

# UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA

Recinto Universitario Simón Bolívar

Facultad de Electrotecnia Y Computación

DEPARTAMENTO DE ELECTRICA



## Tesis monográfica para optar al Título de Ingeniero Eléctrico

Titulo

**“DISEÑO DE AUTOMATIZACION Y CONTROL DE UNA PLATAFORMA ELEVADORA  
CON EASY SOFT 719 AC RC PARA LA INDUSTRIA VF JEANSWEAR”.**

### **Autores:**

- Br. Josmyn José Guerrero Selva                      2011-37316
- Br. Erling Álvarez Bonilla                              2013-60958

### **Tutor:**

MSc.Ing. Ernesto Lira Rocha

**Managua, Nicaragua  
Octubre 2018**

## ÍNDICE DE CONTENIDO

I.	Introducción .....	1
II.	Antecedente .....	4
III.	Justificación .....	5
IV.	Objetivos .....	6
4.1.	Objetivo General .....	6
4.2.	Objetivo Específico .....	6
V.	Marco Teórico .....	7
5.1.	Plataformas elevadoras.....	7
5.2.	Sistema de Control .....	9
5.3.	Planteamiento de la plataforma elevadora .....	10
5.4.	Instalación y protección de circuitos eléctricos de control.....	10
5.5.	Controlador Lógico Programable – PLC .....	12
5.6.	Generalidades del software de programación EASY-SOFT .....	20
5.6.1.	Generalidades acerca de los módulos de control easy.....	21
5.6.2.	Diseño del aparato .....	23
5.6.3.	Ventana de la superficie de programación .....	25
VI.	Metodología de Trabajo.....	29
6.1.	Procedimientos para el control de la plataforma en EASY Soft .....	30
6.2.	Análisis de problemas potenciales .....	31
6.3.	Búsqueda en el mercado local de PLC EASY SOFT 719 AC RC .....	31
6.4.	Elaborar el informe del diseño .....	32
VII.	Propuesta de elementos que conforma parte de la plataforma .....	32
VIII.	Simulación en Easy Soft de la propuesta para el control de la plataforma elevadora .....	46
IX.	Conclusiones .....	51
X.	Bibliografía .....	52

## LISTA DE ABREVIACIONES

PLC	Control Lógico Programable
FUP	Diagrama de funciones
NA	Normalmente abierto
NC	Normalmente cerrado
CPU	Unidad de procesamiento central
V	Voltio
Hz	frecuencia
P	Potencia
VCA	Voltaje de corriente alterna
W	Vatios

---

## **I. Introducción**

La industria de confección VF JEANSWEAR que pertenece al ramo textil de Nicaragua, se ubica en el km 45.5 San Marcos –Masatepe, actualmente en el almacenamiento de productos se llevan procesos necesarios para llevar a cabo los trabajos en altura en el área de mantenimiento, demandan de planificación y de la adopción de la normativa correspondiente que aporten a la disminución de riesgos potenciales.

Actualmente en el medio no existe una máquina que esté dotada de características técnicas específicas, y que gracias a ellas garanticen la seguridad de los operarios al realizar estos trabajos, la máquina en mención lograría desplazar a los métodos comúnmente utilizados, métodos que en la mayoría de los casos son ineficientes.

El desarrollo de este trabajo de tesis surge como la respuesta a la necesidad de diseñar un sistema para el control y automatización de una plataforma elevadora, tomando como eje la utilización de un PLC de la Familia Relé Programable de la marca EASY DE EATON en el cual se pretende programar íntegramente, así como las diferentes subrutinas para cada equipo.

La máquina elevadora que se propone, debe cumplir con los objetivos deseados dentro de los parámetros y normas de trabajo seguro y confiable. Hay que aclarar que el objetivo es utilizar este dispositivo únicamente en el trabajo de almacenamiento y mantenimiento, y de aquí parte la necesidad de adecuarla a las necesidades específicas para trabajos de este tipo.

Con lo cual se obtiene una mejora en el abastecimiento y disponibilidad de productos en las diferentes bodegas de despacho de producto, disminuyendo así también tiempos de espera, mejorando la productividad y manejando de manera correcta el área de almacenamiento.

---

El PLCs EASY se utiliza para aplicaciones universales. Su gran funcionalidad hace que easy Soft ofrezca un alto grado de rentabilidad en prácticamente cualquier aplicación y sector, caso específico la plataforma elevadora.

Se podría asegurar que al poder adecuar un dispositivo que cumpla con el objetivo que se plantea, se lograría desplazar a los métodos comunes y garantizar de mejor manera la seguridad y salud de las personas que operen y trabajen con él.

Los sistemas automatizados ocupan un lugar clave en el sector de la industria actual, la implantación de estos sistemas se demanda desde las cadenas de montaje y fabricación de todo tipo de productos, hasta los transportes, tanto de mercancías como de personas.

El siguiente trabajo busca simular el control y automatización del proceso de la plataforma elevadora, llevando el proceso mediante la automatización de un PLC, utilizando el programa EASY SOFT.

Cabe señalar que la parte de la programación del PLC 719 AC RC tendrá mínimas complicaciones gracias a lo sencillo que es de manejar el programa EASY SOFT y lo eficaz del PLC EASY 719 AC RC en sistemas de automatización.

Actualmente hablar de automatización en ingeniería, en muchos casos se piensa en el PLC, (controlador lógico programable), ya que muchos procesos industriales y comerciales están controlados por este tipo de elementos.

Entonces que un ingeniero eléctrico conozca como programar un PLC para simular o resolver problemas de su entorno profesional, será esencial en su trayectoria como ingeniero.

Se pretende que este trabajo sirva como guía para los estudiantes de ingeniería eléctrica y electrónica para conocer la metodología de la programación y simulación de un PLC EASY SOFT 719 AC RC y uso correcto del software, así como sus

---

posibles aplicaciones para resolver problemas de un entorno profesional y bienestar de la sociedad.

## Ubicación del Proyecto

INDUSTRIA TEXTIL VF JEANSWEAR DE NICARAGUA UBICADA EN EL PARQUE INDUSTRIAL LAS PLAMERAS KM 42 San marcos –Masatepe



**Figura 1:** Ubicación del parque industrial las palmeras

El estudio está dividido en una introducción que habla del objeto de estudio de este trabajo tesis. A continuación, los antecedentes del uso de plataformas elevadoras industriales para almacenamiento, así como la orientación del mercado.

Después la justificación, del porque la necesidad que surgiera la idea del desarrollo de este estudio, además los objetivos que se buscan alcanzar con el desarrollo del mismo.

Por último, el marco teórico donde se desarrollará los conceptos que describen los componentes de una plataforma elevadora y funcionamiento, así como las Características de los Relé Programable, características del sistema de control, Descripción de la instalación y la programación del PLC EASY SOFT 719 AC RC.

---

## **II. Antecedente**

En la industria VF JEANSWEAR en los últimos meses ha incrementado el almacenamiento de productos y materia prima, en donde hay un área aproximada de 10,000 mts<sup>2</sup> para almacenamientos.

Debido a este incremento, se ha generado la necesidad de crear nuevos sistemas de medios de transporte de carga, lo que representa una oportunidad para mejorar el control y automatización de plataformas elevadoras que agilicen el proceso.

El proyecto plantea el diseño del control y la automatización de un elevador industrial de carga que cumpla con los estándares internacionales para este tipo de productos y con las especificaciones requeridas por los clientes, para lograr por medio de este, una disminución en los tiempos de producción y un aumento de la eficiencia en el diseño de ascensores personalizados.

Actualmente los procesos son semi automatizados y mecánicos, por lo tanto, los procesos integrados hacia una automatización vienen siendo más requeridos en la actualidad debido a que antiguamente se realizaba el control de diferentes procesos de manera manual pero debido al gran crecimiento de estas industrias la cantidad de materia prima y producto dificulta el proceso de agilización.

Tradicionalmente siempre se mantiene la intervención de varios operadores en algún momento, se puede observar que solo existían antiguamente plataformas elevadoras de tijera mecánica y escaleras tipo andamio, los cuales en algunos casos habían sido modificada con los años por diferente personal de mantenimiento realizando modificaciones en sus funcionamientos.

---

### **III. Justificación**

De acuerdo con los antecedentes, se justifica su realización como proyecto de tesis de la carrera ingeniería eléctrica, ya que éste, permite el desarrollo de un programa para el control y la automatización de una plataforma elevadora para la empresa VF JEANSWEAR, que puede ser implementado en las plataformas de tijeras. La solución desarrollada en el proyecto, permite la disminución de tiempos de almacenamiento, ordenamientos de productos, y reducir los costos de producción

Para la empresa el proyecto pretende disminuir los tiempos de almacenamientos y mantenimientos, por medio de reducción de los componentes estructurales de los elevadores, reduciendo costos y tiempos de desarrollo, al no diseñar y desarrollar cada programa de plataforma por separado sino en base a la estructura planteada.

En la actualidad la carrera de ingeniería eléctrica cuenta con el laboratorio de máquinas eléctricas donde se encuentran módulos de Automatización que es el medio propicio para que se lleve a cabo el proceso de aprendizaje de materias impartidas en el plan de estudio como lo son accionamiento eléctrico, sistemas de control.

Es importante señalar que uno de nuestras motivaciones principales es el hecho de desarrollar el programa en EASY SOFT para la plataforma elevadora la cual es de uso común en las industrias, teniendo en cuenta que la lógica que maneja es elaborada por nuestro criterio, respetándose claramente los sistemas que ya se conocen en los diseños de plataformas elevadoras.

Con el fin de promover el legado de enseñanza y para contribuir a que el estudiantado posea las herramientas necesarias para una formación integral, una de las formas más eficientes en la consolidación del conocimiento es mediante la realización de un estudio teórico de la información con una posterior aplicación en la práctica de la misma.

