



UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA
FACULTAD DE ELECTROTECNIA Y COMPUTACION
Carrera de Ingeniería Eléctrica

TRABAJO MONOGRAFICO

**PROPUESTA DEL SISTEMA DEL CONTROL ELECTRICO CON PLC
PARA UN ELEVADOR**

Autor

Br. Gerald Antonio González Ramos

Carnet: 2007-15071

Br. Marlon Josué Zepeda Palacios

Carnet: 2008-15411

Tutor: Ing. Enrique José Hernández García

Managua, Nicaragua diciembre 2012

AGRADECIMIENTO

A mi familia por todo el apoyo que me han brindado durante todo el desarrollo de mi Monografía.

A mi Tutor, Ing. Enrique José Hernández García, por compartir sus conocimientos durante nuestra trayectoria en la universidad

A todas las personas y amigos que de manera indirecta me apoyaron en la culminación de nuestro trabajo Monográfico.

DEDICATORIA

Dedico este trabajo a nuestro Dios, creador del cielo y la tierra.

A mi querida Madre quien me ha brindado su apoyo y ánimos incondicional necesarios para cumplir tanto con mis metas personales como profesionales.

A mis familiares que siempre me han apoyado desinteresadamente y a toda mi familia y a todos mis amigos que siempre me apoyaron dentro y fuera de la universidad a enfrentar con valor los obstáculos de la vida estudiantil

RESUMEN

Un ascensor o elevador es un aparato que sirve para trasladar personas o cosas entre niveles de altura diferentes.

La cabina debe acudir a cada nivel cuando sea solicitado por un usuario desde cualquier nivel.

El objetivo del proyecto es realizar un estudio técnico acerca de como diseñar un control eléctrico que controle e integre todos los elementos propios de un sistema elevador.

Para diseñar los dispositivos y el control, se ha tenido especial atención en cumplir la normativa en materia de aparatos elevadores publicada por diferentes fabricantes.

ÍNDICE

	Pág.
INTRODUCCION	I
JUSTIFICACION	III
OBJETIVOS	IV
CAPÍTULO 1. SISTEMA DE ELEVADOR	1
1.1 Definición del proyecto	1
1.2 Dispositivos de mando y protección	5
1.4 Conductores de fuerza y alumbrado	5
1.5 Luminarias	6
1.6 Tomas de corriente	6
1.7 Puesta a tierra	7
1.8 Maniobra	8
1.9 Grupo Tractor	9
1.10 Cadena de Seguridad	10
1.11 Dispositivos de Emergencia	12
CAPÍTULO 2. TECNICA DE DISEÑO	14
2.1 Elementos que componen la maniobra	14
2.2 Descripción del diseño	18
2.3 Corrección en bajada	28
2.4 El sistema de posicionamiento	28
2.5 Entradas y salidas del PLC y del Microcontrolador	29
2.6 Programa del PLC Siemens S7-200	32
2.7 Programa del Microcontrolador	64
CAPÍTULO 3. PRESUPUESTO DE IMPLEMENTACION	71
CONCLUSIONES	77
BIBLIOGRAFÍA	78

INTRODUCCION

Un ascensor o elevador es un sistema de transporte vertical diseñado para movilizar personas o bienes entre diferentes niveles. Puede ser utilizado ya sea para ascender o descender en un edificio o una construcción subterránea. Se conforma con partes mecánicas, eléctricas y electrónicas que funcionan conjuntamente para lograr un medio seguro de movilidad.

Se instalan fundamentalmente dos tipos, el ascensor electromecánico y el ascensor hidráulico, más propiamente llamado oleodinámico. También se denominan ascensores hidráulicos a los sistemas de esclusas en los canales de navegación, como los ascensores hidráulicos del Canal du Centre, en Bélgica.

De allí que hoy día, los ascensores actuales se pueden dividir en dos grandes categorías; ascensores que disponen de cuarto de máquinas, y ascensores en que su diseño permite prescindir del mismo, con la correspondiente ventaja para la construcción del edificio.

Posteriormente se pueden dividir en dos categorías más; ascensores electromecánicos y ascensores hidráulicos. En los ascensores electromecánicos se utiliza un motor eléctrico que tracciona la cabina del ascensor y su contrapeso. En los ascensores hidráulicos, se utiliza la presión de un pistón para hacer elevar o descender la plataforma.

En lo que se refiere al tipo de funcionamiento, en la actualidad existen 3 modelos básicos de elevador; ascensores de una velocidad, ascensores de dos velocidades y ascensores de velocidad variable.

En la figura 1 se describen las categorías de los sistemas elevadores existentes en el mercado.

