



**UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI**

**EXTENSIÓN LA MANÁ**

**FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA Y APLICADAS**

**CARRERA DE ELECTROMECAÁNICA**

**PROYECTO DE INVESTIGACIÓN**

**“DESARROLLO DE PRÁCTICAS DE AUTOMATIZACIÓN A TRAVÉS DE UN MÓDULO DIDÁCTICO CON EL PLC S7-1200 PARA EL CONTROL AUTOMÁTICO DE LLENADO DE UN TANQUE”.**

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

**Autor:**

Flores Zamora Guillermo Gabriel

**Directora:**

Ing. Castillo Fiallos Jessica Nataly MSc.

**La Maná- Ecuador**

**Agosto-2017**

## DECLARACIÓN DE AUTORÍA

Yo Flores Zamora Guillermo Gabriel, declaro ser autor del presente proyecto de investigación: **“DESARROLLO DE PRÁCTICAS DE AUTOMATIZACIÓN A TRAVÉS DE UN MÓDULO DIDÁCTICO CON EL PLC S7-1200 PARA EL CONTROL AUTOMÁTICO DE LLENADO DE UN TANQUE”**, siendo la Ing. Castillo Fiallos Jessica Nataly MSc., tutora 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.

A handwritten signature in blue ink, appearing to read 'Flores Zamora', is centered on the page.


Flores Zamora Guillermo Gabriel

C.I: 180455162-8

## **AVAL DEL DIRECTOR DE PROYECTO DE INVESTIGACIÓN**

En calidad de Director del Trabajo de Investigación sobre el título: **“DESARROLLO DE PRÁCTICAS DE AUTOMATIZACIÓN A TRAVÉS DE UN MÓDULO DIDÁCTICO CON EL PLC S7-1200 PARA EL CONTROL AUTOMÁTICO DE LLENADO DE UN TANQUE”**, del estudiante Flores Zamora Guillermo Gabriel de la Carrera de 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, Agosto 2017



Ing. Castillo Fiallos Jessica Nataly MSc  
C.I: 060459021-6  
El Tutor

## 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 postulante: Flores Zamora Guillermo Gabriel, con el título de proyecto de investigación: **“DESARROLLO DE PRÁCTICAS DE AUTOMATIZACIÓN A TRAVÉS DE UN MÓDULO DIDÁCTICO CON EL PLC S7-1200 PARA EL CONTROL AUTOMÁTICO DE LLENADO DE UN TANQUE”**, ha considerado las recomendaciones emitidas oportunamente y reúne los méritos suficientes para ser sometido al acto de Sustentación del Proyecto.

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

La Maná, Agosto 2017



PhD. Yoandrys Morales Tamayo  
C.I: 175695879-7  
Lector 1



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



Ing. Vásquez Carrera Paco Jovanni M. Sc.  
C.I: 050175876-7  
Lector 3

## **AGRADECIMIENTO**

Primeramente quiero agradecer a Dios por todo lo que me ha dado en la vida, a mis amigos incondicionales y maestros que han sido parte de mi formación Universitaria.

Y agradecer de manera muy especial a mi Directora M.Sc. Jessica Castillo por su colaboración en distintas fases de este crecimiento profesional.

Guillermo

## **DEDICATORIA**

Este proyecto está dedicado con amor a dios, a mi familia, y en especial a mi madre que se encuentra en el cielo, para poder lograr culminar con esta etapa de mi vida profesional.

A mi esposa, quien ha sido un pilar fundamental para lograr esta meta.

Guillermo



# UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI

## FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA Y APLICADAS

**TÍTULO:** “DESARROLLO DE PRÁCTICAS DE AUTOMATIZACIÓN A TRAVÉS DE UN MÓDULO DIDÁCTICO CON EL PLC S7-1200 PARA EL CONTROL AUTOMÁTICO DE LLENADO DE UN TANQUE”

**Autor:** Flores Zamora Guillermo Gabriel

### RESUMEN

En la actualidad la programación es el elemento principal de los sistemas automáticos en las industrias, empresas y fábricas que por medio del cual ha sido base fundamental en el desarrollo y avance de la producción, brindando una mayor seguridad. Con este proyecto buscamos aumentar los conocimientos teóricos-prácticos, logrando un mejor progreso al desarrollar las diferentes actividades prácticas didácticas con los estudiantes, permitiendo a la comunidad educativa interactuar con el medio de una manera fácil y significativa. La falta de un sistema de programación, nace la idea de diseñar un módulo didáctico con el PLC S7-1200, esto permitirá que los estudiantes vayan complementando su conocimiento de programación del PLC, mediante sus respectivos programas y equipos necesarios utilizados tanto en las industrias empresas y fabricas que nos permite controlar el nivel de agua para evitar el derramamiento y problemas, en la producción debido a la automatización los resultados son positivos y generan un conocimiento más claro para la sociedad. La presente investigación se realizará mediante la utilización del diseño experimental y la investigación explicativa, las cuales permitirán que se elaboren un módulo didáctico para el control automático de llenado de un tanque. Este módulo didáctico será un método de estudio para el correcto y eficaz aprendizaje de los estudiantes, con el fin de que los alumnos tengan un aprendizaje significativo.

**Palabras claves:** Automatizado, PLC, agua, motor, tanque.



**TECNICAL UNIVERSITY OF COTOPAXI**  
**FACULTY OF ENGINEERING SCIENCES AND APPLIED**

**TÍTULO:** "DEVELOPING AUTOMATION PRACTICES THROUGH A DIDACTIC MODULE WITH THE S7-1200 PLC FOR THE AUTOMATIC CONTROL OF FILLING A TANK"

**Author:** Flores Zamora Guillermo Gabriel

**ABSTRACT**

Currently programming is the main element of the automatic systems in industries, companies and factories through which it has been fundamental base in the development and advance of the production, providing a greater security. With this project we aim to increase theoretical-practical knowledge, achieving better progress in developing the different didactic practical activities with students, allowing the educational community to interact with the medium in an easy and meaningful way. The lack of a programming system is the idea of designing a didactic module with the PLC S7-1200, this will allow students to complement their programming knowledge of the PLC, through their respective programs and necessary equipment used in the industries companies and factories that allows us to control the water level to avoid spillage and problems, in production due to automation the results are positive and generate a clearer knowledge for society. The present research will be carried out through the use of experimental design and explanatory research, which will allow the development of a didactic module for the automatic control of filling of a tank. This didactic module will be a method of study for the correct and efficient learning of the students, in order that the students have a significant learning.

**Keywords:** Automated, PLC, Water, Engine, Tank.





Universidad  
Técnica de  
Cotopaxi



Centro  
de  
Idiomas

# 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: FLORES ZAMORA GUILLERMO GABRIEL **“DESARROLLO DE PRÁCTICA DE AUTOMATIZACIÓN A TRAVÉS DE UN MÓDULO DIDÁCTICO CON EL PLC S7-1200 PARA EL CONTROL AUTOMÁTICO DEL LLENADO DE UN TANQUE”** 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 al peticionario hacer uso del presente certificado de la manera ética que estimare conveniente.

La Maná, 26 de Julio 2017

Ledo. Kevin Rivas Mendoza  
**DOCENTE**  
C.I. 1311248049

## ÍNDICE GENERAL

Contenido	Página
PORTADA .....	i
DECLARACIÓN DE AUTORÍA .....	ii
AVAL DEL DIRECTOR DE PROYECTO DE INVESTIGACIÓN .....	iii
APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE TITULACIÓN.....	iv
AGRADECIMIENTO .....	v
DEDICATORIA.....	vi
RESUMEN .....	vii
ABSTRACT .....	viii
CERTIFICACIÓN.....	ix
ÍNDICE GENERAL.....	x
ÍNDICE DE TABLAS.....	xv
ÍNDICE DE FIGURAS .....	xv
1. INFORMACIÓN GENERAL .....	1
1.1. Título del Proyecto .....	1
2. RESUMEN DEL PROYECTO.....	2
3. JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO.....	3
4. BENEFICIARIOS DEL PROYECTO .....	3
5. PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN.....	4
6. OBJETIVOS.....	4
6.1. Objetivo General .....	4
6.2. Objetivos Específicos .....	4
7. ACTIVIDADES Y SISTEMAS DE TAREAS EN RELACIÓN A LOS OBJETIVOS PLANTEADOS .....	5
8. FUNDAMENTACIÓN CIENTÍFICO TÉCNICA.....	5
8.1. Automatización .....	5

8.1.1.	Niveles de automatización.....	6
8.1.2.	Tipos de Automatización.....	7
8.1.3.	Ventajas de la automatización.....	8
8.2.	Clasificación de los Sistemas de Control .....	8
8.2.1.	Sistemas de control en lazo abierto .....	8
8.2.2.	Sistemas de control en lazo cerrado .....	9
8.2.3.	El sistema binario .....	9
8.2.4.	Los sistemas lógicos.....	10
8.3.	Controlador Lógico Programable .....	10
8.4.	Controlador Lógico Programable PLC S7- 1200.....	11
8.4.1.	Partes del PLC S7-1200 .....	11
8.4.2.	Memoria .....	12
8.4.3.	Diseño escalable y flexible.....	12
8.4.4.	Módulos de comunicación.....	13
8.4.5.	Interfaz Profinet Integrada.....	13
8.4.6.	Funciones de la Interfaz .....	13
8.4.7.	CPU 1212C.....	13
8.4.8.	Dimensiones de montaje .....	14
8.5.	Pantalla Interface Hombre Máquina (HMI) .....	14
8.6.	Software de programación STEP 7 .....	15
8.7.	Control industrial.....	16
8.7.1.	Los sensores de proximidad .....	17
8.7.2.	Sensores para detectar el nivel de un líquido .....	17
8.7.3.	Interruptor de posición .....	18
8.8.	Contactador .....	18
8.9.	Pulsador.....	18
8.10.	Bornes de conexión .....	19
9.	VALIDACIÓN DE LAS PREGUNTAS CIENTÍFICAS O HIPÓTESIS .....	19
9.1	Comprobación de la hipótesis .....	21
9.2.	Comprobación de la Hipótesis General.....	21

10.	METODOLOGÍAS Y DISEÑO EXPERIMENTAL	24
10.1.	Investigación de Campo	24
10.2.	Investigación Bibliográfica-Documental	24
10.3.	Métodos de Investigación	25
10.3.1.	El método inductivo	25
10.3.2.	El método deductivo	25
10.4.	Técnicas de Investigación	25
10.4.1.	La Entrevista	25
10.4.2.	La Encuesta	26
10.5.	Diseño experimental	26
10.6.	Población	26
11.	ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS	27
11.1	Construcción del módulo	27
11.2	Componentes del módulo	27
11.3	Datos Técnicos de los Equipos	27
11.4	PLC Simatic S7-1200	28
11.5.	Simatic Step 7 Basic V11 Sp2	31
11.6.	Selección de Elementos	34
11.7.	Tubería para comunicación entre tanques	35
11.8.	Condiciones ambientales de funcionamiento del PLC	36
11.9.	Pasos de la simulación de llenado de un tanque	37
12.	IMPACTOS	39
13.	PRESUPUESTO DEL PROYECTO	40
14.	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	42
14.1.	Conclusiones	42
14.2.	Recomendaciones	42
15.	BIBLIOGRAFÍA	43

16.	ANEXOS.....	50
A.	Hoja de vida de la tutora.....	50
B.	Hoja de vida del investigador.....	51
C.	Proceso de elaboración de estructura .....	52
D.	Instalación de canaletas y distribución para equipos tecnológicos .....	52
E.	Cableado de PLC S7-1200 .....	53
F.	Instalación del toma corriente trifásico .....	53
G.	Encuesta antes de desarrollar el módulo .....	54
H.	Encuesta después del desarrollo del módulo.....	56

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Beneficiarios Del Proyecto .....	3
Tabla 2: Actividades Y Metodologías Para Los Objetivos Específicos.....	5
Tabla 3: Características Del Cpu 1212c .....	13
Tabla 4: El Desarrollo De Un Módulo Didáctico Permitirá Mejorar El Nivel Académico.....	19
Tabla 5: El Desarrollo De Un Módulo Didáctico Mejoro El Nivel Académico.....	20
Tabla 6: Valores Obtenidos Hipótesis General.....	22
Tabla 7: Valores Esperados Hipótesis General.....	23
Tabla 8: Técnicas E Instrumentos .....	26
Tabla 9: Diseño Experimental .....	26
Tabla 10: Características Del Cpu 1212c.....	29
Tabla 11: Dimensiones De Montaje .....	30
Tabla 12: Requisitos De Instalación.....	32
Tabla 13: Selección De Elementos.....	34
Tabla 14: Presupuesto Del Proyecto.....	40

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Niveles De La Automatización.....	7
Figura 2: Sistemas De Control En Lazo Abierto.....	9
Figura 3: Sistemas De Control El Lazo Cerrado .....	9
Figura 4: Partes Del Plc S7-1200 .....	12
Figura 5: Dimensiones De Montaje Del Equipo S7-1200.....	14
Figura 6: Pantalla Touch .....	15
Figura 7: El Desarrollo De Un Módulo Didáctico Permitirá Mejorar El Nivel Académico.....	20
Figura 8: El Desarrollo De Un Módulo Didáctico Mejor El Nivel Académico .....	20
Figura 9: Distribución Del Chi Cuadrado.....	23
Figura 10: Componentes De Un Enlace De Datos .....	29
Figura 11: Dimensiones De Montaje.....	31

Figura 12: Espacio Libre Necesario .....	31
Figura 13: Vista Del Portal.....	33
Figura 14: Vista Del Proyecto .....	34
Figura 15: Instalacion De Programa.....	37
Figura 16: Conexión Del PLC.....	37
Figura 17: Configuración Del PLC y HMI.....	37
Figura 18: Esquemas De Configuración 2.....	38
Figura 19: Cargas De Los Programas En El PLC y HMI Respectivamente.....	38
Figura 20: Inicio De C simulacion.....	38
Figura 21: Simulacion De LLenado De Un Tanque .....	39

## **1. INFORMACIÓN GENERAL**

### **1.1. Título del Proyecto**

“DESARROLLO DE PRÁCTICAS DE AUTOMATIZACIÓN A TRAVÉS DE UN MÓDULO DIDÁCTICO CON EL PLC S7-1200 PARA EL CONTROL AUTOMÁTICO DE LLENADO DE UN TANQUE”

**Fecha de inicio:** La Maná 19 de Octubre del 2016

**Fecha de finalización:** La Maná 15 de Julio del 2017

#### **Lugar de ejecución**

Universidad Técnica de Cotopaxi Extensión La Maná

#### **Facultad que auspicia**

Faculta de Ciencias de la Ingeniería y Aplicadas

#### **Carrera que auspicia**

Ingeniería Electromecánica

#### **Proyecto de investigación vinculado**

#### **Equipo de Trabajo**

#### **Tutor de titulación:**

Ing. Castillo Fiallos Jessica Nataly MSc.

#### **Coordinador del proyecto:**

Flores Zamora Guillermo Gabriel

#### **Área de Conocimiento:**

Ingeniería, Industria y Construcción

#### **Línea de investigación**

El proyecto a realizarse esta sujeto según los lineamientos de investigación de la institución al punto “procesos industriales” de acuerdo a las diferentes características técnicas y científicas.

#### **Sub líneas de investigación de la Carrera**

Sistemas mecatrónicos y automatización industrial



## 2. RESUMEN DEL PROYECTO

En la actualidad la programación es el elemento principal de los sistemas automáticos en las industrias, empresas y fábricas que por medio del cual ha sido base fundamental en el desarrollo y avance de la producción, brindando una mayor seguridad. Con este proyecto buscamos aumentar los conocimientos teóricos-prácticos, logrando un mejor progreso al desarrollar las diferentes actividades prácticas didácticas con los estudiantes, permitiendo a la comunidad educativa interactuar con el medio de una manera fácil y significativa.

La falta de un sistema de programación, nace la idea de diseñar un módulo didáctico con el PLC S7-1200, esto permitirá que los estudiantes vayan complementando su conocimiento de programación del PLC, mediante sus respectivos programas y equipos necesarios utilizados tanto en las industrias empresas y fabricas que nos permite controlar el nivel de agua para evitar el derramamiento y problemas, en la producción debido a la automatización los resultados son positivos y generan un conocimiento más claro para la sociedad.