---

## **IV. Objetivos**

### **4.1. Objetivo General**

- Diseñar un programa para la automatización y control de una plataforma elevadora con easy Soft 719 AC RC para la industria VF JEANSWEAR

### **4.2 Objetivo Específico**

- Diseñar el programa para el control y funcionamiento de la plataforma elevadora.
- Realizar la simulación del funcionamiento de la plataforma elevadora en la herramienta computacional EASY SOFT V6.
- Aumentar el conocimiento en la programación de PLCs para la realización de proyectos industriales.

---

## V. Marco Teórico

### 5.1 Plataformas elevadoras

Cuando se habla de plataforma, se refiere a un tablero dispuesto horizontalmente y que se encuentra elevado sobre el piso.

En el caso de las plataformas elevadoras, éstas se conocen con la sigla **PEMP**, que significa ***Plataforma Elevadora Móvil de Personal***. Guiándose por esto, se puede afirmar que se trata, precisamente, de una máquina móvil que tiene como función la de desplazar personas o cosas hasta un lugar determinado. Por lo general se trata de maquinarias extensas.

Entre las partes constitutivas de las plataformas se encuentran: la plataforma de trabajo, una bandeja rodeada de una baranda; el chasis, que es la base de la PEMP; sobre el chasis se acopla la estructura extensible, que facilita el movimiento de la plataforma de un lugar a otro. También hay otros componentes secundarios, como los estabilizadores y los medios de acción, que dan inicio a los movimientos facilitados por la estructura extensible.

#### a. Definición y clasificación

La plataforma elevadora móvil de personal (PEMP) es una máquina móvil destinada a desplazar personas hasta una posición de trabajo, con una única y definida posición de entrada y salida de la plataforma; está constituida como mínimo por una plataforma de trabajo con órganos de servicio, una estructura extensible y un chasis. Existen plataformas sobre camión articuladas y telescópicas, autopropulsadas de tijera, autopropulsadas articuladas o telescópicas y plataformas especiales remolcables entre otras.

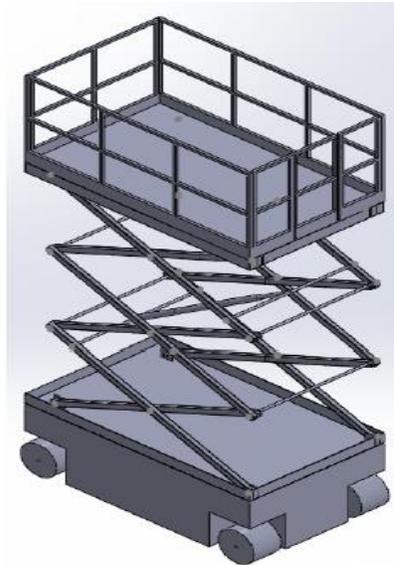
---

b. Tipos de plataformas

TIPOS DE PLATAFORMA SEGÚN	
Sus características de trabajo	Su sistema de traslación
Tijeras	Autopropulsadas
Articuladas	Remolcables
Telescópicas	Sobre camión
Articuladas telescópicas	
Sobre mástil	

c. Elevador tijera

Las plataformas tijera pueden utilizar la energía hidráulica, mecánica o neumática. En un principio el mecanismo tipo tijera fue diseñado como un elevador industrial que ha sido modificado para adaptarse a entornos de venta al por menor y al por mayor, como por ejemplo la adaptación a elevadores de coches que utilizan los talleres de reparación o el caso que nos ocupa de elevar a personas para facilitar su trabajo a ciertas alturas y con necesidad de útiles pesados.



d. Elevadores eléctricos

Los elevadores eléctricos o elevador de tornillo, se componen de una estructura fija, que realiza dos funciones la primera cumple de guía para que en todo momento los movimientos sean correctos, mientras que la segunda es la encargada de ejercer los movimientos de ascenso y descenso por medio de un motor eléctrico de gran potencia y consumo que acciona un tornillo sin fin, que al girar produce la elevación y posterior bajada.

---

Las ventajas que encontramos con los elevadores eléctricos

- **Seguridad:** Normalmente es muy difícil que, en cualquier parte del recorrido, las partes móviles puedan fallar provocando una caída de la plataforma gracias a que está guiada y a la vez situada sobre su tornillo sin fin en cualquier punto de todo el recorrido.
- **Fallo:** Las posibilidades de que un día falle y parta un tornillo sin fin son muy bajas, siendo mayores otras como una rotura en las partes que soportan el peso del vehículo.

## 5.2 Sistema de Control

Los sistemas de control se han implementado para controlar máquinas o procesos, de modo de reducir las posibilidades de fallos y errores para poder obtener los resultados deseados.

Según Dorf, Richard (1986) “Una interconexión de componentes que forman una configuración del sistema que proporcionará una respuesta deseada del sistema. La base para el análisis de un sistema es el fundamento proporcionado por la teoría de los sistemas lineales, la cual supone una relación de la causa-efecto para los componentes de un sistema”.

Los sistemas de control poseen cuatro componentes básicos, según lo refiere Corripio Smith, Control Automático de Procesos

- Sensor, se conoce como el elemento primario.
- Transmisor, elemento secundario.
- Controlador, es el cerebro del sistema de control.
- Elemento final de control, con frecuencia se trata de una válvula de control, aunque no siempre.

---

### **5.3 Planteamiento de la plataforma elevadora**

Con EASY se ha realizara el mando o maniobra de una plataforma elevadora. Para vigilancia de la zona de la plataforma elevadora se instalarán varios sensores conectados en paralelo (sensores ultrasónicos).

Componentes que propuestos

- EASY 719 AC RC
- I1 Pulsador Subir plataforma
- (contacto NA)
- I2 Final de carrera arriba
- (contacto NA)
- I3 Pulsador Bajar plataforma
- (contacto NA)
- I4 Final de carrera Plataforma abajo
- (contacto NA)
- I5 Sensores (contacto NC)
- I6 Pulsador parada emergencia
- (contacto NA)
- I7 Pulsador parada (contacto NA)
- Q1 Subir plataforma
- Q2 Bajar plataforma
- Q3 Lámpara de aviso

### **5.4 Instalación y protección de circuitos eléctricos de control**

En general se puede decir que una instalación eléctrica es un sistema de distribución, control y protección que permite la transmisión de la energía eléctrica, desde un punto de alimentación determinado, hasta el lugar en que es requerida.

---

Toda instalación debe cumplir con los siguientes requisitos:

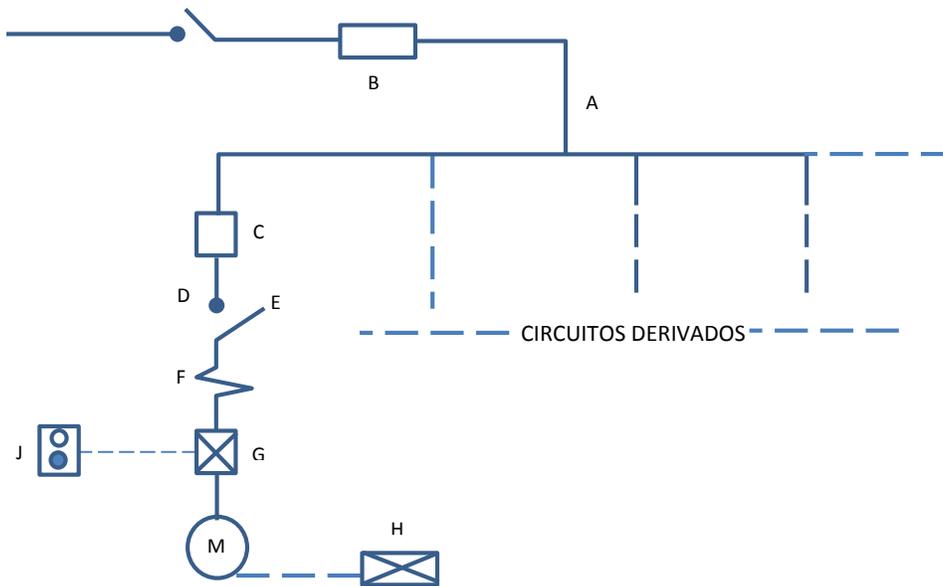
- a) Ser segura contra accidentes e incendios.
- b) Ser eficiente y económica.
- c) Ser accesible y fácil de mantenimiento.
- d) Cumplir con las prescripciones técnicas que fijan las normas técnicas para instalaciones eléctricas.

La instalación de motores, se encuentra tipificada en las Normas Técnicas para instalaciones Eléctricas. La consulta de las Normas puede ser de gran utilidad, ya que, sin pretender ser una guía de diseño, contiene los elementos necesarios para el proyecto de una instalación.

Sin embargo, es conveniente aclarar, que proceder de acuerdo con ellas, no siempre da como resultado la instalación más apropiada. Las Normas contienen las previsiones mínimas que se consideran necesarias, pero no necesariamente hacen que una instalación sea eficaz o conveniente para un buen servicio o futura ampliación del empleo de la electricidad.

Dada la gran variedad de tipos de instalaciones eléctricas de motores, se tratarán aspectos generales en base a las Normas Técnicas para Instalaciones Eléctricas, complementadas con recomendaciones dadas en distintas literaturas sobre el tema: códigos, catálogos de fabricantes, etc. que sin contravenir las Normas Técnicas.

Los elementos principales que intervienen en la instalación de motores, se muestra en el Diagrama siguiente, en donde se puede observar la combinación de los dispositivos de control y protección.



A.- Alimentador.

B.- Medio de desconexión contra corto circuito del alimentador principal.

C.- Medio de desconexión contra corto circuito del circuito derivado.

D.- Alimentador del circuito derivado.

E y F.- Medio de desconexión.

G.- Medio de arranque con

## 5.5 Controlador Lógico Programable – PLC

El Controlador Lógico Programable (PLC) nació como solución al control de circuitos complejos de automatización. Por lo tanto, se puede decir que un PLC no es más que un aparato electrónico que sustituye los circuitos auxiliares o de mando de los sistemas automáticos. A él se conectan los captadores (finales de carrera, pulsadores, etc.) por una parte, y los actuadores (bobinas de contactores, lámparas, pequeños receptores, etc.) por otra.

