



**ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE
CHIMBORAZO**

**FACULTAD DE MECÁNICA
ESCUELA DE INGENIERÍA MECÁNICA**

**“IMPLEMENTACIÓN DEL CONTROL Y MONITOREO
POR TOUCH Y LabVIEW PARA UN MÓDULO
PROTOTIPO DE ASCENSOR DE 5 PISOS”**

ÁLVAREZ BAQUERO FAUSTO ENRIQUE

TESIS DE GRADO

Previa a la obtención del Título de:

INGENIERO MECÁNICO

**RIOBAMBA – ECUADOR
2015**

CERTIFICADO DE APROBACIÓN DE TESIS

2014-12-20

Yo recomiendo que la Tesis preparada por:

ÁLVAREZ BAQUERO FAUSTO ENRIQUE

Titulada:

**“IMPLEMENTACIÓN DEL CONTROL Y MONITOREO POR TOUCH Y
LabVIEW PARA UN MÓDULO PROTOTIPO DE ASCENSOR DE 5 PISOS”**

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

INGENIERO MECÁNICO

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

Nosotros coincidimos con esta recomendación:

Ing. Miguel Aquino Arroba
DIRECTOR DE TESIS

Ing. Edwin Pozo Safla
ASESOR DE TESIS

CERTIFICADO DE EXAMINACIÓN DE TESIS

NOMBRE DEL ESTUDIANTE: ÁLVAREZ BAQUERO FAUSTO ENRIQUE

TÍTULO DE LA TESIS: “IMPLEMENTACIÓN DEL CONTROL Y MONITOREO POR TOUCH Y LabVIEW PARA UN MÓDULO PROTOTIPO DE ASCENSOR DE 5 PISOS”

Fecha de Examinación: 2015-05-18

RESULTADO DE LA EXAMINACIÓN:

COMITÉ DE EXAMINACIÓN	APRUEBA	NO APRUEBA	FIRMA
Ing. Marco Santillán Gallegos PRESIDENTE TRIB. DEFENSA			
Ing. Miguel Aquino Arroba DIRECTOR DE TESIS			
Ing. Edwin Pozo Safla ASESOR DE TESIS			

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

RECOMENDACIONES: _____

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

Ing. Marco Santillán Gallegos
PRESIDENTE DEL TRIBUNAL

DERECHOS DE AUTORÍA

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

Fausto Enrique Álvarez Baquero

DECLARACION DE AUTENTICIDAD

Yo, Fausto Enrique Álvarez Baquero declaro que el presente trabajo de titulación es de mi autoría y que los resultados del mismo son auténticos y originales. Los textos constantes en el documento que provienen de otra fuente están debidamente citados y referenciados.

Como autor, asumo la responsabilidad legal y académica de los contenidos de este trabajo de titulación.

Fausto Enrique Álvarez Baquero
Cedula de identidad: 060312366-2

DEDICATORIA

Dedico este trabajo en primer lugar a Dios quien siempre ha sido mi guía en este camino llamado vida, a mis Padres quienes con su infinito amor y paciencia han sabido ser mi ejemplo, respaldo y mi dirección a los largo de todo este tiempo, gracias por tanta paciencia, comprensión y dedicación que han tenido hacia mí.

Gracias a mis hermanos quienes siempre han sido un apoyo incondicional y ejemplo para buscar el camino adecuado, gracias también a mis amigos con los cuales he compartido vivencias que han hecho que cada día aprenda algo nuevo y enriquezca mi formación personal. También quiero agradecer al Ing. Miguel Aquino e Ing. Edwin Pozo por darme la oportunidad de realizar este trabajo el cual estaba pendiente en mi formación profesional, finalmente gracias a todos los que ayudaron para que esta meta se concluya.

Fausto Enrique Álvarez Baquero

AGRADECIMIENTO

Principalmente quiero agradecer a Dios, por darme el don de la vida, ser mi fortaleza en mis momentos de debilidad y por brindarme una vida llena de mucho aprendizaje, experiencia, felicidad y permitirme el haber llegado hasta este momento tan importante de mi formación profesional.

A la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo prestigiosa Universidad la cual abrió sus puertas a jóvenes como nosotros preparándonos para un futuro competitivo.

Fausto Enrique Álvarez Baquero

CONTENIDO

	Pág.
1. INTRODUCCIÓN	
1.2 Antecedentes	1
1.2.1 <i>Técnica.</i>	1
1.2.2 <i>Económica.</i>	1
1.3 Objetivos	1
1.3.1 <i>Objetivo general.</i>	1
1.3.2 <i>Objetivos específicos:</i>	2
2. MARCO TEÓRICO	
2.1 Control automático para transporte de usuarios en ascensores	3
2.1.1 <i>Introducción al Control Automático.</i>	3
2.1.2 <i>Variable controlada.</i>	3
2.1.3 <i>Variable manipulada.</i>	3
2.1.4 <i>Planta.</i>	3
2.1.5 <i>Sistema.</i>	3
2.1.6 <i>Perturbaciones.</i>	4
2.1.7 <i>Retroalimentación.</i>	4
2.1.8 <i>Sistema de control lazo abierto.</i>	4
2.1.9 <i>Sistema de control lazo cerrado.</i>	4
2.2 Elementos constitutivos del sistema	5
2.2.1 <i>El ascensor.</i>	5
2.2.1.1 <i>Sistema de transmisión</i>	5
2.2.1.2 <i>Sistema de puertas automáticas</i>	6
2.2.1.3 <i>La estructura</i>	6
2.2.1.4 <i>Sensor magnético</i>	7
2.2.1.5 <i>Sensor de proximidad</i>	8
2.2.1.6 <i>Servomotor.</i>	8
2.2.2 <i>Pantallas touch HMI.</i>	9
2.2.2.1 <i>Clasificación de las pantallas HMI:</i>	9
2.2.3 <i>Pantallas touch KTP400 PN mono basic.</i>	10
2.2.4 <i>Diseño robusto y ahorro de espacio.</i>	11
2.2.5 <i>Funcionalidad.</i>	11
2.2.6 <i>Pantallas touch y gráficos.</i>	11
2.2.7 <i>Teclas para mando de función.</i>	12
2.3 Controlador lógico programable (PLC)	13
2.3.1 <i>Características principales del PLC.</i>	13
2.4 Gama de PLCs Siemens	14
2.5 EL PLC S7 1200	14
2.5.1 <i>Expansión de la CPU del PLC S7-1200.</i>	15
2.5.2 <i>Módulos de comunicación y señales integradas.</i>	16
2.5.3 <i>Comunicación en la industria.</i>	16
2.5.3.1 <i>El PROFINET</i>	17
2.5.4 <i>Sistemas tecnológicos Integrados.</i>	17
2.5.4.1 <i>Velocidad en las entradas en conteo y medición.</i>	17
2.6 El Software STEP 7 Basic	18

2.7	Múltiples aplicaciones.....	19
2.8	Funciones del STEP 7	19
2.8.1	<i>Configuración de dispositivos y red.....</i>	19
2.8.2	<i>Perspectiva de dispositivo.....</i>	19
3.	CONFIGURACIÓN DEL PLC Y LA INTERFAZ HOMBRE MÁQUINA HMI	
3.1	Descripción del sistema.....	22
3.2	Elementos para el control y monitoreo del ascensor.....	22
3.3	Parámetros para la programación del ascensor y visualización en la TOUCH.....	23
3.3.1	<i>Parámetros para la programación del ascensor en el PLC S7-1200.....</i>	24
3.4	Esquematzación de la programación para el control y monitoreo del ascensor en el soporte TIA PORTAL.....	26
3.4.1	<i>Creación de control del ascensor con el soporte software TIA PORTAL</i>	26
3.4.2	<i>Estructuración de dispositivos.....</i>	27
3.4.2.1	<i>El PC Station.....</i>	27
3.4.3	<i>HMI Panel Operador.....</i>	31
3.4.4	<i>Creación de imágenes.....</i>	33
3.4.5	<i>Editar pantallas.....</i>	34
4.	PROGRAMACIÓN INTERFAZ EN LabVIEW	
4.1	LabVIEW DE NATIONAL INSTRUMENTS.....	36
4.1.1	<i>Panel frontal. Se remite a una de las ventanas del software LabVIEW.....</i>	37
4.1.2	<i>Paleta de Herramientas.....</i>	37
4.1.3	<i>Paleta de Controles.....</i>	38
4.1.3.3	<i>Controles e Indicadores de Cadena de Caracteres</i>	39
4.1.4	<i>Diagrama de Bloques.....</i>	40
4.1.5	<i>Paleta de Funciones.....</i>	41
4.1.6	<i>Barra de herramientas y menús.....</i>	42
4.1.7	<i>Opciones de ayuda NI Example Finder.....</i>	43
4.2	Configuración del NI OPC SERVER.....	44
4.3	Creación del proyecto Ascensor.....	51
5.	MONTAJE Y PRUEBAS DEL PANEL HMI EN EL PROTOTIPO	
5.1	Componentes del equipo y montaje del brazo que sostiene el panel Touch HMI	59
5.2	Procedimiento de construcción	59
5.3	Montaje e instalación	61
5.3.1	<i>Montaje del brazo soporte para el Panel HMI.....</i>	61
5.3.2	<i>Montaje del Brazo en el ascensor.....</i>	64
5.4	Mantenimiento del PLC S7-1200 y el Touch Panel SIMATIC KTP 400.....	66
5.4.1	<i>Mantenimiento para el PLC S7 -1200.....</i>	66
5.4.2	<i>Mantenimiento para la pantalla touch panel KTP 400.....</i>	66
5.5	Manual de operación y control del prototipo de ascensor.....	67
5.6	Protocolo de pruebas	68
5.6.1	<i>Tipo de ensayo y cumplimiento.....</i>	70
6.	ANÁLISIS DE COSTOS	
6.1	Costos directos	72

6.1.1	<i>Costos de materia prima.</i>	72
6.1.2	<i>Costos de los elementos de control.</i>	72
6.1.3	<i>Costos del proceso de construcción.</i>	73
6.2	Costos indirectos	74
6.2.1	<i>Costos de ingeniería.</i>	74
6.2.2	<i>Costos de materiales indirectos.</i>	75
6.3	Costo total de fabricación	75
6.4	Costos por mantenimiento	75
6.4.1	<i>Costos por mantenimiento anual.</i>	76
7.	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	
7.1	Conclusiones	77
7.2	Recomendaciones	78

BIBLIOGRAFÍA

ANEXOS

LISTA DE TABLAS

	Pág.
1 Entradas del PLC S7-1200	24
2 Salidas del PLC S7-1200	24
3 Memorias del PLC S71200.....	25
4 Partes constructivas del brazo soporte para el panel HMI.....	60
5 Tiempo de montaje del brazo soporte para el panel HMI	61
6 Montaje del brazo soporte para el Touch Panel HMI.....	64
7 Montaje del sistema de control	65
8 Instrucciones de mantenimiento	66
9 Ensayo 1	68
10 Ensayo 2	68
11 Distribución de ensayos de cumplimiento para verificar en base a las especificaciones técnicas el control del ascensor por Touch Panel.....	70
12 Distribución de ensayos de cumplimiento para verificar en base a las especificaciones técnicas el control del ascensor.	70
13 Costos de materia prima	72
14 Costos de elementos de control	73
15 Categorías de salarios según el registro oficial N° 358	74
16 Costos de proceso de construcción.....	74
17 Total costos directos	74
18 Costos indirectos.....	75
19 Costo total de fabricación	75
20 Costo de gastos estimados de mantenimiento	76
21 Costos por mantenimiento anual	76

LISTA DE FIGURAS

	Pág.
1	Control automático para transporte de usuarios en ascensores 4
2	El ascensor 5
3	Sistema de transmisión 6
4	Sistema de puertas automáticas 6
5	La estructura 6
6	Sensor magnético..... 7
7	Sensor de proximidad 8
8	Servomotor. 8
9	Componentes del touch KTP400 Basic 10
10	Pantallas touch y gráficos SIMATIC HMI..... 12
11	Teclas para mando de función. 12
12	Controlador lógico programable (PLC)..... 13
13	EL PLC S7 1200..... 14
14	Expansión de la CPU del PLC S7-1200 15
15	Módulos de comunicación y señales integradas 16
16	El PROFINET..... 17
17	El Software STEP 7 Basic 18
18	Acople del PLC y las pantallas SIMATIC HMI Basic..... 20
19	El diagnostico online 21
20	Elementos para el control y monitoreo del ascensor de 5 pisos por HMI 22
21	Asignación de variables 25
22	Esquemmatización TIA PORTAL..... 26
23	Creación de control del ascensor con el soporte software TIA PORTAL..... 27
24	El PC Station 27
25	Asignación de la dirección IP Y subred 28
26	Agregar el PLC S7-1200 29
27	Estructuración del PLC S7-1200 30
28	Estructuración de la comunicación del PLC S7-1200 con la PC 31
29	Agregar dispositivo..... 31
30	Selección del PLC S7-1200 32
31	Configuración del proyecto 32
32	Verificación de la conectividad del dispositivo..... 33
33	Creación de imágenes 33
34	Pantalla de alarmas 34
35	Pantallas 34
36	Selección pantallas para proyecto..... 35
37	Diseño de pantalla 35
38	Panel frontal..... 37
39	Paleta de Herramientas 38
40	Paleta de Controles 38

41	Controles e indicadores numéricos.....	39
42	Controladores e Indicadores Booleano.....	39
43	Controles e Indicadores de Cadena de Caracteres.....	40
44	Diagrama de Bloques.....	41
45	Paleta de Funciones.....	41
46	Barra de herramientas y menús.....	42
47	NI Example Finder.....	44
48	Configuración del NI OPC SERVER.....	44
49	Agregar canal.....	45
50	Nombre del PLC.....	46
51	Nombre del PLC.....	46
52	Dirección IP.....	47
53	Tabla de variables.....	47
54	Creación de variables E/S.....	48
55	Variables creadas.....	48
56	Variables PLC.....	49
57	Programación del PLC.....	49
58	Conexión del PLC.....	50
59	Selección de Quick Client.....	50
60	Conexión adecuada.....	51
61	Creación del proyecto ascensor.....	51
62	Proyecto vacío.....	52
63	Creación de E/S.....	52
64	Creación del OPC Client.....	53
65	Selección de servidor.....	53
66	Máquina de trabajo.....	54
67	Selección de servidor con tiempo.....	54
68	Selección ventana aceptar.....	55
69	Hoja de trabajo en blanco.....	55
70	Leds de nivel de piso.....	56
71	Enlace de señales con bloques.....	56
72	Enlace de todas las señales.....	57
73	Pantalla de información general.....	58
74	Flujograma de construcción del brazo soporte para el Touch Panel HMI.....	62
75	Flujograma Sistema de control.....	63
76	Flujograma de montaje del brazo soporte para el Touch Panel HMI.....	65
77	Esquema del ensayo 1.....	70
78	Esquema del ensayo 2.....	69

LISTA DE ABREVIACIONES

CP	Procesador de comunicación
CPU	Unidad central de procesos
CPE	Control de productos envasado
PLC	Controlador lógico programable
E/S	Entradas y salidas
HMI	Interfaz Hombre Maquina
KOP	Esquema de contactos
MPI	Interfaz multi punto
OP	Panel operador
PPI	Interfaz punto a punto
PC	Personal computer
RAM	Random acces memo
TCP/IP	Transmission control protocol/internet protocol
STN	Pantalla monocromática reflejante (blanco/negro)
SCADA	Supervisory Control and Data Adquisition
TIA	Total Integrated Automation

LISTA DE ANEXOS

- A** Datos técnicos del CPU 1214C
- B** Pantalla táctil KTP 400
- C** Dimensiones de la KTP 400
- D** Programación del ascensor
- E** Guías de Laboratorio

RESUMEN

La implementación del control y monitoreo por touch y LabVIEW para un módulo prototipo de ascensor de 5 pisos se basa en los requerimientos de dar una mejor alternativa de enseñanza, aprendizaje y así como también incrementar el desarrollo de destrezas prácticas en el laboratorio de Automatización y Control de la Facultad de Mecánica.

Empleando tecnologías aplicadas en la industria, trabajo de campo y la experimentación se determinó las características técnicas y fundamentales para la simulación de los procesos del prototipo con respecto al control y automatización SCADA teniendo muy en cuenta que estas son aplicaciones industriales en la interface usuario pantalla táctil y LabVIEW.

Los equipos requieren que de una entera y completa comunicación tanto para la pantalla KTP400 como para el monitor y el software LabVIEW. Teniendo como paso siguiente la transferencia del programa hacia los equipos por medio de los variados interfaces de comunicación.

El control y monitoreo por touch y LabVIEW nos permite monitorear de una manera virtual a los objetos físicos como son los sensores magnéticos, celda de carga, sensor óptico y además controlar servos para el movimiento y apertura de la cabina de pendiendo claramente de la programación que puede ser tomada como tutorial básico para el aprendizaje del usuario y luego ampliar más sus conocimientos. Estos equipos deben ser manipulados con mucho cuidado por lo que se elaboró un manual de mantenimiento preventivo y operaciones para poder aprovechar toda la capacidad y tratando de preservar los equipos de mejor manera.

ABSTRACT

The implementation of control and monitoring by touch and LabVIEW for a prototype module 5 floors is based on the requirements to provide a better alternative teaching and learning as well as increasing the development of practical skills in the automation and control laboratory at Mechanic Faculty.

Using technologies in the industry, fieldwork and experimentation, techniques and key features to simulate the processes of the prototype with respect the control and automation SCADA it was determined taking into account that these are industrial applications in the user interface touch screen LabVIEW.

Equipment require a full and complete communication as well as for the monitor and software LabVIEW KTP400 screen. Taking as a next step the program transfer to the equipment through the various communication interfaces.

Control and monitoring by touch and LabVIEW allows us to monitor in a virtual to the Physical targets such as the magnetic sensors, load cell, optical sensor and also controlling servos for the movement and opening cockpit clearly depending on the schedule that you can. It is taken as a basic tutorial for learning the user and then further expand their knowledge. These equipments should be handled carefully so a preventive maintenance and manual operations to take advantage of all the capacity and trying to preserve better equipment was developed.

CAPÍTULO I

1. INTRODUCCIÓN

1.2 Antecedentes

En la actualidad el desarrollo tecnológico a nivel industrial avanza vertiginosamente generando en la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo una falta de destreza práctica por la carencia de equipos y bancos de pruebas en los laboratorios de la Facultad de Mecánica en especial para el Ingeniero Mecánico en el campo laboral, por lo que es necesario la repotenciación de un banco de pruebas para que los usuarios puedan realizar y analizar sistemas de control y a la vez se puedan realizar pruebas y simulación de control de un sistema automatizado.

Cabe resaltar que el papel del Ingeniero Mecánico es aportar con el desarrollo tecnológico e industrial que vayan en beneficio de la colectividad, con lo cual el tema propuesto encaja con el perfil profesional del Ingeniero Mecánico.

1.2.1 Técnica. La falta de equipos o bancos de pruebas en los laboratorios de Automatización y Control han ocasionado en los estudiantes una disminución de destreza práctica en esta área y como consecuencia los estudiantes se encuentran expuestos a problemas en la vida laboral.

1.2.2 Económica. El gran provecho que obtendremos mediante la implementación de este equipo destinado para el laboratorio de la Facultad de Mecánica es de suma importancia ya que los laboratorios o prácticas se realizarán de una forma adecuada, además que cada uno de los usuarios podrán dar uso y los mismos con una correcta aplicación de este equipo realizaran una práctica más objetiva y visual.

1.3 Objetivos

1.3.1 Objetivo general. Implementar el control y monitoreo por Touch y LabVIEW para un módulo prototipo de ascensor de 5 pisos.

1.3.2 *Objetivos específicos:*

- Simular un sistema de control SCADA a nivel educativo pero que muestre las bondades e importancia de este tipo de sistemas en la automatización del sector industrial en la actualidad.
- Plantear alternativas de control para las distintas posiciones del ascensor, carga máxima, enclavamiento y apertura de las puertas de la cabina.
- Brindar al prototipo un sistema de control más dinámico y funcional el mismo que será directamente efectuado desde una pantalla.
- Seleccionar los componentes del sistema de control SCADA como son sensores, PLC, HMI y cables.
- Instalar y probar el modelo establecido verificando su verdadero alcance de simulación.
- Desarrollar una interfaz hombre - máquina amigable para el control del prototipo por parte de los operadores.

CAPÍTULO II

2. MARCO TEÓRICO

2.1 Control automático para transporte de usuarios en ascensores

El control automático para transporte de usuarios se basa fundamentalmente en registrar las actividades del ascensor tales como: las llamadas externas, el mando interno a cada nivel respectivamente y la seguridad en respuestas cortas de accionamiento. (Guamán, 2014)

2.1.1 *Introducción al Control Automático.* El control automático ha desempeñado un papel vital en el avance de la ingeniería y la ciencia, además de su gran importancia en los sistemas de vehículos espaciales de guiado de misiles, robóticos y analógicos, el control automático se ha convertido en una parte importante e integral de los procesos modernos industriales y de fabricación. Por ejemplo, el control automático es esencial en el control numérico de las máquinas-herramientas de las industrias de manufactura, en el diseño de sistemas para pilotos automáticos en la industria aeroespacial, y en el diseño de automóviles y camiones en la industria automotriz. También es esencial en las operaciones industriales tales como el control de presión, temperatura, humedad, viscosidad y el flujo en las industrias de proceso. (OGATA, 1995)

2.1.2 *Variable controlada.* Es la cantidad o condición que se va a controlar, teniendo un fin específico el cual es que permanezca constante la salida de determinado proceso. (Guamán, 2014)

2.1.3 *Variable manipulada.* Es la cantidad o condición que se va a manipular para afectar a la medida controlada.

2.1.4 *Planta.* Comprende lo concerniente a un equipo el cual está compuesto por varios elementos que trabajan en sincronía con un fin o un propósito determinado.

2.1.5 *Sistema.* Está definido como la combinación y perfecta sincronía de varios elementos que trabajan conjuntamente en determinado objetivo.

2.1.6 *Perturbaciones.* Las perturbaciones son señales que propician el fallo del sistema que se pretende controlar en la salida del mismo.

2.1.7 *Retroalimentación.* Comprendemos como retroalimentación a la operación que trata de minimizar el error de salida del proceso teniendo la señal de entrada como la referencia.

2.1.8 *Sistema de control lazo abierto.* Este tipo de control esta diferenciado por ciertas peculiaridades como que la salida no es afectada por ningún tipo de control, este tipo de control no mide la salida y tampoco cumple la retroalimentación del proceso además no elimina las perturbaciones que se producen a lo largo del ciclo del nuevo proceso. (OGATA, 1995)

2.1.9 *Sistema de control lazo cerrado.* Este tipo de control es el más aconsejado para operaciones extensas y que manejan variables de precisión ya que este control se manifiesta por la retroalimentación y tiene una gran ventaja que actúa eliminando las perturbaciones esto significa que al realizar el proceso de eliminar las perturbaciones se logra disminuir la diferencia entre la salida del sistema y la entrada de referencia del sistema a ser controlado. (OGATA, 1995)

Figura 1. Control automático para transporte de usuarios en ascensores



Fuente: (Alberto, 2015)

2.2 Elementos constitutivos del sistema

2.2.1 *El ascensor.* Es un conjunto de sistemas mecánicos, eléctricos y electrónicos que trabajan conjuntamente para el transporte vertical de usuarios manteniendo su seguridad y confort.

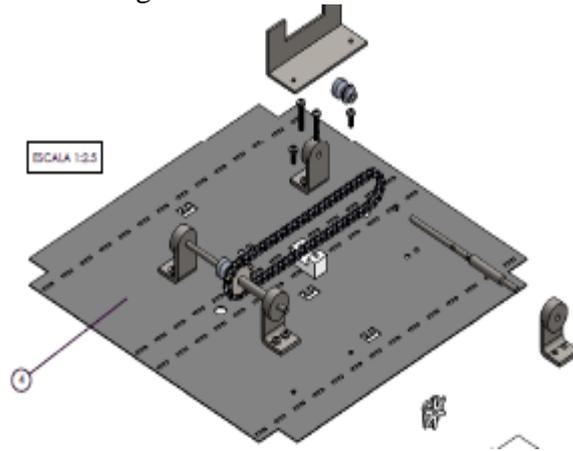
Figura 2. El ascensor



Fuente: Autor

2.2.1.1 *Sistema de transmisión.* Es el sistema motriz que permite el movimiento de la cabina y el contrapeso paralelamente, está compuesto por un servomotor en una conexión directa con el eje primario así con una relación de 1 a 1 por medio de una cadena hacia el eje secundario para mejorar la relación de transmisión sin mucha pérdida potencia. **(OTIS, 2014)**

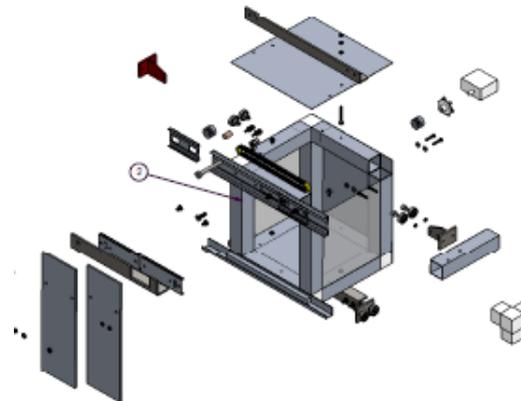
Figura 3. Sistema de transmisión



Fuente: Autor

2.2.1.2 *Sistema de puertas automáticas.* Es un conjunto de sistemas mecánicos y eléctricos que permiten la apertura y cierre de las puertas de la cabina gobernadas por un servomotor.

