



**UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI**

**EXTENSIÓN LA MANÁ**

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

**CARRERA DE ELECTROMECAÁNICA**

**PROYECTO DE INVESTIGACIÓN**

**“DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UN MÓDULO DIDÁCTICO CON EL  
PLC S7-1200 PARA LA SIMULACIÓN DE UN ASCENSOR  
INTELIGENTE”**

Proyecto de investigación presentado previo a la obtención del Título Ingeniera Electromecánica.

**Autora:**

Jacho Lara Rosalía Belén

**Director:**

Ing. Vásquez Carrera Paco Jovanni M. Sc.

**La Maná- Ecuador**

**Agosto-2017**

## DECLARACIÓN DE AUTORÍA

Yo Jacho Lara Rosalía Belén, declaro ser autora del presente proyecto de investigación: **“DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UN MÓDULO DIDÁCTICO CON EL PLC SIMATIC S7-1200 PARA LA SIMULACIÓN DE UN ASCENSOR INTELIGENTE”**, siendo el Ing. Vásquez Carrera Paco Jovanni M. Sc, tutor del presente trabajo; y eximo expresamente a la Universidad Técnica de Cotopaxi y a sus representantes legales de posibles reclamos o acciones legales.

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



Jacho Lara Rosalía Belén  
C.I: 050351387

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

En calidad de Director del Trabajo de Investigación sobre el título: **“DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UN MÓDULO DIDÁCTICO CON EL PLC SIMATIC S7-1200 PARA LA SIMULACIÓN DE UN ASCENSOR INTELIGENTE”**, de la estudiante Jacho Lara Rosalía Belén de la Carrera Ingeniería 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, Julio 2017



Ing. Vásquez Carrera Paco Jovanni M. Sc.  
C.I: 050175876 -7  
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, la postulante: Jacho Lara Rosalía Belén, con el título de proyecto de investigación: **“DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UN MÓDULO DIDÁCTICO CON EL PLC SIMATIC S7-1200 PARA LA SIMULACIÓN DE UN ASCENSOR INTELIGENTE”**, 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, Julio 2017



M.Sc. Castillo Fiallos Jessica Nataly  
C.I: 060459021-6  
Lector 1 (Presidenta)



PhD. Morales Tamayo Yoandrys  
C.I: 175695879-7  
Lector 2



M.Sc. Jácome Alarcón Luis Fernando  
C.I: 050247562-7  
Lector 3

## ***AGRADECIMIENTO***

*Quiero agradecer a Dios, por guiarme por el camino del bien, dándome sabiduría, inteligencia para culminar con éxito una etapa más de mi vida.*

*A mi familia hermosa quienes con amor incondicional apoyaron este sueño de inicio a fin y a todos mis docentes quienes hicieron que mi vida sea distinta aportando sus conocimientos durante mis años de preparación en la Universidad.*

*Rosalía*

## **DEDICATORIA**

*Dedico este proyecto a DIOS porque él es mi amigo incondicional quien me brinda fuerzas para seguir adelante, a mi padre Carlos Jacho y a mi madre Gladys Lara que aunque ya no esté a mi lado sé que ella siempre me protege y me guía desde el lugar en el que se encuentre, a mis hermanos que con su apoyo incondicional, me han enseñado que nunca se debe dejar de luchar por lo que se desea alcanzar y en todo momento brindarme los ánimos para seguir con mis estudios.*

*Rosalía*



# UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI

## FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA Y APLICADAS

**TÍTULO:** “DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UN MÓDULO DIDÁCTICO CON EL PLC S7-1200 PARA LA SIMULACIÓN DE UN ASCENSOR INTELIGENTE”

**Autora:** Jacho Lara Rosalía Belén

### RESUMEN

El presente proyecto de investigación tiene por objetivo diseñar y construir un módulo didáctico para la simulación de un ascensor inteligente controlado por un PLC Simatic S7-1200, basado en aplicaciones técnicas industriales que permitan establecer variables de control eléctrico para el correcto funcionamiento de un ascensor inteligente, dado que a lo largo de la historia el transporte se convirtió en una necesidad del hombre, al poder llevar consigo pertenencias y objetos.

Desde su invención los sistemas de elevación son esenciales para el transporte de personas para edificios y el desarrollo de los sistemas de elevación vertical moderno han afectado profundamente la arquitectura y ha supuesto una mayor evolución de las ciudades, diseñando modelos y marcas de acuerdo a cada necesidad. Actualmente las empresas instaladoras de ascensores se enfrentan a un mundo cada vez más competitivo y globalizado, debido a los cambios que experimenta el mercado. La presente investigación pretende analizar y optimizar el modelo de control empleando la automatización en la simulación de un ascensor inteligente

**Palabras claves:** Automatizar, módulo didáctico, PLC Simatic S7 - 1200, diseñar, construir.



# UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI

## FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA Y APLICADAS

**TITLE:** “DESIGN AND CONSTRUCTION OF A DIDACTIC MODULE WITH PLC S7-1200 FOR THE SIMULATION OF A SMART ELEVATOR”

**Author:** Jacho Lara Rosalía Belén

### ABSTRACT

The present research project aims to design and build a didactic module for the simulation of an intelligent elevator controlled by a PLC S7-1200 PLC, based on industrial technical applications that allow to establish variables of electrical control for the correct operation of an intelligent elevator.

Since its invention, lifting systems are essential for the transportation of people to buildings and the development of vertical lift systems has profoundly affected the architecture and has meant a further evolution of cities, designing models and brands according to each need of necessity. Nowadays, the elevator installers face an increasingly competitive and globalized world, due to the changes that the market experiences. The present research aims to analyze and optimize the control model using automation in the simulation of an intelligent elevator.

**Keywords:** Automate, didactic module, Simatic PLC S7 - 1200, design, buil



## 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 la señorita egresada: Jacho Lara Rosalía Belén cuyo título versa **“DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UN MÓDULO DIDÁCTICO CON EL PLC S7-1200 PARA LA SIMULACIÓN DE UN ASCENSOR INTELIGENTE”**, 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, Julio 2017

Atentamente

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

## ÍNDICE GENERAL

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
CERTIFICADO DE APROBACION DEL ABSTRACT .....	ix
ÍNDICE GENERAL.....	x
INDICE DE TABLAS.....	xiii
ÍNDICE DE GRÁFICOS.....	xiv
1. INFORMACIÓN GENERAL.....	1
1.1. Título del Proyecto .....	1
2. RESUMEN DEL PROYECTO .....	2
3. JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO.....	3
4. BENEFICIARIOS DEL PROYECTO .....	4
5. PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN.....	4
6. OBJETIVOS.....	5
6.1. Objetivo General.....	5
6.2. Objetivos Específicos .....	5
7. ACTIVIDADES Y SISTEMAS DE TAREAS EN RELACIÓN A LOS OBJETIVOS PLANTEADOS .....	5
8. FUNDAMENTACIÓN CIENTÍFICO TÉCNICA.....	6
8.1 Introducción.....	6
8.1.1. Estructura de los Sistemas automatizados .....	7
8.1.2 Tipologías del Sistema de Control.....	7
8.1.2.1 Sistemas de Lazo Abierto .....	7
8.1.2.2 Sistemas de Lazo Cerrado .....	8
8.2. Ascensor .....	8
8.2.1 Requisitos .....	9
8.2.1.1 Dimensiones .....	9

8.2.1.2	Tiempo de apertura.....	10
8.2.1.3	Características generales.....	11
8.2.1.3	Paradas.....	11
8.2.2	Tipos de Elevadores.....	12
8.2.2.1	Ascensor eléctrico.....	12
8.2.2.2	Ascensor hidráulico u oleodinámico. ....	13
8.2.3	Elementos constitutivos de un ascensor .....	15
8.2.3.1	Cabina.....	15
8.2.3.2	Grupo tractor.....	15
8.2.3.3	Tambor de arrollamiento .....	15
8.2.3.4	Polea de tracción.....	16
8.2.3.5	Contrapeso .....	16
8.2.3.6	Rieles guías.....	16
8.2.3.7	Amortiguadores .....	17
8.2.3.8	Cables de Suspensión .....	18
8.2.3.9	Finales de carrera.....	19
8.2.3.10	Salvavidas .....	19
8.3	Controlador Lógico Programable .....	20
8.3.1	Definición .....	20
8.3.2	Tipos de PLC .....	21
8.3.2.1	De acuerdo a su conformación externa pueden ser: .....	21
8.3.3	PLC S7 1200.....	22
8.3.3.1	Partes de un PLC .....	22
8.3.4	Módulos de un PLC ya sea entradas /salidas analógicas o digitales .....	23
8.3.4.1	Módulo de entradas .....	23
8.3.4.2	Módulo de salida .....	23
8.3.5	Ventajas del uso de los PLC`s .....	24
8.3.6	Criterios de selección.....	24
8.4	Software para su programación .....	25
8.5	Gama de aplicación .....	25
8.6	Pantallas HMI.....	26
8.6.1	Funciones de un software HMI .....	26

8.6.2	Tareas de un software HMI .....	27
8.6.3	Tipos de HMI.....	27
8.7	Protocolos de comunicación.....	28
9.	VALIDACIÓN DE LAS PREGUNTAS CIENTÍFICAS O HIPÓTESIS.....	28
9.1	Resultado de la Hipótesis .....	29
9.2	Comprobación de la Hipótesis.....	29
9.2.1	Comprobación de la Hipótesis General.....	29
10.	METODOLOGÍAS Y DISEÑO EXPERIMENTAL .....	32
10.1.	Investigación de Campo.....	32
10.2.	Investigación Bibliográfica-Documental .....	33
10.3.	Métodos de Investigación.....	34
10.3.1.	El método inductivo.....	34
10.3.2.	El método deductivo.....	34
10.4.	Técnicas de Investigación.....	34
10.4.1.	La Entrevista.....	34
10.4.2.	La Encuesta.....	35
10.5.	Diseño experimental .....	35
10.6.	Población .....	35
11.	ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS .....	36
11.1	Diseño del Circuito de Mando.....	36
11.2	Diseño del Circuito de Fuerza. ....	37
11.3	Datos Técnicos de los Equipos.....	37
11.3.1	PLC Simatic S7-1200. ....	37
11.3.1.1	Introducción al PLC S7-1200. ....	38
11.3.1.2	Dimensiones de montaje y espacios libres necesarios.....	39
11.3.2	Simatic Step 7 Basic V13. ....	41
11.3.2.1	Requisitos del sistema. ....	42
11.4	Selección de Elementos .....	44
11.5	Programación del PLC.....	45
12.	IMPACTOS (TÉCNICOS, SOCIALES, AMBIENTALES O ECONÓMICOS) ..	48
13.	PRESUPUESTO DEL PROYECTO.....	49
14.	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....	51
14.1.	Conclusiones.....	51

14.2.	Recomendaciones .....	51
15.	BIBLIOGRAFÍA .....	52
16.	ANEXOS .....	55

### **INDICE DE TABLAS**

Tabla 1:	Beneficiarios del proyecto .....	4
Tabla 2:	Actividades y metodologías para los objetivos específicos .....	5
Tabla 3:	Ventajas e inconvenientes de los ascensores eléctricos. ....	13
Tabla 4:	Ventajas e inconvenientes de los ascensores hidráulicos.....	15
Tabla 5:	Entradas y salidas del plc s7-1200 .....	24
Tabla 6:	Valores observados de la hipótesis general .....	30
Tabla 7:	Valores esperados de la hipótesis general .....	31
Tabla 8:	Técnicas e instrumentos .....	35
Tabla 9:	Diseño experimental.....	35
Tabla 10:	Características del cpu 1212c.....	38
Tabla 11:	Dimensiones de montaje .....	39
Tabla 12:	Requisitos de instalación .....	42
Tabla 13:	Selección de elementos .....	44
Tabla 14:	Presupuesto del proyecto.....	49