---

Los PLC se introdujeron por primera vez en la industria en 1960 aproximadamente. La razón principal de tal hecho fue la necesidad de eliminar el gran costo que se producía al reemplazar el complejo sistema de control basado en relees y contactores. Bedford Associates propuso algo denominado Controlador Digital Modular (MODICON, Modular Digital Controller) a un gran fabricante de coches.

Otras compañías propusieron a la vez esquemas basados en ordenador, uno de los cuales estaba basado en el PDP-8. El MODICON 084 (Schneider) resultó ser el primer PLC del mundo en ser producido comercialmente. El problema de los relés era que cuando los requerimientos de producción cambiaban también lo hacía el sistema de control. Esto comenzó a resultar bastante caro cuando los cambios fueron frecuentes. Dado que los relés son dispositivos mecánicos y poseen una vida limitada se requería un estricto mantenimiento planificado. Por otra parte, a veces se debían realizar conexiones entre cientos o miles de relés, lo que implicaba un enorme esfuerzo de diseño y mantenimiento.

### **Campos de aplicación**

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

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

---

Sus reducidas dimensiones, la extremada facilidad de su montaje, la posibilidad de almacenar los programas para su posterior y rápida utilización, la modificación o alteración de los mismos, etc., hace que su eficacia se aprecie fundamentalmente en procesos en que se producen necesidades tales como:

- Espacio reducido.
- Procesos de producción periódicamente cambiantes.
- Procesos secuenciales.
- Maquinaria de procesos variables.
- Instalaciones de procesos complejos y amplios.
- Chequeo de programación centralizada de las partes del proceso.
- Maniobra de máquinas.
- Maniobra de instalaciones.
- Señalización y control.
- Chequeo de Programas
- Señalización del estado de procesos

### **Modo de Funcionamiento**

Los Controladores Lógicos Programables son máquinas secuenciales que ejecutan correlativamente las instrucciones indicadas en el programa de usuario almacenado en su memoria, generando unas órdenes o señales de mando a partir de las señales de entrada leídas de la planta (aplicación): al detectarse cambios en las señales, el autómatas reacciona según el programa hasta obtener las órdenes de salida necesarias.

Esta secuencia se ejecuta continuamente para conseguir el control actualizado del proceso. La secuencia básica de operación del autómatas se puede dividir en tres fases principales: Lectura de señales desde la interfaz de entradas. Procesado del programa para obtención de las señales de control. Escritura de señales en la interfaz de salidas.

---

A fin de optimizar el tiempo, la lectura y escritura de las señales se realiza a la vez para todas las entradas y salidas; Entonces, las entradas leídas de los módulos de entrada se guardan en una memoria temporal (Imagen entradas). A esta acude la CPU en la ejecución del programa, y según se va obteniendo las salidas, se guardan en otra memoria temporal (imagen de salida). Una vez ejecutado el programa completo, estas imágenes de salida se transfieren todas a la vez al módulo de salida.

### **Ciclo de funcionamiento**

El funcionamiento del Controlador Lógico Programable es, salvo el proceso inicial que sigue a un Reset, de tipo secuencial y cíclico, es decir, las operaciones tienen lugar una tras otra, y se van repitiendo continuamente mientras el autómata esté bajo tensión. El ciclo de funcionamiento se divide en dos partes llamados Proceso Inicial y Ciclo de Operación.

### **Proceso inicial**

Como se muestra en la figura, antes de entrar en el ciclo de operación el autómata realiza una serie de acciones comunes, que tratan fundamentalmente de inicializar los estados del mismo y chequear el hardware. Estas rutinas de chequeo, incluidas en el programa monitor ROM, comprueban:

- El bus de conexiones de las unidades de E/S.
- El nivel de la batería, si esta existe
- La conexión de las memorias internas del sistema
- El módulo de memoria exterior conectado, si existe.

---

Si se encontrara algún error en el chequeo, se activaría el LED de error y quedaría registrado el código del error. Comprobadas las conexiones, se inicializan las variables internas:

- Se ponen a OFF las posiciones de memoria interna (excepto las mantenidas o protegidas contra pérdidas de tensión)
- Se borran todas las posiciones de memoria imagen E/S.
- Se borran todos los contadores y temporizadores (excepto los mantenidos o protegidos contra pérdidas de tensión).

Transcurrido el Proceso Inicial y si no han aparecido errores el autómeta entra en el Ciclo de Operación.

### **Ciclo de operación**

Este ciclo puede considerarse dividido en tres bloques:

- Proceso Común
- Ejecución del programa
- Servicio a periféricos

Proceso común:

En este primer bloque se realizan los chequeos cíclicos de conexiones y de memoria de programa, protegiendo el sistema contra:

- Errores de hardware (conexiones E/S, ausencia de memoria de programa, etc.).
- Errores de sintaxis (programa imposible de ejecutar).

El chequeo cíclico de conexiones comprueba los siguientes puntos:

- Niveles de tensión de alimentación
- Estado de la batería si existe.
- Buses de conexión con las interfaces

---

El chequeo de la memoria de programa comprueba la integridad de la misma y los posibles errores de sintaxis y gramática:

- Mantenimiento de los datos, comprobados en el "checksum".
- Existencia de la instrucción END de fin de programa
- Estructura de saltos y anidamiento de bloque correctas
- Códigos de instrucciones correctas

Ejecución del programa:

En este segundo bloque se consultan los estados de las entradas y de las salidas y se elaboran las órdenes de mando o de salida a partir de ellos. El tiempo de ejecución de este bloque de operaciones es la suma del:

- Tiempo de acceso a interfaces de E/S.
- Tiempo de escrutación de programa

Y a su vez esto depende, respectivamente de:

- Número y ubicación de las interfaces de E/S.
- Longitud del programa y tipo de CPU que lo procesa

Servicio a periféricos

Este tercer y último bloque es únicamente atendido si hay pendiente algún intercambio con el exterior. En caso de haberlo, la CPU le dedica un tiempo limitado, de 1 a 2 ms, en atender el intercambio de datos. Si este tiempo no fuera suficiente, el servicio queda interrumpido hasta el siguiente ciclo.

---

## Tiempo de ejecución y control en tiempo real

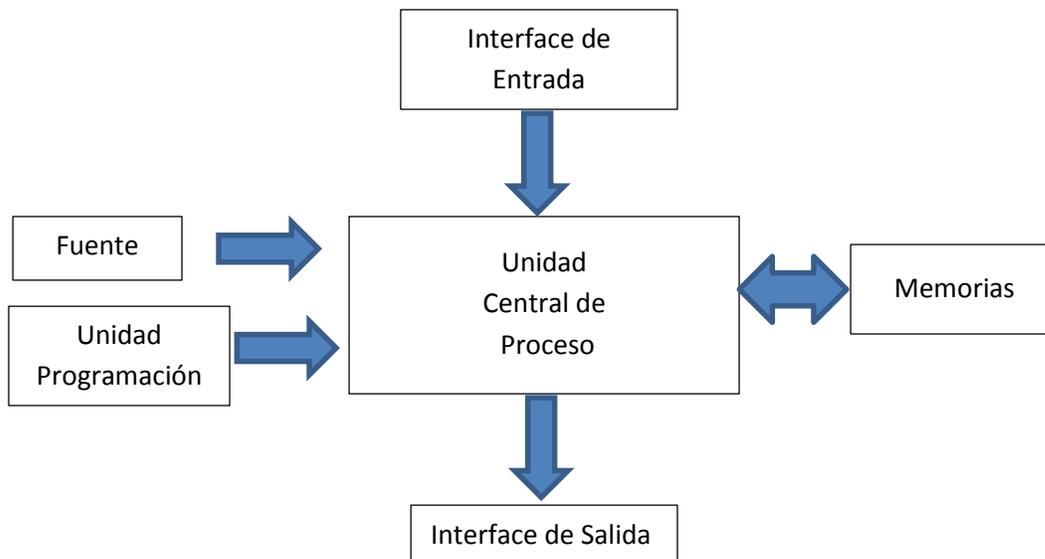
El tiempo total que el Controlador Lógico Programable emplea para realizar un ciclo de operación se llama tiempo de ejecución de ciclo de operación o más sencillamente tiempo de ciclo "Scan time". Dicho tiempo depende de:

- El número de E/S involucradas.
- La longitud del programa usuario
- El número y tipo de periféricos conectados al autómata.

Los tiempos totales de ciclos son entonces la suma de tiempos empleados en realizar las distintas operaciones del ciclo

- Autodiagnóstico (Proceso común)
- Actualización de E/S (Ejecución del programa)
- Ejecución de programa. (Ejecución del programa)
- Servicio a periféricos. (Servicio a periféricos)

## Estructura Externa



---

El término estructura externa o configuración externa de un Controlador Lógico programable industrial se refiere al aspecto físico exterior del mismo, bloques o elementos en que está dividido. Actualmente son tres las estructuras más significativas que existen en el mercado:

- Estructura compacta
- Estructura semimodular. (Estructura Americana)
- Estructura modular. (Estructura Europea)

### **Unidad de Programación**

Es el conjunto de medios, hardware y software mediante los cuales el programador introduce y depura sobre las secuencias de instrucciones (en uno u otro lenguaje) que constituyen el programa a ejecutar. Esta puede estar constituida por un teclado pequeño adosable al controlador, donde cada tecla responderá a un elemento del circuito/programa a desarrollar.

### **Fuente de Alimentación**

La fuente de alimentación proporciona las tensiones necesarias para el funcionamiento de los distintos circuitos del sistema. La alimentación a la CPU puede ser de continua a 24 Vcc, tensión muy frecuente en cuadros de distribución, o en alterna a 110 / 220 Vca. En cualquier caso, es la propia CPU la que alimenta las interfaces conectadas a través del bus interno.

La alimentación a los circuitos E/S puede realizarse, según tipos, en alterna a 48/110/220 Vca o en continua a 12/24/48 Vcc. La fuente de alimentación del Controlador Lógico Programable puede incorporar una batería de reserva, que se utiliza para el mantenimiento de algunas posiciones internas y del programa usuario en memoria RAM, o cuando falla la alimentación o se apaga el Controlador Lógico Programable.

