



UNIVERSIDAD  
NACIONAL  
AUTÓNOMA DE  
NICARAGUA,  
MANAGUA  
UNAN-MANAGUA

Facultad de Ciencias e Ingenierías  
Departamento de Tecnología

Propuesta de un ascensor para el traslado de expedientes clínicos en el edificio de cuatro plantas de la sede central del Nuevo Hospital Monte España.

Seminario de Graduación como requisito final para optar al título de Ingeniero  
Electrónico

AUTORES:

Br. Carlos Fernando Torres Ruiz

Br. Jaqueling Massiel Rivera Centeno

TUTOR:

Msc. Milcíades Delgadillo

ASESOR:

Msc. Karen Acevedo Mena

Managua, 02 julio de 2020



UNIVERSIDAD  
NACIONAL  
AUTÓNOMA DE  
NICARAGUA,  
MANAGUA  
UNAN-MANAGUA

Facultad de Ciencias e Ingenierías  
Departamento de Tecnología

Propuesta de un ascensor para el traslado de expedientes clínicos en el edificio de cuatro plantas de la sede central del Nuevo Hospital Monte España.

Seminario de Graduación como requisito final para optar al título de Ingeniero  
Electrónico

AUTORES:

Carlos Fernando Torres Ruiz  
Jaqueling Massiel Rivera Centeno

TUTOR:

Msc. Milcíades Delgadillo

ASESOR:

Msc. Karen Acevedo Mena

Managua, 02 julio de 2020

# INDICE DE CONTENIDO

DEDICATORIA.....	I
AGRADECIMIENTO.....	II
RESUMEN.....	III
ABSTRAC.....	IV
1) Introducción.....	1
2) Antecedentes.....	2
3) Planteamiento Del Problema.....	3
4) Justificación.....	4
5) Objetivos.....	5
5.1) Objetivo General.....	5
5.2) Objetivos Específicos.....	5
6) Marco Teórico.....	6
6.1) Automatización.....	6
6.1.1) Partes de la automatización.....	6
6.1.1.1) La parte operativa.....	6
6.1.1.2) La parte de mando.....	7
6.1.2) Objetivos de la automatización.....	7
6.2) Sistema De Control.....	7
6.2.1) Tipos De Sistemas De Control.....	8
6.2.1.1) Sistemas de control de lazo abierto.....	8
6.2.1.1.1) Características.....	9
6.2.1.2) Sistema de control de lazo cerrado.....	9
6.2.1.2.1) Características.....	9
6.3) Norma ISA.....	10
6.4) Normas IEC.....	11

6.4.1) IEC 61131 .....	11
6.4.1.1) Enfoque .....	11
6.4.1.2) Partes de esta norma.....	11
6.4.2) IEC 61508 .....	12
6.4.2.1) Partes de esta norma.....	12
6.4.3) IEC 61800-5-2.....	13
6.5) Autómata Programable.....	13
6.6) Controlador Lógico Programable.....	13
6.7) SIEMENS.....	14
6.7.1) LOGO SIEMENS.....	15
6.7.1.1) Ventajas.....	16
6.7.1.2) Desventajas.....	16
6.7.2) ¿Para qué sirve un LOGO SIEMENS? .....	16
6.8) Sensor .....	17
6.8.1) Sensores de contacto y sin contacto .....	17
6.8.1.1) Sensores de contacto .....	17
6.8.1.2) Sensores sin contacto .....	18
6.8.2) Tipos De Sensores.....	18
6.8.3) Finales De Carrera.....	19
6.8.3.1) Sensores de contacto binario.....	19
6.8.3.2) Sensores de contacto analógico.....	20
6.8.3.3) Partes y características de un sensor de contacto .....	21
6.8.3.3.1) Accionador.....	21
6.8.3.3.2) Cabeza.....	21
6.8.3.3.3) Bloque de contactos.....	21
6.8.3.3.4) Bloque de terminales .....	22
6.8.3.3.5) Cuerpo del interruptor .....	22
6.8.3.3.6) Base.....	22
6.8.3.4) Ventajas y desventajas.....	22

6.8.4) Sensor Magnético.....	22
6.8.4.1) Funcionamiento.....	23
6.8.4.2) Características.....	23
6.8.5) Sensor Capacitivo.....	23
6.9) Compuertas lógicas.....	24
6.9.1) Compuerta AND.....	26
6.9.2) Compuerta OR.....	26
6.9.3) Compuerta NOT.....	27
7) Diseño metodológico.....	28
7.1) Tipo de estudio.....	28
7.2) Área de estudio.....	28
7.3) Localización.....	29
7.3.1) Macro localización.....	29
7.3.2) Micro localización.....	30
7.4) Universo.....	31
7.5) Muestra.....	31
7.6) Criterios de inclusión.....	31
7.7) Definición y operación de variable.....	32
7.8) Métodos e instrumentos de recolección de datos.....	33
7.8.1) Entrevista.....	33
7.9) Plan de análisis y procesamiento de la información.....	33
8) Desarrollo.....	34
8.1) Análisis de las condiciones presentes en el área de admisión durante el traslado de expedientes clínicos.....	34
8.1.1) Entrevista.....	39
8.1.1.1) Opinión de la Dirección General.....	39

8.1.1.2) Opinión del personal de admisión.....	39
8.1.1.3) Opinión del personal de las estaciones de enfermería.....	40
8.1.1.4) Opinión de pacientes .....	40
8.1.1.4.1) Paciente 1.....	40
8.1.1.4.2) Paciente 2.....	40
8.2) Programación del PLC, diseño estructural, esquema eléctrico y electrónico del ascensor. ....	42
8.2.1) LOGO Soft Comfort .....	42
8.2.1.1) Instrucciones lógicas. ....	43
8.2.1.2) Descripción general del interfaz de usuario. ....	44
8.2.1.3) Interfaz gráfica del Software .....	45
8.2.1.4) Sistemas operativos compatibles.....	47
8.2.1.5) Lenguajes de programación. ....	47
8.2.1.5.1) FUP (Funktionsplan) .....	47
8.2.1.5.2) KOP (Kontaktplan).....	49
8.2.2) Diagrama de flujo.....	51
8.2.3) Lógica de la programación.....	52
8.2.3.1) Declaración de entradas y salidas. ....	52
8.2.3.2) Declaración de variables presentes en la ecuación de movimientos.....	53
8.2.4) Algoritmo de programación .....	54
8.2.5) Aplicación de la norma ISA 5.2 Diagramas lógicos binarios para operaciones de procesos. ....	55
8.2.5.1) Bloques de funciones usando en la programación de LOGO SIEMENS. ....	56
8.2.5.1.1) Entradas. ....	56
8.2.5.1.2) Salidas.....	56
8.2.5.1.3) Relé autoenclavador .....	57
8.2.5.1.4) Compuerta lógica AND.....	58
8.2.5.1.5) Compuerta lógica OR.....	58
8.2.5.1.6) Compuerta lógica NOT .....	59
8.2.6) Programación del PLC LOGO SIEMENS para el ascensor a través del software LOGO SOFT COMFORT V8.2. ....	60

8.2.6.1) Descripción de la programación.....	62
8.2.7) Diseño estructural, esquema eléctrico y esquema electrónico del ascensor .....	64
8.2.7.1) Diseño Estructural.....	64
8.2.7.1.1) AutoCAD.....	64
Herramientas de AutoCAD .....	64
8.2.7.1.2) Planos de la torre para el ascensor.....	65
8.2.7.2) Esquema eléctrico .....	69
8.2.7.2.1) CADe_SIMU.....	69
Circuito de mando .....	69
Circuito de potencia. ....	69
8.2.7.2.2) Plano esquemático de instalación eléctrica etapa de mando y etapa de fuerza.....	71
8.2.7.2.3) Programación de mando en CADe_SIMU.....	72
8.2.7.3) Esquema electrónico. ....	73
8.2.7.3.1) Livewire.....	73
8.2.7.3.2) Inversor de giro para motor DC.....	74
8.3) Fabricación de maqueta.....	76
8.3.1) Descripción del ascensor.....	76
8.3.2) La organización del personal para el uso del ascensor de expedientes clínicos	76
8.3.3) Alimentación del equipo .....	77
8.3.4) Montaje de PLC LOGO SIEMENS .....	78
8.3.5) Modelo matemático.....	79
8.3.5.1) Caballo de fuerza (Horse power). ....	79
8.3.5.1.1) Fórmulas.....	80
8.3.5.2) Eficiencia de un motor eléctrico.....	80
8.3.5.2.1) Fórmula para encontrar la eficiencia para un motor DC. ....	81
8.3.5.3) Torque o par motor.....	81
8.3.5.4) Cálculos para el motor del ascensor.....	82
8.3.5.5) Cálculo para determinar los caballos de fuerza en movimiento vertical.....	82
8.3.5.5.1) Formulas:.....	83
9) Conclusiones .....	84

10) Recomendaciones.....	85
11) Bibliografía .....	86
12) ANEXOS.....	88
1) Anexo 1: Presupuesto.....	89
2) Anexo 2: Entrevista.....	90
3) Anexo 3: Manual de usuario .....	91
4) Anexo 3: Fotos del desarrollo de la maqueta .....	93

## INDICE DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1 LOGO Siemens .....	15
Ilustración 2 Estructura interna de un final de carrera binario. (sensorde.net, s.f.).....	20
Ilustración 3 Sensor de contacto LEGO. (sensorde.net, s.f.).....	21
Ilustración 4 Tipos de sensores magnéticos. (varitel.com, s.f.).....	23
Ilustración 5 Sensor Capacitivo (Google sites, s.f.) .....	24
Ilustración 6 Combinaciones para compuertas. (logicbus.com.mx, s.f.).....	25
Ilustración 7 Macro localización Planes de Altamira No3 .....	29
Ilustración 8 Micro localización del Hospital Monte España.....	30
Ilustración 9 plano de primer piso del Nuevo Hospital Monte España.....	35
Ilustración 10 Área de archivo de admisión. Fuente Propia.....	36
Ilustración 11 Expedientes y pacientes en el ascensor. Fuente propia .....	37
Ilustración 12 Estación de medicina interna del Nuevo Hospital Monte España. Fuente propia .....	38
Ilustración 13 Expedientes en el área de Ginecología. Fuente propia.....	38
Ilustración 14 Interfaz de programación. (SIEMENS). (Salmeron, 2019).....	45
Ilustración 15 Interfaz de proyecto. (SIEMENS). (Salmeron, 2019).....	46
Ilustración 16 Lógica de la programación FUP. (Salmeron, 2019).....	48
Ilustración 17 Instrucciones principales en FUP. (Salmeron, 2019).....	48
Ilustración 18 Lógica de programación KOP. (Salmeron, 2019).....	49
Ilustración 19 Instrucciones KOP. (Salmeron, 2019).....	50
Ilustración 20 Diagrama de flujo del ascensor. Fuente propia .....	51
Ilustración 21 Simulación del funcionamiento del ascensor. Fuente propia .....	55
Ilustración 22 Programación del Ascensor de 4 plantas en LOGO Soft Comfort V8.2. Fuente propia .....	60
Ilustración 23 Declaración de parámetros del programa. Fuente propia.....	61
Ilustración 24 Declaración de entradas y salidas del programa. Fuente propia .....	62
Ilustración 25 Estructura de la torre para el ascensor vista isométrica.....	65
Ilustración 26 Vista superior e inferior de la estructura. ....	66
Ilustración 27 Vista lateral derecha. ....	67

Ilustración 28 Vista lateral izquierda.....	68
Ilustración 29 Plano esquemático eléctrico del ascensor. Fuente propia .....	71
Ilustración 30 Plano esquemático de lógica programada. Fuente propia .....	72
Ilustración 31 Esquemático para inversor de giro de motor DC. Fuente propia .....	74
Ilustración 32 Diseño en PCB Wizard de inversor de giro. Fuente propia .....	75
Ilustración 33 Conexión de LOGO. Fuente propia.....	77
Ilustración 34 Valores de voltajes permisibles por los modelos de LOGO.....	78
Ilustración 35 Montaje e instalación de LOGO.....	79

## INDICE DE TABLAS

Tabla 1 Tabla MOVI .....	32
Tabla 2 Detalles de personal entrevistado .....	41
Tabla 3 Tabla de movimientos .....	53
Tabla 4 Algoritmo de programación para ascensor .....	54
Tabla 5 Tabla de comportamiento de un RS .....	57
Tabla 6 Tabla de verdad de compuerta lógica NOT .....	59
Tabla 7 Nomenclaturas y unidades de medidas usadas .....	82
Tabla 8 Presupuesto de maqueta .....	89

## **DEDICATORIA**

Dedicamos este trabajo de investigación a Dios, nuestro padre celestial que nos concede sabiduría a lo largo de nuestra vida y los dones necesarios para alcanzar todas las metas que nos proponemos.

A Nuestros Padres, por todo el apoyo y motivación en todo momento y aún en los momentos más difíciles para que alcancemos nuestras metas.

A Nuestros profesores, que nos guían por el camino de la sabiduría compartiendo de su conocimiento y experiencias profesionales con todos y cada uno de nosotros

## **AGRADECIMIENTO**

Nuestro más grande agradecimiento es para nuestro Dios, a los padres que son ese pilar que representa la fortaleza con la que se construye cada familia, a la Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua (UNAN- Managua), por permitir la oportunidad de convertirnos en profesionales y ser personas de provecho para la sociedad.

## **RESUMEN**

En este informe de seminario se propuso el desarrollo de un sistema automatizado para un ascensor de cuatro pisos en la sede central del Nuevo Hospital Monte España, a través de un autómatas programable que permitió realizar las secuencias necesarias para los procesos de dicho ascensor, esto está establecido y diseñado a través de técnicas de mecánica, eléctricas y electrónicas trabajando en conjunto para ello.

Este sistema está destinado para trasladar expedientes clínicos a través del edificio, solucionando así la problemática existente de sobre sobrecarga y obstrucción del ascensor de los pacientes, se ha requerido de conocimientos de programación en automatización, diseños eléctricos y todo lo referente a electrónica para poder darle vida al proyecto.

Destacando como componente principal el PLC (controlador lógico programable) pues este es el responsable de controlar todos los movimientos que realizará el ascensor sin menospreciar toda la ingeniería para la parte estructural y eléctrica.

Quedando demostrado el vínculo entre la automatización y la ingeniería en electrónica ya que se requirió de todo el conocimiento adquirido a lo largo de todo el transcurso de aprendizaje en la Facultad de Ciencias e Ingenierías (Departamento de Tecnología) de la UNAN-MANAGUA para su realización.

## **ABSTRAC**

This seminar report proposed the development of an automated system for a four-story elevator at the headquarters of the New Hospital Monte Espana, through a programmable automaton that allowed the necessary sequences to be carried out for said processes. elevator, this is established and designed through mechanical, electrical and electronic techniques working together for it.

This system is intended to transfer clinical records through the building, thus solving the existing problem of overload and obstruction of the patient's elevator, it has required programming knowledge in automation, electrical designs and everything related to electronics to be able to give life to the project.

The PLC (programmable logic controller) stands out as the main component, since it is responsible for controlling all the movements that the elevator will perform without underestimating all the engineering for the structural and electrical part.

The link between automation and electronic engineering was demonstrated, since all the knowledge acquired throughout the entire course of learning at the UNAN-MANAGUA science and engineering faculty (technology department) was required for its realization.

# 1) Introducción

La automatización nace a partir de las necesidades industriales en las cuales se hace uso de sistemas o elementos computarizados, electromecánicos, electrónicos y eléctricos. Como una rama amplia de la ingeniería, hace uso de un sistema de control, acaparando una gran gama de elementos tales como: sensores, transmisores de campo, actuadores, sistemas de control y supervisión, los sistemas de transmisión y recolección de datos, aplicaciones en tiempo real para la supervisión y control de las operaciones de la planta o procesos industriales.

El Nuevo Hospital Monte España cuenta en la actualidad con un edificio de cuatro plantas y dos torres en proceso de construcción, la sede tiene un ascensor dedicado únicamente a los pacientes en el cual también se traslada el personal de admisión con los expedientes clínicos que deben ser distribuidos desde el primer piso al resto de las plantas y así mismo a cada estación de enfermería.

Para analizar esta propuesta es necesario mencionar las causas que dieron origen a la idea. Una de ellas es que no existe una manera independiente para hacer llegar los expedientes a cada piso, por lo que el personal del área de Admisión debe realizar estos traslados en carretillas haciendo uso del mismo ascensor que sirve a los pacientes, generando inconformidad entre los mismos debido a que el hospital cuenta con una gran afluencia de pacientes a diario. Esto hace que el traslado de expedientes se realice de una manera menos eficiente por falta de herramientas, la idea de un ascensor controlado por un PLC busca facilitar el libre traslado de los expedientes clínicos a cada uno de los pisos, el cual corresponde al cerebro del sistema.

Cuando el ascensor de los pacientes falla por su exhaustivo uso el personal de admisión debe trasladar los expedientes en sus brazos realizando esta labor de manera más lenta, este tipo de traslado provoca que los pacientes sean atendidos de manera menos eficientes ya que algunas veces no son llamados por que aún no ha llegado su expediente a la estación de enfermería correspondiente.

## 2) Antecedentes

En Nicaragua existen empresas que se dedican a la instalación y mantenimiento de ascensores, estos deben cumplir con las exigencias del cliente, pero sus costos son muy elevados, existen negocios de tamaño medio que optan por una solución rápida y sencilla con el fin de solucionar sus necesidades con un bajo costo en comparación con las otras opciones disponibles en el mercado de los ascensores

El estudio realizado por (Urroz Ríos & Chavez Trujillo, 2017) tuvo como objetivo general desarrollar el sistema de control electrónico para un elevador de platillos automático en el Bar y Restaurante Rancho Escondido que facilite el transporte de los pedidos de comida hacia la segunda planta del local. Este concluye con éxito al realizar el montaje del ascensor logrando cubrir las necesidades del Restaurante, la relación con el presente trabajo está basada en la automatización de procesos.

En la tesis de (Ortega Morocho, 2013) se encontró como objetivo el Diseño y construcción de un prototipo de ascensor inteligente controlado por un PLC para el laboratorio de automatización industrial de procesos mecánicos. En su conclusión encontramos que el prototipo de ascensor cumple con los requerimientos del laboratorio de automatización de procesos mecánicos para demostraciones conjuntamente con el simulador S7-200 y el PC-simu.

(Aguilera Sánchez, 2007) se propone como objetivo general el diseño eléctrico y electrónico que controle e integre todos los elementos propios de un ascensor, esta investigación es de carácter cuantitativo y cualitativo ya que hace uso de múltiples técnicas para la recolección de datos. Concluye que todos los sistemas automatizados deben contar con un esquema que garantice su interpretación.

### 3) Planteamiento Del Problema

El Hospital Monte España es una empresa que trata de mantener un estándar de calidad internacional con ayuda de nuevas tecnologías médicas para brindar un servicio de excelencia para cada uno de sus pacientes en general, estas tecnologías son necesarias para hacer una empresa productiva, competitiva y de mayor eficiencia.

El área de Admisión del hospital es la responsable de realizar el registro del paciente antes de ser atendido por el médico que corresponde, también de trasladar los expedientes clínicos a las estaciones de enfermería, Salas de operaciones, UCI<sup>1</sup>, Angiografía<sup>2</sup>, Hospitalizados, entre otros lugares que se encuentran distribuidos a lo largo de los cuatro pisos del hospital.

El traslado de los expedientes es realizado con ayuda de carretillas debido a la cantidad de expedientes que deben ser entregados en las estaciones, durante el traslado se utiliza el ascensor de los pacientes ya que actualmente no existe otro medio para hacerlos llegar a su destino, en ocasiones el ascensor presenta fallos y es necesario utilizar a más personal de admisión para realizar estos traslados haciendo uso de las escaleras para entregar los expedientes. Esta última acción retrasa el proceso de entregas y retiros de expedientes de las estaciones de enfermería haciendo que estos se acumulen y sea más difícil mantener un orden entre expedientes.

Debido a las necesidades antes planteadas surge una pregunta. ¿Cómo se puede agilizar el proceso de traslado de expedientes clínicos desde el primer piso hasta el cuarto piso?

---

<sup>1</sup> Unidad de cuidados intensivos

<sup>2</sup> Es un examen de diagnóstico por imagen cuya función es el estudio de los vasos sanguíneos que no son visibles mediante la radiología convencional.

## 4) Justificación

La visión y misión del Nuevo Hospital Monte España es llegar a ser el mejor hospital de Nicaragua, ofreciendo servicios de salud privado con estándares internacionales y también implementando tecnologías que ayuden al cumplimiento de dicha visión.

Con el paso de los años se ha ido logrando dicho objetivo y a su vez el hospital ha ido creciendo, en la actualidad el hospital cuenta con una gran cantidad de usuarios que demandan calidad en los servicios. Siendo el expediente clínico indispensable para la revisión de cada paciente, se partirá de esta idea para realizar la propuesta de un ascensor.

La propuesta presente en este documento servirá para mejorar el servicio que ofrece el área de admisión mediante el uso de un ascensor dedicado a los expedientes clínicos a cada piso de la institución el cual trae consigo los siguientes beneficios:

1. Realizar la gestión de traslado de expedientes de manera más rápida.
2. Evitar que los pacientes tengan largas esperas en las estaciones de enfermería.
3. Permitirá que los pacientes se trasladen de manera más cómoda dentro del ascensor.
4. Evitará las aglomeraciones de expedientes clínicos desocupados en las estaciones de enfermería.

La propuesta del ascensor contribuirá a cumplir con la visión del Nuevo Hospital Monte España, el cual mantiene siempre el compromiso con sus pacientes al prestar servicios de calidad internacional haciéndolo a su vez más competitivo dentro del gremio hospitalario ya que no todos incursionan dentro de los sistemas automatizados.

## **5) Objetivos**

### **5.1) Objetivo General**

- Elaborar propuesta de un ascensor para el traslado de expedientes clínicos en el edificio de cuatro plantas de la sede central del Nuevo Hospital Monte España.

### **5.2) Objetivos Específicos**

- Analizar las condiciones presentes en el área de admisión durante el traslado de expedientes clínicos.
- Realizar la programación del PLC, el diseño estructural, esquema eléctrico y electrónico del ascensor.
- Demostrar a través de una maqueta el funcionamiento del ascensor.

## 6) Marco Teórico

### 6.1) Automatización

La automatización es una rama amplia de la ingeniería que tiene muchas utilidades en muchas de las áreas presentes en las industrias que actualmente conocemos, permitiéndonos crear sistemas de procesos a partir de una gama de componentes eléctricos-electrónicos, neumáticos e hidráulicos compatibles con los PLC. Los sistemas automatizados poseen la capacidad de convertir a una industria convencional en una optimizada proveyéndola eficiencia, competitividad, rentabilidad económica entre otras, cubriendo así las necesidades de cada uno de sus clientes que en la actualidad cada vez son las exigentes.