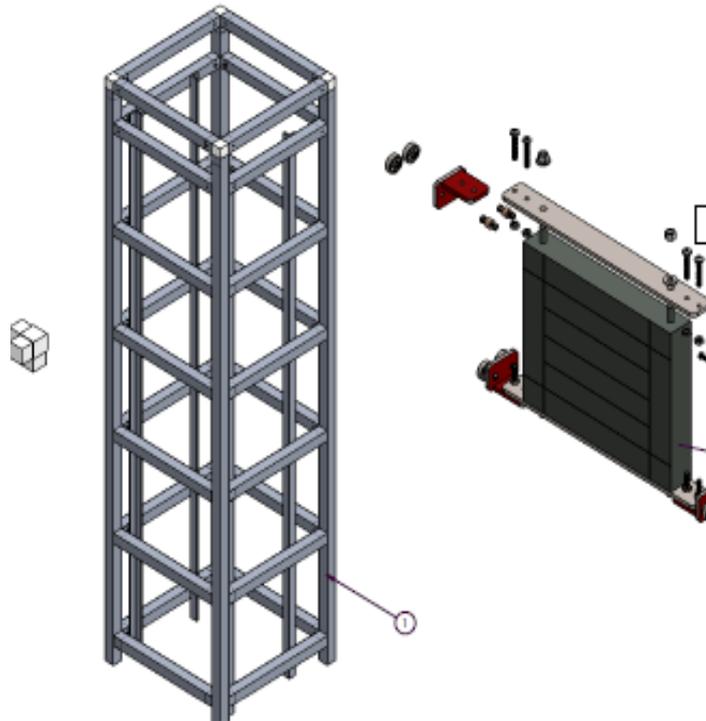
Figura 4. Sistema de puertas automáticas



Fuente: Autor

2.2.1.3 *La estructura.* Es el elemento o conjunto de elementos donde se asientan las diferentes partes que constituyen el ascensor como son el sistema de transmisión y control automático, obviamente la estructura es muy importante ya que aquí es donde se desplaza la cabina que lleva consigo a los usuarios y de igual forma el contrapeso.

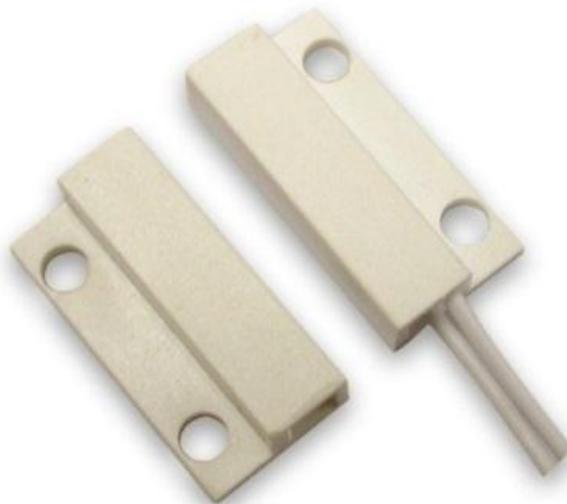
Figura 5 . La estructura



Fuente: Autor

2.2.1.4 *Sensor magnético.* Son sensores que captan o detectan la presencia de un material, en nuestro caso darían la señal para revelar el posicionamiento de la cabina en los respectivos niveles. (Rojas, 2014)

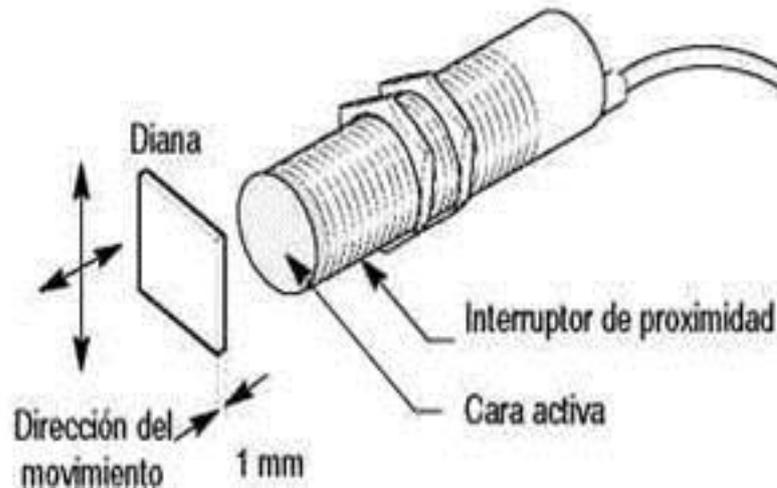
Figura 6 . Sensor magnético



Fuente: Autor

2.2.1.5 *Sensor de proximidad.* Es aquel instrumento que trabaja conjuntamente con un espejo enviando una señal la misma que al chocar con un objeto interfiere con esta señal y detiene en tiempos cortos el proceso, en nuestro caso se propone utilizarlo para producir el enclavamiento de las puertas y evitar el daño a los ocupantes o usuarios. (Rojas, 2014)

Figura 7. Sensor de proximidad



Fuente: (Mi blog electromecanica, 2013)

2.2.1.6 *Servomotor.* Es el dispositivo mecánico y eléctrico provisto de una caja reductora utilizado para suministrar un torque y un posicionamiento deseado, en nuestro caso ejecuta la transmisión de la apertura y el cierre de las puertas de la cabina respectivamente.

Figura 8. Servomotor.



Fuente: (Telekomunikazioak Don Bosco, 2014)

2.2.2 Pantallas touch HMI. El HMI (Human Machine Interface) es un sistema interactivo que muestra al usuario u operador datos de determinado proceso y brinda la capacidad de gobernarlo desde la misma pantalla. (Salgado, 2012)

Estas también pueden ser conocidas en un lenguaje coloquial como las ventanas de un proceso que pueden estar ubicadas en paneles, en una computadora o en la actualidad en un Smartphone con tecnología Android.

La Industria tuvo una gran revolución en los años 90 con el nacimiento del HMI/SCADA teniendo como causas para su aparición el monitorear o controlar múltiples sistemas de PLCs y otros sistemas de control, dando prioridad a un control más preciso en el sector industrial es decir obtener un mejor control de las variables de producción y contar con una información de primera mano de los distintos procesos siendo esto una gran ayuda ya que muchos de estos utilizan sistemas de comunicación abiertos y no privados lo que ha posibilitado la difusión en masas y poner al alcance de microempresas así como los grandes emporios. (Romagosa, 2004)

2.2.2.1 Clasificación de las pantallas HMI. Entre los más importantes están:

- KTP300 básica mono.
- KTP400 básica mono.
- KTP600 básica mono.
- KTP600 color básico.
- KTP1000 color básico.
- KTP1000 color básico.

2.2.2.2 Ventajas.

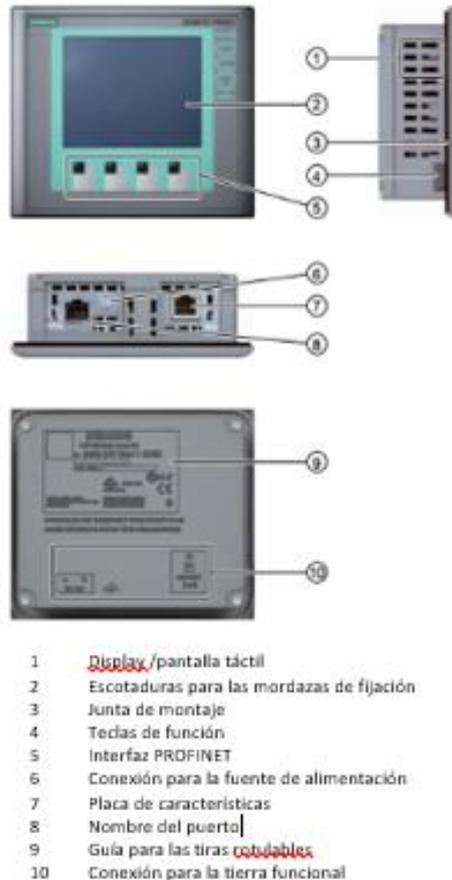
- El Hardware es muy diverso al controlar operaciones que las limita el usuario.
- Tiene prestaciones para futuras modificaciones de los procesos mediante el uso adecuado de software para obtener un proceso nuevo y mejorado.

- Se merma la interconexión y el cableado ya que se disminuye (cable, botones, interruptores, equipos, relés, lámparas piloto).
- Es de fácil montaje.
- El mantenimiento es sencillo y rápido.
- Su configuración permite definir o dar un entorno que se adapta al proceso que se pretende simular.
- Permite una supervisión grafica al operador sobre el control de la planta.
- Su módulo de procesos trabaja con acciones de mando pre programadas a partir de los datos actuales obtenidos.
- Su gestión y archivado de datos se da de una forma que el operador o usuario puede acceder en cualquier momento a ellos.

2.2.3 *Pantallas touch KTP400 PN mono basic.* Las pantallas SIMATIC HMI Basic Paneles han sido diseñadas para operar a la perfección con el nuevo controlador SIMATIC S7-1200 presentando una gran adaptabilidad a las diferentes necesidades de visualización, viniendo en una gran gama de tamaños que facilita su montaje lo que es una gran ventaja ya que es adaptable para toda la línea de PLCs en marca SIEMENS pero presentando la desventaja que no se pueden adaptar a otros servidores u otras marcas es decir debe trabajar con dispositivos homogéneos en marca, que resultaría en una desventaja por el precio. (Guamán, 2014)

2.2.3.1 *Componentes del touch KTP400 Basic.*

Figura 9. Componentes del touch KTP400 Basic



Fuente: (SIEMENS, 2015)

2.2.4 *Diseño robusto y ahorro de espacio.* Cuenta con un sistema de protección IP65, estos paneles de la gama SIMATIC Basic son perfectos para el uso industrial siendo confiables y ventajosos ya que se pueden montar en lugares dificultosos. (SIEMENS, 2015)

2.2.5 *Funcionalidad.* Los modelos SIMATIC HMI Basic son paneles que están provistos de muchas herramientas básicas para el análisis y recolección de datos como son alarmas, diagramas de curvas y graficas vectoriales. Además se puede encriptar el sistema para uso de personal autorizado con su debida contraseña.

2.2.6 *Pantallas touch y gráficos.* Toda la gama de pantallas SIMATIC HMI Basic son de uso táctil dando una operación fácil e intuitiva, el uso de estas pantallas nos abren una gran posibilidad de visualización de datos traduciéndose en graficas vectoriales, curvas, barras, textos, mapas, iconos y las respectivas pantallas de control en sí .

Teniendo en cuenta que las pantallas de la gama SIMATIC HMI Basic pueden configurarse de una forma rápida y sencilla con SIMATIC Win CC Basic; como software integrado y equipado con el último sistema de ingeniería SIMATIC 7

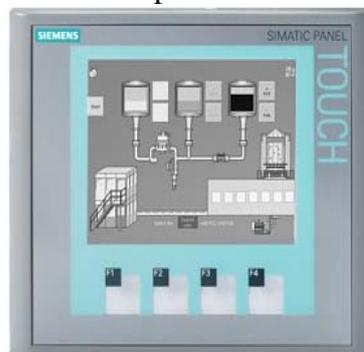
Figura 10. Pantallas touch y gráficos SIMATIC HMI



Fuente: (SIEMENS, 2015)

2.2.7 Teclas para mando de función. Las pantallas touch gama SIMATIC HMI Basic a más de tener un estupendo manejo táctil están provistos de teclas de configuración con las cuales se puede o se debería dar una función determinada dependiendo de la pantalla que se pretenda trabajar teniendo como objetivo brindar ergonomía y seguridad en el manejo del sistema. (SIEMENES, 2014)

Figura 11. Teclas para mando de función.



Fuente: (SIEMENES, 2014)

2.3 Controlador lógico programable (PLC)

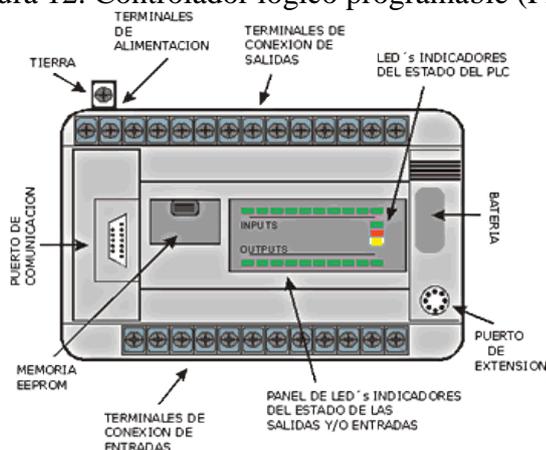
El (PLC) contador lógico programable es un dispositivo eléctrico y electrónico que está provisto de una memoria programable capaz de ejecutar sentencias u operaciones aritméticas y de conteo de acuerdo al usuario o programador.

Teniendo como partes importantes.

El (CPU) Unidad central de Proceso que es la encargada de realizar los procesos internos del PLC entre las entradas y las salidas.

- Memoria ROM es la encargada de eliminar las perturbaciones del proceso.
- Memoria RAM es la encargada de ejecutar el programa de usuario dando la interacción entre las entradas y salidas en el PLC.

Figura 12. Controlador lógico programable (PLC)



Fuente: (AHORRO ENERGETICO, 2014)

2.3.1 Características principales del PLC.

- La fuente permite un suministro de energía continua.
- Está provisto de una banda ancha.
- Fácil montaje.
- Toma única de alimentación.
- Los datos permanecen activos todo el día.
- Está provisto de una conexión para el modem.

Ventajas

- Reduce trabajo en cableado.
- Montaje e instalación en lugares dificultosos y pequeños.
- De fácil mantenimiento.
- Robustos.
- Resistentes a las condiciones climáticas.

2.4 Gama de PLCs Siemens

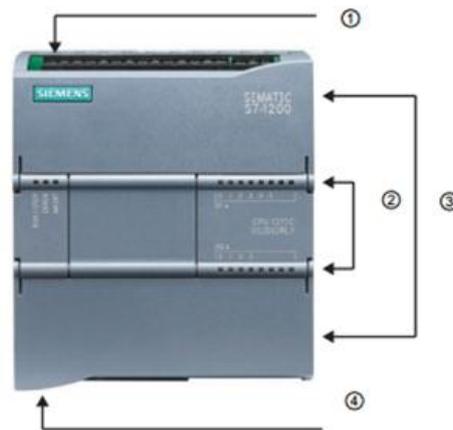
- PLC S7-200
- PLC S7-300
- PLC S7-1200
- PLC-S7-1500

2.5 EL PLC S7 1200

Este tipo de contador lógico programable es compacto para minúsculos sistemas de automatización que requieran o necesiten funciones para la lógica HMI gracias a su modelo único, compacto, sencillo y bajo costo es uno de los más utilizados en tareas simples.

Este tipo de PLC utiliza para la comunicación con la CPU un puerto PROFINET logrando así una comunicación perfecta con los distintos paneles o pantallas compatibles con el HMI.

Figura 13. EL PLC S7 1200.



1. Conector de corriente.
2. Conectores extraíbles para el cableado de usuario (detrás de las tapas)
3. LEDs de estado para las E/S integradas.
4. Conector PROFINET (en el lado inferior de la CPU)

Fuente: (SIEMENES, 2014)

El PLC S7-1200 es un controlador de tipo lazo cerrado y abierto para el control de varias actividades en la parte industrial teniendo un alto rendimiento, dando una gran proyección, ampliación en la automatización y dando de baja a instrumentos obsoletos como son los relés y contactores.

2.5.1 *Expansión de la CPU del PLC S7-1200.* El PLC S7-1200 tiene una gran compatibilidad para ampliar el número de entradas, salidas y otros sistemas de comunicación.

Figura 14. Expansión de la CPU del PLC S7-1200



Fuente: (SIEMENS, 2015)

2.5.2 *Módulos de comunicación y señales integradas.* El PLC S7-1200 tiene o está provisto de tres tipos de CPU.

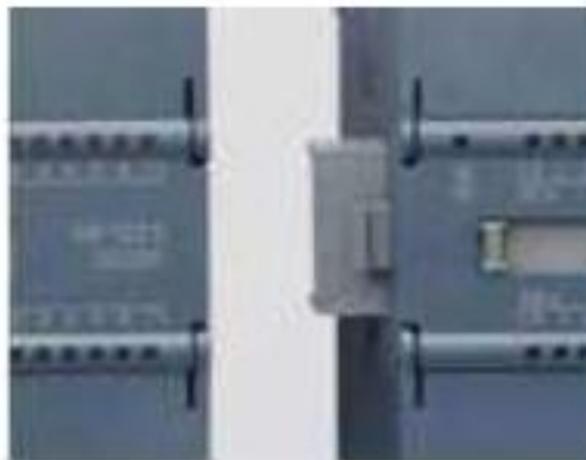
- CPU 1211C.
- CPU 1212C.
- CPU 1214C.

En cada Tipo de CPU se puede incorporar módulos para ampliar el número de entradas y salidas con el objetivo de no ampliar más el tamaño en si del controlador y dando como resultado una comunicación punto a punto.

Las señales integradas se pueden conectar directamente en la CPU añadiendo entradas y salidas tanto digitales como analógicas sin tener que aumentar el tamaño del PLC.

Los módulos de comunicación del PLC S7-1200 son compatibles con tres módulos de comunicación el RS485 y RS232 en conexión punto a punto teniendo en claro que esta comunicación se realiza de una manera rápida, clara y sencilla con funciones para protocolo maestro y esclavo USS Drive y adicional Modbus RTU que están adheridas en las librerías en SIMATIC STEP 7 Basic.

Figura 15. Módulos de comunicación y señales integradas



Fuente: (SIEMENES, 2014)

2.5.3 *Comunicación en la industria.* La comunicación con otro tipo de controladores y los equipos HMI del PLC S7-1200 permite una conexión amplia con muchos equipos a través del protocolo de comunicación S7.

2.5.3.1 *El PROFINET.* Es el estándar de comunicación en la industria ETHERNET en nuestro caso se puede utilizar el PLC S7-1200 tanto en la parte de la programación como en la de comunicación de los equipos HMI, teniendo una mejora continua en la comunicación con los equipos conectados con PROFINET lo que da lugar a que esta comunicación se unifique en un nivel de campo hasta un nivel de control dando solución a uno de los problemas presentados en la automatización. (Arnau, 2015)

Figura 16. El PROFINET



Fuente: (SIEMENS, 2015)

2.5.4 *Sistemas tecnológicos Integrados.* Se ha presentado desde hace muchos años atrás la fiabilidad en el mundo de la automatización de equipos con nuevas funciones tecnológicas probadas y siempre tendiendo a la innovación tanto en la parte de velocidad de control, conteo, posicionamiento y bucles.

2.5.4.1 *Velocidad en las entradas en conteo y medición.* El PLC S7-1200 está provisto de contadores con gran velocidad, tres entradas de 100kHz integradas perfectas para operaciones de conteo y medida. Permittiéndonos la lectura de datos con precisión y velocidad en el proceso.

2.5.4.2 *Velocidad en las salidas.* El PLC S7-1200 está provisto de 2 salidas de gran velocidad en un tren de pulsos (PTO) de salidas moduladas con ancho de impulso (PWM) que pueden ser configuradas como (PTO) presentando de esta manera un factor de trabajo del 50% y 100kHz, esta velocidad puede ser aplicada en casos como en motores paso a paso y servomotores teniendo en cuenta que la alimentación para las salidas de tren de pulsos proviene de los así llamados contadores de alta velocidad. Si en el caso se configura PWM esta tiene otras características como un tiempo constante de ciclo con

puntos de operación variables permitiéndonos regular la velocidad del servomotor, el posicionamiento de una válvula o en un calefactor.

2.5.4.3 *EL control PID en el PLC S7-1200.* Está provisto de hasta 16 lazos PID teniendo provisto un software en el cual se incorpora un asistente lo que nos da una mejor ejecución de operaciones o procesos de lazo cerrado.

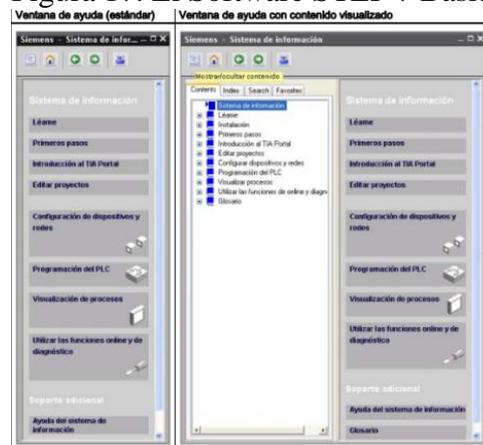
2.5.4.4 *EL panel de gobierno de ejes para arranque de accionamientos.* El panel de gobierno para arranque se simplifica con el sistema de ingeniería SIMATIC STEP 7 BASIC, permitiéndonos en nuestro caso la puesta en marcha de servomotores y proveyéndonos de información de diagnóstico online.

2.5.4.5 *Regulación en lazos PID.* El PLC S7-1200 tiene una tolerancia de hasta 16 lazos de regulación PID en el control de aplicaciones pequeñas y admite PID Autotuning esto sirve para realizar automáticamente un proceso de valores de ajustes para los sistemas de control proporcional, integral y derivativa.

2.6 El Software STEP 7 Basic

Es un sistema avanzado y único aplicado en la ingeniería para programar el PLC S7-1200 el sistema de ingeniería trabajando con WinCC Basic está contenido en el paquete que permite la configuración de las pantallas HMI que se encuentran acoplados con el PLC S7-1200 de esta manera se da un gran alcance o acaparamiento en lo concerniente a la automatización de proceso. (SIEMENS, 2009)

Figura 17. El Software STEP 7 Basic



Fuente: (SIEMENS, 2014)

Ventajas

- Tiene una eficiente solución completa en tareas de automatización.
- Su programación en el controlador y el HMI es unificada desde un mismo sistema de programación.
- Es accesible por medio del sistema de vista portal.
- Mantenimiento fácil ya que se tiene acceso a las vistas online del portal, no necesariamente que este cargado un proceso.
- El uso del STEP Basic produce una interfaz intuitiva de usuario.

2.7 Múltiples aplicaciones

El STEP 7 Basic es un sistema actual de ingeniería en el cual se puede programar varias o múltiples soluciones de automatización acompañado del PLC S7-1200 que tiene incorporado WinCC Basic que puede configurar de una forma directa las pantallas HMI y otros paneles asociados de la misma jerarquía dando lugar a una aplicación cómoda, sencilla que integra función y potencia de los sistemas con el uso de una singular herramienta.

También se pueden configurar con las distintas pantallas HMI KTP300 básica mono y KTP600 Basic color, KTP1000 Basic, KTP Basic Y KTP600Basic.

2.8 Funciones del STEP 7

2.8.1 *Configuración de dispositivos y red.* Se muestra una clara y nítida configuración en cuanto corresponde a las propiedades de la red desde una perspectiva vista por el editor.

2.8.2 *Perspectiva de dispositivo.* Se muestra en una perspectiva de vista muy realista involucrando los módulos de hardware, portapapeles de módulos, permitiendo una mejor parametrización de un módulo para poder copiar en otro.

2.8.2.1 Programación del PLC S7-1200. Esta programación es muy sencilla ya que en las librerías y editores se puede programar en KOP y FUP con una extensa y variada gama de instrucciones que acaparan una extensa área de operaciones utilizadas a menudo como son las interfaces de bloques, el reutilizar de instrucciones dentro de un proceso, asistencia para lo que es funciones tecnológicas integradas en ejes de posicionamiento y velocidad y lo más ventajoso su regulador PID (Autotune).

2.8.2.2 Visualización en el HMI. Una de las ventajas que nos brindan las pantallas HMI es principalmente el poder configurar funciones básicas que nos muestran imágenes, lo que nos brinda una fácil operación de forma táctil directamente en la pantalla o si bien con las teclas, además nos brinda una gama de herramientas como alarmas de bit y analógicas, gestión de rectas, la libertad de 5 idiomas online y las ya conocidas herramientas pre programadas con arrastre en lo que concierne a funciones estándar.