---

## **Unidad Central de Proceso**

La CPU (Central Processing Unit) es la parte inteligente del sistema. Interpreta las instrucciones del programa de usuario y consulta el estado de las entradas. Dependiendo de dichos estados y del programa, ordena la activación de las salidas deseadas.

La CPU está constituida por los siguientes elementos:

- Procesador
- Memoria monitor del sistema
- Circuitos auxiliares

## **5.6 Generalidades del software de programación EASY-SOFT**

EASY-SOFT-BASIC es un software de operación y programación. El easySoft facilita particularmente la vida para el usuario. El editor gráfico muestra directamente la representación del diagrama de circuitos deseado.

Menús de selección y funciones de arrastrar y soltar para facilitar el establecimiento de enlaces. Simplemente seleccione los contactos y las bobinas y conéctelos con un simple clic del mouse.

La herramienta de simulación sin conexión integrada permite a los usuarios comprobar el correcto funcionamiento del diagrama de circuitos antes de la puesta en marcha y sin un dispositivo conectado. Los comentarios y los nombres de contactos, las bobinas y los bloques de funciones le permiten crear una estructura clara. Una portada con un logotipo de la empresa individual, varios campos de texto y la lista de referencias cruzadas con comentarios proporcionan una perfecta solución de documentación para la aplicación

---

Con el software de programación EASY-SOFT, los programas (esquemas de contactos) para aparatos Easy/MFD pueden:

- Crearse.
- Guardarse.
- Simularse.
- Documentarse.
- Transferirse a un aparato easy/MFD conectado y listo para el funcionamiento.
- Programarse para visualizar los estados de operando durante el funcionamiento (online).

Además, con la versión de software EASY-SOFT Pro pueden crearse aplicaciones de visualización (máscaras y macros para la configuración de teclas) para aparatos MFD.

Para las funciones ver, edición e imprimir del programa se podrá escoger entre los siguientes tipos de visualización:

- La representación simplificada específica del aparato se corresponde con la representación del display del aparato,
- Según IEC con iconos de contacto y de bobina, normativa internacional,
- Según el juego de caracteres ANSI (Instituto Nacional Americano de Estándares).

### **5.6.1 Generalidades acerca de los módulos de control Easy**

Easy400/500/600/700 son módulos de control electrónicos con funciones de lógica, funciones de tiempo, de contaje y de reloj temporizador, así como aparatos de entrada de datos.

Con estos aparatos podrá solucionar tanto tareas de la técnica doméstica, como tareas relacionadas con la construcción de máquinas y aparatos.

---

La familia de aparatos easy800 ofrece frente a easy400/500/600/700 funciones aritméticas adicionales y un acceso integrado a la red de interconexión easy-NET. Mediante la red de interconexión, en adelante denominada NET, podrá interconectar hasta ocho módulos de control easy800 para una interconexión de mando.

Gracias a que cada participante NET procesa un esquema de contactos, easy800 permite llevar a cabo controles rápidos mediante informática distribuida.

La familia de aparatos easy se redondea con la familia de aparatos MFD-Titan. Un aparato MFD ofrece las mismas funciones de mando y de red de interconexión que un easy800. Además, puede influirse en el proceso activo mediante Entrada de valor y visualizarse en el display completamente gráfico.

Para una descripción más detallada de este aparato de visualización, le rogamos consulte el apartado Generalidades sobre el aparato MFD.

El cableado de los esquemas se realiza mediante la técnica de esquemas de contactos. Las entradas de los esquemas de contactos pueden realizarse en el aparato, con ayuda de las teclas de función, o en su PC, con ayuda del software de programación.

Con el software de programación podrá crear y probar su esquema de contactos en el PC. Durante todo el proceso dispondrá de una completa ayuda para crear y probar los esquemas de contactos. También tiene la posibilidad de imprimir su esquema de contactos en diferentes formatos (p. ej. DIN o ANSI).

Con los aparatos easy y MFD podrá:

- Cablear contactos de cierre y de apertura en serie y en paralelo.
- Conectar el relé de salida y el relé auxiliar.
- Definir salidas como bobina, telerruptor, reconocimiento de flanco positivo o negativo o relé con función de autoenclavamiento.

- 
- Seleccionar relés temporizadores con distintas funciones.
  - Emplear contadores progresivos y regresivos.
  - Contar señales rápidas.
  - Comparar valores.
  - Visualizar textos con variables.
  - Trabajar los valores analógicos (dependiendo de los aparatos).
  - Utilizar relojes temporizadores semanales y anuales.
  - Contar los tiempos de servicio (contador de tiempo de servicio).
  - Comunicarse a través de la red integrada de interconexión.
  - Llevar a cabo funciones aritméticas como sumar, restar, multiplicar y dividir.
  - Seguir el flujo de corriente en el esquema de contactos.
  - Cargar, guardar y proteger por contraseña un esquema de contactos.

### **5.6.2 Diseño del aparato**

El aparato de mando y visualización está diseñado de forma modular. Consta de los siguientes módulos:

- Módulo display totalmente gráfico, monocromático, iluminado desde atrás, con o sin teclas de función.
- Módulos CPU con tensión de alimentación e interface multifunción.
- Módulos de registro de la temperatura.
- Módulos de entrada y de salida para valores digitales y analógicos.

Cada uno de los módulos se encaja simplemente entre sí. Se encuentran disponibles tanto para tensión de alimentación AC como DC.

A través de las teclas de función pueden visualizarse y modificarse valores de consigna durante el funcionamiento.

---

## **LED en tapa frontal**

El aparato de visualización también dispone de dos LED en tapa frontal, cuya importancia depende del modo operativo:

- En el modo terminal sirven para la visualización de los estados operativos del aparato a distancia.
- En el funcionamiento como aparato de mando o de visualización, los LED pueden accionarse directamente desde el programa como salidas. En este tipo de aplicación, como operandos LE, sirven para la señalización óptica de estados de proceso.

## **Interface multifunción**

La interface multifunción sirve para:

- La comunicación con su PC y por consiguiente con el software de programación (Función interface de PC).
- Comunicación punto a punto entre diferentes aparatos (Función interface de aparato).
- Ubicación de la tarjeta de memoria.

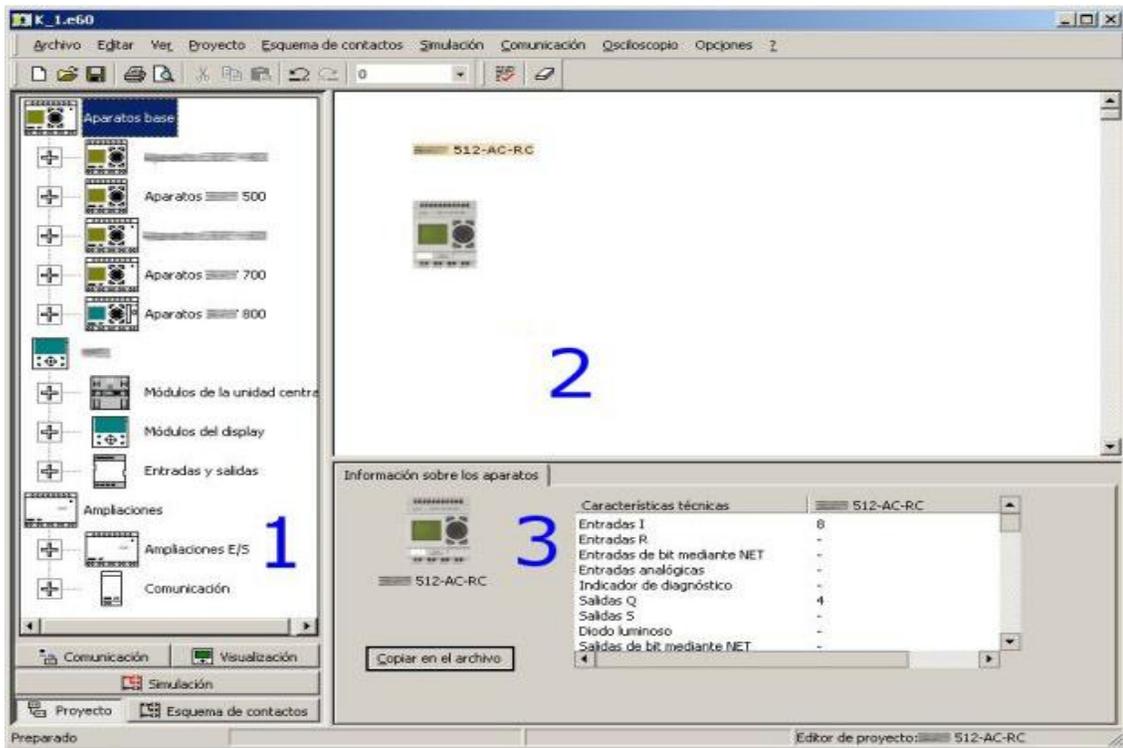
## **Tipos de aplicación**

Los tipos de aplicación de un aparato de visualización pueden clasificarse básicamente en tres categorías:

- Aplicación como aparato de visualización, con módulo display.
- Aplicación como terminal, con módulo display que contiene teclas de función.
- Aplicación sin visualización durante el funcionamiento de un aparato de mando sin módulo display.

### 5.6.3 Ventana de la superficie de programación

El software de programación se divide en tres ventanas.



- Caja de herramientas [1],
- Banco de trabajo (Esquema de contactos) [2],
- Campo de propiedades [3]

En la parte izquierda del software de programación se halla la Caja de herramientas [1]. En la parte superior derecha se encuentra la ventana Banco de trabajo [2], también denominada “Esquema de contactos”, y en la parte inferior derecha se sitúa la ventana Campo de propiedades [3].

Arriba se cierra el software de programación mediante la barra de título, menú y de símbolos. La parte inferior constituye la línea de estado, que dependiendo de la vista seleccionada le proporcionará información útil sobre su proyecto.

---

Según la tarea, el contenido de estas tres ventanas se puede cambiar entre las cinco vistas posibles: Proyecto , Esquema de contactos, Simulación, Comunicación y Visualización.