La presente investigación se realizará mediante la utilización del diseño experimental y la investigación explicativa, las cuales permitirán que se elaboren un módulo didáctico para el control automático de llenado de un tanque. Este módulo didáctico será un método de estudio para el correcto y eficaz aprendizaje de los estudiantes, con el fin de que los alumnos tengan un aprendizaje significativo.

En este proyecto se realizará el desarrollo de práctica de automatización a través de un módulo didáctico con el PLC S7-1200, para que los estudiantes dinamicen sus conocimientos y apliquen con eficiencia en el funcionamiento y control de motores trifásicos en el llenado de un tanque.

**Palabras claves:** Automatizado, PLC, Agua, Motor, Tanque.

### 3. JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO

El estudio y realización de este proyecto es importante y necesario para los estudiantes de la carrera de Ingeniería en Electromecánica, puesto que aprenderán y conocerán las partes fundamentales, el funcionamiento del PLC S7-1200 y el control de llenado de un tanque mediante un módulo didáctico, mostrando así el proceso de la programación. Este proyecto pretende realizar una programación entre la teoría y la práctica, esto da lugar a una ventaja competitiva para los estudiantes que se habrán familiarizados con los materiales utilizados del entorno, es decir tendrán una formación integra tanto en sus conocimientos teóricos, como en sus conocimientos prácticos.

Tomando en cuenta que el PLC S7 -1200 es un sistema de programación automático de vital importancia en las industrias, deberán interactuar los estudiantes y docentes para fomentar el aprendizaje entre la teoría y la práctica desarrollando el control de llenado de un tanque. Con la creación de este módulo didáctico los estudiantes pueden tener a su alcance herramientas para realizar determinadas prácticas como la automatización del llenado de un tanque utilizando el PLC además de ampliar el conocimiento adquirido de los alumnos al manejar este tipo de programación utilizados en las industrias, agricultura ya que le permitirá difundir este conocimiento.

Actualmente el sistema de programación para el monitoreo y control de automatización nos dan las facilidades de tomar decisiones en cuanto a los resultados, el mismo que controla el proceso de llenado de un tanque.

### 4. BENEFICIARIOS DEL PROYECTO

Se pueden identificar dos tipos de beneficiarios: Directos e indirectos.

**Tabla 1:** Beneficiarios del Proyecto

<b>Beneficiarios Directos</b>	<b>Beneficiarios Indirectos</b>
240 alumnos legalmente matriculados en la Carrera de Electromecánica de la Universidad Técnica de Cotopaxi Extensión La Maná	Siete docentes de la Carrera de Electromecánica

**Fuente:** Secretaria Académica Periodo Abril – Agosto 2017

**Elaborado por:** El autor

## **5. PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN**

La tecnología de hoy en día avanza rápidamente se requiere tener pleno conocimiento de las herramientas tecnológicas que se utilizan en esta área, el presente proyecto ofrece un sistema de supervisión y control de llenado de un tanque, orientando el conocimiento en materia automática y control de procesos, vista en la carrera de Ingeniería en Electromecánica, logrando un aprendizaje mucho más objetivo, didáctico y efectivo, actualmente no se han implementado una guía didáctica en los laboratorios en la cual el alumno pueda familiarizarse en este entorno que hoy en día es muy utilizado en este campo y en los sectores agrícolas e industriales.

Debido a que la universidad no consta con este tipo de proyectos en sus laboratorios creemos que es importante el desarrollo de prácticas de automatización a través de un módulo didáctico con el PLC S7-1200 para el control automático de llenado de un tanque y de esta manera los estudiantes podrán entender y estudiar, a través del manual de usuario, el funcionamiento de la programación. En la industria actual es usado bastante este tipo de proyectos muchos más amplios y con más elementos, pero el principio sigue siendo el mismo; este tipo de control minimiza la presencia del personal vigilando el llenado de un tanque, debido a que este tipo de control es más automático por eso son muy usados hoy en día en industria actual. Estas herramientas ofrecen mucha ayuda al estudiante actual y colabora a inmiscuirse más en los procesos industriales vistos hoy en día.

## **6. OBJETIVOS**

### **6.1. Objetivo General**

- Desarrollo de práctica de automatización con un módulo didáctico mediante el PLC SIMATIC S7-1200 para simular el control automático de llenado de un tanque.

### **6.2. Objetivos Específicos**

- Fundamentar teóricamente sobre conceptos y la función que cumple los dispositivos que conforman el módulo didáctico para simular el control automático de llenado de un tanque.

- Conocer la programación necesaria del PLC Simatic S7 – 1200 para simular la variación de presión de un fluido hidráulico.
- Seleccionar los dispositivos y elementos necesarios que garanticen el adecuado funcionamiento de proceso a implementarse.

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

**Tabla 2:** Actividades y Metodologías para los objetivos específicos

Objetivos	Actividad	Resultados de la actividades	Descripción de la actividad
Fundamentar teóricamente sobre conceptos y la función que cumple los dispositivos que conforman el módulo didáctico para simular el control automático de llenado de un tanque	Realizar una investigación de los conceptos de cada uno de los dispositivos a utilizar.	Obtener conocimientos teóricos del funcionamiento de los principales elementos que intervienen en el módulo didáctico para demostrar el teorema de pascal.	Investigar tanto en libros como en medios digitales.
Conocer la programación necesaria del PLC Simatic S7 – 1200 para simular la variación de presión de un fluido hidráulico.	Estudiar el manual del PLC S7- 1200.	Entender la programación que se utilizara para controlar la simulación de variación presión de un fluido hidráulico.	Manual de SIEMENS e Internet.
Seleccionar los dispositivos y elementos necesarios que garanticen el adecuado funcionamiento de proceso a implementarse.	Buscar los diferentes dispositivos a utilizar.	Dispositivos que estén en condiciones adecuadas.	Verificar mediante instrumentos.

Elaborado por: El autor

## 8. FUNDAMENTACIÓN CIENTÍFICO TÉCNICA

### 8.1. Automatización

La automatización es la sustitución de la acción humana por mecanismos, independientes o no entre sí, movidos por una fuente de energía exterior, capaces de realizar ciclos completos de operaciones que se pueden repetir indefinidamente. Un sistema automático supone siempre la

existencia de una fuente de energía, de unos órganos de mando, que son los que ordenan el ciclo a realizar, y de unos órganos de trabajo, que son los que los ejecutan.

Según el grado de automatización puede hablarse de dos niveles completo y parcial. La automatización completa se prefiere en la producción masiva de productos homogéneos en ciclo continuo (botellas de vidrio, fármacos, etcétera), mientras que la automatización parcial es propia de la producción variable y limitada (Cembrados, 2008, pág. 2).

### **8.1.1. Niveles de automatización**

Dentro de la estructura de una empresa, independiente de su naturaleza, los procesos a automatizar son múltiples y variados; la Oficina Nacional de Normas (NBS), con el objetivo de aclarar conceptos, ha definido el modelo de automatización integral de una empresa identificando los diferentes niveles que se pueden encontrar, afín de estructurar e integrar sus fases de producción, diseño y gestión.

**Nivel 0:** En este nivel, se encuentran el conjunto de dispositivos, procesos y equipos en general con los que se realizan las operaciones elementales de producción y control en la planta de producción. En este nivel, también se incluyen los dispositivos de campo que permiten al operador interactuar con el proceso, como son los sensores, las pantallas, los paneles de operador, las alamas, etcétera.

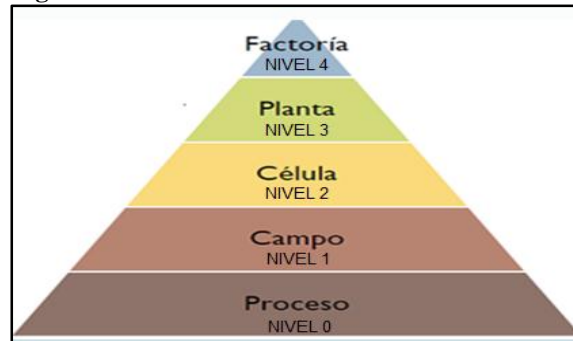
**Nivel 1:** En el siguiente nivel, se encuentran el conjunto de dispositivos lógicos de control, como son los autómatas programables, las tarjetas de control, los ordenadores industriales y cualquier equipo programable orientado al control y a la automatización de procesos.

**Nivel 2:** A este nivel, se asignan las tareas de supervisión y control, como son la adquisición y el tratamiento de datos generales de producción, la monitorización de procesos mediante programas SCADA, la gestión de alarmas y asistencias, el mantenimiento correctivo y preventivo, la programación a corto plazo, el control de calidad, la sincronización de las diferentes células de trabajo en que está dividida la planta y todo el proceso de producción, la coordinación de transporte, el aprovisionamiento de líneas, el seguimiento de lotes, el conseguimiento de órdenes de trabajo, etcétera.

**Nivel 3:** El nivel de planificación tiene como misión la programación de la producción, la gestión de compras, el análisis de los costes de fabricación, el control de inventarios, la gestión de recursos de fabricación, la gestión de calidad y la gestión de mantenimiento.

**Nivel 4:** Es el nivel corporativo, se realizan las tareas de gestión comercial, marketing, planificación estrategia, planificación financiera y administrativa, gestión de recursos humanos, ingeniería de producto, ingeniería de proceso, gestión de tecnología, gestión de sistemas de información, investigación y desarrollo (Guadayol & Medina, 2010, págs. 13-14).

**Figura 1:** Niveles de la automatización



**Fuente:** (Guadayol & Medina, 2010, pág. 14)

### 8.1.2. Tipos de Automatización

La automatización industrial se puede clasificar atendiendo a diferentes criterios. Según la clasificación más extendida, la automatización industrial se agrupo en torno a tres tipos:

- La automatización fija.- es un tipo de automatización empleada cuando el volumen de producción es muy alto. Esta automatización está asociada a la utilización de sistemas lógicos, como son las compuertas lógicas. Se trata de un sistema de operación con secuencias fijas en torno a una configuración de los equipos que lo forman. Actualmente este tipo se ha ido flexibilizando debido a la introducción de distintos elementos programables como los Controladores Lógicos Programables o PLC.
- La automatización programable.- es un sistema de fabricación que dispone de una serie de equipos diseñados para poder modificar la secuencia en las operaciones con el objetivo de adecuarse a la fabricación de distintos productos. Esta adecuación en la producción se realiza mediante un programa.

Se utiliza cuando tenemos un volumen de producción baja y diversidad en la producción. Se aplica en robots industriales y en máquinas con “Control Numérico por Computadora” (CNC).

- La automatización flexible.- nos referimos a una extensión de la automatización programable. Suele constituirse por extensiones de trabajo interconectadas por sistemas de manipulación y almacenamiento de materiales, que son controlados por una computadora. La automatización flexible permite sistemas de fabricación donde se pueden modificar tanto los programas como la relación entre los elementos. Es adecuada para una producción de tipo medio (Ruiz, 2012, pág. 15).

### **8.1.3. Ventajas de la automatización**

Existen numerosas ventajas como por ejemplo:

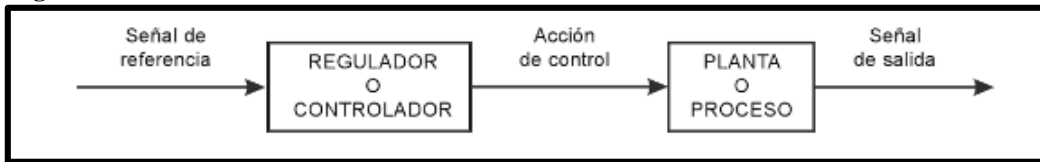
- Asegurar el funcionamiento y repetitividad de maniobras y operaciones.
- Facilitar y simplificar el manejo de los procesos productivos.
- Reducir el número de averías, y si se producen, repararlas lo más pronto posible.
- Mejorar el nivel de seguridad del usuario.
- Controlar las instalaciones y procesos de fabricación con la finalidad de obtener datos.
- Facilitar la gestión y la planificación de la producción (SOLBES R. , 2014, pág. 17).

## **8.2. Clasificación de los Sistemas de Control**

Los sistemas de control manipulan de alguna manera una o varias entradas (acción de control) para influenciar en el comportamiento de una o más salidas y, así poder controlarlo y predecirlo, con independencia de las perturbaciones que ataquen al sistema. Los sistemas de control automático se clasifican dependiendo del criterio elegido, como puede ser la forma en la que procesan la información, la dependencia con el tiempo, la linealidad de los componentes, las señales que tratan etcétera (VALDIVIA, 2012, pág. 13).

### **8.2.1. Sistemas de control en lazo abierto**

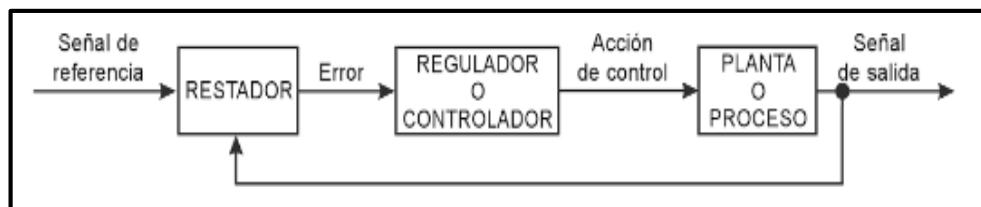
Son aquellos que actúan sobre la planta o el proceso sin considerar el valor de la señal de salida, esto es, la salida no se compara con la entrada. En estos casos, la salida no se utiliza como señal de retroalimentación; por tanto, para cada entrada de referencia corresponde una condición de operación

**Figura 2:** Sistemas de control en lazo abierto

Fuente: (VALDIVIA, 2012, pág. 13)

### 8.2.2. Sistemas de control en lazo cerrado

En los sistemas de control de lazo cerrado, la señal de salida se compara con la señal de referencia para obtener una señal de error. La señal de error obtenida entra al regulador o controlador para que este actúe sobre la planta o el proceso y reducir el error, llevando la salida del sistema al valor deseado (VALDIVIA, 2012, pág. 13).

**Figura 3:** Sistemas de control el lazo cerrado

Fuente:(VALDIVIA, 2012, pág. 13)

### 8.2.3. El sistema binario

El sistema binario, en matemáticas, es un sistema de numeración en el que los números se representan utilizando solamente las cifras cero y uno (0 y 1). Una variable ha, es una variable binaria, también llamada booleana, si toma únicamente dos valores perfectamente diferenciados, que simbólicamente se designan por 0 y 1. Estos símbolos se pueden asociar a los términos: si-no, todo –nada, abierto- cerrado, tensión alta- baja, accionado- no accionado.

Existen un gran número de dispositivos eléctricos, electrónicos, neumáticos o magnitudes físicas que tienen dos estados posibles claramente definidos, a los que se le asigna los valores 0 y 1, pudiéndose aplicar las leyes del álgebra de Boole (álgebra especial para el sistema binario). Un contacto eléctrico se puede representar por la letra a, teniendo dos estados posibles: abierto y cerrado (RUIZ & MOLINA, 2010, pág. 205).



#### **8.2.4. Los sistemas lógicos**

En electrónica digital, un dígito binario (1 o 0) se denomina bit. Un bit se caracteriza por dos niveles de tensión. Si la tensión más positiva se considera el nivel 1, se dice que este sistema emplea lógica positiva. En caso contrario se considera un sistema lógico negativo (RUIZ & MOLINA, 2010, pág. 206).

#### **8.3. Controlador Lógico Programable**

Un controlador lógico programable (PLC) es una forma especial de controlador basado en procesador que usa una memoria programable para almacenar instrucciones e implementar funciones tales como: lógica, secuenciación, temporizaciones, conteo y aritmética; con el objetivo de controlar máquinas y procesos, son diseñados para operar por ingenieros con conocimiento limitado de computadoras y lenguajes de computación.

Los PLCs son optimizados para tareas de control y el entorno industrial, por tanto, son:

- Robustos y diseñados para recibir vibraciones, temperaturas, humedad y ruido.
- Son fáciles de programar y tienen un lenguaje de programación fácil de comprender el cual principalmente concierne con operaciones lógicas y de conmutación.
- La arquitectura hardware de PLC consiste de una CPU para el control de cálculos; memoria operativa para datos temporales, memoria del programa, convertidor A/D Y D/A como interfaces con los valores del proceso, un bus interno de datos para el intercambio de datos, y un paquete robusto para ambientes severos, incluyendo vibraciones

El autómata programable industrial, por sus especiales características de diseño, tiene un campo de aplicación muy extenso. La constante evolución del hardware y software amplía constantemente este campo para poder satisfacer las necesidades que se detectan en el espectro de sus posibilidades reales.