2.8.2.3 Acople del PLC y las pantallas HMI Basic. Al empezar la programación se requiere utilizar una notación grafica por símbolos con el uso directo del equipo HMI y sus respectivas variables creando un análisis del proyecto más simple y permitiendo de una forma más clara la muestra de errores asistidos. Claro está que el programa genera de una forma automática la visualización de las conexiones cuando se usan las variables en el controlador HMI.

Figura 18. Acople del PLC y las pantallas SIMATIC HMI Basic

Módulo	Slot	Disco de...	Disco de...	Tip	Identif.
	103				
	102				
PS405_1	101			DI 1241 (PS405)	6ES7
+ PLC_1	1			CPU 1214C D000	6ES7
DI14DO10	1.1	0..1	0..1	DI14DO10	
A2	1.2	64..62		A2	
AO1 x 12bit	1.3		60..61	AO1 12bit	6ES7
HSC_1	1.16	1000...		Contador rápido (P)	
HSC_2	1.17			Contador rápido (P)	
HSC_3	1.18			Contador rápido (P)	
HSC_4	1.19			Contador rápido (P)	
HSC_5	1.20			Contador rápido (P)	
HSC_6	1.21			Contador rápido (P)	
Pulse_1	1.32			Generador de Imp.	
Pulse_2	1.33			Generador de Imp.	
+ Interfaz PN_X1				Interfaz PROFINET	
DB x DC24V	2	8		SM 1221 D8 x DC	6ES7

Fuente: (SIEMENES, 2014)

2.8.2.4 El diagnóstico online. Es una de las mejores características que muestra y representa la información en el diagnóstico de los módulos, tablas que permiten la observación del estado y la visualización automática de los puntos de comunicación que son accesibles a la red.

Figura 19. El diagnóstico online

Datos técnicos	
STEP 7 Basic	
Tipo de licencia	Single License
Clase de software	A
Versión actual	V10.5
Sistema de destino	SIMATIC S7-1200
Sistema operativo	Windows XP Professional SP3 (32 bits) Windows Vista Ultimate SP1 (32 bits) Windows Vista Business SP1 (32 bits) Windows Vista Home Premium SP1 (32 bits)
Tamaño de memoria en el PG/PC, mín.	1 Gbyte
Espacio libre en disco duro en el PG/PC	2 Gbyte
Observación	Incluye los lenguajes de programación KOP y FUP conformes con IEC

Fuente: (GARCIA, 2011)

CAPÍTULO III

3. CONFIGURACIÓN DEL PLC Y LA INTERFAZ HOMBRE MÁQUINA HMI

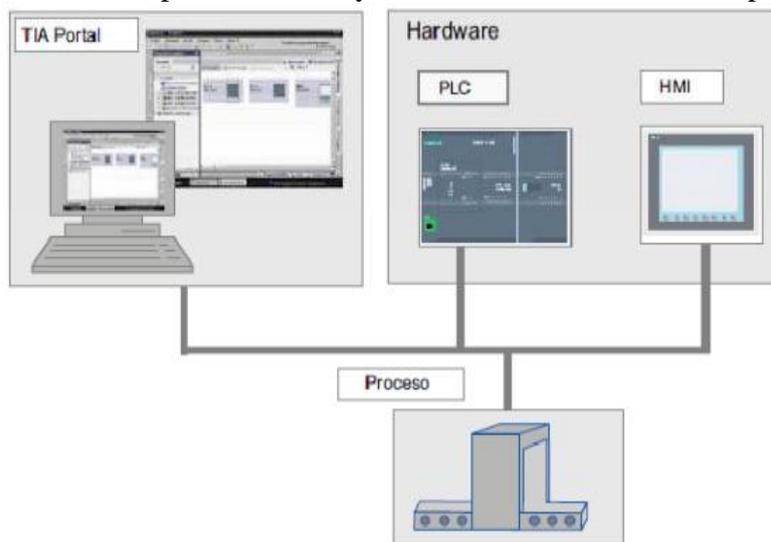
3.1 Descripción del sistema

La configuración del ascensor se va a realizar por medio del HMI teniendo un control y monitoreo en la apertura y cierre de las puertas de la cabina, el posicionamiento exacto de la cabina en las distintos niveles tanto en el mando manual como el mando interno de la misma es decir gobernar los servomotores con un control PID con ayuda del software de ingeniería TIA PORTAL.

3.2 Elementos para el control y monitoreo del ascensor

Los elementos para la implementación del control del ascensor por medio de touch y LabVIEW fueron los siguientes:

Figura 20. Elementos para el control y monitoreo del ascensor de 5 pisos por HMI



Fuente: (GARCIA, 2011)

- Ascensor que contiene los servos a ser controlados.
- Pantalla TOUCH KTP400PN
- PLC S7-1200.

- Módulo de entradas analógicas.
- CPU
- Fuentes de 24 y 9 VDC.
- Software TIA PORTAL
- Software LabVIEW
- Router.
- El internet como vía de comunicación.

3.3 Parámetros para la programación del ascensor y visualización en la TOUCH.

De acuerdo al problema establecido tenemos los siguientes parámetros.

El problema que se pretende solucionar es el monitoreo por medio de touch y visualización en LabVIEW vía Router de las siguientes operaciones del ascensor.

Se debe controlar 5 niveles apertura y cierre de puertas de la cabina, que no exista sobrepeso para poder funcionar y además el enclavamiento de las puertas para no hacer daño al usuario.

Entradas

- Fin de la carrera puerta abierta.
- Fin de la carrear puerta cerrada.
- Detector por nivel.
- Sensor de objetos.
- Sensor de carga.
- Fin de carrera.

Salidas

- Sube la cabina del ascensor.
- Baja la cabina. del ascensor
- Abre puerta cabina del ascensor.
- Cierra puerta cabina. del ascensor.

3.3.1 Parámetros para la programación del ascensor en el PLC S7-1200.

Tabla 1. Entradas del PLC S7-1200

No	Nombre	Entrada [%]
1	Sensor p1	% I1.0
2	Sensor p2	% I1.1
3	Sensor p3	% I1.2
4	Sensor p4	% I1.3
5	Sensor p5	% I1.4
6	Emergencia	% I18.1
7	Peso	% I19.0
8	Presencia sensor	% I19.1
9	Llamado piso1	% I0.0
10	Llamado subida	% I0.1
11	Llamado subida	% I0.2
12	Llamada subida	% I0.3
14	Llamada subida	% I0.4
15	Llamada bajada	% I0.5
16	Llamada bajada	% I0.6
17	Llamada bajada	% I0.7
18	Emergencia	% I8.1
19	Destino piso 1	% I8.2
20	Destino piso 2	% I8.3
21	Destino piso 3	% I8.4
22	Destino piso 4	% I8.5
23	Destino piso 5	% I8.6

Fuente: Autor

Tabla 2. Salidas del PLC S7-1200

No	Nombre	Salida[%]
1	Piso 1	% Q0.0
2	Piso 2	% Q0.1
3	Piso 3	% Q0.2
4	Piso 4	% Q0.3
5	Piso 5	% Q0.4
6	Puerta Abierta	% Q0.5
7	Puerta Cerrada	% Q0.7
8	Presencia sensor	% Q1.0

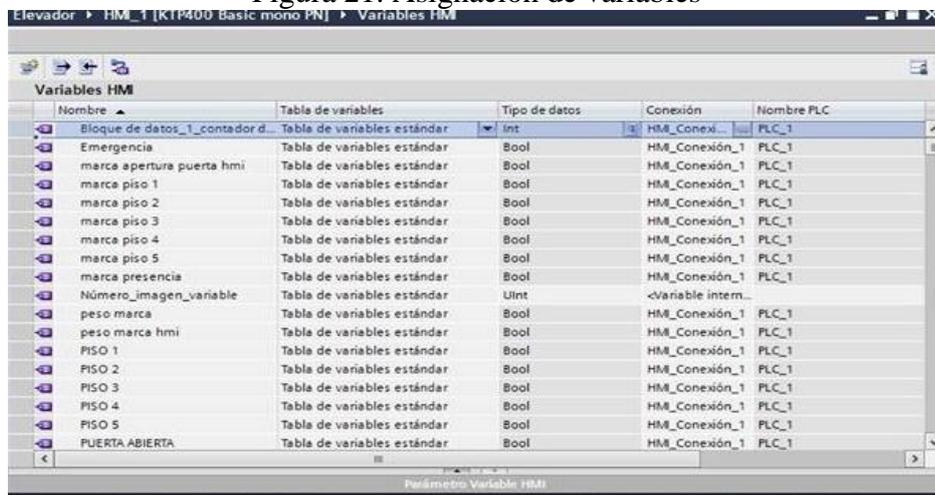
Fuente: Autor

Tabla 3. Memorias del PLC S71200

No	Nombre	Entrada[%]
1	Marca Subida	% M0.0
2	Marca Bajada	% M0.1
3	Al piso 1	% M0.2
4	Al piso 2 bajada	% M0.3
5	Al piso 3 bajada	% M0.4
6	Al piso 4 bajada	% M0.5
7	Al piso 5	% M0.6
8	Al piso 2 subida	% M0.7
9	Al piso 3 subida	% M1.0
10	Al piso 4 subida	% M1.1
11	Inicio	% M190.0
12	Marca 1	% M190.1
14	Marca 1/1	% M190.2
15	Marca 2	% M190.3
16	Marca 2/2	% M190.4
17	Marca 3	% M190.5
18	Marca 3/3	% M190.6
19	Marca 4	% M190.7
20	Marca 4/4	% M191.0
21	Marca 5	% M191.1
22	Marca 5/5	% M191.2
23	Marca inicio	% M191.3
24	Marca presencia	% M191.4
25	Reseteo 1	% M191.5

Fuente: Autor

Figura 21. Asignación de variables

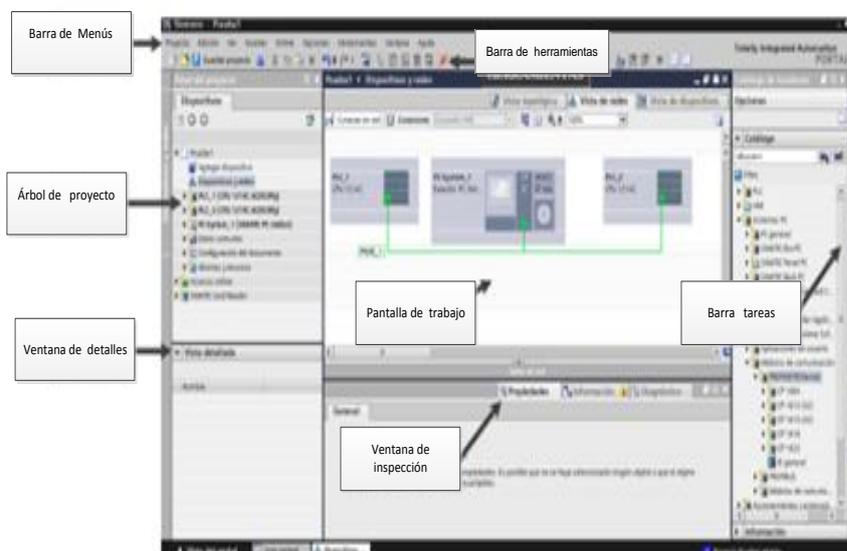


Fuente: Autor

3.4 Esquematización de la programación para el control y monitoreo del ascensor en el soporte TIA PORTAL.

En el desarrollo de nuestro proyecto habiendo determinado nuestras variables de entrada, salida y memorias respectivamente se realizó la programación en el soporte o software TIA PORTAL, luego se procedió a cargar en la pantalla TOUCH KTP400 y PLC S7-1200 para conseguir el objetivo de tener un mejor gobierno y monitoreo de nuestro ascensor.

Figura 22. Esquematización TIA PORTAL

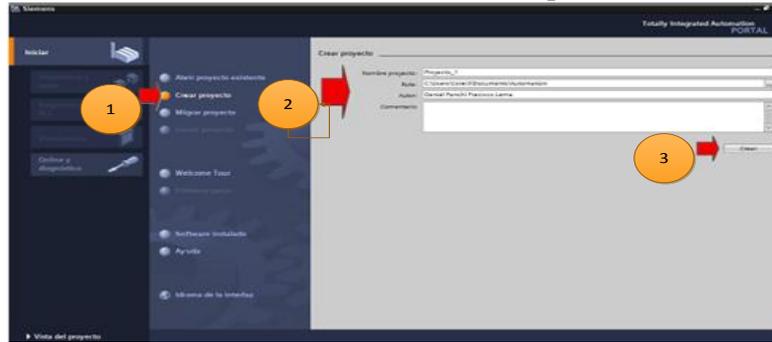


Fuente: Autor

3.4.1 Creación de control del ascensor con el soporte software TIA PORTAL. Para la creación de cualquier proyecto en el TIA PORTAL se debe proceder a conectar el cable del PLC con la computadora y luego se procede a realizar las siguientes actividades.

- Procedemos a abrir el TIA PORTAL dando click en la barra de menú del escritorio.
- Ya abierto damos click en (Crear Proyecto).
- Procedemos a seleccionar en donde se va a guardar el proyecto y especificamos o damos un nombre.
- Por último damos click en (Crear) y el proyecto estará siendo creado.

Figura 23. Creación de control del ascensor con el soporte software TIA PORTAL



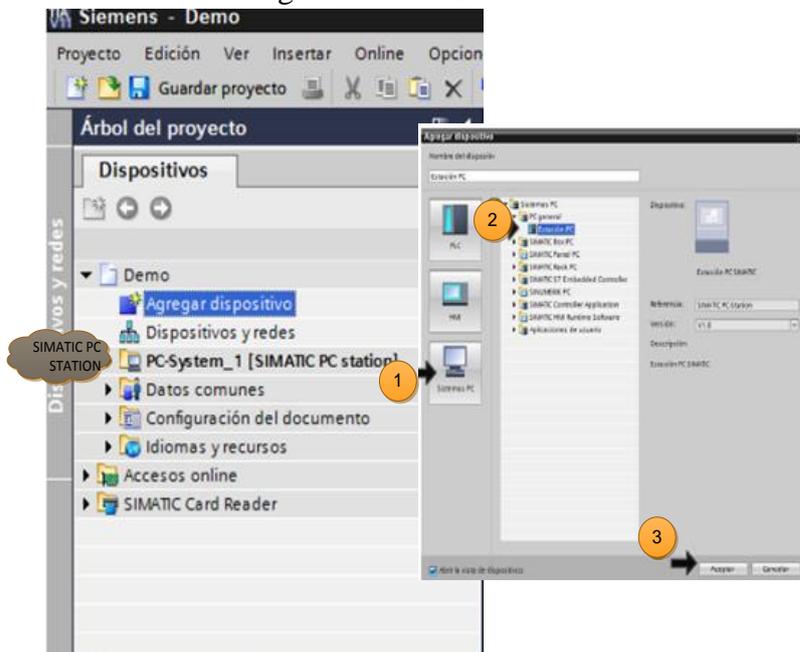
Fuente: Autor

3.4.2 Estructuración de dispositivos. En el caso de nuestro proyecto requerimos los siguientes dispositivos interfaz profinet.

3.4.2.1 El PC Station. Es la fase donde se debe configurar los dispositivos que en el TIA PORTAL con Wincc inicia en el árbol de proyectos.

La PC STATION tiene como objetivo ser el servidor en la red, es decir en nuestro computador que contiene el Scada del proceso siendo provista de acceso en la red profinet que vamos a ejecutar.

Figura 24. El PC Station



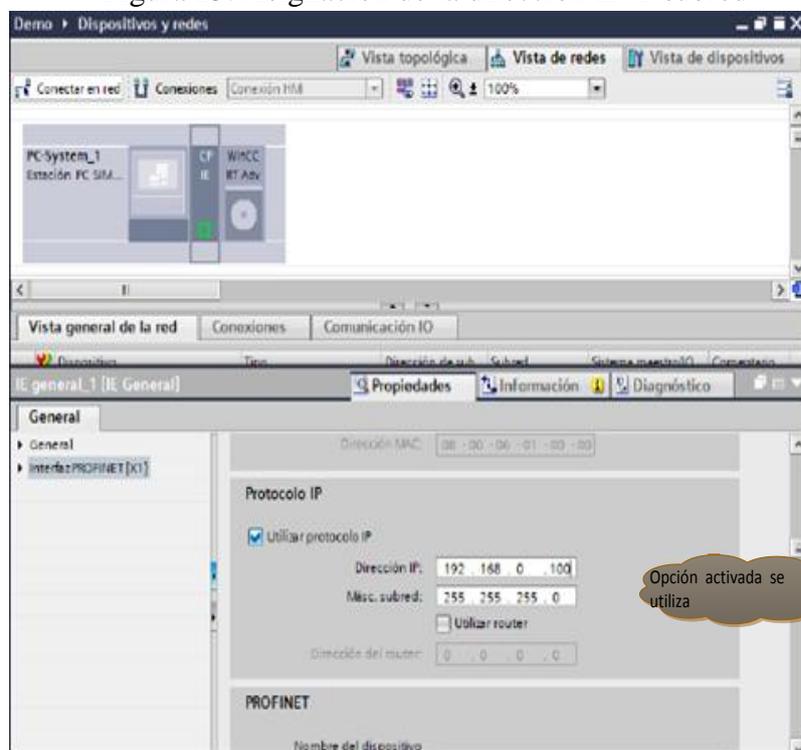
Fuente: Autor

En el menú árbol de proyecto se muestra que cuando ya añadimos el modulo software de comunicación podemos visualizar que aparece como HMI_RT que es donde se va a ejecutar nuestro proyecto en Scada y dando lugar a otra pantalla en la que aparece el IE general que es la tarjeta de red Profinet/ Ethernet.

3.4.2.2 *Asignación de la dirección IP y subred.* En general se refiere a que la PC pueda comunicarse con dispositivos en la red para lo cual debemos asignar una dirección IP a la tarjeta de comunicación y seguiremos los siguientes pasos:

- Nos orientamos al árbol de proyecto y damos click en Dispositivos y Redes y procedemos a seleccionar el Slot 1.
- Vamos al portal de inspección y damos click en inspección propiedades y seleccionamos (interfaz Profinet).
- Luego encontramos la opción protocolo IP que es donde se debe asignar la dirección IP y la subred en nuestro caso IP : 192.168.0.100 y subred 255.255.255.0.

Figura 25. Asignación de la dirección IP Y subred

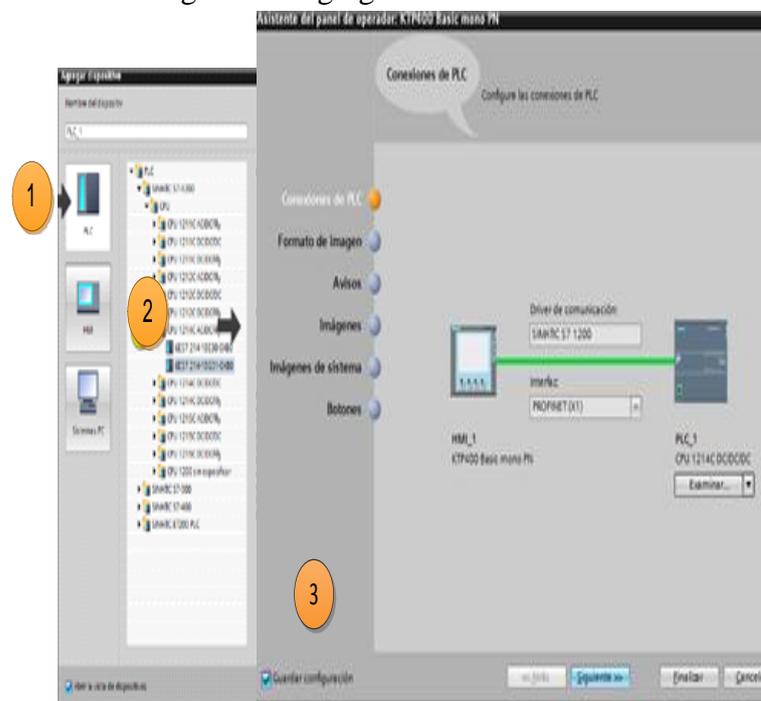


Fuente: Autor

3.4.2.3 *Agregar el PLC S7-1200.* En nuestro ascensor se va utilizar el PLC S7 -1200 y el módulo de expansión 1214 por nuestro número de entradas, guiados en el siguiente procedimiento.

- Procedemos a ver la pestaña librería y adicionar dispositivo luego damos click en el PLC.
- Damos click en el árbol de dispositivo, seleccionamos el PLC S7-1200 y módulo de expansión 1214 AC/CD/R1Y, seleccionamos el ítem del PLC S7-1200 versión 6ES7 214-1BG31-OXBO y aceptamos dando previamente el nombre del proyecto.

Figura 26. Agregar el PLC S7-1200



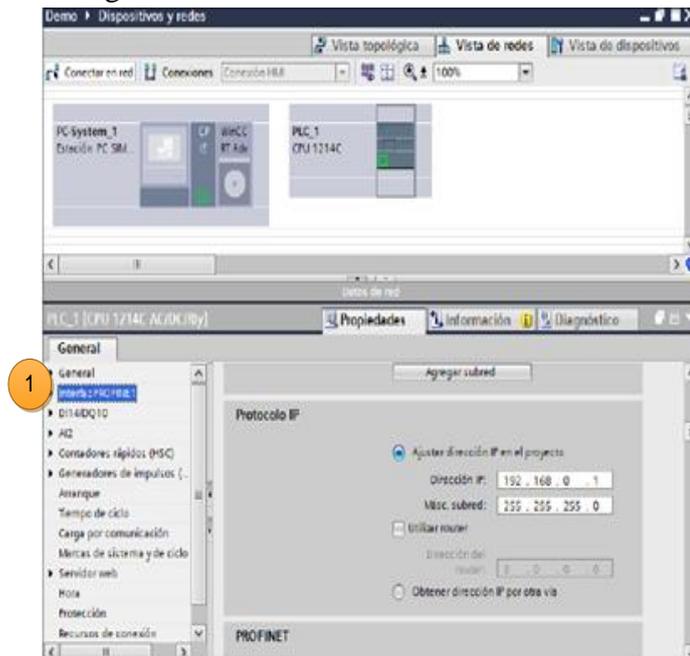
Fuente: Autor

3.4.2.4 *Estructuración del PLC S7 1200.* Una vez que se haya creado en la librería el PLC S7-1200 se procede a configurar su puerto de comunicación Profinet para que sea parte de la red con dirección IP pre establecido y la subred ya definidas siguiendo los siguientes pasos.

- Vamos al árbol del proyecto damos click en Dispositivos y Redes y seleccionamos el PLC ya creado.

- Luego vamos a la ventana de inspección y damos un click en propiedades y le damos a la alternativa interfaz Profinet.
- Procedemos a irnos a la opción Protocolo IP que es donde asignaremos la dirección IP y la Subred IP: 192.168.101.130.

Figura 27. Estructuración del PLC S7-1200



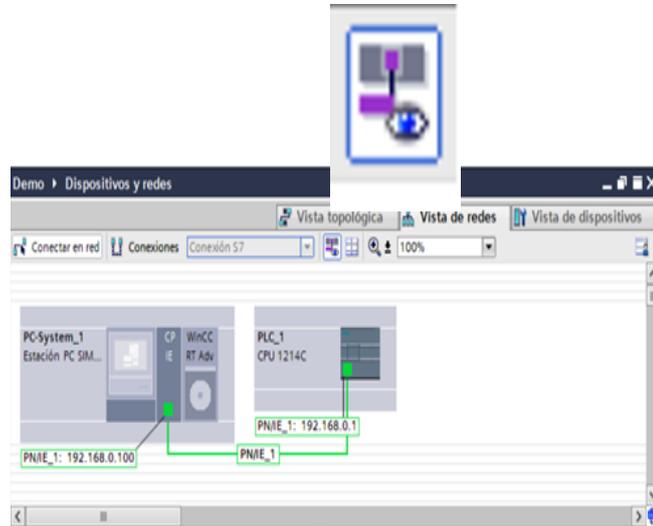
Fuente: Autor

3.4.2.5 Estructuración de la comunicación del PLC S7-1200 con la PC. Tenemos que lograr una comunicación de la PC con El PLC S7-1200 y con otros dispositivos de la red con lo cual vamos a tener en pantalla datos de las variables de nuestro ascensor al tiempo exacto para esto realizaremos lo siguiente.

- Primero vamos a la librería damos click en Dispositivos y Redes y se despliega la opción vista de Redes.
- Luego procedemos a dar click en la opción conexiones y le damos otro click en la opción comunicación S7.
- Posteriormente nos vamos a la opción en el puerto de Profinet de la estación PC y conectamos con la estación profinet del PLC S7-1200.