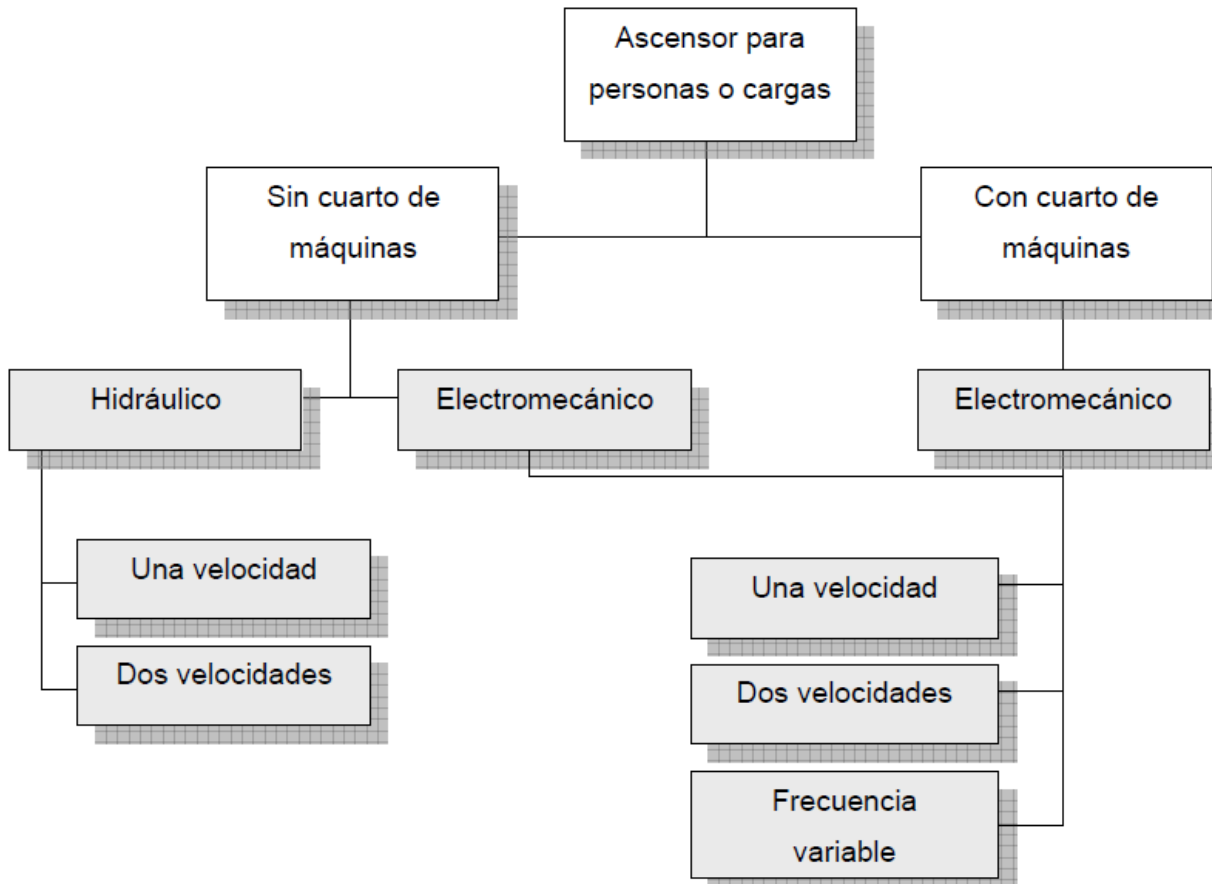


Figura 1: Categorías de Sistemas Elevadores

JUSTIFICACION

En Nicaragua y en cualquier parte del mundo, el correcto diseño del sistema de control eléctrico de un sistema de elevador, indiscutiblemente, es de vital importancia y quien certifica su funcionalidad y, por ende, su seguridad en términos de operación. Entonces, la seguridad del sistema es un elemento clave en los ascensores, para maximizarla se emplean varios dispositivos específicos, tales como:

- *Enclavamiento electromecánico de las puertas*
- *Paracaídas de rotura o desequilibrio de cables de tracción*
- *Limitador de velocidad*
- *Finales de carrera*
- *Dispositivo de parada de emergencia*
- *Timbre de alarma*
- *Luz de emergencia*
- *Sistema de pesacargas*

Por ello en esta propuesta se ha elegido como caso de estudio el diseño de un sistema de control eléctrico para un sistema de elevador y con ello contribuir a mejorar el desempeño y la seguridad de sistemas de esta naturaleza.

Este proyecto será de gran utilidad a quienes deseen incursionar en el diseño de sistemas similares, también, a los estudiantes de los últimos dos años de la carrera de eléctrica y electrónica o afines, porque podrán tener acceso a un material de referencia basado en un estudio real con todos los requerimientos técnicos ingenieriles que el mismo implica.

OBJETIVOS

Objetivo General

Realizar el diseño de un sistema de control eléctrico para integración de todos los elementos propios de un ascensor en régimen de funcionamiento normal.

Objetivos Específicos

1. Realizar un análisis sobre el estado del arte de las distintas herramientas y tecnologías existentes en el diseño y desarrollo de aplicaciones eléctricas para el control de sistemas elevadores.
2. Hacer un diagnóstico sobre las características y funcionalidades de los PLC's y otros dispositivos electrónicos de interés en la implementación de sistemas eléctricos de control.
3. Diseñar un circuito prototipo para evaluación de su funcionamiento, previo a la implementación final según las normas para el diseño y construcción de equipos electrónicos: ANSI e IEEE, con la facilidad de ser flexible para su producción en serie.
4. Presentar la memoria técnica detalla del proyecto con todos sus cálculos de diseño, así como una evaluación financiera del mismo.