Su utilización se da fundamentalmente en aquellas instalaciones en donde es necesario un proceso de maniobra, control, señalización, etcétera.; por tanto, su aplicación abarca desde procesos de fabricación industrial, de cualquier tipo, a transformaciones industriales, control de instalaciones, etcétera.

Sus reducidas dimensiones, la extremada facilidad de su montaje, la posibilidad de almacenar los programas para su posterior y rápida utilización, la modificación o alteración de los mismos, entre otros, hacen que su eficacia se aprecie fundamentalmente en procesos en que se requiera. Algunos ejemplos de aplicaciones generales con Autómatas Programables son los siguientes:

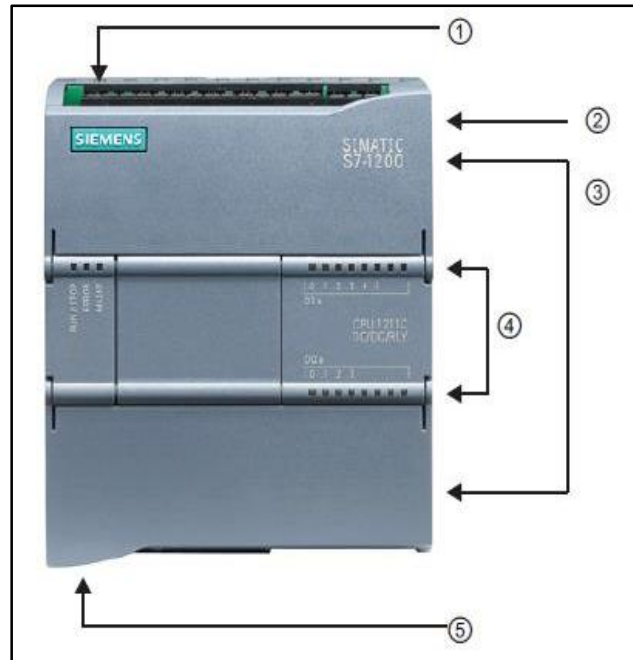
- Maniobras de máquinas.
- Maquinaria industrial de plástico.
- Maquinaria de dosificación y embalaje de piezas.
- Maniobra de instalaciones:
- Señalización y control: Chequeo de programas.
- Señalización de estado de procesos.

#### **8.4. Controlador Lógico Programable PLC S7- 1200**

El controlador lógico programable (PLC) S7-1200 ofrece la flexibilidad y la capacidad de controlar una gran variedad de dispositivos para las distintas tareas de automatización. Gracias a su diseño compacto, configuración flexible y amplio juego de instrucciones, el S7-1200 es idóneo para controlar una gran variedad de aplicaciones. La CPU incorpora un microprocesador, una fuente de alimentación integrada, así como circuitos de entrada y salida en una carcasa compacta, conformando así un potente PLC una vez cargado el programa en la CPU, esta contiene la lógica necesaria para vigilar y controlar los dispositivos de la aplicación. La CPU vigila las entradas y cambia el estado de las salidas según la lógica del programa de usuario, que puede incluir lógica booleana, instrucciones de conteo y temporización, funciones matemáticas complejas, así como comunicación con otros dispositivos inteligentes.

##### **8.4.1. Partes del PLC S7-1200**

- 1.- Conector de corriente
- 2.- Ranura para la tarjeta de memoria (debajo de la tapa superior)
- 3.- Conectores extraíble 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)

**Figura 4:** Partes del PLC S7-1200

**Fuente:** <https://w5.siemens.com/spain/web/es/industry/automatizacion/simatic/Documents/S71200MANUAL%20DEL%20SISTEAF>

### 8.4.2. Memoria

Hasta 50 KB de memoria de trabajo en el controlador, con libre configuración del tamaño de memoria de programa y de datos de usuario. Además, el controlador posee hasta 2 MB de memoria de carga integrada y 2 KB de memoria de datos remanente. Con la SIMATIC Memory Card opcional pueden transferirse fácilmente programas a varias CPU. La tarjeta también puede utilizarse para guardar diversos archivos o para actualizar el firmware del controlador.

### 8.4.3. Diseño escalable y flexible

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

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

#### 8.4.4. Módulos de comunicación

La gama S7-1200 provee módulos de comunicación (CMs) que ofrecen funciones adicionales para el sistema. Hay dos módulos de comunicación, a saber: RS232 y RS485.

- La CPU soporta como máximo 3 módulos de comunicación
- Todo CM se conecta en lado izquierdo de la CPU (o en lado izquierdo de otro CM)

#### 8.4.5. Interfaz Profinet Integrada

El PROFINE TIO- CONTroller posibilita la conexión de equipos PROFINET. La interfaz PROFINET integrada puede usarse indistintamente para la programación o la comunicación HMI o de CPU a CPU. Además permite la comunicación con otros equipos de otros de otros fabricantes mediante protocolos abiertos de Ethernet

#### 8.4.6. Funciones de la Interfaz

Entradas de alta velocidad.- el nuevo controlador SIMATIC S7-1200 posee hasta 6 controladores de alta velocidad. Hay tres entradas de 100 KHz y otras tres de 30 KHz perfectamente integradas para funciones de contaje y medición

#### 8.4.7. CPU 1212C

**Tabla 3:** Características del 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 imagen de proceso	Entrada (I)	1024 bytes
	Salida (Q)	1024 bytes
Áreas de marcas (M)		4096 bytes
Ampliación con módulo de señales (SM)		2
Signal board (SB) o placa de comunicación (SB)		1
Módulo de comunicación (CM) (ampliación en el lado izquierdo)		3

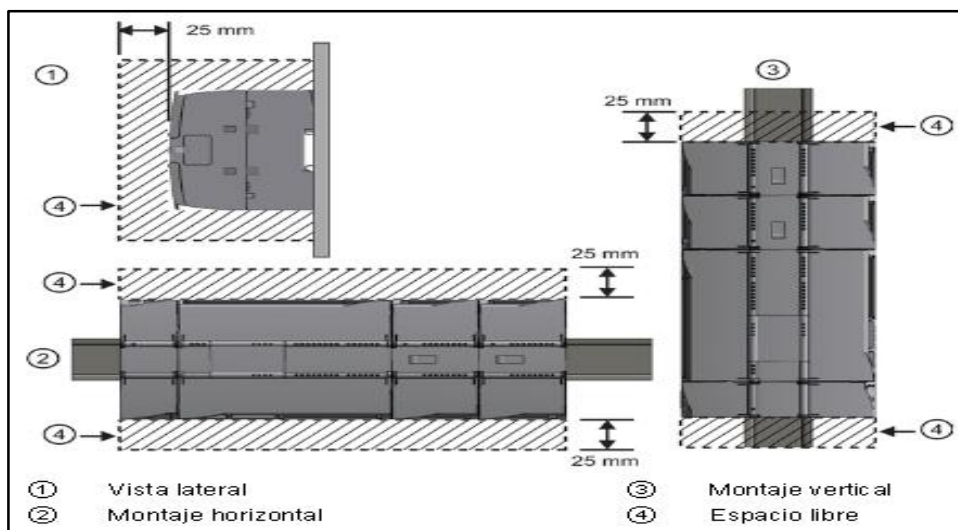
Contadores rápidos	Total	4
	Fase simple	3 a 100 KHz / 1 a 30KHz
	Fase cuadratura	3 a 80 KHz / 1 a 20 KHz
Generador de impulsos		2
Memory card		Memory card (opcional)
Tiempo de respaldo del reloj de tiempo real		Típico 10 días / 6 días a 40 °C
PROFINET		1 puerto de comunicación Ethernet
Velocidad de ejecución de funciones matemáticas con números reales		18 $\mu$ s / instrucción
Velocidad de ejecución booleana		0.1 $\mu$ s / instrucción

Fuente: Manuel del fabricante

#### 8.4.8. Dimensiones de montaje

Al planificar la disposición del sistema S7- 1200, prevea espacio suficiente para el cableado y la conexión de los cables de comunicación.

Figura 5: Dimensiones de montaje del equipo S7-1200



Fuente: Manuel del fabricante

### 8.5. Pantalla Interface Hombre Máquina (HMI)

Se conoce como elemento de dialogo hombre-máquina (Human Machine Interface en inglés) a todos los elementos que proporcionan información al operario, así como los que permiten que

el operario de órdenes a la máquina. Es decir que son los elementos que permiten el “diálogo” entre el operario y la máquina.

Por supuesto en este aparato se podrían incluir los interruptores y pulsadores e accionamiento manual, siempre que se utilicen para el manejo de la máquina.

Actualmente, la mayoría de máquinas complejas dispone de HMI de tipos electrónicos, como pantalla táctiles y teclados alfanuméricos, puesto que permiten aumentar el control y la información obtenida, así como ahorran costes y evitar averías, puesto que un panel lleno de pulsadores y cables tiene muchas más posibilidades de fallar por desgastes. Además, se han reducido muchos los costos de la electrónica, lo que permite instalar una pantalla táctil por un precio menor al de un puñado de pulsadores. Fuente especificada no válida.

En muchos casos, es posible mejorar aún más el funcionamiento de máquinas o aplicaciones sencillas, recurriendo a elementos adicionales para la visualización. Los paneles de la gama SIMATIC HMI Basic Panels y su funcionalidad básica permiten obtener un potencial de rentabilidad que abre la puerta a nuevas posibilidades para unas soluciones de automatización creativas. Los paneles de la gama SIMATIC HMI Basic Panels ofrecen pantallas táctiles gráficas de alto contraste, con teclas de función táctiles, funcionalidad básica de red y comunicación homogénea, características todas que los hacen perfectos para las aplicaciones del nuevo SIMATIC S7-1200.

**Figura 6:** Pantalla touch



**Fuente:** El autor

## 8.6. Software de programación STEP 7

STEP7 ofrece un entorno confortable que permite desarrollar, editar y observar la lógica del programa necesaria para controlar la aplicación, incluyendo herramientas para gestionar y

configurar todos los dispositivos del proyecto, tales como controladores y dispositivos HMI. Para poder encontrar la información necesaria, STEP 7 ofrece un completo sistema de ayuda en pantalla.

- KOP (esquema de contactos) es un lenguaje de programación gráfico. Su representación es similar a los esquemas de los circuitos.
- FUP (diagrama de funciones) es un lenguaje de programación que se basa en los símbolos lógicos empleados en el álgebra booleana.
- SCL (Structured Control Language) es un lenguaje de programación de alto nivel basado en texto.

Al crear un bloque lógico, se debe seleccionar el lenguaje de programación que empleara dicho bloque. El programa de usuario puede emplear boques lógicos creados con cualquiera de los lenguajes de programación.

## **8.7. Control industrial**

En el circuito de mando se establece la lógica del automatismo mediante cables conductores, incluyéndose los dispositivos que reciben información de los diferentes elementos captadores. El circuito de mando debe establecerse para que sea capaz de proporcionar un control sobre la maquina (circuito de potencia y, en su diseño, es muy importante considerar que lo prioritario es mantener la integridad de los operarios que interactúan con mandos de control manual. Generalmente, los circuitos de mando se establecen a cierta distancia de los circuitos de potencia. Esto evita que los operarios tengan que hacer desplazamientos innecesarios en el control de proceso.

El principio de funcionamiento de los circuitos de mando se puede asemejar al de una computadora o un PC, ya que, una vez activados esperan a que se produzca un evento o que se le asigne una orden.

Respecto a los elementos que forman parte de un circuito de mando se pueden destacar:

- Elementos de protección tales como fusibles e interruptores térmicos.
- Elementos de accionamiento/parada manual como pulsadores (marcha y paro).

- Controladores programables (PLC's. etcétera).
- Sensores.
- Otros elementos: temporizadores, elementos señalizadores (lámparas), relés, etcétera

### 8.7.1. Los sensores de proximidad

El sensor, también llamado transductor o captador es un dispositivo capaz de transformar una magnitud física en una magnitud eléctrica. Por ejemplo un sensor de temperatura, de presión, de presencia, etcétera.

Los detectores de proximidad revelan la presencia de un elemento dentro de su campo de acción entre el sensor y el elemento a detectar no existe un contacto físico, con lo que no existe un desgaste al no haber piezas en movimiento.

- **Sensores de proximidad inductivos.-** Es un sensor de presencia que se emplea principalmente para la detección de materiales metálicos. Funciona a base de generar un campo electromagnético alterno mediante una bobina delante de una cara sensible o activa y con una frecuencia alta (entre 100 y 500 Hz) mediante un oscilador. Cuando un objeto metálico se sitúa dentro de su campo de detención, se inducen unas corrientes parasitas en él. El resultado es una reducción en la amplitud de oscilación e incluso su bloqueo. Un circuito de control detecta esta reducción, activando la salida.
- **Sensores de proximidad capacitivos.-** Los sensores de proximidad de tipo capacitivo son de aspecto similar a los de tipo inductivo. En este caso, en vez de crear un campo electromagnético crea un campo electrostático. Se basan en funcionar de manera similar al condensador. La cara activa del sensor actúa como una de las placas del condensador y la otra placa se considera tierra. Entre ambos se encuentran el dieléctrico, que es el aire. Cuando un objeto se sitúa en el campo de detección se modifica el dieléctrico y de esta manera el circuito de control lo detecta y actúa sobre la salida.

### 8.7.2. Sensores para detectar el nivel de un líquido

Sensor capacitivo. Se tiene un condensador sumergido en el líquido, de tal manera que el dieléctrico sea el propio líquido o el aire sobre este. Es función del nivel del líquido variara la



capacidad del condensador. Método común para medir el nivel de combustible en aviación. Sensor Óptico (foto detector difuso). Se coloca la foto detectora sobre el dispositivo, el cual emite un haz de luz infrarroja. Cuando el líquido este suficientemente cerca del captador, este emitirá un pulso, depósito lleno.

### **8.7.3. Interruptor de posición**

El interruptor de posición, también llamada final de carrera es un dispositivo electromecánico, similar a los interruptores, el cual se acciona de manera mecánica por el contacto de un objeto móvil sobre él. Se emplea para detectar la posición concreta y definida de un objeto que se desplaza por una trayectoria fija y conocida.

## **8.8. Contactor**

El contactor es un dispositivo de conexión y desconexión de circuito de fuerza, utilizando en prácticamente la totalidad de las instalaciones de automatismos industriales para controlar la apertura o cierre de la alimentación eléctrica hacia los receptores terminales de los circuitos.

Se trata de un componente de mando automático, dado que ningún operario de las instalaciones interactúa u opera directamente sobre este dispositivo. La apertura y cierre que ofrece el contactor se realiza a través de una bobina (electroimán), situada en el circuito de maniobra asociado al automatismo que se desea controlar. Cuando el electroimán recibe alimentación eléctrica, los contactores del contactor que permanecían abiertos en estado de reposo (los del circuitos de fuerza y los auxiliares correspondientes) se cierran, permitiendo el paso de la corriente. Por otro lado, los contactores del contactor que permanecía cerrados (de tipo auxiliar fundamentalmente) se abrirán. Esta situación se mantendrá así mientras la bobina del contactor siga estando conectada.

## **8.9. Pulsador**

Se caracterizan porque una vez activados, únicamente se mantienen en este estado mientras dure la presión sobre su superficie. En el momento que se deja de presionar un pulsador, este vuelve a su estado de reposo. Son, sin lugar a duda, los dispositivos de maniobra más utilizados en los circuitos de mando de las instalaciones de automatismos industriales.

### 8.10. Bornes de conexión

Son los elementos de fijación del cableado de entrada y salida del cuadro eléctrico. Existen varios métodos de conexión, principalmente a tornillo o a presión. Los bornes que se emplean en los cuadros de automatismos tienen un lateral descubierto que se debe tapar en su último terminal por medio de una tapa. (control, 2014, pág. 46)

## 9. VALIDACIÓN DE LAS PREGUNTAS CIENTÍFICAS O HIPÓTESIS

¿De qué manera influirá en los estudiantes el desarrollo de prácticas de automatización a través de un módulo didáctico con el PLC S7-1200 para el control automático de llenado de un tanque?

**¿Resultados “desarrollo de prácticas de automatización a través de un módulo didáctico con el PLC S7-1200 para el control automático de llenado de un tanque”?**

Para verificar el desarrollo del proyecto se optó para realizar un modelo de encuestas que permitió constatar el nivel de satisfacción que proporciono el desarrollo de módulo didáctico (Anexo).