El alcance va más allá que la simple mecanización de los procesos ya que ésta provee a operadores humanos mecanismos para asistirlos en los esfuerzos físicos del trabajo, la automatización reduce ampliamente la necesidad sensorial y mental del humano, es más amplia que un mero sistema de control, abarca la instrumentación industrial, que incluye los sensores y transmisores de campo, los sistemas de control y supervisión, los sistemas de transmisión y recolección de datos y las aplicaciones de software en tiempo real para supervisar y controlar las operaciones de plantas o procesos industriales. (ecured.cu, s.f.)

#### *6.1.1) Partes de la automatización*

**6.1.1.1) La parte operativa.** Es la parte que actúa directamente sobre la máquina. Son los elementos que hacen que la máquina se mueva y realice la operación deseada. Los elementos que forman la parte operativa son los accionadores de las máquinas como motores, cilindros, compresores y los captadores como fotodiodos, finales de carrera entre otros. (ecured.cu, s.f.)

**6.1.1.2) La parte de mando.** Suele ser un autómatas programable (tecnología programada), aunque hasta hace bien poco se utilizaban relés electromagnéticos, tarjetas electrónicas o módulos lógicos neumáticos (tecnología cableada). En un sistema de fabricación automatizado el autómatas programable está en el centro del sistema. Este debe ser capaz de comunicarse con todos los constituyentes de sistema automatizado. (ecured.cu, s.f.)

### ***6.1.2) Objetivos de la automatización***

1. Mejorar la productividad de la empresa, reduciendo los costos de producción y mejorando la calidad de la misma.
2. Mejorar las condiciones de trabajo del personal, suprimiendo los trabajos incómodos e incrementando la seguridad.
3. Realizar las operaciones imposibles de controlar intelectual o manualmente.
4. Mejorar la disponibilidad de los productos, suministrando las cantidades necesarias en el momento preciso.
5. Simplificar el mantenimiento de forma que el operario no requiere grandes conocimientos para la manipulación del proceso productivo.
6. Integrar la gestión y producción. (ecured.cu, s.f.)

## **6.2) Sistema De Control**

Uno de los recursos más utilizados en el sector industrial es el sistema de control. Toda producción liderada por ingeniería requiere de este proceso para lograr objetivos determinados. La función de este sistema es la de gestionar o regular la forma en que se comporta otro sistema para así evitar fallas.

El sistema de control de procesos está formado por un conjunto de dispositivos de diverso orden. Pueden ser de tipo eléctrico, neumático, hidráulico, mecánico, entre otros. El tipo o los tipos de dispositivos están determinados, en buena medida, por el objetivo a alcanzar.

Pero un sistema de control no se establece como tal solo por contar con estos dispositivos, sino que debe seguir la lógica de al menos 3 elementos base:

1. Una variable a la que se busca controlar
2. Un actuador
3. Un punto de referencia o set-point

En una operación de control de granel, por ejemplo, la lógica del sistema de control debe utilizar sus 3 elementos. La variable por controlar podría ser el propio producto de granel al depositarse en contenedores industriales. El punto de referencia o set-point sería el encargado de determinar el límite de llenado, mientras que el actuador, sería el que ejecutaría la acción de llenado, que podría ser una bomba mecánica o eléctrica. (Gandhi, 2019)

### ***6.2.1) Tipos De Sistemas De Control***

El sistema de control puede ser de dos tipos y estos difieren en la manera en que lidian con la variable a controlar.

**6.2.1.1) Sistemas de control de lazo abierto.** En este tipo no existe información o retroalimentación sobre la variable a controlar. Es decir, la salida no depende en absoluto de la entrada. Se utiliza entonces en procesos y dispositivos en donde la variable es predecible y admite un margen de error amplio.

Un ejemplo muy claro es el del semáforo. Este sistema de control es de lazo abierto porque se asigna un tiempo a cada luz, pero no se tiene información sobre el volumen de tráfico. (Gandhi, 2019)

#### **6.2.1.1.1) Características.**

1. Ser sencillos y de fácil concepto.
2. Nada asegura su estabilidad ante una perturbación.
3. La salida no se compara con la entrada.
4. Ser afectado por las perturbaciones. Éstas pueden ser tangibles o intangibles.
5. La precisión depende de la previa calibración del sistema. (Valdivieso, 2012)

**6.2.1.2) Sistema de control de lazo cerrado.** Contrario al caso anterior, en este tipo de sistema de control sí hay información sobre la variable, incluso retroalimentación sobre los estados que va tomando. La información sobre la variable se obtiene mediante el uso de sensores que son colocados de forma estratégica. Los sensores hacen posible que el proceso sea completamente autónomo.

Un ejemplo muy común es el de los aparatos minisplit o aires acondicionados. En estos dispositivos la variable es la temperatura ambiental. Los sensores determinan si debe o no entrar el compresor para enfriar el lugar.

La ingeniería de un proceso de control parecería simple con sus tres elementos base requeridos, sin embargo, es todo lo contrario. Se trata de sistemas básicos para la ingeniería industrial, incluyendo la automatización y que incluso encontramos en casi todos los equipos que usamos en nuestra vida diaria. (Gandhi, 2019)

#### **6.2.1.2.1) Características.**

1. Ser complejos, pero amplios en cantidad de parámetros.
2. La salida se compara con la entrada y le afecta para el control del sistema.
3. Su propiedad de retroalimentación.
4. Ser más estable a perturbaciones y variaciones internas. (Valdivieso, 2012)

### 6.3) Norma ISA

Estas normas tienen como objetivo principal, representar el funcionamiento de un sistema a partir de un diagrama o plano, que posee un conjunto de símbolos utilizados para la designación de instrumentos de control y medición de señales que representan cada uno de los elementos de dicho sistema, con el fin de que puedan ser comprendidas de forma singular y de manera efectiva.

Para designar y representar los instrumentos de medición y control se emplean normas muy variadas que a veces varían de industria en industria. Esta gran variedad de normas y sistemas utilizados en las organizaciones industriales indica la necesidad universal de una normalización en este campo. Varias sociedades han dirigido sus esfuerzos en este sentido, y entre ellas se encuentran, como más importantes, la ISA (Instrument Society of America) de la Sociedad de Instrumentos de Estados Unidos y la DIN alemana, cuyas normas tienen por objeto establecer sistemas de designación (código y símbolos) de aplicación a las industrias químicas, petroquímicas, aire acondicionado, etc. (reneom9313.wixsite.com, s.f.)

NORMAS ISA (Instrument Society of America):

1. ANSI/ISA-S5.1 (Identificación y símbolos de instrumentación).
2. ANSI/ISA-S5.2 (Diagramas lógicos binarios para operaciones de procesos).
3. ISA-S5.3 (Símbolos gráficos para control distribuido, sistemas lógicos y computarizados).
4. ANSI/ISA-S5.4 (Diagramas de lazo de instrumentación).
5. ANSI/ISA-S5.5 (Símbolos gráficos para visualización de procesos).  
(reneom9313.wixsite.com, s.f.)

## 6.4) Normas IEC

### 6.4.1) IEC 61131

Hoy en día vivimos en un mundo donde todos los productos que utilizamos están regulados de alguna manera, la forma más común de hacerlo es por medio de normas, como ocurre con la IEC 61131. Pero, ¿qué es una norma? Esta se define como aquella regla que determina ciertas características, conductas o actividades que deben ser respetadas.

El mundo de la automatización no está exento de estas reglas y es por eso que podemos encontrar literalmente cientos de normas. Yendo desde las normas que regulan las redes industriales, pasando por aquellas que regulan los esquemas eléctricos, hasta las que definen los controladores industriales PLC.

Una parte de vital importancia para el mundo de la automatización es aquella relacionado con los PLC. Es por eso que en esta entrada se hablará sobre la norma que los regula. La famosa norma IEC 61131.

**6.4.1.1) Enfoque.** Esta norma está enfocada para definir diversos tópicos de los PLC y sus principales componentes. Tales como:

- Definir e identificar características principales de los PLC's.
- Requisitos mínimos para función, operación, seguridad y ensayos.
- Definir los lenguajes de programación más utilizados.
- Definir los tipos de comunicación.

**6.4.1.2) Partes de esta norma.** Para profundizar en los temas anteriores. Esta norma está dividida de la siguiente forma:

- Información general.
- Especificaciones y ensayos de equipo.

- Lenguajes de programación.
- Guías de usuario.
- Comunicaciones.
- Control difuso.
- Guías de programación. (autracen.com, s.f.)

#### **6.4.2) IEC 61508**

La norma IEC 61508 “Seguridad funcional de los sistemas eléctricos/electrónicos/electrónicos programables” se entiende como una norma de seguridad fundamental que, independientemente de la aplicación, trata sobre la seguridad funcional de sistemas eléctricos, electrónicos y electrónicos programables. Por consiguiente, es la norma principal sobre el tema de la seguridad funcional de sistemas de control. Mediante esta norma se definen los requisitos de los sistemas programables de seguridad para la seguridad de las instalaciones.

Su idea básica es garantizar prevenir accidentes y desastres, mediante la adición de equipos funcionales para proteger la vida humana, la salud y el medio ambiente (región) de eventos peligrosos. IEC 61508 es la base de todas las normas de seguridad funcional.

##### **6.4.2.1) Partes de esta norma.**

- Parte 1: Introducción al concepto de la seguridad funcional, vista general de las normas de la serie IEC 61508
- Parte 2: Requisitos para los sistemas eléctricos/electrónicos/electrónicos programables relacionados con la seguridad
- Parte 3: Requisitos del software
- Parte 4: Definiciones y abreviaturas
- Parte 5: Ejemplos para determinar el nivel de integridad de seguridad
- Parte 6: Directrices para la aplicación de las partes 2 y 3
- Parte 7: Presentación de técnicas y medidas. (pilz.com, s.f.)

### **6.4.3) IEC 61800-5-2**

IEC 61800-5-2 “Sistemas de accionamiento de potencia eléctrica”: especifica los requisitos y hace recomendaciones para el diseño y desarrollo, integración y validación de los sistemas de accionamiento de potencia relacionados con la seguridad en términos de sus consideraciones de seguridad funcional. Se aplica a los sistemas de accionamiento de potencia eléctrica de velocidad ajustable en términos del marco de IEC 61508 e introduce requisitos como subsistemas de un sistema relacionado con la seguridad y su objetivo es facilitar la realización de las partes eléctricas / electrónicas / electrónicas programables de un sistema de accionamiento de potencia en relación con el rendimiento de seguridad de las subfunciones de seguridad.

## **6.5) Autómata Programable**

Un autómata programable es un circuito eléctrico que sigue una secuencia previamente establecida. El automatismo puede ser cableado o programado.

En ambos casos siempre vamos a distinguir dos partes. Una la de control y otra la de potencia.

En la etapa de control se determina el funcionamiento de la secuencia de operaciones. Es un sistema secuencial donde previamente se han almacenado las instrucciones a realizar.

Los Autómatas Programables son los sistemas en los cuales las secuencias de las operaciones se definen mediante la programación. La programación puede ser sobre un Autómata Programable o PLC o también sobre un microcontrolador. (Blanco, 2017)

## **6.6) Controlador Lógico Programable**

Los PLC están compuestos por una CPU capaz de realizar operaciones lógicas o aritméticas, controlar la interfaz de usuario y otras funcionalidades más avanzadas. Dos memorias, una externa (RAM) y otra interna (ROM) donde se almacenan tanto la información permanente del sistema como los datos necesarios para realizar el control. Por último, cuenta con puertos

de comunicación y una serie de pines a ambos lados para las entradas y las salidas tanto analógicas como digitales. (fisicotronica.com, s.f.)

Los avances en beneficio de las grandes empresas e industrias, juegan un rol fundamental en sus procesos. La automatización ayuda a la mejora de la productividad mediante la modernización y aumento de la eficiencia del trabajo; De modo que el controlador lógico programable PLC se conoce globalmente como referente de la automatización industrial. su invención reemplazó los grandes circuitos de relé secuenciales para el control de la máquina.

El controlador lógico programable PLC ha jugado un rol importante, ya que permite la realización de determinadas operaciones de forma rápida.

Actualmente, la sociedad está rodeada de sistemas cómo:

1. Semáforos
2. Gestión de luminarias
3. Jardines
4. Puertas automáticas
5. Dispositivos del hogar inteligentes

Básicamente, es una interfaz eléctrica/electrónica programable. Puede manipular, ejecutar y/o monitorear a una velocidad muy rápida el estado de un proceso o sistema de comunicación. Funciona sobre la base de datos programables contenidos en un sistema integral basado en microprocesador. (Editorial, 2019)

## **6.7) SIEMENS**

Siemens es un conglomerado de empresas alemana con sedes en Berlín y Múnich considerada como la mayor empresa de fabricación industrial de Europa con 190 sucursales a lo largo del mundo. Siemens opera en 4 sectores principales: el sector industrial, energético, de salud (Siemens Healthineers) y de infraestructuras y ciudades. La empresa se caracteriza por el

desarrollo de equipamiento de diagnóstico médico generando un 12% de beneficios después de su división de automatización industrial, es una de las compañías más grandes del mundo en ingeniería eléctrica y electrónica. (importsoluciones.com, s.f.)

### ***6.7.1) LOGO SIEMENS***

Es un módulo lógico, es decir, un controlador programable que permite que, sin intervención humana, las máquinas hagan un trabajo. Pero la palabra clave e importante es programable, no programado. Por tanto, es necesario programar el LOGO para que este haga una tarea ya que de por sí, el no hace nada.

Básicamente funciona de la siguiente manera: al LOGO le vas a dar como datos de entrada una serie de señales, las cuales van a ser procesadas en el programa, y el LOGO va a dar unos datos de salida.

Esto en el mundo real se traduce en unos pulsadores, manetas, sensores (datos de entrada), un procesamiento en el LOGO y una activación o no de salidas de relé (datos de salida). (siemenslogo.com, 2014)



*Ilustración ILOGO Siemens*

### **6.7.1.1) Ventajas.**

1. Son aparatos asequibles<sup>3</sup> en precio.
2. Por ser programable, es flexible y versátil. Puedes hacer muchas cosas con ellos.
3. Ahorra mucho cableado.
4. Es mucho más fácil de mantener en caso de tener que realizar modificaciones.
5. Es escalable: se pueden añadir más o menos entradas y salidas.
6. Puede tener una pantalla asociada de mando. (siemenslogo.com, 2014)

### **6.7.1.2) Desventajas.**

1. Básicamente tiene una: no vale con tener un destornillador y un multímetro, sino que hay que saber programarlos y esto implica:
2. Quitar miedo a la programación, que no muerde, aunque la gente lo piense.
3. Una curva de aprendizaje para dominarlo (leerte el manual no es suficiente). (siemenslogo.com, 2014)

### **6.7.2) ¿Para qué sirve un LOGO SIEMENS?**

Principalmente para pequeñas automatizaciones y domótica. Como te he comentado antes, se trata de un autómatas de poca potencia en comparación con sus hermanos mayores. Eso no implica que no se puedan hacer pequeñas filigranas<sup>4</sup> de la automatización, sino que está mucho más limitado su poder de procesamiento, su número de entradas y su número de salidas.

Es típico para automatizar sistemas de riego, parking, arranque de motores, alumbrado, calefacción etc. Es decir, instalaciones lógicamente sencillas o pequeñas máquinas.

Para no liar<sup>5</sup> mucho la cosa, digamos que todo aquello que no lleve más de 15 entradas y no mucho más de media docena de salidas seguramente pueda ser programado con un LOGO.

---

<sup>3</sup> Que puede comprarse o pagarse.

<sup>4</sup> Acción de gran perfección y delicadeza o que requiere mucha habilidad y trabajo

<sup>5</sup> Hacer que un asunto se complique más de lo normal.

Si tiene más requerimientos, probablemente haya que ir a autómatas de mayor capacidad. (siemenslogo.com, 2014)

## **6.8) Sensor**

Un sensor es un dispositivo para detectar y señalar una condición de cambio. ¿Y qué es esta “condición de cambio”? Con frecuencia se trata de la presencia o ausencia de un objeto o material (detección discreta). También puede ser una cantidad capaz de medirse, como un cambio de distancia, tamaño o color (detección analógica). Esta información, o salida del sensor, es la base del proceso de monitoreo y control de un proceso de fabricación.

### ***6.8.1) Sensores de contacto y sin contacto***

**6.8.1.1) Sensores de contacto.** Son dispositivos electromecánicos que detectan cambios a través del contacto físico directo con el objeto en cuestión. Los sensores de contacto:

1. Generalmente no requieren de energía eléctrica.
2. Pueden soportar más corriente y tolerar mejor las alteraciones de la línea eléctrica.
3. Generalmente son más fáciles de entender y diagnosticar.

Los encoders, los interruptores de final de carrera y los interruptores de seguridad son sensores de contacto. Los encoders transforman el movimiento de las máquinas en señales y datos. Los interruptores de final de carrera se utilizan cuando es posible un contacto físico con el objeto. Los interruptores de seguridad ofrecen resistencia a posibles interpolaciones y contactos de apertura directa, lo cual permite utilizarlos como protectores de máquinas y paradas de emergencia. (Bradley, 2000)

**6.8.1.2) Sensores sin contacto.** Son dispositivos electrónicos de estado sólido que crean un campo de energía o haz y reaccionan ante una alteración en ese campo. Algunas características de los sensores sin contacto son:

1. No se requiere contacto físico.
2. No tienen componentes móviles que puedan atascarse, desgastarse o romperse (por lo tanto, necesitan menos mantenimiento).
3. Generalmente operan más rápido.
4. Son más flexibles en cuanto a su aplicación.

Los sensores fotoeléctricos, inductivos, capacitivos y ultrasónico corresponden a sensores sin contacto. Al no haber contacto físico, se elimina la posibilidad de desgaste; sin embargo, en raras ocasiones podría haber una interacción entre el sensor y el objeto. Los sensores sin contacto también son susceptibles a la energía emitida por otros dispositivos o procesos. (Bradley, 2000)

### ***6.8.2) Tipos De Sensores***

1. Sensores fotoeléctricos
2. Sensor de proximidad
3. Sensores finales de carrera
4. Sensores de posición angular o lineal
5. Sensor de desplazamiento y deformación
6. Sensor de velocidad lineal y angular
7. Sensor de aceleración
8. Sensor de presión
9. Sensor de caudal
10. Sensor de temperatura
11. Sensor de presencia
12. Sensor táctil
13. Sensores de proximidad. (autycom, s.f.)

### **6.8.3) Finales De Carrera**

Los sensores de contacto, también conocidos como sensor de final de carrera, son dispositivos eléctricos, neumáticos o mecánicos que se localizan a la parte final del recorrido de un objeto o elemento móvil como podría ser una cinta transportadora o el brazo de un robot, por ejemplo.

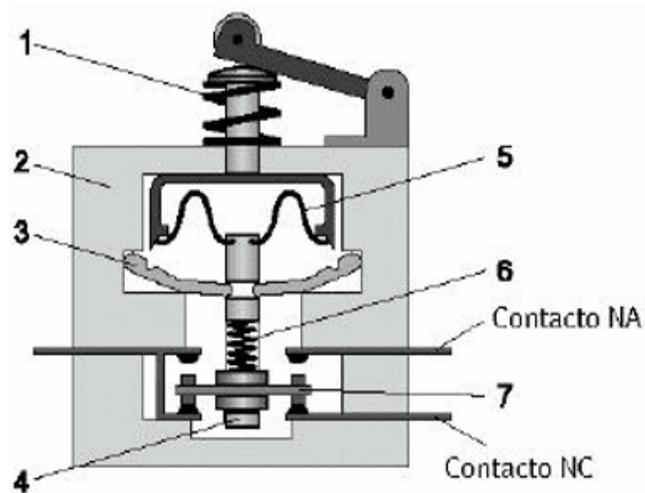
Tienen una finalidad muy clara, que es convertir una magnitud física en una eléctrica, es decir, permitir mediante el contacto (magnitud física) dar la señal (magnitud eléctrica) de que un objeto ya ha llegado a su disposición final.

En la actualidad existen 2 tipos de sensores de final de carrera según la forma en que funcionan y la estructura de los mismos, los binarios y analógicos. A continuación, te explicamos las características y como funciona un sensor de contacto en sus distintos tipos.

**6.8.3.1) Sensores de contacto binario.** Su función principal, como su nombre indica, es la de detectar la presencia o ausencia de un objeto, entrando en contacto con dicho objeto y enviando una señal eléctrica binaria (0-1) de ausencia o presencia.

Debido a que han sido diseñados para ofrecer una respuesta binaria, cuentan con dos posiciones típicas, abierto (NA) y cerrado (NC). Ejemplos de este tipo de sensores límite de carrera son los pulsadores o interruptores. (sensorde.net, s.f.)

El sensor que será utilizado en este trabajo se encuentra dentro de la clasificación de sensores de proximidad, su nombre es sensor de final de carrera que ha sido seleccionado debido a que cuenta con la característica que utiliza nuestra lógica de la programación y la declaración de entradas en LOGO SOFT COMFORT.



- 1- Resorte
- 2- Soporte
- 3- Leva de accionamiento
- 4- Eje
- 5- Resorte de copa
- 6- Resorte de presión
- 7- Contacto móvil

*Ilustración 2 Estructura interna de un final de carrera binario. (sensorde.net, s.f.)*

Los sensores de final de carrera binarios cuentan con 2 tipos de funcionamiento distintos.

1. Positivo. El sensor se activa cuando el objeto de control eleva el eje del sensor y conecta el objeto con el contacto NC.
2. Negativo. En este modo sucede lo contrario que en el anterior, es decir, el eje baja, forzando el resorte y cerrando el circuito.

**6.8.3.2) Sensores de contacto analógico.** Al igual que el sensor de contacto binario, el analógico detecta la presencia del objeto móvil, pero a su vez, envía una señal de retorno proporcional a la fuerza ejercida por dicho objeto.

El mecanismo de mayor simpleza que existe de sensor de contacto analógico es una varilla accionada por un resorte enlazada con un eje giratorio. (sensorde.net, s.f.)



*Ilustración 3 Sensor de contacto LEGO. (sensorde.net, s.f.)*

**6.8.3.3) Partes y características de un sensor de contacto.** En un sensor de contacto podemos distinguir varias partes, que son comunes a todos ellos independientemente del tipo, a continuación, te detallamos cada una de las partes o características de un sensor final de carrera. (sensorde.net, s.f.)

**6.8.3.3.1) Accionador.** Este elemento es el que contacta directamente con el objeto móvil. Cuenta con 2 posiciones, reposo y operación. (sensorde.net, s.f.)

**6.8.3.3.2) Cabeza.** En este lugar es donde se localiza el mecanismo que transforma el movimiento del accionador en movimiento de contacto del sensor de carrera. Así pues, cuando el accionador se mueve de forma correcta el mecanismo de la cabeza acciona los contactos del interruptor. (sensorde.net, s.f.)