La conmutación de las distintas vistas puede realizarse mediante los botones situados en el borde inferior de la ventana de la “Caja de herramientas”, el menú contextual, si se halla en la vista Esquema de contactos, o el menú Ver, < Nombre de la vista >.

En el ejemplo que adjuntamos arriba hemos seleccionado la vista Proyecto.

### **Contenido de la caja de herramientas**

#### **1. Seleccionando la vista Proyecto**

En esta vista, la caja de herramientas pone a su disposición todos los módulos de control y aparatos de visualización para su transferencia al proyecto. Mediante la función Drag & Drop, desde la caja de herramientas al banco de trabajo, simplemente acepte los elementos físicos de su proyecto.

#### **2. Seleccionando la vista Esquema de contactos**

En esta vista, la caja de herramientas pone a su disposición todos los elementos lógicos, es decir contactos y bobinas (operandos lógicos) así como relés de función para su transferencia al proyecto. Para los módulos de control 800 y aparatos de visualización se disponen de módulos de función (operandos DWord) en lugar de los relés de función. Estos elementos lógicos también se transfieren, mediante la función Drag & Drop, de la caja de herramientas a una vía lógica dentro del esquema de contactos.

---

### 3. Seleccionando la vista Simulación

En esta vista podrá simular condiciones, realizar entradas y configurar puntos de interrupción pulsando el correspondiente botón de la caja de herramientas. Descripción de los botones:

- **“Modo de funcionamiento I/R”** - Preselecciona el modo de funcionamiento de los elementos de conmutación I1 a I16 o R1 a R16.
- **“Entradas I”** - Modifica los estados de las señales de un máximo de 16 entradas I.
- **“Entradas R”** - Modifica los estados de las señales de un máximo de 16 entradas R.
- **“Entradas analógicas”** - Registra las entradas de valores analógicos mediante el regulador de valores analógicos en IA1 hasta máx. IA4.
- **“Teclas P”** - Modifican la señal de estado de los cuatro interruptores P (teclas de cursor).
- **“Ciclo de simulación”** - Modifica el tiempo de ciclo.
- **“Punto de interrupción”** - Ajusta puntos de interrupción en los que la ejecución del programa se detiene hasta que se motiva su continuación mediante el botón “Continuar”.
- **“Visualización en pantalla”** - Selecciona los operandos que se muestran en la ventana Campo de propiedades. Como operandos puede seleccionar las entradas físicas con los valores simulados en la caja de herramientas, o bien salidas físicas, que podrá forzar (forcen) en el campo de propiedades.

---

#### 4. Seleccionando la vista Comunicación

- “**Conexión**” - Para establecer o interrumpir la conexión con un aparato.
- “**Programa**” - Descargar un esquema de contactos en el aparato (**PC => aparato**), cargarlo en el PC (aparato => PC) o comparar los esquemas de contactos del aparato y del PC (**PC = aparato**). Para ello se debe detener la correspondiente pantalla de flujo de corriente online.
- **RUN/STOP**, para iniciar o detener el procesamiento del esquema de contactos en el aparato.
- “**Parametrizaciones de sistema**” - para realizar parametrizaciones de sistema, como p. ej. el acceso a las teclas P en el aparato, el comportamiento de arranque o el idioma del display.
- “**Reloj**” - para ajustar la hora en el aparato.
- “**Visualización en pantalla**” - para seleccionar los operandos que se deben visualizar en la ventana **Campo de propiedades**.
-  Para iniciar o detener la pantalla de flujo de corriente online del esquema de contactos en la ventana **Esquema de contactos**.

#### 5. Seleccionando la vista Visualización

En esta vista la caja de herramientas pone a su disposición todos los elementos de máscara para la formación de la máscara, en caso de que en la ventana Banco de trabajo haya seleccionado la tarjeta de registro Editor de máscara.

---

Si ha seleccionado la tarjeta de registro Editor de teclado, la caja de herramientas le mostrará todos los elementos de teclado que usted puede asignar a las teclas del aparato de visualización. De este modo puede asignar a las teclas del aparato de visualización otras funciones.

## **VI. Metodología de Trabajo**

Primordialmente debemos entender que la metodología es un instrumento que nos ayuda a enlazar el sujeto con el objeto de la investigación. Sin la metodología es muy difícil llegar a la lógica que nos guiará al conocimiento científico.

En este trabajo se enfocará el conjunto de procedimientos lógicos a través de los cuales se plantean los problemas científicos y se ponen a prueba la hipótesis y los instrumentos del trabajo investigado, por lo que los métodos y técnicas a utilizarse son:

### **Métodos de investigación**

#### **a. Método científico**

Debido a que se realizará un proceso de razonamientos que intentan no solamente describir los hechos sino también explicarlos y comprobarlos, sus etapas son:

- **Percepción de un problema:** Aquí es donde nosotros como individuos encontramos el problema al cual se enfoca nuestro estudio.
- **Identificación y definición del problema:** Es donde observamos para definir la dificultad del problema.
- **Formulación de hipótesis:** Es decir buscaremos las posibilidades de solución para el problema mediante previos estudios de los hechos.

- 
- **Experimentación:** En esta última etapa probaremos la hipótesis buscando hechos ya observados que prueben que dicha consecuencia sea verdadera para así hallar la solución más confiable.
  - **Tesis:** En esta etapa llegaremos a la conclusión, si nuestra hipótesis es verdadera le seguirán ciertas consecuencias.

El primer paso para el diseño del sistema de control de la plataforma elevadora es identificar el problema a resolver, para determinar las acciones que se deben realizar y adaptarlo a las necesidades de la planta al proceso de automatización.

Para lograr que el proceso sea automatizado, debe prescindir de componentes que funcionen bajo la intervención humana, por lo que se requiere su remplazo por otros que no la requieran.

La creación del programa se realizará en el software EASY SOFT V6 del fabricante EATON con el que se ejecuta el programa en el PLC seleccionado. Para dicha programación, se tiene en cuenta la asignación de entradas, marcas y salidas en PLC para control de la plataforma elevadora, las condiciones de entrada y salida del proceso y la configuración de hardware pues estos son elementos importantes para la ejecución del control de cualquier sistema, en este caso para el sistema de elevación. Los bloques de programa se encuentran programados en lenguajes permitidos por la norma IEC61131-3.

## **6.1 Procedimientos para el control de la plataforma en EASY Soft**

- Primero: Definir la relación entre los dispositivos físicos y las entradas/salidas del módulo lógico programable. (PLC EASY SOFT 719 AC RC).
- Segundo: Con la ayuda del diagrama de control industrial realizamos las ecuaciones lógicas que establezcan las condiciones de movimientos.
- Tercero: Diseñamos y programamos el esquema de mando.

- 
- Cuarto: Realizamos las simulaciones pertinentes que aseguren que el programa se ajusta a la descripción de funcionamiento dada.
  - Quinto: Transferimos el programa desde la computadora hacia el PLC EASY SOFT 719 AC RC.
  - Sexto: Realizar las conexiones del módulo lógico programable con los dispositivos físicos que intervienen en el esquema de maniobra (bobina del contactor y relé, además de los pulsadores). Se comprobará el correcto funcionamiento de la maniobra antes de iniciar el montaje del circuito de potencia.
  - Séptimo: Realizar las conexiones del esquema de potencia

## **6.2 Análisis de problemas potenciales**

Identificar cualquier problema potencial para adelantarnos a la falla y darle la solución más adecuada para evitar posibles paradas del ascensor innecesarias.

## **6.3 Búsqueda en el mercado local de PLC EASY SOFT 719 AC RC**

De acuerdo a la teoría desarrollada y a las necesidades que presente el diseño y control de la plataforma elevadora se necesita la búsqueda empresas distribuidoras de PLC Easy Soft 719 AC RC para la evaluación de las propuestas, en cuanto a los siguientes aspectos:

- Soporte técnico.
- Capacidad de adquisición de los Relé programable easy Soft.
- Instalación del equipo.
- Capacitación del personal en manejo, operación y programación de los PLC EASY SOFT 719 AC RC.
- Costo.

---

## **6.4 Elaborar el informe del diseño**

El paso final es preparar un informe que contenga las observaciones y conclusiones del diseño y control del programa para la plataforma elevadora que pueda ser llevado o tomado como una referencia para una posible implementación.

## **VII. Propuesta de elementos que conforma parte de la plataforma**

### **Motor eléctrico**

Para mover la bomba de la instalación diseñada es necesario un motor eléctrico. Se opta por la elección de un motor de bajo consumo (o alto rendimiento) pues requiere menos energía que los motores convencionales para transmitir la misma potencia lo que al final será ahorro para el cliente suponiendo una vida media de duración del motor de 20 años en la que aproximadamente un 3% está representado por los costes de adquisición, instalación y mantenimiento del motor y el restante 97% será lo consumido en forma de energía. Se consigue de esta forma un ahorro en cada vuelta que el motor da.

Por todo esto se elige un motor de la marca SIEMENS acorde a la siguiente tabla de selección.