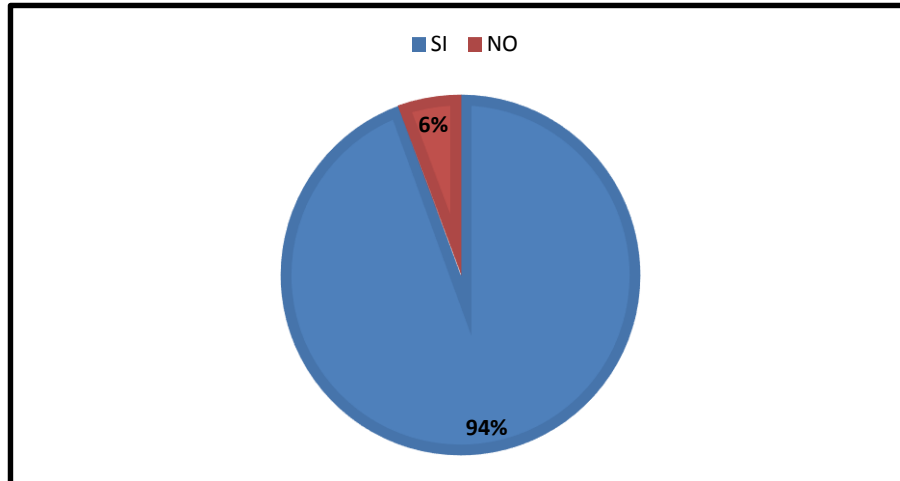
**¿Considera usted que el desarrollo de un módulo de prácticas de automatización a través de un módulo didáctico con el PLC s7-1200 para el control automático de llenado de un tanque, permitirá mejorar el nivel académico?**

**Tabla 4:** El desarrollo de un módulo didáctico permitirá mejorar el nivel académico

Opciones	Frecuencia	Porcentaje
SI	135	56%
NO	105	44%
<b>TOTAL</b>	240	100%

Elaborado por: El autor

**Figura 7:** El desarrollo de un módulo didáctico permitirá mejorar el nivel académico



Fuente: Encuestas  
Elaborado por: El autor

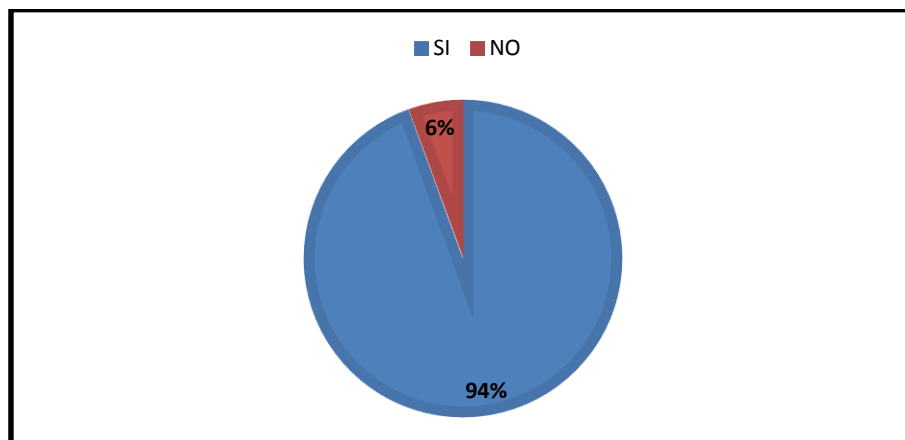
**¿Considera usted que el desarrollo de prácticas de automatización a través de un módulo didáctico con el PLC S7-1200 para el control automático del llenado de un tanque, mejoró el nivel académico de los estudiantes?**

**Tabla 5:** El desarrollo de un módulo didáctico mejoró el nivel académico

Opciones	Frecuencia	Porcentaje
SI	225	94%
NO	15	6%
TOTAL	240	100%

Fuente: Encuesta  
Elaborado por: El autor

**Figura 8:** El desarrollo de un módulo didáctico mejoró el nivel académico



Fuente: Encuestas  
Elaborado por: El autor

## Análisis e interpretación

Inicialmente 135 estudiantes (56%) mencionaron que contar con el desarrollo de un módulo con el PLC S7-1200 para simular el control automático de llenado de un tanque si mejorara el nivel de los estudiantes, después de la implementación 225 estudiantes (94%) mencionaron que se mejoró el nivel académico de los estudiantes, es decir que hubo un incrementación del (38%) que manifestaron que el espacio físico donde se encuentra el módulo didáctico permitió desarrollar practicas lo que ayudo a reforzar los conocimientos teóricos a los estudiantes .

### 9.1 Comprobación de la hipótesis

Para el cálculo de la Hipótesis General se utilizó las siguientes herramientas.

1. La estadísticas inferencial
2. El Chi-cuadrado: este análisis se realizó desde fundamentos con las encuesta pre y post el desarrollo de práctica de automatización a través de un módulo didáctico con el PLC S7-1200 para el control automático de llenada de un tanque.

#### Formula:

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

$\chi^2_{\text{Calculo}} > \chi^2_{\text{tabla}}$  = Se rechaza la hipótesis  $H_0$  (dependencia entre las variables)

$\chi^2_{\text{Prueba}} < \chi^2_{\text{tabla}}$  = Aceptar hipótesis nula  $H_0$  (independencia entre las variables)

### 9.2. Comprobación de la Hipótesis General

El desarrollo de prácticas de automatización a través de un módulo didáctico con el PLC S7-1200 para el control automático de llenado de un tanque, mejorara el nivel académico de los estudiantes.

Para la comprobación de la Hipótesis General se utilizó una pregunta de las encuestas realizadas a los estudiantes como referencia para el cálculo.

**PASO 1:** Establecer la Hipótesis Nula y la Hipótesis Alternativa

**Hipótesis Nula ( $H_0$ )**

El desarrollo de prácticas de automatización a través de un módulo didáctico con el PLC S7-1200 para el control automático de llenado de un tanque. No permitirá el nivel académico de los estudiantes.

**Hipótesis Alternativa ( $H_1$ ):**

El desarrollo de prácticas de automatización a través de un módulo didáctico con el PLC S7-1200 para el control automático de llenado de un tanque. Si permite mejorar el nivel académico de los estudiantes.

**PASO 2:** Determinación de los valores Observados y Esperados

**Nivel de significación:**  $\alpha = 0,05$

Se obtuvo los siguientes resultados luego de tabular las encuestas de los 185 estudiantes que se realizó la encuesta los resultados obtenidos son los valores Observados.

**Tabla 6:** Valores Observados Hipótesis General

<b>VALORES OBSERVADOS</b>			
	<b>ANTES</b>	<b>DESPUES</b>	<b>TOTAL</b>
<b>SI</b>	<b>135</b>	<b>225</b>	<b>360</b>
<b>NO</b>	<b>105</b>	<b>15</b>	<b>120</b>
<b>TOTAL</b>	<b>240</b>	<b>240</b>	<b>480</b>

**Fuente:** encuestas  
**Elaborado por:** El autor

**Tabla 7:** Valores Esperados Hipótesis General

<b>VALORES OBSERVADOS</b>			
	<b>ANTES</b>	<b>DESPUES</b>	<b>TOTAL</b>
<b>SI</b>	135	225	360
<b>NO</b>	105	15	120
<b>TOTAL</b>	240	240	480

Fuente: encuestas

Elaborado por: El autor

Una vez obtenido los Valores Esperados el siguiente paso es detener el valor de  $\chi^2$  calculado para lo cual se aplica la siguiente ecuación.

$$\chi^2 = \sum_{i=1}^r \sum_{j=1}^k \frac{(O_{ij} - E_{ij})^2}{E_{ij}} = \chi^2 \text{ calculado} = 90$$

Determinar el valor de  $\chi^2$  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:

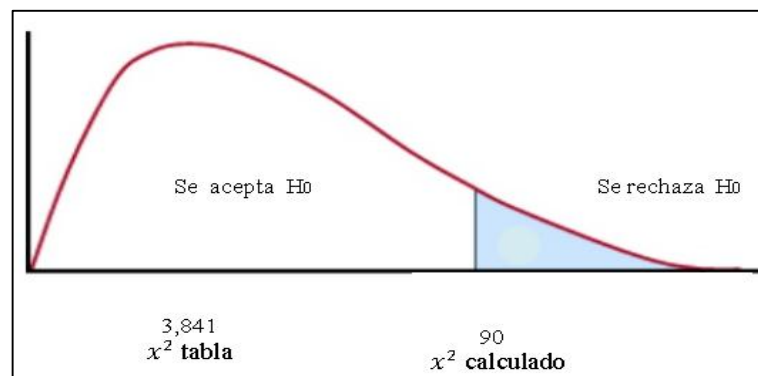
gl=1

Por lo tanto buscando en la tabla de chi cuadrado en el anexo N° 5 el valor para  $\chi^2$  tabla  
 $\chi^2$  tabla = 3,841

**Resultados obtenidos:**

$\chi^2$  Calculado = 13.3929 >  $\chi^2$  tabla = 3,84 Se rechaza la hipótesis nula  $H_0$

$\chi^2$  Calculado = 90 >  $\chi^2$  tabla = 3,84

**Figura 9:** Distribución del chi cuadrado

Elaborado por: El autor

**Análisis:**

De acuerdo a los datos obtenidos en el cálculo del chi cuadrado de la tabla y el chi cuadrado calculado podemos llegar a la conclusión.

Por lo tanto 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 de un módulo didáctico con el PLC S7-1200 para el control automático de llenado de un tanque. Si permitirá mejorar el nivel académico de los estudiantes, con nivel de significancia del 5% en la prueba de chi cuadrado.

**10. METODOLOGÍAS Y DISEÑO EXPERIMENTAL****10.1. Investigación de Campo**

Según (LÓPEZ, 2010, pág. 88), define: “La Investigación de campo consiste en la recolección de datos directamente de la realidad donde ocurren los hechos, sin manipular o controlar las variables. Estudia los fenómenos sociales en su ambiente natural. El investigador no manipula variables debido a que esto hace perder el ambiente de naturalidad en el cual se manifiesta.

Según (SÁNCHEZ, 2014, pág. 141) “Es una técnica de acopio de datos, que consiste en registrar el comportamiento del grupo o individuos y recolectar sus necesidades” Técnica que a través de los sentidos permite captar la situación de los estudiantes, tiene como objetivo recolectar información sobre los aspectos de mayor interés para su posterior análisis e interpretación, con la finalidad de llegar a conclusiones valideras para una adecuada toma de decisiones.

**10.2. Investigación Bibliográfica-Documental**

Es aquella búsqueda en documentos escritos o narrados por expertos en el tema sobre el cual queremos conocer más. Al recopilar la información obtenida en ellos, se pueden comenzar a analizar de forma tal, que podamos determinar hacia dónde nos orienta la información que hayamos, es decir, si necesitamos profundizar más hacia un tema en específico, si hay algún tema nuevo sobre el cual podemos comenzar a indagar. (Lisi, 2012).

Según el autor (LÓPEZ, 2010, pág. 87), define: “el diseño bibliográfico, se fundamenta en la revisión sistemática, rigurosa y profunda del material documental de cualquier clase. Se procura

el análisis de los fenómenos o el establecimiento de la relación entre dos o más variables. Cuando opta por este tipo de estudio, el investigador utiliza documentos, los recolecta, selecciona, analiza y presenta resultados coherentes.”

### **10.3. Métodos de Investigación**

#### **10.3.1. El método inductivo**

Conjuntamente con el anterior es utilizado en la ciencia experimental. Consiste en basarse en enunciados singulares, tales como descripciones de los resultados de observaciones o experiencias para plantear enunciados universales, tales como hipótesis o teorías. Ello es como decir que la naturaleza se comporta siempre igual cuando se dan las mismas circunstancias, lo cual es como admitir que bajo las mismas condiciones experimentales se obtienen los mismos resultados, base de la repetitividad de las experiencias, lógicamente aceptado. (Cegarra Sánchez, 2012).

#### **10.3.2. El método deductivo**

Permite inferir nuevos conocimientos o leyes aún no conocidas. Este método consiste en inducir una ley y luego deducir nuevas hipótesis como consecuencia de otras más generales. El método deductivo parte los datos generales aceptados como valederos, para deducir por medio del razonamiento lógico, varias suposiciones, es decir: parte de verdades previamente establecidas como principios generales, para luego aplicarlo a casos individuales y comprobar así su validez. El razonamiento deductivo constituye una de las principales características del proceso de enfoque cuantitativo de la investigación. (Carvajal, 2013).

### **10.4. Técnicas de Investigación**

#### **10.4.1. La Entrevista**

Es una técnica para obtener datos que consisten en un diálogo entre dos personas: El entrevistador "investigador" y el entrevistado; se realiza con el fin de obtener información de parte de este, que es, por lo general, una persona entendida en la materia de la investigación. La entrevista es una técnica antigua, pues ha sido utilizada desde hace mucho en psicología y,



desde su notable desarrollo, en sociología y en educación. De hecho, en estas ciencias, la entrevista constituye una técnica indispensable porque permite obtener datos que de otro modo serían muy difíciles conseguir. (Galvez., 2013).

#### 10.4.2. La Encuesta

La encuesta es una técnica destinada a obtener datos de varias personas cuyas opiniones impersonales interesan al investigador. Para ello, a diferencia de la entrevista, se utiliza un listado de preguntas escritas que se entregan a los sujetos, a fin de que las contesten igualmente por escrito. Es una técnica que se puede aplicar a sectores más amplios del universo, de manera mucho más económica que mediante entrevistas. Varios autores llaman cuestionario a la técnica misma. (Galvez., 2013).

#### 10.5. Diseño experimental

**Tabla 8:** Técnicas e instrumentos

Nº	TÉCNICAS	INSTRUMENTOS
1	Encuestas	Cuestionario
2	Entrevistas	Test

**Elaborado por:** El autor

**Tabla 9:** Diseño experimental

Agente y/o Tecnologías	Técnicas, espacios de trabajo y difusión	Población	Cantidad Total
Población	Encuesta	240	240
Docentes	Entrevista	7	7
<b>TOTAL</b>		247	

**Elaborado por:** El autor

#### 10.6. Población

El universo que se tomó en consideración para la realización de las encuestas fueron los 240 estudiantes de la Carrera de Electromecánica de la Universidad Técnica de Cotopaxi Extensión La Maná.

## **11. ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS**

Para la instalación, ubicación y conexión de los componentes en el módulo didáctico se ha utilizado importantes recomendaciones para satisfacer la aplicación y asegurar un correcto funcionamiento. El módulo que hemos desarrollado contiene los elementos necesarios para el aprendizaje, manejo, adiestramiento y desarrollo de proyectos de automatización de procesos industriales con la utilización de Controladores Lógicos Programables (PLCs) y Pantallas Táctiles para el Interfaz Hombre Máquina (HMI).

### **11.1. Construcción del módulo**

La estructura metálica está construida de acero galvanizado y posteriormente pintado mediante procedimiento conocido como pintura anticorrosiva garantizando de esta forma una protección eficaz contra la corrosión, oxidación y también para garantizar una superficie lisa del módulo. La placa posterior e inferior del módulo es desmontable con el fin de facilitar el montaje e instalación de los componentes, además para facilitar el acceso cuando se realicen pruebas o localización de averías en cables y componentes.

### **11.2. Componentes del módulo**

El módulo está compuesto por los siguientes elementos:

- PLC S7-1200, CPU 1214C, AC/DC/RLY.
- Simatic Step 7 Basic V11 Sp2.
- Fuente de Poder Logo Power2 de Siemens.
- Compact Switch Module CSM 1277.
- Elementos de maniobra: Pulsadores, interruptores, botonera de parada de emergencia.
- Accesorios: Borneras, raíl DIN, fusibles, breakers, lámparas tipo botón, etc.

### **11.3. Datos Técnicos de los Equipos**

Los datos técnicos son dotados por los fabricantes de los equipos los cuales brindan información importante para la instalación de los equipos que forman parte del modular de simulación. Los datos técnicos a continuación son los del PLC Simatic S7-1200 y del software Simatic Step 7 Basic V11 SP2.