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Esquema General De Un Sistema Automatizado .....	7
Figura 2: Esquema General De Un Sistema De Control Lazo Abierto.....	8
Figura 3: Esquema De Un Sistema De Control En Lazo Cerrado.....	8
Figura 4. Dimensiones Mínimas.....	9
Figura 5. Dimensiones.....	10
Figura 6: Instalación Típica De Un Ascensor Eléctrico .....	12
Figura 7. Instalación Típica De Un Ascensor Hidráulico .....	14
Figura 8. Contrapeso.....	16
Figura 9. Guías De Ascensor .....	17
Figura 10. Amortiguador Elástico, De Resorte, E Hidráulico.....	18
Figura 11. Partes De Un Cable .....	18
Figura 12: Final De Carrera.....	19
Figura 13: Partes Del Plc .....	22
Figura 14: Señales Que Entran Y Salen Del Plc .....	23
Figura 15: Distribución del Chi-Cuadrado.....	32
Figura 16: Dimensiones De Montaje.....	40
Figura 17: Espacio Libre Necesario .....	41
Figura 18: Vista Del Portal.....	43
Figura 19: Vista Del Proyecto .....	43
Figura 20: Configuración del PLC .....	46
Figura 21: Comunicación entre el PLC y HMI .....	46
Figura 22: Vista de segmentos .....	47
Figura 23: Vista de los pisos del ascensor en el HMI .....	47
Figura 24: Vista de la simulación del Ascensor finalizado .....	48

## 1. INFORMACIÓN GENERAL

### 1.1. Título del Proyecto

“DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UN MÓDULO DIDÁCTICO CON EL PLC S7-1200 PARA LA SIMULACIÓN DE UN ASCENSOR INTELIGENTE”

**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:** Facultad de Ciencias de la Ingeniería y Aplicadas

**Carrera que auspicia:** Ingeniería Electromecánica

**Equipo de Trabajo:**

**Tutor de titulación:** M.Sc. Vásquez Carrera Paco Jovanni

**Autora:** Jacho Lara Rosalía Belén

**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. Las investigaciones enmarcadas en esta línea se enfocará en el potenciamiento y desarrollo de tecnologías y procesos destinados a mejorar y tecnificar los procesos tradicionales sujetos en la industria de nuestro país. Así como la automatización de sistemas que reemplace la intervención directa del hombre.

**Sub líneas de investigación de la Carrera:** Sistemas mecatrónicos y automatización industrial

## **2. RESUMEN DEL PROYECTO**

El presente proyecto de investigación tiene por objetivo diseñar y construir un módulo didáctico para la simulación de un ascensor inteligente controlado por un PLC Simatic S7-1200, basado en aplicaciones técnicas industriales que permitan establecer variables de control eléctrico para el correcto funcionamiento de un ascensor inteligente, dado que a lo largo de la historia el transporte se convirtió en una necesidad del hombre, al poder llevar consigo pertenencias y objetos.

En los últimos tiempos se ha observado un desarrollo en la automatización de procesos, razón por la cual se implementó nuevos módulos didácticos utilizando PLC's, que permite controlar los procesos de una manera automática, eficaz, confiable y segura, de esta manera permitió a los estudiantes afianzar destrezas para las prácticas, manipulando equipos que utilizan a nivel industrial, lo cual formará parte del desarrollo profesional.

Desde su invención los sistemas de elevación son esenciales para el transporte de personas en edificios y el desarrollo de los sistemas de elevación vertical moderna ha afectado profundamente la arquitectura, diseñando modelos y marcas de acuerdo a cada necesidad. Actualmente las empresas instaladoras de ascensores se enfrentan a un mundo cada vez más competitivo y globalizado, debido a los cambios que experimenta el mercado.

La presente investigación analiza y optimiza el modelo de control al utilizar la automatización en la simulación de un ascensor inteligente, el tener un laboratorio de investigación con módulos didácticos que realicen diferentes procesos es de gran importancia para los estudiantes, al poder visualizar el funcionamiento en tiempo real de diferentes dispositivos eléctricos y electromecánicos, obteniendo como resultado un mejor aprendizaje en su formación académica y profesional.

**Palabras claves:** Automatizar, módulo didáctico, PLC simatic S7 - 1200, diseñar, construir.

### **3. JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO**

La implementación del módulo didáctico tiene como finalidad aumentar el aprendizaje de una manera teórico práctica, al poder relacionar los conocimientos teóricos adquiridos en las aulas de una forma práctica en los laboratorios, mejorando el desempeño de los estudiantes en trabajos que tengan relación con instalaciones de sistemas de transporte vertical.

A través de la canalización de los conocimientos e información adquiridos durante la carrera se plantea el diseño y construcción de un ascensor para personas con discapacidad o movilidad reducida. Con la simulación del ascensor, podemos decir que no se trata de un ascensor complejo, que requiere de un sistema especial para transportar personas, si no que los mismos son tradicionales, solo que están preparados para soportar más peso, en el caso que la persona tenga que subir en silla de ruedas.

En sus inicios la atención a las personas con discapacidad era tratada como una molestia a la sociedad, con el pasar de los años se ha ido tecnificando, y ha dejado de ser una acción de supervivencia y ayuda a través de las asociaciones de padres de familia de personas con discapacidad e instituciones privadas.

En la presente investigación se puso en práctica los resultados obtenidos en la investigación, el laboratorio de automatización con PLC Simatic S7-1200 con que cuenta la Universidad es de alta tecnología en el control de procesos, las investigaciones que se producen en este laboratorio brinda soluciones de automatización a las industrias que deseen mejorar su competitividad y productividad.

La Carrera de Electromecánica tiene como objetivo formar profesionales competentes en todos los ámbitos académicos por lo cual se ve significativo realizar prácticas de simulación de un ascensor inteligente, actividad que da mayor enfoque para reforzar la teoría, conocer las ventajas y desventajas que incide realizar este proceso de automatización.

#### 4. BENEFICIARIOS DEL PROYECTO

Los beneficiarios de un proyecto son las personas que obtendrán algún tipo de beneficio de la implementación del mismo. Se pueden identificar dos tipos de beneficiarios: Directos e indirectos.

**Tabla 1:** Beneficiarios del Proyecto

<b>Beneficiarios Directos</b>	<b>Beneficiarios Indirectos</b>
Alumnos legalmente matriculados en la Carrera de Electromecánica de la Universidad Técnica de Cotopaxi Extensión La Maná.	Instituciones con Carreras afines, alumnos de la Carrera de Electromecánica de la Matriz.

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

**Elaborado por:** Rosalía Jacho

#### 5. PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

Considerando como una alternativa realizar prácticas de simulación de ascensores en el Laboratorio de Electromecánica de la Universidad Técnica de Cotopaxi para los estudiantes de la carrera de Ingeniería Electromecánica creemos una falencia que se los realice con muchos contactores y guarda motores resultando poco tecnológico, al utilizar un PLC para el control la instalación resulta moderna y el mantenimiento de los ascensores tiene una planificación objetiva, logrando evitar paralizaciones e incomodidad en los usuarios que utilizan estos medios de transporte.

El problema es relevante tanto para estudiantes y docentes, el no poder realizar prácticas en escenarios más apegados a la realidad como es el funcionamiento de un ascensor inteligente, mientras que los docentes al momento de impartir sus clases no cuentan con los elementos necesarios para que sus clases impartidas sean captadas de manera más clara y precisa.

Mediante la implementación del módulo didáctico de simulación de un ascensor inteligente, se logrará obtener un impacto positivo tanto en alumnos como docentes, los mismos que podrán realizar prácticas en los laboratorios con elementos tangibles, que servirán de complemento a los conceptos teóricos impartidos en clases.

## 6. OBJETIVOS

### 6.1. Objetivo General

- Diseñar y construir un módulo didáctico con el PLC Simatic S7-1200 para simulación de un ascensor inteligente.

### 6.2. Objetivos Específicos

- Desarrollar teóricamente conceptos y funciones que cumple los principales dispositivos que se utilizarán en la construcción del módulo didáctico.
- Implementar un módulo didáctico para la simulación de un ascensor inteligente controlado mediante un PLC Simatic S7 – 1200.
- Monitorear y ordenar el proceso de funcionamiento del ascensor inteligente mediante la visualización en el touch panel.

## 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
Desarrollar teóricamente conceptos y funciones que cumple los principales dispositivos que se utilizarán en la construcción del módulo didáctico.	Revisar distintos catálogos de acuerdo a las características necesarias para realizar el proyecto de investigación.	De acuerdo a las exigencias técnicas que se requiere para el control y funcionamiento óptimo se eligió un PLC Simatic S7-1200.	De campo, se basa en la toma de datos de las características que requiere para el control y funcionamiento del ascensor inteligente.
Implementar un módulo didáctico para la simulación de un ascensor inteligente mediante un PLC Simatic S7 - 1200.	Diseñar el módulo didáctico para la simulación de un ascensor inteligente	Obtener la mejor alternativa para la construcción del módulo didáctico para la simulación de un ascensor inteligente.	Elaborar el diseño del módulo en un software especializado, para su posterior construcción.
Monitorear y ordenar el proceso de	Con la ayuda de la programación del PLC S7-	El ascensor inteligente es controlado con facilidad	De campo, se basa en la toma de datos para

funcionamiento del ascensor mediante la visualización en el touch panel.	1200 se obtiene fácil manejo del ascensor con la ayuda del touch panel.	mediante el touch panel, el cual nos ayuda a visualizar las condiciones de trabajo.	realizar la programación del PLC S7-1200 y adaptarle al touch panel.
--	---	---	--

**Elaborado por:** Rosalía Jacho

## 8. FUNDAMENTACIÓN CIENTÍFICO TÉCNICA

### 8.1 Introducción

La automatización industrial se refiere al uso de sistemas mecánicos, electrónicos o computarizados para el control de procesos y sistemas industriales, de forma que se reduzca los requerimientos en cuanto a capacidades e intervenciones humanas.

El objetivo de la automatización de un proceso es la incorporación de elementos que controlen el funcionamiento de la instalación, de la maquina o del sistema en general, con el fin de reducir los costes de producción, suprimir tareas penosas e inseguras, mejorar la disponibilidad de los productos fijando ratios de producción bajo demanda, realizar tareas imposibles de controlar intelectual o manualmente y simplificar el mantenimiento del proceso productivo integrando gestión y producción.

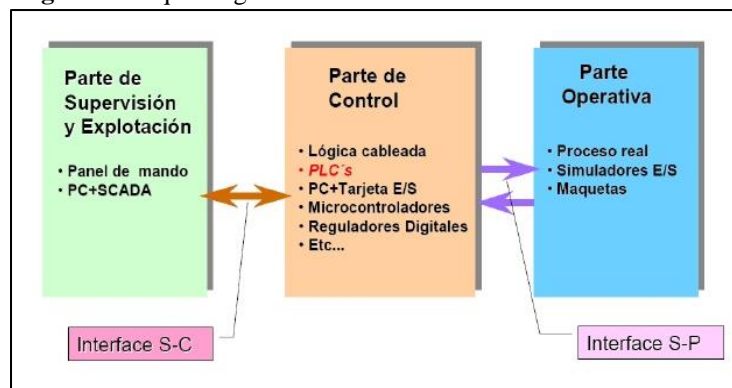
Un ascensor o elevador es un sistema de transporte vertical diseñado para movilizar personas o bienes entre diferentes niveles. Puede ser utilizado bien sea para bajar o subir en un edificio o una construcción subterránea. Está conformado con partes mecánicas, electrónicas y eléctricas que funcionan en conjunto para lograr un medio seguro de movilidad.

En la actualidad, con el nacimiento del siglo XXI son varias las novedades que se han producido en el tema del ascensor, por ejemplo: ascensores de frecuencia variable, eliminación del cuarto de máquinas (en una versión reducida y mejorada) y simplificación de la instalación eléctrica de la maniobra del ascensor.

### 8.1.1. Estructura de los Sistemas automatizados

Un sistema automatizado consta de dos partes principales: una parte de mando y una operativa. La parte operativa, que agrupa a accionadores y captadores o sensores, actúa directamente sobre el proceso para conducirlo al estado deseado. La parte de mando coordina las acciones de la parte operativa.

