ambientales</b>		
Refrigeración		Por Convención
Altura de instalación		1000m (3281 ft)
Temperatura ambiente	Funcionamiento	-10 ... 60 °C (14 ... 140 °F)
	Almacenaje	-40 ... 70 °C (-40 ... 158°F)

Humedad relativa	Funcionamiento máximo	95%
	Máxima operación	95%

<b>Comunicación</b>		
Comunicación	USS, Modbus RTU	
<b>Normas</b>		
Conformidad con normas	CE, cULus, c-Tick (RCM), KC	
Marcado CE	En 61800-5-1 / en 60204-1 y en 61800-3	

<b>Datos Mecánicos</b>	
<b>Posición de montaje</b>	<b>Montaje mural / montaje lado a lado</b>
Grado de protección	IP20
Tamaño	FSA
Peso neto	1,00 kg (2,20 lb)
Anchura	90,0 mm (3,54 in)
Altura	166,0 mm (6,54 in)
Profundidad	145,5 mm (5,73 in)

<b>Entradas / Salidas</b>		
Entradas digitales estándar	4	
Salidas digitales	Número como conmutadores de relé	1
	Número de transistor	1
Entradas Analógicas	Número	2 (puede usarse como entrada digital adicional)
Salidas Analógicas	Número	1
<b>Conexiones</b>		
Longitud de cable a motor, max	Apantallado	25 m (82ft)
	No apantallado	50 m (164ft)

Fuente: Manual del fabricante

## **11. 2. Módulo Didáctico de automatización**

El presente módulo didáctico de automatización que será utilizado en el laboratorio de Ingeniería Electromecánica de la Facultad de Ciencias de La Ingeniería y Aplicadas de la Universidad Técnica de Cotopaxi extensión La Maná, diseñado para desarrollar prácticas y poder cumplir todas las expectativas e inquietudes de los alumnos en el área de automatización.

Será el principal componente para un mejor aprendizaje de los estudiantes a través de prácticas de automatización, el mismo que contará con un PLC el mismo que consta de un computador, con HDMI y tarjeta gráfica como elementos automatizadores, dos módulos de señal y de salida, además del sistema de control.

Para la realización de las prácticas el módulo didáctico cuenta con un software de programación instalado en el ordenador Asus utilizado para este proyecto. Con el avance tecnológico día a día podemos utilizar y conseguir fácilmente estos dispositivos y elementos los mismos que permitirá a los estudiantes tener una visión más clara y un conocimiento más concreto.

## **11.3. Construcción del Módulo Didáctico**

### **11.3.1. Estructura del Módulo De Automatización**

El panel o mueble donde están colocados todos los elementos de este módulo didáctico, PLC, motores trifásicos, Guardamotor, fuente poder, Contactores, relés térmicos, borneras, Switch industrial Ethernet, Breaker, terminales, variador de frecuencia, el logo Power, luces piloto, fuente de alimentación que servirán para la simulación y el desarrollo de prácticas de automatización.

El módulo se lo construyo acorde a las dimensiones de cada aparato y pueda funcionar correctamente, estético y de fácil manejo para el practicante o profesor guía para su enseñanza, se pueden incorporar nuevos elementos igual consta de dispositivos auxiliares.

### 11.3.2. Dimensiones del Modular

Las dimensiones para el modular se tomaron en cuenta varios aspectos, tamaño de los dispositivos y parámetros de funcionamiento, espacio disponible para colocar elementos requeridos para nuevas aplicaciones, y darle una elegancia al módulo.

**Tabla 8:** Dimensiones del Módulo

<b>Dimensiones</b>	<b>cm</b>
Alto	160
Largo	155.22
Ancho	70

Elaborado por: El Autor

### 11.3.3. Ubicación de la Unidad Central de Procesamiento

La Unidad Central de Proceso también conocida como CPU, es el principal componente dentro del módulo didáctico de automatización, ubicado en el centro del modular por medio de la cual permite simular procesos a través de un programa, visualizando las diversas actividades de programación y automatización que se esté realizando.

### 11.3.4. Ubicación de la Fuente de Alimentación

Ubicada al lado izquierdo del CPU, es la encargada de abastecer el voltaje adecuado, está conformada por una clavija de PVC trifásica que llegara a una bornera y distribuirá alimentación a todos los dispositivos.

### 11.3.5. Ubicación de la Programadora

Esta computadora estará ubicada junto al módulo con su respectivo mueble, mediante la cual se puede realizar todos los monitoreos y visualizaciones del programa instalado. TIA PORTAL V14, para el desarrollo de prácticas de automatización.

### 11.3.6. Ubicación del variador de frecuencia

Protegido por un guardamotor, alimentado por las líneas y salida al motor, ubicado a la derecha del guardamotor.

## 11. 4. Diseño de la estructura del Módulo

La estructura diseñada y construida es de metal resistente para el peso y soporte de los equipos que componen el módulo de automatización. (Ver anexo 3 y 4).

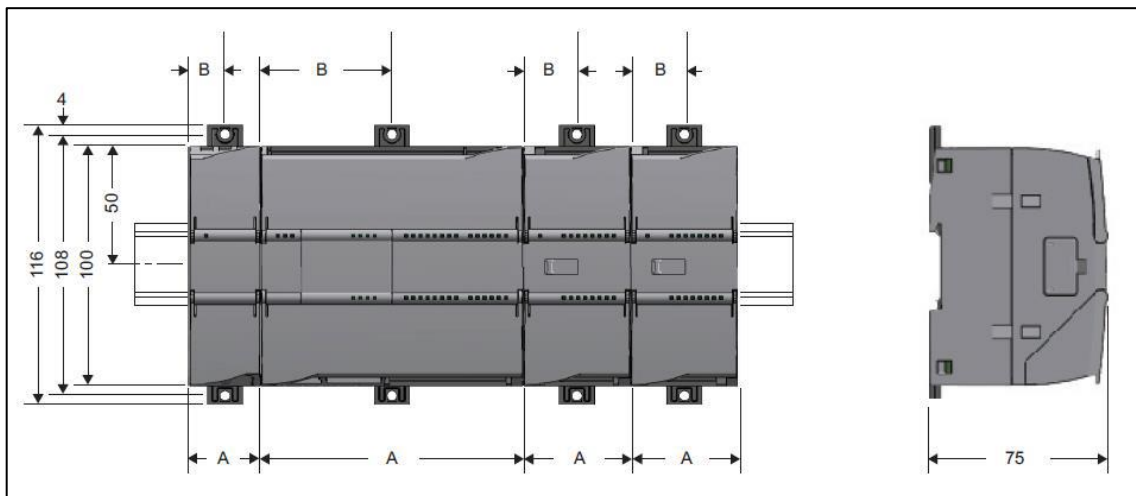
## 1.5. Procedimiento de Simulación

### 11.5.1. Procedimiento de montaje y desmontaje

Los CPUs, los SMs y CMs pueden montarse en un perfil DIN o en un panel. Utilice los clips del módulo previstos para el perfil DIN para fijar el dispositivo al perfil. Estos clips también pueden extenderse a otra posición para poder montar la unidad directamente en un panel.

La dimensión interior del orificio para los clips de fijación en el dispositivo es 4,3 mm. Es preciso prever una zona de disipación de 25 mm por encima y por debajo de la unidad para que el aire pueda circular libremente.