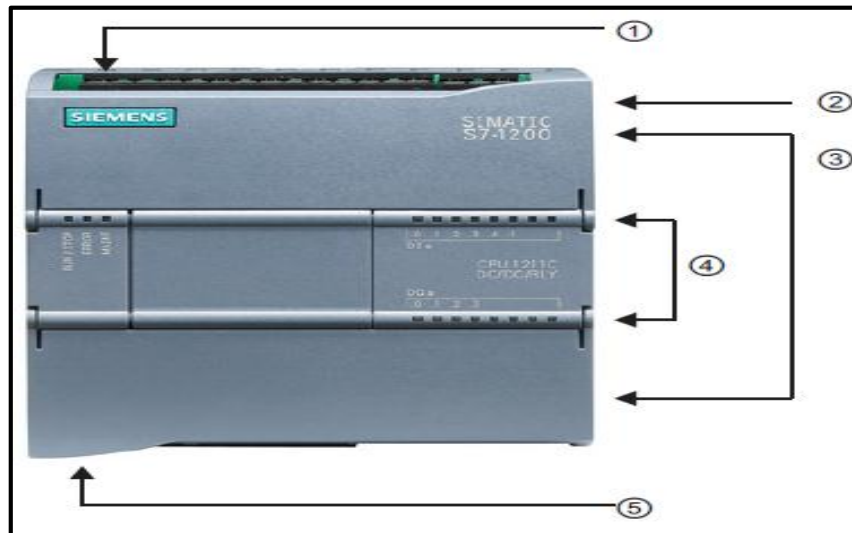
#### 11.4. PLC Simatic S7-1200

El controlador compacto Simatic S7-1200 es el modelo modular y compacto para pequeños sistemas de automatización que requieran funciones simples o avanzadas para lógica, HMI o redes. Gracias a su diseño compacto, su bajo coste y sus potentes funciones, los sistemas de automatización S7-1200 son idóneos para controlar tareas sencillas. El controlador S7-1200 compacto incluye:

- PROFINET incorporado
- E/S rápidas aptas para el control de movimiento, entradas analógicas integradas para minimizar el espacio requerido y excluir la necesidad de E/S adicionales, 2 generadores de impulsos para aplicaciones de ancho de impulso y hasta 6 contadores rápidos
- E/S integradas en los módulos CPU que ofrecen entre 6 y 14 entradas y entre 4 y 10 salidas
- Módulos de señales para DC, relé o E/S analógicas amplían el número de E/S, mientras que las innovadoras Signal Boards integradas en el frontal de la CPU proporcionan entradas y salidas adicionales.

El controlador S7-1200 ofrece la flexibilidad y potencia necesarias para controlar una gran variedad de dispositivos para las distintas necesidades de automatización. Gracias a su diseño compacto, configuración flexible y amplio juego de instrucciones, el S7-1200 es idóneo para controlar una gran variedad de aplicaciones. La CPU incorpora un microprocesador, una fuente de alimentación integrada, circuitos de entrada y salida, PROFINET integrado, E/S de control de movimiento de alta velocidad y entradas analógicas incorporadas, todo ello en una carcasa compacta, conformando así un potente controlador. Una vez cargado el programa en la CPU, ésta contiene la lógica necesaria para vigilar y controlar los dispositivos de la aplicación.

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).

**Figura 10:** Componentes de un enlace de datos

Fuente: Manual del Fabricante

**Tabla 10:** Características del 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 imagen de proceso	Entrada (I)	1024 bytes
	Salida (Q)	1024 bytes
Área de marcas (M)		4096 bytes
Ampliación con módulo de señales (SM)		2
Signal board (SB) o placa de comunicación (CB)		1
Módulo de comunicación (CM) (ampliación en el lado izquierdo)		3
Contadores 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 Ethernt

Velocidad de ejecución de funciones matemáticas con números reales		18 $\mu$ s/ instrucción
Velocidad de ejecución booleana		0.1 $\mu$ s/ instrucción

Fuente: Manual del Fabricante

**Tabla 11:** Dimensiones de montaje

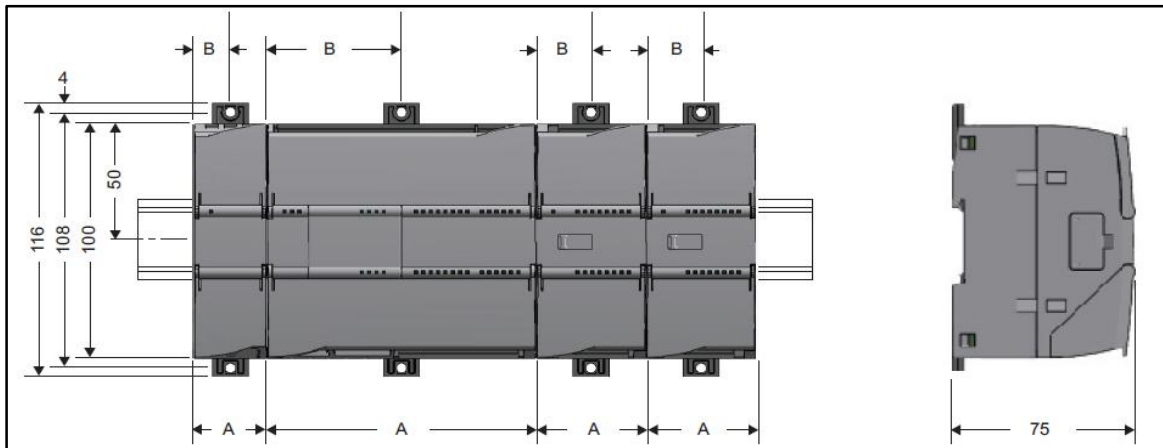
Dispositivos S7-1200		Ancho A	Ancho B
CPU	1212C	90mm	45mm
Módulos de señales	Digital de 8 y 16 E/S, analógico de 2, 4 y 8 E/S, termopar de 4 y 8 E/S, RTD de 4 E/S	45mm	22.5mm
	Analógico de 16 E/S, RTD de 8 E/S	70mm	35mm
Interfaces de comunicación	CM 1241 RS232, CM 1241 RS485	30mm	15mm
	CM 1243-5 PROFIBUS maestro, CM 1242-5 PROFIBUS esclavo	30mm	15mm
	CP 1242-7 GPRS	30mm	15mm
	Teleservice adapter IE Basic	30mm	15mm

Fuente: Manual del Fabricante

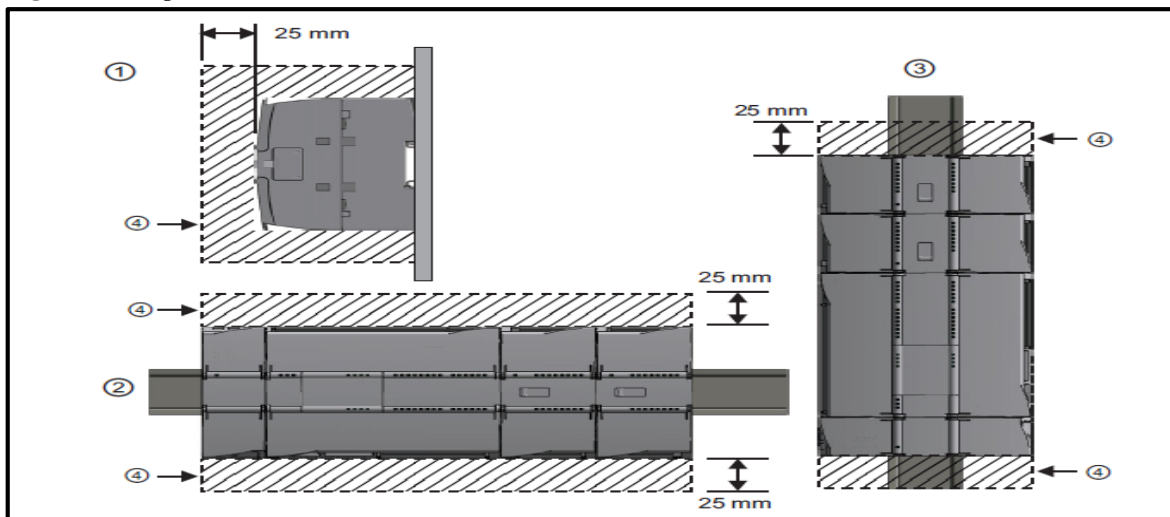
El PLC S7-1200 ha sido diseñado para un fácil montaje. Tanto montado sobre un panel como sobre un perfil DIN normalizado, su tamaño compacto permite optimizar el espacio. Cada CPU, SM, CM y CP admite el montaje en un perfil DIN o en un panel. Se utilizó los clips del módulo previstos para el perfil DIN para fijar el dispositivo al perfil. Estos clips también pueden extenderse a otra posición para poder montar la unidad directamente en un panel.

A la hora de planificar una instalación se debe tomar las siguientes directrices:

- Alejar los dispositivos de fuentes de calor, alta tensión e interferencias.
- Procurar espacios suficientes para la refrigeración y el cableado, es preciso disponer de una zona de disipación de 25mm por encima y por debajo de la unidad para que el aire pueda circular libremente.

**Figura 11:** Dimensiones de montaje

Fuente: Manual del Fabricante

**Figura 12:** Espacio libre necesario

Fuente: Manual del Fabricante

1. Vista lateral
2. Montaje horizontal
3. Montaje vertical
4. Espacio libre

### 11.5. Simatic Step 7 Basic V11 Sp2

STEP 7 ofrece un entorno confortable que permite desarrollar, editar y observar la lógica del programa necesaria para controlar la aplicación, incluyendo herramientas para gestionar y configurar todos los dispositivos del proyecto, tales como controladores y dispositivos HMI. Para poder encontrar la información necesaria, STEP 7 ofrece un completo sistema de ayuda

en pantalla. STEP 7 proporciona lenguajes de programación estándar, que permiten desarrollar de forma cómoda y eficiente el programa de control.

- KOP (esquema de contactos) es un lenguaje de programación gráfico. Su representación se basa en esquemas.
- FUP (diagrama de funciones) es un lenguaje de programación que se basa en los símbolos lógicos gráficos empleados en el álgebra.
- SCL (structured control language) es un lenguaje de programación de alto nivel basado en texto.

Al crear un bloque lógico, se debe seleccionar el lenguaje de programación que empleará dicho bloque. El programa de usuario puede emplear bloques lógicos creados con cualquiera de los lenguajes de programación.

### Requisitos del sistema

Para instalar el software STEP 7 en un equipo con el sistema operativo Windows XP o Windows 7, es preciso iniciar la sesión con derechos de administrador.

STEP 7 proporciona un entorno de fácil manejo para programar la lógica del controlador, configurar la visualización de HMI y definir la comunicación por red. Para aumentar la productividad, STEP 7 ofrece dos vistas diferentes del proyecto, a saber: Distintos portales orientados a tareas y organizados según las funciones de las herramientas (vista del portal) o una vista orientada a los elementos del proyecto (vista del proyecto).

**Tabla 12:** Requisitos de instalación

Hardware/software	Requisitos
Tipo de procesador	Pentium M, 1,6 GHz o similar
RAM	1GB
Espacio disponible en el disco duro	2 GB en la unidad de disco C:\
Sistema operativo	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Windows XP Professional SP3</li> <li>• Windows 2003 Server R2 StdE SP2</li> <li>• Windows 7 Home Premium (solo STEP 7 Basic, no compatible con STEP 7 Professional)</li> <li>• Windows 7 (Professional, Enterprise, Ultimate)</li> <li>• Windows 2008 Server StdE R2</li> </ul>
Tarjeta gráfica	32 MB RAM

	Intensidad de color de 24 bits
Resolución de la pantalla	1024 x 768
Red	Ethernet de 20 Mbits/s o más rápido
Unidad óptica	DVD-ROM

Fuente: Manual del Fabricante

**Figura 13:** Vista del portal



Fuente: Manual del Fabricante

1. Portales para las diferentes tareas
2. Tareas del portal seleccionado
3. Panel de selección para la acción seleccionada
4. Cambia a la vista del proyecto

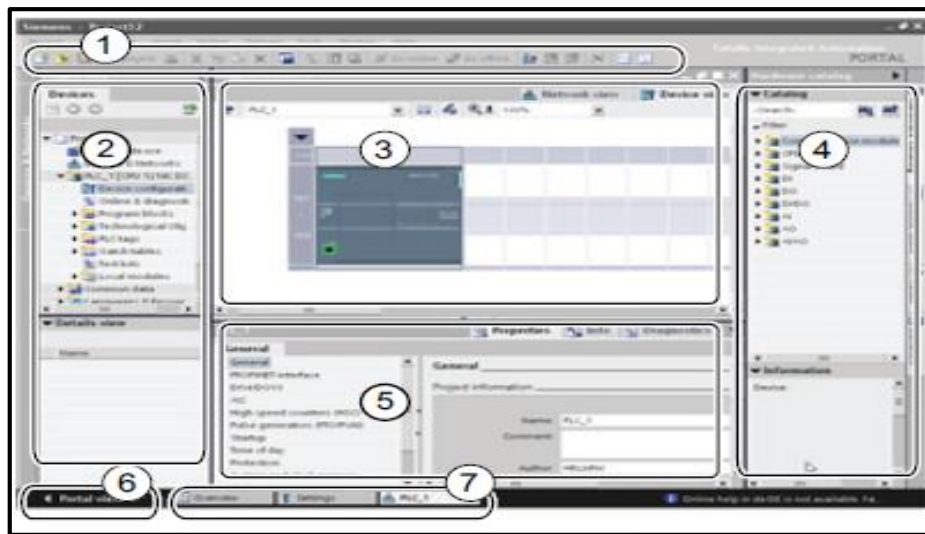
El usuario puede seleccionar la vista que considere más apropiada para trabajar eficientemente. Con un solo clic es posible cambiar entre la vista del portal y la vista del proyecto.

1. Menús y barra de herramientas
2. Árbol del proyecto
3. Área de trabajo
4. Task cards
5. Ventana de inspección
6. Cambia a la vista del portal



## 7. Barra del editor

**Figura 14:** Vista del proyecto



Fuente: Manual del Fabricante

Puesto que todos estos componentes se encuentran en un solo lugar, es posible acceder fácilmente a todas las áreas del proyecto. La ventana de inspección, por ejemplo, muestra las propiedades e información acerca del objeto seleccionado en el área de trabajo. Si se seleccionan varios objetos, la ventana de inspección muestra las propiedades que pueden configurarse. La ventana de inspección incluye fichas que permiten ver información de diagnóstico y otros mensajes.

### 11.6. Selección de Elementos

**Tabla 13:** Selección de elementos

ITEM	DESCRIPCION	MARCA	MODELO	RANGO
1	Computador core i5, 8GB RAM, 1 TB	ASUS	CORE i5	NA
2	Motores 1 HP, 3600 RPM, TRIFASICO	SIEMENS	1LE0142-0DA86-4AA4-Z	1HP
3	Mueble en inoxidable 304 grosor 1.1	FMOLINA	SIMILAR LAB	1.60X1.60
4	PANEL VIEW Simatic Basic KTP400 a color	SIEMENS	6AV2123-2DB03-0AX0	pantalla de 4"
5	Fuente de poder siemens logo power	SIEMENS	6EP1332-1S H43	2.5 <sup>a</sup>
6	Switch industrial ethernet csm 1277	SIMATIC	6GK7277-1AA10-0AA0	4 PUERTOS
7	Plc s7 1200 + envió de material	SIEMENS	6ES7212-1BE40-0XB0	CPU 1212C
8	SM1222 Módulo de señal de 8DO a RELE	SIEMENS	6ES7222-1BF32-0XB0	RELE

9	Guarda motor	SIEMENS	3RV2021-4CA10	7-10 <sup>a</sup>
10	VARIADOR DE FRECUENCIA SINAMICS V20 1HP Con panel BOP	SIEMENS	6SL3211-0AB21-5UA1	1HP
11	Relés térmicos	SIEMENS	3RU2116-1HB0	4.5-6.3 <sup>a</sup>
12	Breaker 2 polos	SIEMENS	5SL32167	6 A, 230/400VAC
13	Breaker 3 polos	SIEMENS	5SL33167	16 A, 230/400VAC
14	Borneras push	PHOENEX C	DE4 ACOPLERAPIDO	16-18 AWG
15	Contactador bobina 220vac	SIEMENS	3RT2015-1AP01	9 <sup>a</sup>
16	Contactos auxiliar	SIEMENS	3RH2122 - 1AP00	2NO+2NC
17	Canaleta 40x40	DEXSON	RANURADA	40X40
18	Borneras de distribución	CGH	PARA RIEL 4 LINEAS	4 LINEAS
19	Plup de 4 entradas			
20	Terminales tipo punta	CAMSCO		#14-18 AWG
21	Cable flexible	ELECTCABLE	1X1C	16/18 AWG
22	Cable utp			ROLLOS
23	Riel din			
24	Canaleta 30x25	CAMSCO	RANURADA	30X25
25	Conductor		1X4C	12AWG
26	Toma corriente trifásico + g			TRIFASICO
27	Semáforo indicador	CAMSCO		5W 220AC
28	Enchufe trifásico + g			TRIFASICO

Elaborado por: El autor

### 11.7. Tubería para comunicación entre tanques

La tubería utilizada fue de un diámetro de 1/2plg ya que esta satisface el caudal necesario para la traslación del líquido, utilizamos como material el cloruro de polivinilo (PVC) debido a su fácil manejo y bajo peso, para poder completar el circuito se utilizó un neplo, dos codos del mismo material y como sellador se utilizó teflón.