Capítulo 1

SISTEMA DE ELEVADOR

1.1 Definición del Proyecto

Un ascensor o elevador, es un aparato que sirve para trasladar personas o cosas de unos niveles de altura a otros. Se pueden clasificar según el tipo de tracción en electromecánicos o hidráulicos.

A grandes rasgos, puedo establecer cuatro partes diferenciadas:

- Hueco: Es el espacio destinado en un edificio o estructura para ubicar el ascensor.
- Cuarto de máquinas: Es el local destinado a ubicar la máquina tractora, los dispositivos de control, y todos los demás componentes que gobiernan el ascensor.
- Cabina: Plataforma cerrada o abierta que alberga la carga y que se desplaza a través del hueco.
- Foso: Parte inferior del hueco del ascensor.

La cabina debe acudir a cada altura cuando sea solicitado por un usuario desde la planta o desde el interior.

En el caso de un sistema electromecánico, un motor eléctrico tracciona los cables que sujetan la plataforma, y el giro del mismo hace a esta subir o bajar. Como norma general al otro extremo de los cables de tracción se coloca un contrapeso calculado para compensar la carga que pueda contener la cabina y que viaja también a través del hueco del ascensor.

En el caso de un sistema hidráulico, la cabina es traccionada por uno o varios pistones y el ascensor carece de contrapeso. Este proyecto se centrará en un tipo de ascensor electromecánico con cuarto de máquinas y contrapeso.

El cuarto de máquinas

El cuarto de máquinas es un recinto que estará ubicado justo encima del hueco del ascensor y que albergará componentes como el motor, el cuadro de maniobra o el limitador de velocidad.

Deberá tener una iluminación suficiente y disponer de una toma de corriente y un interruptor independientes del ascensor.

El cuadro de control y maniobra

El cuadro de control y maniobra es el cerebro que controla todo el funcionamiento de un ascensor. Tiene múltiples funciones de accionamiento, puesta en marcha, parada de la cabina, etc.

Se debe integrar en un receptáculo cerrado todos los componentes eléctricos y electrónicos que efectúan el control del ascensor; CPU, contactores, relés, etc.

Debe ser únicamente accesible por personas autorizadas y poseer un contacto de protección térmica. El diseño del mismo es el principal objetivo de este proyecto.

Los dispositivos de control de potencia característicos para la acometida trifásica y monofásica del ascensor no deben estar integrados en el cuadro de maniobra.

El grupo tractor

El conjunto tractor produce el movimiento del ascensor. Está compuesto por la maquinaria propiamente dicha; el motor eléctrico y el freno. El motor eléctrico, conectado mediante un acoplamiento a la máquina, directamente o a través de un sistema reductor, imprime al eje de la polea tractora la velocidad de desplazamiento de la cabina.

Se genera un movimiento por adherencia entre la polea y los cables de acero, que están vinculados en sus extremos a la cabina y al contrapeso.

Un freno electromagnético produce mediante la fricción de sus zapatas la detención del equipo cuando cesa el suministro eléctrico al mismo. Puede intuirse que con las variaciones de la carga que lleve la cabina, es decir, que vaya vacía o con la carga máxima, la detención frente al nivel de piso que producirá el freno será totalmente imprecisa. Si a ello se le añade el desgaste del freno o la mala regulación del mismo, los desniveles que se producen en las paradas son muy importantes.

Este proyecto soluciona de manera eficaz estos posibles errores en la parada, mediante dos sistemas:

- Diseño de un sistema de doble velocidad. Antes de llegar al piso deseado, se efectúa un cambio de velocidad y el ascensor funcionará aproximadamente un tercio más despacio hasta la posición de parada, en la que se puede hacer un frenado suave y preciso.
- Diseño de un sistema doble de control de posición, referenciado a una posición fija del hueco.

Elementos de seguridad

Existen elementos que están destinados únicamente a actuar en caso de emergencia, cuando otros componentes por alguna razón fallan y ponen en peligro al equipo, y sobre todo a los usuarios.

El limitador de velocidad consiste en dos poleas, una instalada en el cuarto de máquinas y la otra, alineada verticalmente a la primera en el foso. A través de ellas pasa un cable de acero, cuyos extremos están sujetos, uno de ellos al chasis de la cabina, y el otro a un sistema de palancas.

De esta forma, el cable acompaña a la cabina en todos sus viajes, haciendo rotar las poleas según la velocidad de la cabina.

La polea superior del limitador de velocidad, si se supera una velocidad máxima establecida, se dispara y produce una detención brusca del cable que acciona el sistema de palancas de cabina.

Este sistema libera unas cuñas o rodillos que se encuentran en una caja junto a las guías. Cuando esto sucede, las guías son “mordidas” por las cuñas y se produce la detención de la cabina.

El Hueco

El hueco es el recinto por donde se mueven verticalmente la cabina y el contrapeso, que viajan guiados por unos perfiles o carriles de acero.

Debe estar iluminado suficientemente mediante iluminación artificial y deberá poder apagarse cuando el ascensor esté funcionando en servicio normal.