**Figura 12.** Procedimiento de montaje y desmontaje



Fuente: Manual del Fabricante.

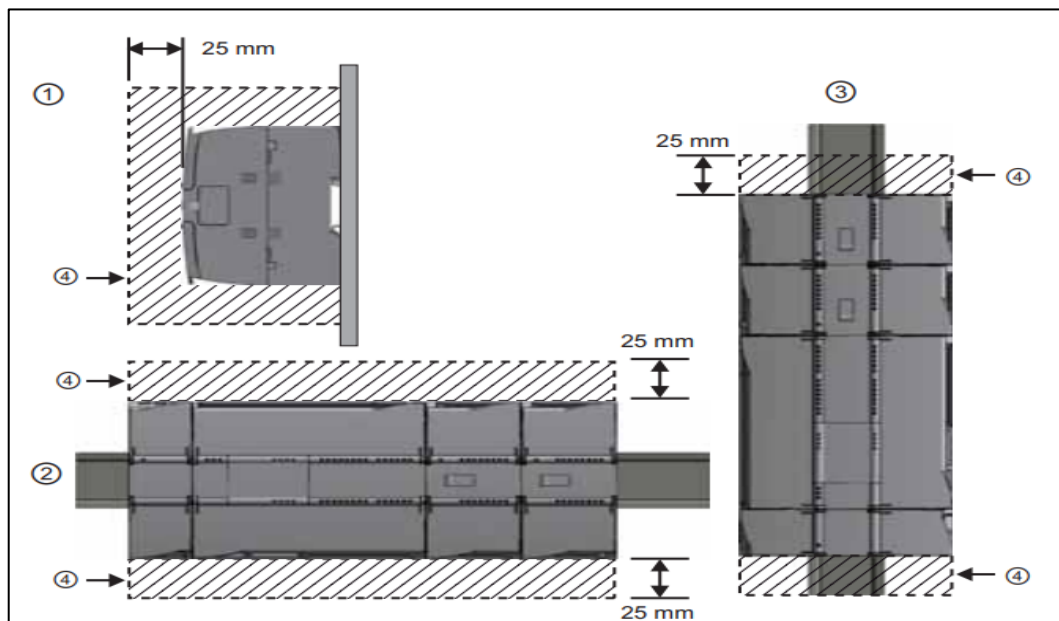
**Tabla 9:** Dimensiones de montaje

Dispositivos S7-1200		Ancho A	Ancho B
CPU:	CPU 1212C	90 mm	45 mm
Módulo de señal	8 y 16 E/S, DC y relé (8I, 16I, 8Q, 16Q, 8I/8Q) Analógicas (4AI, 8AI, 4AI/4AQ, 2AQ, 4AQ)	45 mm	22,5 mm
	16I/16Q relé (16I/16Q)	70 mm	35 mm
Módulos de Comunicación	CM 1241 RS232 y CM 1241 RS485	30 mm	15 mm

Fuente: Manual del Fabricante.

Puntos a considerar para una correcta instalación y un óptimo funcionamiento del dispositivo:

- Al ser dispositivos de baja tensión deben estar alejados de equipos de alta tensión, generadores de calor e interferencias.
- Dejar suficiente espacio para el cableado.
- Para que el aire pueda circular libremente es preciso dejar unos 25 mm por encima y por debajo de la unidad.

**Figura 13:** Espacios para el montaje.

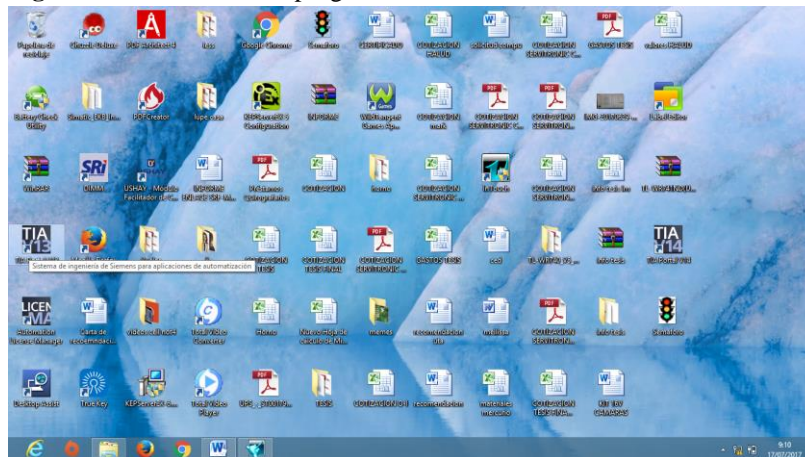
Fuente: Manual del fabricante

- 1.- Vista lateral
- 2.- Montaje horizontal
- 3.- Montaje vertical
- 4.- Espacio Libre

### 11.5.1.1. Creación del proyecto TIA PORTAL V14

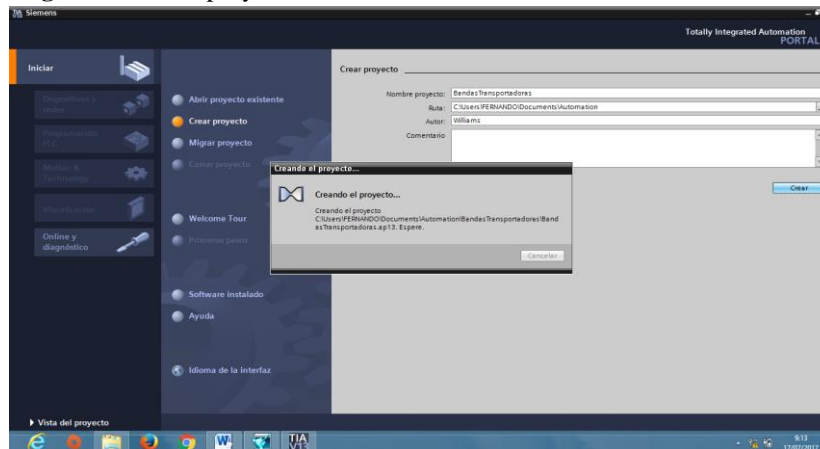
Para poder automatizar el control de proceso a través del software TIA PORTAL V14, a continuación se mostrará cómo se lo realizo.