**6.8.3.3.3) Bloque de contactos.** Aquí es donde se localizan toda la parte eléctrica del contacto del interruptor.

**6.8.3.3.4) Bloque de terminales.** Es en esta zona donde se conecta mediante cables el interruptor con el resto del circuito de control.

**6.8.3.3.5) Cuerpo del interruptor.** En función del tipo de interruptor, en su interior encontraremos unos elementos u otros. En un interruptor enchufable encontraremos el bloque de contactos mientras que un interruptor no enchufable habrá el bloque de contactos y terminales.

**6.8.3.3.6) Base.** Los interruptores no enchufables no disponen de ella, mientras que en los enchufables la base aloja el bloque de terminales.

**6.8.3.4) Ventajas y desventajas.** Las ventajas que ofrece el sensor de final de carrera son las siguientes:

1. Tienen la capacidad de detectar cualquier tipo de objeto independientemente del material del que esté hecho.
2. No se ven afectados por ninguna interferencia del exterior.
3. La salida la forman uno o más contactos libres de potencial.
4. Funcionamiento mecánico.
5. No tiene imanes en su cuerpo por lo que no se ve afectado por la electricidad estática.

Solo existe una desventaja al usar este tipo de sensor, y es que de que su salida produce rebotes, que son imprescindibles de eliminar al conectarlos a un sistema electrónico si se quieren evitar malas lecturas. (sensorde.net, s.f.)

#### **6.8.4) Sensor Magnético**

Son sensores que efectúan una conmutación electrónica mediante la presencia de un campo magnético externo, próximo y dentro del área sensible. Estos sensores pueden ser sensibles a los polos del imán, o solamente a un polo.



Ilustración 4 Tipos de sensores magnéticos. (varitel.com, s.f.)

**6.8.4.1) Funcionamiento.** Esos modelos son accionados mediante la presencia de un campo magnético externo proveniente de un imán permanente. Pueden ser sensibles a los polos del imán o solamente a un polo.

#### **6.8.4.2) Características.**

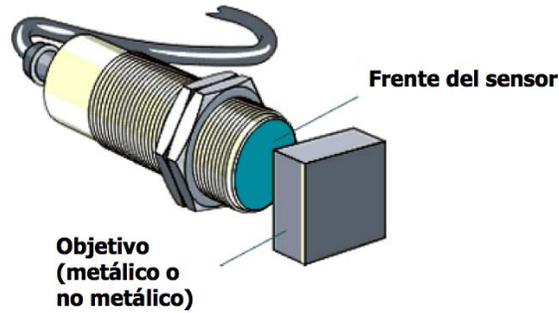
1. Montaje en cilindros neumáticos dotados de émbolo magnético
2. Accionamiento preciso
3. LED indicador de accionamiento
4. Montaje robusto en caja plástica
5. Grado de protección IP67<sup>6</sup>
6. Cable estándar con 2m de largo. (weg.net, s.f.)

#### **6.8.5) Sensor Capacitivo**

Los sensores capacitivos permiten detectar objetos metálicos y no metálicos, sólidos y líquidos, si bien son más apropiados para detectar objetos no metálicos debido a sus características y costo en comparación con los sensores de proximidad inductivos. En la mayoría de las aplicaciones con objetos metálicos es preferible usar sensores inductivos por su confiabilidad y asequibilidad.

---

<sup>6</sup> Ingress Protection, o grado de protección, en español. Éstas son una manera alfanumérica de puntuar el nivel de resistencia frente al polvo y al agua de todo tipo de dispositivos.

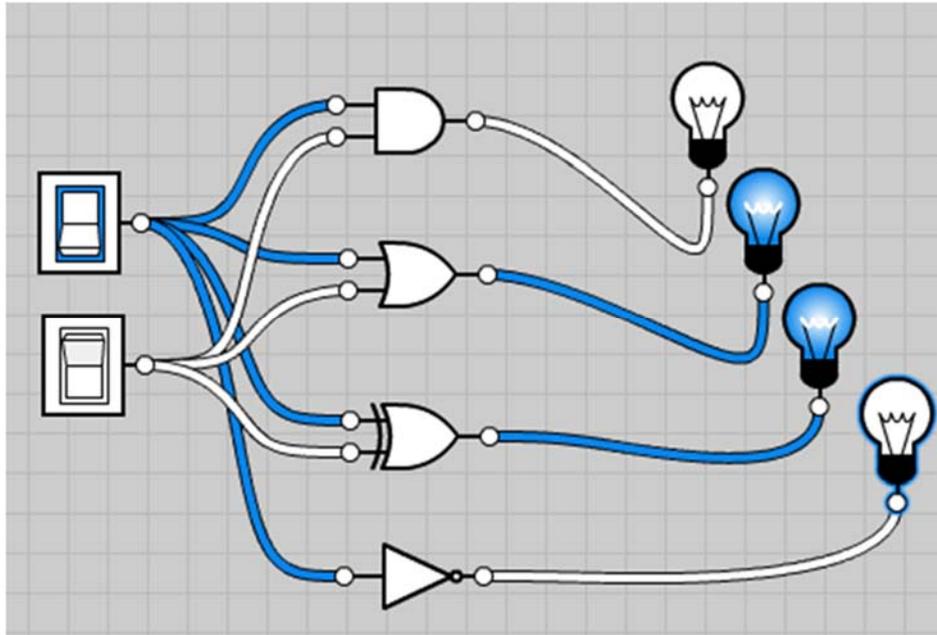


*Ilustración 5 Sensor Capacitivo (Google sites, s.f.)*

## **6.9) Compuertas lógicas**

Las Compuertas Lógicas son circuitos electrónicos conformados internamente por transistores que se encuentran con arreglos especiales con los que otorgan señales de voltaje como resultado o una salida de forma booleana, están obtenidos por operaciones lógicas binarias (suma, multiplicación). También niegan, afirman, incluyen o excluyen según sus propiedades lógicas. Estas compuertas se pueden aplicar en otras áreas de la ciencia como mecánica, hidráulica o neumática.

Existen diferentes tipos de compuertas y algunas de estas son más complejas, con la posibilidad de ser simuladas por compuertas más sencillas. Todas estas tienen tablas de verdad que explican los comportamientos en los resultados que otorga, dependiendo del valor booleano que tenga en cada una de sus entradas. (logicbus.com.mx, s.f.)



*Ilustración 6 Combinaciones para compuertas. (logicbus.com.mx, s.f.)*

Trabajan en dos estados, "1" o "0", los cuales pueden asignarse a la lógica positiva o lógica negativa. El estado 1 tiene un valor de 5v como máximo y el estado 0 tiene un valor de 0v como mínimo y existiendo un umbral entre estos dos estados donde el resultado puede variar sin saber con exactitud la salida que nos entregara. Las lógicas se explican a continuación:

La lógica positiva es aquella que con una señal en alto se acciona, representando un 1 binario y con una señal en bajo se desactiva. representado un 0 binario.

La lógica negativa proporciona los resultados inversamente, una señal en alto se representa con un 0 binario y una señal en bajo se representa con un 1 binario. (logicbus.com.mx, s.f.)

A continuación, vamos a analizar las diferentes operaciones lógicas una por una comenzando por la más simple:

### 6.9.1) Compuerta AND

Esta compuerta es representada por una multiplicación en el Algebra de Boole. Indica que es necesario que en todas sus entradas se tenga un estado binario 1 para que la salida otorgue un 1 binario. En caso contrario de que falte alguna de sus entradas con este estado o no tenga si quiera una accionada, la salida no podrá cambiar de estado y permanecerá en 0. Esta puede ser simbolizada por dos o más interruptores en serie de los cuales todos deben estar activos para que esta permita el flujo de la corriente. (logicbus.com.mx, s.f.)

A	B	Q
0	0	0
0	1	0
1	0	0
1	1	1



$$Q = A * B$$

### 6.9.2) Compuerta OR

En el Algebra de Boole esta es una suma. Esta compuerta permite que con cualquiera de sus entradas que este en estado binario 1, su salida pasara a un estado 1 también. No es necesario que todas sus entradas estén accionadas para conseguir un estado 1 a la salida, pero tampoco causa algún inconveniente. Para lograr un estado 0 a la salida, todas sus entradas deben estar en el mismo valor de 0. Se puede interpretar como dos interruptores en paralelo, que sin importar cual se accione, será posible el paso de la corriente. (logicbus.com.mx, s.f.)

A	B	Q
0	0	0
0	1	1
1	0	1
1	1	1

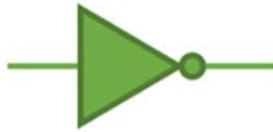


$$Q = A + B$$

### 6.9.3) Compuerta NOT

En este caso esta compuerta solo tiene una entrada y una salida y esta actúa como un inversor. Para esta situación en la entrada se colocará un 1 y en la salida otorgará un 0 y en el caso contrario esta recibirá un 0 y mostrará un 1. Por lo cual todo lo que llegue a su entrada, será inverso en su salida. (logicbus.com.mx, s.f.)

Q	Q'
0	1
1	0



$$Q = \bar{Q}$$

## **7) Diseño metodológico**

### **7.1) Tipo de estudio**

En la presente investigación se utilizó un método científico mixto donde encierra lo cuantitativo y cualitativo, como método de recolección de datos fue utilizada la entrevista, esta fue dirigida al personal de Dirección General, Admisión, Enfermería y Pacientes. Estos datos sirvieron de base para analizar la problemática existente en el traslado de expedientes clínicos, también para formular una propuesta de solución. Luego se tomaron en cuenta los cálculos para determinar el motor del ascensor, la estructura física y modo de funcionamiento.

El tipo de estudio empleado fue la investigación aplicada, esta se centra en analizar y resolver problemas de la vida real tal como es el caso del área de admisión que enfrenta un problema al momento de trasladar los expedientes clínicos a las diferentes estaciones de enfermería.

### **7.2) Área de estudio**

El área de estudio se desarrolló en el Nuevo Hospital Monte España ubicado de los semáforos de Claro de Villa Fontana 150 varas al Norte. Managua, Nicaragua.

El hospital fue fundado el doce de octubre de mil novecientos noventa y tres, iniciando como una clínica asistencial, al pasar de los años el hospital ha crecido de manera exponencial gracias a su excelente calidad médica. Actualmente el hospital cuenta con una gama completa de especialidades

### 7.3) Localización

A continuación, se detalla la ubicación exacta del Nuevo Hospital Monte España donde se desarrolla la investigación

#### 7.3.1) Macro localización

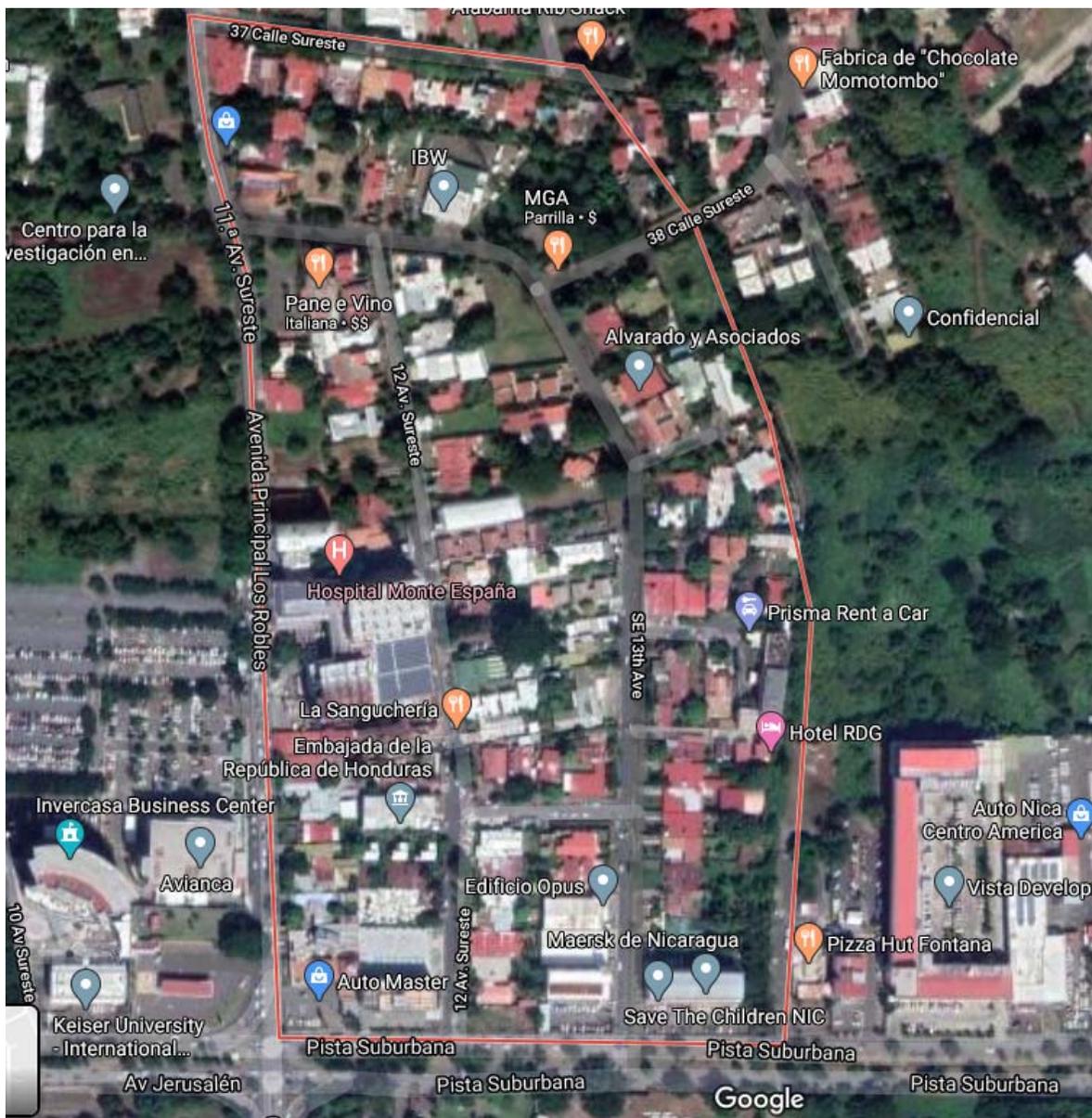


Ilustración 7 Macro localización Planes de Altamira No3

### 7.3.2) Micro localización

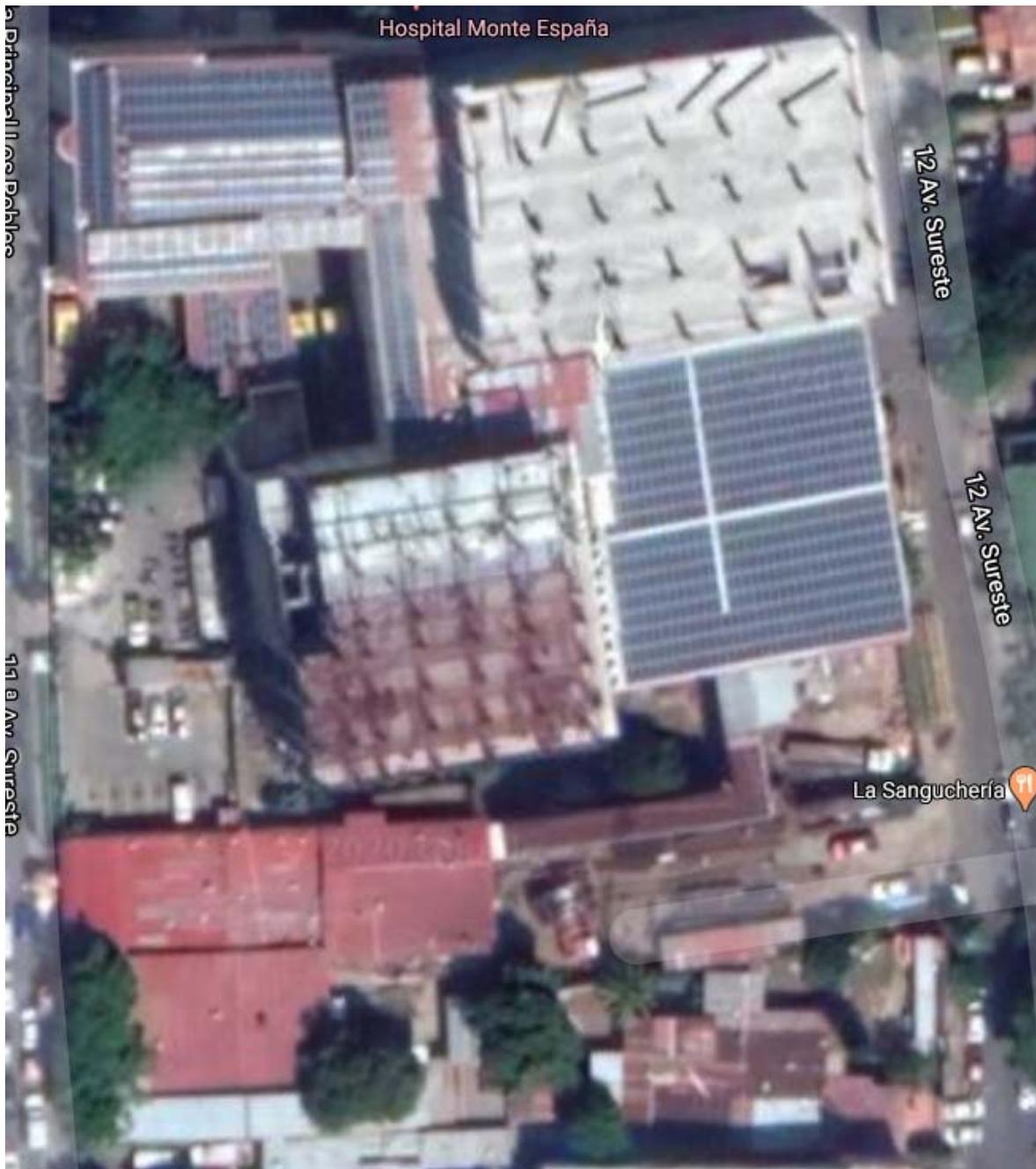


Ilustración 8 Micro localización del Hospital Monte España

#### **7.4) Universo**

El universo de la investigación comprende todas las cuarenta y dos áreas administrativas y clínicas del Nuevo Hospital Monte España.

#### **7.5) Muestra**

La muestra estuvo constituida por el área de admisión del Nuevo Hospital Monte España, ésta cuenta con veinte colaboradores distribuidos para las labores de registrar, almacenar, etiquetar, organizar, trasladar y retirar los expedientes clínicos por todo el hospital, de estos veinte colaboradores se tomaron dos de ellos para la entrevista. El tipo de muestra fue no probabilístico ya que se utilizó un muestreo por conveniencia.

#### **7.6) Criterios de inclusión**

- Medios de transportes usados por el área de admisión
- Dificultades presentes en el traslado de expedientes clínicos
- Experiencias de pacientes al compartir medios de transporte con traslado de expedientes
- Vivencias entre pacientes, personal de admisión y enfermería
- Razones de retraso durante el traslado de expedientes

## 7.7) Definición y operación de variable

Tabla 1 Tabla MOVI

### Variables

<u>Objetivos Específicos</u>	<u>Variable Conceptual</u>	<u>Sub-Variable o Dimensiones</u>	<u>Variable Operativa o Indicador</u>	<u>Técnicas de Recolección de datos e información</u>
Analizar las condiciones presentes en el área de admisión durante el traslado de expedientes clínicos	1. Análisis de las condiciones presentes en el área de admisión durante el traslado de expedientes clínicos.	1.1. Registro, clasificación, organización y traslado de expedientes 1.2. Garantizar la pronta atención de los pacientes.	1.1.1. Medios de transporte usados en traslados	Entrevista
Realizar la programación del PLC y el diseño estructural, esquema eléctrico y esquema electrónico del ascensor	2.Programación del PLC y diseños del ascensor.	2.1. PLC LOGO SIMENS 2.2 Rotulación de dimensiones, etiquetado acorde a la realidad	2.1.1. Lenguaje de programación FUP 2.2.1 Simulaciones para descartar errores	LOGO SOFT COMFORT AutoCAD CADe_SIMU Livewire
Demostrar a través de una maqueta el funcionamiento del ascensor.	4.Funcionamiento del ascensor.	4.1. Instalación y calibración de sensores	4.1.1. Realizar pruebas efectivas con la maqueta	Funcionamiento de ascensor.

## **7.8) Métodos e instrumentos de recolección de datos.**

El estudio que prevaleció en este documento fue de tipo mixto ya que aborda elementos cualitativos y cuantitativos tales como observación directa al área de interés, entrevista directa con la jefatura de la institución, personal de admisión, personal de enfermería y pacientes. se utilizaron modelos matemáticos para realizar los cálculos necesarios para determinar potencia, torque, eficiencia y caballos de fuerza para nuestro motor DC que moverá la cabina.

### ***7.8.1) Entrevista***

Se realizó una entrevista a siete personas entre las que se encuentran Dirección General, personal de Admisión, personal de Enfermería y Paciente, se les explicó el interés de realizar la propuesta de esta investigación obteniendo como resultados la aceptación por parte de las personas entrevistadas. Las visitas de campo brindaron un gran aporte ya que con esta se analizó a profundidad la necesidad presente del área de admisión.

## **7.9) Plan de análisis y procesamiento de la información**

El diseño de la estructura se realizó en la plataforma AutoCAD este software permite tener diferentes vistas para crear diseños 3D, cuenta con herramientas completas de Arquitectura, Electricidad, Fontanería, Mecánicas, Mapas, etc. Este software es de paga, pero cuenta con un lapso de prueba de treinta días con todas sus características completas.

El diagrama esquemático de la parte eléctrica fue elaborado en el simulador CADe\_SIMU, este permite crear diagramas eléctricos ya que contiene en sus galerías gran parte de los componentes que se encuentran presentes dentro de la industria en lo que respecta a automatización ya sea mediante PLC o contactos eléctricos.

## **8) Desarrollo**

### **8.1) Análisis de las condiciones presentes en el área de admisión durante el traslado de expedientes clínicos.**

La sede central del Hospital Monte España se encuentra ubicada de los semáforos de Claro de Villa Fontana 150 varas al Norte. Managua, Nicaragua. El hospital también cuenta con filiales en Zona Franca las Mercedes, Tipitapa, San Marcos y Ciudad Sandino.

Actualmente el hospital cuenta con una gama completa de especialidades que van desde imagenología, laboratorio, medicina general, medicina interna, especialidades, modernas salas de operaciones, etc.

El hospital emplea a más de mil colaboradores en diversas funciones que van desde médicos, enfermeros, edecanes, ingenieros, personal de cocina, choferes, seguridad, lavandería, conserjería, etc.

El área de Admisión está ubicada en la primera planta de la sede central del hospital, esta se encarga de llevar el registro de todos los pacientes que visitan el hospital, también de la distribución de los expedientes clínicos por las estaciones de enfermería, Sala de operaciones, Angiografía, Hospitalizados entre otros lugares situados a lo largo de los pisos del hospital, hasta llegar al cuarto piso donde se realizan los chequeos médicos rutinarios a los colaboradores del hospital y también se encuentra la bodega de expedientes vencidos.