La Cabina

La cabina, junto con el contrapeso, es el elemento móvil que viaja a través del hueco del ascensor y que alberga a las personas o la carga.

Esta, para cumplir con la normativa, debe ser completamente cerrada y tener la iluminación suficiente. La cabina es accesible mediante una o varias puertas, de una o varias hojas, telescópicas o de apertura central, que se abrirán automáticamente únicamente si el ascensor está parado, a nivel de planta, y disponible para realizar la apertura.

Las puertas deben tener un sistema de enclavamiento eléctrico y mecánico para que no se puedan abrir desde dentro.

Las Puertas exteriores

Existe una o más puertas en cada embarque por donde se desee acceder a la cabina.

Las puertas exteriores serán del mismo tipo de apertura que las interiores de cabina, telescópicas, de apertura central, etc.

Un enclavamiento mecánico y eléctrico controla que no sea posible abrir una puerta si el ascensor no se encuentra encarado a la misma, parado y disponible para realizar la apertura.

1.2 Dispositivos de Mando y Protección

Los dispositivos generales de mando y protección, se situarán lo más cerca posible del punto de entrada del cuadro de maniobra. La altura a la cual se situarán los dispositivos generales e individuales de mando y protección de los circuitos, será de 1.5m desde el suelo.

Los dispositivos generales e individuales de mando y protección serán:

- Un interruptor general automático de corte omnipolar (IGA), que permita su accionamiento manual y que esté dotado de elementos de protección contra sobrecarga y cortocircuitos.
- La intensidad nominal de este interruptor será de 40 A, con un poder de corte de 2 kA, una intensidad de regulación térmica de 20 A y un interruptor magnético cuya intensidad nominal será de 100 A.

Un interruptor diferencial general, destinado a la protección contra contactos indirectos de todos los circuitos tendrá una sensibilidad de 30mA.

Interruptor general de la maniobra

En el interior del cuadro de maniobra se dispondrá de dos interruptores de protección térmica independientes; uno trifásico y otro monofásico que controlará únicamente la iluminación de cabina y hueco.

1.3 Conductores de Fuerza y Alumbrado

Todos los conductores que colocaremos en la instalación serán de cobre. Los destinados a alumbrado y fuerza deberán estar capacitados para soportar una tensión máxima de aislamiento de 1.000 V.

Se asignarán unas secciones mínimas y unos colores determinados para cada conductor:

Cable de puesta a tierra	Amarillo y verde
Cables de fase	Negro, gris y marrón
Cable neutro	Azul

1.4 Luminarias

Las luminarias que se utilizarán en el hueco del ascensor serán de lámparas incandescentes con una potencia de 60 W o tubos fluorescentes de 11 W. Se colocará como mínimo una lámpara bajo la losa, una lámpara a una altura no superior a 50cm con respecto a la losa, otra a una altura no superior a 50cm del foso y una lámpara por acceso y/o altura.

Para la iluminación interior de cabina se utilizarán, como mínimo, 2 tubos fluorescentes de 80mm con una potencia de 58 W. A modo de ahorro de energía se podrá implementar un temporizador para las luces de cabina en que estas se apaguen si al cabo de un determinado tiempo no se produce movimiento de la cabina.

1.5 Tomas de Corriente

Las tomas de corriente dispuestas en la instalación son de tipo monofásico para una tensión de 230 V. La intensidad máxima será de 10 A. Se distribuirán de forma que encontremos una toma en el foso, otra toma en el cuarto de máquinas, y otra en el techo de la cabina.

1.6 Puesta a Tierra

Todos los elementos mecánicos de la instalación estarán conectados a la toma de tierra de la acometida principal de la maniobra y por tanto, a la puesta a tierra del edificio.

1.7 Control

Autómata Siemens S7-226

Se diseñará en este proyecto un modelo de ascensor electromecánico de dos velocidades, sin renivelación y controlado por un autómata programable Siemens de la serie S7-200. En concreto se ha seleccionado la CPU 226 al disponer de 24 entradas y 16 salidas digitales.

Un factor determinante para la elección de la CPU fue que la 226 dispone de instrucciones de comparación de bytes que luego demostraré muy importantes para el desarrollo del graficet de control.

El autómata programable se alimentará con una tensión de 24 VDC. Se dispone de salidas y entradas que ofrecen y deben alimentarse a la misma tensión. Según el datasheet del fabricante, la corriente de salida nominal por canal es de 750 mA.

Las entradas y salidas del Autómata programable estarán atacadas por relés, optoacopladores, etc. dimensionados adecuadamente para adaptar todas las señales generadas en el control.

PIC 16F873A

Se ha seleccionado para implementar un sistema de gestión de averías y un indicador de modos de funcionamiento un microcontrolador PIC de la casa Microchip, concretamente el modelo 16F873A por su facilidad de grabación y por disponer de un amplio número de entradas/salidas digitales. El microcontrolador dispone de 3 puertos con 21 canales de entradas y salidas.

Dos displays de 7 segmentos gobernados por el microcontrolador informarán en todo momento del estado del elevador y posibles errores mediante un código alfanumérico específico.