**Figura 14.** Instalación del programa



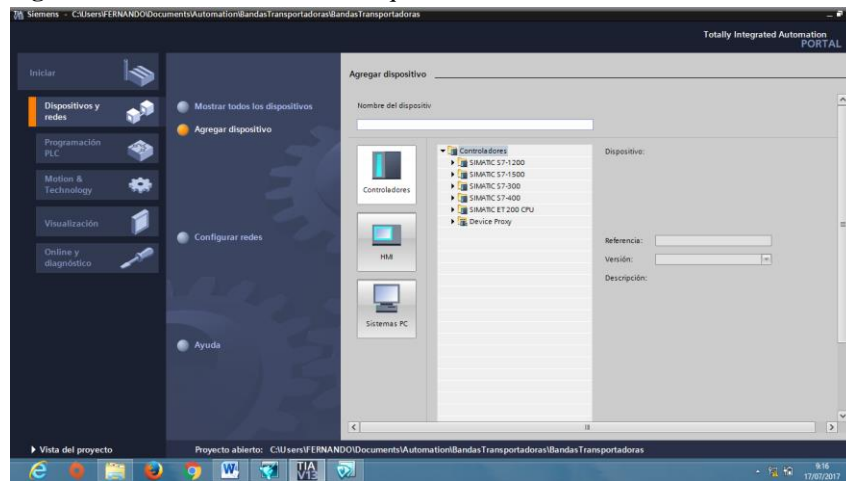
Elaborado por: El autor

**Figura 15.** Crear proyecto TIA PORTAL



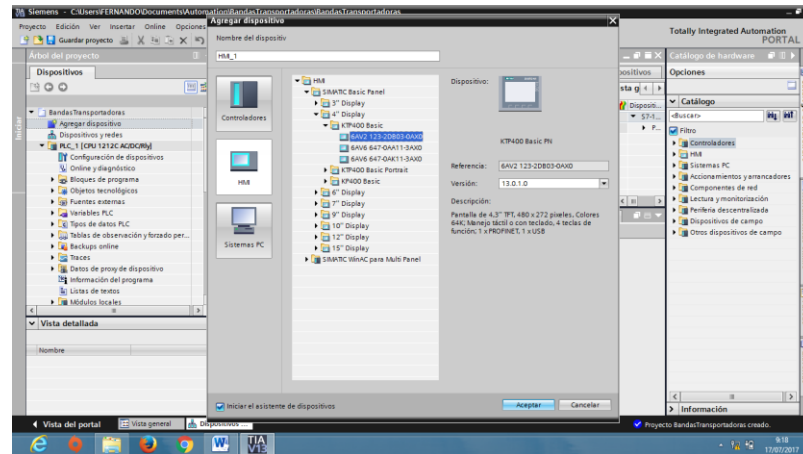
Elaborado por: El autor

**Figura 16.** HMI de acuerdo a la adquisición



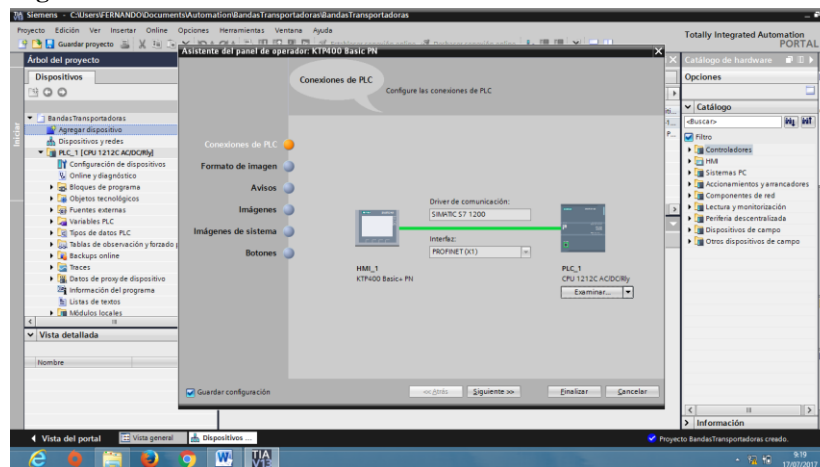
Elaborado por: El autor

**Figura 17.** Creación del enlace con el HMI



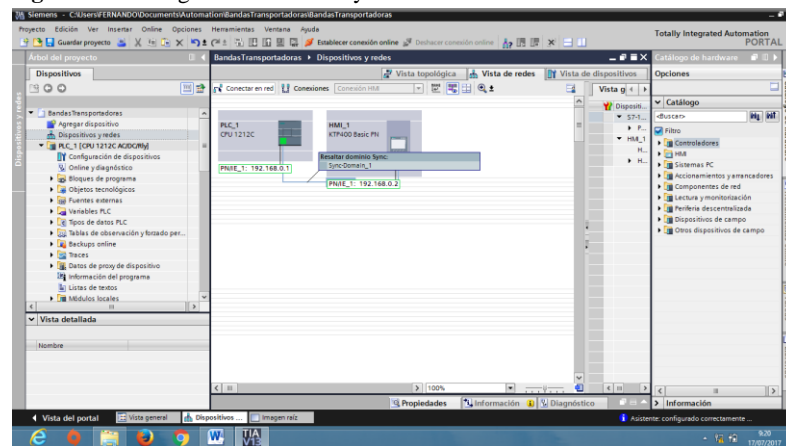
Elaborado por: El autor

**Figura 18.** Conexión del PLC



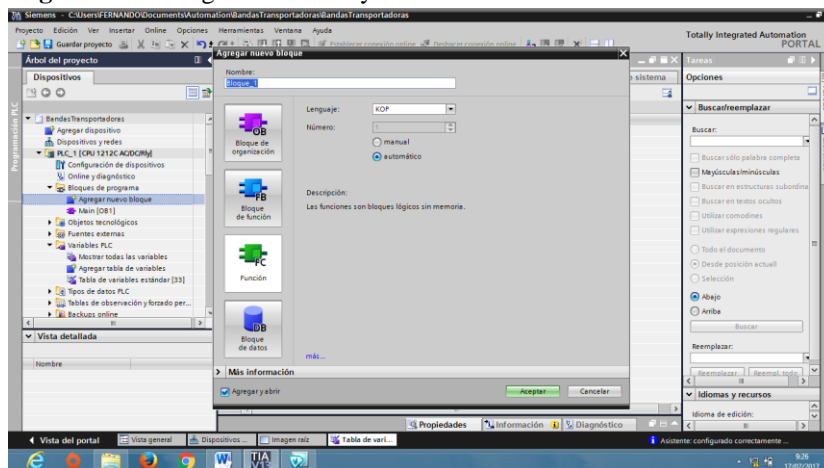
Elaborado por: El autor

**Figura 19:** Configuración del PLC y HMI.



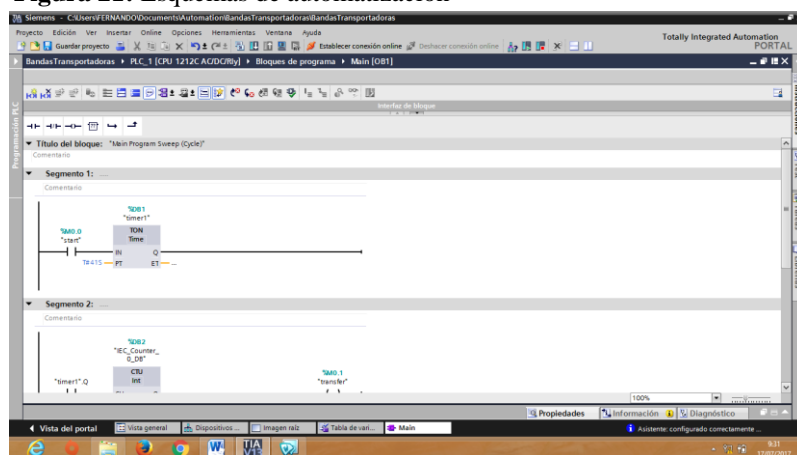
Elaborado por: El autor

**Figura 20:** Configuración HMI y PLC



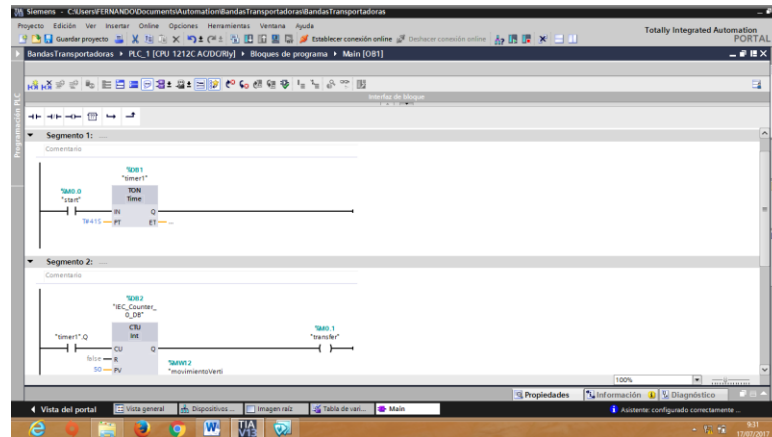
Elaborado por: El autor

**Figura 21:** Esquemas de automatización



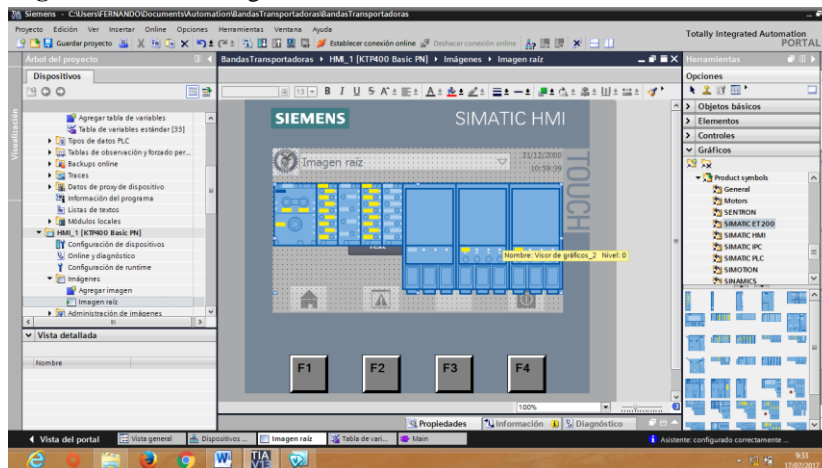