Para tener una mejor vista de nuestra herramienta en cuanto a la habilitación de la IP se procederá a habilitar el icono que se muestra y se podrá mostrar las conexiones de trabajo.

Figura 28. Estructuración de la comunicación del PLC S7-1200 con la PC

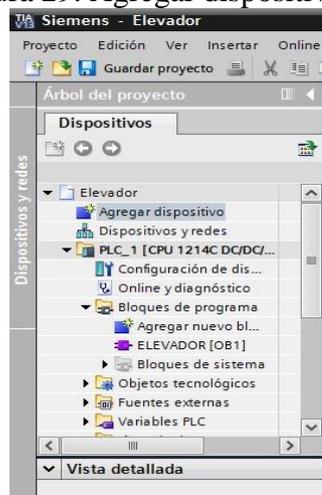


Fuente: Autor

3.4.3 HMI Panel Operator. Vamos a controlar esta aplicación desde un panel operador HMI donde se ve la simulación de nuestro proceso, procedemos de la siguiente manera:

- Vamos al **Árbol del proyecto**.
- Le damos Click en **agregar dispositivo**.

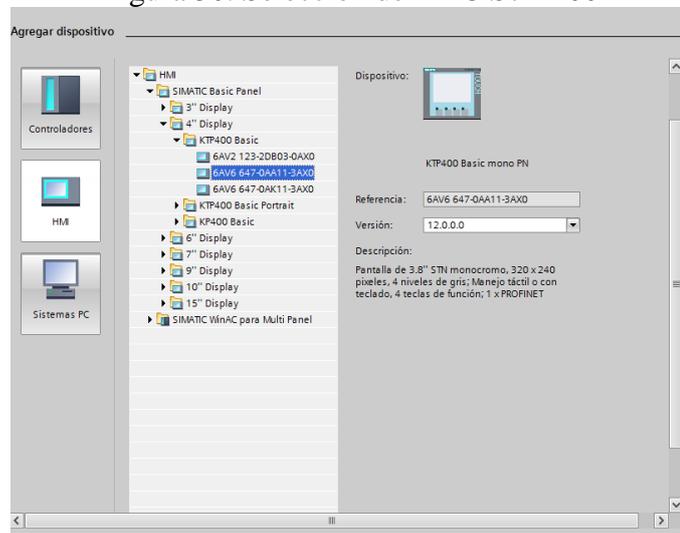
Figura 29. Agregar dispositivo



Fuente: Autor

- Se nos despliega una pantalla dentro del catálogo seleccionamos la pantalla KTP 400 Basic.

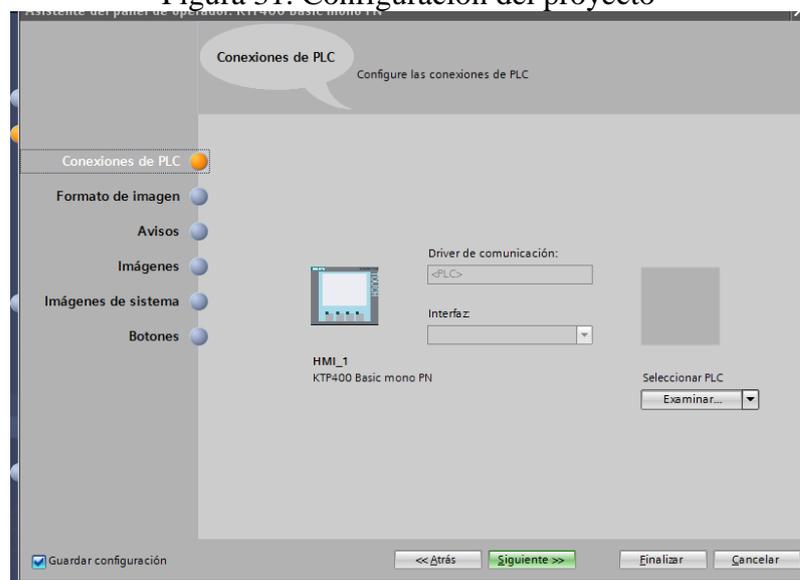
Figura 30. Selección del PLC S7-1200



Fuente: Autor

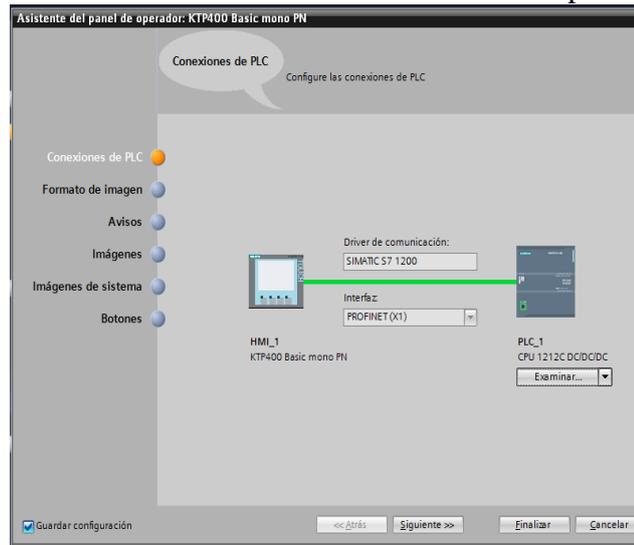
- En verificación del proyecto se constata la conectividad entre el PLC y la HMI
- Damos Click en siguiente si existe la conectividad.
- En el presunto caso que no existiese conectividad nos vamos a verificar las direcciones IP de cada dispositivo.

Figura 31. Configuración del proyecto



Fuente: Autor

Figura 32. Verificación de la conectividad del dispositivo

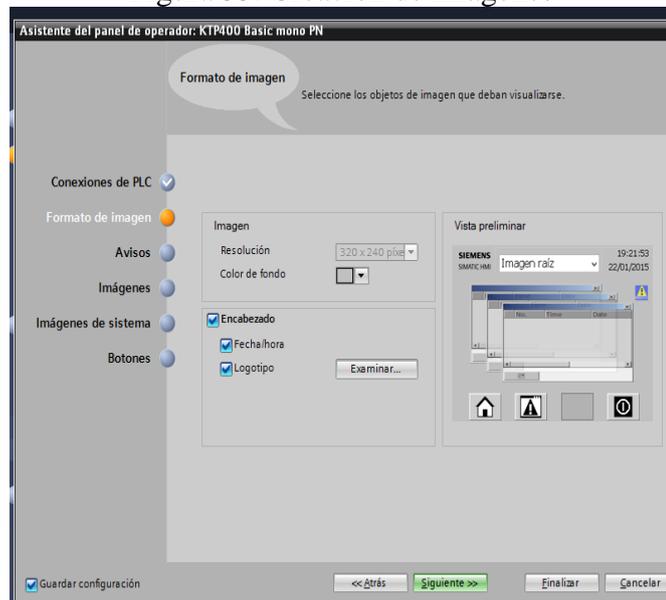


Fuente: Autor

3.4.4 Creación de imágenes. Este paso se refiere a la configuración de la pantalla KTP 400.

- Nos vamos a configurar pantalla donde encontramos las pestañas color, Fondo, logo.

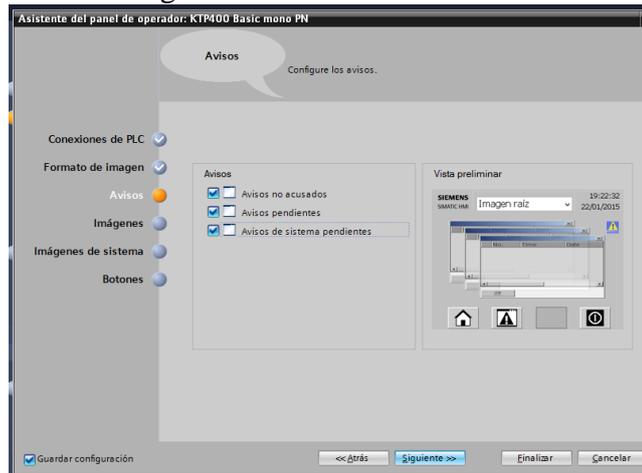
Figura 33. Creación de imágenes



Fuente: Autor

- Para la configuración de pantalla de alarmas se da click en Avisos y se activa las opciones Avisos no acusados, Avisos pendientes y Avisos de sistemas pendientes.

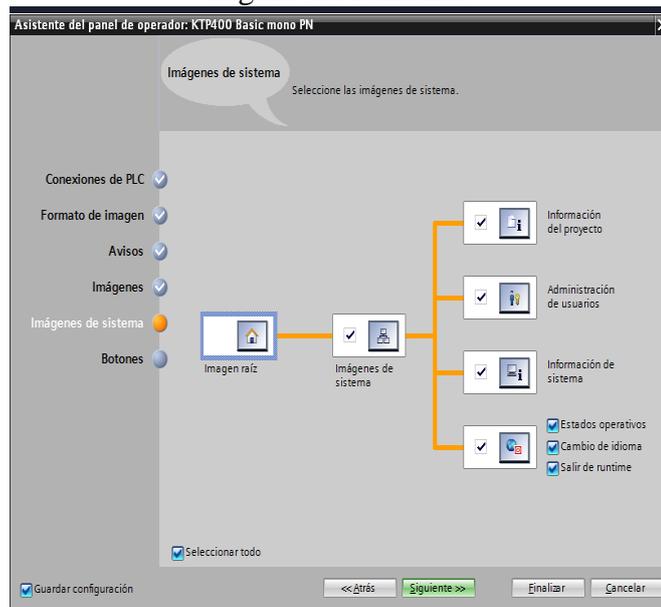
Figura 34. Pantalla de alarmas



Fuente: Autor

- Selección de pantallas se refiere al número de imágenes en nuestro proyecto presentación manual semiautomática.

Figura 35. Pantallas



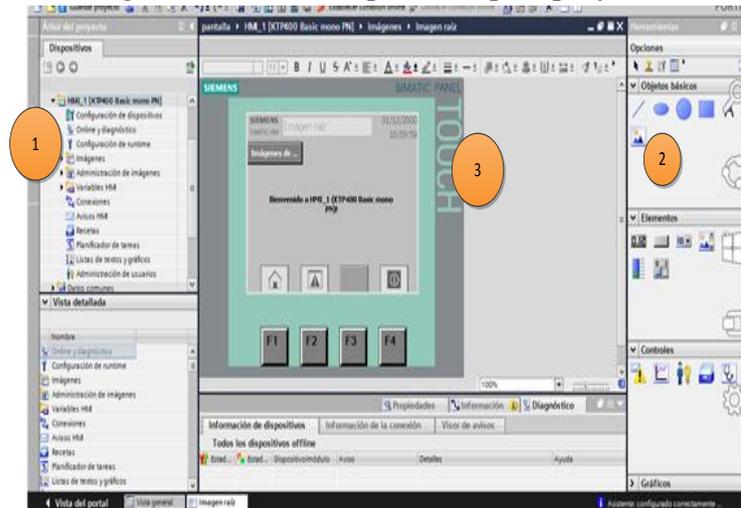
Fuente: Autor

3.4.5 *Editar pantallas.* Al finalizar el proceso de generación del HMI se puede acoplar cada una de las pantallas creadas en concatenación de acuerdo a la función final que tenga nuestro proyecto.

- Nos direccionamos en el árbol del proyecto y seleccionamos Imágenes que necesitamos para hacer para nuestro proyecto.

- Ya seleccionada la imagen procedemos a editar objetos desde la barra de herramientas hasta que se obtenga lo deseado.
- Finalmente procedemos a crear nuestra pantalla con los objetos necesarios y requeridos.

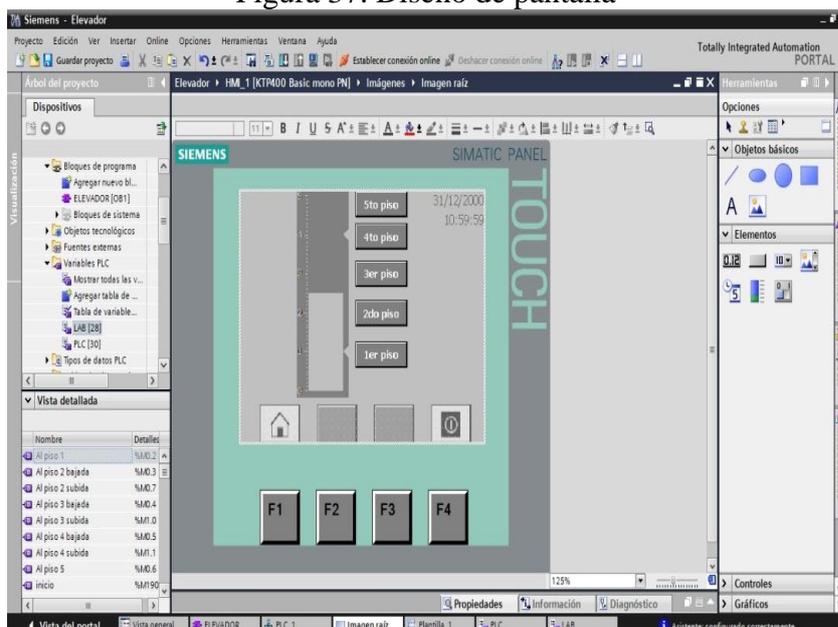
Figura 36. Selección pantallas para proyecto



Fuente: Autor

- Agregamos objetos a nuestra pantalla de acuerdo a los requerimientos y nuestro diseño.

Figura 37. Diseño de pantalla



Fuente: Autor

CAPÍTULO IV

4. PROGRAMACIÓN INTERFAZ EN LabVIEW

4.1 LabVIEW DE NATIONAL INSTRUMENTS.

LabVIEW (Laboratory Virtual Instrumentation Engineering Workbench) esta direccionada a ser una plataforma que está desarrollada en base a los lenguajes de programación grafico teniendo una gran aplicación en la industria, ofreciendo una gran gama de hardware provista de cientos de librerías integradas para el análisis avanzado, detallado en lo que compete a la visualización de datos en un ambiente revolucionario en el desarrollo grafico controlando, adquiriendo, analizando y presentando detalladamente datos. (Holgín, 2004)

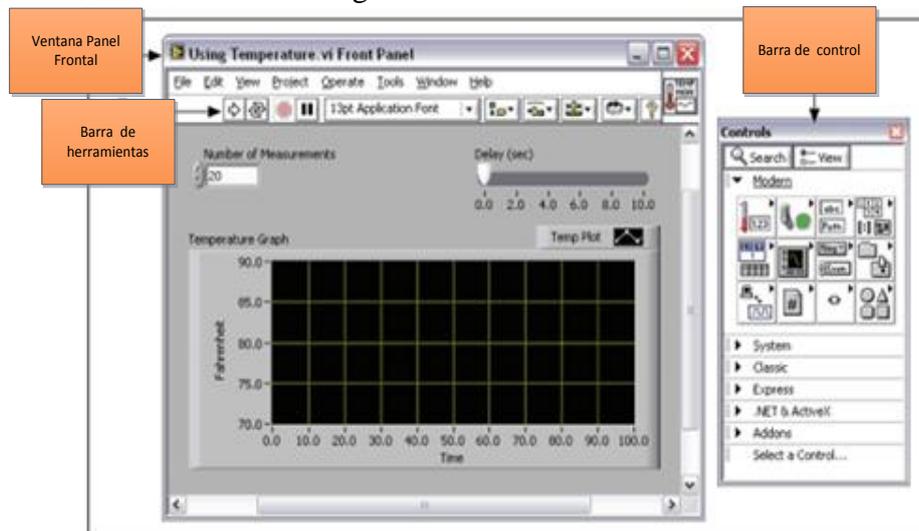
Ventajas:

- El LabVIEW presenta un gran desarrollo en lo que corresponde a la medición, automatización y en la parte de gobierno o control.
- Tiene una facilidad para poner los datos en herramientas estadísticas.
- La facilidad de poder integrarse con cientos de instrumentos y elementos de medición.
- Comparte los datos de los procesos con otros PLC.
- Por su sencillez es utilizado por científicos, técnicos y estudiantes de todo el mundo.
- Tiene una gran aplicación en la industria.
- Tiene un gran campo en el área del análisis y la investigación.
- Se lo puede adaptar con cualquier Hardware y Software de medición.

- Es una de las mejores opciones para el monitoreo y gobernación o control de máquinas y equipos.
- Mayoriza el rendimiento de su sistema o proyecto.
- Tiene un alto rango en mediciones a alta velocidad de una gran gama de sensores.
- El monitoreo es efectivo tanto que nos permite establecer planes de mantenimiento predictivo.
- El desarrollo es integral y completo.
- Se puede desarrollar gráficos de interfaz de usuario.

4.1.1 *Panel frontal. Se remite a una de las ventanas del software LabVIEW.*

Figura 38. Panel frontal



Fuente: Autor

4.1.2 *Paleta de Herramientas.* Esta herramienta del programa LabVIEW tiene una disposición muy parecida a la barra de bloques ya que en ella se puede modificar su contenido y su manipulación se puede dar por medio del ratón. Tomando el cursor de una forma virtual la forma de la herramienta utilizada en el momento también se puede poner en modo de selección automática que no es más que cuando se da movimiento el cursor sobre las diferentes opciones del LabVIEW como son la barra herramientas y la barra de

controles propiamente dicha se selecciona directamente la opción o herramienta de la paleta. (Holgín, 2004)

Figura 39. Paleta de Herramientas



Fuente: Autor

4.1.3 Paleta de Controles. Esta Herramienta del LabVIEW esta provista de los controladores e indicadores que se utilizan para generar el panel frontal ya mencionado, se puede tener acceso a la pantalla del panel frontal o se puede dar un clic derecho en cualquier parte de la pantalla que contenga un espacio en blanco y aparecerá la paleta de control teniendo en cuenta que estos actúan como entradas y los indicadores como salidas de instrumentos respectivamente.

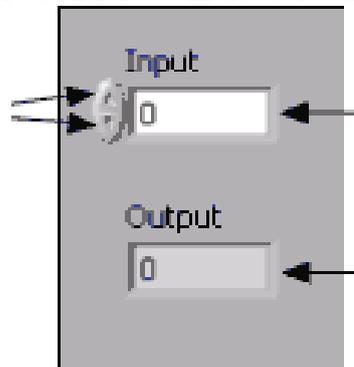
Figura 40. Paleta de Controles



Fuente: Autor

4.1.3.1 Controles e Indicadores Numéricos. En este tipo de controladores que está provisto el LabVIEW se puede representar varios tipos de números como un entero o real siendo estos dos objetos de control e indicador numérico.

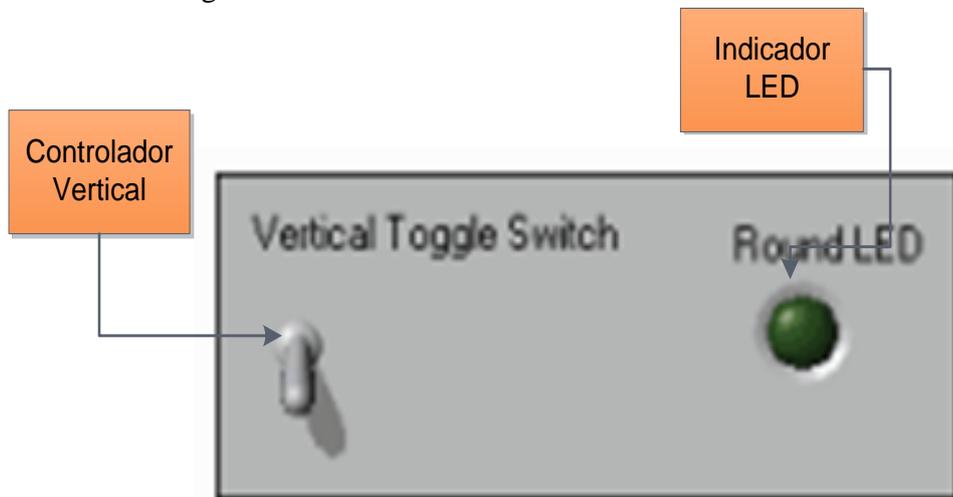
Figura 41. Controles e indicadores numéricos



Fuente: Autor

4.1.3.2 Controles e Indicadores Booleano. En este tipo de controladores que está provisto el LabVIEW se puede representar datos que tienen dos estados verdadero o falso o en su defecto un encendido o apagado es decir la aplicación más específica en la que pueden ser utilizados es en simuladores de interruptores, botones y LEDs.

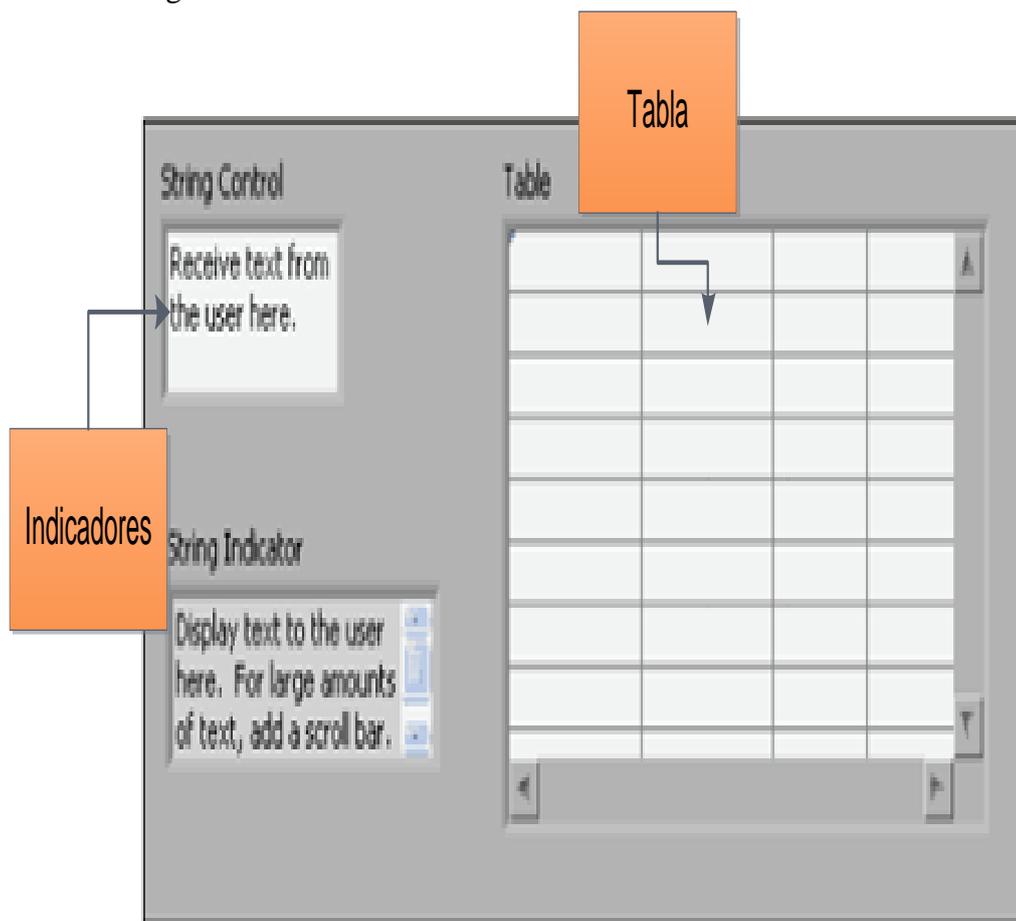
Figura 42. Controladores e Indicadores Booleano



Fuente: Autor

4.1.3.3 Controles e Indicadores de Cadena de Caracteres. En este tipo de controladores que está provisto el LabVIEW se puede representar un tipo de datos de forma de cadena de caracteres técnicamente ASCII proveyendo al usuario un texto. Así los más comunes son tablas y cuadros de texto.

Figura 43. Controles e Indicadores de Cadena de Caracteres



Fuente: Autor

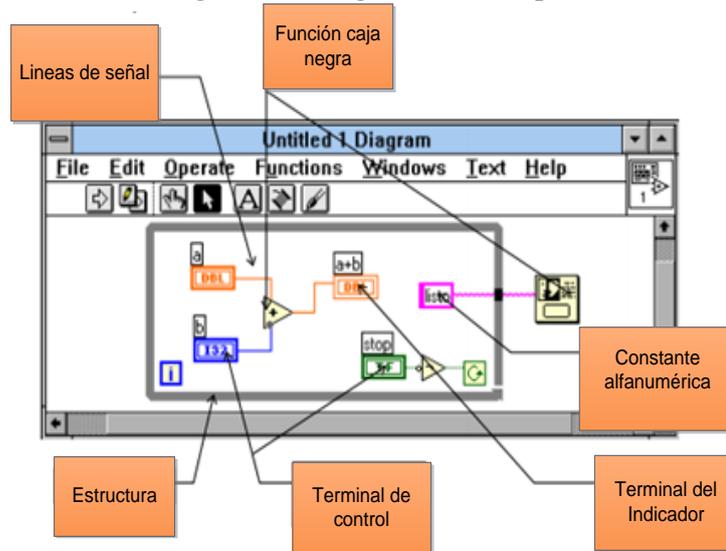
Diagrama de Bloques. En este tipo de diagramas se encuentran adicionados terminales, funciones, constantes, estructuras y cables los cuales sirven con vínculo para transferir datos.