1.8 Maniobra

Contactores

Los contactores trifásicos que accionan el motor deberán disponer de bloqueos mecánicos que funcionen de tal forma que no se puedan actuar dos contactores a la vez que tengan funciones opuestas.

Estarán diseñados de tal forma que alimenten un bobinado u otro del motor independientemente y permitirán seleccionar ambos sentidos de giro.

Existirá un contactor adicional que eliminará la posibilidad de alimentación del motor si no está cerrada la serie de seguridades y si no se ha abierto el freno.

Transformador

Un transformador multisalida convertirá la tensión obtenida entre dos fases (380 V) de alimentación a todas las tensiones necesarias para el funcionamiento de la maniobra, 110 V, 220 V, y 24V. Todas estas líneas de salida estarán protegidas mediante fusibles debidamente dimensionados.

Pulsadores de llamada

El usuario dispondrá de una botonera tanto en planta como en el interior de la cabina que le permitirá seleccionar el piso al que quiere acceder.

El mandador de cabina incluirá también un botón de alarma con marcación telefónica automática de un número de emergencia 24 horas predefinido, un botón de reapertura de puertas, y un indicador luminoso de posición. Anexos a los pulsadores exteriores deberá existir un indicador luminoso de movimiento.

Botoneras de inspección

El operario de mantenimiento dispondrá de dos botoneras para hacer funcionar el ascensor en un modo de revisión, una en el techo de la cabina y otra en el cuadro de maniobra.

Se han diseñado las mismas de tal forma que una vez activadas no permita al ascensor un modo de funcionamiento normal.

Displays indicadores de posición

Existirá un display indicador de posición en el interior de cabina. Se colocará otro display en planta del embarque principal, aunque a petición del cliente, se pueden colocar dispositivos similares en cualquier planta.

Motor de puertas

Un motor monofásico efectuará la apertura y el cierre de las puertas de cabina, y por arrastre, la apertura y cierre de las puertas exteriores.

Independiente del contacto de cierre de puertas de la serie de seguridades, existirá otro contacto que informará al autómatas programable de la apertura completa de las puertas.

1.9 Grupo Tractor

Motor

El motor principal será de tipo trifásico, se deberá poder acometer tanto en estrella como en triángulo, y a par nominal debe generar una velocidad lineal de 1m/s.

El motor debe disponer de un doble bobinado, uno que genere una inducción para velocidad nominal y otro que genere una inducción para velocidad lenta, debiendo ser esta aproximadamente de unos 0,30 m/s, con un máximo 0,60 m/s Se debe tener en cuenta a la hora de seleccionar el motor el adecuar la velocidad nominal que puede generar con el hecho de si disponemos de una reducción o un aumento de la velocidad de la cabina debido a transmisión por poleas de tiro de cables.

El motor deberá disponer de un contacto Todo/Nada normalmente cerrado de protección térmica.

Freno

El freno funciona como un dispositivo normalmente cerrado, se acciona por un electroimán, que al ser excitado por una corriente, abre el mismo.

Al tratarse de un dispositivo de este tipo, nos aseguramos que en casos de emergencia, como por ejemplo, cortes de corriente, el ascensor quede automáticamente frenado y sin posibilidad de funcionamiento ni mecánico ni eléctrico.

Unos muelles retornan al cierre del mecanismo cuando el electroimán deja de ser excitado.

1.10 Cadena de Seguridades

La cadena de seguridades consta de diferentes dispositivos; transductores, contactos, finales de carrera que supervisan continuamente el funcionamiento y la posición del ascensor. Estos dispositivos atacan indirectamente al autómata Siemens y/o al microcontrolador PIC.

Limitador de velocidad

El tensor del limitador de velocidad consta de una polea situada en el foso a la que se le añade un peso. Si los cables del limitador de velocidad llegaran a destensarse o soltarse en algún momento, accionaría un contacto que debe bloquear eléctrica y mecánicamente el ascensor.

Deberá seleccionarse este elemento para una velocidad nominal de 1 m/s, eso quiere decir que se disparará automáticamente al alcanzar el ascensor una velocidad de aproximadamente 1,30 m/s.

Tanto el limitador de velocidad, el dispositivo de acuíñamiento de cabina como el tensor del limitador de velocidad deberán disponer de sendos contactos normalmente cerrados que detecten su disparo.

Paro de emergencia

El operario dispondrá de 3 pulsadores de emergencia con enclavamiento que detendrán inmediatamente el ascensor y no permitirán ningún modo de funcionamiento.

Existirá un pulsador en el cuadro de maniobras, otro en el techo de cabina, anexo a la botonera de inspección y otro en el foso.

El dispositivo de foso deberá colocarse a menos de 30 cm de la luz de puertas, y el pulsador del techo de la cabina se colocará de tal forma que se pueda accionar desde el embarque exterior sin necesidad de acceder al techo.

Finales de carrera

Existirá un final de carrera en cada extremo de viaje del ascensor que bloqueará eléctricamente el mismo en el caso de que se exceda en su recorrido.

Opcionalmente podrá existir también un interruptor en los muelles de foso que detectarán si la cabina o el contrapeso se apoyan en alguno de ellos.