**Figura 1:** Esquema general de un sistema automatizado



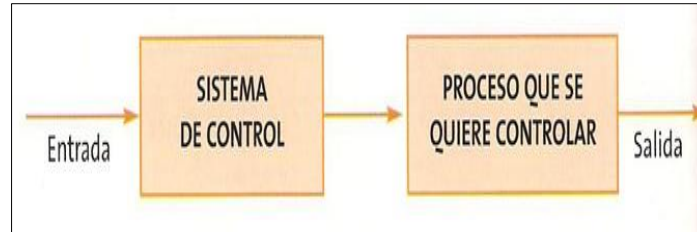
Fuente: <https://es.slideshare.net/iratxe22/procesos-de-automatización>

### 8.1.2 Tipologías del Sistema de Control

Existen dos tipos de tipologías en cuanto a la forma de realizar el control de procesos industriales. La diferencia entre ambas estrategias viene dada por la acción de control, encargada de la activación del sistema para producir la salida. Mientras que los denominados sistemas de control en lazo abierto, la acción de control es independiente de la salida, en los sistemas de control en lazo cerrado depende, en cierta forma, de la salida.

#### 8.1.2.1 Sistemas de Lazo Abierto

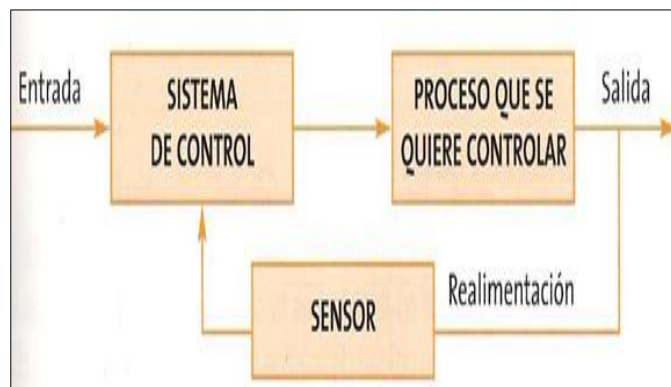
Destacan por su sencillez y fácil concepto, aunque son potencialmente inestables ante perturbaciones. En estos sistemas, el flujo de la información de las variables que controlan el proceso es unidireccional. El sistema de control no recibe en ningún instante confirmación acerca de las acciones realizadas sobre el proceso.

**Figura 2:** Esquema general de un sistema de control lazo abierto

Fuente: <http://slideplayer.es/slide/5428563/>

### 8.1.2.2 Sistemas de Lazo Cerrado

En los sistemas de control en lazo cerrado existe realimentación a través de sensores entre dispositivos que controla y el proceso bajo control. El elemento de control modula las órdenes a los actuadores en base a la información recibida por los sensores y el programa lógico interno. Los sistemas realimentados destacan por su estabilidad frente a perturbaciones y variaciones internas, aunque su diseño es más complejo que el de los sistemas en lazo abierto. Esta estrategia de control es utilizada por la mayoría de los sistemas de control de procesos industriales. (SANCHEZ, Daniel, 2013, págs. 18-19).

**Figura 3:** Esquema de un sistema de control en lazo cerrado

Fuente: <http://slideplayer.es/slide/5428563/>

## 8.2. Ascensor

Es un sistema que permite la movilización de personas o bienes en el interior de una edificación. Puede ser utilizado ya sea para ascender o descender en un edificio o una construcción subterránea. Se conforma de partes mecánicas, eléctricas y electrónicas que funcionan conjuntamente para lograr un medio seguro de movilidad. (Ortega Javier, 2013).

Reglamentación técnica en la construcción de ascensores para personas con movilidad reducida. De acuerdo con la Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 2 299:2001, que trata sobre la accesibilidad de las personas con discapacidad y movilidad reducida al medio físico, ascensores, tiene como objeto establecer los requisitos que deben cumplir los ascensores en los edificios, de tal forma que permitan la accesibilidad de las personas con discapacidad y movilidad reducida.

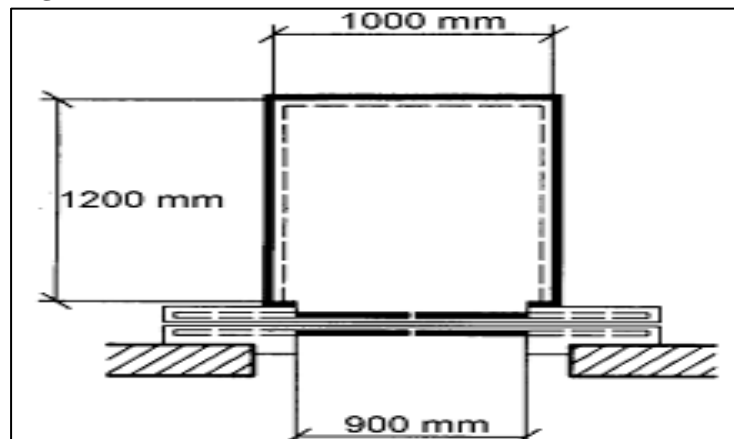
De acuerdo con la norma se tienen algunos requisitos específicos como son:

## 8.2.1 Requisitos

### 8.2.1.1 Dimensiones

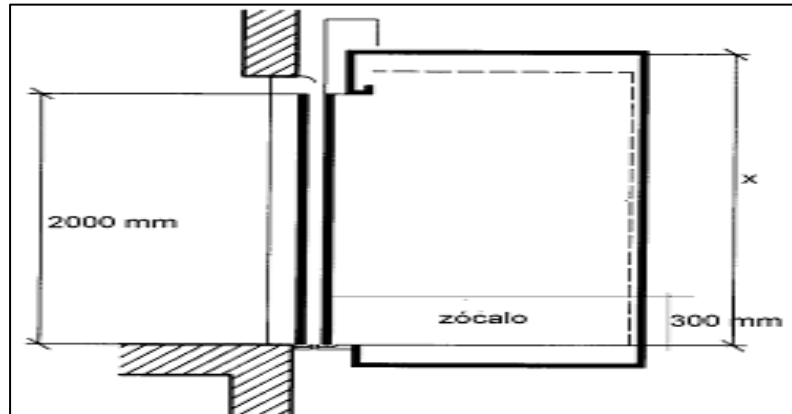
Las dimensiones mínimas libres del interior de la cabina del ascensor, deben ser 1200 mm de fondo y 1000 mm de ancho, para permitir alojar a una silla de ruedas y a un eventual acompañante.

**Figura 4:** Dimensiones mínimas



**Fuente:** Norma NTE INEN 2 299:2001 (INEN, 2001)

Cuando el lado de la puerta de la cabina no coincide con el lado de la puerta de la parada, las dimensiones mínimas deben ser de 1200 mm x 1400 mm para permitir el libre giro de la silla de ruedas.

**Figura 5:** Dimensiones

Fuente: Norma NTE INEN 2 299:2001 (INEN, 2001)

Las dimensiones mínimas del vano de la puerta de la cabina, deben ser 900 mm de ancho y 2000 mm de alto. Su accionamiento debe ser automático.

### 8.2.1.2 Tiempo de apertura

El ascensor debe tener un tiempo mínimo de apertura desde el aviso de que este ascensor está contestando el llamado (señalización luminosa y acústica), hasta que las puertas del ascensor empiezan a cerrarse, determinado según la fórmula:

$$T = \frac{D}{445} \quad (1)$$

#### En donde:

- T=** Tiempo mínimo de apertura en segundos.  
**D=** Distancia desde el eje del corredor hasta la puerta en mm.  
**445=** Constante, en mm/s.

La distancia “D” debe ser establecida desde un punto situado en el eje del corredor o pasillo directamente frente a la botonera de llamado (y a un máximo desde ésta de 1500 mm), hasta el eje de la puerta del ascensor, sobre la puerta de entrada más lejana. En ningún caso el

tiempo de apertura será menor a 5 segundos respondiendo a una llamada exterior y a 3 segundos, respondiendo a una llamada interior.

### **8.2.1.3 Características generales**

El piso de ingreso al ascensor debe estar señalizado mediante pavimento texturizado con un área mínima de 1200 mm x 1200 mm.

El espacio para embarque y desembarque debe tener un área mínima de 1500 mm x 1500 mm en condiciones simétricas y centradas a la puerta. En caso que el ascensor tenga puertas batientes, la dimensión del espacio exterior frente al ascensor, se lo definirá por la posibilidad de inscribir un círculo de 1200 mm de diámetro en el área libre del barrido de la puerta.

Por lo menos una de las paredes interiores del ascensor debe tener un pasamano ubicado a 900 mm de alto y con las características generales ya definidas para este tipo de elemento según NTE INEN 2 244. Las paredes interiores de la cabina deben estar provistas de un zócalo de material resistente de 300 mm de alto, para proteger contra el impacto de los reposapiés de la silla de ruedas, ver figura 2.

La cabina del ascensor debe estar provista de piso antideslizante. Si existen alfombras o moquetas, éstas deben estar sujetas. El mecanismo de apertura de puertas debe estar provisto de un sensor automático ubicado máximo a 800 mm del piso. La intensidad luminosa en el interior de la cabina no debe ser menor a 100 lux.

### **8.2.1.4 Paradas**

La precisión de parada puede admitir una tolerancia máxima de 20 mm con relación al piso de embarque o desembarque. Las paradas deben estar provistas de mensaje acústico de llegada: dos tañidos indican que el ascensor baja y un tañido que sube. Junto a la puerta de acceso al ascensor se deben disponer flechas que indiquen la dirección hacia dónde va. Las flechas deben ser de colores contrastantes, con una dimensión mínima de 70 mm, ubicadas a una altura de 1800 mm referidas a su centro y medidas desde el nivel de piso terminado.

La separación entre el suelo firme y el piso de la cabina debe tener una tolerancia horizontal igual a 20 mm. (INEN, 2001).

## 8.2.2 Tipos de Elevadores

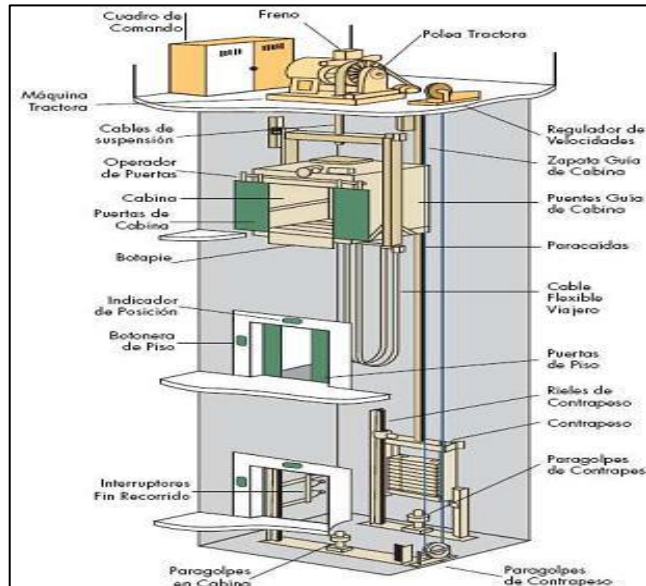
Fundamentalmente hay dos tipos, el ascensor eléctrico y el ascensor hidráulico, más propiamente llamado oleodinámico, los cuales se describen a continuación de un modo general.

### 8.2.2.1 Ascensor eléctrico

Sistema de transporte vertical en el cual el carro se mueve mediante cables o cinta de tracción, accionados por un motor eléctrico, (Norma Ecuatoriana de Construcción) todo ello funciona con un sistema de guías verticales y consta de elementos de seguridad como el amortiguador situado en el foso (parte inferior del hueco del ascensor) y un limitador de velocidad mecánico, que detecta el exceso de velocidad de la cabina para activar el sistema de paracaídas, que automáticamente detiene el ascensor en el caso de que esto ocurra.

**Una velocidad.-** Los grupos tractores con motores de una velocidad, solo se utilizan para ascensores de velocidad no mayores de 0,7 m/s, por lo general eran colocados en ascensores de viviendas de 300 kg y 4 personas. Su nivel de parada es muy impreciso y varía mucho con la carga, incluso es distinto en subida como en bajada.

**Dos velocidades.-** Los grupos tractores de dos velocidades poseen motores trifásicos de polos conmutables, que funcionan a una velocidad rápida y otra lenta según la conexión de los polos. De esta manera se obtiene con una velocidad de nivelación baja, un frenado con el mínimo de error (aproximadamente 10 mm de error) y un viaje más confortable. Estos grupos tractores en la actualidad están en retirada, ya que consumen demasiada energía y son algo ruidosos.