Por ser un mecanismo que sirve para regular el fluido de forma rápida, fue el elegido para nuestra aplicación en el momento de vaciado del tanque principal, para su instalación se utilizó acople para tanque.

La bomba sumergible tiene como característica su fácil instalación, ésta solo debe ser colocada de forma vertical en el interior del tanque secundario, comunicada con el tanque principal por tuberías mencionadas anteriormente y alimentada con 110 V, su principio está basado en el de las bombas centrifugas ya que cuenta con un impeler accionado por un motor síncrono, el

paso de energía esta intervenido por un contactor y un relé.

El sensor es de tipo conductivo, diseñado específicamente para la aplicación permitiéndonos tener 4 puntos de contacto los cuales colocamos en el interior del tanque para 4 distintos niveles de censado ( bajo, intermedio1, intermedio2 y alto ) consta de resistencias que funcionan como divisoras de voltaje, un regulador para que entregue 5V continuos a los transistores los cuales amplifican la señal hacia los relés que a su vez entregan el pulso requerido, estos relés están protegidos por diodos, todos estos elementos están montados en una placa previamente diseñada.

### **11.8. Condiciones ambientales de funcionamiento del PLC**

El entorno en donde se ubicará el PLC ha de reunir las siguientes condiciones físicas:

- Ausencia de vibraciones, golpes, etc.
- Resguardo de la exposición directa a los rayos solares o focos caloríficos intensos, así como a temperaturas que sobrepasan los 50-60 °C, aproximadamente.
- Desechar lugares donde la temperatura desciende, en algún momento, por debajo de 5 °C o donde los bruscos cambios pueden dar origen a condensaciones.
- Descartar ambientes en donde la humedad relativa se encuentra por debajo del 20% o por encima del 90%, aproximadamente.
- Ausencia de polvo y ambientes salinos.
- Ausencia de gases corrosivos.
- Ambiente exento de gases inflamables (por cuestiones de seguridad).
- Ha de evitarse situarlo junto a líneas de alta tensión, siendo la distancia variable en función del valor de dicha tensión.

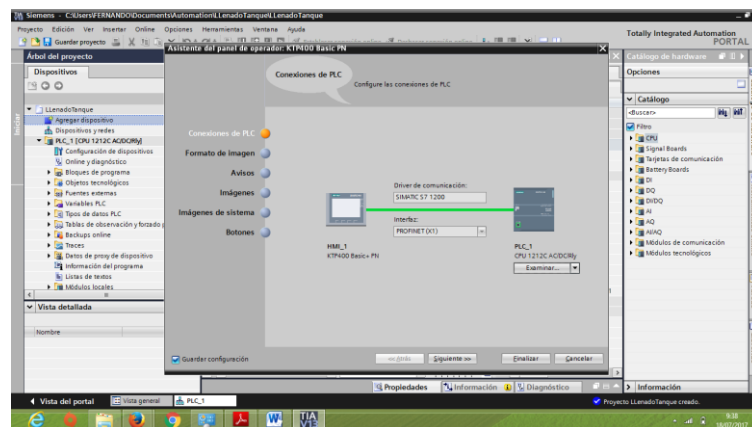
## 11.9. Pasos de la simulación de llenado de un tanque

Figura 15: Instalación del programa



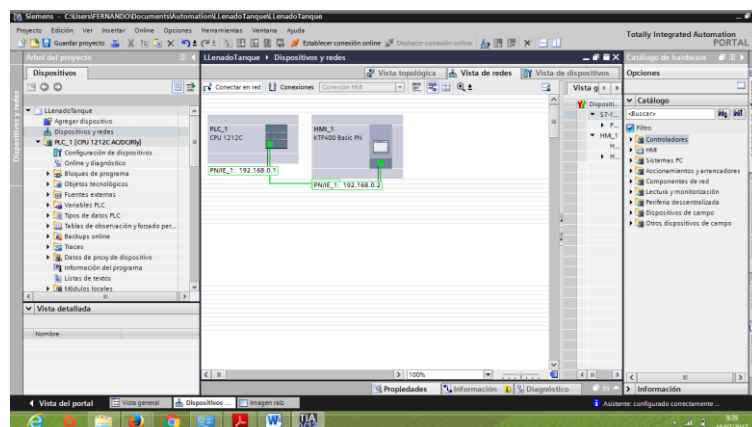
Elaborado por: El autor

Figura 16: Conexión del PLC



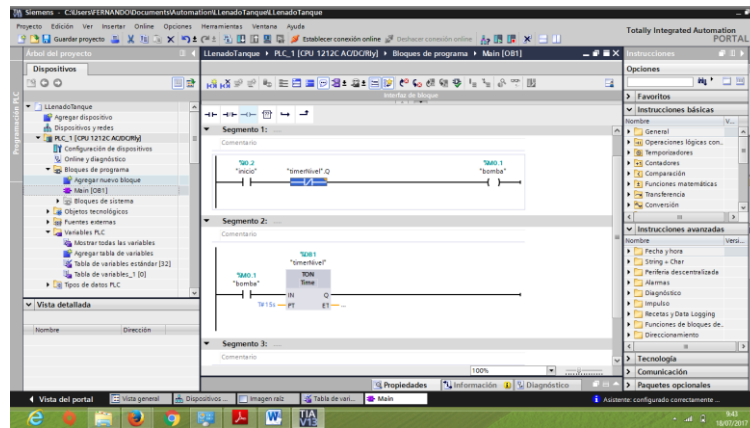
Elaborado por: El autor

Figura N° 17: Configuración del PLC y HMI



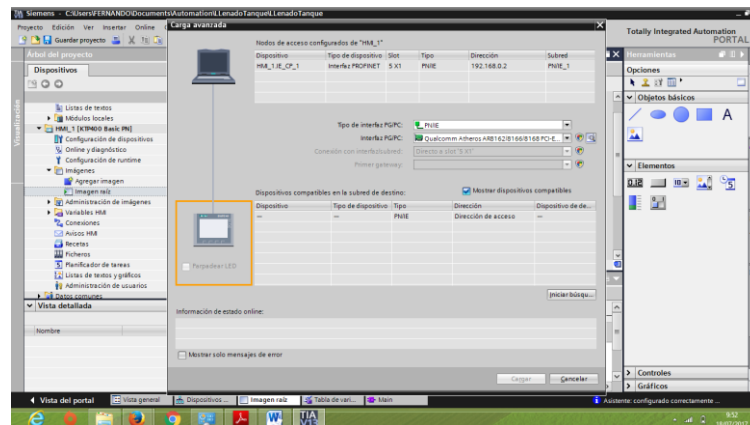
Elaborado por: El autor

Figura 18: Esquema de configuración 2



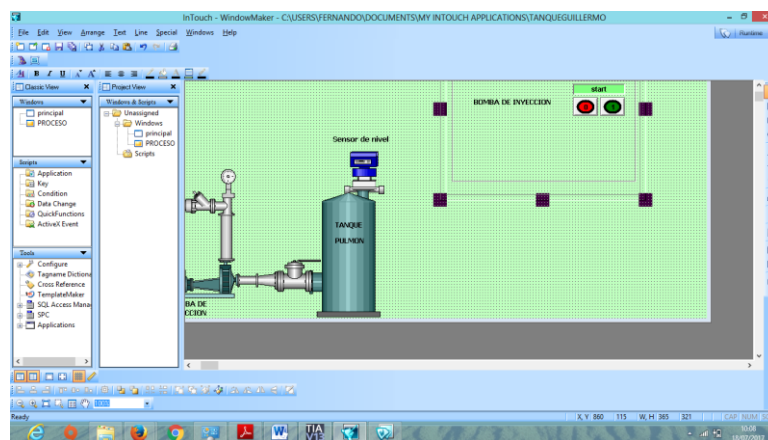
Elaborado por: El autor

Figura 19: Cargas los programas en el PLC y HMI respectivamente



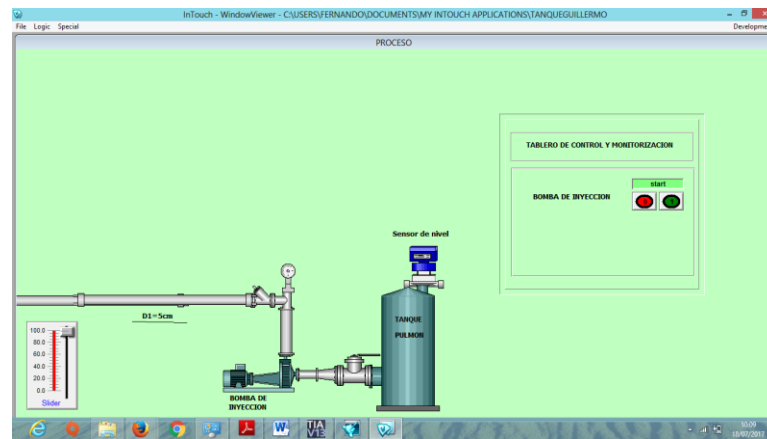
Elaborado por: El autor

Figura 20: Inicio de simulación



Elaborado por: El autor

**Figura 21:** Simulación de llenado de un tanque



Elaborado por: El autor

## 12. IMPACTOS

Mediante la ejecución del proyecto, se obtiene medidas objetivas de solución de problemas ambientales así como también la afectación de la misma, para ello es necesario promover tecnologías limpias y amigables con el medio ambiente, desarrollar diálogos ambientales participativos, evitar al máximo el uso de productos biodegradables, evitar la erosión de la superficie terrestre, contaminación de aguas y control de desechos industriales, protegiendo además la flora y la fauna nativa. Por medio de la elaboración de un módulo didáctico se ayuda a la sociedad a disminuir el consumo de energía, dejando de lado los tradicionales sistemas de control, el mismo que consume mucha más energía y puede sobre calentar los conductores de tanto uso.

Es también una manera de proteger la naturaleza, misma que debe mantener armonía con los aspectos sociales, económicos y culturales. En el sitio del proyecto no se encuentran valores históricos y/o culturales por lo que no afecta al aspecto socio cultural tanto de la universidad como de la localidad. Positivamente se mejora los procesos eléctricos a los cuales sea sometidos los pasajeros y tiene contacto con el consumo de energía, y de una u otra manera podía afectar al ambiente o a la persona que trabaja expuesta constantemente a la emanación de humo, y con la implementación evitar este inconvenientes en el área de trabajo. El funcionamiento y los elementos que comprenden la máquina hacen que esta sea de fácil manipulación y de rápido accionamientos para los procesos destinados.

### 13. PRESUPUESTO DEL PROYECTO

Tabla 14: Presupuesto del proyecto

Ítem	Descripción	Unidad	Cant.	Precio Unitario	Precio Total
1	Computador core i5, 8GB RAM, 1 TB	U	1	700,00	700,00
2	Mueble computador	U	1	30,00	30,00
3	Bornera de motores, presotopas, terminales ojo, cable concéntrico	U	2	10,00	20,00
4	Motores 1 HP, 3600 RPM, TRIFASICO	U	2	150,00	300,00
5	Bases motor, madera, pintura, soporte	U	2	5,00	10,00
6	Mueble en inoxidable 304 grosor 1.1	U	1	600,00	600,00
7	PANEL VIEW Simatic Basic KTP400 a color	U	1	710,00	710,00
8	Fuente de poder siemens logo power	U	1	115,00	115,00
9	Switch industrial ethernet csm 1277	U	1	240,00	240,00
10	Plc s7 1200 + envío de material	U	1	473,00	473,00
11	Módulo de salidas analógicas sb 1232	U	1	208,00	208,00
12	SM1222 Módulo de señal de 8DO a RELE	U	2	208,00	416,00
13	Guarda motor	U	1	73,87	73,87
14	Variador De Frecuencia SINAMICS V20 1HP Con panel BOP	U	1	338,00	338,00
15	Relés térmicos	U	2	39,94	79,88
16	Breaker 2 polos	U	1	19,70	19,70
17	Breaker 3 polos	U	2	32,50	65,00
18	Borneras push in	U	105	1,52	159,60
19	Finales de bornera	U	13	1,25	16,25
20	Separadores pequeños	U	10	1,28	12,80
21	Separadores medianos	U	7	1,28	8,96
22	Puentes de borneras	U	6	1,28	7,68
23	Contactador bobina 220vac	U	4	22,23	88,92
24	Contactos auxiliar	U	2	27,34	54,68
25	CANALETA 25x60	U	1	11,60	11,60
26	Canaleta 25x40	U	1	7,50	7,50
27	Canaleta 40x40	U	4	5,60	22,40

28	Bornera de tierra	U	1	5,76	5,76
29	Borneras de distribución	U	1	15,25	15,25
30	Bornera porta fusible	U	4	1,50	6,00
31	Fusibles	U	4	0,50	2,00
32	Terminales tipo punta	U	3	3,50	10,50
33	Cable flexible	U	260	0,30	78,00
34	Cable utp	U	2	2,50	5,00
35	Riel din	U	3	3,50	10,50
36	Conductor	U	6	2,32	13,92
37	Enchufe trifásico +g	U	1	12,00	12,00
38	Toma corriente trifásico + g	U	1	12,00	12,00
39	Semáforo indicador	U	2	36,00	72,00
40	Amarras negras	U	2	3,00	6,00
41	Autoperforantes+brocas	U	200	0,03	6,00
42	Amperímetro	U	1	13,39	13,39
43	Voltímetro	U	1	13,39	13,39
44	Sensor de presión	U	1	267,75	267,75
45	Sensor de caudal	U	1	78,50	78,50
46	Cinta para maquillar de acuerdo a modulo	U	2	30,00	60,00
				<b>SUBTOTAL:</b>	<b>5.476,80</b>
				<b>IVA 12%</b>	<b>657,22</b>
				<b>TOTAL</b>	<b>\$ 6.134,02</b>

Elaborado por: El autor



## **14. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

### **14.1. Conclusiones**

- Se logró desarrollar la práctica de automatización con un módulo didáctico mediante la aplicación de control del PLC S7-1200 para el control automático de llenado de un tanque.
- Con la investigación teórica de antecedentes investigativos se pudo determinar los dispositivos que conforman el módulo didáctico para el control automático de llenado de un tanque.
- Con el desarrollo del proyecto de investigación se logró aplicar los conocimientos adquiridos durante la carrera universitaria, además de aportar con la programación en el control automático de llenado.
- La visualización, control, manipulación, y modificación del proceso de llenado desde la pantalla HMI permite obtener un monitoreo total del proceso. El sistema automático posee comando manual y automático, facilitando la operación del sistema

### **14.2. Recomendaciones**

- Buscar variables alternativas como señales de control secundarias, como por ejemplo la presión de agua en las tuberías, determinando el flujo de ingreso y salida del líquido hacia el tanque.
- Proteger los equipos de las condiciones ambientales, con la finalidad de mantenerlos siempre limpios y libres de humedad.
- Antes de cargar el programa en el PLC S7 1200 comprobar cualquier tipo de error en el simulador para evitar cualquier daño del prototipo.