Protección térmica

Una termosonda de tipo “Todo-Nada” deberá colocarse en el interior del cuadro de maniobra de manera que salte al superarse una temperatura determinada en función de la temperatura de trabajo máxima admisible de los componentes que integran el cuadro.

Aflojamiento de cables

Se instalará un contacto que se accionará si los cables de tracción de la cabina que están sujetos a la losa se rompen, se alargan o se destensan.

Puertas exteriores y de cabina

Dos series de seguridades independientes atacan el microcontrolador y el autómata programable si están cerradas las puertas exteriores y las de cabina.

Paros en inspección

Existirán dos contactos que bloquearán eléctricamente el elevador un instante antes de que la cabina llegue a los pisos extremos, tanto en subida como en bajada.

Este dispositivo solo funcionará en el modo de inspección y controlando el ascensor desde la botonera del techo de cabina.

El objetivo es prevenir que el técnico de mantenimiento pueda quedarse encerrado entre el techo de la cabina y la losa o en el embarque inferior y a su vez, impedir que pueda golpearse por un despiste.

Célula fotoeléctrica y sensibilidad en el cierre

Un emisor y receptor de infrarrojos colocados en la luz de puertas de cabina efectuará una reapertura de puertas si alguien se encuentra en el recorrido de cierre de las mismas.

Otro contacto actuará de la misma forma, si las puertas de cabina encuentran algún obstáculo a su cierre.

Pesacargas

Se instalará un dispositivo báscula en la cabina o en los cables de tracción. En el caso de superar la carga máxima admisible del elevador, este se mantendrá con las puertas abiertas y no atenderá a llamadas exteriores ni de cabina. Un indicador luminoso y un zumbador informarán a los usuarios del evento.

1.11 Dispositivos de Emergencia

Batería

Existirá una batería a 24 V que alimentará todos los dispositivos de emergencia. La carga y uso de la batería estarán gestionados por un circuito destinado a tal efecto. Se cargará con la tensión continua que ofrece el regulador de 24V en funcionamiento normal y en caso de corte de tensión permitirá a la batería alimentar la línea de emergencia.

Iluminación de emergencia

Un circuito de emergencia instalado en el mandador de cabina encenderá una pequeña luz de emergencia alimentada por la batería de 24 V en el caso que se produzca un corte de alimentación general.

Intercomunicador de cabina

En caso de atrapamiento o avería, un dispositivo marcador telefónico instalado en el mandador de cabina efectuará una llamada a un número predefinido de emergencias 24 horas en el caso que alguien pulse el botón de alarma durante unos segundos.

Un indicador luminoso amarillo indicará al usuario que se está efectuando una llamada al servicio de emergencias, y otro indicador verde indicará el inicio de la comunicación.

Capítulo 2

TECNICA DE DISEÑO

2.1 Elementos que componen la maniobra

A continuación se listan los dispositivos y elementos que componen el diseño de la maniobra:

1. Acometida general, acometida de emergencia, alimentación del motor, freno y motor de puertas.
2. Serie de seguridades.
3. Mando en inspección y puesta en funcionamiento en normal o inspección.
4. Instalación de hueco: Pulsadores exteriores y contactos de seguridad en puertas exteriores.
5. Instalación de hueco: Seguridades de foso e iluminación de hueco.
6. Instalación de hueco: Datos de posicionales y displays.
7. Sistema de posicionamiento y contacto de apertura completa de puertas.
8. Mandador e iluminación de cabina.
9. Mandador de cabina e indicadores de posición.
10. Emergencia en cabina.
11. Cuadro de conexiones en techo de cabina.
12. Excitación de contactores y relés.
13. Alimentación y configuración de PLC y microcontrolador.
14. Vista general aproximada del cuadro de maniobras.

Los elementos están divididos por su ubicación física, se informa de su descripción y funcionalidad. En las siguientes tablas de la 2.1 a la 2.6 se detallan todos los elementos asociados al diseño. Para facilitar tareas de montaje y mantenimiento, los componentes se encuentran siguiendo una lógica en función de su ubicación, de tal forma que:

1. En los conectores marcados con una "M", los dispositivos que conectan se encuentran en el cuarto de máquinas.

2. En los conectores marcados con una “J”, los dispositivos que conectan se encuentran en el techo de cabina.
3. En los conectores marcados con una “H”, los dispositivos que conectan se encuentran en el hueco o foso.
4. Los conectores marcados como CM se refieren a cordones de maniobra que conectan el cuadro de control con la cabina móvil.