**Figura 6:** Instalación típica de un ascensor eléctrico

**Fuente:** [http://upcommons.upc.edu/pfc/bitstream/2099.1/10846/3/PFC\\_1.pdf](http://upcommons.upc.edu/pfc/bitstream/2099.1/10846/3/PFC_1.pdf)

Finalmente se dispone una tabla donde se muestran las ventajas e inconvenientes que presenta este tipo de ascensor.

**Tabla 3:** Ventajas e inconvenientes de los ascensores eléctricos

VENTAJAS	INCONVENIENTES
No existe limitación en el recorrido.	Gran número de elementos sometidos a un mayor desgaste entre los que destaca el cableado.
Mantenimiento económico.	Supone una sobrecarga en la estructura del edificio.
Potencia instalada menor a igualdad de prestaciones que uno hidráulico.	Instalación menos flexible debido a sus características constructivas.
Excelente rendimiento general de la máquina.	Necesidad de un contrapeso con el consecuente espacio ocupado en el hueco.
Uso mucho más extendido.	

**Fuente:** <http://upcommons.upc.edu/pfc/bitstream/2099.1/10846/2/Mem%C3%B2ria.pdf>

### 8.2.2.2 Ascensor hidráulico u oleodinámico

En los ascensores hidráulicos el accionamiento se logra mediante un motor eléctrico acoplado a una bomba, que impulsa aceite a presión por unas válvulas de maniobra y seguridad, desde un depósito a un cilindro, cuyo pistón sostiene y empuja la cabina para ascender. En el descenso se deja vaciar el pistón del aceite mediante una válvula con gran pérdida de carga para que se haga suavemente. De este modo el ascensor oleodinámico solamente consume energía en el ascenso. Por el contrario, la energía consumida en el ascenso es cuatro veces

superior a la que consume el ascensor electro-mecánico, por lo que el resultado es que, por término medio, consumen más o menos el doble que éstos.

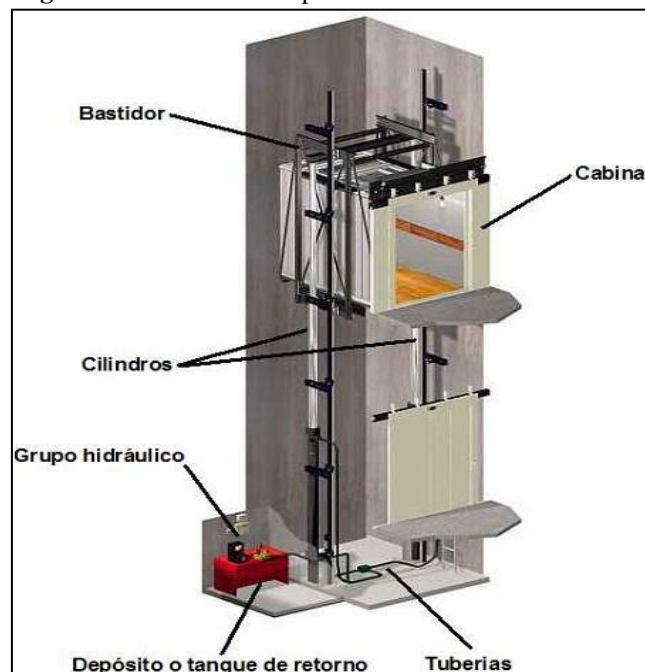
El grupo impulsor realiza las funciones del grupo tractor de los ascensores eléctricos, y el cilindro con su pistón la conversión de la energía del motor en movimiento.

El fluido utilizado como transmisor del movimiento funciona en circuito abierto, por lo que la instalación necesita un depósito de aceite.

La maquinaria y depósito de este tipo de ascensor pueden alojarse en cualquier lugar, situado a una distancia de 12m del hueco del mismo, con lo cual permite más posibilidades para instalar este ascensor en emplazamientos con limitación de espacio.

Son los más seguros, más lentos y los que más energía consumen, aunque son los más indicados para instalar en edificios sin ascensor. (Sigweb págs. 6, 7)

**Figura Nº 7:** Instalación típica de un ascensor hidráulico



**Fuente:** <http://upcommons.upc.edu/pfc/bitstream/2099.1/10846/2/Mem%C3%B2ria.pdf>

Las ventajas e inconvenientes de estos ascensores son las siguientes:

**Tabla 4 :** Ventajas e inconvenientes de los ascensores hidráulicos

<b>Ventajas</b>	<b>Inconvenientes</b>
Amplia libertad de ubicación del cuarto de máquinas.	Potencia instalada mayor a igualdad de Prestaciones que un ascensor eléctrico.
Funcionamiento silencioso y fiable.	Recorrido máximo limitado a edificios de baja altura (en torno a los 15 o 18 metros).
Instalación relativamente económica.	Velocidades nominales más bajas.
Arranques, paradas y cambios de marchas suaves.	Uso abundante de aceites cuyas características dependen además del control de la temperatura.
La nivelación de la plataforma con las paredes es exacta, por ser independiente de las condiciones de carga de la cabina.	Mayor necesidad de mantenimiento.
Sin riesgo de caída descontrolada pudiéndose prescindir del mecanismo paracaídas.	
No necesitan de contrapeso.	

Fuente: <http://upcommons.upc.edu/pfc/bitstream/2099.1/10846/2/Mem%C3%B2ria.pdf>

### 8.2.3 Elementos constitutivos de un ascensor

**8.2.3.1 Cabina.-** Es el elemento portante del sistema de ascensores. Está formada por dos partes el bastidor o chasis y la caja o cabina. En sus extremos inferior o superior según necesidades; se encuentra el sistema de paracaídas, ya sea instantáneo o progresivo. Este sistema libera unas cuñas contra las guías para frenar la cabina en caso de que baje a más velocidad de la permitida por el limitador de velocidad, impidiendo que la cabina pueda caer libremente incluso en el caso de que se partieran todos los cables que sujetan la cabina.

**8.2.3.2 Grupo tractor.-** Los grupos tractores para ascensores están formados normalmente por un grupo motor, acoplado a un reductor de velocidad, en cuyo eje de salida va montada la polea acanalada que arrastra los cables por adherencia, o bien un tambor en el que se arrollan los cables.

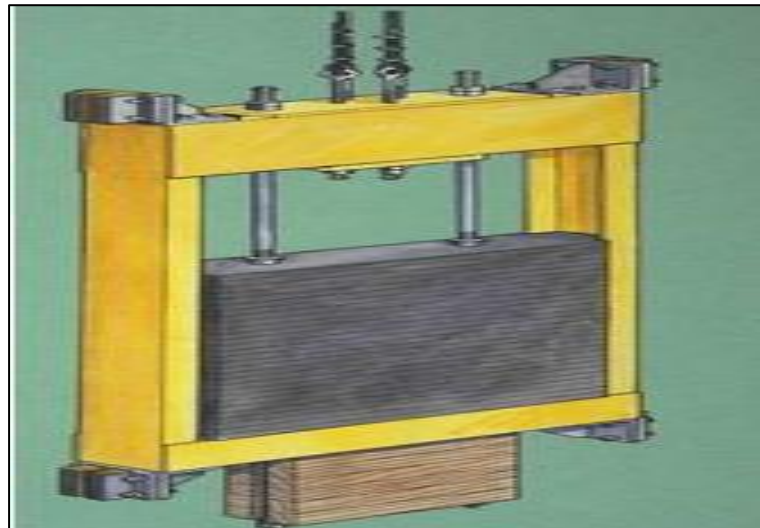
**8.2.3.3 Tambor de arrollamiento.-** Para la seguridad de las máquinas de elevación, se requiere que los tambores de cables deben ser suficientemente grandes para permitir el arrollamiento total del cable en una única capa.

**8.2.3.4 Polea de tracción.-** En los elevadores de polea de arrastre, la adherencia de los cables sobre la o las gargantas de la polea, debe ser suficiente para que al moverse ésta arrastre los cables tanto en subida como en bajada, con la cabina plenamente cargada.

**8.2.3.5 Contrapeso.-** El contrapeso tiene como misión equilibrar el peso de la cabina y generalmente de un 40 a un 50 por ciento de la carga. De esta forma, se reduce notablemente el peso que debe arrastrar el grupo tractor, reduciéndose la potencia necesaria y energía consumida casi a la cuarta parte.

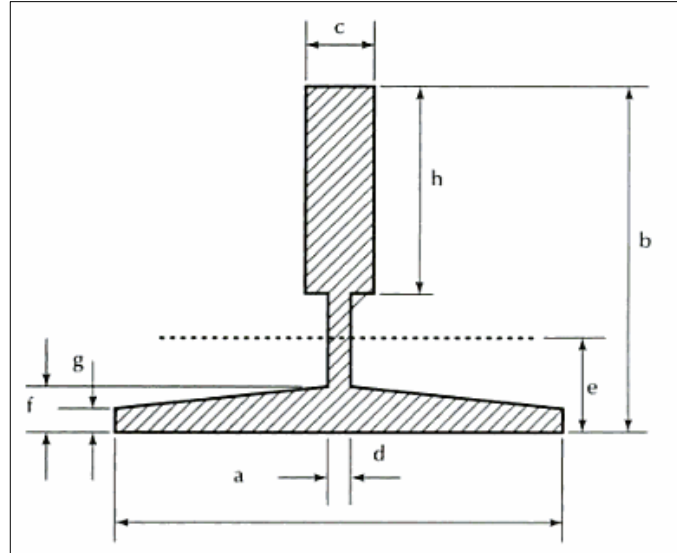
Los contrapesos están constituidos por bloques de fundición o de hormigón. En cualquier caso los bloques deben estar unidos por un bastidor o como mínimo por dos tirantes de acero. Las uniones del bastidor estarán soldadas, remachadas o fijadas con pernos múltiples con pasadores en las tuercas.

**Figura 8:** Contrapeso



Fuente: [http://upcommons.upc.edu/pfc/bitstream/2099.1/10846/3/PFC\\_1.pdf](http://upcommons.upc.edu/pfc/bitstream/2099.1/10846/3/PFC_1.pdf)

**8.2.3.6 Rieles guías.-** El desplazamiento de la cabina se asegura por medio de guías rígidas, preferiblemente en forma de T (figura 9), y perfectamente calibradas y enderezadas, en tramos empalmados con placas adecuadas.

**Figura 9:** Guías de ascensor

Fuente: LASHERAS ESTEBAN

### 8.2.3.7 Amortiguadores

Los ascensores deben estar provistos de amortiguadores, para detener la cabina o el contrapeso en caso necesario. Los amortiguadores se sitúan generalmente en el foso al final del recorrido de la cabina o del contrapeso. Pero también pueden montarse en la parte inferior del bastidor de la cabina o del contrapeso.

Los amortiguadores pueden ser de tres clases:

**a) Elásticos (de caucho).** Se pueden utilizar cuando la velocidad de la cabina no sobrepase los 0,60 m/s. Estos están formados por un cilindro de caucho.

**b) De resorte.** Se pueden utilizar cuando la velocidad de la cabina no sobrepase los 1,75 m/s. Son los que más se utilizan, están formados por un alambre o barra de acero de sección circular, arrollada en forma helicoidal.

**c) Hidráulicos.** Se pueden utilizar en cualquier caso. Están formados por un émbolo hueco ajustado a un cilindro que forma el cuerpo del amortiguador. El cilindro contiene un aceite especial, que al bajar el émbolo presionado por una carga exterior, va entrando en su interior a través de unos orificios, de sección regulable. De la sección total de los orificios depende la velocidad con que bajará el émbolo.