Potencia nominal a 50 Hz	Potencia nominal a 60 Hz	Tamaño	Valores de servicio a potencia nominal				Rend. plena carga 50 Hz	Rend. a 3/4 de carga	Factor de potencia plena carga	Corriente nominal 400V 50 Hz	Referencia (complementos del tipo en página 17)	Peso Forma constr. IM B3 aprox.
$P_N$ kW	$P_N$ kW		Velocidad nominal 50 Hz	Par nominal 50 Hz	Clase eficiencia CEMEP	$\eta_N$ %	$\eta_{3/4}$ %	$\cos\varphi_N$	$I_N$ A		$m$ Kg	
4 polos 1500 min <sup>-1</sup> a 50 Hz 1800 min <sup>-1</sup> a 60 Hz, clase F, utilización B, IP 55										aluminio		
0,06	0,07	56 M	1350	0,42		56	55	0,77	0,2	1LE1 002-0AB2□-□□□□▶	3	
0,09	0,11	56 M	1350	0,64		58	57	0,77	0,29	1LE1 002-0AB3□-□□□□▶	3	
0,12	0,14	63 M	1350	0,85		55	54	0,75	0,42	1LE1 002-0BB2□-□□□□▶	3,5	
0,18	0,21	63 M	1350	1,3		59	60	0,76	0,58	1LE1 002-0BB3□-□□□□▶	4,1	
0,25	0,29	71 M	1350	1,8		60	60	0,78	0,77	1LE1 002-0CB2□-□□□□▶	4,8	
0,37	0,43	71 M	1370	2,6		65	65	0,78	1,06	1LE1 002-0CB3□-□□□□▶	6	
0,55	0,63	80 M	1395	3,8		67	67	0,81	1,46	1LE1 002-0DB2□-□□□□▶	9	
0,75	0,86	80 M	1395	5,1		72	72	0,8	1,91	1LE1 002-0DB3□-□□□□▶	10	
1,1	1,3	90 S	1415	7,4	EFF2	77	77	0,81	2,55	1LE1 002-0EB0□-□□□□▶	13	
1,5	1,75	90 L	1420	10	EFF2	79	79	0,81	3,4	1LE1 002-0EB4□-□□□□▶	15,6	
2,2	2,55	100 L	1425	14,8	EFF2	81	84	0,81	4,85	1LE1 002-1AB4□-□□□□▶	18	
3	3,45	100 L	1425	20,2	EFF2	82,8	83,6	0,85	6,2	1LE1 002-1AB5□-□□□□▶	22	
4	4,6	112 M	1435	27	EFF2	84,2	85,1	0,84	8,2	1LE1 002-1BB2□-□□□□▶	27	
5,5	6,3	132 S	1450	36	EFF2	86	86,5	0,83	11,2	1LE1 002-1CB0□-□□□□▶	38	
7,5	8,6	132 M	1450	49	EFF2	87	87,4	0,83	15	1LE1 002-1CB2□-□□□□▶	44	
11	12,6	160 M	1460	72	EFF2	88,4	88,1	0,82	22	1LE1 002-1DB2□-□□□□▶	62	
15	17,3	160 L	1460	98	EFF2	89,4	89,7	0,82	29,5	1LE1 002-1DB4□-□□□□▶	73	

Al ser la potencia necesaria 6.1Kw y siendo el rango de potencias de motores tipo entre 5.5 y 7.5 Kw, se elige el de 7.5 Kw al ser mayor que la necesitada.

Ha de tenerse en cuenta que obtener un motor personalizado más ajustado a la potencia necesaria resultaría más caro que elegir esta opción estándar.

La elección de esta gama responde a un compromiso con la necesidad enfrentada en el diseño. Los 4 polos del motor y la orientación de la gama de motores a su uso con VSDs (variadores de frecuencia) se ajustan al diseño final planteado sin olvidar la relación calidad precio de cara al cliente.

### Potencia a 50 y 60 HZ.

En la tabla anterior se indican los valores de potencia a 50 y a 60 Hz. Estos son entre un 12% y un 20% superiores a los de 50 Hz, según tipos. La velocidad nominal a 60 Hz es aproximadamente un 20% superior a la de 50 Hz.

---

### **Tolerancia de los datos eléctricos.**

Según DIN EN 60034 se permiten las siguientes tolerancias:

Para motores según DIN EN 60034-1 rige una tolerancia de +/- 5% en la tensión y de +/-2% en la frecuencia, permitiéndose en su utilización sobrepasar la máxima temperatura admisible de la clase de calentamiento en 10 K.

### **Protección del motor.**

Los motores se protegen habitualmente mediante fusibles y relés de sobrecarga retardados, pero estos elementos no protegen al motor en caso de servicios intermitentes o en caso de arranques pesados como es del presente diseño, en estos casos, la protección completa se logra vigilando la temperatura del devanado del motor.

En este caso se elige llevar a cabo por medio de una sonda térmica de semiconductor tipo PTC insertada en los devanados, que se conecta a un dispositivo de disparo fuera del motor.

### **Caja de bornes.**

El material es aluminio al igual que el de la carcasa. Posee un grado de protección IP55.



---

## Variador de velocidad.

Se decide incluir en el diseño un variador de velocidad para control y protección del motor eléctrico ya que permitirá controlar su velocidad de giro y los arranques y paradas del mismo, sobre todo en los arranques que representan el momento más agresivo y donde será necesaria una aceleración ajustada hasta alcanzar la velocidad adecuada para la carga esperada. Estos equipos también brindan un gran ahorro energético que es un objetivo a cumplir en cualquier diseño industrial que se realice hoy día.

El variador es el método más eficiente para satisfacer esta necesidad. Regula la frecuencia del voltaje aplicado al motor, logrando modificar su velocidad y una de las aplicaciones para las que son diseñados incluye tanto las bombas centrífugas como los elevadores.

Cuando se tienen en una instalación industrial motores eléctricos al operar se encuentran estos problemas en su arranque:

- El pico de corriente en el arranque puede perturbar el funcionamiento de otros aparatos conectados a la red (en el caso de la instalación objeto del presente diseño con un PLC aún más)
- Las sacudidas mecánicas que se producen durante los arranques y las paradas pueden ser inaceptables para la máquina, así como para la seguridad y comodidad de los usuarios
- Funcionamiento a velocidad constante.

---

## **Ventajas de usar un variador de velocidad en arranque de motores asíncronos.**

- El variador de velocidad no tiene elementos móviles, ni contactos.
- La conexión del cableado es muy sencilla.
- Permite arranques suaves, progresivos y sin saltos.
- Controla la aceleración y el frenado progresivo.
- Limita la corriente de arranque.
- Permite el control de rampas de aceleración y deceleración regulables en el tiempo.
- Consigue un ahorro de energía cuando el motor funcione parcialmente cargado, con acción directa sobre el factor de potencia.
- Puede detectar y controlar la falta de fase a la entrada y salida de un equipo.
- Protege al motor.
- Puede controlarse directamente a través de un autómata o microprocesador.
- Se obtiene un mayor rendimiento del motor.
- Permite ver las variables (tensión, frecuencia, r.p.m, etc...).

Motor asíncrono	En uso normal	Con variador de velocidad
<b>Corriente de arranque</b>	Muy elevada, del orden de 6-8 veces la corriente nominal en valor eficaz, 16-20 veces en valor cresta	Limitado en el motor (en general: cerca 1,5 veces la corriente nominal)
<b>Par de arranque</b>	Elevado y no controlado del orden de 2 a 3 veces el par nominal	Del orden de 1,5 veces el par nominal y controlado durante toda la aceleración
<b>Arranque</b>	Brutal, cuya duración solo depende de las características del motor y de la carga arrastrada (Par resistente, inercia)	Progresivo, sin brusquedad y controlado (rampa lineal de velocidad)
<b>Velocidad</b>	Variado ligeramente según la carga (Próxima de la velocidad de sincronismo)	Variación posible a partir de cero hasta un valor superior a la velocidad de sincronismo
<b>Par máximo</b>	Elevado, del orden de 2,3 veces el par nominal	Elevando disponible para todo el rango de velocidades (del orden de 1,5 veces el par nominal)
<b>Frenado eléctrico</b>	Relativamente complejo, necesita protecciones y un esquema particular	Fácil
<b>Inversión del sentido de marcha</b>	Fácil solamente después de parada motor	Fácil
<b>Riesgo de bloqueo</b>	Si, en caso de exceso de par (par resistente > Cm), o en caso de bajada de tensión	No

### Protección integrada

El variador asegura tanto la protección térmica del motor como su propia protección. A partir de la medida de la corriente y de una información sobre la velocidad (si la ventilación del motor depende de su velocidad de rotación), un microprocesador calcula la elevación de temperatura de un motor y suministra una señal de alarma o de desconexión en caso de calentamiento excesivo.

### Modelo elegido

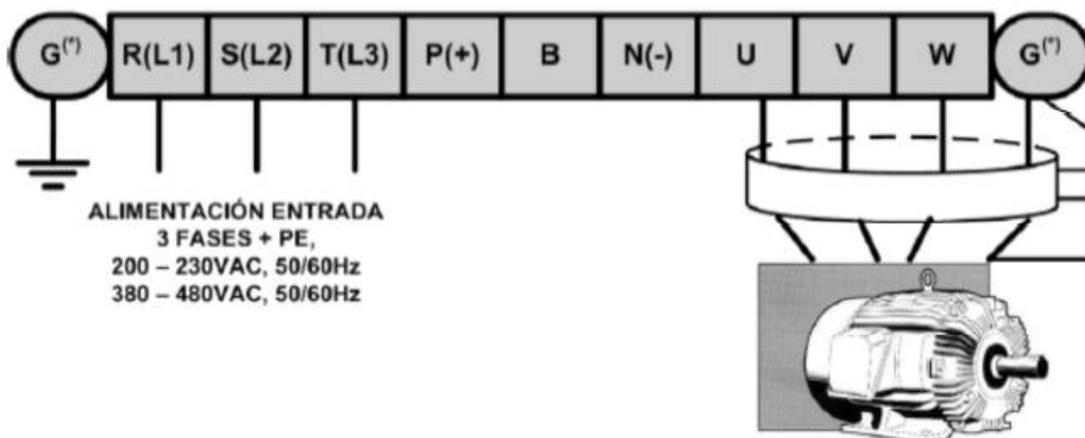
Para el diseño se elige un variador de velocidad de la gama L1000E del fabricante YASKAWA por sus características que se ajustan al diseño que se pretende.

---

## Conexión de la alimentación y del motor

La alimentación deberá conectarse a los terminales R (L1), S (L2) y T (L3). Conectarla a los terminales U, V y W producirá daños internos al variador de velocidad. No es necesario ordenar la secuencia de las fases.

El motor deberá conectarse a los terminales U, V y W. Si la entrada digital de control “marcha adelante” [MRCHA ADE] está conectada, el motor debería girar en el sentido de las agujas del reloj visto desde el lado de carga del motor. Si el motor gira en el sentido contrario, hay que intercambiar la conexión de los terminales U y V.