Tabla 2.1: Elementos que constituyen el cuadro de maniobra

Nombre	Descripción
MT1	Magnetotérmico trifásico principal
MT2	Magnetotérmico monofásico de iluminación
CC	Contactador de seguridad
CS	Contactador se subida
CB	Contactador de bajada
CR	Contactador de velocidad rápida
CL	Contactador de velocidad lenta
TRAFO	Transformador principal
F1	Fusible de la línea de 110V
F2	Fusible de la línea de 220V
F3	Fusible de la línea de 24V
RE1	Relé de activación de freno
F4	Fusible de la línea de 5V
SUBFRENO	Circuito de alimentación de freno
SUB24	Circuito de alimentación de 24VDC
SUB5	Circuito de alimentación de 5VDC
F6	Fusible de la línea de 5V
CARGADOR	Cargador de baterías de 24VDC
BAT	Batería de emergencia de 24VDC
OPERADOR	Circuito de control de puertas de cabina
MTP	Magnetotérmico monofásico del operador de puertas.
RE2	Relé selector de sentido de giro de puertas
RE3	Relé de activación del motor de puertas
F7	Fusible de la serie de seguridades
KTC	Contacto térmico de protección del cuadro de maniobras.
INSPECCIÓN2	Botonera de funcionamiento en revisión en cuadro de Maniobra.
INS2	Interruptor inspección/normal
KLUZH	Interruptor de encendido de luces de hueco
PLC	Autómata industrial Siemens S7-226

Tabla 2.1: Elementos que constituyen el cuadro de maniobra (Cont.)

Nombre	Descripción
PIC	Microcontrolador Microchip modelo 16F873A.
DRIVER TTL/RS232	Driver protocolo RS232 a niveles lógicos TTL.
BCD3	Decodificador BCD-7 segmentos.
DISPLAY 3	Display indicador de estados y errores del ascensor.
TOMA 2	Enchufe eléctrico en cuadro de maniobras

Tabla 2.2: Elementos Situados en Cabina

Nombre	Descripción
KOPEN	Pulsador de reapertura de puertas en cabina
BARRERA	Barrera fotoeléctrica antiplastamiento
LED1	Indicador de sobrecarga en cabina
Z1	Zumbador indicador de sobrecarga en cabina
LUZC	Iluminación de cabina
PULSC'5'	Pulsador en cabina de llamada a piso 5
PULSC'4'	Pulsador en cabina de llamada a piso 4
PULSC'3'	Pulsador en cabina de llamada a piso 3
PULSC'2'	Pulsador en cabina de llamada a piso 2
PULSC'1'	Pulsador en cabina de llamada a piso 1
PULSC'0'	Pulsador en cabina de llamada a piso 0
BCD2	Decodificador BCD-7 segmentos
DISPLAY2	Posicional indicador de piso en acceso cabina.
POSUP	Sentipara de subida en cabina
POSDW	Sentipara de bajada en cabina
COM	Comunicador-marcador telefónico
LED2	Indicador de llamada del comunicador
LED3	Indicador de comunicación
ALT	Altavoz del comunicador
MIC	Micrófono del comunicador
ALM	Zumbador de alarma en cabina
KALM	Pulsador de alarma en cabina
EM	Dispositivos de control de la iluminación de emergencia.
LUZEM	Iluminación de emergencia en cabina

Tabla 2.3: Elementos Cuarto de Maquinas

Nombre	Descripción
MOTOR	Motor trifásico de tracción
FRENO	Freno electromagnético del motor de tracción
KAC2	Contacto de disparo del limitador de velocidad
KTM	Contacto térmico de protección del motor
STOP1	Paro de seguridad en cuarto de máquinas
KAF	Contacto de aflojamiento de cables

Tabla 2.4: Elementos del Foso

Nombre	Descripción
KAC3	Contacto del tensor del limitador de velocidad
KM	Contacto de compresión de muelles
STOP3	Paro de seguridad en foso
TOMA1	Enchufe eléctrico en foso

Tabla 2.5: Elementos Situados en el Hueco

Nombre	Descripción
KPUERTAS'n'	Contacto de cierre de puertas exteriores
PULSH'5'	Pulsador exterior de llamada a piso 5
PULSH'4'	Pulsador exterior de llamada a piso 4
PULSH'3'	Pulsador exterior de llamada a piso 3
PULSH'2'	Pulsador exterior de llamada a piso 2
PULSH'1'	Pulsador exterior de llamada a piso 1
PULSH'0'	Pulsador exterior de llamada a piso 0
KPUERTA'5'	Contacto cierre puertas exteriores planta 5
KPUERTA'4'	Contacto cierre puertas exteriores planta 4
KPUERTA'3'	Contacto cierre puertas exteriores planta 3
KPUERTA'2'	Contacto cierre puertas exteriores planta 2
KPUERTA'1'	Contacto cierre puertas exteriores planta 1
KPUERTA'0'	Contacto cierre puertas exteriores planta 0
LUZH	Luces de hueco. Rosario
POSUP	Sentipara de subida en piso
POSDW	Sentipara de bajada en piso
BCD1	Decodificador BCD-7 segmentos
DISPLAY1	Posicional indicador de piso en acceso principal

Tabla 2.6: Elementos Situados en Techo de Cabina

Nombre	Descripción
MOTORP	Motor monofásico de puertas
KAC1	Contacto de acuíñamiento
KFIN	Contacto final de carrera en subida y bajada
STOP2	Paro de seguridad en techo de cabina
KCERRAR	Contacto de cierre de puertas de cabina
INSPECCIÓN1	Botonera de funcionamiento en revisión en techo de
PAROINSUP	cabina
PAROINSDW	Contacto de paro superior en inspección
INS1	Contacto de paro inferior en inspección
PARADA1	Detector magnético de parada 1
PARADA2	Detector magnético de parada 2
IMPULSOUP	Detector magnético de impulso en subida
IMPULSODW	Detector magnético de impulso en bajada
PAROUP	Detector magnético de paro en extremos superior
PARODW	Detector magnético de paro en extremos inferior
KABRIR	Contacto límite de apertura de puertas
SENS	Contacto de sensibilidad de reapertura de puertas
PES	Dispositivo pesacargas
CTC	Cuadro de conexiones en techo de cabina
CM1	Cordón de maniobra 1
CM2	Cordón de maniobra 2
CMC	Cordón de maniobra del mandador

2.2 Descripción del diseño

A continuación explicaré el funcionamiento de la maniobra en función de los esquemas eléctricos que se han diseñado y que se pueden comprobar en el anexo en el apartado anterior.