**Figura 10:** Amortiguador elástico, de resorte, e hidráulico.

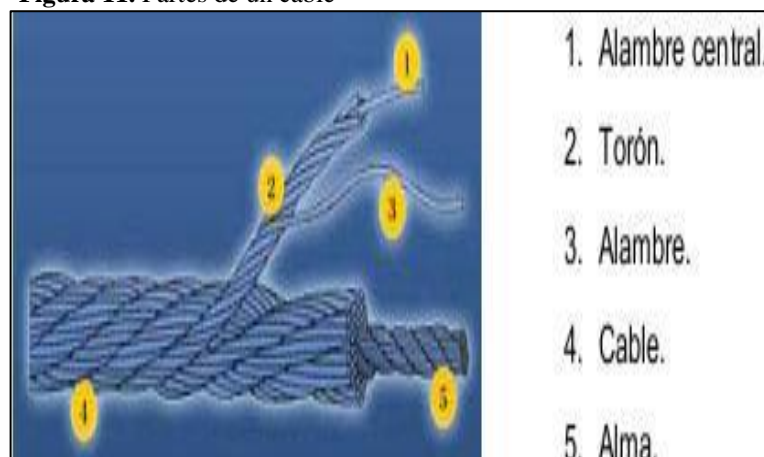


Fuente: [http://upcommons.upc.edu/pfc/bitstream/2099.1/10846/3/PFC\\_1.pdf](http://upcommons.upc.edu/pfc/bitstream/2099.1/10846/3/PFC_1.pdf)

### 8.2.3.8 Cables de Suspensión

Los cables utilizados en los aparatos elevadores están formados de alambres de acero (figura 11), pero en lugar de arrollarse todos entre sí, se enrollan en grupos, formando lo que se denomina cordones, que a su vez se enrollan sobre un alma generalmente de fibra vegetal, impregnada fuertemente de una grasa especial, que asegura el engrase del cable durante mucho tiempo.

**Figura 11.** Partes de un cable



Fuente: <http://es.scribd.com/doc/70508645/Cables>

### 8.2.3.9 Finales de carrera

El final de carrera o también llamado detector de posición, es un simple pulsador mecánico que no es accionado de manera voluntaria por el hombre, sino que se instala para dar unas señas cuando un elemento que pasa por él lo pulsa.

Al igual que los pulsadores, los finales de carrera son de muy diversas formas y tamaños y sirven para una variedad amplísima de usos. También están compuestos por tres partes: Cabeza, cuerpo y contacto. (HERNANDEZ, Antonio, 2013, pág. 132).

Los interruptores denominados finales de carrera, tienen por objeto detener el ascensor, cuando por algún defecto en el funcionamiento de las últimas paradas superior o inferior de su recorrido el ascensor no se detiene.

**Figura 12:** Final de carrera



**Fuente:** <http://upcommons.upc.edu/pfc/bitstream/2099.1/>

### 8.2.3.10 Salvavidas

Cuando el recinto de los aparatos elevadores, no sea, por alguna razón excepcional, totalmente cerrado, deberán estar provistas sus cabinas de un salvavidas, que cubra toda su parte inferior, y que produzca una parada inmediata al tropezar con cualquier obstáculo en su descenso, con una presión de 4 kg o más.

El salvavidas está formado por un bastidor del mismo perímetro exterior que el de la sección transversal de la cabina, que cuelga en posición horizontal del fondo de este por cinco cadenas, cuatro de ellas perimetrales y la quinta central que cuelga a través de un interruptor normalmente cerrado. Al tropezar con un obstáculo y no gravitar sobre el interruptor el peso del bastidor, se abre el circuito de la serie de la maniobra, en que va intercalado, y se detiene inmediatamente la cabina.

### **8.3 Controlador Lógico Programable**

El PLC se diseñó en los años 1963 para eliminar los grandes tableros de control en los que se encontraban muchos relevadores de control, temporizadores y contactores, además de que su cableado era demasiado complejo por lo que en el momento de buscar fallas, o modificar el proceso, el responsable de su mantenimiento requería una gran cantidad de tiempo para reparar o modificar y poner en funcionamiento a la máquina, tiempo que se detenía la producción y la empresa perdía ingresos en esos tiempo muertos.

En el año de 1969 se construyen los primeros controladores programables que en realidad eran relevadores electrónicos que se podían reprogramar para no desecharse. En el año de 1975 se logran la integración de funciones analógicas por medio de los operadores matemáticos los cuales hacen posible el acceso de mandos como acopladores térmicos, sensores de presión y todas aquellas señales que no son de tipo digital, sino que se establecen parámetros comparativos para lograr que esa señal analógica sea detectada por el equipo y comience y termine su proceso, dependiendo del tipo de señal que envíe el mando.

Fue en 1977 que se logró la integración de los controladores programables compactos, basados en set (poner), y reset (restablecer), que además, empleaban configuraciones jerárquicas como parte de un sistema integrado de manufactura. (CASTRO, M & ENRÍQUEZ, D & PACHECO, A, 2012, pág. 7).

#### **8.3.1 Definición**

Un controlador Lógico Programable (PLC) es un dispositivo electrónico digital que usa una memoria programable para guardar instrucciones y llevar a cabo funciones lógicas, de

secuencia, de sincronización, de conteo y aritméticas para controlar máquinas y procesos y diseñado específicamente para programarse con facilidad.

Los PLC tienen la gran ventaja de que permiten modificar un sistema de control sin tener que volver alambrear las conexiones de los dispositivos de entrada y salida; basta que el operador digite en un teclado las instrucciones correspondientes. (BOLTON, William, 2010, pág. 608).

### 8.3.2 Tipos de PLC

En la actualidad encontramos una gran variedad de PLCs, pero todos caen en alguna de las clasificaciones siguientes:

#### 8.3.2.1 De acuerdo a su conformación externa pueden ser:

**Compactos:** Este tipo de PLC se distingue por presentar en un solo bloque todos sus elementos; esto es: fuente de alimentación, CPU, memorias, entradas/salidas, etc. En cuanto a su unidad de programación, existen tres versiones:

- Unidad fija o enchufable directamente en el PLC,
- Enchufable mediante cable y conector, o
- La posibilidad de ambas conexiones.

**Modulares:** Su característica principal es la de que existe un módulo para cada función: fuente de alimentación, CPU, entradas/salidas, etc. La unidad de programación se une mediante cable y conector.

- Estructura Americana: Separa las E/S del resto del autómata.
- Estructura Europea: Cada módulo es una función (Fuente de alimentación, CPU, E/S, etc.). (ALLAUCA, J & CARRILLO, M, 2012, pág. 40-46).

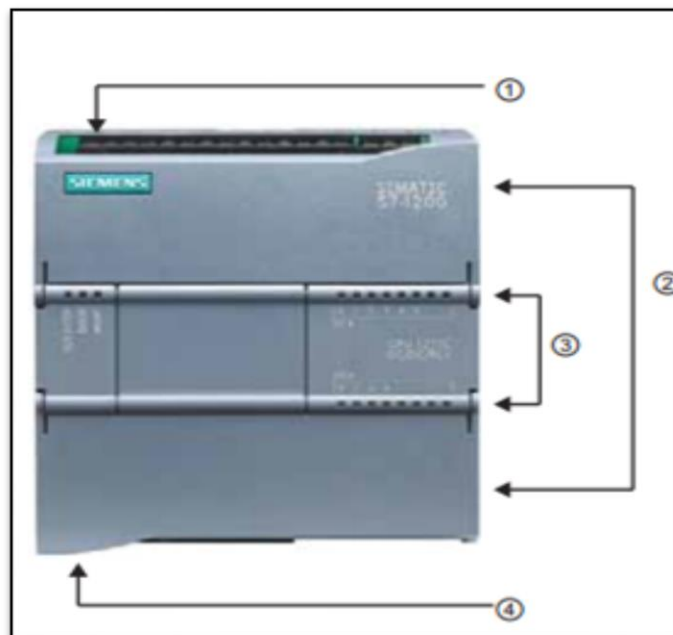
### 8.3.3 PLC S7 1200

El S7-1200, es el último dentro de una gama de controladores SIMATIC de Siemens. 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 distintas tareas.

SIMATIC S7-1200 es el controlador de lazo abierto y lazo cerrado de control de tareas en la fabricación de equipo mecánico y la construcción de la planta. Se combina la automatización máxima y mínimo coste. Debido al diseño modular compacto con un alto rendimiento al mismo tiempo, el SIMATIC S7-1200 es adecuado para una amplia variedad de aplicaciones de automatización. Su campo de aplicación se extiende desde la sustitución de los relés y contactores hasta tareas complejas de la automatización en las redes y en las estructuras de distribución. (ALBARRACIN, Daniela, 2013, págs. 11-12).

#### 8.3.3.1 Partes de un PLC

**Figura 13:** Partes del PLC



**Fuente:** <https://w5.siemens.com/spain/web/es/industry/automatizacion/simatic/>

- Conector de corriente
- Conectores extraíbles para el cableado de usuario (detrás de las tapas)
- Ranura para Memory Cards (debajo de la tapa superior)
- LEDs de estado para las E/S integradas
- Conector PROFINET (en el lado inferior de la CPU)

### 8.3.4 Módulos de un PLC ya sea entradas /salidas analógicas o digitales

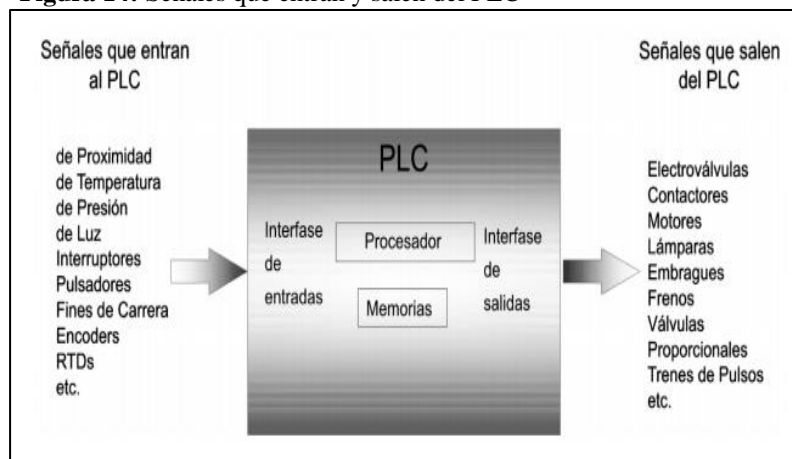
#### 8.3.4.1 Módulo de entradas

Aquí se unen eléctricamente los captadores (interruptores, finales de carrera). La información que recibe la envía al CPU para ser procesada según la programación. Hay 2 tipos de captadores conectables al módulo de entradas: los pasivos y los activos.

#### 8.3.4.2 Módulo de salida

Es el encargado de activar y desactivar los actuadores (bobinas de contactores, motores pequeños, etc.). La información enviada por las entradas a la CPU, cuando está procesada se envía al módulo de salidas para que estas sean activadas (también los actuadores que están conectados a ellas). Hay 3 módulos de salidas según el proceso a controlar por el autómata: relés, triac y transistores. (TOAPANTA, Darwin, 2013, pág. 42).

**Figura 14:** Señales que entran y salen del PLC



Fuente: <http://www.microautomacion.com/capacitacion/>

La gama S7-1200 ofrece una gran variedad de módulos de señales y Signal Boards que permiten ampliar las prestaciones de la CPU. También es posible instalar módulos de comunicación adicionales para soportar otros protocolos de comunicación.

**Tabla 5:** Entradas y Salidas del PLC S7-1200

Módulo		Sólo entradas	Sólo salidas	Entradas y salidas
Módulo de señales (SM)	Digital	8 entradas DC	8 salidas DC 8 salidas de relé	8 entradas DC/8 salidas DC 8 entradas DC/8 salidas de relé
		16 entradas DC	16 salidas DC 16 salidas de relé	16 entradas DC/16 salidas DC 16 entradas DC/16 salidas de relé
	Analógico	4 entradas analógicas 8 entradas analógicas	2 salidas analógicas 4 salidas analógicas	4 entradas analógicas/2 salidas analógicas
Signal Board (SB)	Digital	-	-	2 entradas DC/2 salidas DC
	Analógico	-	1 salida analógica	-
Módulo de comunicación (CM)				
<ul style="list-style-type: none"> <li>• RS485</li> <li>• RS232</li> </ul>				

**Fuente:** <https://w5.siemens.com/spain/web/es/industry/automatizacion/simatic/Documents/S71200-MANUAL%20DEL%20SISTEMA.PDF>

### 8.3.5 Ventajas del uso de los PLC`s

Los PLC`s ofrecen un número considerable de beneficios para su aplicación, dentro de la industria podemos señalar algunas ventajas de los sistemas con controladores lógicos programables, que se deben considerar al seleccionar un equipo como:

- Menor espacio ocupado
- Menor potencia eléctrica requerida
- Son reutilizados
- Reprogramables, cuando se requiera cambios
- Mantenimiento más fácil
- Mayor flexibilidad, gran número de aplicaciones
- Aplicación de proyectos más rápidos

### 8.3.6 Criterios de selección

Para realizar una aplicación es necesario elegir un PLC entre los numerosos ofrecidos en el mercado. A tal efecto se deben considerar lo siguiente:

- Elementos existentes.
- Características de los PLC disponibles.
- Costo total de instalación y puesta en marcha del sistema.
- Accesorios necesarios para la instalación.
- Ampliación futura. (BARREIRO, E & PAGUAY, E, 2010, pág. 62).