## 15. BIBLIOGRAFÍA

- ✓ BOLTON, William. (2010). *mecatronica*. mexico.
- ✓ AGUADO María, B. J. (2005). *Resistencia al paso de la corriente eléctrica*. MADRIL: UNIVERSIDAD COMPLUTENSE DE MADRIL. Obtenido de <http://site.ebrary.com/lib/cotopaxisp/detail.action?docID=10081216&p00=%28aguado+benedi>
- ✓ ALFAOMEGA. (2009). *STEP 7 una manera facil de programar PLC de Siemens*. México: Mexicano cámara nacional de la industria.
- ✓ ÀLVAREZ Leonardo, P. (2003). *Controladores logicos*. BARCELONA: Marcombo.
- ✓ ASENCIA, V. (2012). *Introducción a la Automatización de los Servicios de Información*. Murcia: G.K. Hall.
- ✓ AVALOS ARZATE, G. A. (2010). *Teoria de control*. MEXICO: All rights reserved. Obtenido de <http://site.ebrary.com/lib/cotopaxisp/reader.action?docID=10366025>
- ✓ BALCELLS, J., & ROMERAL, J. (2009). *Autómatas Programables*. Barcelona: MARCOMBO S.A.
- ✓ BARREIRA Efren, G. F. (2010). *Estudio para la optimización*. QUITO: ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO. Obtenido de <http://site.ebrary.com/lib/cotopaxisp/reader.action?docID=10566216>
- ✓ BARREIRO, G & EFRÈN, F. (2010). *Estudio para la optimización del sistema de control de la unidad de bombeo power oil 3 del campo auca central de petroproducción utilizando PLC'S*. Quito: B - Escuela Superior Politécnica de Chimborazo.
- ✓ BARRIENTOS, A. P. (2007). *Fundamentaciòn de robòtica*. MADRIL: Hill españa. All rights reseved. Obtenido de <http://site.ebrary.com/lib/cotopaxisp/reader.action?docID=10566097>
- ✓ BARRIETOS, A & GUAMBAO, E. (2014). *Sistemas de producciòn automatizados*. Madrid: Dextra Editorial.
- ✓ Bermeo, J. (13 de Abril de 2011). *Investigaciòn Aplicada al turismo*. Obtenido de Investigacion de campo: [http://www.ecotec.edu.ec/documentacion%5Cinvestigaciones%5Cdocentes\\_y\\_directivos%5Carticulos/4955\\_Fcevallos\\_00009.pdf](http://www.ecotec.edu.ec/documentacion%5Cinvestigaciones%5Cdocentes_y_directivos%5Carticulos/4955_Fcevallos_00009.pdf)
- ✓ Bernal, T. A. (2009). *Metodologia de la investigacion: Para administraciòn, economìa, humanidades y ciencias sociales*. México: Perarson Educaciòn.
- ✓ BEUNZA, F. (2011). *Diseño de un sistema de intercambio de informacion para dispositivos intercomunicados por redes PLC de automòviles*. HABANA: All rights reserved. Obtenido de <http://site.ebrary.com/lib/cotopaxisp/reader.action?docID=10592226>
- ✓ bolton, w. (2010). *mecatronica*. mexico.
- ✓ BOLTON, William. (2010). MECATRONICA. En W. Bolton, *MECATRONICA* (pág. 608). Mexico: Alfaomega Grupo Editor, S.A. de C. V., Mexico.
- ✓ BUEN, P. (2013). *Operratividad con sistemas mecanicos ,hidráulicos, néumaticos*. MADRIL, ESPAÑA: All rights reserved.

- ✓ CARRASCO, E. (2009). *Instalaciones elèctricas de baja tensiòn en edificios de viviendas*. MADRIL: Tèbar Flores. Obtenido de <http://site.ebrary.com/lib/cotopaxisp/reader.action?docID=10479462>
- ✓ Carvajal, L. (18 de Enero de 2013). *El método deductivo de investigación*. Obtenido de <http://www.lizardo-carvajal.com/el-metodo-deductivo-de-investigacion/>
- ✓ Castillo Jiménez, R. ( 2011). *Montaje y reparación de sistemas neumáticos e hidráulicos, bienes de equipo y máquinas industriales (UF0459)*. Malaga : IC Editorial.
- ✓ CASTILLO, R. (2011). *Montaje y reparacóon de sistemas neumáticos e hidráulicos*. MÁLAGA: ProQuest ebrary. Obtenido de <http://site.ebrary.com/lib/cotopaxisp/reader.action?docID=10721662>
- ✓ CASTRO Joel, G. (2006). *Módulos didácticos para el aprendizaje y operación*. QUITO: POLITÉCNICA NACIONAL. Obtenido de <https://es.slideshare.net/ManuelMartnez13/mdulo-didctico>
- ✓ Cegarra Sánchez, J. ( 2012). *Los métodos de investigación*. España: Ediciones Díaz de Santos.
- ✓ Cembrados, F. (2008). *Automatismos Eléctricos Neumáticos e Hidráhulicos (Vol. 5)*. Obtenido de <https://books.google.com.ec/books?id=TMa-xuhAUiIC&printsec=frontcover&dq=automatizacion+de+neumatica&hl=es-419&sa=X&ved=0ahUKEwjdpoLBwojRAhUU0IMKHcJxAKc4ChDoAQhEMAQ#v=onepage&q=automatizacion%20de%20neumatica&f=false>
- ✓ CHARRE, S., RODRÍGUEZ, A., LÓPEZ, N., & DURÁN, M. (2014). Ssistema Didáctico de Control de Presión. *Citrevistas*, 3-8.
- ✓ control, I. b. (2014). *García Gutiérrez, Luis*. Madrid: AENOR - Asociación Española de Normalización y Certificación.
- ✓ COQUE, E. (2013). *Diseño e implementacion de un sistema de control para el brazo robótico de cinco grados de libertad, utilizando labview e niternet*.
- ✓ CORONA, G & ABARCA, L & MARES, J. (2014). *Sensores y actuadores: aplicaciones con Arduino*. Mexico: Grupo Editorial Patria.
- ✓ CORTES. (2011). *material para la asignatura de Automatización*. ESPAÑA: Institución de aUtomatización.
- ✓ CREUS Antonio, S. (2005). *Instrumentaciòn Industrial*. BARCELONA: Marcombo. Obtenido de <http://site.ebrary.com/lib/cotopaxisp/reader.action?docID=10212363>
- ✓ Creus Solé, A. (2007). *Neumática e hidráulica*. España: Marcombo.
- ✓ CREUS, A. (2005). *Instrumentacion Industrial 7 Edición*. Barcelona: Marcombo Boixareu S.A.
- ✓ CREUS, A. (2005). *Instrumentaciòn insdustrial*. BARCELONA: Marcombon. Obtenido de <http://site.ebrary.com/lib/cotopaxisp/reader.action?docID=10212363>
- ✓ CREUS, Antonio. (2007). *Neumática e hidráulica*. Marcombo.
- ✓ Czekaj, D. (1988). *Aplicaciones de la Ingeniería: 3. Maquinaria Hidràulica en Enbarcaciones Pesqueras Pequeñas* . Roma : Fao Documento Tecnico de Pesca .
- ✓ DANERI, P. (2008). *PLC automatizacion y control*. BUENOS AIRES: Hispano Americano. Obtenido de <https://books.google.com.ec/books?id=hGnI3UGc9PsC&printsec=frontcover&dq=%2>

- 8DANERI,+2008,+p%C3%A1gs.+96,+97%29&hl=es&sa=X&redir\_esc=y#v=onepage&q&f=false
- ✓ DANERI, P. (2008). *PLC. automatización y control industrial* (Vol. 1). Buenos Aire, Argentina: Editorial Hispano Americana HASA ISBN 978-950-528-296-8.
  - ✓ DISAI, A. S. (s.f.). *Instrumentación y Control de Procesos Pantallas Táctiles, HMI y PCS Industriales Weintek*. Recuperado el Sabado de Mayo de 2017, de Pantallas Táctiles, HMI y PCS Industriales Weintek: <http://www.disai.net/producto/pantallas-tactiles-hmi-y-pcs-industriales-weintek/>
  - ✓ Domínguez, E. J. (2009). *Circuitos de fluidos: suspensión y dirección*. Madrid: Macmillan Iberia, S.A.
  - ✓ Editorial Cep. (2010). *Table Of Content Section* (Vol. 1). Madrid, España : Editorial CEP, S.L ISBN 9788468145655.
  - ✓ ESCALONA, F. G. (2014). *Filosofía, Identificación y Racionalización de Alarmas en Scada Aplicado a la domótica de un hotel energy*. MADRID: ASCISCLO.
  - ✓ ESCALONA, I. (2007). *Transductores y sensores en la automatización industrial* (Vol. 1). Buenos Aire, Argentina: El Cid Editor - Ingeniería ISSN: 11475776.
  - ✓ ESPINOZA Juan, G. A. (2009). *Estudio del reemplazo del sistema*. Santiago de Chile: Universidad del Bío-Bío. Obtenido de <http://site.ebrary.com/lib/cotopaxisp/reader.action?docID=10280321>
  - ✓ FINK, D., BEATY, W., & CARROLL, J. (2010). *Manual práctico electricidad ingenieros 11ava. Edición*. New York: MacGraw Hill.
  - ✓ Francisco, M. (2012). *Instalación y puesta en marcha de aparatos de calefacción y climatización de uso doméstico: operaciones de fontanería y calefacción-climatización doméstica* (Vol. 1). Málaga, España: IC Editorial.
  - ✓ Galvez., U. M. (2013). *Técnicas de Investigación*. Madrid.
  - ✓ GARCÍA Luis, G. (2014). *Instrumentacion basica de medida y control*. MADRIL: Asociaciòn Española de Normailzaciòn. Obtenido de <http://site.ebrary.com/lib/cotopaxisp/reader.action?docID=10914138>
  - ✓ GARCÍA, A. (2015). *El control automático en la industria*. España: Universidad de Castilla - La Mancha.
  - ✓ GARCÍA, L. (2014). *Instrumentacion basica de medida y control*. MADRIL: Asociaciòn Española de Normailzaciòn. Obtenido de <http://site.ebrary.com/lib/cotopaxisp/reader.action?docID=10914138>
  - ✓ GARCÍA, Luis. (2014). *Instrumentación básica de medida y control*. Madrid: AENOR - Asociación Española de Normalización y Certificación.
  - ✓ García, N. M. (1987). *Tractores y Maquinaria Agrícola*. Costa Rica : Universidad Estatal a Distancia.
  - ✓ GARIBALDI, J. (2009). *Anàlisis y diseño del sistema de control de un robot*. HABANA: Universidad de Buenos Aires. Obtenido de <http://site.ebrary.com/lib/cotopaxisp/reader.action?docID=10592649>
  - ✓ GAZQUEZ Erick, L. (2017). *Sistemas de contro integrado*. MALAGA: QUEST. Obtenido de <http://site.ebrary.com/lib/cotopaxisp/reader.action?docID=10721644>
  - ✓ GÓMEZ Julio, S. (2005). *Instrumentacion y control*. LA HABANA: Feliz,verela. Obtenido de <http://site.ebrary.com/lib/cotopaxisp/reader.action?docID=10431014>

- ✓ GÓMEZ, S., & REYES, J. (2005). *Instrumentación y Control*. HABANA: Félix Varela. Obtenido de <http://site.ebrary.com/lib/cotopaxisp/reader.action?docID=10431014>
- ✓ GRANDA MIGUEL MERCEDES, M. B. (2015). *Instrumentación electrónica: transductores y acondicionadores de señal*. Madrid: Editorial de la Universidad de Cantabria.
- ✓ Guadayol, J., & Medina, J. (2010). *La Automatización en la Industria Química* (Vol. 1). Obtenido de [https://books.google.com.ec/books?id=q0dpBgAAQBAJ&pg=PA3&dq=niveles+de+la+automatizacion+industrial&hl=es&sa=X&ved=0ahUKEwib5sbH0b\\_RAhWBTCYKHbZ7AMEQ6AEINzAB#v=onepage&q=niveles%20de%20la%20automatizacion%20industrial&f=false](https://books.google.com.ec/books?id=q0dpBgAAQBAJ&pg=PA3&dq=niveles+de+la+automatizacion+industrial&hl=es&sa=X&ved=0ahUKEwib5sbH0b_RAhWBTCYKHbZ7AMEQ6AEINzAB#v=onepage&q=niveles%20de%20la%20automatizacion%20industrial&f=false)
- ✓ GUERRERO, R. (2012). *Montaje de instalaciones automatizadas*. MALAGA: All rights reserved. Obtenido de <http://site.ebrary.com/lib/cotopaxisp/reader.action?docID=10721808>
- ✓ GUEVARA, R. (2009). *Parametros hidráulico y electrico*. MEXICO: RED UNIVERSIDAD AUTONOMA INDIGENA. Obtenido de <http://site.ebrary.com/lib/cotopaxisp/reader.action?docID=10680463>
- ✓ HARPER, G. (2010). *El ABC de las instalaciones eléctricas residenciales*. México: Lumisa S.A. de C.V.
- ✓ HERMINIO, J & MOYANO, L. (2012). *AUTOMATISMOS ELECTRICOS E INDUSTRIALES*. BARCELONA: GRAFOS S.A.
- ✓ HERNANDEZ, Antonio. (2013). *Montaje y Reparacion de Automatismos Electricos*. Malaga: IC Editorial.
- ✓ HERRAEZ, Josè. (2011). *Elementos de física aplicada y biofísica*. España: Universitat de València.
- ✓ HORACIO, Mery. (2013). *Hidráulica aplicada al diseño de obras*. Santiago de Chile: RIL editores.
- ✓ INEN. (2001). *Accesibilidad de las personas con discapacidad y movilidad reducida al medio físico*.
- ✓ Jiménez, R. C. (2013). *Montaje y reparación de sistemas neumáticos e hidráulicos bienes de equipo y máquinas industriales*. Quito: IC Editorial.
- ✓ LANGENBACH, R. ( 2014). *Introducción al proceso de datos*. Barcelona: Editores Técnicos Asociados S.A.
- ✓ Lisi, S. (25 de Enero de 2012). *Investigación Documental, Definición y Ejemplos*. Obtenido de <http://flujoinformacion.blogspot.com/2012/01/investigacion-documental-definicion-y.html>
- ✓ LÓPEZ, A. (2010). *Metodologías de la Investigación*. México: International Thomson Editores S.A.
- ✓ MEDINA, José. (2010). *La automatización en la industria química* (Vol. 1). Barcelona, España: Universitat Politècnica de Catalunya ISBN: 978-84-9880.
- ✓ MEDINA, L. (2010). *La automatización en la industria química*. BARCELONA: POLITÉCNICA DE CATALUNYA. Obtenido de <http://site.ebrary.com/lib/cotopaxisp/detail.action?docID=11073335&p00=automatizacion>

- ✓ MEJÍA, A. (2005). *Guía práctica para manejar y reparar el computador*. Medellín: Panamericana Formas e Impresos S.A.
- ✓ MEJÍA, A. M. (2005). *Guía práctica para manejar y reparar el computador*. Medellín: Panamericana Formas e Impresos S.A.
- ✓ MIRRAVETE, Antonio. (2012). *Elevadores: principios e innovaciones*. Barcelona: Editorial Reverté.
- ✓ MOLA, F. (2012). *Instalación y puesta en marcha de aparatos de calefacción y climatización de calefones y climatización de uso doméstico*. Malaga: Innovación y Cualificación, S.L.
- ✓ MOLINA Manuel, M. J. (2013). *Electricidad Electromagnetismo*. MADRIL ESPAÑA: Proques Ebrary. Wed. Obtenido de <http://site.ebrary.com/lib/cotopaxisp/reader.action?docID=11126326>
- ✓ Molinar, Juan. (2013). *Electricidad, electromagnetismo y electrónica aplicados al automóvil: mantenimiento de los sistemas eléctricos y electrónicos de vehículos* (Vol. 1). Madrid, España: IC Editorial ISBN 9788416109425.
- ✓ MORENO, M. (2004). *Bandas transportadora*. BARCELONA: Reverté S.A. Obtenido de <https://books.google.es/books?id=dSCnjifbKg4C&printsec=frontcover&dq=bandas+transportadoras+pdf&hl=es&sa=X&ved=0ahUKEwix---Hz7bSAhVL2mMKHSwxA5kQ6AEIGTAA#v=onepage&q&f=false>
- ✓ MORILLO Eduardo, S. (2013). *Introducción a la síntesis y programación*. CÁDIZ: ALL RIGHTS. Obtenido de <http://site.ebrary.com/lib/cotopaxisp/detail.action?docID=10844594&p00=automatizacion+plc>
- ✓ NIETO, E. (2013). *Mantenimiento Industrial Práctico: Aprende siguiendo el camino contrario*. Sevilla: FIDESTEC.
- ✓ NÚÑEZ alvaro, G. (2010). *Formación para el empleo*. MADRIL: CEP,S.L..ALL RIGHTS RESERVED. Obtenido de <http://site.ebrary.com/lib/cotopaxisp/reader.action?docID=10646756>
- ✓ Ortega Javier, R. (2013). Recuperado el 02 de 07 de 2017, de Repositorio Escuela Politécnica Nacional: <http://bibdigital.epn.edu.ec/handle/15000/6706>
- ✓ ORTIZ, R. (2010). *El control eléctrico*. MEXICO: Instituto Politécnico. Obtenido de <http://site.ebrary.com/lib/cotopaxisp/reader.action?docID=10365383>
- ✓ PARDO, A. (2012). *Montaje y puesta en marcha de sistemas robóticos*. Málaga: All rightsnreserved. Obtenido de <http://site.ebrary.com/lib/cotopaxisp/reader.action?docID=10721454>
- ✓ PARDO, Alonso. (2012). *Montaje y puesta en marcha de sistemas robóticos y sistemas de visión en bienes de equipo y maquinaria industrial (UF0461)*. Málaga: IC Editorial.
- ✓ PÉREZ Manuel, R. (2006). *Elementos apra la discusión eléctrica*. MEXICO: Proques. Obtenido de <http://site.ebrary.com/lib/cotopaxisp/reader.action?docID=10118148>
- ✓ PÉREZ, C. (2006). *Sensores Ópticos*. Valencia: Servei de Publicacions.
- ✓ PÈREZ, Hèctor. (2015). *Física 2 para Bachilleratos tencológicos*. Mexico: Grupo Editorial Patria.