El diagrama está provisto de:

- Las constantes.
- Funciones.
- Cajas negras.
- Estructuras de programación.
- Cables.

Estos son los encargados de transferir datos teniendo una gran variación de acuerdo al tipo de dato que transportan.

Figura 44. Diagrama de Bloques



Fuente: Autor

4.1.4 Paleta de Funciones. En este tipo de controladores que está provisto el LabVIEW se puede crear diagramas de bloque usando terminales que se generaron en el panel de control por los ya mencionados controladores e indicadores, funciones y estructuras del programador (conjunto de nodos) cada icono de esta herramienta tiene un subpaleta.

Las estructuras de programador se pueden conectar entre si dando lugar a un diagrama de igual contextura que el diagrama de flujo.

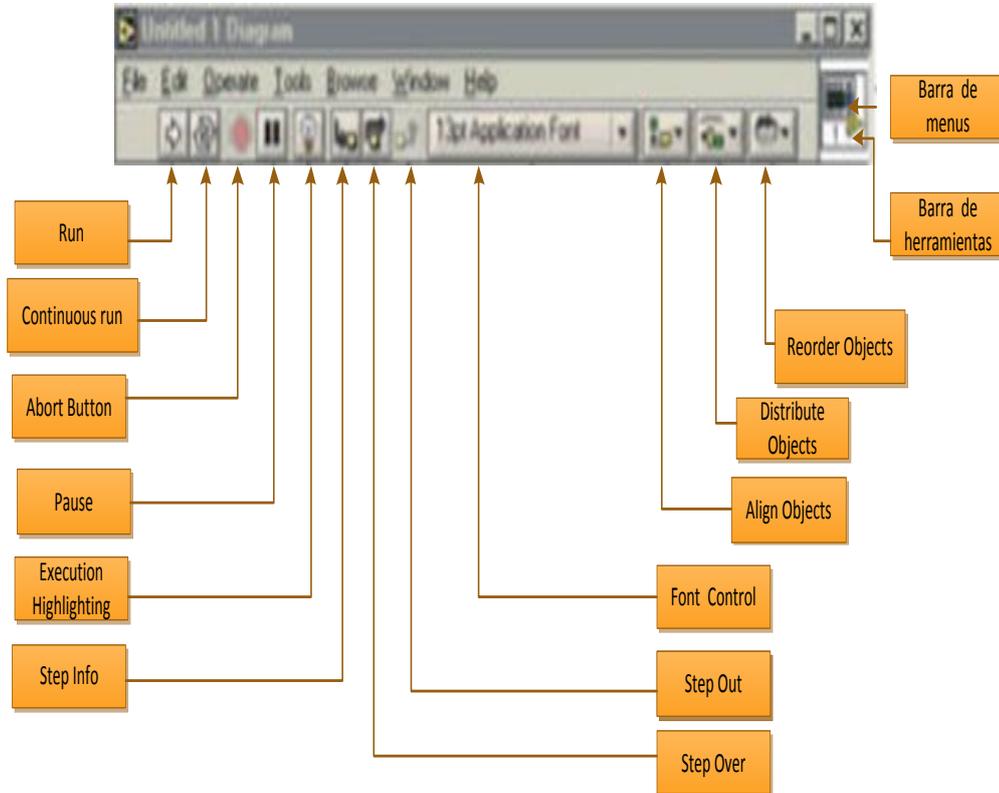
Figura 45. Paleta de Funciones



Fuente: Autor

4.1.5 Barra de herramientas y menús. El Programa LabVIEW está provisto de elementos básicos como se muestra.

Figura 46. Barra de herramientas y menús



Fuente: Autor

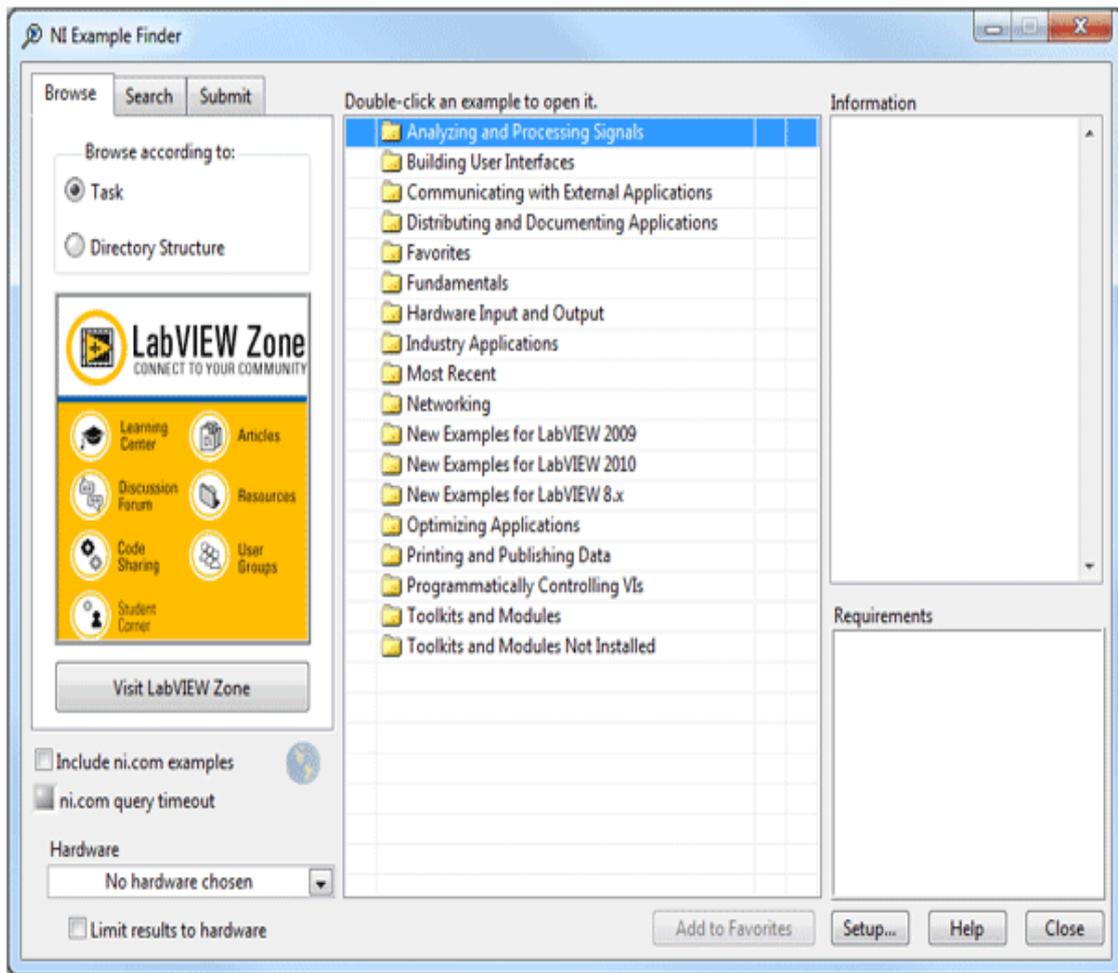
Elementos barra de herramientas y menús:

- File: Permite guardar y abrir archivos.
- Edit: Operaciones que nos permite editar copiar mover y por ultimo pegar.
- Operate: Nos permite la ejecución del proyecto.
- Tools: Permite observar y adentrarnos en una gama de soluciones.
- Browse: Nos habilita puntos de ruptura.
- Window: Nos permite ver una variada forma de vista en lo que corresponde a diagramas, listas y opciones en modelos de paletas.

- Help: Nos permite abordar una librería provista de guías o tutoriales.
- Run: Nos permite ejecutar el proyecto.
- Continuous run: Permite la ejecución del programa.
- Abort Button: Parada en la ejecución del proyecto en cualquier momento.
- Pause: Nos permite parar de forma momentánea.
- Execution Highlighting: Nos permite ver una complicación o errores en el proyecto.
- Step Info: Nos permite realizar una observación también de una forma más detallada de la depuración de errores en los nodos.
- Step Over: Nos permite realizar la ejecución de un solo nodo.
- Step Out: Nos permite salir de la ejecución del proyecto.
- Font Control: Nos permite controlar de forma adecuada las fuentes.
- Align Objects: Nos permite tener una forma de alineación en lo que corresponde al panel frontal y diagrama de bloques para una mejor visualización.
- Distribute Objects: Nos permite ubicar diagramas y bloque de una mejor manera para su visualización.
- Reorder Objects: Nos permite la opción de reordenar las fuentes y gráficos luego de haber sido ejecutado el proyecto.

4.1.6 *Opciones de ayuda NI Example Finder.* Esta opción de ayuda es muy utilizada en general por usuarios nuevos en LabVIEW esta herramienta esta provista de una serie de tutoriales por así decirlo de tareas de prueba, medidas de control y diseño mostrando de una forma más detallada y simple como utilizar cualquier de las funciones específicas siendo estos ejemplos susceptibles a ser manipulados para un mejor entendimiento.

Figura 47. NI Example Finder



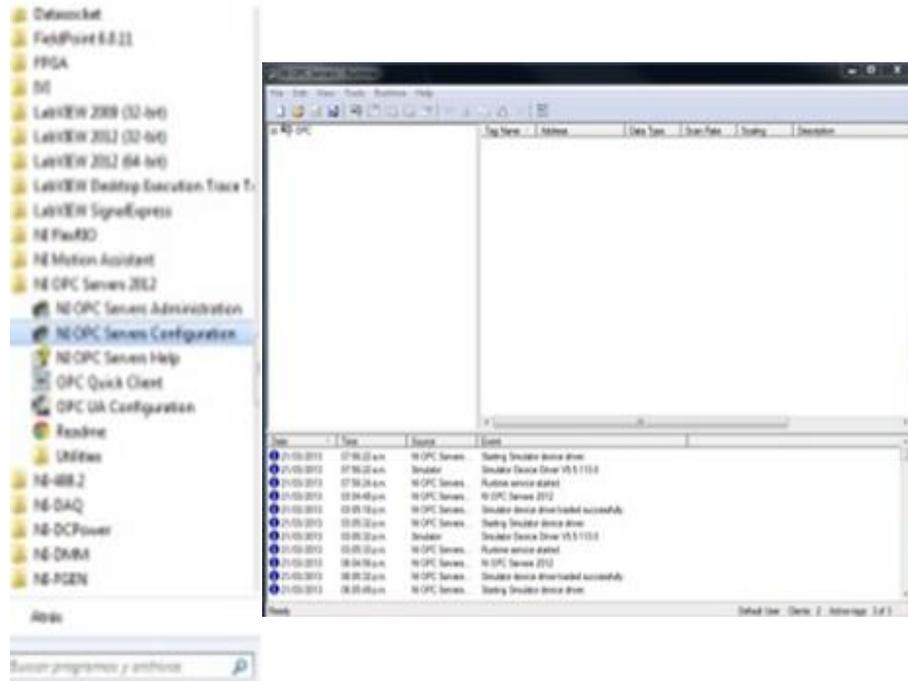
Fuente: Autor

4.2 Configuración del NI OPC SERVER

Se trata de la configuración con respecto a la comunicación de LabVIEW con la que se puede integrar muchos componentes tales como PLCs, sensores, micro controladores dando la creación del ya mencionado HMI. Utilizando la librería NI OPC SERVER para que exista la respectiva comunicación con el PLC S7-1200 que ya se ha programado previamente (Alberto, 2015).

- Iniciando el programa en configuración de National Instruments OPC.
- Damos clic en abrir un nuevo proyecto New Project ubicado en la parte superior.

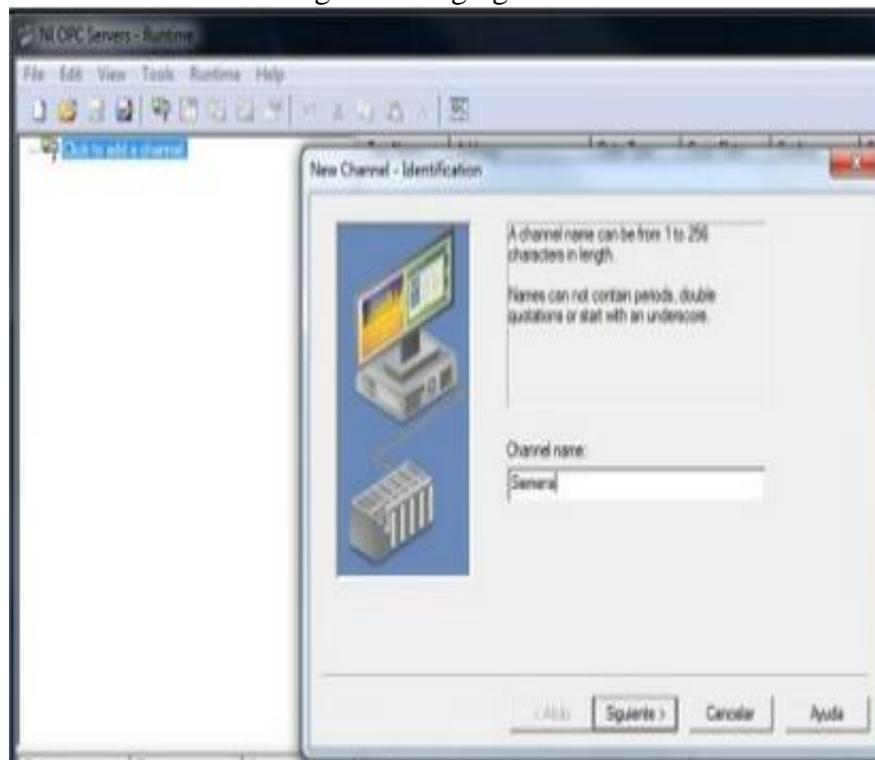
Figura 48. Configuración del NI OPC SERVER



Fuente: Autor

- Damos clic en add channel (agregar canal) en la parte superior izquierda y aparecerá otro canal el cual adoptara el nombre se siemens.

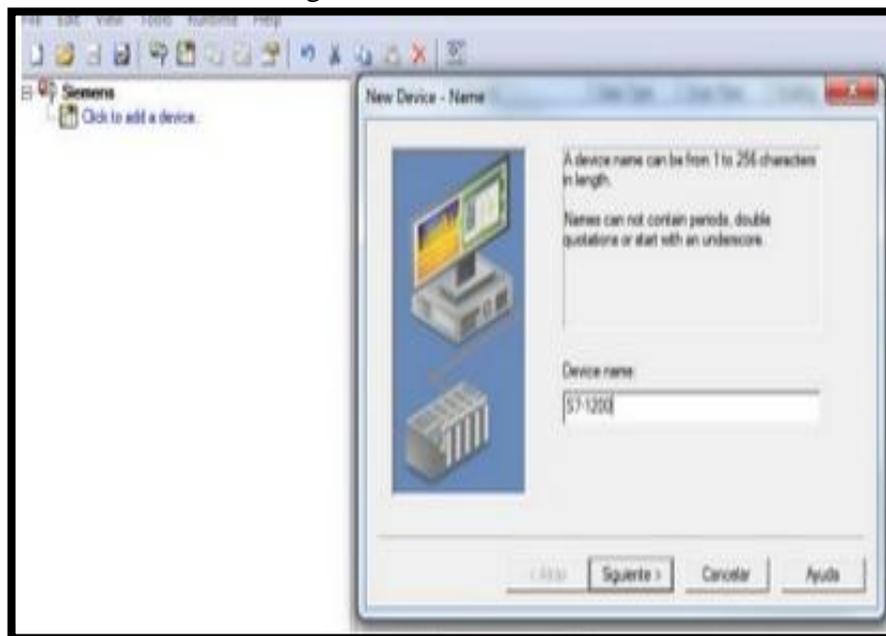
Figura 49. Agregar canal



Fuente: Autor

- De la lista que se agregó coger nuestro PLC Siemens S7-1200.

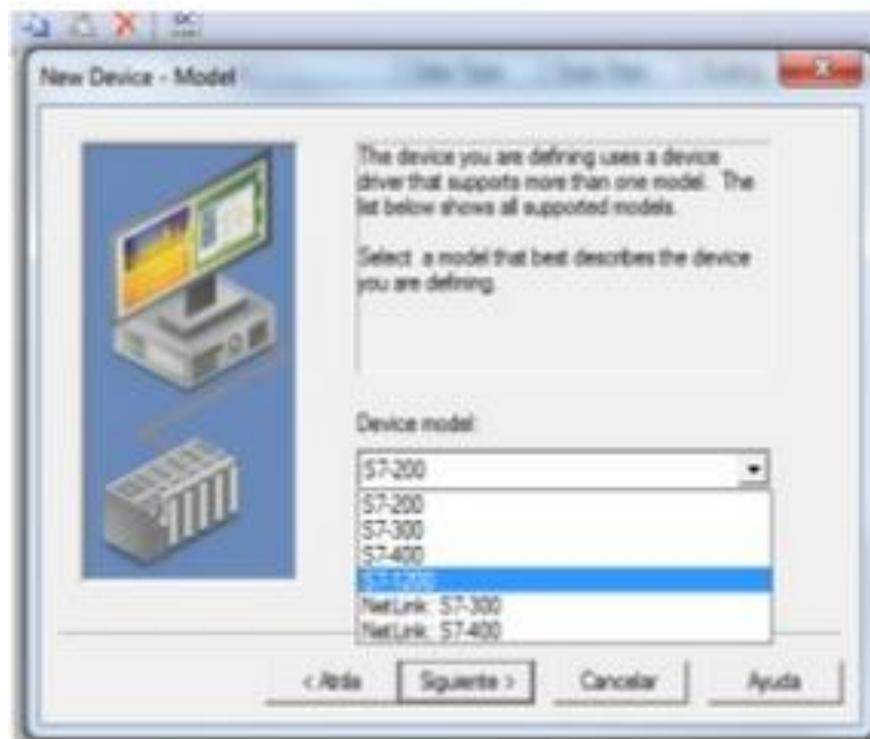
Figura 50. Nombre del PLC



Fuente: Autor

- Selección del PLC.

Figura 51. Nombre del PLC



Fuente: Autor

- Asignación de la dirección IP.

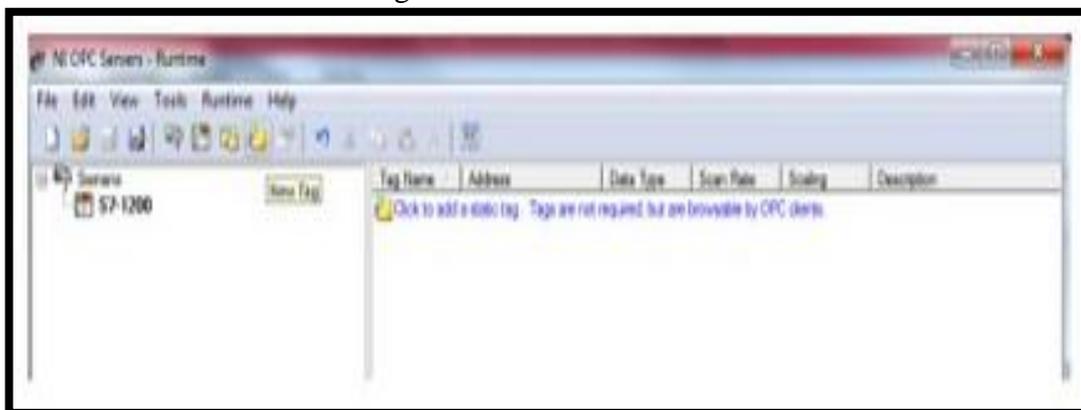
Figura 52. Dirección IP



Fuente: Autor

- Damos clic en siguiente hasta tener otra pantalla.

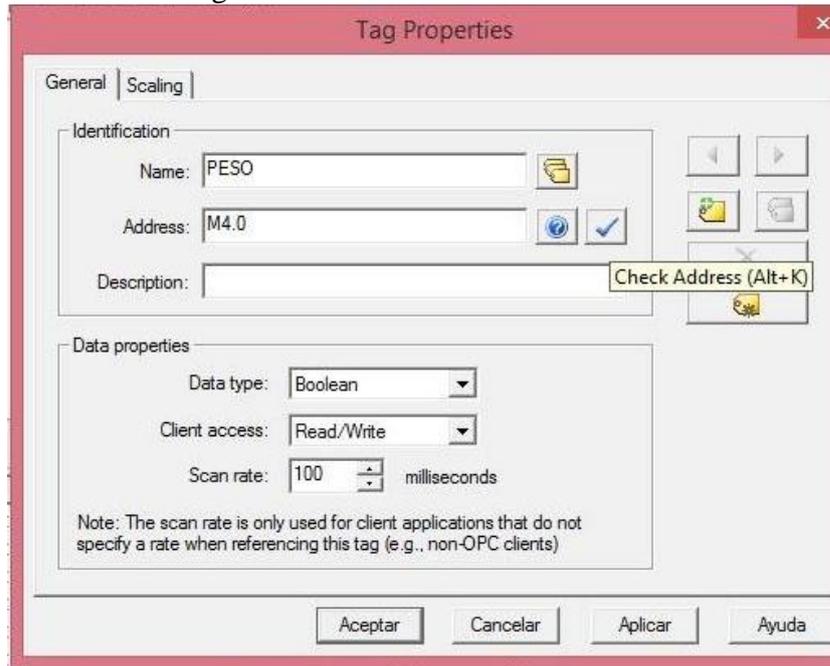
Figura 53. Tabla de variables



Fuente: Autor

- Damos clic en New Tag.
- Donde damos un nombre.
- En Address insertamos nuestras entradas y salidas codificadas teniendo en cuenta que (I) son las entradas (Q) las salidas y (M) las memorias o marcas.
- También se puede ingresar el tipo de dato en este caso booleano. (Boolean)

Figura 54. Creación de variables E/S



Fuente: Autor

- Se debe realizar el proceso repetidamente hasta que se ingrese todas las variables de nuestro ascensor.

Figura 55. Variables creadas

Tag Name	Address	Data Type	Scan Rate	Scaling	Description
EMERGE...	M191.6	Boolean	100	None	
FCP1	Q0.0	Boolean	100	None	
FCP2	Q0.1	Boolean	100	None	
FCP3	Q0.2	Boolean	100	None	
FCP4	Q0.3	Boolean	100	None	
FCP5	Q0.4	Boolean	100	None	
PISO 1	M4.1	Boolean	100	None	
PISO 2	M4.2	Boolean	100	None	
PISO 3	M4.3	Boolean	100	None	
PISO 4	M4.4	Boolean	100	None	
PISO 5	M4.5	Boolean	100	None	
PUERTA ...	M4.7	Boolean	100	None	

Fuente: Autor

- Se debe verificar que las variables (figura 55.) que se tiene en el PLC son las mismas que se pueden apreciar en la figura 56.

Figura 56. Variables PLC

Variables PLC					
	Nombre	Tipo de datos	Dirección	Remanencia	Visil HMI
🔍	Llamado piso 1	Bool	%I0.0	False	True
🔍	llamada subida piso 2	Bool	%I0.1	False	True
🔍	llamada subida piso 3	Bool	%I0.2	False	True
🔍	llamada subida piso 4	Bool	%I0.3	False	True
🔍	llamada piso 5	Bool	%I0.4	False	True
🔍	llamada bajada piso 2	Bool	%I0.5	False	True
🔍	llamada bajada piso 3	Bool	%I0.6	False	True
🔍	llamada bajada piso 4	Bool	%I0.7	False	True
🔍	sensor p1	Bool	%I1.0	False	True
🔍	sensor p2	Bool	%I1.1	False	True
🔍	sensor p3	Bool	%I1.2	False	True
🔍	sensor p4	Bool	%I1.3	False	True
🔍	sensor p5	Bool	%I1.4	False	True
🔍	Emergencia	Bool	%I8.1	False	True
🔍	Destino piso 1	Bool	%I8.2	False	True
🔍	Destino piso 2	Bool	%I8.3	False	True
🔍	Destino piso 3	Bool	%I8.4	False	True

Fuente. Autor

- Se debe estar seguro al activar el LabVIEW con el PLC es decir se debe estar seguro de que el programa sea el correcto.