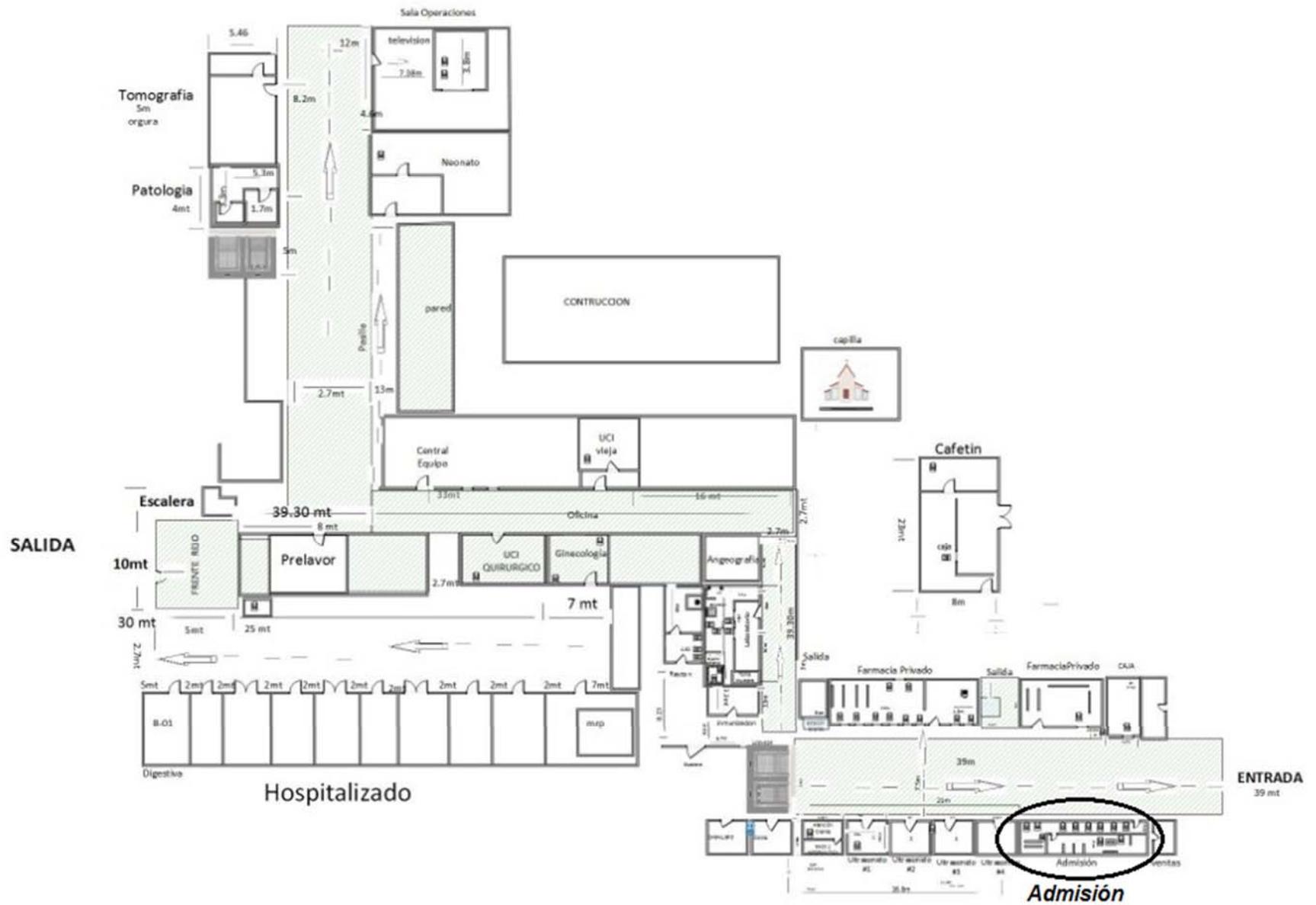


Ilustración 9 plano de primer piso del Nuevo Hospital Monte España.



*Ilustración 10 Área de archivo de admisión. Fuente Propia*

Este departamento comprende un área de aproximada de sesenta y cinco metros cuadrados en la cual están ubicados los computadores de registro de pacientes y de igual manera se encuentran los estantes de archivo donde los asistentes de admisión tienen los expedientes ordenados de manera alfabética, cuenta con recursos dedicados a las labores de registro electrónico, archivo y traslado. Estos últimos se dedican a trasladar los expedientes donde sean requeridos dentro del hospital.

Debido a la gran cantidad de expedientes que admisión debe trasladar su principal medio de apoyo es una carretilla de dos ruedas, su segundo recurso de apoyo que representa una gran necesidad para ellos es el ascensor. Este medio de transporte les permite llegar a los cuatro pisos que tiene actualmente la sede central brindando de manera eficaz una solución rápida al paciente para ser atendido de manera rápida.

Muchas veces el trasladar los expedientes por medio del ascensor se hace complicado ya que hay horas del día en las cuales el ascensor tiene más demanda por la gran cantidad de afluencia de pacientes. Creando inconformidad entre los pacientes por el hecho de no poder trasladarse con libertad.



*Ilustración 11 Expedientes y pacientes en el ascensor. Fuente propia*

El último medio para el traslado de los expedientes son las escaleras, este es usado únicamente cuando existe una falla en el ascensor, ya que debido a su ritmo de uso no es de extrañar que requiera mantenimientos más seguidos y aunque el hospital cuenta con el personal cualificado<sup>7</sup> para esta labor siempre toma tiempo realizarlo.

---

<sup>7</sup> Que tiene las cualidades necesarias para desempeñar un cargo o para desarrollar una actividad

El uso de las escaleras provoca que los expedientes se retrasen y no lleguen a tiempo a las estaciones y demás lugares, esto además genera retraso en el proceso de la atención médica, debido a que las estaciones se saturan de expedientes clínicos ya que acumulan los utilizados y los que van a serlo.



*Ilustración 12 Estación de medicina interna del Nuevo Hospital Monte España. Fuente propia*



*Ilustración 13 Expedientes en el área de Ginecología. Fuente propia*

### **8.1.1) Entrevista**

El departamento de electromedicina presentó ante la dirección del hospital una petición que otorga el permiso de realizar una encuesta al personal de admisión en su tiempo de descanso. Como primera fase se les explicó sobre la automatización y los grandes beneficios que esta trae consigo a las industrias, la segunda fase fue comentarles que se presentaría una propuesta para la posible implementación de un ascensor dedicado únicamente a expedientes clínicos, esto como una visión a futuro.

La entrevista fue dirigida a la Dirección general, personal de admisión, personal de enfermería presente en las estaciones y algunos pacientes. Teniendo como resultados comentarios positivos con respecto a la propuesta de un ascensor para expedientes clínicos ya que este más que un beneficio es una necesidad ya que:

1. Gracias a él no habrá inconformidad por parte de los pacientes.
2. No habrá necesidad de utilizar las escaleras para trasladar expedientes
3. Los expedientes no se acumularán en las estaciones y demás lugares.
4. Los pacientes serán atendidos de manera más rápida y eficiente.

**8.1.1.1) Opinión de la Dirección General.** La Dirección General de este hospital es y ha sido siempre colaboradora de este tipo de proyectos, ya que durante veintiséis años ha albergado diversos tipos de proyectos de muchos gremios. La propuesta del ascensor automatizado tuvo una gran aceptación por parte de la dirección ya que es la primera propuesta realizada para este tipo de problema que no había sido valorado antes.

**8.1.1.2) Opinión del personal de admisión.** La propuesta de un ascensor que permita trasladar a cada piso los expedientes hizo que el personal de admisión se sintiera agradecido ya que se ha valorado su gran labor a lo largo de estos años, tomando en cuenta la gran dificultad que estos atraviesan cada día para que los pacientes sean atendidos a tiempo esta propuesta sirve para dar un paso más adelante con el desarrollo del hospital.

**8.1.1.3) Opinión del personal de las estaciones de enfermería.** Esta parte de personas reaccionó de manera sorprendida al escuchar de los beneficios de la automatización a niveles industriales ya que son personas que por dedicarse a el campo de la atención medica mantienen este tema de la automatización como desconocido aún.

Luego de escuchar su reacción cambió, ya que ellos también son víctimas de quejas por parte de los pacientes al ser atendidos de manera poco eficiente por el tiempo que toma el traslado de los expedientes, agregando que esto sería de gran ayuda porque los pacientes no tendrían que esperar tanto tiempo para ser atendido por el médico.

**8.1.1.4) Opinión de pacientes.** Se tomó la opinión a dos pacientes para completar la entrevista estando en ella todas las piezas claves involucradas en la problemática presente que se espera mejorar con esta propuesta. Los pacientes decidieron proteger sus identidades y mantenerlas como anónimos por lo tanto serán llamados como paciente 1 y paciente 2.

**8.1.1.4.1) Paciente 1.** “Esta iniciativa con la que se creó la propuesta es algo que nos hace sentir valorados como pacientes ya que muchos venimos con permisos del trabajo y no podemos tomar todo el día para ser atendidos, en lo personal me ha tocado vivir malas experiencias al momento de estar el ascensor en pleno mantenimiento ya que un par de ocasiones he tenido problemas en el trabajo por el tiempo que me tomó ser atendido debido a que los expedientes tardaron demasiado tiempo en llegar”.

**8.1.1.4.2) Paciente 2.** “He estado en este hospital como paciente privado por más de 3 años, he tenido que vivir la incomodidad de viajar en el ascensor al lado de una carretilla con los expedientes clínicos. Esto genera una inconformidad ya que he sido golpeado por la misma y considero que el ascensor debería ser utilizado exclusivamente por pacientes. Esta propuesta para un ascensor dedicado a los expedientes clínicos sería un gran alivio para los pacientes en general si se llegara a implementar”.

Tabla 2 Detalles de personal entrevistado.

*Personal Entrevistado*

---

<u>Cargo</u>	<u>Área</u>
Director General	Dirección General
Auxiliar de admisión	Admisión
Auxiliar de admisión	Admisión
Enfermera	Estación de Pediatría
Enfermero	Estación de Ortopedia
Paciente 1	Asegurado
Paciente 2	Privado

---

El estudio de campo fue la primera actividad dentro de la agenda para la creación del documento ya que con esta técnica se obtuvo la información que serían los pilares del proyecto pues quedó evidenciada la necesidad de construir un ascensor para el traslado de expedientes clínicos en la sede central del hospital monte España.

## **8.2) Programación del PLC, diseño estructural, esquema eléctrico y electrónico del ascensor.**

Para hacer la programación de Logo se utilizó el software LOGO Soft Comfort V8.2 de Siemens, ya que este programa es propio del controlador que se ha adquirido, por lo tanto, no se tuvo que investigar más a fondo sobre otro software de automatización.

### ***8.2.1) LOGO Soft Comfort***

El programa LOGO Soft Comfort está disponible como paquete de programación para el PC. Con el software dispone de las siguientes funciones:

1. Creación de programas en los lenguajes FUP y KOP (conmutable). De forma prácticamente intuitiva, las funciones se posicionan por "arrastrar y colocar" en la superficie de dibujo.
2. Múltiples opciones de impresión permiten elaborar una documentación profesional.
3. Simulación de programas (offline): Para probar previamente los programas en el PC.
4. Test de programas (online): Los valores actuales de LOGO! se muestran en la pantalla.
5. Extensas funciones de ayuda contextual online.
6. Comunicación vía módem analógico: ¡Para el mantenimiento remoto de LOGO!, con carga y descarga de programas y test online.
7. Configuración de redes incluidas.
8. Funciones de diagnóstico.
9. Comunicación mediante “arrastrar y soltar” entre varios LOGO
10. Presentación gráfica de referencias.
11. Modo de red para una aplicación con transmisión de datos entre varios LOGO, y también entre LOGO y controladores SIMATIC o SIMATIC HMI.
12. Importación y exportación de conexiones, por ejemplo, a Microsoft Excel.
13. Configuración para acceso remoto vía TeleService, app, servidor web.

14. Macros (funciones personalizadas) inclusive comentarios, nombres de conexiones, contraseñas y transferencia de parámetros.
15. Tabla de estados incluyendo su almacenamiento en el PC.
16. Teclado virtual para editar textos de avisos.
17. Visualización de los textos de avisos en el test online.

#### **8.2.1.1) Instrucciones lógicas.**

1. Funciones básicas (AND, OR, NOT, NAND, NOR, XOR, evaluación de flancos positivos, evaluación de flancos negativos).
2. Retardo a la conexión.
3. Retardo a la desconexión.
4. Telerruptor.
5. Circuito de autorretención.
6. Retardo a la conexión con memoria.
7. Contador de horas de funcionamiento.
8. Relé de contacto de paso momentáneo/salida de impulsos.
9. Contador adelante/atrás.
10. Conmutador de valor umbral (disparador).
11. Generador de impulsos.
12. Programador horario anual.
13. Programador horario.
14. Retardo a la conexión/desconexión.
15. Generador de números aleatorios.
16. Relé de contacto de paso momentáneo con conmutación de flancos.
17. Conmutador de valor umbral analógico (disparador analógico).
18. Comparador analógico.
19. Conmutador de valor umbral delta analógico.
20. Watchdog analógico.
21. Amplificador analógico.
22. Automático de escalera.

23. Interruptor confort.
24. Textos de aviso.
25. Registro de desplazamiento.
26. Pulsador de menú.
27. Regulador PI.
28. Función de rampas:
29. Multiplexor analógico.
30. Función PWM.
31. Función de aritmética analógica
32. Función para detectar errores en la función de aritmética analógica
33. Reloj astronómico.
34. Filtro analógico.
35. Cálculo de promedios
36. Valores máx./mín.
37. Cronómetro. (Salmeron, 2019)

**8.2.1.2) Descripción general del interfaz de usuario.** Al abrir el modo de programa de LOGO Soft Comfort aparece un esquema de conexiones vacío. La mayor parte de la pantalla la ocupa el área dedicada a la creación de programas. Esta área se denomina interfaz de programación. En ella se disponen los botones y las combinaciones lógicas del programa.

Para no perder la vista de conjunto, especialmente en el caso de programas grandes, en los extremos inferior y derecho de la interfaz de programación se dispone de barras de desplazamiento que permiten mover el programa en sentido horizontal y vertical. (Salmeron, 2019)

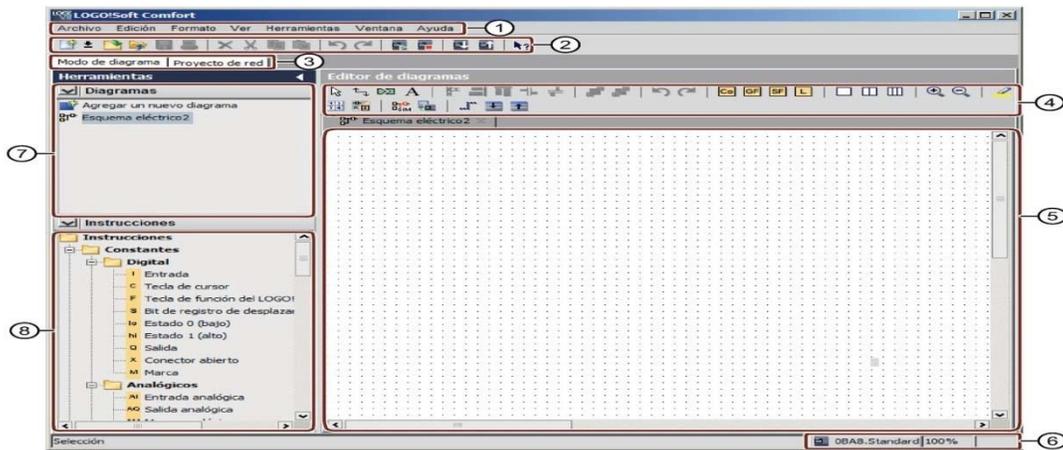


Ilustración 14 Interfaz de programación. (SIEMENS). (Salmeron, 2019)

1. Barra de menús.
2. Barra de herramientas "Estándar".
3. Barra de modo.
4. Barra de herramientas "Herramientas".
5. Interfaz de programación.
6. Barra de estado.
7. Árbol de esquemas.
8. Árbol de operaciones.

**8.2.1.3) Interfaz gráfica del Software.** Al abrir el modo de proyecto de LOGO Soft Comfort aparece la interfaz de usuario vacía. Después de seleccionar y agregar un nuevo dispositivo en el proyecto, LOGO Soft Comfort activa el recuadro del editor de esquemas.

LOGO Soft Comfort muestra una vista de red en la interfaz del proyecto en la que aparecen los dispositivos y las conexiones de red. El editor de esquemas muestra los bloques de programa y las combinaciones lógicas del programa. En un principio, el programa está vacío. (Salmeron, 2019)

Para no perder la vista de conjunto, especialmente en el caso de proyectos y programas grandes, en los extremos inferior y derecho de la vista de red y la interfaz de programación se dispone de barras de desplazamiento que permiten mover el programa en sentido horizontal y vertical.

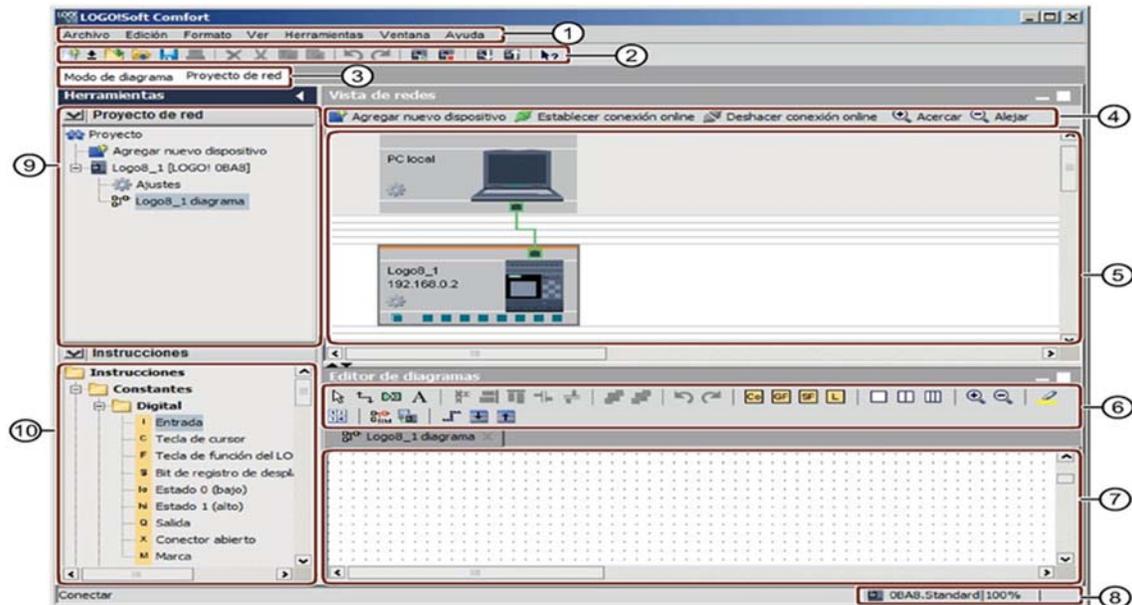


Ilustración 15 Interfaz de proyecto. (SIEMENS). (Salmeron, 2019)

1. Barra de menú.
2. Barra de herramientas “Estándar”.
3. Barra de herramientas “conexiones de red”.
4. Vista de red.
5. Barra de herramientas “estándar”.
6. Interfaz de programación.
7. Barra de estado.
8. Árbol de dispositivos.
9. Árbol de operaciones. (Salmeron, 2019)

**8.2.1.4) Sistemas operativos compatibles.** LOGO Soft Comfort puede ejecutarse en cualquiera de los siguientes sistemas operativos:

Windows 7 de 32/64 bits, Windows 8 ó Windows XP

SUSE Linux 11.3 SP3 de 32/64 bits, kernel 3.0.76

Mac OS × 10.6 Snow Leopard, Mac OS × Lion, Mac OS × MOUNTAIN LION y Mac OS × Mavericks. (SIEMENS)

**8.2.1.5) Lenguajes de programación.** Los lenguajes de programación para controladores autómatas sirven como canal de comunicación entre el sistema operativo que interpreta el lenguaje, y el usuario que tiene acceso a la configuración del programa. La finalidad es crear instrucciones secuenciales (comandos) que el CPU del PLC traduce en salidas digitales que energizan y controlan máquinas específicas o procesos complejos. Existe una norma para estandarizar la programación de PLC, la IEC 61131. Dicha norma busca la forma de solucionar necesidades de programación para la automatización industrial, utilizando PLC de diferentes proveedores, con diferentes lenguajes de programación y que puedan ser entendidos por personal de mantenimiento, ingenieros eléctricos, mecánicos y electrónicos.

**8.2.1.5.1) FUP (*Funktionsplan*).** Este lenguaje se denomina (diagrama de funciones). Su nombre viene de la palabra germana Funktionsplan que viene a decir diagrama de funciones.

Está íntimamente ligado con la lógica booleana, ya que todas las funciones se representan por medio de funciones lógicas tales como: OR, AND, NOT, XOR, NAND, NOR, etc. Tiene la ventaja de ser agrupados por bloques las diferentes lógicas y además incluye funciones matemáticas más complejas en forma de bloques.

Cuando hay mucha lógica booleana en serie suele ser más compacto y más fácil de ver el segmento completo, como puedes observar en la imagen la idea es ir intercalando bloques lógicos de forma gráfica. (Salmeron, 2019)

La parte positiva es que puedes ver gran parte del programa, pero por contra dependiendo de lo complicado que sea este, se puede hacer un poco engorroso el controlar que interactúa con qué como seguramente veremos más adelante.