## Terminales de control

La siguiente figura muestra los terminales de control del variador J1000E. Aquí se encuentran localizados los bornes y jumpers que el usuario necesita para acceder a diferentes opciones, como la conexión de las entradas y salidas, el puerto de comunicación serie RS485, etc.

Para realizar las conexiones, han de utilizarse cables apantallados y trenzados para conectar el circuito de control, separando estos cables de la fuente principal de alimentación.

---

## **Autómata programable (PLC)**

### **Por qué optar por una automatización.**

Se decide facilitar el proceso de control del pistón por medio del diseño de una automatización a través de un PLC.

- Un PLC es un Controlador Lógico Programable, es decir, es una pequeña computadora capaz de automatizar procesos electromecánicos como el que se trata en el presente proyecto.
- Están diseñados para el control de múltiples señales de entrada y salida, grandes rangos de temperatura de funcionamiento, inmunidad al ruido y resistencia a la vibración y al impacto.
- Es un sistema en tiempo real, por lo que el resultado de sus salidas depende de las condiciones que se le presenten a la entrada, dando distintas respuestas al variar dichas entradas.
- El PLC necesita ser programado para saber cómo responder. El programa se almacena en memorias no volátiles para no ocasionar la pérdida de su funcionalidad. Esta es una de sus grandes ventajas, ya que si se modificara el proceso no habría que diseñar una nueva instalación, sino sólo un nuevo programa para ajustar el control de las salidas.

Como ejemplo, si en un futuro en esta instalación diseñada se quisiera controlar por móvil la operación del elevador sólo habría que diseñar la nueva interfaz software y seguirían valiendo el resto de elementos de la instalación.

---

## **Elección del autómeta.**

Para la realización de la automatización pretendida se elige el PLC de la marca EASY SOFT 719 AC RC por su sencillez y adecuación al volumen de E/S necesarias para el diseño, así como su bajo precio en comparación con el resto de autómetas. El autómeta está pensado para la implementación de diseños de una complejidad como el que se pretende.

Se elige la variante con display ya que a través de éste la programación del PLC se hace bastante intuitiva a través de una serie de botones que sucesivamente piden la información a introducir. Incluye 19 funciones básicas y especiales listas para la redacción de los programas.

## **Entradas/salidas:**

El módulo principal posee 8 entradas y 4 salidas. Para el diseño efectuado serán necesarias 12 entradas y 5 salidas. 2 salidas podrán ser reducidas al paralelo de una, necesitando un total de 4 (posteriormente se explicará cómo y por qué), para la realización del diseño por tanto no será suficiente con un solo módulo principal y será necesario añadir una tarjeta de ampliación acorde con las necesidades del proyecto para cubrir el resto de entradas y salidas necesarias. Posteriormente se explicará la solución escogida a tal efecto en el apartado de Tarjeta de Ampliación.

A las entradas se podrán conectar sensores del tipo pulsadores, conmutadores, barreras fotoeléctricas, interruptores de luminosidad o salidas provenientes de otros equipos..

---

## **Explicación de la solución:**

Se ha diseñado un sistema de control de una plataforma usando un PLC y un variador de velocidad para manejo del motor. Se aprovecha también la válvula existente dentro de la automatización.

La plataforma elevadora puede subirse y bajarse mediante pulsadores. Para ello, el pulsador de subida está conectado a I1 y el de bajada a I3. La posición final se detecta mediante un final de carrera. El final de carrera en I2 para Plataforma arriba y el final de carrera en I4 para Plataforma abajo. Si se ha alcanzado una posición final de carrera, sólo puede moverse en el otro sentido. El sentido de marcha se especifica mediante los pulsadores en I1 o bien en I3. Mediante el pulsador de parada en I7 puede detenerse la plataforma.

Los sensores ultrasónicos para vigilancia de la zona de la plataforma elevadora están conectados a I5. Si los sensores detectan un obstáculo, se detiene la plataforma elevadora. No obstante, puede continuarse el movimiento en modo manual si el pulsador de sentido se mantiene accionado durante más de 2 segundos. Sin embargo, si se acciona el pulsador de parada de emergencia conectado en I6, la plataforma elevadora se detiene inmediatamente y ya no puede desplazarse mediante ningún pulsador de sentido.

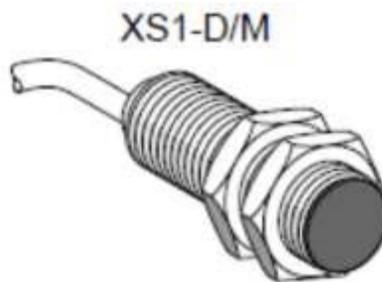
No puede reanudarse el movimiento hasta que se libera la parada de emergencia. Para poder detectar mejor que se está deteniendo la plataforma elevadora, se activa un dispositivo de aviso en Q3. Mientras sube o baja la plataforma elevadora, destella la lámpara de aviso en Q3.

---

## Sensores inductivos

Para la detección del elevador arriba o abajo se eligen sensores inductivos de la marca Telemecanique de la gama Osiprox y modelo XS1M18PAS40.

Dichos sensores usan tecnología inductiva para la detección sin contacto de objetos metálicos hasta 60mm. Irán colocados sobre una viga de estructura, para estar situados en la posición necesaria para la detección del elevador, arriba o abajo.



## Relés

Para la activación de las salidas del PLC de la bocina, piloto y electroválvula del elevador se elige el relé de propósito general de la marca Rockwell Automation modelo HB 700-HB32Z24 al ser de bobina y contactos de 24V DC. Su misión es abrir o cerrar el circuito de la electroválvula o de la bocina en función de la señal recibida al efecto desde el PLC. Son dos para la electroválvula (uno de subida y otro de bajada) y uno para la bocina-piloto.



---

### **Interruptores diferencial y magneto térmico.**

Debido a las características técnicas de la instalación eléctrica diseñada, será necesario una protección diferencial de cuatro polos, 63 A y 300mA.

En base a estas características se elige un diferencial marca ABB modelo F 204 B-63/03. También se elige un interruptor magnetotérmico de la marca ABB modelo S 203H-C32 de 32 Amperios.

### **Contactor**

Se elige también un contactor de la misma marca ABB modelo A26-40-00230 como componente electromecánico del circuito para permitir o bloquear el paso de corriente en la instalación.

### **Estación de control completa**

Se elige una botonera de tres pulsadores de la empresa española Rolflex que se ajusta al diseño. Se dispondrá de un botón de subida, otro de pausa y otro de bajada Relacionados con el diseño del circuito lógico.

Dichos botones están alimentados en corriente continua de 12V puesto que son señales de entrada al autómata (PLC).



---

## Cableado de la instalación

Se eligen cables según instrucciones de la normativa UNE 21031:2014 de título “Cables eléctricos de baja tensión. Cables de tensión asignada inferior o igual a 450/750 V (Uo/U). Cables de utilización general. Cables flexibles con aislamiento termoplástico (PVC) de más de 5 conductores.”

- Cable de acometida: Se elige un cable RV-K 0.6/1kV aislado con polietileno reticulado (XLPE) y cubierta de policloruro de vinilo (PVC) de sección 4x4mm<sup>2</sup> con una intensidad máxima de utilización de 34 A. Es un cable de transporte y distribución de energía para utilización en instalaciones fijas de baja tensión, flexible y de sencilla instalación.

Cumple con dimensiones y materiales según UNE 21123-2, con la identificación de los conductores UNE 21089-1 y es no propagador de llama según UNE 50265-2-1.

- Cable de alimentación al motor: Para esta elección el fabricante del variador recomienda elegir un cable con apantallamiento para evitar las posibles interferencias que la acometida de potencia pudiera provocar en los cables adyacentes de transmisión de señal. Para esta aplicación se elige por tanto un cable VVKV – 0.6/1kV de sección 3x2.5/2.5 que soporta hasta 34 A.

Para el resto de conexiones de transporte de energía en industria, así como conexionado del PLC se elige el cable unipolar flexible de cobre con aislamiento de PVC para tensión de 450/750 V 1x2.5 mm<sup>2</sup> cumpliendo UNE 21031-3 como norma constructiva, UNE-EN 60332-1 y UNE-EN 50266 como no propagador de llama e incendio respectivamente.

Los cálculos se han realizado siguiendo las indicaciones de la UNE-204605523, de selección e instalación de materiales eléctricos, Intensidades admisibles en sistemas de conducción de cables.

---

### **Avisador acústico y luminoso.**

Para alertar del movimiento de subida o bajada del elevador se opta por poner una baliza con espejo rotativa precableada que además emite un sonido de hasta 90 dB conectada a una de las salidas del PLC a través del relé.

Se instalará sobre el pilar antes mencionado en el que se colocan los sensores, para que quede en lugar elevado y siempre visible desde cualquier punto del local.



### **Pulsador de emergencia**

Se opta por elegir el modelo XALK178E de la marca SIEMENS. Es un pulsador de Emergencia de policarbonato que actúa a través de un contacto normalmente cerrado. A diferencia de la botonera ordinaria, que está colocada en el armario eléctrico. Este paro de emergencia ha de ubicarse cerca del elevador, puesto que debe ser fácilmente accesible en caso de problema de funcionamiento del mismo.



---

## **Armario eléctrico**

Como contenedor de los accesorios de la instalación se elige un armario eléctrico de la marca Rittal número de referencia 5117. Es un armario de chapa de acero de una puerta con suelo preparado para poder configurar entrada de cables. Todos los componentes han sido elegidos en el diseño para poder colocarse en un perfil DIN de 35mm.

## **Fuente de alimentación**

Para alimentar el sistema diseñado existe la necesidad de pasar de la tensión monofásica de 230V a la tensión de continua de 24V con la que se alimenta el autómata programable.

Para esta funcionalidad se ha elegido una fuente de alimentación del fabricante PHOENIX CONTAC, modelo MINI-PS-100-240AC/24DC/1.3.