- ✓ RAMÍREZ, M. (2011). *Controlador logico programable basado en hardware*. CUJAE: INSTITUTO SUPERIOR JOSÉ ANTONIO. Obtenido de <http://site.ebrary.com/lib/cotopaxisp/reader.action?docID=10608871>
- ✓ REDONDEO, J. (2010). *Analisis prácticos de circuitos eléctricos*. MADRIL ESPAÑA: Hispano Hasa. Obtenido de <https://wondell.files.wordpress.com/2010/03/u-d-1-electricidad-bc3a1sica.pdf>
- ✓ REDONDO, P. (2009). *Negocios electronicos*. MADRIL: Proquest ebrary. Obtenido de <http://site.ebrary.com/lib/cotopaxisp/reader.action?docID=10559824>
- ✓ RICO, J. C. (2009). *Conocimientos técnico proceso*. MADRIL: Sílex.
- ✓ RODRÍGUEZ, A. (2012). *Montaje y reparación de automatismos eléctricos*. MÁLAGAN: Pro Quest Ebrary. Obtenido de <http://site.ebrary.com/lib/cotopaxisp/reader.action?docID=10721572>
- ✓ RODRIGUEZ, Aquilino. (2008). *Comunicaciones industriales*. Barcelona: Marcombo.
- ✓ ROJANO, Santiago. (2012). *Instrumentación y control en instalaciones de procesos, energía y servicios auxiliares (MF0047\_2)*. Malaga: IC Editorial.
- ✓ Ruiz. (2012). *Montaje y reparación de sistemas eléctricos y electronicos de bienes de equipo y máquinas industriales (Vol. 1)*. Obtenido de [https://books.google.com.ec/books?id=e\\_NtNmzze4C&pg=PT61&dq=tipos+de+automatizacion+industrial&hl=es&sa=X&ved=0ahUKEwjwq-nus8LRAhVGzIQKHTkzDZQQ6AEINzAB#v=onepage&q=tipos%20de%20automatizacion%20industrial&f=false](https://books.google.com.ec/books?id=e_NtNmzze4C&pg=PT61&dq=tipos+de+automatizacion+industrial&hl=es&sa=X&ved=0ahUKEwjwq-nus8LRAhVGzIQKHTkzDZQQ6AEINzAB#v=onepage&q=tipos%20de%20automatizacion%20industrial&f=false)
- ✓ RUIZ, A., & MOLINA, M. (2010). *Automatización y telecontrol de sistemas de riego (Vol. 1)*. Obtenido de <https://books.google.com.ec/books?id=Kq4NiqtcEiwC&pg=PA205&dq=automatismos+sistemas+de+riego&hl=es&sa=X&ved=0ahUKEwjllYD4u7bRAhXG0iYKHStSBYUQ6AEIzAA#v=onepage&q=automatismos%20sistemas%20de%20riego&f=false>
- ✓ RUIZ, D. (2012). *Montaje y Reparación de Sistemas Eéctricos y ectrónicos de bienes de Equipo y Maquinas Industriales*. Malaga: INNOVA.
- ✓ RUIZ, Diana. (2012). *Montaje y reparación de sistemas eléctricos y electrónicos de bienes de equipo y máquinas industriales (UF0458)*. Málaga: IC Editorial.
- ✓ S.SIMPSON, R. (2003). *Operaciones eléctricas*. ARGENTINA: Inteatro.
- ✓ Sanches. (2012). *automatizacion*.
- ✓ Sanchez Vasquez Juan Andres, S. M. (2011). *Boveda de seguridad programable con pantallas HMI "Interfas Hombre Maquina"*. Soacha: Corporación Universitaria Minuto de Dios.
- ✓ SANCHEZ, D., & MEJÍA, S. (2012). *Proceso auxiliares de fabricación en el mecanizado*. MALAGA: All rights reserved. Obtenido de <http://site.ebrary.com/lib/cotopaxisp/reader.action?docID=10693507>
- ✓ SANCHEZ, Daniel. (2013). *Introducción a la síntesis y programación de automatismos secuenciales*. Cádiz: Servicio de Publicaciones de la Universidad de Cádiz.
- ✓ SÁNCHEZ, Daniel. (2013). *Introducción a la síntesis y programación de automatismos secuenciales (Vol. 1)*. España: Servicio de Publicaciones de la Universidad de Cádiz ISBN 84-9828-403-4.

- ✓ SÁNCHEZ, R. (2014). *Enseñar a investigar: una didáctica nueva de la investigación en ciencias sociales y humanas*. México: Plaza y Valdés S.A.
- ✓ SANCHEZ., A. (2003). *Control avanzado de proceso*. MADRIL: All rights reserved.
- ✓ SEIPPEL, R. (2013). *Fundamentos de Electricidad* . España: Reverte S.A.
- ✓ SERNA, A; ROS, F; RICO, J. (2010). *GUÍA PRÁCTICA DE SENSORES*. España: Creaciones Copyright.
- ✓ SERRANO, D. (2011). *Proceso auxiliares de fabricación*. MALAGAN: ProQuest ebrary.
- ✓ SIERRA, Jacinto. (2014). *Elementos hidraulicos en los tractores y maquinas hidraulicas*. Madrid: Mundi prensa.
- ✓ SOLBES, R. (2014). *Automatismos Industriales, Conceptos y Procedimientos* (Vol. 1). Nau Libres. Obtenido de <https://books.google.com.ec/books?id=XrMN6post9UC&pg=PA235&dq=automatizacion+y+procedimientos&hl=es-419&sa=X&ved=0ahUKEwiijuT2oanRAhWCQyYKHWRCAXsQ6AEIGDAA#v=onepage&q=automatizacion%20y%20procedimientos&f=false>
- ✓ SOLBES, R. (2014). *Automatismos Industriales. Conceptos y procedimientos*. Valencia: Ulzama.
- ✓ SUDARIO, C., & CHIPANTIZA, I. (2013). *Implementacion de instalaciones*. BUENOS AIRES: Reserved.
- ✓ TOBAJAS, C. (2012). *Instaciones domòticas*. BARCELONA: Cano pina. Obtenido de <http://site.ebrary.com/lib/cotopaxisp/reader.action?docID=11002264>
- ✓ TORRES, J. (2009). *Máquinas universal de ensayo*. CARACAS: All rights reserved. Obtenido de <http://site.ebrary.com/lib/cotopaxisp/reader.action?docID=10647291>
- ✓ TORRES, Josè. (2001). *Instalaciones, su acondicionamiento, limpieza y desinfección (UF0008)*. Malaga: IC Editorial.
- ✓ VADILLO Oscar, R. (2012). *Montaje y reparación del sistemas*. MALAGA: Prosquet. Obtenido de <http://site.ebrary.com/lib/cotopaxisp/reader.action?docID=10116274>
- ✓ VALDIVIA, C. (2012). *Sistemas de Control Continuos y Discretos*. Obtenido de [https://books.google.com.ec/books?id=kPb7zb-RwJYC&pg=PA13&dq=control+de+lazo+abierto+y+cerrado&hl=es-419&sa=X&redir\\_esc=y#v=onepage&q=control%20de%20lazo%20abierto%20y%20cerrado&f=false](https://books.google.com.ec/books?id=kPb7zb-RwJYC&pg=PA13&dq=control+de+lazo+abierto+y+cerrado&hl=es-419&sa=X&redir_esc=y#v=onepage&q=control%20de%20lazo%20abierto%20y%20cerrado&f=false)
- ✓ VILABOA Jose, B. (2006). *Automatización de selección*. SANTIAGO DE CHILLE: Red revista Facultad de Ingeniería.
- ✓ ZABIAURREN, L. (2012). *Electricista de matenimiento*. BARCELONA: All rights reserved.
- ✓ ZAMBRANO REY, G. M. (2009). *Estaciòn de control de calidad*. BOGOTA: Universidad Javeriana. Obtenido de <http://site.ebrary.com/lib/cotopaxisp/reader.action?docID=10311339>
- ✓ ZAMBRANO, R., PARRA, G., & RODRÌGUEZ, M. (2009). *Estaciòn de control de calidad*. BOGOTA: Universidad Javeriana. Obtenido de <http://site.ebrary.com/lib/cotopaxisp/reader.action?docID=10311339>



## 16. ANEXOS

### A. Hoja de vida de la tutora

#### DATOS PERSONALES

**APELLIDOS:** CASTILLO FIALLOS

**NOMBRES:** JESSICA NATAL

**ESTADO CIVIL:** SOLTERA

**CEDULA DE CIUDADANÍA:** 0604590216

**LUGAR Y FECHA DE NACIMIENTO:** GUANO, 9 DE FEBRERO 1988

**DIRECCIÓN DOMICILIARIA:** RIOBAMBA/ELOY ALFARO MZ H CASA 30

**TELÉFONO CONVENCIONAL:** 032626628 **CELULAR:** 0984317422

**EMAIL INSTITUCIONAL:** jessica.castillo@utc.edu.ec



#### ESTUDIOS REALIZADOS Y TÍTULOS OBTENIDOS

NIVEL	TITULO OBTENIDO	FECHA DE REGISTRO	CÓDIGO DEL REGISTRO CONESUP O SENESCYT
TERCER	INGENIERA EN ELECTRONICA TELECOMUNICACIONES Y REDES	2012- 05-18	1002-12- 1139152
CUARTO	MAGISTER EN SEGURIDAD TELEMATICA	2016-07-08	1002- 2016- 1708850

#### 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:**

Octubre 2016

**B. Hoja de vida del investigador**

**NOMBRES:** GUILLERMO GABRIEL  
**APELLIDOS:** FLORES ZAMORA  
**PROVINCIA:** COTOPAXI  
**CANTÓN:** LA MANÁ  
**CÉDULA No.:** 1804551628  
**FECHA DE NACIMIENTO:** 3 DE JUNIO DE 1994  
**EDAD:** 22 AÑOS  
**NACIONALIDAD:** ECUATORIANO  
**DIRECCIÓN ACTUAL:** EL CARMEN  
**TELÉFONO:** 0991160761  
**CORREO ELECTRONICO:** guimoflores19@outlook.es

**ESTUDIOS Y TÍTULOS**

**PRIMARIOS:** ESCUELA FEDERACIÓN DEPORTIVA DE COTOPAXI

**SECUNDARIOS:** COLEGIO TÉCNICO RAFAEL VASCONES GÓMEZ

**TÍTULO OBTENIDO:** MECÁNICA INDUSTRIAL

**REFERENCIAS PERSONALES**

MSC. EDGAR MARCELO ORBEA JIMENEZ LIC. 0991668053

MSC. CÁRDENAS PILA BLANCA YOLANDA LIC. 0991707663

### C. Proceso de elaboración de estructura



### D. Instalación de canaletas y distribución para equipos tecnológicos





### E. Cableado de PLC S7-1200



### F. Instalación del toma corriente trifásico



## G. Encuesta antes de desarrollar el módulo



### UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI EXTENSIÓN LA MANÁ CARRERE DE ELECTROMECHANICA

#### Encuesta

Dirigida a los estudiantes de la carrera de electromecánica

**TEMA:** “DESARROLLO DE PRÁCTICAS DE AUTOMATIZACIÓN A TRAVÉZ DE UN MÓDULO DIDÁCTICO CON EL PLC S7-1200 PARA EL CONTROL AUTOMÁTICO DEL LLENADO DE UN TANQUE”

1.- ¿Conoce usted si existe un módulo didáctico para simulación de un sistema de control de llenado de un tanque?

SI  NO

2.- ¿Cree usted que es importante la manipulación de un módulo didáctico para el control automático del llenado de un tanque?

SI  NO

3.- ¿Cree usted que es necesario la implementación de un módulo didáctico para el control automático de un llenado de un tanque?

SI  NO

4.-¿Cree usted que los docentes deben priorizar el aprendizaje práctico al momento de dirigir sus clases?

SI  NO

5.- ¿Con el desarrollo de un módulo didáctico para el control automático de llenado de un tanque se facilitará a los estudiantes en la comprensión de los contenidos impartidos por los docentes que dictan la asignatura?

SI  NO

6.- ¿ Cree usted que tendrán los conocimientos por adquirir en los futuros profesionales con el desarrollo de un módulo didáctico para el control de llenado de un tanque en la práctica pre profesional?

Positiva  Negativa

7.- ¿Cree usted con la aplicación del módulo didáctico se ayudará a la manipulación de un sistema de proceso empleados en la vida profesional?

SI  NO

8.- ¿Cuál fue la incidencia que tuvo en los conocimientos adquiridos por los futuros profesionales con el desarrollo de un módulo didáctico para la simulación de llenado de un tanque?

Positiva  Negativa

9.- ¿Cree usted que con aplicación de un módulo didáctico se mejorara la manipulación de sistema de proceso empleados en la vida profesional de los estudiantes?

SI  NO

10.-¿ ¿Considera usted que el desarrollo de un módulo de prácticas de automatización a través de un módulo didáctico con el PLC s7-1200 para el control automático de llenado de un tanque, permitirá mejorar el nivel académico?

SI  NO

## H. Encuesta después del desarrollo del módulo



### UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI EXTENSIÓN LA MANÁ CARRERE DE ELECTROMECHANICA

#### Encuesta

Dirigida a los estudiantes de la carrera de electromecánica

**TEMA:** “DESARROLLO DE PRÁCTICAS DE AUTOMATIZACIÓN A TRAVÉZ DE UN MÓDULO DIDÁCTICO CON EL PLC S7-1200 PARA EL CONTROL AUTOMÁTICO DEL LLENADO DE UN TANQUE”

1.- ¿Conoce usted si existe un módulo didáctico para simulación de un sistema de control de llenado de un tanque?

SI  NO

2.- ¿Cree usted que es importante la manipulación de un módulo didáctico para el control automático del llenado de un tanque?

SI  NO

3.- ¿Cree usted que es necesario la implementación de un módulo didáctico para el control automático de un llenado de un tanque?

SI  NO

4.-¿Cree usted que los docentes deben priorizar el aprendizaje práctico al momento de dirigir sus clases?

SI  NO

5.- ¿Con el desarrollo de un módulo didáctico para el control automático de llenado de un tanque se facilitará a los estudiantes en la comprensión de los contenidos impartidos por los docentes que dictan la asignatura?

SI  NO

6.- ¿ Cree usted que tendrán los conocimientos por adquirir en los futuros profesionales con el desarrollo de un módulo didáctico para el control de llenado de un tanque en la práctica pre profesional?

Positiva  Negativa

7.- ¿Cree usted con la aplicación del módulo didáctico se ayudará a la manipulación de un sistema de proceso empleados en la vida profesional?

SI  NO

8.- ¿Cuál fue la incidencia que tuvo en los conocimientos adquiridos por los futuros profesionales con el desarrollo de un módulo didáctico para la simulación de llenado de un tanque?

Positiva  Negativa

9.- ¿Cree usted que con aplicación de un módulo didáctico se mejoró la manipulación de sistema de proceso empleados en la vida profesional de los estudiantes?

SI  NO

10.-¿ ¿Considera usted que el desarrollo de un módulo de prácticas de automatización a través de un módulo didáctico con el PLC s7-1200 para el control automático de llenado de un tanque, mejoro el nivel académico?

SI  NO