#### **8.4 Software para su programación**

El software STEP 7 Basic es el sistema de ingeniería para programarlos SIMATIC S7-1200. El sistema de ingeniería WinCC Basic contenido en el paquete permite además configurar los paneles SIMATIC HMI Basic Panels conectados a S7-1200. De esta forma, STEP 7 Basic cubre todas las fases de un proyecto de automatización:

- Configuración y parametrización del hardware.
- Definición de la comunicación.
- Programación en esquema de contactos (KOP) y diagrama de funciones (FUP).
- Configuración de la visualización.
- Pruebas, puesta en marcha y servicio técnico.

#### **8.5 Gama de aplicación**

STEP 7 Basic es el sistema de ingeniería para programar soluciones de automatización realizadas con SIMATIC S7-1200. Al tener integrado WinCC Basic, además de la programación del controlador es posible configurar los paneles de gama SIMATIC HMI Basic Panels a él asociados. Esto permite aplicar cómoda y simplemente la completa funcionalidad y potencia de estos sistemas usando una única herramienta. STEP 7 Basic es aplicable para:

- Programar la familia de controladores SIMATIC S7-1200: CPU 1211C, CPU 1212C, CPU 1214C.

- Configurar los paneles de la gama SIMATIC HMI Basic Panels basados en PROFINET: KTP400 Basic, KTP600 Basic mono y KTP600 Basic color, KTP1000 Basic, KTP1500 Basic; KTP400 Basic y KTP600 Basic pueden configurarse también para modo retrato. (ALBARRACIN, Liseth, 2013, págs. 19-20).

## **8.6 Pantallas HMI**

En sistemas de control de elevada complejidad, suele ser imprescindible disponer de esta posibilidad de interacción. En todos estos casos se dota al autómatas programable de un periférico que sirve de interfaz entre el usuario y el proceso o máquina. Este sistema recibe el nombre genérico de Interfaz Humano-Máquina o HMI (Human Machine Interface).

Los sistemas HMI pueden ser un simple panel de operación u OP (Operation Panel) con una pantalla gráfica y un conjunto de pulsadores, un más avanzado sistema de panel táctil o TP (Touch Panel), o bien sistemas más complejos basados en un computador industrial con pantalla que puede llegar a realizar funciones SCADA. (BARRIETOS, A & GUAMBAO, E, 2014, pág. 117).

Las siglas HMI (Human Machine Interfaz), significan Interfaz Hombre Máquina; y como definición tenemos la siguiente: “Es la interface o interfaces entre el ser humano y una máquina o proceso”.

La Interfaz Hombre Máquina nos sirve para controlar y monitorear un proceso. Cuando se hace mención del término “controlar”, se hace referencia a arrancar y detener las máquinas, entendiendo como máquinas ya sea una computadora, robots, motores, etc. Y para este caso monitorear es recabar información del proceso de forma manual.

### **8.6.1 Funciones de un software HMI**

Existen una infinidad de funciones o tareas de las cuales se encarga el software HMI, sin embargo, de entre todas ellas, se pueden clasificar en cuatro grandes grupos como lo son el monitoreo, la supervisión, las alarmas y el control; dando una definición de éstos a continuación:

- **Monitoreo.-** Se obtienen y muestran datos en tiempo real.
- **Supervisión.-** Esta función no permite la opción de reajustar las condiciones de trabajo del proceso directamente desde la computadora.
- **Alarmas.-** Nos permite reconocer eventos que no se encuentren predeterminados dentro del proceso y reportarlos; las alarmas son reportadas basadas en límites de control preestablecidos.
- **Control.-** Esta función nos va ayudar para aplicar ciertos algoritmos con la finalidad de ajustar los valores del proceso y así mantenerlos en los límites preestablecidos. (CEDILLO, Alejandro, 2008, pág. 17).

### 8.6.2 Tareas de un software HMI

- Permite una comunicación con los elementos de campo.
- Permite visualizar variables mediante pantallas con objetos animados.
- Permite enviar señales y hacer ajustes por medio del mouse o teclado.
- Supervisa variables y alerta cuando los niveles de alguna variable excede los límites.
- Almacena los valores de las variables para análisis.
- Controla de forma limitada algunas variables del proceso.

### 8.6.3 Tipos de HMI

Existen básicamente dos tipos de HMI:

**Terminal de operador.-** Consiste en elementos que son construidos para ser colocados en ambientes agresivos. Por lo general solo despliega datos numéricos, alfanuméricos o gráficos. Pueden ser con pantallas táctiles.

**PC/Software.-** Se basan en el uso de una PC en la cual se encarga un software apropiado para la aplicación.

Dentro de estos últimos existen de dos tipos:

**Desarrollados a medida.-** Se desarrollan en un entorno de programación grafica como son Visual C++, Visual Basic, Delphi, etc. Una vez generado el software, el usuario no tiene posibilidad de reprogramarlo.

**Paquetes HMI.-** Son paquetes de software que contienen la mayoría de las funciones de un sistema SCADA, como son Wonderware, WinCC, Factory Link, FIX Dynamics, etc. El usuario puede reprogramar si cuenta con el software para hacerlo. (ACOSTA, Oscar, 2013, págs. 11-12).

### **8.7 Protocolos de comunicación**

Una vez definido el soporte físico y las características de la señal a transmitir, hay que determinar la forma en la cual se va a realizar el intercambio de información (sincronización entre los extremos de la línea, detección y corrección de errores, gestión de enlaces de comunicación, etc.)

El protocolo de comunicación engloba todas las reglas y convenciones que deben seguir dos equipos cualesquiera para poder intercambiar información.

Cualquier tipo de enlace de comunicación se puede estructurar de la siguiente manera:

DTE (Date Terminal Equipment): Equipo Terminal de Datos

DCE (Data Communication Equipment): Equipo de Comunicación de Datos

El objetivo de cualquier protocolo de comunicación es poder conectar y mantener el dialogo entre dos Equipos Terminales de Datos (DTE) permitiendo que la información pueda fluir entre ambos con seguridad (sin falla). Es decir todas las reglas y especificaciones del lenguaje a utilizar por los equipos. (RODRIGUEZ, Aquilino, 2008, págs. 13-14).

## **9. VALIDACIÓN DE LAS PREGUNTAS CIENTÍFICAS O HIPÓTESIS**

¿Mediante la implementación de un módulo didáctico de un asesor inteligente, permitirá la visualización de control y monitoreo del correcto funcionamiento en tiempo real del ascensor?

## 9.1 Resultados de la hipótesis

### Resultados del diseño y construcción de un módulo didáctico con el PLC S7-1200 para la simulación de un ascensor inteligente.

Para verificar la implementación del proyecto se optó por realizar un modelo de encuestas que permitió comprobar el nivel de satisfacción de la implementación del módulo didáctico. (Ver en anexos).

## 9.2 Comprobación de la hipótesis

Para la comprobación de la Hipótesis General se utilizó la estadística inferencial, y el de análisis el Chi-cuadrado después de haber realizado un análisis de los resultados de las encuestas realizadas.

**Fórmula:**

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

**X<sup>2</sup> calculado > X<sup>2</sup> =** Se rechaza la Hipótesis nula Ho (dependencia entre variables)

**X<sup>2</sup> prueba < X<sup>2</sup> tabla =** Aceptar hipótesis nula Ho (independencia entre variables)

### 9.2.1 Comprobación de la hipótesis general

Para la comprobación de la hipótesis general se utilizó la estadística inferencial y el método del Chi-cuadrado.

La implementación del módulo didáctico a través del PLC S7-1200 para simular el funcionamiento del ascensor inteligente mejorara el nivel académico de los estudiantes.

Para la comprobación de la hipótesis general se utilizó la pregunta N°.- 5 de las encuestas realizadas a los estudiantes.

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

#### **Hipótesis Nula (Ho)**

La hipótesis nula (Ho) La implementación del módulo a través del PLC S7-1200 para simular el funcionamiento del ascensor inteligente. No permitirá mejorar el nivel académico de los estudiantes.

#### **Hipótesis Alternativa (H1)**

La hipótesis Alternativa de investigación (H1) La implementación del módulo didáctico a través del PLC S7-1200 para simular el funcionamiento del ascensor inteligente. Si permitirá mejorar el nivel académico de los estudiantes.

### **PASO 2: Determinación de los valores observados y esperados**

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

Al tabular las encuestas que se realizaron a 240 estudiantes se obtuvo los siguientes resultados:

Los resultados obtenidos son los valores observados.

**Tabla 6:** Valores Observados de la Hipótesis General

<b>VALORES OBSERVADOS</b>			
<b>Datos</b>	<b>Antes</b>	<b>Después</b>	<b>Total</b>
SI	168	234	402
NO	72	6	78
<b>TOTAL</b>	240	240	480

**Fuente:** Encuesta

**Elaborado:** Rosalía Jacho

**Tabla7:** Valores Esperados de la Hipótesis General

<b>VALORES ESPERADOS</b>			
<b>Datos</b>	<b>Antes</b>	<b>Después</b>	<b>Total</b>
Si	201	201	402
No	39	39	78
<b>TOTAL</b>	240	240	480

Fuente: Encuesta

Elaborado por: Rosalía Jacho

Una vez obtenido los valores esperados el siguiente paso es determinar el valor de Chi-cuadrado  $X^2$  calculado para lo cual se aplica la siguiente Ecuación.

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

$$x^2 = \frac{(201 - 168)^2}{201} + \frac{(201 - 234)^2}{201} + \frac{(39 - 72)^2}{39} + \frac{(39 - 6)^2}{39}$$

$$x^2 \text{ calculado} = 66.62$$

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

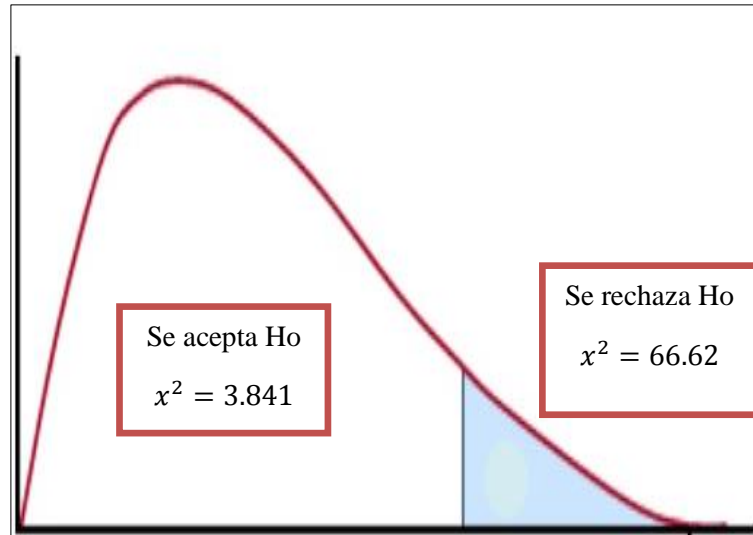
Por lo tanto la tabla de Chi-cuadrado para  $X^2$  tabla es:

$$X^2 = \text{tabla } 3,841$$

### Resultado obtenido:

$$X^2 = 13.3929 > X^2 \text{ tabla} = 3,841 \text{ se rechaza la hipotesis nula } H_0$$

$$X^2 \text{ calculado} = 66.92 > X^2 \text{ tabla} = 3,841$$

**Figura 15:** Distribución del Chi-Cuadrado

Elaborado por: Rosalía Jacho

**Análisis:**

De acuerdo a los datos alcanzados en el cálculo del Chi-cuadrado de la tabla y el Chi-cuadrado calculado podemos llegar a la siguiente conclusión:

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

La implementación del módulo didáctico a través del PLC S7-1200 para simular el funcionamiento del ascensor inteligente. Si mejorará el nivel académico de los estudiantes, con un nivel de significancia del 5% en la prueba del Chi- cuadrado.