Elaborado por: El autor

**Figura 22:** Esquemas de configuración 2



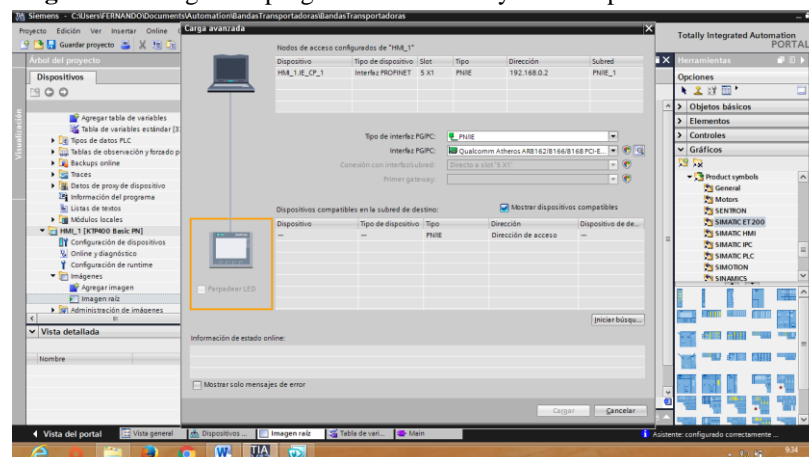
Elaborado por: El autor

**Figura 23:** Señales digitales



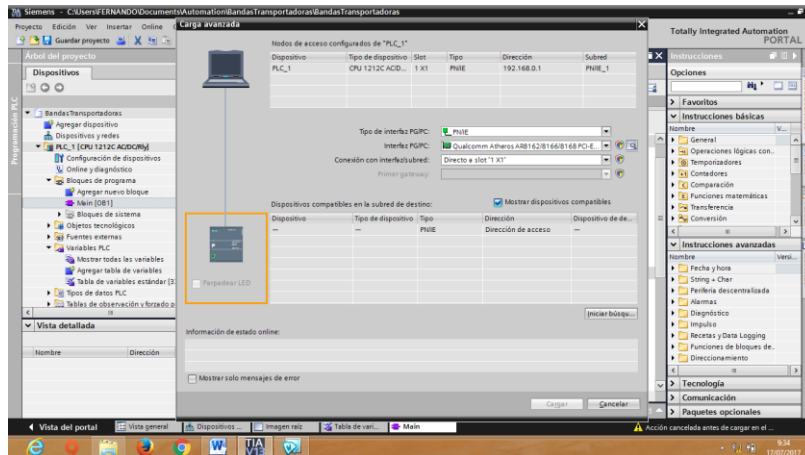
Elaborado por: El autor

**Figura 24:** Cargas los programas en el PLC y HMI respectivamente



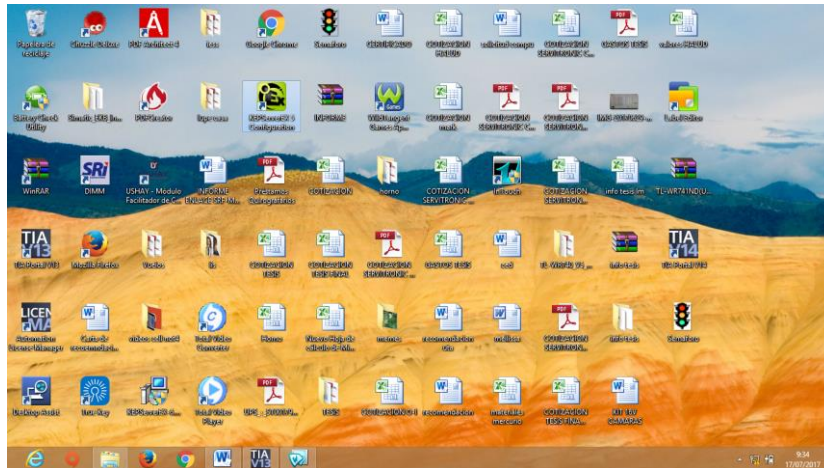
Elaborado por: El autor

**Figura 25: Asignación de variables**



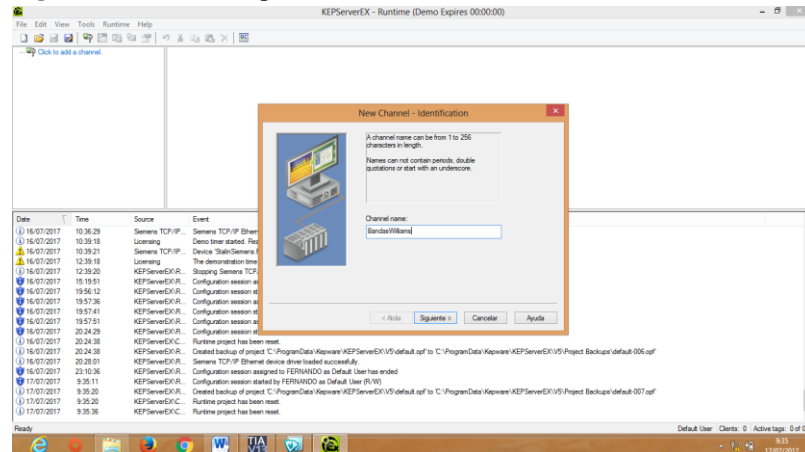
Elaborado por: El autor

**Figura 26: Creación de enlace con oPC server para visualizar en el HMI**



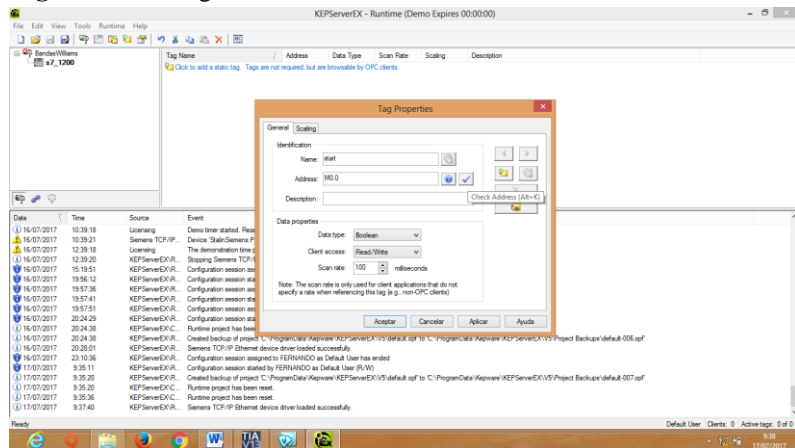
Elaborado por: El autor

**Figura 27: Instalación para visualización**



Elaborado por: El autor

**Figura 28:** Configuraciones de visualización



Elaborado por: El autor