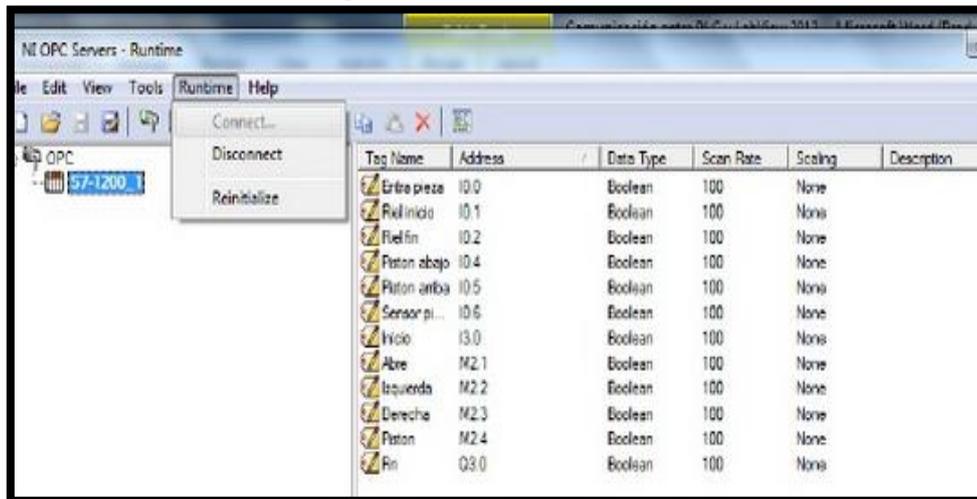
Figura 57. Programación del PLC

The screenshot displays the 'ELEVADOR [OB1]' project in SIMATIC Manager. It shows the variable declaration for three floor call segments. Each segment (PISO 1, PISO 2, PISO 3) is defined with a set of variables: 'Piso' (Bool, %I0.x) and 'Sensor p' (Bool, %I1.x). The ladder logic diagrams for each segment show a normally open contact for the 'Piso' variable and a normally closed contact for the 'Sensor p' variable.

Fuente. Autor

- Luego procedemos a dar clic en conectar con el PLC.

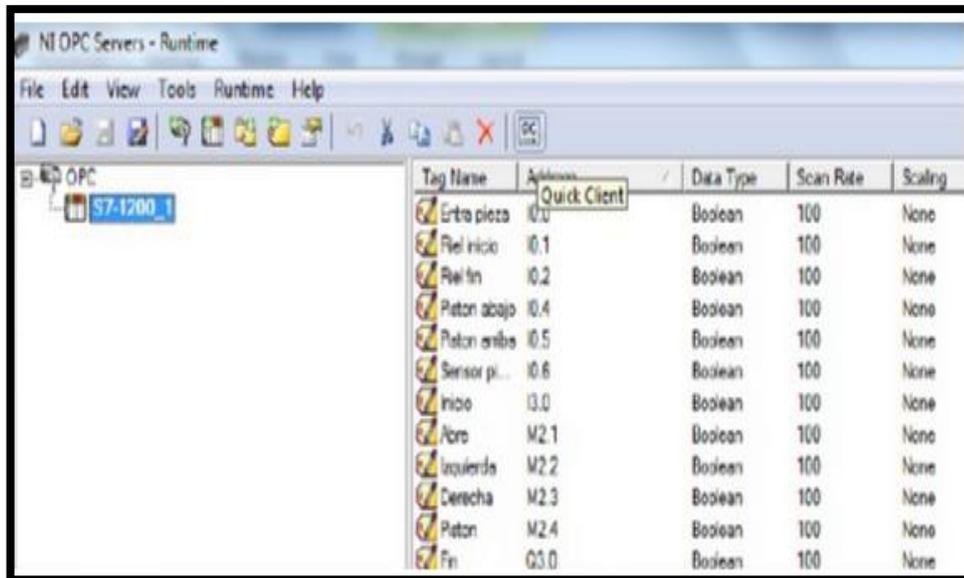
Figura 58. Conexión del PLC



Fuente. Autor

- Clic en el botón (Quick Client) que se encuentra en la parte superior izquierda de la pantalla y se selecciona el PLC que se está trabajando.

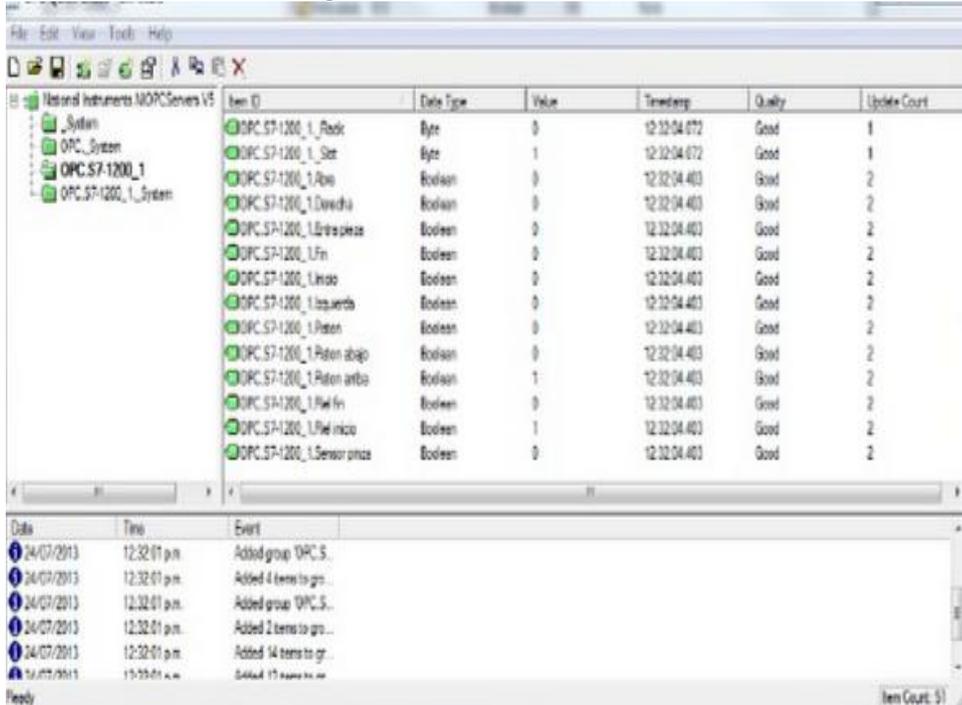
Figura 59. Selección de Quick Client



Fuente. Autor

- Para finalizar de debe revisar que nuestro proyecto este de una forma parecida a esta figura 60. ya que con eso se garantiza el comportamiento de las entradas y se da paso para continuar de otra forma debemos verificar.

Figura 60. Conexión adecuada



Fuente: Autor

4.3 Creación del proyecto Ascensor

Se procede a crear el proyecto para el monitoreo de nuestro prototipo de ascensor de 5 pisos.

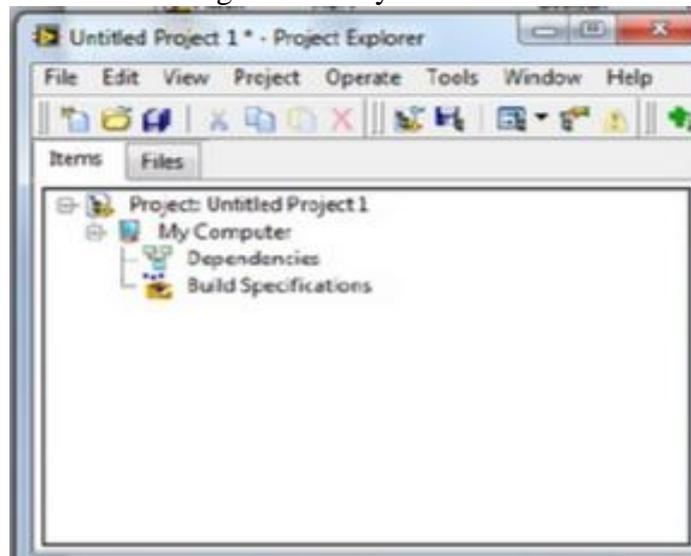
Figura 61. Creación del proyecto ascensor



Fuente: Autor

- Procedemos a crear un proyecto vacío.

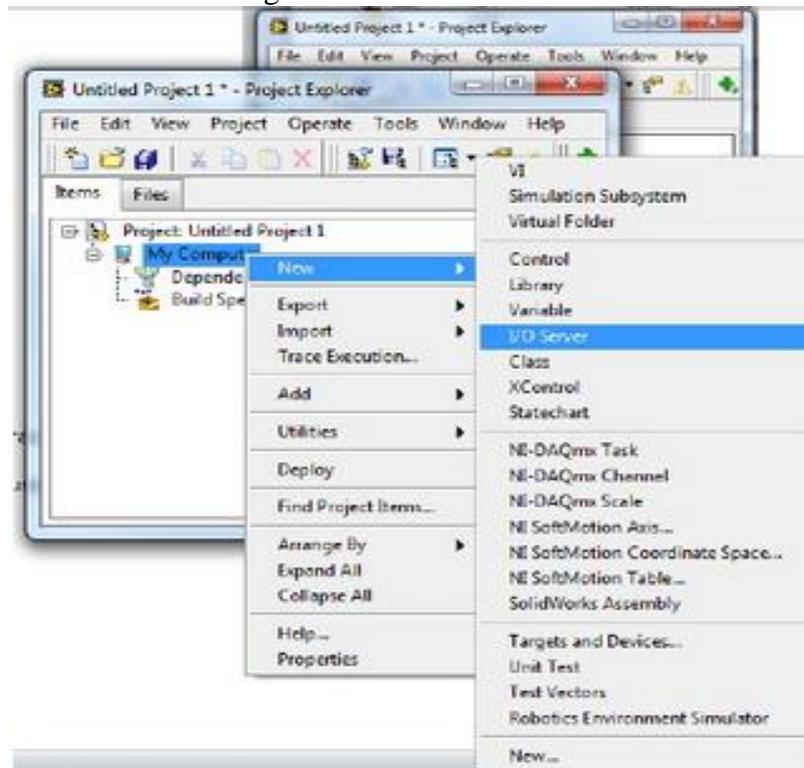
Figura 62. Proyecto vacío



Fuente: Autor

- Luego procedemos a la creación de las variables de entrada y salida.

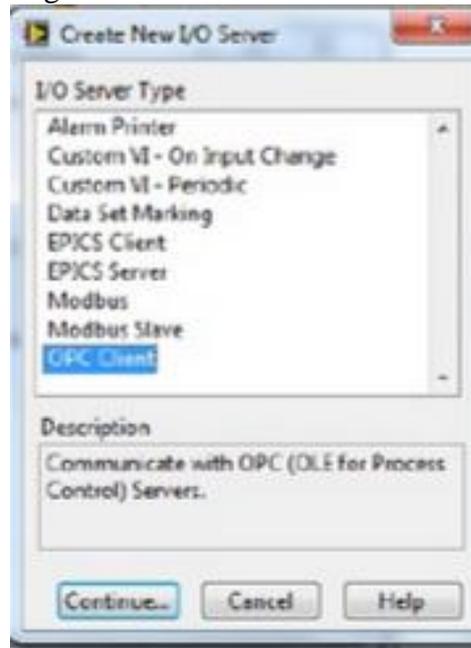
Figura 63. Creación de E/S



Fuente: Autor

- Continuamos con la creación del OPC Client

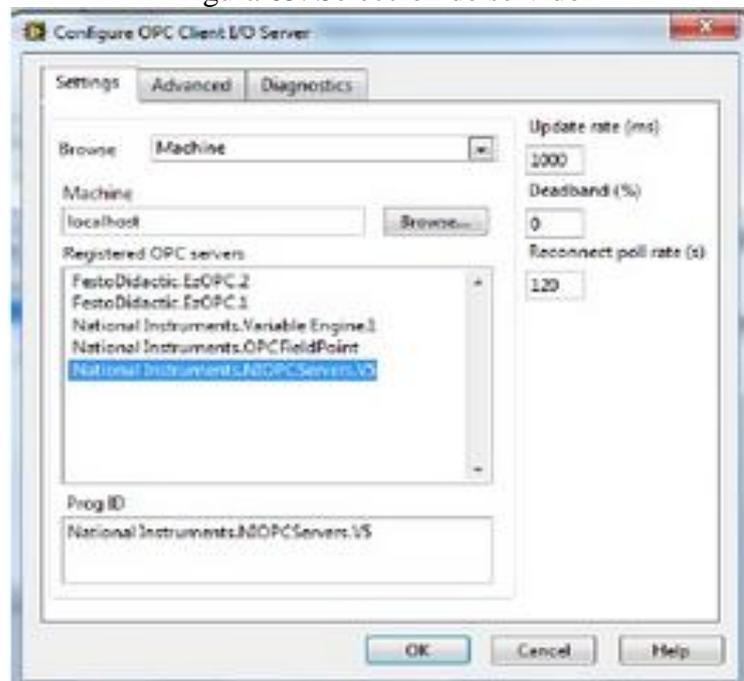
Figura 64. Creación del OPC Client



Fuente: Autor

- Vamos a seleccionar el servidor de tipo local.

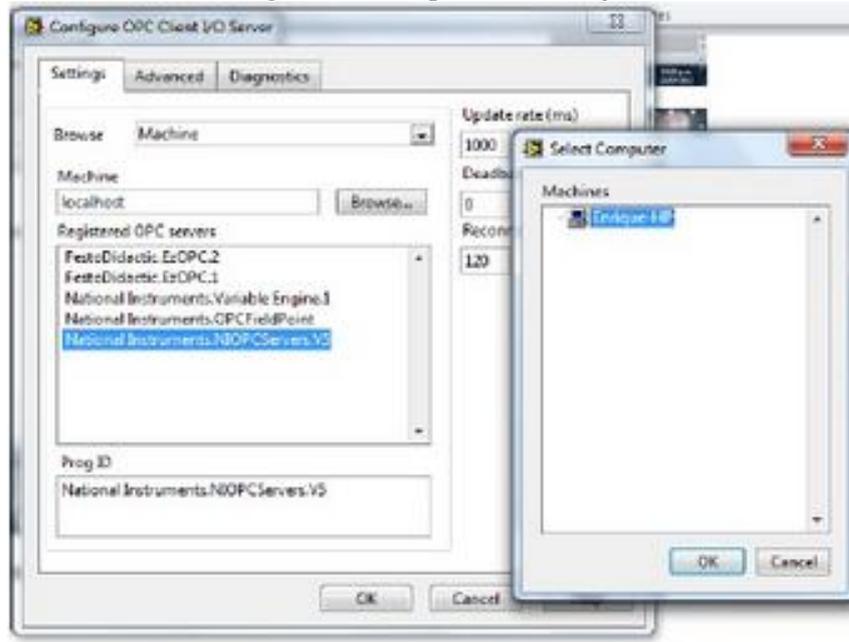
Figura 65. Selección de servidor



Fuente: Autor

- Damos clic en browse y procedemos a seleccionar la maquina con la que se va a trabajar en este caso máquina local.

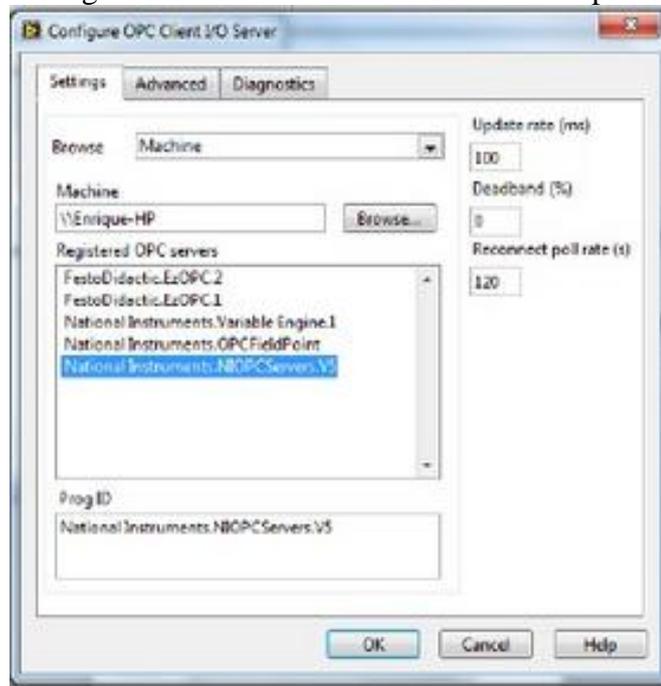
Figura 66. Máquina de trabajo



Fuente: Autor

- Seleccionamos el cambio de tiempo (Update rate) en la opción que nos compete 100.

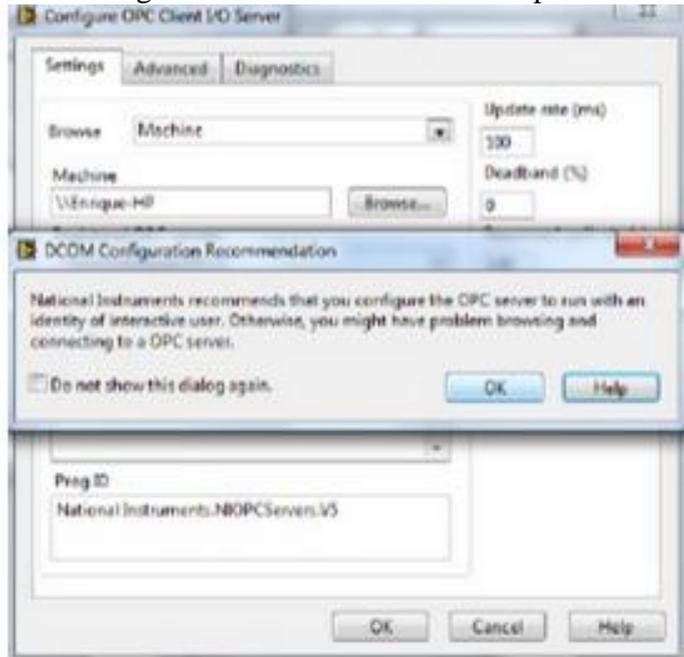
Figura 67. Selección de servidor con tiempo



Fuente: Autor

- Se precede a dar clic en aceptar como se indica en la figura.

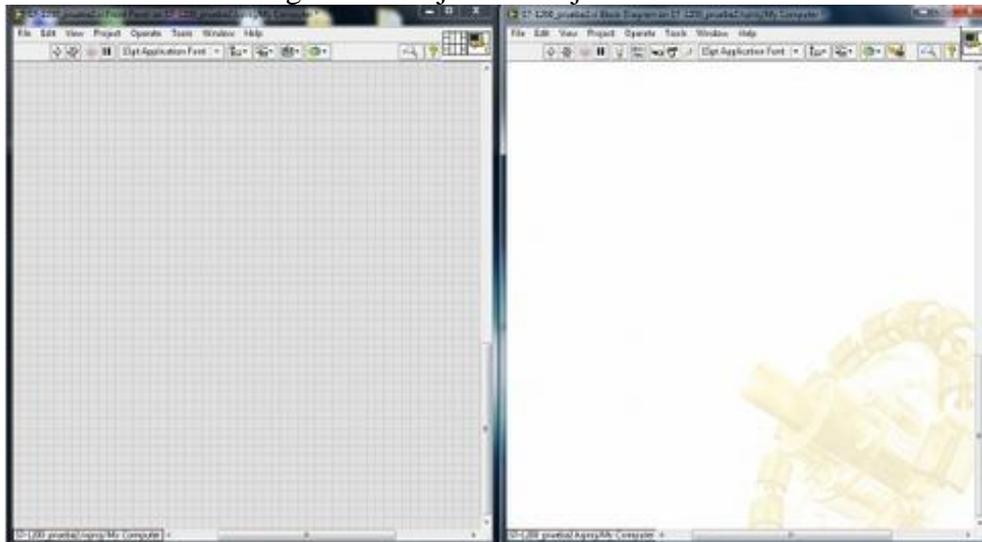
Figura 68. Selección ventana aceptar



Fuente: Autor

- Procedemos a programar nuestro proyecto en una imagen en blanco en la cual procedemos a dar un formato con programación grafica como lo ya expuesto en el marco teórico.

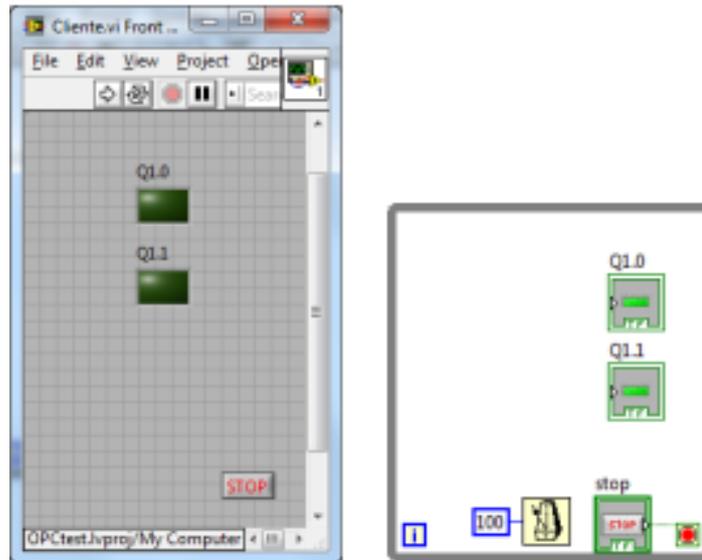
Figura 69. Hoja de trabajo en blanco



Fuente. Autor

- Procedemos a crear los controles booleanos o luces de nuestro proyecto tomando en cuenta las entradas respectivamente como son Q1.0 y todas las variables respectivamente.

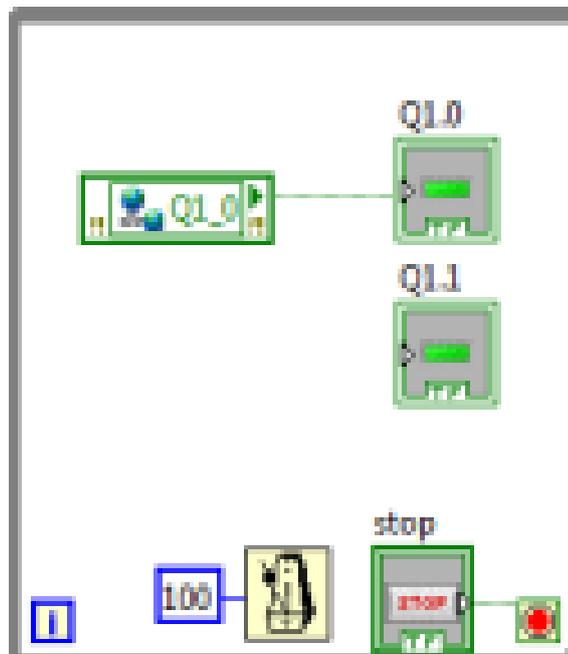
Figura 70. Leds de nivel de piso



Fuente: Autor

- Luego de haber declarado las variables procedemos a unir todas estas con las variables ya preestablecidas y cablearemos al bloque con nuestro indicador LEDs booleano que realiza la operación y además a nuestro indicador para la ejecución por alguna emergencia.

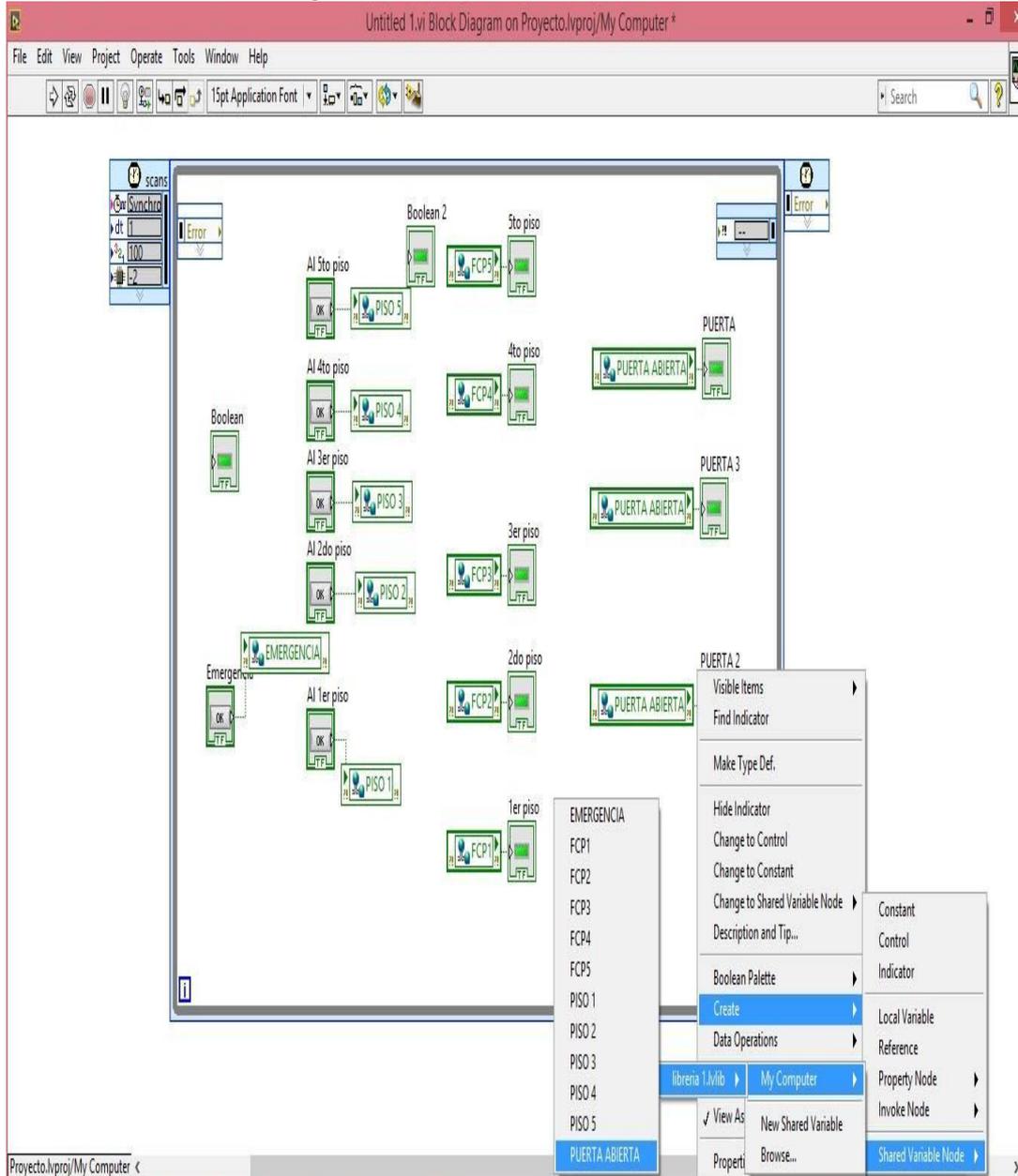
Figura 71. Enlace de señales con bloques



Fuente: Autor

- Procedemos a realizar el cableado para todas las entradas como se muestra.