Finalmente hay una mayor curva de aprendizaje para la gente proveniente del sector eléctrico clásico ya que seguramente se sentirán más cómodos usando KOP

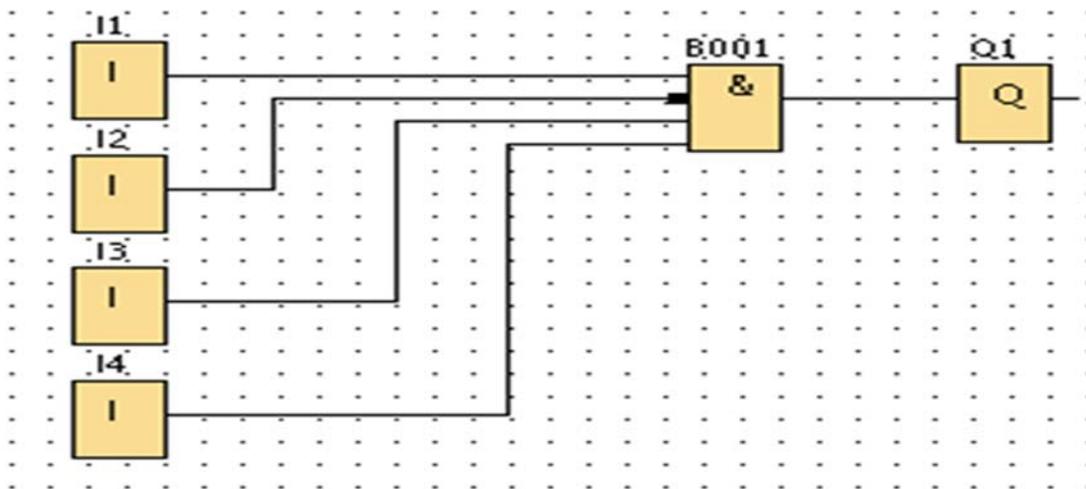


Ilustración 16 Lógica de la programación FUP. (Salmeron, 2019)

En la siguiente ilustración podemos apreciar las principales instrucciones que podemos encontrar al programar en el lenguaje FUP

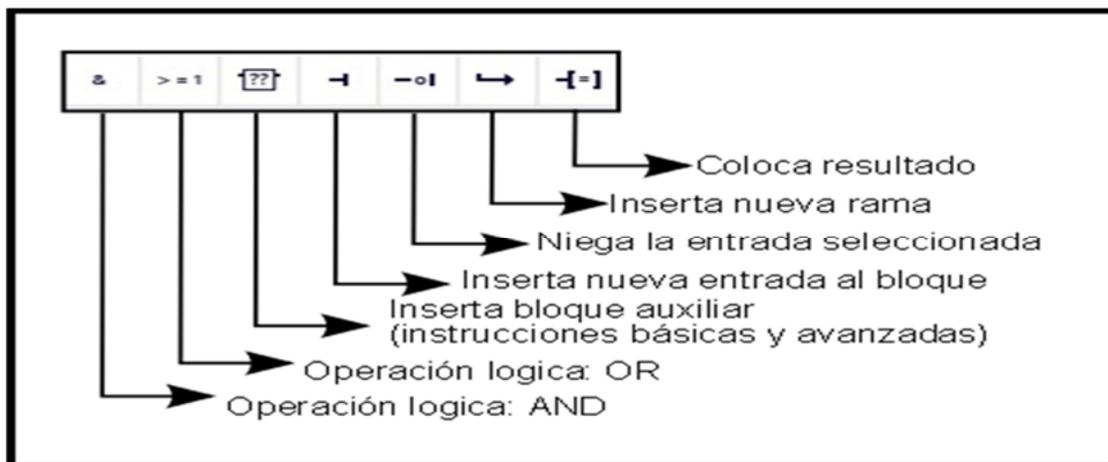


Ilustración 17 Instrucciones principales en FUP. (Salmeron, 2019)

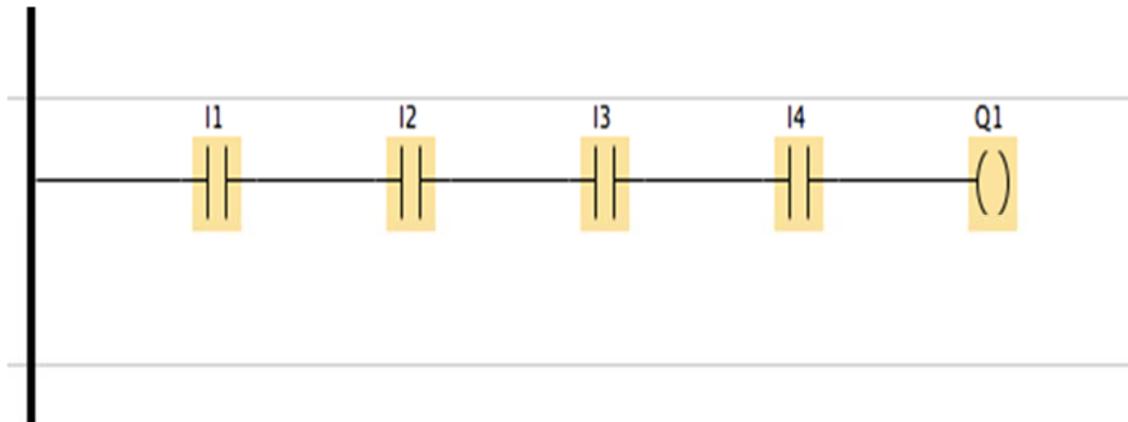
**8.2.1.5.2) KOP (Kontaktplan).** Se trata de una programación por diagrama de contactos (Kontaktplan) y proviene de la forma de representación de contactos eléctricos. También conocido como diagrama de contactos o de escalera.

A diferencia del FUP, este lenguaje hace uso de lógica booleana por medio de contactos eléctricos en serie y en paralelo.

Es un lenguaje de Step 7 gráfico y probablemente el más extendido en todos los lenguajes de programación y por tanto el más similar a otros. Actualmente es el lenguaje más ocupado en la programación de PLC's ya que es muy fácil de entender para personas familiarizadas a diagramas eléctricos.

Probablemente es el más fácil de entender por personal proveniente de la industria eléctrica y técnicos eléctricos. Una de las diferencias es que en este modo frente a FUP, no es necesario añadir bloques lógicos (el B001 del FUP) sino que la lógica booleana se realiza mediante contactos en serie o paralelos.

En definitiva, es la representación que habría que cablear si se quisiera hacer el mismo programa que realizas con el PLC. (Salmeron, 2019)



*Ilustración 18 Lógica de programación KOP. (Salmeron, 2019)*

En la siguiente ilustración encontraremos las principales instrucciones que podemos encontrar al programar en el lenguaje KOP

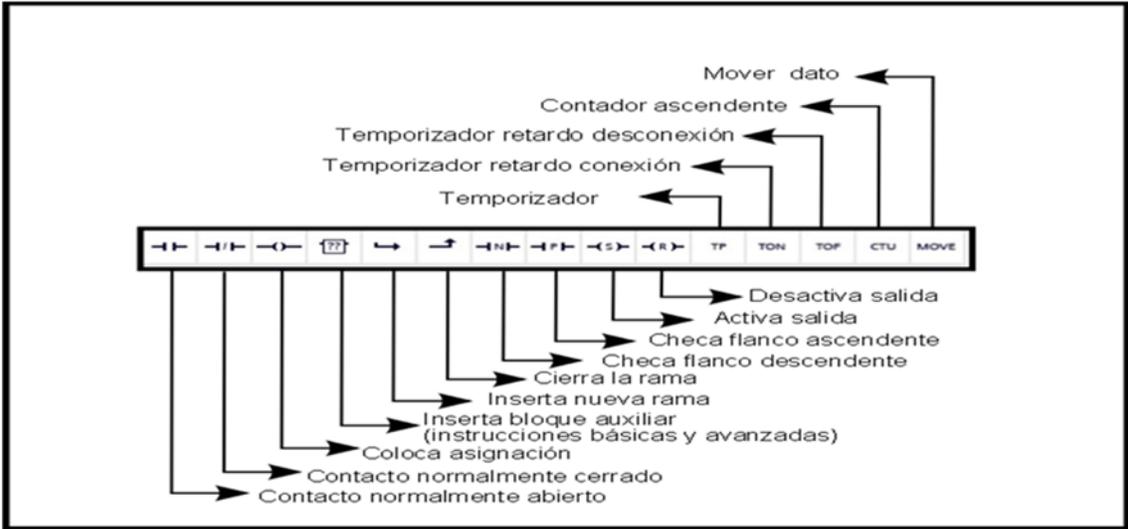


Ilustración 19 Instrucciones KOP. (Salmeron, 2019)

### 8.2.2) Diagrama de flujo

En todo diseño de programación se debe tener en cuenta un flujograma, esta es la herramienta que nos brinda una guía dentro de los pasos y condiciones a cumplir dentro del desarrollo del proceso de automatización.

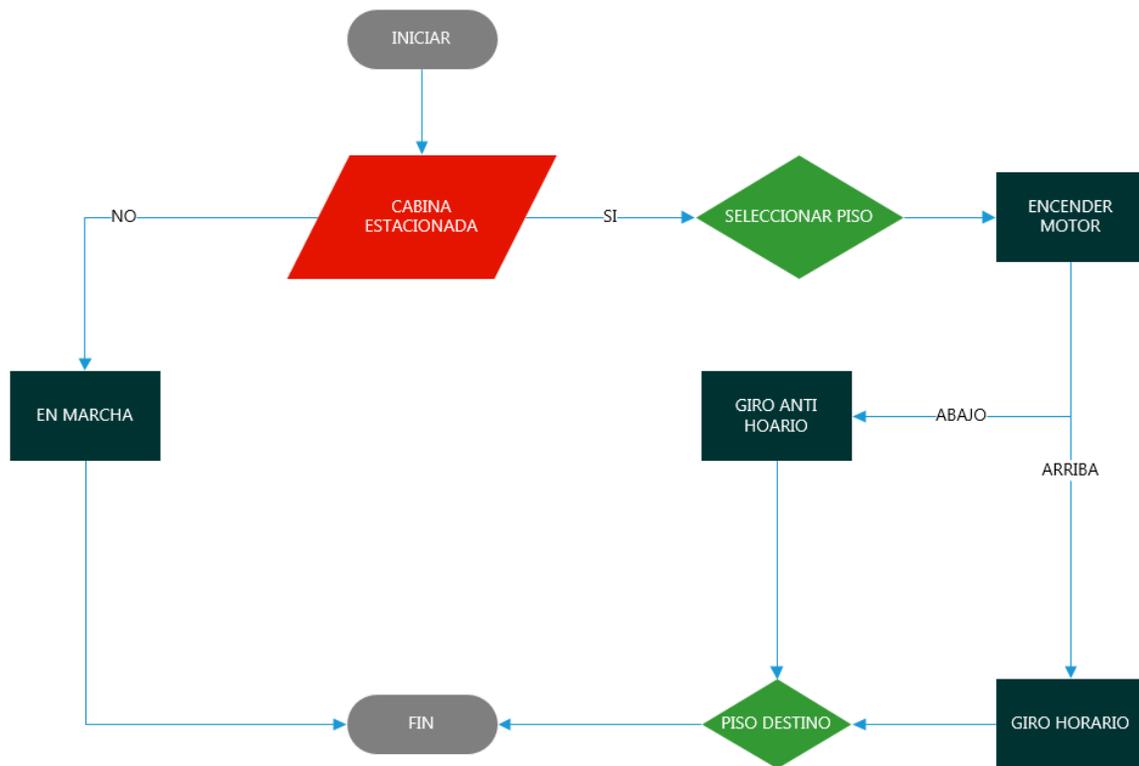


Ilustración 20 Diagrama de flujo del ascensor. Fuente propia

### **8.2.3) Lógica de la programación**

La idea de crear un ascensor controlado con PLC no parte de la programación sino de la lógica que deber cumplir los movimientos tanto de subida como de bajada. Lo primero a considerar fueron los cuatro pisos donde se va a desplazar dicho ascensor, nuestro motor deberá girar de izquierda a derecha o viceversa según la orden de llamada.

Existirán dos entradas trabajando en armonía uno que indicará la posición de la cabina y el otro le dirá a la cabina (motor) donde detenerse, ahora tomando en cuenta que la cabina siempre esta accionando uno de los sensores indicador de posición tenemos doce combinaciones finitas para poder desplazarnos tanto hacia arriba como hacia abajo.

Para representar la lógica de nuestro ascensor plantearemos una nomenclatura habitual dentro del mundo de la automatización donde tenemos que las I y la S será nuestras entradas (botón de llamado y sensores de posición y paro), Q será la salida o el sentido del giro del motor, para identificar los movimientos utilizaremos la letra U para los movimientos ascendentes y D para los descendentes, tomando en cuenta esto realizamos la siguiente lógica:

#### **8.2.3.1) Declaración de entradas y salidas.**

- I1 →Llamada del primer piso (pulsador NO)
- I2 →Llamada del segundo piso (pulsador NO)
- I3 →Llamada del tercer piso (pulsador NO)
- I4 →Llamada del cuarto piso (pulsador NO)
- S1 →Sensor de paro primer piso (Magnético)
- S2 →Sensor de paro segundo piso (Final de carrera)
- S3 →Sensor de paro tercer piso (Capacitivo)
- S4 →Sensor de paro cuarto piso (Magnético)
- Q1 →Movimiento de subida (Motor eléctrico)
- Q2 →Movimiento de bajada (Motor eléctrico)

### 8.2.3.2) Declaración de variables presentes en la ecuación de movimientos.

U1 →Movimiento del primer piso al segundo

U2 →Movimiento del primer piso al tercero

U3 →Movimiento del primer piso al cuarto

U4 →Movimiento del segundo piso al tercero

U5 →Movimiento del segundo piso al cuarto

U6 →Movimiento del tercer piso al cuarto

D1 →Movimiento del cuarto piso al tercero

D2 →Movimiento del cuarto piso al segundo

D3 →Movimiento del cuarto piso al primero

D4 →Movimiento del tercer piso al segundo

D5 →Movimiento del tercer piso al primero

D6 →Movimiento del segundo piso al primer

Tabla 3 Tabla de movimientos

#### *Movimientos de las salidas*

<u>Movimientos</u>	<u>Set</u>	<u>Reset</u>	<u>Salidas</u>
U1	(S1+I2)	S2	Q1
U2	(S1+I3)	S3	Q1
U3	(S1+I4)	S4	Q1
U4	(S2+I3)	S3	Q1
U5	(S2+I4)	S4	Q1
U6	(S3+I4)	S4	Q1
D1	(S4+I3)	S3	Q2
D2	(S4+I2)	S2	Q2
D3	(S4+I1)	S1	Q2
D4	(S3+I2)	S2	Q2
D5	(S3+I1)	S1	Q2
D6	(S2+I1)	S1	Q2

### 8.2.4) Algoritmo de programación

Tabla 4 Algoritmo de programación para ascensor

<u>Movimientos</u>	<u>Entradas</u>								<u>Salidas</u>	
	<u>I1</u>	<u>S1</u>	<u>I2</u>	<u>S2</u>	<u>I3</u>	<u>S3</u>	<u>I4</u>	<u>S4</u>	<u>Q1</u>	<u>Q2</u>
U1	0	1	1	0	0	0	0	0	1	0
U2	0	1	0	0	1	0	0	0	1	0
U3	0	1	0	0	0	0	1	0	1	0
U4	0	0	0	1	1	0	0	0	1	0
U5	0	0	0	1	0	0	1	0	1	0
U6	0	0	0	0	0	1	1	0	1	0
D1	0	0	0	0	1	0	0	1	0	1
D2	0	0	1	0	0	0	0	1	0	1
D3	1	0	0	0	0	0	0	1	0	1
D4	0	0	1	0	0	1	0	0	0	1
D5	1	0	0	0	0	1	0	0	0	1
D6	1	0	0	1	0	0	0	0	0	1

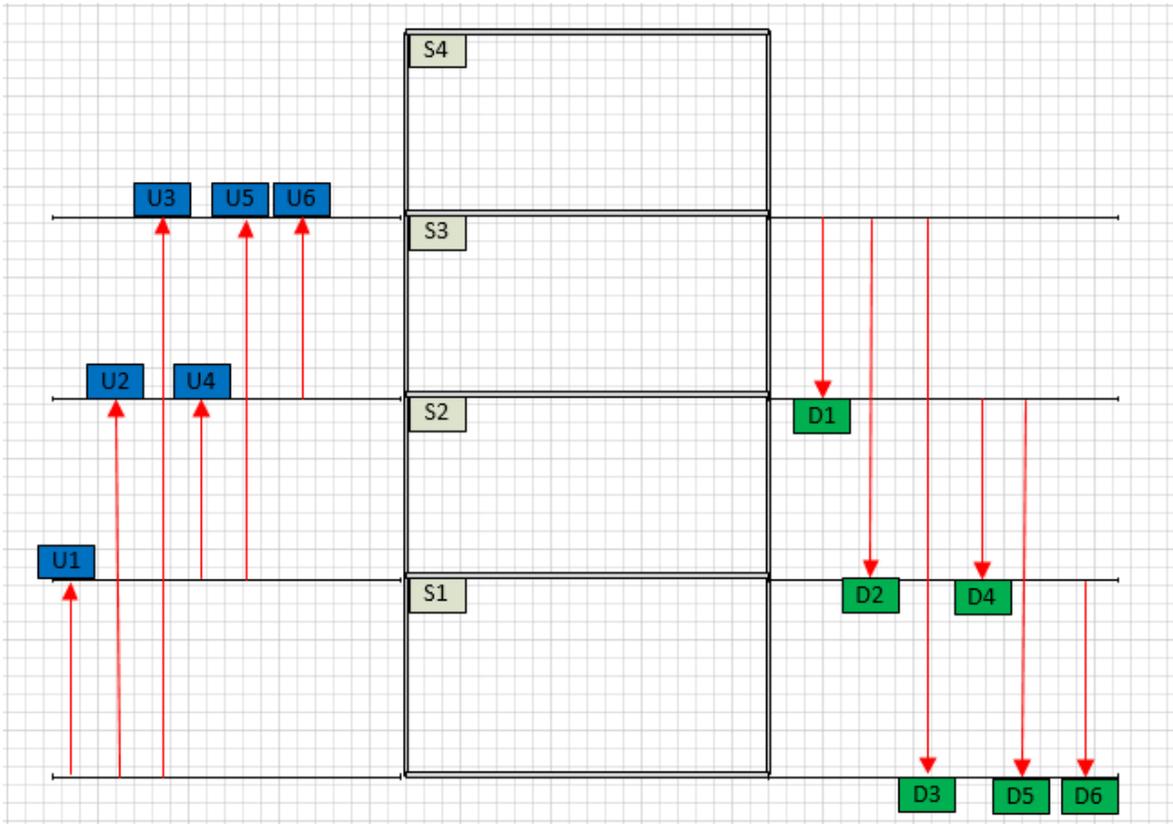


Ilustración 21 Simulación del funcionamiento del ascensor. Fuente propia

### 8.2.5) Aplicación de la norma ISA 5.2 Diagramas lógicos binarios para operaciones de procesos.

En esta norma se encuentran símbolos lógicos que representan:

- Operaciones.
- Sistemas secuenciales para el arranque.
- Operación.
- Paro de procesos

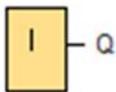
Esta norma intenta facilitar el entendimiento de sistemas binarios y mejorar la comunicación entre el personal técnico, gerencial, y de mantenimiento que tiene que ver con el sistema. El flujo de la información está representado por líneas que interconectan estados lógicos.

La dirección normal del flujo es de izquierda a derecha o de arriba hacia abajo, para mayor claridad del diagrama y siempre que sea necesario pueden agregarse flechas a las líneas de flujo. Un diagrama lógico puede ser más o menos detallado dependiendo de la intención de su uso. La cantidad de detalle del diagrama lógico depende del grado de refinamiento lógico.

### **8.2.5.1) Bloques de funciones usando en la programación de LOGO SIEMENS.**

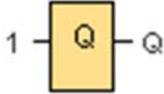
**8.2.5.1.1) Entradas.** Los bloques de entrada representan los bornes de entrada de LOGO. Hay 24 entradas digitales disponibles como máximo.

En la configuración de bloques puede asignar un borne de entrada diferente a un bloque de entrada, si el nuevo borne no se está utilizando aún en el programa.



**8.2.5.1.2) Salidas.** Los bloques de salida representan los bornes de salida de un LOGO. Es posible utilizar 20 salidas como máximo. En la configuración de bloques puede asignar un borne de salida diferente a un bloque de salida, si el nuevo borne no se está utilizando aún en el programa.

En la salida está aplicada siempre la señal del anterior ciclo del programa. Este valor no cambia en el ciclo actual del programa.



**8.2.5.1.3) Relé autoenclavador.** Un relé autoenclavador es un elemento de memoria binario simple. El valor de la salida depende del estado de las entradas y del estado anterior de la salida.

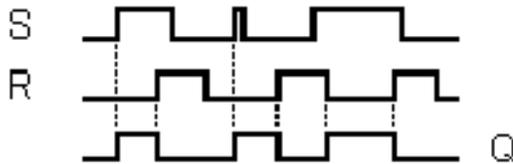


Tabla 5 Tabla de comportamiento de un RS

**Tabla de Autoenclavador**

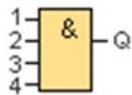
<b><u>Conexión</u></b>	<b><u>Descripción</u></b>
Entrada <b>S</b>	La salida Q se activa con una señal en la entrada S (Set).
Entrada <b>R</b>	La salida Q se desactiva con una señal en la entrada R (Reset). La salida Q se desactiva si están activadas tanto S como R (la desactivación tiene prioridad sobre la activación)
Parámetros	Remanencia activada (ON) = el estado se guarda de forma remanente.
Salida <b>Q</b>	Q se activa con una señal en la entrada S y permanece activada hasta que es desactivada con una señal en la entrada R.

## Cronograma



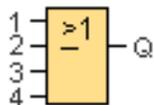
S	R	Q	Observación
0	0	x	El estado no cambia
0	1	0	Desactivación
1	0	1	Activación
1	1	0	Desactivación

**8.2.5.1.4) Compuerta lógica AND.** La salida de la función AND solo adopta el estado 1 si todas las entradas tienen el estado 1, es decir, si están cerradas. Si no se utiliza una entrada de este bloque (x), se le asigna el valor  $x = 1$ .



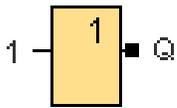
**8.2.5.1.5) Compuerta lógica OR.** La salida de una función OR adopta el estado 1 si por lo menos una entrada tiene el estado 1, es decir, si está cerrada.

Si no se utiliza una entrada de este bloque (x), se le asigna el valor  $x = 0$ .



**8.2.5.1.6) Compuerta lógica NOT.** La salida de una función NOT adopta el estado 1 si la entrada tiene el estado 0. El bloque NOT invierte el estado de la entrada.

La ventaja de NOT es por ejemplo que para LOGO ya no se necesitan contactos normalmente cerrados. Solo tiene que utilizar un contacto normalmente abierto y, mediante el bloque NOT, convertirlo en un contacto normalmente cerrado.



*Tabla 6 Tabla de verdad de compuerta lógica NOT*

*Tabla de verdad de compuerta NOT*

<u>Entrada</u>	<u>Salida</u>
0	1
1	0

8.2.6) Programación del PLC LOGO SIEMENS para el ascensor a través del software LOGO SOFT COMFORT V8.2.