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

Se trata de la investigación aplicada para comprender y resolver alguna situación, necesidad o problema en un contexto determinado. El investigador trabaja en el ambiente natural en que conviven las personas y las fuentes consultadas, de las que obtendrán los datos más relevantes a ser analizados, son individuos, grupos y representaciones de las organizaciones científicas no experimentales dirigidas a descubrir relaciones e interacciones entre variables sociológicas, psicológicas y educativas en estructuras sociales reales y cotidianas. (Bermeo, 2011).

(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.

La investigación de campo permitió observar y obtener información directa sobre la realidad de los estudiantes de la carrera de Ingeniería Electromecánica, también facilitó el estudio de las situaciones encontradas para con ellas poder identificar el problema y necesidades.

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

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: Rosalía Jacho

**Tabla 9:** Diseño experimental

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

Elaborado por: Rosalía Jacho

#### 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**

El presente módulo didáctico se lo ha diseñado para que cumpla con las expectativas de los alumnos en el área de automatización, el mismo que tiene elementos de funcionamiento didáctico e intuitivo, pero se debe tener cuidado con el manejo de los dispositivos por contar con un PLC como elemento automatizador, se basa en la tecnología programada para la creación de automatismos eléctricos. El módulo cuenta con un software de programación instalado en la PC, la cual sirve como programador del PLC para poder realizar las distintas prácticas de simulación. En virtud de los avances tecnológicos se puede contar con elementos y dispositivos de última generación en el campo de la automatización, los cuales permiten que los estudiantes tengan un amplio conocimiento y visión hacia la evolución de la tecnología.

Los dispositivos y elementos que estarán presentes en el módulo son:

- Autómata programable (PLC).
- Fuente de alimentación.
- Programadora.
- Contactores

### **11.1 Diseño del Circuito de Mando**

El circuito de mando es aquel que emite las señales de control hacia el programador lógico controlable, las señales que recibe son digitales y según el programa que este grabado el PLC reaccionará.

El circuito funciona a 24 v DC por lo que es necesaria una fuente de voltaje distinta a la que alimenta al CPU del PLC, mediante pulsadores se ingresaran las señales digitales al programador lógico controlable para que reaccione de acuerdo con el programa grabado en su memoria.

## **11.2 Diseño del Circuito de Fuerza**

El circuito de fuerza es aquel que está encargado de accionar los actuadores, los cuales controlan grandes potencias. Las salidas en el PLC son las encargadas de emitir la señal que permite accionar los contactores que a su vez accionarán las señales luminosas que simularán situaciones que se suponen que sucederían en una situación real dentro de un proceso.

## **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 V13.

### **11.3.1 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.

### 11.3.1.1 Introducción al PLC S7-1200

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.

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

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 contaje y temporización, funciones matemáticas complejas, así como comunicación con otros dispositivos inteligentes.

**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 µs/ instrucción
Velocidad de ejecución booleana		0.1 µs/ instrucción

Fuente: Manual del Fabricante

### 11.3.1.2 Dimensiones de montaje y espacios libres necesarios

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.

**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	70mm	35mm

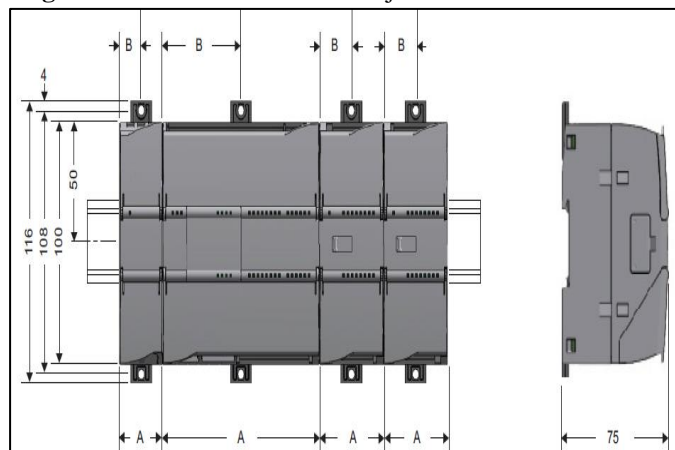
	E/S, RTD de 8 E/S		
Interfaces de comunicación	CM 1241 RS232, CM 1241 RS485	30mm	15mm
	CM 1243-5 PROFIBUS maestro, CM 1242-5 PROFIBUS esclavo	30mm	15mm
	CP 1242-7 GPRS	30mm	15mm
	Teleservice adapter IE Basic	30mm	15mm
		30mm	15mm

Fuente: Manual del Fabricante

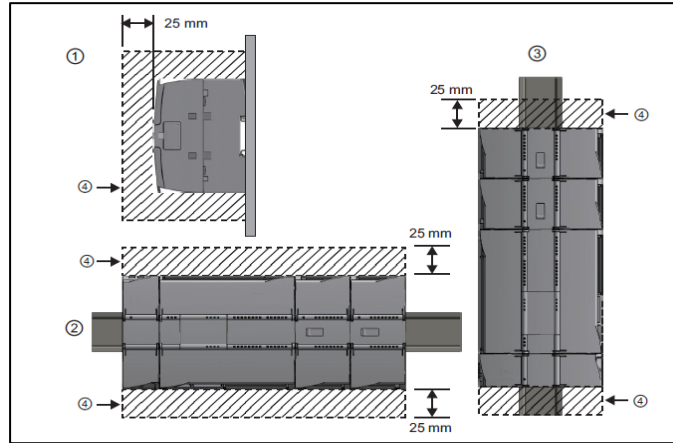
A la hora de planificar una instalación se debe tomar las siguientes directrices:

- 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 16:** Dimensiones de montaje



Fuente: Manual del Fabricante

**Figura 17:** Espacio libre necesario

Fuente: Manual del Fabricante

- Vista lateral
- Montaje horizontal
- Montaje vertical
- Espacio libre

### 11.3.2 Simatic Step 7 Basic V13

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, por tal motivo para realizar la programación de PLC utilizamos el lenguaje tipo Ladder, el mismo que es un lenguaje de programación gráfico muy popular dentro de los Controladores Lógicos Programables, ya que sus símbolos gráficos están normalizados según normas NEMA.

### 11.3.2.1 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 18:** Vista del portal

Fuente: Manual del Fabricante

- Portales para las diferentes tareas
- Tareas del portal seleccionado
- Panel de selección para la acción seleccionada
- 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.

**Figura 19:** Vista del proyecto

Fuente: Manual del Fabricante

- Menús y barra de herramientas
- Árbol del proyecto
- Área de trabajo
- Task cards
- Ventana de inspección
- Cambia a la vista del portal
- Barra del editor

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.

#### 11.4 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	2.5A
6	Switch industrial Ethernet csm 1277	SIMATIC	6GK7277-1AA10-0AA0	4 PUERTOS
7	PLC S7- 1200	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	7-10A

10	VARIADOR DE FRECUENCIA SINAMICS V20 1HP Con panel BOP	SIEMENS	6SL3211-0AB21-5UA1	1HP
11	Relés térmicos	SIEMENS	3RU2116-1HB0	4.5-6.3A
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	9A
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

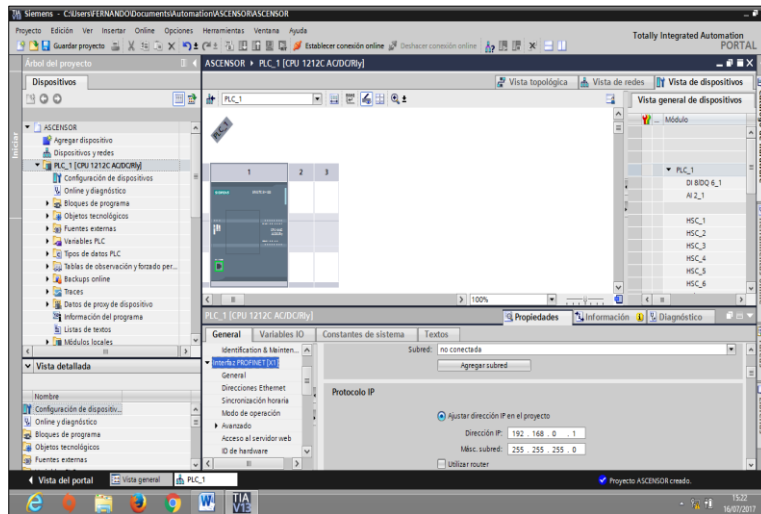
Elaborado por: Rosalía Jacho

### 11.5 Programación del PLC

Para realizar la programación del PLC debemos empezar por abrir el programa Tía Portal V13, luego escogemos la opción crear proyecto, con la finalidad de dar un nombre, autor y comentario al proyecto, luego damos click en agregar dispositivo en la que aparecerá una ventana para escoger el PLC y agregarlo, seguidamente regresamos a la opción agregar dispositivos y debemos escoger la opción HMI correspondiente, para realizar la conexión entre el PLC y HMI, una vez al tener la conexión de los antes mencionados damos un click en

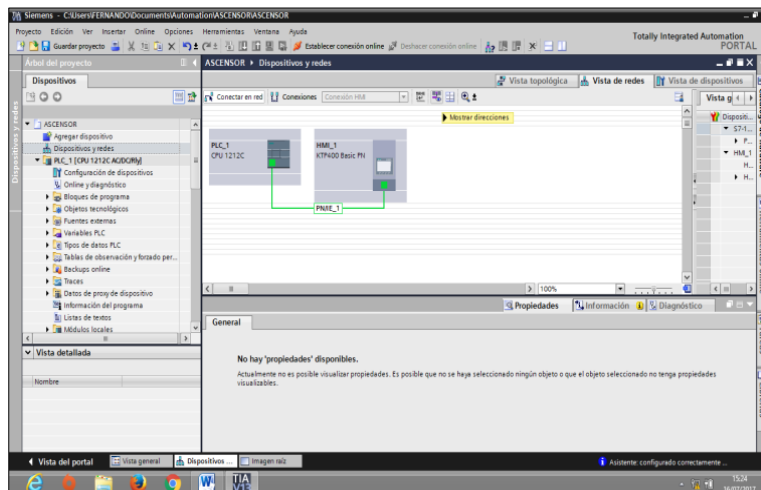
la opción Main (OB1) y aparecerá los segmentos donde realizamos la programación con el Lenguaje Ladder como se muestra en las siguientes figuras:

**Figura 20:** Configuración del PLC



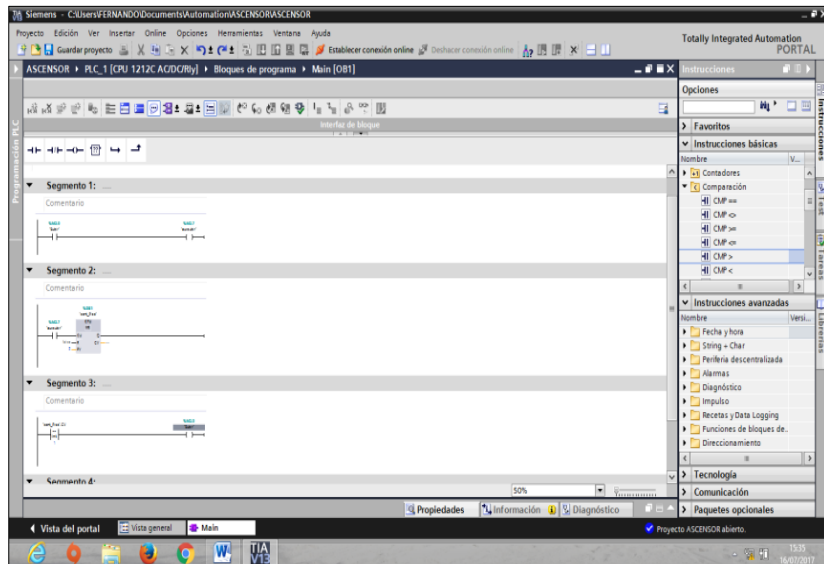
Elaborado por: Rosalía Jacho

**Figura 21:** Comunicación entre el PLC y el HMI



Elaborado por: Rosalía Jacho

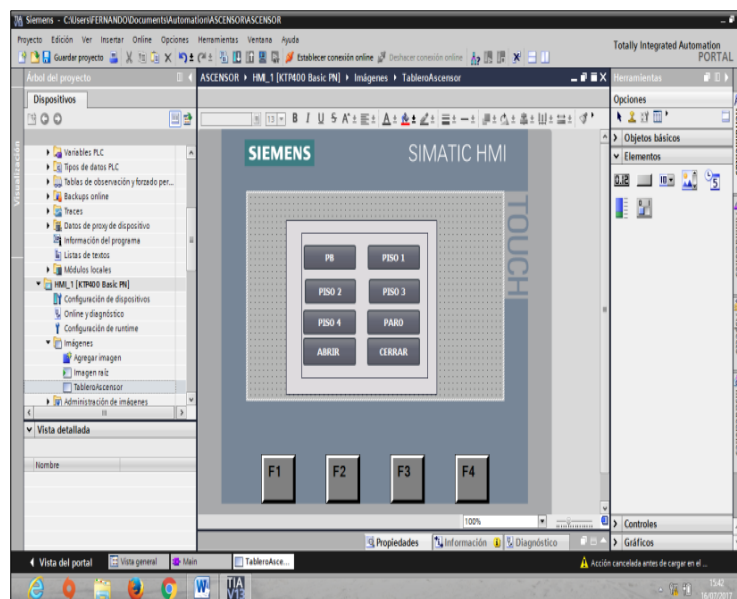
**Figura 22:** Vista de segmentos



**Elaborado por:** Rosalía Jacho

Al terminar de realizar los segmentos correspondientes y al determinar las tablas de las variables correctamente procedemos a configurar el HMI, hacemos click en imágenes y se despliega la ventana principal donde podemos empezar a realizar nuestra simulación en la que aparecerán diferentes objetos para dar forma a la simulación.

**Figura 23:** Vista de los pisos del ascensor en el HMI



**Elaborado por:** Rosalía Jacho

**Figura 24:** Simulación del ascensor terminado

Elaborado por: Rosalía Jacho

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

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

26	Canaleta 25x40	1	7,50	7,50
27	Canaleta 40x40	4	5,60	22,40
28	Bornera de tierra	1	5,76	5,76
29	Borneras de distribución	1	15,25	15,25
30	Bornera porta fusible	4	1,50	6,00
31	Fusibles	4	0,50	2,00
32	Terminales tipo punta	3	3,50	10,50
33	Cable flexible	260	0,30	78,00
34	Cable utp	2	2,50	5,00
35	Riel din	3	3,50	10,50
36	Conductor	6	2,32	13,92
37	Enchufe trifásico +g	1	12,00	12,00
38	Toma corriente trifásico + g	1	12,00	12,00
39	Semáforo indicador	2	36,00	72,00
40	Amarras negras	2	3,00	6,00
41	Auto perforantes +brocas	200	0,03	6,00
42	Amperímetro	1	13,39	13,39
43	Voltímetro	1	13,39	13,39
44	Sensor de presión	1	267,75	267,75
45	Sensor de caudal	1	78,50	78,50
46	Cinta para maquillar de acuerdo a modulo	2	30,00	60,00
<b>SUBTOTAL:</b>				<b>5.476,80</b>
<b>IVA 12%</b>				657,22
<b>TOTAL</b>				<b>6.134,02</b>

Elaborado por: Rosalía Jacho

## **14. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

### **14.1. Conclusiones**

- Se desarrolló teóricamente todos los conceptos de los elementos presentes en el módulo, de esta manera se conoció las diferentes características mediante por el cual logramos elegir dispositivos de buena calidad.
- Al realizar el presente trabajo se logró determinar de una forma más práctica el principio de funcionamiento de la Pantalla HMI, en la que se va observar, controlar o gobernar de una manera visual la simulación del ascensor inteligente.
- La programación del Controlador Lógico Programable S7-1200 se lo realizó mediante el Lenguaje Ladder, debido a que es un lenguaje práctico y fácil de aprender.

### **14.2. Recomendaciones**

- Es recomendable tener precaución al momento de colocar los equipos en el módulo para evitar errores en el funcionamiento de cada uno, debido a que estos elementos son muy sensibles a golpes o forzamiento.
- Respetar los diferentes requerimientos del software respecto al equipo de programación.
- Revisar periódicamente que todas las conexiones del módulo se encuentren en óptimo estado para tener un mejor desempeño y aprovechar de una mejor manera el módulo didáctico.

## 15. BIBLIOGRAFÍA

- ACOSTA LIRA, O. (2013). Interfaz Gráfica Programada en Java par un Prototipo de un Estacionamiento Automatizado. Instituto Politécnico Nacional.
- ALBARRACÍN PALMA, L. (2013). Implementación de un HMI utilizando un TOUCH panel KTP600 PN y el PLC S7-1200 para el Control y Monitoreo de Velocidad de un Motor Trifásico. (Tecnólogo en Electrónica).
- ALLAUCA ALLAUCA, J. and Carrillo Trujillo, M. (2012). ). Automatización de un galpón de pollos de la Avícola Reina del Cisne para evitar los cambios bruscos de temperatura y humedad relativa en el ambiente. Escuela Superior Politécnica de Chimborazo.
- BARREIRO Efren, G. F. (2010). Estudio para la optimización. Quito: Escuela Superior Politécnica de Chimborazo.
- BARRIETOS, A & GUAMBAO, E. (2014). Sistemas de producción automatizados. Madrid: Dextra Editorial.
- BERMEJO, J. (13 de Abril de 2011). Investigación Aplicada al turismo. Obtenido de Investigación 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)
- BOLTON, W. (2010). Mecatronica.( pag. 608).Mexico: alfaomega Grupo Editor, S.A. de C.V
- CARVAJAL, L. (18 de Enero de 2013). El método deductivo de investigación. Obtenido de <http://www.lizardo-carvajal.com/el-metodo-deductivo-de-investigacion/>
- CEGARRA SÁNCHEZ, J. ( 2012). Los métodos de investigación. España: Ediciones Díaz de Santos.

- CASTRO, M., Enríquez, D., & Pacheco, A. (2012). Automatización de una Casa Inteligente con PLC`S (Ingeniero en Robótica Industrial). Instituto Politécnico Nacional.
- CEDILLO MARTÍNEZ, A. (2008). Estudio para la aplicación de prácticas del Laboratorio de Procesos Automatizados e Integrados por Computadora (LPAIC) Politécnico Nacional.
- CEGARRA SÁNCHEZ, J. ( 2012). Los métodos de investigación. España: Ediciones Díaz de Santos.
- GALVEZ., U. M. (2013). Tecnicas de Investigacion. Madrid.
- GARCÍA Luis, G. (2014). Instrumentacion basica de medida y control. MADRIL: Asociacion Española de Normailzacion.
- HERNANDEZ, Antonio. (2013). Montaje y Reparacion de Automatismos Electricos. Malaga: IC Editorial.
- INEN. (2001). Accesibilidad de las personas con discapacidad y movilidad reducida al medio fisico.
- LASHERAS ESTEBAN, José María. Ascensores y Escaleras Mecánicas. Ediciones Montesco, Barcelona, España.
- 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.
- ORTEGA Javier, R. (2013). Recuperado el 02 de 07 de 2017, de Repositorio Escuela Politécnica Nacional: <http://bibdigital.epn.edu.ec/handle/15000/6706>
- RODRIGUEZ, Aquilino. (2008). Comunicaciones industriales. Barcelona: Marcombo.

- 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.
- TOAPANTA VIRACOCCHA, D. (2013). Diseño e implementación de un HMI para controlar el sistema de refrigeración relacionado con el proceso de producción de bebidas carbonatadas en la empresa The Tesalia Springs Company Machachi. Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE.

## 16. ANEXOS

Proceso de elaboración de estructura



Instalación de canaletas y distribución



Cableado de PLC S7-1200



Configuración con el HMI



Conexiones de los equipos de protección



Modulo de simulación



## ENCUESTA



**DIRIGIDA A LOS ESTUDIANTES DE LA CARRERA DE INGENIERÍA  
ELECTROMECAÁNICA**

1. **¿A tenido Ud. La oportunidad de manipular un módulo didáctico en el cual pueda visualizar la simulación de un ascensor inteligente?**

SI  NO

2. **¿Considera usted que es necesario la manipulación de un módulo didáctico para adquirir conocimientos técnicos?**

SI  NO

3. **¿Considera usted que es importante la implementación de un módulo didáctico para la simulación de un ascensor inteligente?**

SI  NO

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

SI  NO

5. **¿Cree Ud. Que al implementar el módulo didáctico a través del PLC S7-1200 para simular el funcionamiento del ascensor inteligente mejorara el nivel académico de los estudiantes?**

SI  NO

6. **¿Qué incidencia cree usted que tendrán los conocimientos por adquirir en los futuros profesionales con la implementación de un módulo didáctico mediante dispositivos de control automático?**

Positiva  Negativa

**7. ¿Le gustaría a Ud. Aprender a programar el PLC S7-1200?**

SI  NO

**8. Usted cree necesario la automatización del Laboratorio en la Carrera de Ingeniería Electromecánica de la Universidad Técnica de Cotopaxi Extensión La Maná?**

SI  NO

**9. Cree que es necesario para los laboratorios implementar guías de prácticas para su correcta operación?**

SI  NO

**10. Conoce usted los diferentes dispositivos que conforman un módulo didáctico?**

SI  NO

**GRACIAS POR SU COLABORACIÓN**

**DATOS PERSONALES TUTOR**

**APELLIDOS:** Vásquez Carrera  
**NOMBRES:** Paco Jovanni  
**ESTADO CIVIL:** Casado  
**CEDULA DE CIUDADANÍA:** 050175876-7  
**NÚMERO DE CARGAS FAMILIARES:** 1  
**LUGAR Y FECHA DE NACIMIENTO:** Latacunga, 20 de agosto de 1970  
**DIRECCIÓN DOMICILIARIA:** Locoá  
**TELÉFONO CONVENCIONAL:** 032811781/032233462  
**TELÉFONO CELULAR:** 0995092670/0987941281  
**E-MAIL INSTITUCIONAL:** paco.vasquez@utc.edu.ec

**ESTUDIOS REALIZADOS Y TITULOS OBTENIDOS**

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

**HISTORIAL PROFESIONAL**

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

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

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

**FIRMA**

**DATOS PERSONALES ESTUDIANTE**

<b>APELLIDOS:</b>	Jacho Lara
<b>NOMBRES:</b>	Rosalía Belén
<b>ESTADO CIVIL:</b>	Soltera
<b>CEDULA DE CIUDADANÍA:</b>	050351387-1
<b>NÚMERO DE CARGAS FAMILIARES:</b>	Ninguno
<b>LUGAR Y FECHA DE NACIMIENTO:</b>	El Tingo 16 de julio de 1992
<b>DIRECCIÓN DOMICILIARIA:</b>	El Tingo – La Esperanza, Barrio Fátima
<b>TELÉFONO CONVENCIONAL:</b>	032249070
<b>TELÉFONO CELULAR:</b>	0989525466
<b>E-MAIL:</b>	rosaliabelenjacholara@yahoo.es

**ESTUDIOS REALIZADOS**

**Primaria:** Escuela Fiscal Mixta Argentina.

**Secundaria:** Colegio Técnico “Once de Noviembre” (Bachiller en Mecánica Automotriz)

**Superior:** Cursando Noveno Ciclo (Universidad Técnica de Cotopaxi)

**TÍTULOS OBTENIDOS**

- Bachiller en Mecánica Automotriz

**FIRMA**