## 11.6. Guía Práctica

Tema: Desarrollo de práctica de automatización a través de un módulo didáctico con el PLC S7-1200 para controlar sistemas de bandas transportadoras.

### a. Trabajo preparatorio

- Instalación del software
- Alimentación de equipos
- Establecer comunicaciones

### b. objetivos

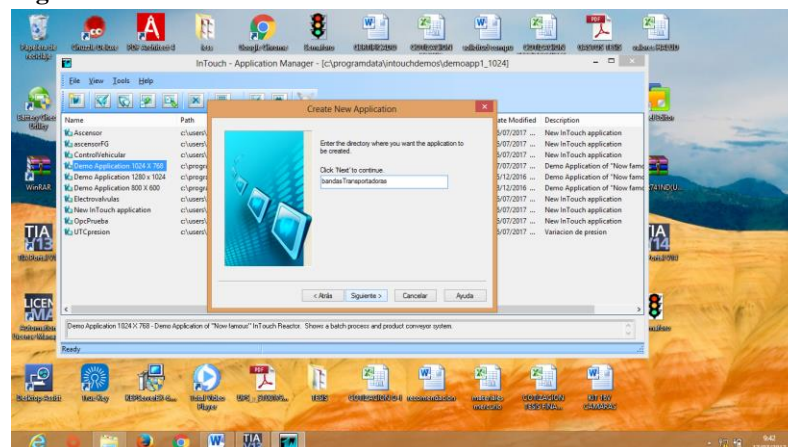
Realizar una prueba de funcionamiento del módulo didáctico de bandas transportadoras donde se simulará la transportación de tres tanques de combustible.

### c. Equipo y materiales

1. - PLC S7 ac/dc/rly cpu 1200.
- 2.- Motor de 1hp 3600rpm.
- 3.- Variador de frecuencia.
- 4.- HMI KTP400 Basic.
- 5.- Computadora Asus.

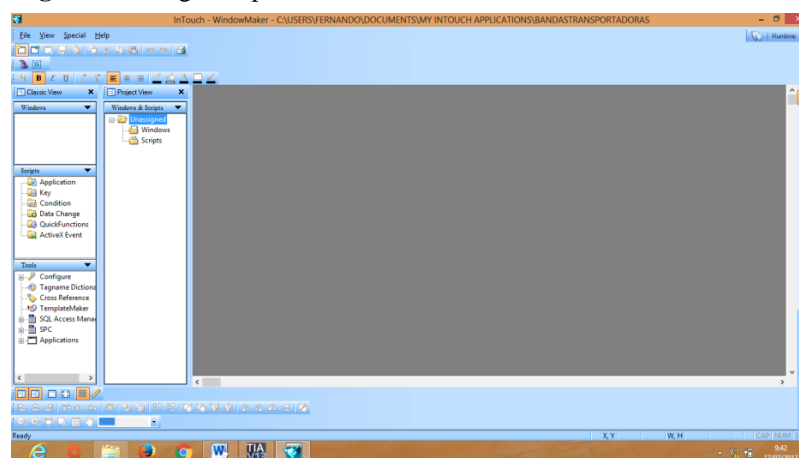
### d. Procedimiento de programación

**Figura 29:** Creación de la animación



Elaborado por: El autor

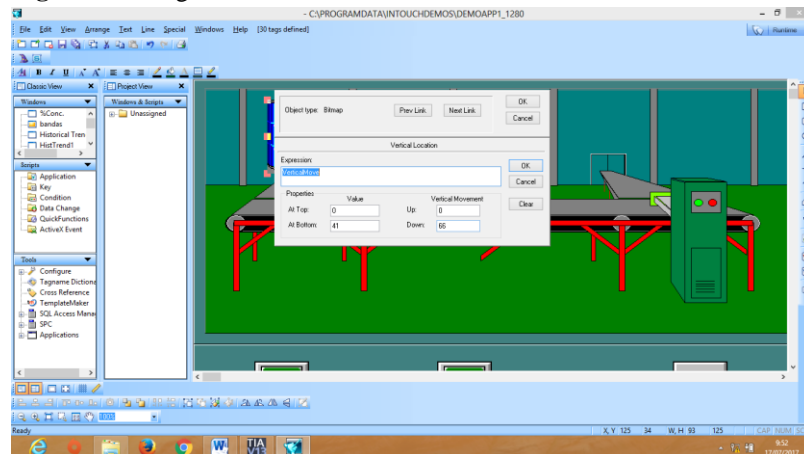
**Figura 30:** Programa para crear la animación