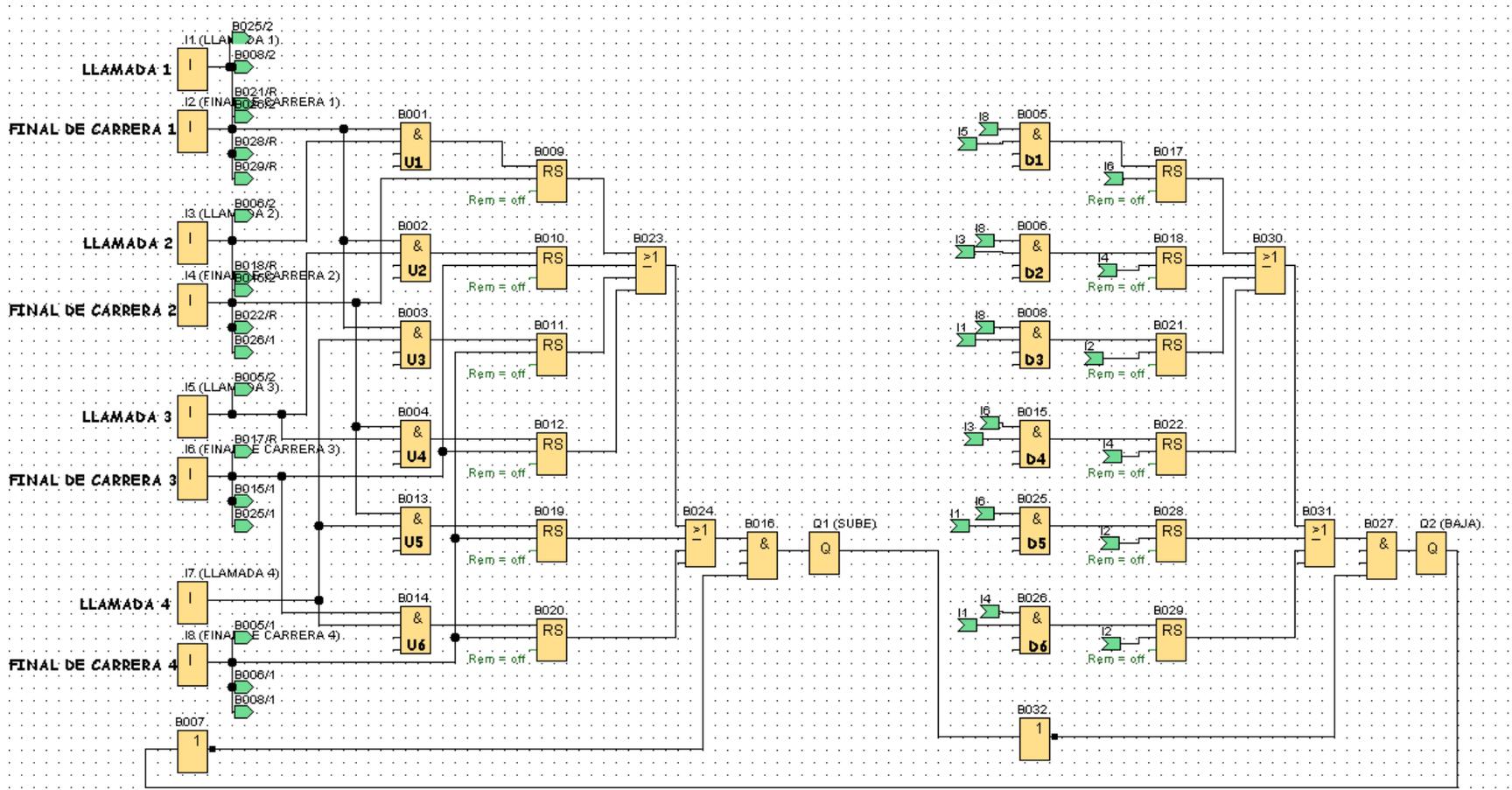


Ilustración 22 Programación del Ascensor de 4 plantas en LOGO Soft Comfort V8.2. Fuente propia

Número de bloque (tipo)	Parámetro
B009(Relé autoenclavador) :	Rem = off
B010(Relé autoenclavador) :	Rem = off
B011(Relé autoenclavador) :	Rem = off
B012(Relé autoenclavador) :	Rem = off
B017(Relé autoenclavador) :	Rem = off
B018(Relé autoenclavador) :	Rem = off
B019(Relé autoenclavador) :	Rem = off
B020(Relé autoenclavador) :	Rem = off
B021(Relé autoenclavador) :	Rem = off
B022(Relé autoenclavador) :	Rem = off
B028(Relé autoenclavador) :	Rem = off
B029(Relé autoenclavador) :	Rem = off
I1(Entrada) : LLAMADA 1	
I2(Entrada) : FINAL DE CARRERA 1	
I3(Entrada) : LLAMADA 2	
I4(Entrada) : FINAL DE CARRERA 2	
I5(Entrada) : LLAMADA 3	
I6(Entrada) : FINAL DE CARRERA 3	
I7(Entrada) : LLAMADA 4	
I8(Entrada) : FINAL DE CARRERA 4	

*Ilustración 23 Declaración de parámetros del programa. Fuente propia*

Conector	Rotulación
I1	LLAMADA 1
I2	FINAL DE CARRERA 1
I3	LLAMADA 2
I4	FINAL DE CARRERA 2
I5	LLAMADA 3
I6	FINAL DE CARRERA 3
I7	LLAMADA 4
I8	FINAL DE CARRERA 4
Q1	SUBE
Q2	BAJA

*Ilustración 24 Declaración de entradas y salidas del programa. Fuente propia*

**8.2.6.1) Descripción de la programación.** La programación para el control del sistema electromecánico del ascensor está hecha en el simulador de LOGO Soft Comfort y utiliza el diagrama de funciones (FUP) como lenguaje de programación.

De manera general nuestro ascensor funciona con un par de entradas donde una es un sensor de contacto que indica la ubicación de la cabina y el otro es un pulsador que le dice hacia dónde dirigirse, los cuatro pares de entrada se entrelazan y el sensor de contacto ahora también sirve para decirle a la cabina donde detenerse y el otro si el ascensor deberá subir o bajar. Todo esto sucede gracias a las salidas que es un motor girando en sentido horario y antihorario.

La estructura de la programación esta desglosada de la siguiente manera: la entrada **IP** (pulsador,) y la entrada **IS** (sensor de contacto) son las condiciones para saber dónde está y para donde se desplazará la cabina del ascensor respectivamente, ahora las entradas serán recepcionadas por una compuerta **AND** que se activará cuando ambas entradas (**IP** e **IS**) estén en alto. Los relés de auto enclavamiento reciben el nivel alto de la **AND** en el set y el reset directamente de los sensores de posición.

Una vez que el set del relé de auto enclavamiento es activado manda una señal en alto a la compuerta **OR** que solo necesitará un pulso de activación en cualquiera de sus entradas, siendo esto optimo ya que las condiciones para cada piso son de uno a uno.

Las salidas del programa que en este caso es un motor en directa no puede recibir dos señales a la vez porque el giro se controlará invirtiendo la polaridad de la alimentación y para evitar un corto circuito se ideó que la señal de activación de la salida este condicionada, cuando **Q1** este en alto mandará una señal a una compuerta **NOT** que a su vez mandará un pulso en bajo a la **AND** que activa la **Q2** evitando así que ambas señales se encuentren.

Ahora puntualizaremos un movimiento del ascensor con los valores y nombres reales de la programación para poder entender un poco mejor la funcionalidad, no será necesario describir todos los movimientos ya que al final todos convergen en la misma lógica. En esta ocasión nos desplazaremos del primer piso hacia el segundo.

Lo primero será describir las entradas en juego que serán **I1** botón de llamado del primer piso, la **S1** que será el sensor del primer piso, en esta situación que simulamos la cabina deberá estar en el primer piso por ende el sensor **S1** estará activado, luego tendremos la **I2** que es botón de llamado al segundo piso y la **S2** que es el sensor del segundo piso que en esta ocasión se deberá detener cuando la cabina llegue al segundo piso.

Cuando el operario del ascensor que se encuentra en el primer piso mande la cabina al segundo con las con las entradas ya antes mencionadas serán procesadas por una compuerta lógica **AND B003** que comparara **S1** e **I2** para mandar a activar seguidamente el set del relé auto enclavador **B011**, luego la salida de **B011** va a la compuerta lógica **OR B023** que está esperando a **B011** para activar la compuerta lógica **AND B016** y ésta con todos sus pulsos de entrada en alto finalmente pondrá en marcha la salida **Q1** como paro del motor tenemos el reset del relé auto enclavador **B011** que a su vez es el sensor de contacto del segundo piso indicando que ha llegado a su lugar.

Una vez activada la salida **Q1** manda un pulso en alto a la compuerta lógica **NOT B032** esta negará el pulso y se lo enviará a la compuerta **AND B027** para desactivar la salida **Q2** evitando que ambas salidas se activen al mismo tiempo.

Quedó en evidencia que la parte de la programación es la más compleja del todo el proyecto puesto que parte de una lógica muy estricta con respecto a lo que se quiere realizar y luego transmitir esa lógica a la programación de PLC.

### ***8.2.7) Diseño estructural, esquema eléctrico y esquema electrónico del ascensor***

**8.2.7.1) Diseño Estructural.** Esta es una de las bases fundamentales para cada proyecto ya que se debe contar con planos estructurales o arquitectónicos que sirvan como guía para construir de manera fiable cualquier estructura, para la realización de este esquema hemos tomado una herramienta llamada AutoCAD, este pertenece a la familia de Autodesk.

**8.2.7.1.1) AutoCAD.** AutoCAD® es un software de diseño asistido por computadora (CAD) en el cual se apoyan tanto arquitectos como ingenieros y profesionales de la construcción para crear dibujos precisos en 2D y 3D.

- Crea, anota y edita geometría en 2D y modelos en 3D con sólidos, superficies y objetos de malla.
- Automatiza tareas tales como comparar dibujos, agregar bloques, crear planificaciones y muchas más.
- Personaliza con las aplicaciones complementarias y las API.

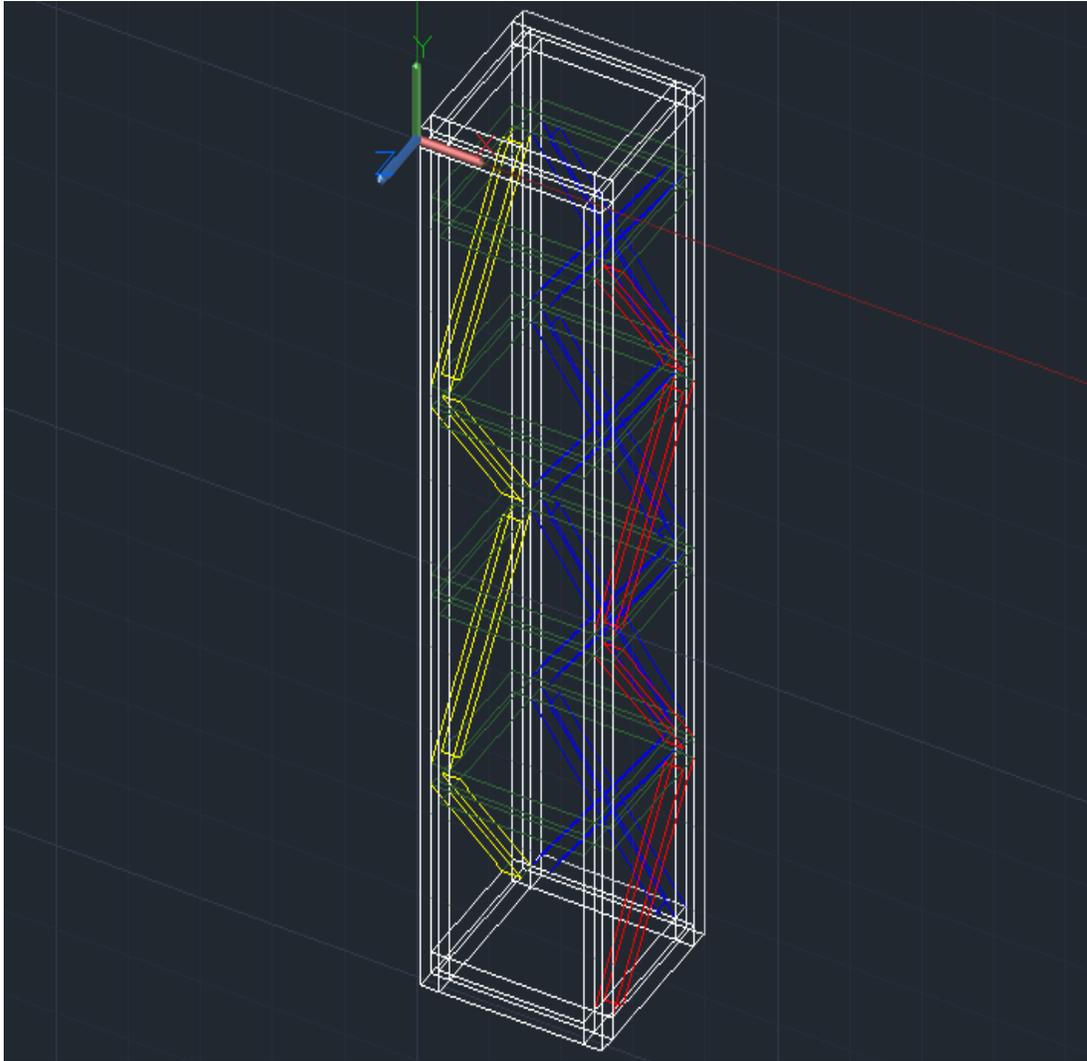
### **Herramientas de AutoCAD**

1. Conjunto de herramientas de arquitectura.
2. Conjunto de herramientas eléctricas.
3. Conjunto de herramientas mecánicas.
4. Conjunto de herramientas MEP<sup>8</sup>.
5. Conjunto de herramientas MAP 3D
6. Conjunto de herramientas raster design.
7. Conjunto de herramientas PLANT 3D

---

<sup>8</sup> mecánico, eléctrico y de plomería

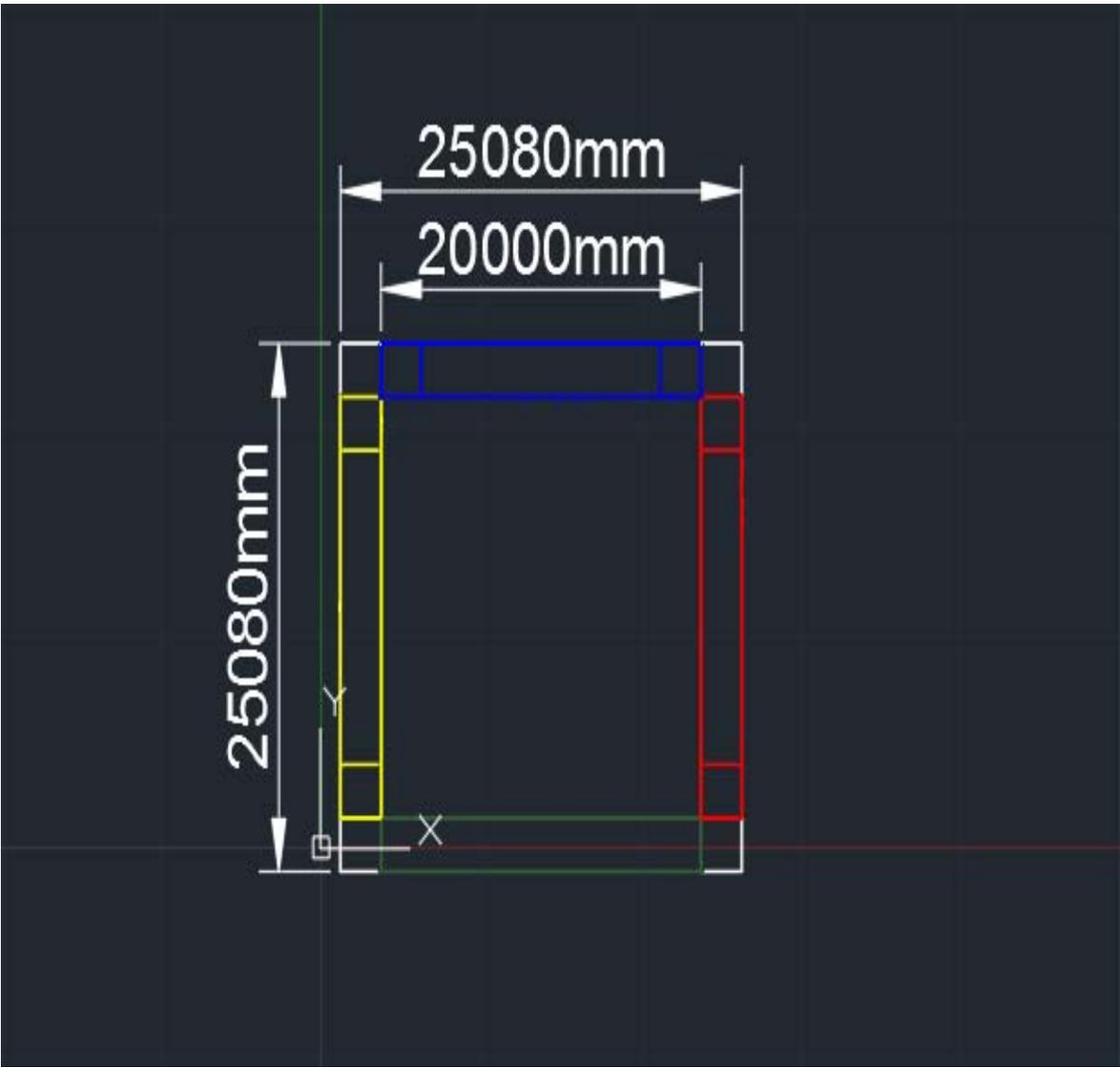
**8.2.7.1.2) Planos de la torre para el ascensor.** Para toda construcción arquitectónica se requiere elaborar un plano que nos permita saber las dimensiones y formas de la estructura. En esta imagen tomamos la vista isométrica<sup>9</sup> que nos deja claro cómo será la estructura de la torre del ascensor, también se tiene la medida de los materiales que en este caso es una armazón de tubo metálico cuadrado de una por una pulgada.



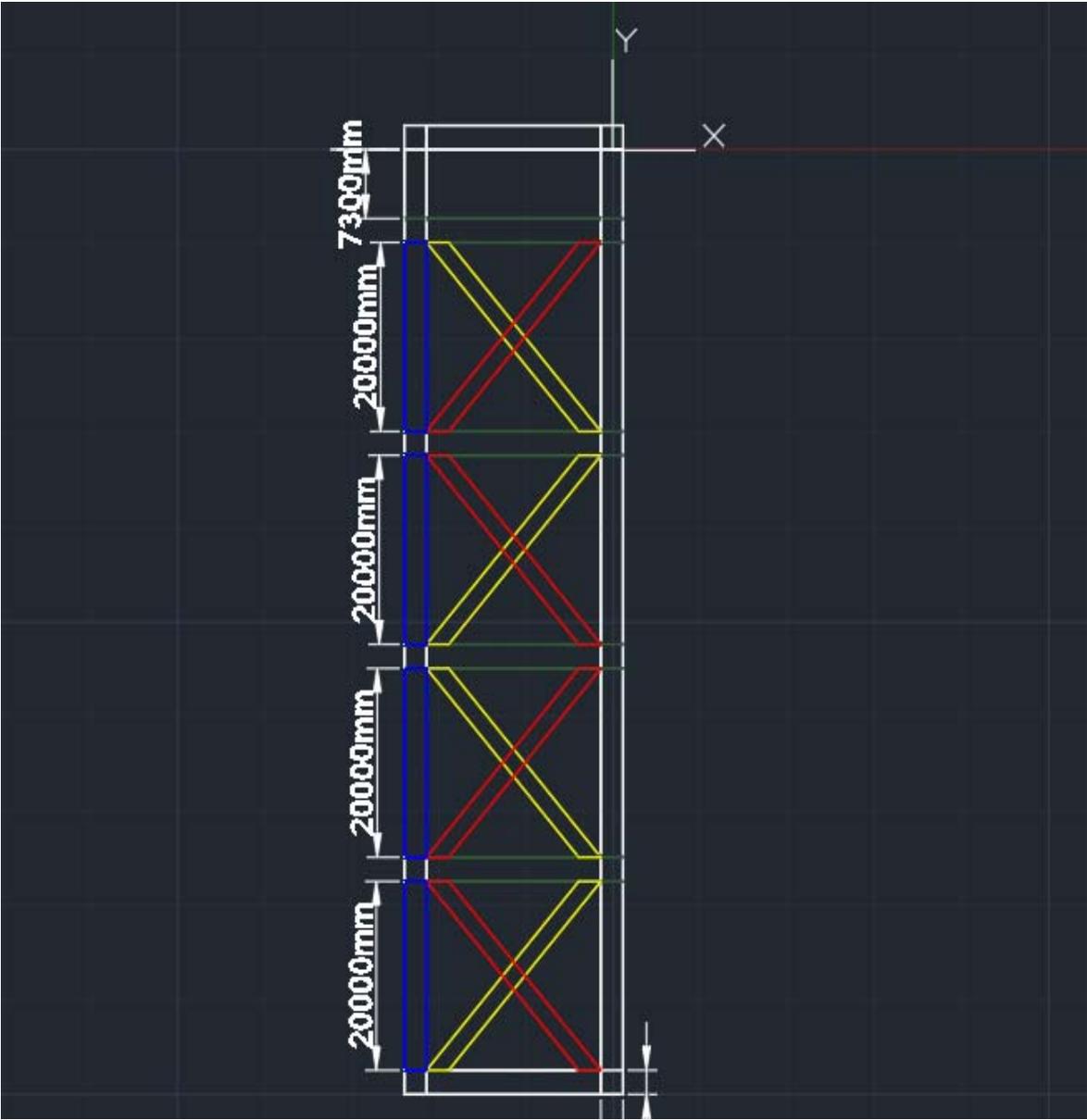
*Ilustración 25 Estructura de la torre para el ascensor vista isométrica*

---

<sup>9</sup> Constituye en una representación visual de un objeto tridimensional que se reduce en dos dimensiones.