La conveniencia de sus características al diseño efectuado obedece a factores como ser muy fiable incluso a altas temperaturas, entradas de amplia gama, homologaciones internacionales para industria, alto MTBF demostrado y posibilidad de elegir entre varias corrientes de salida según necesidad.

## **VIII. Simulación en Easy Soft de la propuesta para el control de la plataforma elevadora**

### **Mando de plataforma elevadora**

#### **Problema planteado**

Con EASY se ha realizado el mando o maniobra de una plataforma elevadora. Para vigilancia de la zona de la plataforma elevadora se han instalado varios sensores conectados en paralelo (sensores ultrasónicos).

---

## **¡La solución EASY!**

La plataforma elevadora puede subirse y bajarse mediante pulsadores. El pulsador de subida está conectado a I1 y el de bajada a I3. La posición final se detecta mediante un final de carrera en I2 para Plataforma arriba y en I4 para la plataforma abajo. Si se ha alcanzado una posición final de carrera, sólo puede moverse en el otro sentido. El sentido de marcha se especifica mediante los pulsadores en I1 o bien en I3. Mediante el pulsador de parada en I7 puede detenerse la plataforma.

Los sensores ultrasónicos para vigilancia de la zona de la plataforma elevadora están conectados a I5. Si los sensores detectan un obstáculo, se detiene la plataforma elevadora.

No obstante, puede continuarse el movimiento en modo manual si el pulsador de sentido se mantiene accionado durante más de 2 segundos. Sin embargo, si se acciona el pulsador de parada de emergencia conectado en I6, la plataforma elevadora se detiene inmediatamente y ya no puede desplazarse mediante ningún pulsador de sentido. El movimiento no puede reanudarse hasta que se libera la parada de emergencia.

Para poder detectar mejor que se está deteniendo la plataforma elevadora, se activa un dispositivo de aviso en Q3. Mientras sube o baja la plataforma elevadora, destella la lámpara de aviso en Q3.

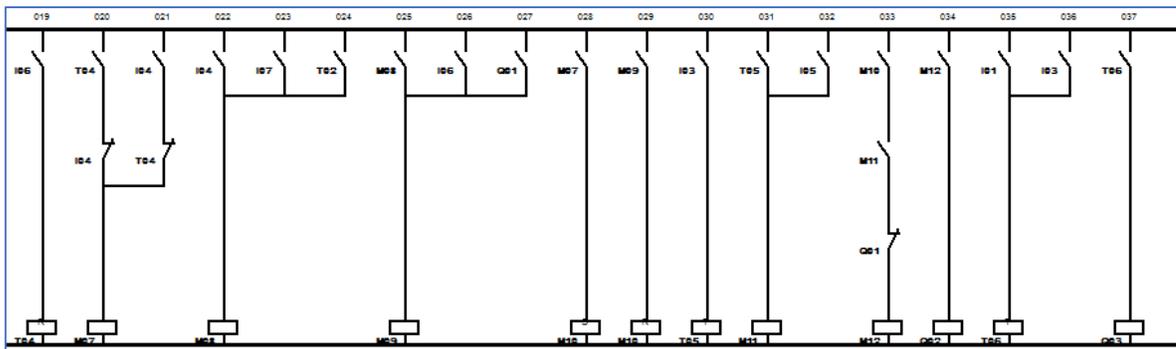
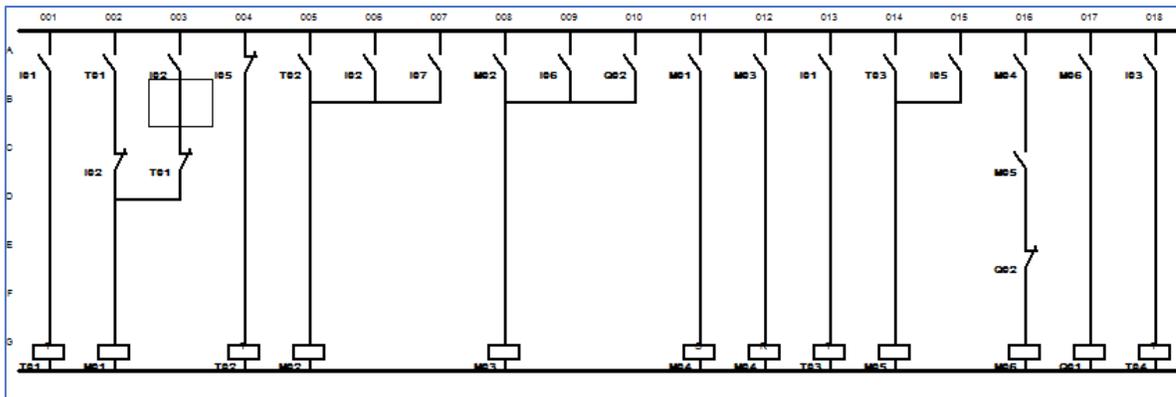
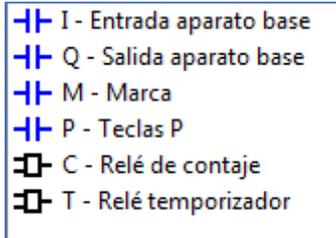
---

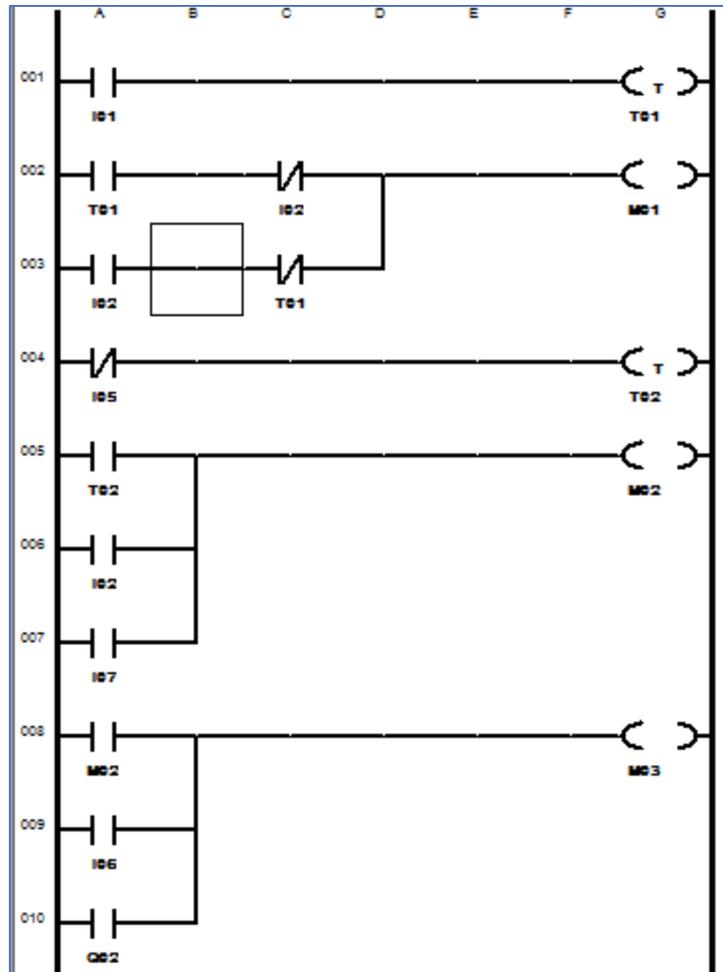
## Componentes utilizados

- Easy soft 719 ac rc
- I1 Pulsador Subir plataforma (contacto NA).
- I2 Final de carrera arriba (contacto NA).
- I3 Pulsador Bajar plataforma (contacto NA).
- I4 Final de carrera Plataforma abajo (contacto NA).
- I5 Sensores (contacto NC).
- I6 Pulsador parada emergencia (contacto NA).
- I7 Pulsador parada (contacto NA).
- Q1 Subir plataforma.
- Q2 Bajar plataforma.
- Q3 Lámpara de aviso.

TABLA DE EQUIVALENCIA DE FUNCIONES LOGICAS	
BLOQUE	ESCALERA
B01	M06
B02	M04
B03	M01
B04	T01
B05	M03
B06	M02
B07	T02
B09	M05
B10	T03
B11	M12
B12	M10
B13	M07
B14	T04
B15	M09
B16	M08
B17	M11
B18	T05
B21	T06

## PROGRAMA





---

## **IX. Conclusiones**

A la hora de llevar a cabo el diseño y simulación de la propuesta de mando y control de la plataforma elevadora se consultó la información disponible en internet, en libros de diseño de máquinas y en la normativa de este tipo de plataformas. Con arreglo a las pautas encontradas en estos textos, se establecieron unas primeras condiciones de diseño.

Para diseñar el programa con sus elementos se atendió a criterio de funcionalidad mediante el uso de PLC.

Por lo tanto se logró diseñar el programa para el control y funcionamiento de la plataforma elevadora.

Así mismo se realizó la simulación del funcionamiento de la plataforma elevadora en la herramienta computacional EASY SOFT V6.

Y por último se logró aumentar el conocimiento en la programación de PLCs para la realización de proyectos industriales.

---

## X. Bibliografía

- Balcells, Josep y Romeral, José Luis. Autómatas programables. México. Edit. ALFAOMEGA GRUPO EDITOR S.A. de C.V., 1998. 327 p.
- “Plataformas elevadoras, plataformas de trabajo sobre mástil”, NORMA ESPAÑOLA UNE-EN 1495, Editorial Aenor, España, 1998..
- Chapman, Stephen J. Máquinas Eléctricas. McGraw-Hill. 2005. Pág 382, 389, 452, 458.
- SABACA, Mariano (2006). Automatismos y cuadros eléctricos. McGraw Hill.
- [14] Raúl Cobo, El ABC de la automatización, disponible en internet: <http://www.aie.cl/files/file/comites/ca/abc/hmi.pdf>
- “Plataformas elevadoras sobre mástil”, Internet, [www.electroelsa.com](http://www.electroelsa.com), Acceso: 12 de mayo de 2018.
- “Mantenimiento de plataformas elevadoras”, Internet, [www.insht.es](http://www.insht.es), Acceso: 12 de mayo de 2018.