Elaborado por: El autor

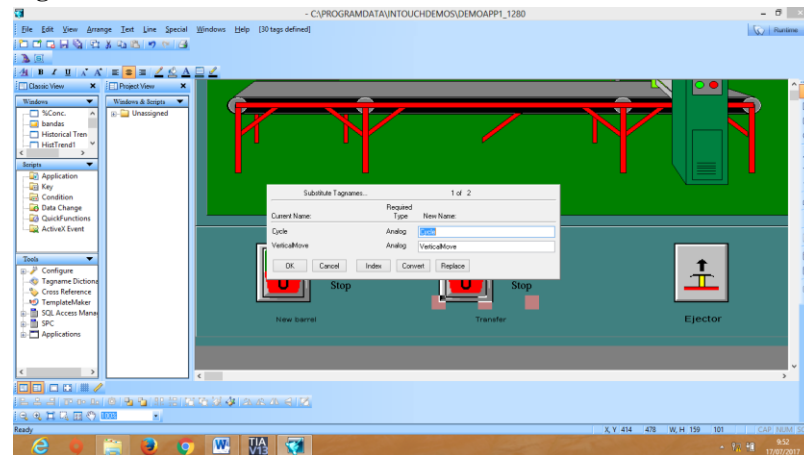


Figura 34: Programación



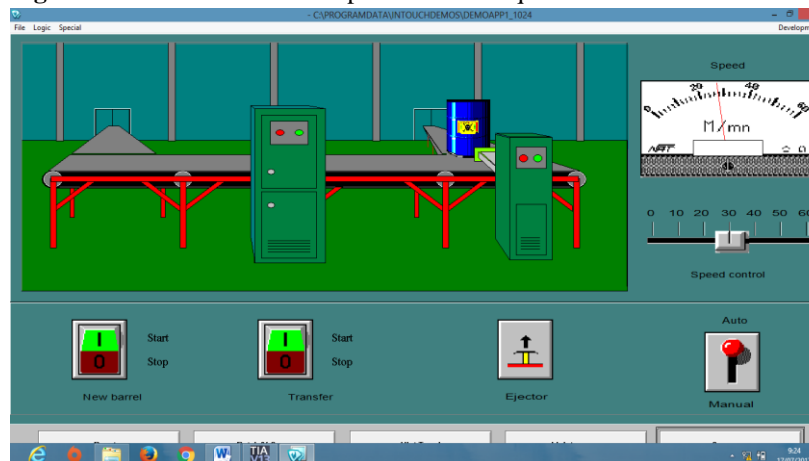
Elaborado por: El autor

Figura 35: Encendido



Elaborado por: El autor

Figura 36: Simulación de transporte de los tanques



Elaborado por: El autor

### **e. Funcionamiento**

Traslado por medio de tres bandas tanques de combustible.

### **f. Análisis y resultados**

Se trasladó sin ningún conveniente automatizando tres bandas

Se programó para que se pueda hacer de forma automática y manual

### **h. Conclusiones**

Se automatizo el proceso de traslado de tanques por medio de bandas transportadoras.

### **i. Recomendaciones**

Siempre mantener alejados los equipos que generan altas tensiones e interferencias de los aparatos de baja tensión en este caso el PLC S7-1200.

Los sistemas de control deben ir aislados del sistema de potencia.

Cumplir con los requisitos de instalación del sistema TIA PORTAL caso contrario no podremos realizar la práctica de automatización.

## **12. IMPACTOS (TÉCNICOS, SOCIALES, AMBIENTALES O ECONÓMICOS)**

El presente proyecto de módulo didáctico para controlar sistemas de bandas transportadoras permite a los estudiantes de niveles superiores de la Carrera de Ingeniería electromecánica de la universidad Técnica de Cotopaxi extensión La maná adquirir conocimientos mediante la práctica de automatización fortaleciendo la teoría impartida por el docente guía, recibida en el salón de clases y tener un mejor desarrollo en el ámbito laboral en su vida profesional.

En la parte técnica automatizar los procesos y tener un control de calidad y fiabilidad de la materia prima a transportar además de las diversas actividades planificadas que se realizarán con la programación.

En la sociedad mayor interés con los avances tecnológicos y relacionarse con estos dispositivos los mismos que facilitarán estos procesos de programación y control, obteniendo mejores resultados en un tiempo menor a las tareas realizadas manualmente.

En lo ambiental al funcionar estos aparatos con energía no habría inconvenientes mayores que destruyan el medio ambiente, solo depende de saberlos manipular, una buena instalación para un correcto funcionamiento.

En lo económico al tecnificar y automatizar procesos, a mediano y largo plazo se obtendría beneficios económicos y tareas de calidad.

### 13. PRESUPUESTO PARA LA ELABORACIÓN DEL PROYECTO

**Tabla 10: Presupuesto para la elaboración del proyecto.**

EQUIPOS Y MATERIALES				
Ítem	Descripción	Unidad	cantidad	Precio
1	Computador core i5, 8GB RAM, 1 TB Mother Board Asus Pantalla LG de 20 pulgadas con HMI y tarjeta gráfica G Force	U	1	700,00
2	Mueble Computador	U	1	30,00
3	Bornera de Motores, presotas, terminales	U	2	20,00
4	Motores 1Hp, 3600rpm, trifásico	U	2	300,00
5	Bases Motor, Madera, Pintura, Soporte	U	2	10,00
6	Mueble en inoxidable 304 grosor 1.1	U	1	600,00
7	Panel View Simatic basic KTP400 a color	U	1	710,00
8	Fuente de Poder siemens logo Power	U	1	115,00
9	Switch industrial Ethernet CSM 1277	U	1	240,00
10	PLC S7 1200	U	1	473,00
11	Módulo de salidas analógicas	U	11	208,00
12	SM1222 Módulo de señal de 8DO a relé	U	2	416,00
13	Guardamotor	U	1	73,87
14	Variador de frecuencia Sinamics V20 1HP con panel BOP	U	1	338,00
15	Relés térmicos	U	2	79,88
16	Breaker 2 polos	U	1	19,70
17	Breaker 3 polos	U	2	65,00
18	Borneras Push In	U	105	159,60
19	Finales de Bornera	U	13	16,25
20	Separadores Pequeños	U	10	12,80

21	Separadores Medianos	U	7	8,96
22	Puentes de Borneras	U	6	7,68
23	Contactador Bobina 220VAC	U	4	88,92
24	Contactos auxiliares	U	2	54,68
25	canaleta 25x60	U	1	11,60
26	canaleta 25x40	U	1	7,50
27	canaleta 40x40	U	4	22,40
28	Bornera de Tierra	U	1	5,76
29	Borneras de distribución	U	1	15,25
30	Bornera porta fusible	U	4	6,00
31	Fusibles	U	4	2,00
32	Terminales tipo punta	U	3	10,50
33	Cable flexible	U	260	78,00
34	Cable UTP	U	2	5,00
35	Riel Din	U	3	10,50
36	Conductor	U	6	13,92
37	Enchufe trifásico + G	U	1	12,00
38	Toma corriente trifásico + G	U	1	12,00
39	Semáforo Indicador	U	2	72,00
40	amarras negras	U	2	6,00
41	auto perforantes + brocas	U	200	6,00
42	Amperímetro	U	1	13,39
43	Voltímetro	U	1	13,39
44	Sensor de presión	U	1	267,75
45	sensor de caudal	U	1	78,50
46	cinta para maquillar de acuerdo al módulo	U	2	60,00
47	Adicionales			500,00
<b>TOTAL</b>				<b>6743,55</b>

Elaborado por: El autor

## **14. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

### **14.1. Conclusiones**

Al finalizar el proyecto se llegará las siguientes conclusiones:

- Utilizando un módulo didáctico de automatización los estudiantes obtendrán un mejor conocimiento práctico y desarrollarlo a futuro en su vida laboral profesional.
- Se determinó que el PLC S7-1200 se puede realizar varias tareas de automatización y control facilitando las labores a realizar.
- Se realizó un análisis de cada dispositivo que se utiliza para el control de procesos de bandas transportadoras.
- Con la práctica realiza se comprobó cómo actúan los dispositivos y materiales que componen el módulo para la simulación de bandas transportadoras.

### **14.2. Recomendaciones**

- Tener conocimiento y revisar los manuales, datos técnicos y parámetros de funcionamiento de los dispositivos que se utilizarán en el módulo evitando así daños de los equipos u algún problema con el operador.
- Revisar conexiones y que los aparatos estén ubicados correctamente antes de iniciar una práctica.
- Esperar que el programa TIA PORTAL V14 esté cargado totalmente para poder desarrollar la actividad planificada.
- Siempre dar el uso adecuado al módulo de automatización cuando y sus programas.