*Ilustración 26 Vista superior e inferior de la estructura.*



*Ilustración 27 Vista lateral derecha.*

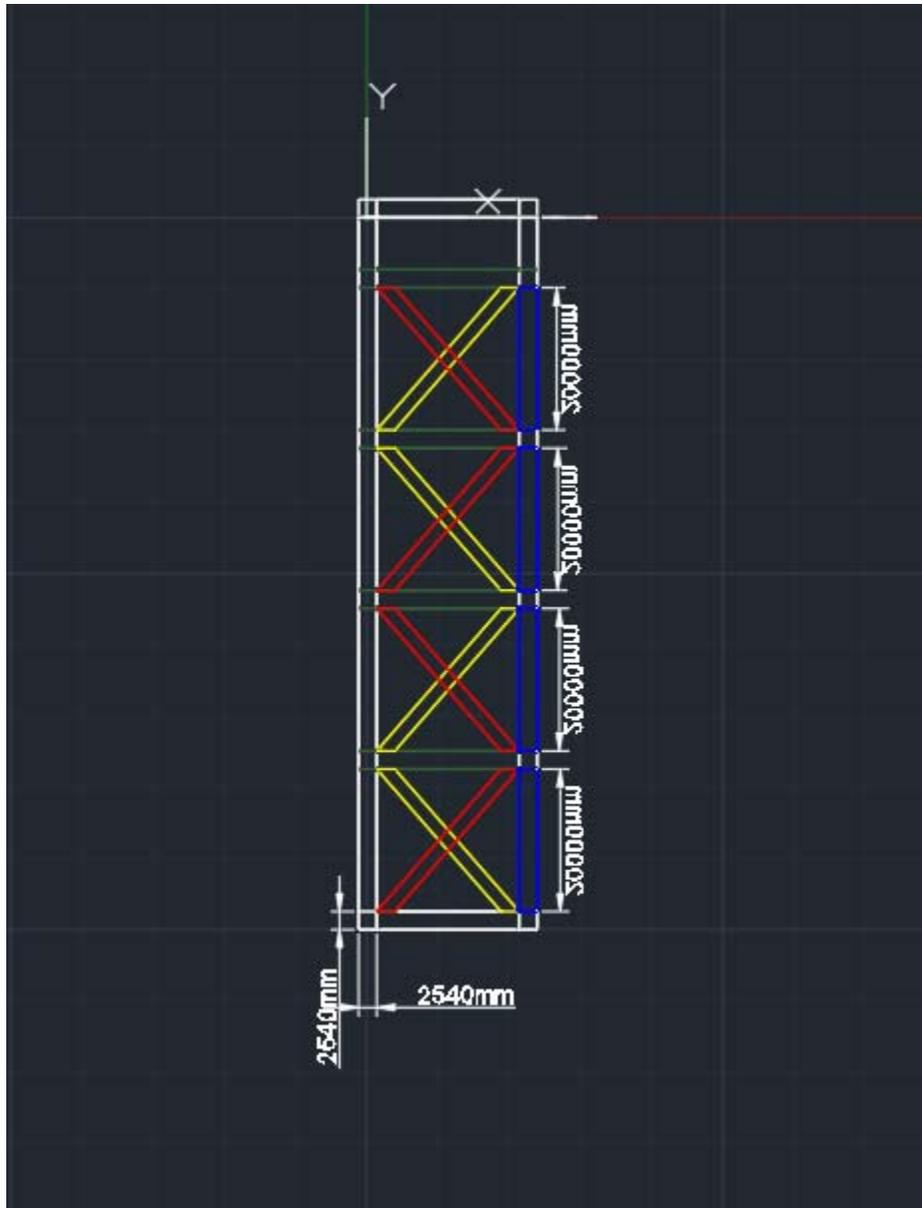


Ilustración 28 Vista lateral izquierda

**8.2.7.2) Esquema eléctrico.** El esquema eléctrico es una representación visual y descriptiva de una instalación eléctrica o parte de ella, en la que queda claramente definido cada uno de sus componentes y la interconexión entre ellos.

En esta ocasión utilizamos el software *CADe\_SIMU* para simular el esquema eléctrico del ascensor de cuatro plantas que se implementará en la sede central del Nuevo Hospital Monte España tomando en cuenta todos los elementos eléctricos involucrados para su óptimo funcionamiento.

**8.2.7.2.1) *CADe\_SIMU*.** Es un programa con el que se puede simular casi cualquier circuito, permitiendo ver si se cometen errores, fallas que se producen y ver como se solucionarlas. Entre las ventajas que tiene es que no pide muchos recursos para su ejecución en la PC y su manejo es muy simple. Su modo de simulación permite visualizar el estado de cada componente eléctrico cuando esta activado al igual que resalta los conductores eléctricos sometidos al paso de la corriente eléctrica.

**Circuito de mando:** En el circuito de mando se representa la lógica cableada del automatismo y en él se incluirán los equipos que por un lado reciben la información de los distintos elementos de captación. Los mandos manuales deben proporcionar un control sobre la maquinaria que se desea controlar, pero siempre teniendo en cuenta que lo primordial es mantener asegurada la seguridad de los operarios que la controlan.

Como los circuitos de mando realmente son un manejo de los circuitos de potencia, pero a distancia, esta circunstancia evitará que los operarios que controlan un proceso tengan que efectuar desplazamientos innecesarios.

**Circuito de potencia:** Los circuitos de potencia son aquellos elementos que hacen de alguna manera el trabajo duro, puesto que son los encargados de ejecutar las órdenes dictaminadas por el circuito de mando. Este tipo de circuito se caracteriza sobre todo por trabajar a tensiones superiores 230 V, 400 V y más, en corriente alterna principalmente.

Los circuitos de potencia se representan en los esquemas de potencia, donde se incluyen una serie de elementos. Entre los más representativos se encuentran: fusibles, interruptores, contactores, relés térmicos, motores, etc.

En las siguientes ilustraciones podemos observar cómo nuestro logo esta energizado mediante una fuente de 24 voltios VDC, las entradas están conectadas internamente de forma que comparten un neutro común y la fase en la entrada de cada una de las ocho ranuras controladas por switch cuando sea necesario el llamado una de ellas.

La salida del logo es simplemente un relé con una bobina interna que se energiza cuando las condiciones de entrada se cumplen cerrando así el circuito, en este caso tomamos la línea positiva para la salida y así alimentar el elemento consumidor o sea el motor que moverá nuestra cabina.

En esta programación todas las entradas o sea los switches están compuestos por contactos normalmente abiertos, pero en ocasiones o circunstancias distintas de programación pueden estar compuestos de contactos normalmente cerrados, todo depende del gusto o necesidad del fabricante.

En la parte de potencia del esquema eléctrico vemos como hay un arreglo contactores o dicho de otra manera un inversor de giro ya sea horario o antihorario para el motor que será controlado por el logo dentro la programación ya cargada en su software, la programación que se usó en el CADe\_SIMU usa la misma lógica de la del LOGO SOFT COMFORT ya antes mencionada en el capítulo anterior.

8.2.7.2.2) Plano esquemático de instalación eléctrica etapa de mando y etapa de fuerza.

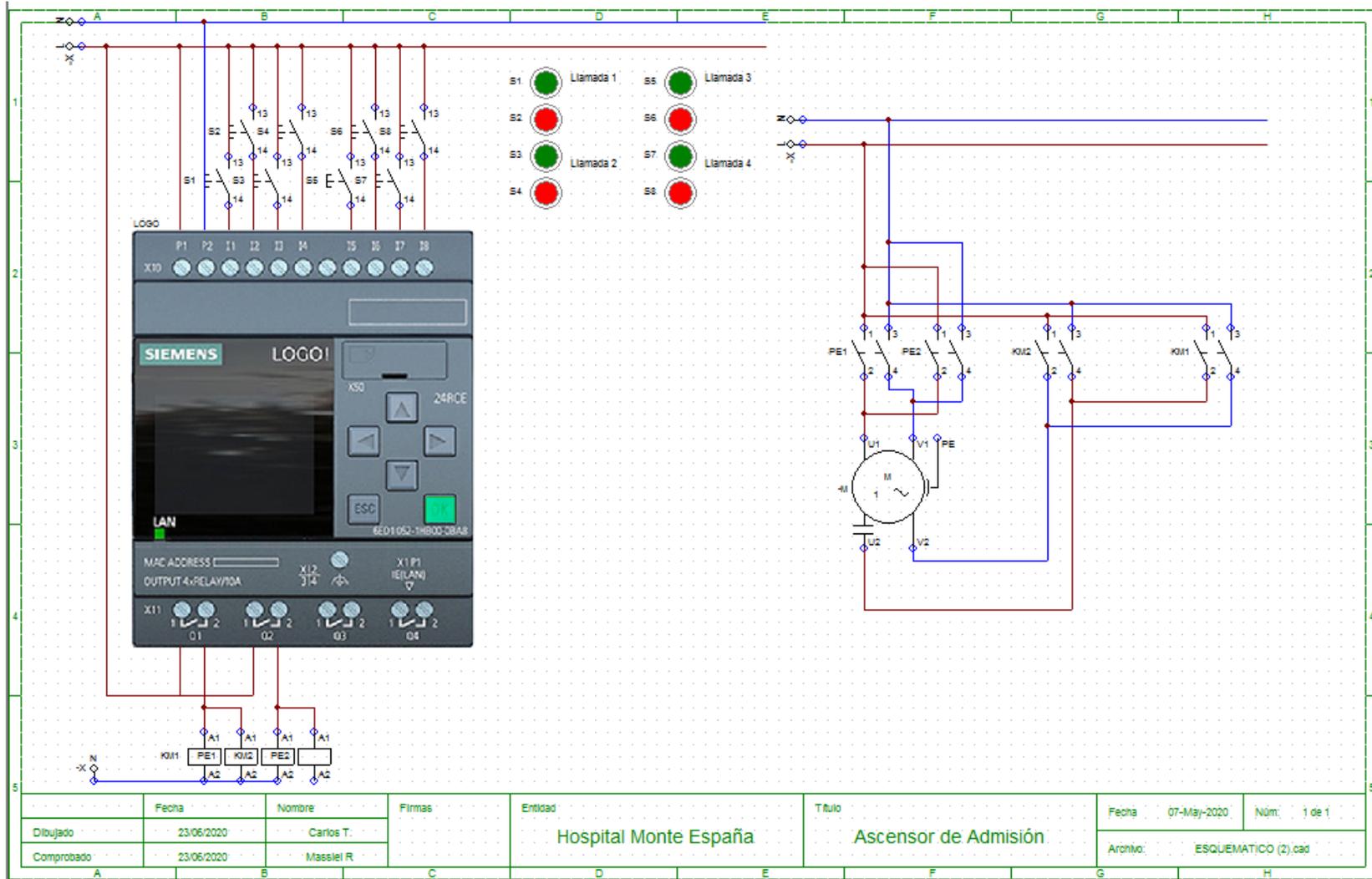


Ilustración 29 Plano esquemático eléctrico del ascensor. Fuente propia

### 8.2.7.2.3) Programación de mando en CADe\_SIMU.

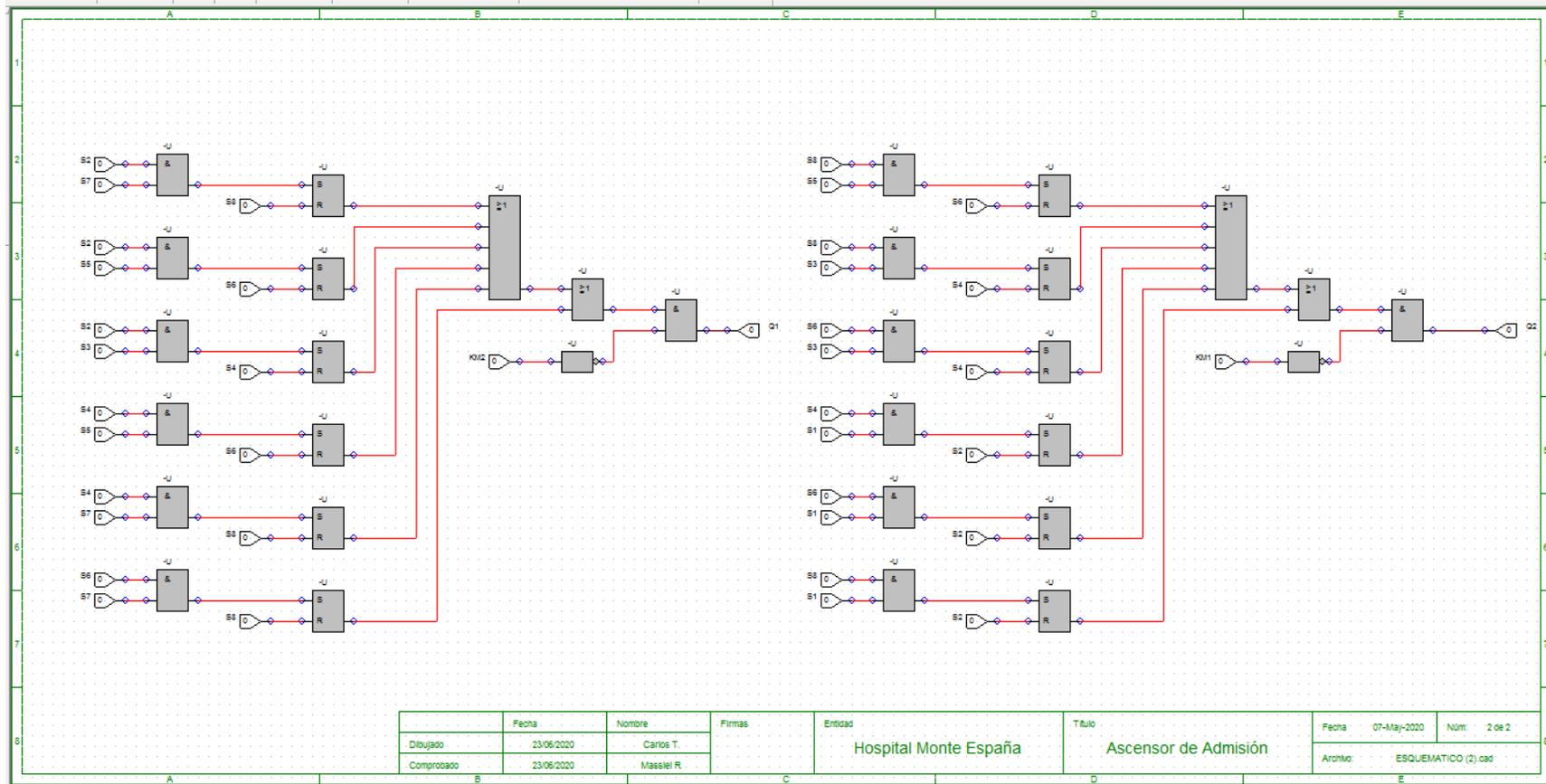


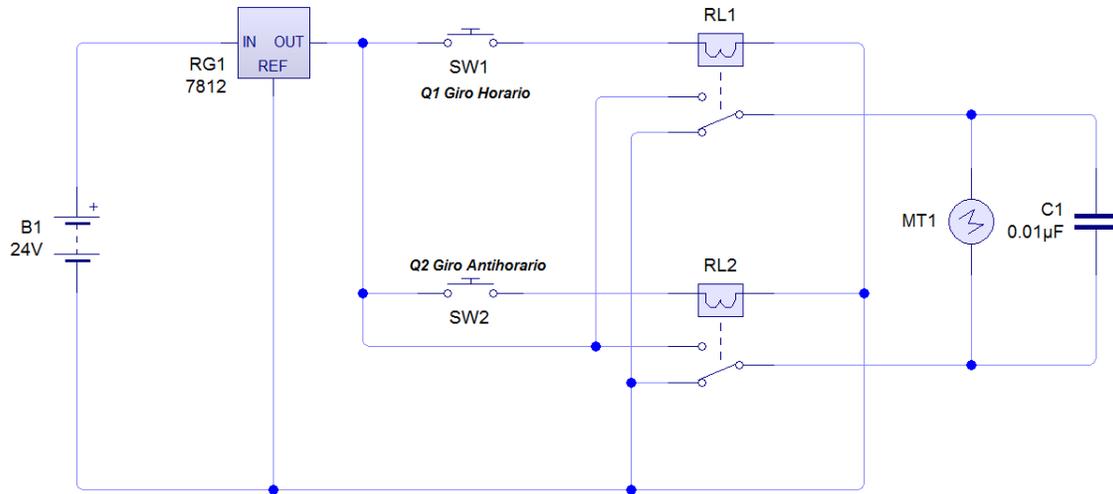
Ilustración 30 Plano esquemático de lógica programada. Fuente propia

### 8.2.7.3) Esquema electrónico.

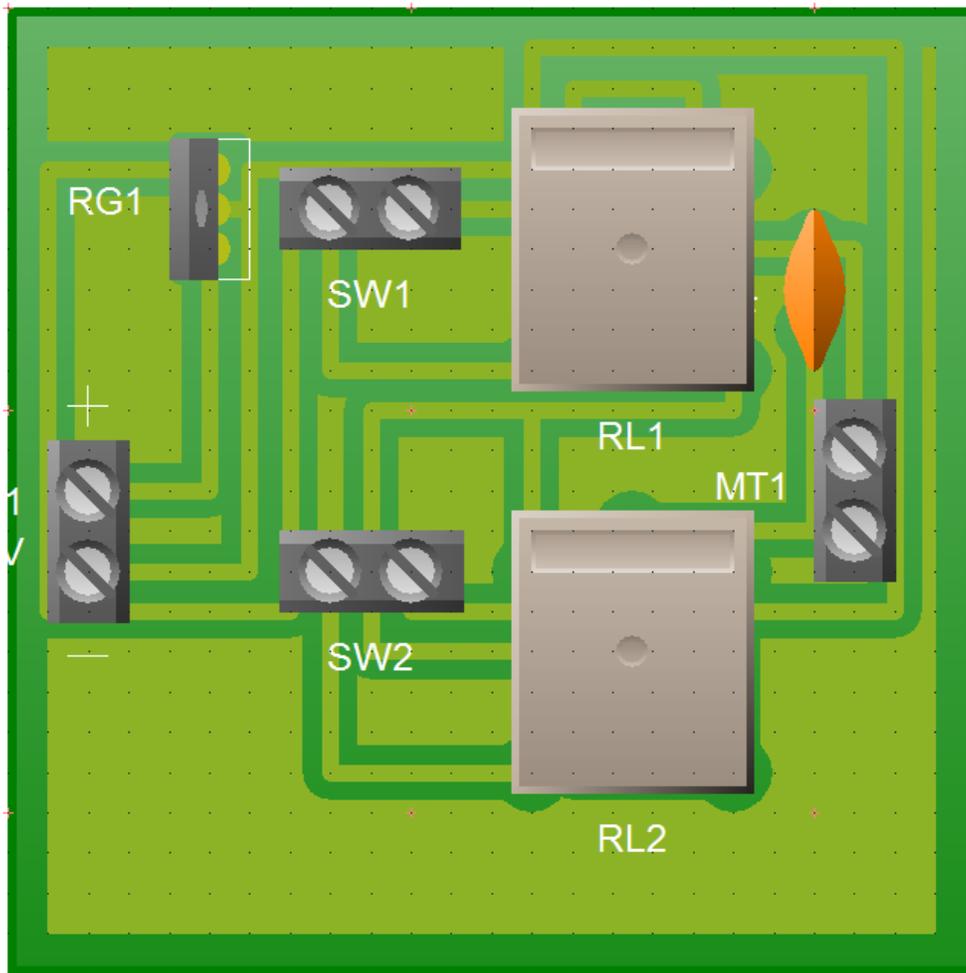
**8.2.7.3.1) Livewire.** Desarrollado por New Wave Concepts, Livewire es un Laboratorio electrónico virtual que permite hacer simulaciones que demuestran los principios de funcionamiento de los circuitos electrónicos basados en leyes fundamentales como la ley de ohm y las leyes de Kirchofft. Permite verificar el funcionamiento del circuito en base a varios parámetros establecidos con anterioridad. Como tantos otros simuladores Livewire cuenta con una amplia biblioteca de componentes eléctricos y electrónicos entre los que se encuentran switches, transistores, diodos, circuitos integrados, bobinas, resistencias, capacitores, etc. que son empleados en el momento de realizar el dibujo eléctrico del circuito. Los valores de muchos de estos componentes pueden ser cambiados para ser ajustados a un más a las necesidades del usuario. No existe un límite en cuanto al número de componentes y conexiones, ni tampoco en la cantidad de prototipos ni simulaciones a realizar. Como el trabajo se realiza en un ambiente virtual, no existe riesgo en cuanto a Descargas eléctricas, ni error en el conexionado y deterioros de componentes. Su funcionamiento es muy simple y se reduce tan solo al conexionado, simulación y medición de tensiones, corrientes y formas de onda de una señal determinada. (ecured.cu, s.f.)

Livewire no solo es capaz de simular el circuito bajo prueba, sino también que por medio de otro software que trae incorporado llamado PCB Wizard es capaz de realizar la tarjeta impresa del circuito. El diseño del PCB se realiza de dos maneras: manual o automático. En el caso del manual el programa da la posibilidad de que sea el propio usuario quien escoja las dimensiones de la placa, el grosor de cada vena, el tipo de footprint (huella del componente), así como la cantidad de capas (siete capas máximas permitidas). El diseño automático es mucho más simple, pues se deja todo el trabajo en manos del software quien realizará todos los cálculos necesarios para obtener un trabajo eficiente, aunque si se desea un prototipo PCB mucho más acabado es aconsejable emplear el modo manual. (ecured.cu, s.f.)

**8.2.7.3.2) Inversor de giro para motor DC.** El motor DC tiene una virtud que aprovecharemos para nuestro ascensor que es la inversión de giro con solo cambiar la polaridad de la alimentación, en este caso realizamos un montaje de un circuito que a través de relés controlados por las salidas del PLC podremos hacer bajar la cabina o subirla según sea necesario.



*Ilustración 31 Esquemático para inversor de giro de motor DC. Fuente propia*



*Ilustración 32 Diseño en PCB Wizard de inversor de giro. Fuente propia*

Para la realización de los planos y esquemas eléctricos se obtuvo ayuda de diferentes programas donde se pudo analizar y ver de varias perspectivas las problemáticas y así corregir y mejorar los modelos presentados en el documento y maqueta.

## **8.3) Fabricación de maqueta**

### ***8.3.1) Descripción del ascensor***

Para la realización de este sistema electromecánico se tomaron en cuenta las principales dificultades que existen en el área de admisión durante el traslado de los expedientes clínicos, el tiempo que toma subir los expedientes a las estaciones de enfermería cuando se hace por medio del ascensor de los pacientes y cuando se hace por medio de las escaleras, la cantidad de recursos que suben expedientes por escaleras, tiempos que demora el paciente en ser atendido.

El sistema contará con un sencillo, pero bien explicado manual de fácil comprensión para que el usuario tenga una guía que le lleve de la mano sobre cómo usar de manera correcta el ascensor, esto con el fin de garantizar el buen uso y prevenir errores del funcionamiento.

### ***8.3.2) La organización del personal para el uso del ascensor de expedientes clínicos***

En el área de admisión se administran todos los expedientes clínicos del hospital que ya están previamente codificado para saber a qué piso corresponden y de ahí ser distribuidos en el edificio, existirá una persona encargada de llevar el paquete de expedientes al ascensor y enviarlos a los niveles superiores. En el segundo piso la edecán vigilará el ascensor hasta que una persona de la estación de enfermería llegue por el paquete de expedientes que le corresponda y seguidamente enviarlos al tercer piso donde se repetirá el proceso. Una vez que el ascensor llega al último piso (cuarto) lo volverán a mandar al primer piso para repetir todo de nuevo.

### 8.3.3) Alimentación del equipo

El ascensor funciona mediante una tensión de 24 VDC los cuales estarán garantizados gracias a una fuente certificada, con este voltaje alimentaremos el LOGO, el motor que se encarga de subir y bajar la cabina, (Motor DC) sensores que determinarán la posición de la cabina. El circuito para el indicador recibirá los 24 VDC gracias a los sensores.