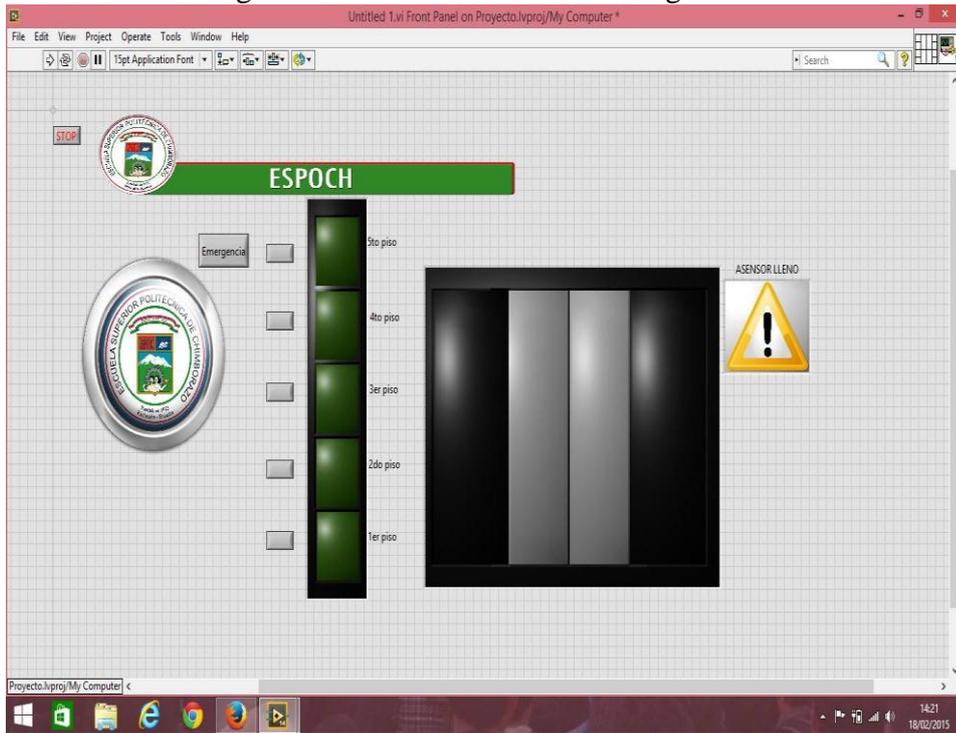
Figura 72. Enlace de todas las señales



Fuente. Autor

- Procedemos a visualizar la pantalla frontal de información en la que podemos contar con las características a controlar con nuestro programa LabVIEW como son la señalización de los diferentes niveles, exceso de peso, guarda para el enclavamiento de puertas los que permiten dar un mejor servicio a los usuarios en el ascensor y además evitara accidentes en la apertura y cierre de las puertas, también podemos contar con un botón de seguridad que nos permite anular o detener todo el ciclo del ascensor permitiéndonos dar oportunidad para prevenir o mitigar algún incidente o accidente.

Figura 73. Pantalla de información general



Fuente. Autor

CAPÍTULO V

5. MONTAJE Y PRUEBAS DEL PANEL HMI EN EL PROTOTIPO

5.1 Componentes del equipo y montaje del brazo que sostiene el panel Touch HMI

- Torno
- Amoladora
- Taladro de pedestal
- Sierra de arco
- Compresor
- Brocas
- Flexómetro
- Machuelo
- lima
- Nivel
- Escuadra
- Rayador
- Disco de corte y desbaste
- Injertadora
- Destornilladores tipo estrella
- Llaves
- Taladro manual
- Remachadora
- Destornillador
- Llaves
- Brocas

5.2 Procedimiento de construcción

En la siguiente tabla se muestra los elementos y el material del brazo instalado.

Tabla 4. Partes constructivas del brazo soporte para el panel HMI

Denominación	Elementos	Cant.	Material/Modelado
Brazo soporte para la Pantalla	Tornillos tuerca	4	Normalizado
	Placa		Normalizado
	Remaches		Normalizado
	Perfil cuadrado		Normalizado
Sistemas de Control	PLC	1	S7-1200
	Botonera	5	Normalizado
	Display	5	Normalizado
	Sensor magnético	5	Normalizado
	Cable	1	Normalizado
	Pulsadores normalmente cerrados	2	Normalizado
	Pulsadores normalmente abiertos	16	Normalizado
	Celda Carga	1	Normalizado
	Sensor Óptico	1	Normalizado
	Display de 7 segmentos	5	Normalizado
	Decodificadores de Display 7 segmentos	5	Normalizado
	Relé Bobina de 24 CD	1	Normalizado
	Puente	1	Normalizado
	Resistencia de 10K Ohm	5	Normalizado
	Fusible	1	Normalizado
	Caja de tablero	1	Normalizado
	Porta fusible	1	Normalizado
	Breaker	1	Normalizado
	Enchufe	1	Normalizado
	Fuente de alimentación de 24v 9v CD	1	Normalizado
	Panel HMI	1	KTP 400
Router	1	Normalizado	
Gabinete Modular	1	Normalizado	
Riel DIN	1	Normalizado	

5.3 Montaje e instalación

5.3.1 *Montaje del brazo soporte para el Panel HMI.* En la tabla 5 se detallan los tiempos que tomo el montaje e instalación del panel de control HMI.

Tabla 5. Tiempo de montaje del brazo soporte para el panel HMI

Denominación	Elementos	Nº	Actividades	Tiempo [h]
SOPORTE PARA LA PANTALLA	Brazo	1	Toma de medidas	0,5
		2	Corte	1
		3	Esmerilado	0,5
		4	Trazado	0,5
		5	Taladrado	1
	Caja	6	Atornillado	1
		7	Rayado	1
		8	Perforado	1
		9	Escuadrado	0,5
		10	Esmerilado	0,1
		11	Pulido	0,1
		12	Pintado	0,1
		13	Montaje	0,1
		14	Remachado	0,5
SISTEMA DE CONTROL	Rieles DIN	15	Montaje	0,1
		16	atornillado	0,1
	Celda de carga	17	Montaje	0,1
		18	Atornillado	0,1
	Router	19	Montaje	0,1
		20	Atornillado	0,1
	Sensor óptico	21	Montaje	0,1
		22	Atornillado	0,1
	Display de 7 segmentos	23	Montaje	0,1
		24	Atornillado	0,05
	Touch KTP 400	25	montaje	0,1
		26	atornillado	0,05
	Relé bobina	27	Montaje	0,05
		28	Atornillado	0,1

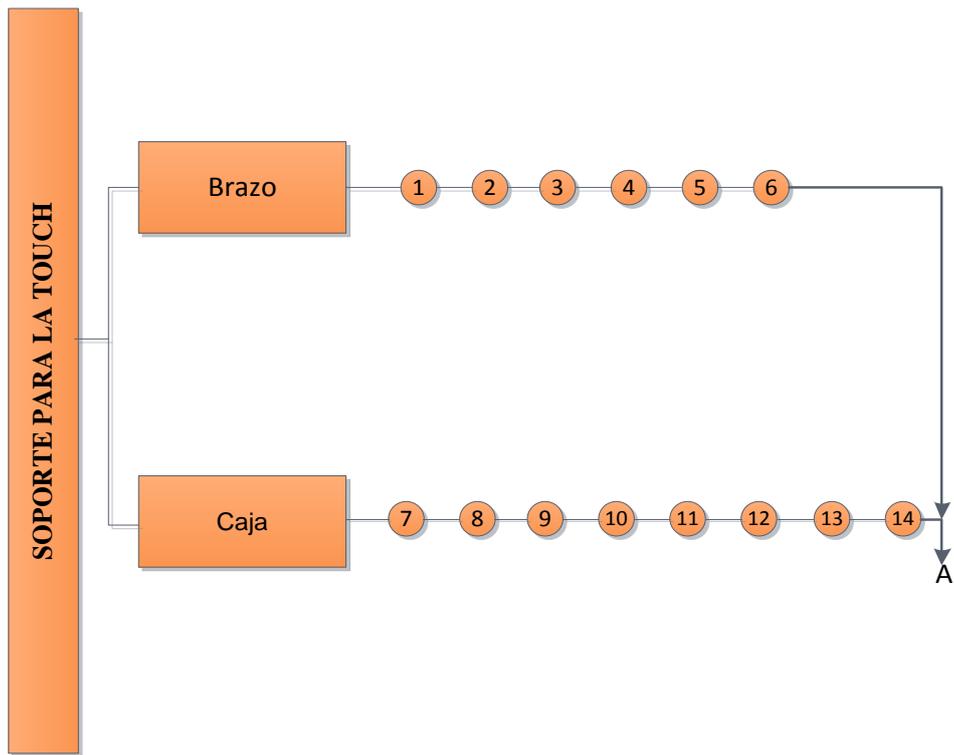
Resistencia	29	Montaje	0,1
PLC S7-1200	30	Montaje	0,05
	31	Atornillado	0,1
Fuente de alimentación	32	montaje	0,05
Caja de circuitos	33	Trazado	0,25
	34	Corte	0,5
	35	Doblado	0,25
	36	Soldado	0,15
	37	Taladrado sujeción	0,15
	38	Montaje en la caja	0,1
Cables	39	Trazado	0,25
Tiempo Total[h]			15,1

Fuente: Autor

5.3.1.1 *Flujograma de construcción del brazo soporte para el Panel HMI.* A continuación se muestra los distintos flujogramas.

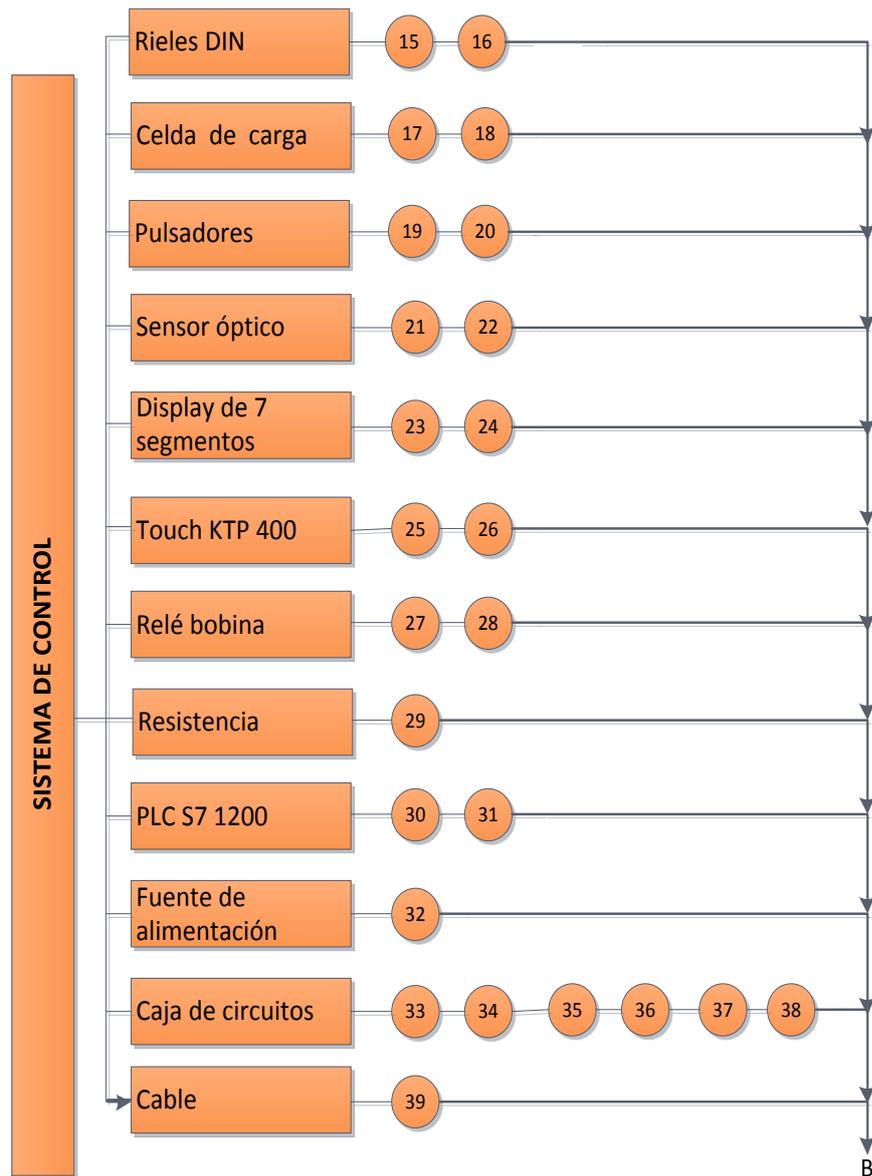
En estos flujogramas se puede obtener una información más clara con respecto a los tiempos de operación en secuencias inmersas en las distintas operaciones tanto del brazo soporte de la pantalla HMI KTP 400 monocromático así como su caja que lo sostiene o se empotra respectivamente.

Figura 74. Flujograma de construcción del brazo soporte para el Touch Panel HMI



Fuente: Autor

Figura 75. Flujograma Sistema de control



Fuente: Autor

5.3.2 Montaje del Brazo en el ascensor. Los tiempos utilizados durante el montaje del brazo soporte para el Touch Panel HMI.

Tabla 6. Montaje del brazo soporte para el Touch Panel HMI

Montaje del brazo soporte para el panel HMI		
Operación	Símbolo	Tiempo[h]
Traslado de elementos al sitio de	M1	1
Montaje estructura	M2	1
Montaje caja	M3	1,1
SUBTOTAL		3,1

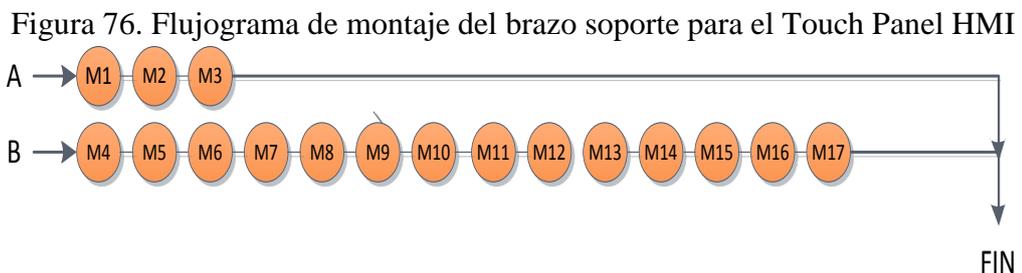
Fuente: Autor

Tabla 7. Montaje del sistema de control

Montaje del sistema de control		
Operación	Símbolo	Tiempo [h]
Traslado de elementos al sitio de trabajo	M4	1
Montaje de Rieles DIN	M5	0,1
Montaje de celda de carga	M6	0,1
Montaje de pulsadores	M7	0,1
Montaje de sensor óptico	M8	0,1
Montaje de touch panel KTP 400	M9	0,05
Montaje de decodificador de display	M10	0,05
Montaje del relé de bobina	M11	0,05
Montaje de la resistencia	M12	0,1
Montaje del PLC S7-1200	M13	0,05
Montaje de la fuente de alimentación	M14	0,05
Montaje de la caja de circuitos	M15	0,1
Montaje la tapa de circuitos	M16	0,1
Montaje cables	M17	3
SUBTOTAL		4,95

Fuente: Autor

5.3.2.1 *Flujograma de montaje del brazo soporte para el Touch Panel HMI.*



Fuente: Autor

En el flujograma que se muestra anteriormente en la Figura 76. se puede apreciar un tiempo de 8.05 horas para la ejecución de las diversas actividades para el montaje del sistema de control y el brazo soporte del Touch Panel HMI en el ascensor así como su

secuencia de instalación que fue de 15.1 horas, teniendo en cuenta la preparación en el software LabVIEW y la programación de la pantalla Touch KTP 400 que fue de 224 horas al adicionar todas estas cantidades nos da un total de 247.15 horas, las mismas que traducidas a días laborables de 8 horas tenemos como resultado final 30.89 días.

5.4 Mantenimiento del PLC S7-1200 y el Touch Panel SIMATIC KTP 400

5.4.1 *Mantenimiento para el PLC S7 -1200.* El tipo de mantenimiento que se aplica es preventivo dando una frecuencia que puede ser semanal o hasta anual aunque una de las características de estos es la fiabilidad como ya hemos mencionado anteriormente lo que se debe hacer es revisar sus conexiones de bornera limpiándolo de polvo. (SIEMENS, 2015)

5.4.2 *Mantenimiento para la pantalla touch panel KTP 400.* El diseño propiamente dicho de este aparato es bastante simple y confiable pero por seguridad se recomienda siempre limpiar la pantalla táctil y el teclado. (SIEMENES, 2014)

Tabla 8. Instrucciones de mantenimiento

Prototipo de ascensor controlado por un PLC s7-1200 - TOUCH y LABVIEW		
Tareas	Frecuencia[h]	Tiempo estimado[min]
Revisar elementos mecánicos.	250	30
Revisar entradas y salidas del PLC.	250	25
Ubicar bien las condiciones ambientales.	250	30
Revisar la fuente de alimentación.	250	25
Limpiar la pantalla táctil KTP 400	250	25
Limpiar la lámina del teclado KTP 400	250	25

Fuente: Autor

5.5 Manual de operación y control del prototipo de ascensor

Antes de comenzar cualquier acción de puesta en marcha del PLC, LabVIEW y el HMI o pantalla es indispensable seguir un protocolo de operaciones para un mejor funcionamiento.

- Verificar que la cabina esté libre de deslizarse sin ninguna traba u obstáculo.
- Realizar una inspección visual de todas las partes del ascensor.
- Tener precaución que la fuente de alimentación sea de 24 VCD.
- Verificar que la toma a tierra está perfectamente conectada.
- Verificar que el modulo del PLC S7-1200 este en modo Stop.
- Verificar la tensión de entradas y salidas en el PLC del ascensor.
- Verificar que los sensores envíen señales.
- Verificar que no exista contacto a masa entre las diferentes borneras.
- Verificar que exista el amperaje necesario.
- Si lo anterior se cumplió a cabalidad se puede dar paso a lo siguiente de otra forma proceder a corregir.
- Poner El PLC S7-1200, el Touch Panel KTP 400 y el LabVIEW en funcionamiento.
- Borrar la memoria una única vez.
- Colocar el PLC en modo Run, la pantalla táctil en START.
- Cargar el programa básico al PLC S7-1200 que nos permite encender los servomotores de subida y bajada así como apertura y cierre de puertas.

- La operación del ascensor dependerá de la programación de cada usuario.
- Pulsar uno por uno los botones de llamado del ascensor tanto físicamente como virtual en la pantalla táctil.
- Para el apagado del sistema procedemos a verificar que el proceso que se está llevando a cabo en el prototipo se ejecute en su totalidad.
- Posteriormente de esto se presiona el botón configurado de parar Rutime en el panel.
- Luego de realizada la demostración poner el PLCS7-1200 y la pantalla táctil en modo stop y proceder a desenergizar o apagar.

5.6 Protocolo de pruebas

El protocolo de pruebas consiste en un escrito o documento que cuenta o describe los pasos a seguir para la realización de diversas pruebas al ascensor pudiendo determinar la fiabilidad del control y monitoreo.

Tabla 9. Ensayo 1

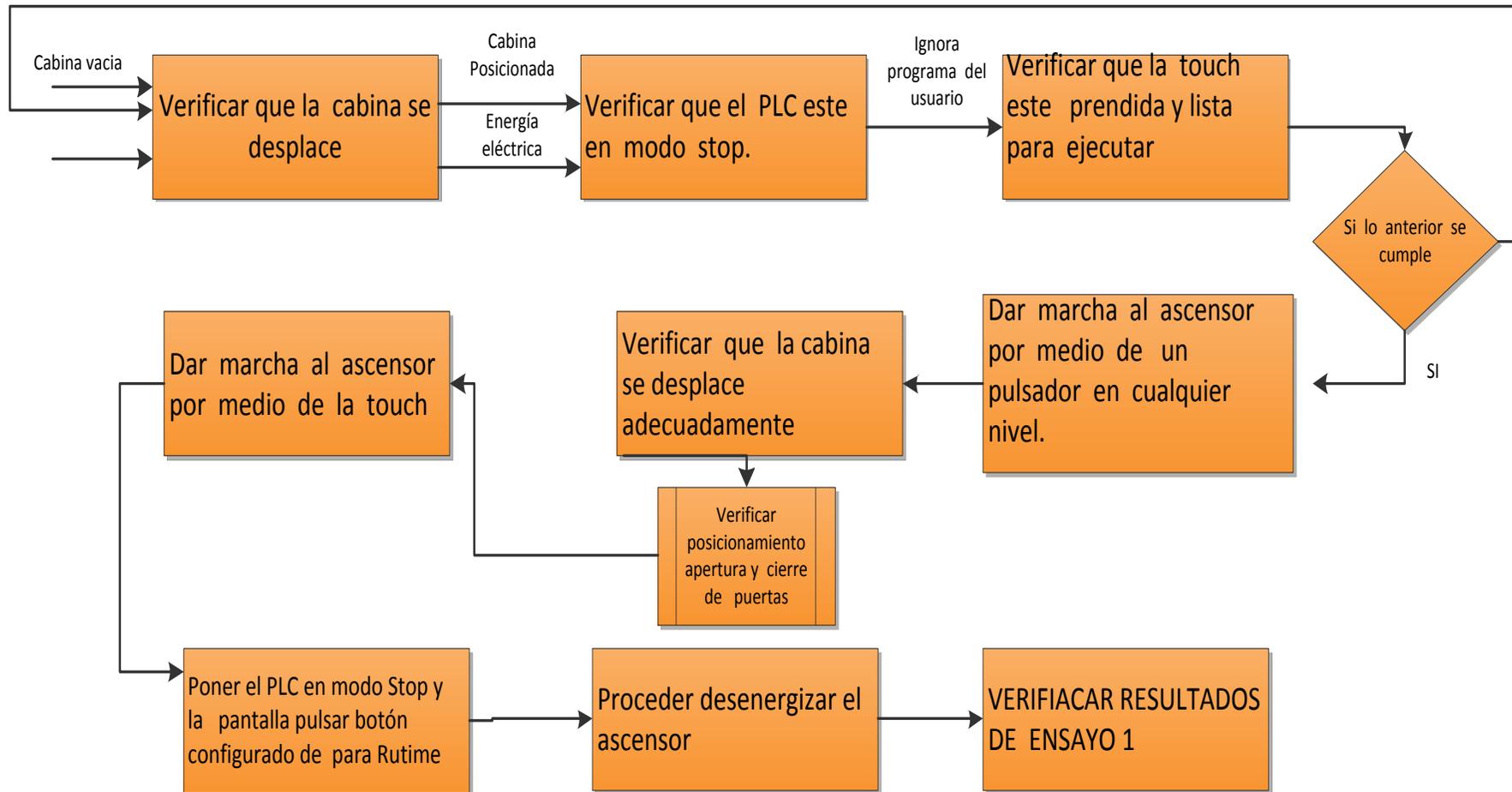
NOMBRE DEL PROCESO: ENSAYO 1
Objetivo de las pruebas Verificar en base a las especificaciones técnicas el control del ascensor
Conjunto de actividades para el protocolo de pruebas <ul style="list-style-type: none"> • Verificar que la cabina se desplace y no tenga obstáculos. • Verificar que el PLC este en modo stop. • Verificar que este monitoreando la touch panel. • Dar marcha al ascensor por medio de un pulsador en cualquier nivel. • Dar marcha al prototipo por medio de la touch y monitorear por LabVIEW. • Verificar que la cabina se desplace adecuadamente. • Verificar el perfecto posicionamiento en los respectivos niveles.