## 15. BIBLIOGRAFÍA

- ACEDO Sánchez José. (2006). *Instrumentación y control básico de procesos*. Editorial: Ediciones Díaz de Santos. ISBN: 8499695051, 9788499695051.
- ALLAN, Hambley (2008). *Electrónica*. Editorial: Pearson Edición. ISBN 9788420529998.
- ÁLVAREZ Pulido & Manuel, (2004), *Controladores Lógicos*. Editorial: Marcombo. ISBN: 9788426716194.
- BACA Gabriel (2014). *Introducción a la ingeniería industrial*. Editorial: Patria. ISBN 97860743899197.
- BESA González Antonio José, Valero Chuliá Francisco José. (2016). *Diseño de Máquinas*. Editorial: Universidad Politécnica de Valencia. Servicio de Publicación. ISBN: 9788490485293
- CASTILLO Juan (2009). *Automatismo Industrial*. Editor: Editex 2016. ISBN 8490788227.
- DANERI Pablo A. (2012) *PLC: automatización y control industrial*. Editorial: HASA. ISBN: 9789505282968
- DURÀN, José. (2012). *Electrotecnia*. Editorial: ALTAMAR S.A. ISBN: 978-84-96334-70-0
- ENRIQUEZ Harper Gilberto. (2009). *Manuel del Técnico en mantenimiento eléctrico*. Editorial: AUTOR-EDITOR. ISBN: 9786070500657.
- GARCÍA, Andres (2009). *El control automático de la industria*. Editorial: Universidad de la castilla de la mancha. ISBN 8484274055.
- GONZÁLEZ Pérez Joaquín. (2012). *Montaje y mantenimiento de máquinas eléctricas rotativas: montaje y mantenimiento de instalaciones eléctricas de baja tensión*. Editorial: IC Editorial. ISBN: 8415648235, 9788415648239.
- HERMOSA, Antonio (2009). *Principio de la electricidad*. Editorial: S.A. Marcombo. ISBN 978842715418.
- LÓPEZ Cristóbal (2013) *Mecanizado*. Editor Ediciones paraninfos S.A. ISBN 8497324412.
- LÓPEZ Gázquez Pedro. (2012). *Sistemas de control integrados en bienes de equipo y maquinaria industrial y elaboración de la documentación técnica*. Editorial: IC Editorial. ISBN: 8415792425, 9788415792420.

- LUQUE Romera Francisco Javier. (2012). *Máquinas, herramientas y materiales de procesos básicos de fabricación*. Editorial: IC Editorial. ISBN: 8483649535, 9788483649534.
- MARTÍNEZ Sánchez Victoriano A. (2008), *Potencia Hidráulica controlada con PLC*, Editorial: RA-MA S.A. Editorial y Publicaciones. ISBN: 8478978844, 9788478978847.
- MEDINA Guadayol (2011). *La automatización en la ingeniería química*. Editorial universidad Técnica de Catalunya. ISBN 8498604027.
- NORMAN S. Nice. (2002). *Sistemas de control para ingeniería*. Editorial: Compañía Editorial Continental. ISBN. 9702402549, 9789702402541.
- OGATA Katsuhiko. (2007). *Ingeniería de control moderna*. Editorial: Pearson Educación. ISBN: 8420536784, 9788420536781.
- PARDO Alonso José Luis. (2012). *Montaje y puesta de sistemas robóticos y sistemas de visión en bienes de equipo y maquinaria industrial*. Editorial: IC Editorial. ISBN: 8483649985, 9788483649985.
- ROJANO Rojas Santiago. (2012). *Instrumentación y control en instalaciones de procesos, energía y servicios auxiliares*. Editorial: IC Editorial. ISBN. 9788416207077.
- ROVIRA de Antonio Antonio José, Muñoz Domínguez Marta. (2016). *Máquinas y motores térmicos: introducción a los motores alternativos y a las turbo máquinas térmicas*. Editorial: Universidad Nacional de Educación a Distancia, UNED. ISBN: 978-84-362-7007-5.
- RUIZ Vadillo Diana María. (2012). *Montaje y reparación de sistemas eléctricos y electrónicos de bienes de equipos y máquinas industriales*. Editorial: IC Editorial. ISBN: 978-84-8364-879-7.
- VALDIVIA miranda Carlos, (2012), *Sistemas de control continuos y discretos*. Editorial: Ediciones Paraninfo. ISBN: 9788428307444.

## 16. ANEXOS

### Anexo 1. Datos personales tutor

APELLIDOS: Vásquez Carrera  
NOMBRES: Paco Jovanni  
ESTADO CIVIL: Casado  
CEDULA DE CIUDADANÍA: 050175876-7  
NÚMERO DE CARGAS FAMILIARES: 4  
LUGAR Y FECHA DE NACIMIENTO: Latacunga, 20 de agosto de 1970  
DIRECCIÓN DOMICILIARIA: Locoá  
TELÉFONO CONVENCIONAL: 032811781, 032233462  
TELÉFONO CELULAR: 0995092670/0987941281  
E-MAIL INSTITUCIONAL: paco.vasquez@utc.edu.ec  
TIPO DE DISCAPACIDAD: Ninguna  
# DE CARNET CONADIS: No aplica



### ESTUDIOS REALIZADOS Y TITULOS OBTENIDOS

NIVEL	TITULO OBTENIDO	FECHA DE REGISTRO	NÚMERO DE REGISTRO
TÉCNICO	Tecnólogo en Control Automático	2002-09-19	1004-02-244248
TERCER	Ingeniero Industrial	2006-05-11	1045-06-684045
	Ingeniero en Ejecución en Electrónica e Instrumentación	2003-01-17	1004-03-335912
CUARTO	Magister en gestión energética	2016-05-12	1020-2016-1671047

### HISTORIAL PROFESIONAL

FACULTAD EN LA QUE LABORA: Ciencias de la Ingeniería y Aplicadas

ÁREA DEL CONOCIMIENTO EN LA CUAL SE DESEMPEÑA: Ingeniería, industria y construcción

FECHA DE INGRESO A LA UTC: 18-04-2016

## **Anexo 2. Datos personales investigador**

APELLIDOS: Cedeño Cedeño  
NOMBRES: Williams Fabricio  
ESTADO CIVIL: Soltero  
CEDULA DE CIUDADANÍA: 172070661-1  
NÚMERO DE CARGAS FAMILIARES: 0  
LUGAR Y FECHA DE NACIMIENTO: La Maná, 21 de Octubre de 1986  
DIRECCIÓN DOMICILIARIA: El Toquillal – La Maná  
TELÉFONO CONVENCIONAL: 032288225  
TELÉFONO CELULAR: 0997733994  
E-MAIL INSTITUCIONAL: williams.cedeno1@utc.edu.ec  
E-MAIL: fabrock77@hotmail.com  
TIPO DE DISCAPACIDAD: Ninguna  
# DE CARNET CONADIS: No aplica



## **ESTUDIOS REALIZADOS Y TÍTULOS OBTENIDOS**

### **FORMACIÓN ACADÉMICA**

Estudios Primarios: Escuela “Río San Pablo”