El Logo posee la facilidad de una conexión sencilla, pero se debe tener cuidado al momento de conectarlo a la red eléctrica, también al momento de energizar el común de cada relé de salida del Logo. Las entradas que le darán inicio a los procesos deberán declararse de manera más parecida a lo que será físicamente. Estas entradas tienen un rango de tensión para ser 1 lógico o bien 0 lógico, esto se debe tener en cuenta al momento de comprar el PLC ya que de esa tensión dependerán las entradas y las salidas.

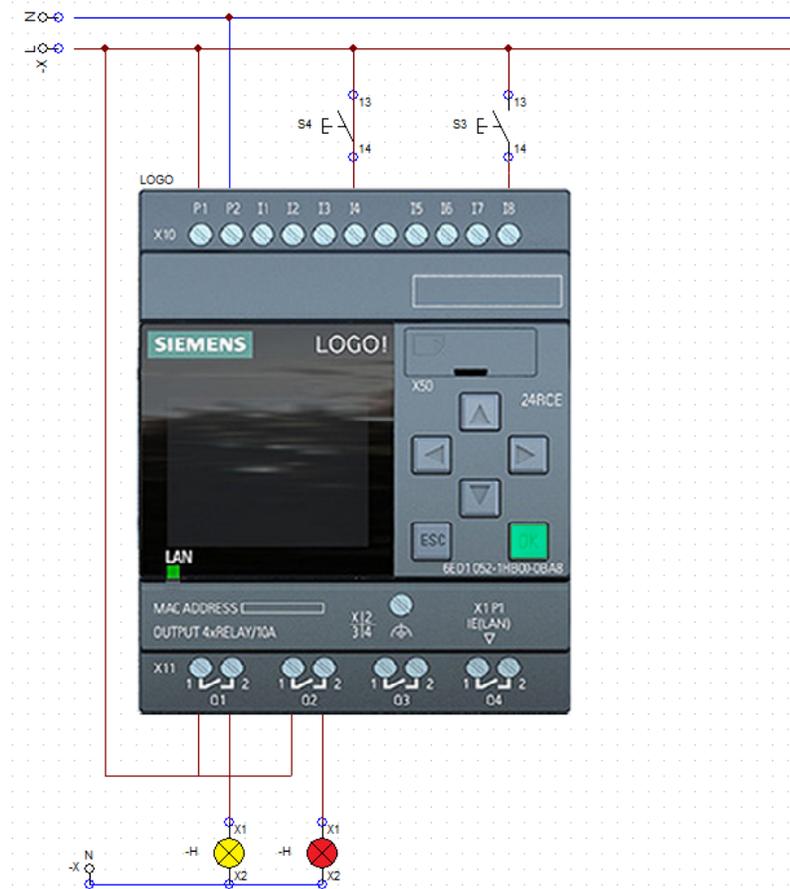


Ilustración 33 Conexión de LOGO. Fuente propia

	Input voltage (permissible range)	"0" signal	"1" signal
LOGO! 230RC...	115...240 V AC/DC (85...265 V AC 100...253 V DC)	< 40 V (AC) < 30 V (DC)	> 79 V (AC) > 79 V (DC)
LOGO! 24...	24 V DC (20.4...28.8 V DC)	< 5 V (DC)	> 8 V (DC)
LOGO! 24RC...	24 V AC/DC (20.4...26.4 V AC 20.4...28.8 V DC)	< 5 V (AC/DC)	> 12 V (AC/DC)
LOGO! 12/24...	12/24 V DC (10.8...28.8 V DC)	< 5 V (DC)	> 8 V (DC)

*Ilustración 34 Valores de voltajes permisibles por los modelos de LOGO*

### **8.3.4) Montaje de PLC LOGO SIEMENS**

Para montar un módulo base LOGO y un módulo digital en un perfil normalizado, Proceda del siguiente modo:

- 1) Enganche el módulo base LOGO en el perfil soporte.
- 2) Empuje la parte inferior del módulo hacia abajo hasta que encaje en el perfil.
- 3) La corredera ubicada en la parte posterior del módulo debe quedar enclavada.
- 4) En el lado derecho del módulo base LOGO o módulo de ampliación. LOGO, retire la tapa del conector.
- 5) Disponga el módulo digital en el perfil soporte a la derecha del módulo base LOGO.
- 6) Deslice el módulo digital hacia la izquierda hasta que toque el módulo base LOGO.

Utilizando un destornillador, empuje la corredera hacia la izquierda. Cuando alcance la posición final, la corredera se enclavará en el módulo base LOGO.

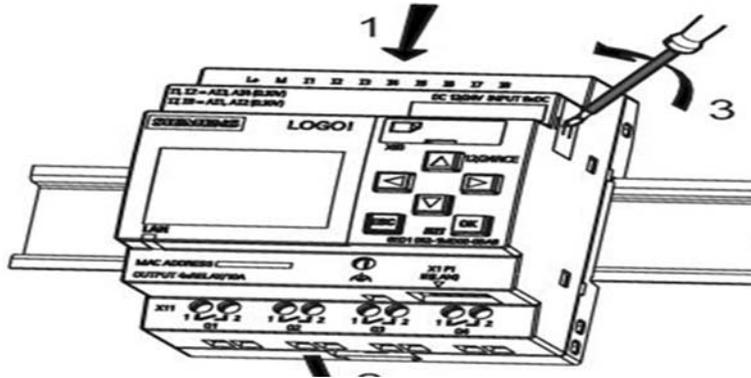


Ilustración 35 Montaje e instalación de LOGO.

### 8.3.5) Modelo matemático

Se ha tomado como carga máxima para esta propuesta un peso máximo de 600 Lb este deberá ser trasladado a una altura de 9 metros.

Datos del motor DC:

$$V = 220 \text{ VDC}$$

$$W = 600\text{Lb} = 600/2.2 = 272.72 \text{ Kg}$$

$$I = 70 \text{ Amp}$$

**8.3.5.1) Caballo de fuerza (Horse power).** Un caballo de fuerza es una unidad de medida de potencia, perteneciente al sistema de medición inglés con el nombre horse power ('caballo de potencia'). Su símbolo es HP.

Un caballo de fuerza es una unidad de medida inventada por James Watt en el año 1782. La historia refiere que Watt trabajaba con caballos pony, que se empleaban para subir carbón de las minas. Según parece, quería una forma para definir la cantidad de fuerza disponible en uno de estos animales. Encontró que, en promedio, un pony podía realizar 22 000 libras

de trabajo en un minuto. Entonces incrementó el número en 50 % y acuñó la medida de caballo de fuerza en 33 000 libras/pie de trabajo por minuto.

$$1 \text{ HP} = \frac{(300 \text{ lb})(100 \text{ pie})}{1 \text{ min}} = \frac{33000 \text{ lb} * \text{pie}}{\text{min}} = \frac{550 \text{ lb} * \text{pie}}{\text{S}}$$

$$1 \text{ HP} = 746 \text{ Watts}$$

$$1 \text{ HP} = \frac{76 \text{ Kg m}}{\text{S}}$$

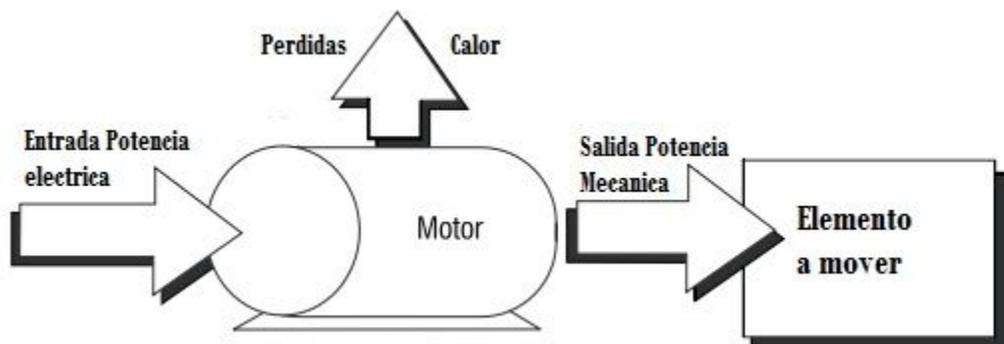
#### 8.3.5.1.1) Fórmulas.

$$\text{HP} = \frac{V * Ef * I_{DC}}{746}$$

$$\text{HP} = \frac{\text{Watts}}{746}$$

**8.3.5.2) Eficiencia de un motor eléctrico.** La eficiencia del motor eléctrico es la relación entre la potencia de salida (mecánica) y la potencia de entrada (eléctrica).

La salida de potencia mecánica se calcula en base al par y la velocidad requerida (es decir, la potencia requerida para mover el objeto conectado al motor) y la entrada de energía eléctrica se calcula en base al voltaje y la corriente suministrados al motor.



La salida de potencia mecánica es siempre inferior a la entrada de energía eléctrica, ya que la energía se pierde durante la conversión (eléctrica a mecánica) en diversas formas, como el calor y la fricción.

El diseño de un motor eléctrico tiene como objetivo minimizar estas pérdidas para mejorar la eficiencia.

La mayoría de los motores eléctricos están diseñados para funcionar entre el 50% y el 100% de la carga nominal. La eficiencia máxima suele estar cerca del 75% de la carga nominal.

Un motor se considera cargado cuando está en el rango donde la eficiencia disminuye significativamente con la disminución de la carga. Los motores sobrecargados pueden sobrecalentarse y perder eficiencia.

#### ***8.3.5.2.1) Fórmula para encontrar la eficiencia para un motor DC.***

$$Ef = \frac{HP * 746}{V * I}$$

**8.3.5.3) Torque o par motor.** El par motor o torque es en concreto la fuerza que tiene el motor. Cada vez que se produce una detonación en un cilindro se libera energía que produce hacer girar al motor. Y el par motor es utilizado para medir esta fuerza que es entregada en forma de rotación. En términos prácticos podemos decir que el par motor es la fuerza de empuje que va a tener el eje de salida.

$$T = \frac{HP * 5252}{RPM} = Lb * pie$$

$$5252 = Constante \frac{33,000}{2\pi}$$

#### 8.3.5.4) Cálculos para el motor del ascensor.

$$HP = \frac{15400 \text{ Watts}}{746} = 20.64 \text{ Hp}$$

$$HP = \frac{V * Ef * I_{DC}}{746} = \frac{220 * 0.999 * 70}{746} = 20.63 \text{ Hp}$$

$$T = \frac{20.63 * 5252}{5500} = 19.7 \text{ Lb - Pie}$$

$$Ef = \frac{HP * 746}{V * I} = \frac{15397.44}{15400} = 0.999 * 100 = 99\%$$

#### 8.3.5.5) Cálculo para determinar los caballos de fuerza en movimiento vertical.

Tabla 7 Nomenclaturas y unidades de medidas usadas.

Tabla de datos

<u>Variabes</u>	<u>Nomenclatura</u>	<u>Unidad de medida</u>
Trabajo	T	Kg m
Peso	W	Kg
Potencia	P	Kg m/s
Distancia	D	Mt
Tiempo	T	S

### 8.3.5.5.1) Formulas:

$$T = W * D$$

$$P = \frac{T}{t}$$

$$1 \text{ HP} = \frac{76 \text{ Kg m}}{\text{S}}$$

$$\text{HP} = \frac{P}{76 * t} = \frac{W * D}{76 * t} = \frac{272.72 * 9}{76 * 40} = 0.8 \text{ Hp}$$

La construcción de la maqueta fue la parte más interactiva con respecto a los componentes utilizados en la automatización, también nos retó a salirnos de los paréntesis de la electrónica porque nos aventuramos a la parte de la metalurgia para la creación de la torre estructural de la maqueta.

## 9) Conclusiones

El planteamiento del proyecto se tomó en cuenta desde un punto de vista electrónico enfocado en la automatización, cumpliendo así con las líneas de investigación propuesta por la Facultad de Ciencias en Ingenierías de la Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua UNAN-Managua que cita en su documento “Programación y aplicación de un PLC y elaboración de propuesta para la automatización de sistemas de elevadores”.

Las entrevistas como herramienta de investigación de campo a las personas involucradas en el tema revelaron la necesidad de la creación del ascensor para el traslado de expedientes clínicos en el hospital Monte España.

En el diseño de automatización se utilizaron herramientas como el diagrama de flujo que nos ayudó a organizar la lógica necesaria para el buen funcionamiento de la programación del PLC, se aplicaron también conceptos básicos de programación de autómatas en un simulador virtual.

Gracias a las herramientas AutoCAD, CADe\_SIMU y Livewire fue posible la realización de los planos estructurales, eléctrico y electrónico que componen nuestro proyecto. Permitiendo tener todas las características que deben estar presentes para modificaciones.

Se logra evidenciar a través de una maqueta como toda la teoría se concretiza en una maquina capaz de realizar el proceso de traslado de expedientes clínicos a través de un ascensor de manera autónoma, sencilla e inteligente.

## **10) Recomendaciones**

Este ascensor realiza las funciones básicas de trasladar de un piso a otro los paquetes de expedientes clínicos cumpliendo así el objetivo principal en el tema planteado para el seminario de graduación, pero cabe mencionar que con más presupuesto se le pueden agregar características tales como: seguridad de puerta, seguridad de cabina y un display indicativo.

En la fabricación de los sistemas automatizados se emplea una amplia gama de componentes industriales que son muy robustos y de gran precisión, pero sus costos son muy elevados, se deberán utilizar alternativas ingeniosas de donde se pueda sacar un poco de ventaja fabricando ciertas partes a base circuitos electrónicos que puede realizar un Ing. Electrónico o cualquier amante de la electrónica.

Para la realización de un ascensor a escala real basado en este documento se deberán tomar en cuenta ciertos factores, tales como estructura reforzada, guías de cabina, rodamientos y tornillos de desplazamiento acorde al peso de la cabina y el peso que se desea trasladar. Así también como un motor que cuente con los caballos de fuerza suficientes para manejar un rango de trabajo libre del 50%.

## 11) Bibliografía

- Aguilera Sánchez, R. (2007). *Diseño de la maniobra y control de un sistema elevador*. Sevilla.
- autracen.com*. (s.f.). Obtenido de <http://www.autracen.com/norma-iec-61131/>
- autycom*. (s.f.). *autycom.com*. Obtenido de <https://www.autycom.com/tipos-de-sensores-industriales/>
- Blanco, A. (10 de Enero de 2017). *eadic.com*. Obtenido de <https://www.eadic.com/que-es-un-automata-programable/>
- Bradley, A. (Enero de 2000). Fundamentos del sensado o detección de presencia.
- ecured.cu*. (s.f.). Obtenido de <https://www.ecured.cu/Automatizaci%C3%B3n>
- ecured.cu*. (s.f.). Obtenido de <https://www.ecured.cu/Livewire>
- Editorial, E. (05 de Marzo de 2019). *reportedigital.com*. Obtenido de <https://reportedigital.com/iot/controlador-logico-programable-plc/>
- fisicotronica.com*. (s.f.). Obtenido de <http://fisicotronica.com/plc-controlador-logico-programable/>
- Gandhi. (27 de Noviembre de 2019). *autycom.com*. Obtenido de <https://www.autycom.com/que-es-un-sistema-de-control>
- Google sites*. (s.f.). Obtenido de <https://sites.google.com/site/tema8otrostransductores/transductores-de-proximidad/detectores-capacitivos>
- importsoluciones.com*. (s.f.). Obtenido de [https://www.importsoluciones.com/es/661\\_siemens](https://www.importsoluciones.com/es/661_siemens)
- logicbus.com.mx*. (s.f.). Obtenido de [logicbus.com.mx: https://www.logicbus.com.mx/compuertas-logicas.php](https://www.logicbus.com.mx/compuertas-logicas.php)
- Ortega Morocho, R. J. (2013). *Diseño y construcción de un prototipo de ascensor inteligente controlado por un PLC para el laboratorio de automatización industrial de procesos mecanicos*. Quito.
- pilz.com*. (s.f.). Obtenido de <https://www.pilz.com/es-MX/knowhow/law-standards-norms/functional-safety/en-iec-61508>

*plc-training.co.uk*. (s.f.). Obtenido de <https://www.plc-training.co.uk/courses/plc-courses/plc-siemens/siemens-logo-2/>

*reneom9313.wixsite.com*. (s.f.). Obtenido de <https://reneom9313.wixsite.com/instrumentacion/norma-isa#:~:text=Norma%20isa%20%7C%20instrumentacion&text=En%20instrumentaci%C3%B3n%20y%20control%2C%20se,de%20los%20sistemas%20de%20control>.

Salmeron, T. (2019). *Propuesta de un modelo a escala de un sistema automatizado para el llenado de agua en envases PET (TEREFTALATO DE POLIETILENO)*. Managua, Nicaragua.

*sensorde.net*. (s.f.). Obtenido de <https://sensorde.net/final-de-carrera/>

SIEMENS. (s.f.). *siemens.com*. Obtenido de [siemens.com: https://www.automation.siemens.com/sce-static/learning-training-documents/additional/logo/sce-900-011-startup-logo-0ba8-r1603-es.pdf](https://www.automation.siemens.com/sce-static/learning-training-documents/additional/logo/sce-900-011-startup-logo-0ba8-r1603-es.pdf)

*siemenslogo.com*. (16 de Septiembre de 2014). Obtenido de <https://siemenslogo.com/que-es-un-siemens-logo/>

Urroz Ríos, J. A., & Chavez Trujillo, J. M. (2017). *Desarrollo de un sistema de control electrónico para un elevador en el Bar y Restaurante Rancho Escondido (Rivas, Nicaragua)*. Managua.

Valdivieso, C. H. (03 de Junio de 2012). *roboticaalexandre4a.blogspot.com*. Obtenido de <http://roboticaalexandre4a.blogspot.com/2012/06/5-tipos-de-sistema-de-control-y.html>

*varitel.com*. (s.f.). Obtenido de [http://www.varitel.com/html/sensores\\_magneticos.html](http://www.varitel.com/html/sensores_magneticos.html)

*weg.net*. (s.f.). Obtenido de [https://www.weg.net/catalog/weg/BR/es/Seguridad-de-M%C3%A1quinas-y-Sensores-Industriales/Sensores-Industriales/Sensores-Magn%C3%A9ticos/Sensores-Magn%C3%A9ticos/p/MKT\\_WDC\\_BRAZIL\\_SENSORS\\_MAGNETIC\\_SENSOR](https://www.weg.net/catalog/weg/BR/es/Seguridad-de-M%C3%A1quinas-y-Sensores-Industriales/Sensores-Industriales/Sensores-Magn%C3%A9ticos/Sensores-Magn%C3%A9ticos/p/MKT_WDC_BRAZIL_SENSORS_MAGNETIC_SENSOR)

Zener, I. (2014). *inelsazener.com*. Obtenido de <http://www.inelsazener.com/blog/historia-de-los-ascensores/>

## **12) ANEXOS**

# 1) Anexo 1: Presupuesto

Tabla 8 Presupuesto de maqueta

Tabla de Presupuesto para la Realización de la Máquina

<u>N° de ítem</u>	<u>Descripción</u>	<u>P/U</u>	<u>Precio</u>
01	Logo Siemens V8	C\$ 5,025	C\$ 5,025
01	Sensor Capacitivo	C\$ 700	C\$ 700
02	Sensor Magnético	C\$ 180	C\$ 360
01	Sensor de Contacto	C\$ 1,000	C\$ 1000
01	Fuente de poder 24V 5ª	C\$ 4,500	C\$ 4,500
01	Riel DIN	C\$ 250	C\$ 250
06	Relé de 24V	C\$ 200	C\$ 1,200
06	Luz Piloto	C\$ 150	C\$ 900
04	Pulsador NO	C\$ 150	C\$ 600
01	Disyuntor	C\$ 200	C\$ 200
01	Varilla Roscada 3/8 1.5mt	C\$ 80	C\$ 80
08	Tuercas Hexagonales 3/8	C\$ 2.5	C\$ 20
06	Arandelas Lisa 3/8	C\$ 3.33	C\$ 20
02	Balinera de diámetro interno 3/8	C\$ 80	C\$ 160
02	Tubo cuadrado 1inch chapa 18	C\$ 250	C\$ 500
01	Mano de Obra (Soldadura)	C\$ 800	C\$ 800
01	Varilla lisa 5/8" * 2mt	C\$240	C\$ 240
01	Tubo redondo ½" * 1mt	C\$ 70	C\$ 70
		Total	C\$ 16,625

## **2) Anexo 2: Entrevista**

8. ¿Cuándo visita el hospital usted hace uso de las escaleras o del ascensor? ¿Por qué?
9. ¿Ha tenido algún inconveniente al momento de tomar el ascensor?
10. ¿Considera que su expediente clínico demora mucho tiempo en llegar a la estación de enfermería?
11. ¿Considera usted que el hospital debería invertir en la implementación de un ascensor dirigido al traslado de los expedientes?
12. ¿Qué opinas sobre la realización de un ascensor para el traslado exclusivo de los expedientes clínicos?
13. Considerando que se realice el ascensor para reducir el tiempo de entrega en las estaciones ¿en qué emplearías el tiempo
14. ¿Crees que la implementación del ascensor te afecte de alguna manera?
15. ¿Como crees que se debe organizar el personal para el uso del ascensor?

### 3) Anexo 3: Manual de usuario



Carlos Fernando Torres Ruiz  
Jaqueling Massiel Rivera Centeno

Técnicos en Electromedicina

Hospital Monte España  
Dir.: Semáforos de Claro Villa fontana  
150 mt al norte, Managua

#### MANUAL DE USUARIO PARA ASCENSOR

Sistema electromecánico controlado por PLC para el traslado de expedientes clínicos en la sede central del Nuevo Hospital Monte España.



#### AUTOMATIZACIÓN

La automatización es un sistema donde se transfieren las tareas de producción, realizadas habitualmente por operadores humanos a un conjunto de elementos tecnológicos.

---

## Sistema electromecánico controlado por PLC

---

### OBJETIVOS DE LA AUTOMATIZACIÓN

- Mejorar la productividad de las empresas, reduciendo los costos de producción y mejorando la calidad de la misma.
- Mejorar las condiciones de trabajo del personal, suprimiendo los trabajos incómodos e incrementando la seguridad.
- Integrar la gestión y producción .



Este manual mostrará al usuario la operación correcta del sistema de ascensor.

Permitiéndole conocer el ascensor el sistema electromecánico y sus componentes más visibles con los cuales estará en contacto al momento de su uso diario.

### PASOS

1. Encender el sistema
2. Llamar la cabina a la planta deseada.
3. Insertar los expedientes clínicos.
4. Presionar el botón del piso a entregar.
5. Retirar los expedientes de la cabina.
6. De haber expedientes de pisos superiores enviar cabina de lo contrario enviar al primer piso.

#### 4) Anexo 3: Fotos del desarrollo de la maqueta