- Posteriormente de esto se presiona el botón configurado de parar Rutime en el panel.
- Poner el PLC en modo stop.
- Proceder a des energizar el ascensor.

Entradas	Salidas
Cabina carga máxima 3Kg	Cabina desplazada
Energía eléctrica 9VCD	
Energía eléctrica 24VCD	
Flexómetro	

Fuente: Autor

Figura 77. Esquema del ensayo 1



Fuente: Autor

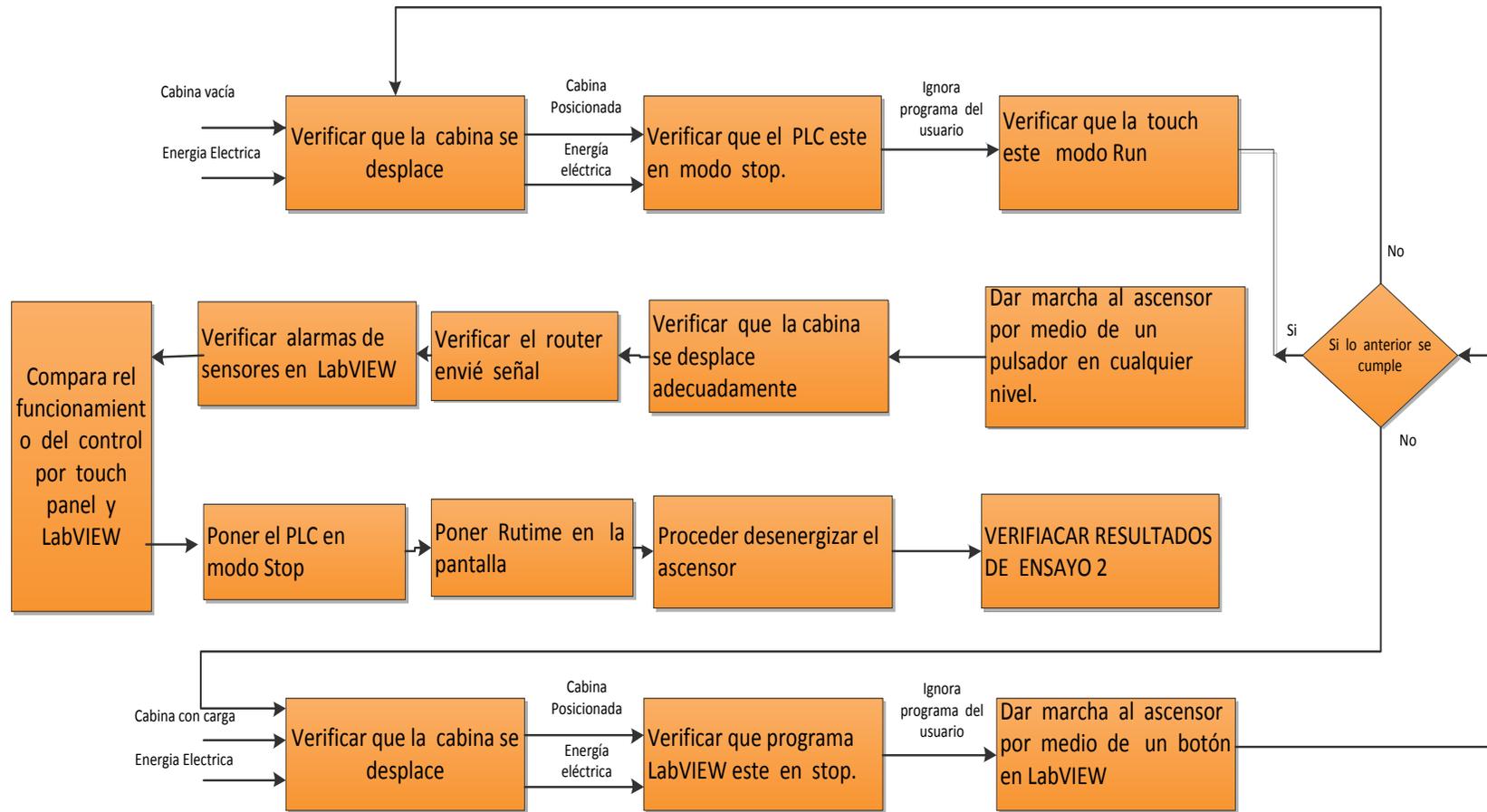
Tabla 10. Ensayo 2

NOMBRE DEL PROCESO: ENSAYO 2
<p>Objetivo de las pruebas Verificar en base a las especificaciones técnicas el control del ascensor por Touch panel y Monitoreo por LabVIEW.</p>
<p>Conjunto de actividades para el protocolo de pruebas</p> <ul style="list-style-type: none"> • Verificar que la cabina se desplace y no tenga obstáculos • Verificar que el router este encendido y enviando señal. • Verificar que el PLC este en modo stop. • Verificar que este monitoreando la Touch panel. • Verificar que este monitoreando y controlando por LabVIEW. • Damos marcha al ascensor por medio de un pulsador en cualquier nivel LabVIEW. • Verificar que la cabina se desplace adecuadamente. • Inspeccionar visualmente el movimiento de la cabina y contrapeso en paralelo. • Inspeccionar que el cable no patine en la polea. • Verificar que las alarmas del LabVIEW estén emitiendo señal. • Verificar el perfecto posicionamiento en los respectivos niveles. • Poner el LabVIEW en modo stop. • Poner el PLC en modo stop. • Proceder des energizar el ascensor. <p>Nota: El control automático por LabVIEW debe ser ejecutado con rapidez y exactitud en igualdad que el control por Touch panel</p>
<p>Entradas Cabina carga máxima 3Kg Energía eléctrica 9VCD Energía eléctrica 24VCD</p>
<p>Salidas Cabina desplazada Control por LabVIEW</p>

Fuente: Autor

En la tabla número 10 se puede observar el proceso del ensayo número dos, este proceso se realizó de acuerdo al protocolo de pruebas definida por el diseñador para que sea usador por el usuario de forma eficiente. El procedimiento es sencillo para que su operación sea lo más amigable posible.

Figura 78. Esquema del ensayo 2



Fuente: Autor

5.6.1 Tipo de ensayo y cumplimiento. En este tipo de ensayo y cumplimiento se va cuantificar de la siguiente manera, el tiempo de una maniobra completa del tipo: A tienen duraciones entre 1 a 2 min. B y O tienen duraciones menores que A.

El tiempo total de los ensayos se los realizó en tres días, 60 maniobras a 1.5 minutos/maniobra en vacío más 30 minutos a carga máxima, 2 minutos/maniobra.

Tabla 11. Distribución de ensayos de cumplimiento para verificar en base a las especificaciones técnicas el control del ascensor por Touch Panel.

Fase Preliminar	Control por Touch Panel	Cumplimiento[%]	Ensayo[%]
O	Maniobras en vacío	11,01	2,2
B	Carga media	11,02	3,3
A	Carga extrema	11,03	2,2
Primera Fase			
O	Maniobras en vacío	11,1	5,5
B	Carga media	11,1	5,5
A	Carga extrema	11,1	6,6
Segunda Fase			
O	Maniobras en vacío	11,12	29,4
B	Carga media	11,12	15,9
A	Carga extrema	11,16	29,4

Fuente: Autor

Tabla 12. Distribución de ensayos de cumplimiento para verificar en base a las especificaciones técnicas el control del ascensor

Fase Preliminar	Control por Touch Panel y monitoreo por LabVIEW.	Cumplimiento[%]	Ensayo[%]
O	Maniobras en vacío	11,1	2,2
B	Carga media	11,1	3,3
A	Carga extrema	11,1	2,2
Primera Fase			
O	Maniobras en vacío	11,1	5,5
B	Carga media	11,1	5,5
A	Carga extrema	11,1	6,6
Segunda Fase			
O	Maniobras en vacío	11,13	29,4
B	Carga media	11,13	15,9
A	Carga extrema	11,14	29,4

Fuente: Autor

CAPÍTULO VI

6. ANÁLISIS DE COSTOS

Con el análisis de costos se pretende obtener un estimado en la construcción del brazo soporte, implementación del Touch Panel KTP 400 y el LabVIEW los cuales se analizarán de forma más detallada posteriormente.

6.1 Costos directos

Son los costos donde está involucrado lo que corresponde Materia prima, herramienta y mano de obra.

Considerando para estos costos:

- Costos de la materia prima.
- Costos de elementos de control.
- Costos de procesos de construcción.

6.1.1 *Costos de materia prima.* Son los costos generados que representan los materiales para la construcción de nuestro brazo de soporte para el Touch Panel HMI.

Tabla 13. Costos de materia prima

Item	Denominación	Unidad	Cantidad	Precio	Subtotal
01	Perfil cuadrado	m	1	12,00	12,00
02	Chapa metálica	m ²	1	13,0	13,00
03	Pintura esmalte	L	3	5,1	15,3
04	Tornillos ISO 7045	U	192	0,02	3,84
Total					44,14

Fuente: Autor

6.1.2 *Costos de los elementos de control.* Son todos aquellos costos que están representados o se generan de forma directa al comprar los elementos para implementar nuestro sistema SCADA. Los costos más relevantes se observan resumidos en la tabla número 14.

Tabla 14. Costos de elementos de control

Item	Denominación	Unidad	Cantidad	Precio [USD]	Subtotal [USD]
1	Pulsadores	-	12	0,70	8,4
2	Relés de 4V	-	4	0,50	2,00
3	Relé de 24 V, 10 A	-	4	0,80	3,20
4	Bornera 2	-	17	0,40	6,80
5	Diodo 1n4007	-	8	0,13	1,04
6	Bornera 3	-	1	0,52	0,52
7	Transistores 3904	-	4	3,50	14,00
8	Resistencia 5,6 k	-	4	0,10	0,40
9	Resistencia 330	-	4	0,10	0,40
10	Resistencia 3904	-	4	0,10	0,40
11	Estaño	m	4	1,10	1,10
12	Placa 1	m ²	1	28,20	28,20
13	Placa 2	m ²	1	20,44	20,44
14	Módulo de expansión S7-1214	-	1	140,00	140,00
15	Cable	m	100	0,25	25,00
16	Caja de tablero	-	1	40,00	40,00
17	Bornera	-	30	1,12	33,60
18	Fuente de 24V	-	2	5,20	10,40
19	Fusible	-	2	3,00	6,00
20	Porta fusible	-	1	3,30	3,30
21	Breaker	-	1	4,25	4,25
22	PLC S7-1200	-	1	850,00	850,00
23	Botonera	-	4	0,50	2,00
24	Router	-	1	60,00	60,00
25	Gabinete Modular	-	1	31,62	31,62
26	Fuentes	-	2	250,00	500,00
27	Riel DIN	-	2	3,75	7,50
28	Breaker para riel DIN	-	1	12,25	12,25
29	LabVIEW	*	1	150,00	550,00
TOTAL					2 362,82

Fuente: Autor

6.1.3 *Costos del proceso de construcción.* En las siguientes tablas se mostrara las especificaciones y categorías de salarios según el registro oficial N° 358 estipulado 2011 costos de mano de obra.

Tabla 15. Categorías de salarios según el registro oficial N° 358

Nivel A	Nivel B	Nivel C	Nivel D	Nivel E
	B1 Supervisión	C1.Op	D1.Asist. Admi	E1 Soport
	B2 Supervisión	C2.Op Técnica	D1.Asist.Tecnica	E2 Soport
	B3 Supervisión	C2.Op Básica		

Fuente: Autor

Los valores de la tabla fueron tomados del registro oficial N°-358.

Tabla 16. Costos de proceso de construcción

Ítem	Denominación	Salario real xhora[USD]	Hora[h]	Costo total [USD]	Categ.
01	Maestro mecánico	8,00	2	16,00	C2
02	Carpintero	5,00	5	25,00	C2
03	Pintor	2,00	4	8,00	E2
04	Soldador	5,00	3	15,00	D2
TOTAL				64,00	

Fuente: Autor

En la tabla número 15 se puede observar los costos provenientes del pago de mano de obra en la construcción del proyecto.

Tabla 17. Total costos directos

Ítem	Denominación	Subtotal [USD]
01	Costos de la materia prima.	44.14
02	Costos de elementos de control	2362,82
03	Costos de procesos de construcción	64,00
TOTAL		2 470,96 USD

Fuente: Autores

En la tabla número 17 se puede observar el costo total directo en el que se incurrió para la construcción del equipo, el cual da un total de 2 470.96 dólares Norte americanos

6.2 Costos indirectos

6.2.1 Costos de ingeniería. Estos costos se generan por diseño de programas y pruebas que corresponden a un proyecto.

6.2.2 Costos de materiales indirectos. Son aquellos gastos que no tienen o infieren directamente en la fabricación o construcción de nuestro proyecto producto final con lo que se aplican directamente como el 25% de lo que compete a los costos directos.

Tabla 18. Costos indirectos

Ítem	Denominación	Porcentaje	Sub. Total [USD]
01	Imprevistos costos indirectos	13	222,28
02	Construcciones Imprevistas	5	47,63
03	Mantenimiento	2,5	15,87
04	Daños imprevistos	4,5	79,38
TOTAL			365,16 USD

Fuente: Autor

6.3 Costo total de fabricación

Los costos totales son una adición de los costos totales directos y de los costos totales indirectos.

Tabla 19. Costo total de fabricación

Ítem	Denominación [USD]	Subtotal[USD]
01	Costo Directo	2470,96
02	Costo Indirecto	365,16
VALOR		2836,12 USD

Fuente: Autor

Se estima un costo total en la implementación del brazo soporte, el Touch Panel KTP 400 y el monitoreo por software LabVIEW de 2836,12 USD resultando en un valor aceptable debido al costo de los materiales.

6.4 Costos por mantenimiento

Para los costos de operación en lo que corresponde al mantenimiento de nuestro prototipo de ascensor de 5 pisos estimamos un mantenimiento cada 6 meses teniendo en cuenta algunos parámetros.

En la tabla número 20 se puede observar los gastos estimados de mantenimiento que se proyectan para el buen funcionamiento del equipo.

Tabla 20. Costo de gastos estimados de mantenimiento

Ítem	Denominación	Costo[USD]
01	Mantenimiento Pantalla touch panel KTP 400	10,00
02	Mantenimiento LabVIEW	10,00
03	Varios	5,00
04	Revisar sistemas mecánicos del ascensor	0,20
05	Revisar entradas y salidas	0,20
06	Revisar el sistema eléctrico y fuentes	1,00
07	Revisar el PLC	5,00
08	Revisar los servomotores	3,00
09	Revisar el ajuste de los tornillos	2,00
TOTAL		36,40

Fuente: Autor

Dando como resultado un mantenimiento que es completamente económico ya que los equipos que manejamos son fiables.

6.4.1 */Costos por mantenimiento anual.*

Tabla 21. Costos por mantenimiento anual [USD]

Costo anual	72,80
Cambio de elementos de control	50,00
Cambio de parche Software LabVIEW	200,00
Pintura de soporte del panel	5,00
Costo total	327,80

Fuente: Autor

En la ejecución del mantenimiento anual se tiene previsto 327,80 USD para poder alargar la vida útil del sistema de control y monitoreo del prototipo de ascensor de 5 pisos.

CAPÍTULO VII

7. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

7.1 Conclusiones

Al realizar el presente trabajo se logró determinar de una manera más practica el principio de funcionamiento y uso de los Paneles HMI, en especial del modelo KTP400 Basic de Siemens el cual fue utilizado en la ejecución de este trabajo. Se pudo conocer la gran aplicación que tiene el uso de las pantallas táctiles HMI en el todo el sector industrial y en donde se pretenda controlar o gobernar de una manera visual y óptima múltiples procesos buscando un mejor manejo o funcionamiento de máquinas, equipos y sistemas, traducido esto en mayor disponibilidad y productividad. Queda claramente demostrado que la automatización de procesos utilizando sistemas SCADA es una herramienta fundamental en la operación de Sistemas industriales en la actualidad ya que el operador encuentra de forma amigable y grafica en una pantalla HMI el sistema del cual estará a cargo dentro de un complejo industrial y puede brevemente dar respuestas a posibles fallas o desviaciones operacionales de los sistemas a controlar.

Se pudo entender con facilidad el Proceso de automatización el mismo que empieza desde una necesidad y para lo cual utilizamos varias herramientas como los sensores y actuadores que proporcionan señales al PLC el cual en base a las instrucciones que se le proporciono en su programación realizará actividades las mismas que serán enviadas desde un panel de control gráfico y digital que será manipulado por personal entrenado para el manejo del sistema industrial.

Se observó de una manera más práctica la funcionalidad que brinda el control de un HMI a un equipo y su proceso desde la programación del PLC, la configuración del HMI y su respectiva comunicación, adicional el conexionado de los sensores y su gran aplicación en la industria, los mismos que sirven como indicadores enviando señales para que el PLC S7-1200 en nuestro caso realice una actividad la misma que estará de acuerdo a una programación que se le ha ingresado.

Se consiguió ejecutar de una manera provechosa la simulación de un proceso utilizado a diario por cientos y miles de personas en todo el mundo el ascensor, empleando el autómatas PLC S7-1 200 y para el control o gobierno un HMI Touch Panel KTP 400 Basic y el software LabVIEW para poder visualizar el proceso que cumple el prototipo de ascensor de 5 pisos.

Se desarrolló un modelo tutorial que se puede tomar como practica en la que se aplica el uso del PLC S7-1 200, la pantalla táctil KTP 400, su programación en el Software STEP 7 BASIC de Siemens y un monitoreo por parte del LabVIEW lo que nos permite visualizar todo el proceso que realiza el prototipo de ascensor.

Se realizó un protocolo de pruebas de control tanto para la pantalla Touch y el LabVIEW dándonos valores satisfactorios. Adicional se consideró las instrucciones de mantenimiento de tipo preventivo para el sistema de control de nuestro prototipo de ascensor considerados de gran importancia y sensibilidad como son la Touch Panel HMI, el PLC S7-1200 y el software LabVIEW.

Se pudo profundizar en los conocimientos acerca del software para la programación del PPLC TIA PORTAL STEP 7 BASIC así como también el LabVIEW

7.2 Recomendaciones

Tener mucha precaución al instante del montaje de los elementos de control ubicarlos de una manera óptima ya que de esto depende un mejor control de nuestro proyecto y de la vida útil de estos elementos los mismos que al ser electrónicos son bastante sensibles a cualquier golpe, forzamiento, ambiente, etc.

Tener un conocimiento claro de todos los elementos, equipos eléctricos y electrónicos que se encuentran instalados en nuestro prototipo de ascensor a escala de 5 pisos para darle la ubicación correspondiente de acuerdo a su uso.

Revisar que todas las conexiones se encuentren en optimo estado para tener un mejor desempeño y aprovechar de mejor manera nuestro prototipo.

Tener sumo cuidado con la superficie frontal de nuestra pantalla es decir evitando siempre el polvo, suciedad, humedad y temperatura que afecte el desempeño de nuestro equipo de control.

Dar un correcto mantenimiento preventivo tanto al autómata PLC, la pantalla Touch y el LabVIEW procurando que estos equipos estén siempre en su óptimo de acuerdo a las recomendaciones del fabricante.

Revisar siempre al finalizar una simulación en nuestro prototipo de ascensor a escala su desconexión eléctrica total para evitar cortocircuitos imprevistos debido a manipulaciones no deseadas.

BIBLIOGRAFIA

- ALBERTO, Vera. 2015.** Tesis Creación Y Configuración De Un Opc Server Para Control De Dispositivos Plc Siemens S7-. *Infop Lcnet*. [En Línea] 19 De 05 De 2015. [Citado El: 12 De 09 De 2014.]
[Http://Www.Infoplc.Net/Files/Descargas/Siemens/Infoplc_Net_577997.Pdf](http://Www.Infoplc.Net/Files/Descargas/Siemens/Infoplc_Net_577997.Pdf).
- ARNAU, Estefania. 2015.** Infraestructura Profinet. *Estructura Del Sistema Profinet*. [En Línea] 28 De 06 De 2015. [Https://Www.Google.Es/#Q=El+Profinet](https://Www.Google.Es/#Q=El+Profinet).
- GUAMÁN, Alex. 2014.** Tesis:“Implementación Del Control Y Monitoreo Por Touch Y Labview Para Un Módulo Prototipo De Ascensor De 5 Pisos”. Riobamba : S.N., 2014.
- HOLGÍN, Andrés. 2004.** Curso Basico De Labview. *Enteriano Control Labview*. [En Línea] 17 De 02 De 2004.
[Http://Www.Ie.Itcr.Ac.Cr/Einteriano/Control/Labview/Paraaprender/Curso%20labview6i.Pdf](http://Www.Ie.Itcr.Ac.Cr/Einteriano/Control/Labview/Paraaprender/Curso%20labview6i.Pdf).
- LABORATORY 2. 2005.** Introducción A Hmi . *Materias Laboratorio*. [En Línea] 08 De 11 De 2005.
[Http://Iaci.Unq.Edu.Ar/Materias/Laboratorio2/Hmi%5cintroduccion%20hmi.Pdf](http://Iaci.Unq.Edu.Ar/Materias/Laboratorio2/Hmi%5cintroduccion%20hmi.Pdf).
- MICROCAPACITACIÓN. 2014.** Controlador Lógico Programable. *Unad*. [En Línea] 16 De 11 De 2014.
[Http://Datateca.Unad.Edu.Co/Contenidos/299013/Manual061controladorlgicoprogramableplc.Pdf](http://Datateca.Unad.Edu.Co/Contenidos/299013/Manual061controladorlgicoprogramableplc.Pdf).
- OGATA. 1995.** *Ingeniería De Control Moderna*. México : Pearson, 1995.
- OTIS. 2014.** El Ascensor Que Genera Energía. *Promateriales*. [En Línea] 15 De 11 De 2014. [Http://Www.Promateriales.Com/Pdf/Pm3905.Pdf](http://Www.Promateriales.Com/Pdf/Pm3905.Pdf).
- ROJAS, Adrián Alberto Castro. 2014.** Sensores Utilizados En La Automatización . *Uploads File*. [En Línea] 04 De 11 De 2014.
[Http://Eie.Ucr.Ac.Cr/Uploads/File/Proybach/Pb0813t.Pdf](http://Eie.Ucr.Ac.Cr/Uploads/File/Proybach/Pb0813t.Pdf).
- ROMAGOSA, Jaume. 2004.** Sistemas Escada. *Mini Proyecto Automatización Industrial*. [En Línea] 25 De 05 De 2004. [Http://Docplayer.Es/162172-Miniproyecto-Automatizacion-Industrial-Auti.Html](http://Docplayer.Es/162172-Miniproyecto-Automatizacion-Industrial-Auti.Html).
- SALGADO, Fessica. 2012.** Tesis Montaje Y Diseño De Un Módulo Para Simulación Del Funcionamiento De Una Lavadora Industrial Otilizando Una Apántalla Táctil Conhmi. *Escuela Superior Politecnica De Chimborazo*. [En Línea] 12 De 07 De 2012. [Citado El: 05 De 01 De 2015.] [Http://Docplayer.Es/9270949-Escuela-Superior-Politecnica-De-Chimborazo-Facultad-De-Mecanica-Escuela-De-Ingenieria-De-Mantenimiento.Html](http://Docplayer.Es/9270949-Escuela-Superior-Politecnica-De-Chimborazo-Facultad-De-Mecanica-Escuela-De-Ingenieria-De-Mantenimiento.Html).
- SIEMENES. 2014.** Simatic Hmi. *Europe Electrocomponentes*. [En Línea] 27 De 11 De 2014. [Http://Docs-Europe.Electrocomponents.Com/Webdocs/0dba/0900766b80dbaa93.Pdf](http://Docs-Europe.Electrocomponents.Com/Webdocs/0dba/0900766b80dbaa93.Pdf).

SIEMENS. 2015. Paneles Simatic Hmi. *Automatización Siemens*. [En Línea] 02 De 18 De 2015. https://www.automation.siemens.com/salesmaterial-as/brochure/es/brochure_panels_es.pdf.

SIEMENS. 2009. Paso A Paso S7-1200 – Step 7 . *Industry Automatizacion*. [En Línea] 09 De 12 De 2009. https://w5.siemens.com/spain/web/es/industry/automatizacion/simatic/documents/s7-1200_paso_a_paso_v1.0.pdf.