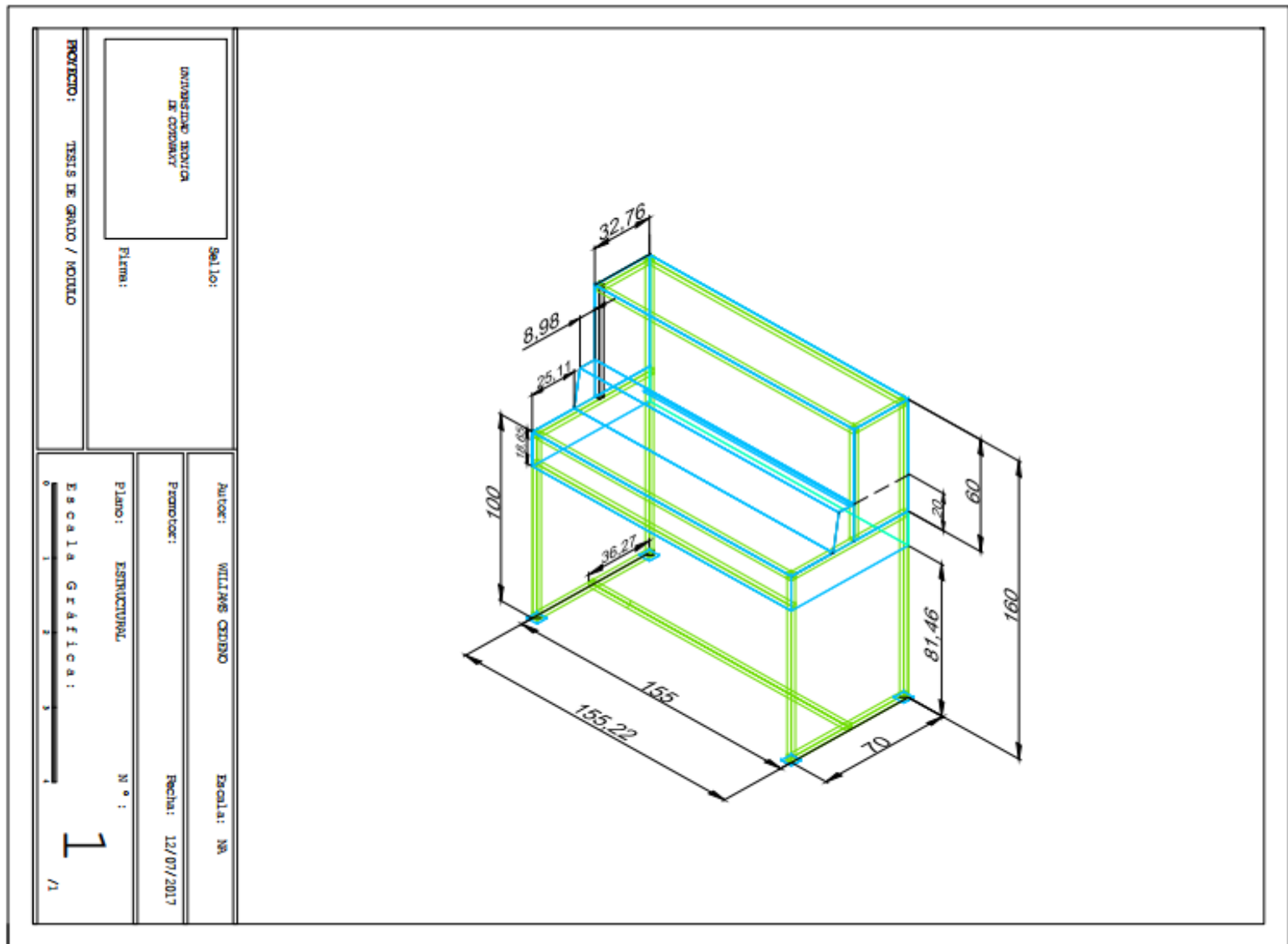
Estudios Secundarios: Instituto Técnico Superior La Maná

Estudios Superiores: Universitario Técnica de Cotopaxi Extensión La Maná


### **TÍTULOS OBTENIDOS**

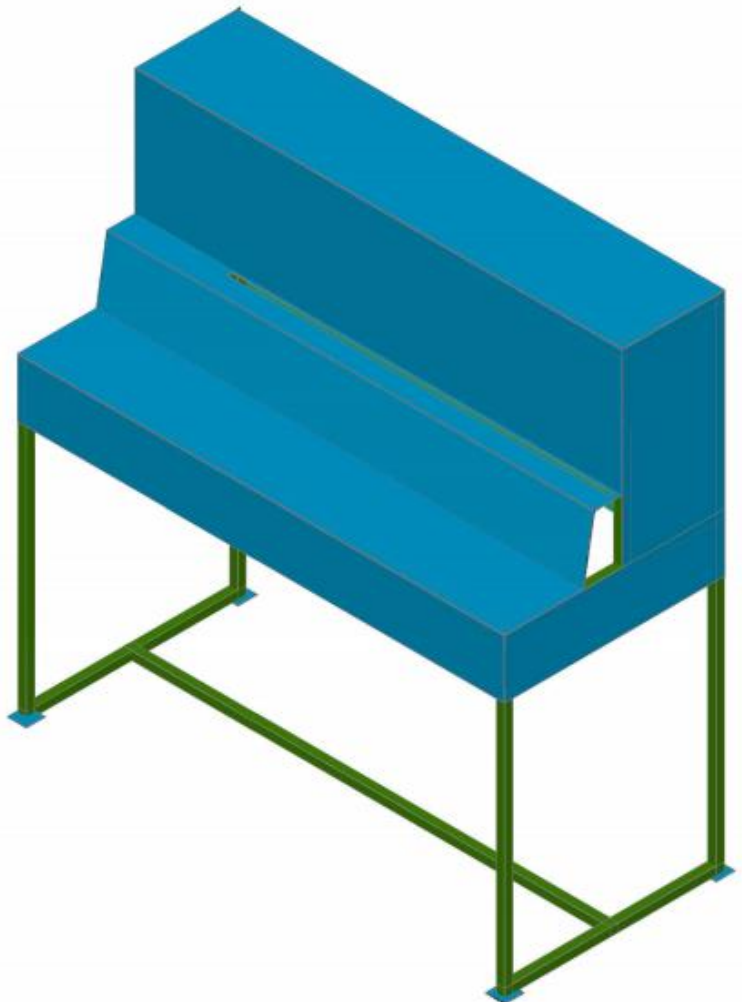
Bachiller Física - Matemáticas

Anexo 3. Estructura del módulo (medidas)



Anexo 4. Estructura del módulo

<p>UNIVERSIDAD TECNICA DE COTACACHI</p> <p>Sello:</p> <p>Firma:</p>		<p>Autor: WILLIAMS CORDO</p> <p>Escala: NA</p>	
<p>PROYECTO: TESIS DE GRUPO / MODULO</p>		<p>Productor:</p>	<p>Fecha: 12/07/2017</p>
<p>Plano: ESTRUCTURAL</p>		<p>Nº: 1</p>	
<p>ESCALA Grafica:</p> 		<p>1 / 1</p>	



Anexo 5. Variador de frecuencia



Anexo 6. CPU



Anexo 7. Dispositivos del módulo