Nota: Por seguridad, reitero que se debe implementar en la fase de montaje que todas las partes metálicas de la maniobra estén conectadas a tierra.

El interruptor magnetotérmico trifásico **MT1** acomete por una parte a los contactores trifásicos que alimentan directamente al motor y por otra parte al bobinado primario del

transformador multisalida **TRAFO**. Mediante él, se puede desconectar la maniobra manualmente y asegurarnos que el motor no va a ser alimentado. Además protege contra sobretensiones.

En tareas de mantenimiento, por seguridad, se deberá impedir cualquier operación del interruptor magnetotérmico mediante una acción de bloqueo o candado.

El interruptor magnetotérmico monofásico **MT2** acomete los circuitos de iluminación del ascensor.

No es necesario impedir la activación de este dispositivo en tareas de mantenimiento, ya que su uso es independiente de un posible movimiento involuntario del ascensor, y además nos permite tener iluminados los trabajos.

El contactor trifásico **CC** se mantiene activado siempre y cuando la serie eléctrica de seguridades del ascensor se mantenga cerrada, de esa forma, cortando la acometida del motor directamente, en caso de incidencia impide se cualquier movimiento del ascensor. Los contactores trifásicos **CS** y **CB** intercambian dos fases del motor para efectuar la inversión de giro en subida y bajada.

El contactor trifásico **CR** alimenta el bobinado de velocidad rápida del motor de tracción para alcanzar la velocidad nominal de la cabina.

El contactor trifásico **CL** alimenta el bobinado de velocidad lenta del motor de tracción para alcanzar la velocidad de desaceleración.

MOTOR es el motor de tracción principal que debe cumplir las características descritas en el apartado “**Grupo Tractor**” del capítulo 1.

TRAFO es un transformador multisalida que convierte la tensión de 380VAC de dos fases de alimentación a las tensiones que utilizaremos en la maniobra. En concreto usaremos 110VAC, 220VAC y 24VAC.

Cada línea de salida de los secundarios del transformador multisalida está protegida mediante un Fusible (**F1, F2, F3**) dimensionado a tal efecto.

El circuito de activación del freno **SUBFRENO** ofrece una tensión estabilizada y no regulada de 110V para la excitación del electroimán que libera el freno del motor de tracción.

El subcircuito del freno se activa mediante el relé **RE1** y está protegido contra sobreintensidades mediante el fusible **F4**.

SUB24 es una fuente de alimentación que estabiliza y regula la salida de 24VAC directa del transformador. Debemos utilizar un dispositivo que ofrezca una alta potencia de salida ya que alimentaremos a 24VDC numerosos dispositivos de nuestra maniobra.

La entrada está protegida por el fusible **F5** contra sobreintensidades. El circuito **CARGADOR** actúa mientras la maniobra esté alimentada a la red cargando una batería (**BAT**) que ofrecerá tensión en caso de apagado de emergencia. **SUB5** es una fuente de alimentación que estabiliza y regula la salida de 24VAC del transformador a 5V en corriente continua. Alimentará dispositivos lógicos y circuitería de la maniobra.

La entrada está protegida por el fusible **F6** contra sobreintensidades. El **OPERADOR DE PUERTAS** es el subcircuito que controla la apertura y cierre de puertas de cabina, y por arrastre, la apertura y cierre de las puertas exteriores. El dispositivo magnetotérmico **MTP** permite anular la posibilidad de movimiento de puertas.

El relé **RE3** activa el motor de puertas (**MOTORP**), mientras que el relé **RE2** de doble circuito permuta las dos fases de acometida del motor para efectuar los dos sentidos de giro de puertas, apertura y cierre.

Se deberá utilizar como operador mecánico de puertas uno que incluya un motor de tipo monofásico.

La serie de seguridades de la maniobra implica: Acometida a 110VAC y protegida por un fusible (**F7**), la serie es cortada en cuanto falla uno cualquiera de los dispositivos que la componen, parando de inmediato el funcionamiento del ascensor.

El contacto del tensalimitador (**KAC3**) actúa si los cables del limitador de velocidad se cortan o se destensan. La polea inferior del limitador de velocidad se encuentra suspendida por su propio peso, si baja o cae se acciona **KAC3**. El contacto de muelles (**KM**) actúa si la cabina se pasa de recorrido y se apoya en los muelles de emergencia del foso.

STOP3 es un pulsador con enclavamiento (Seta) situado en el foso, accesible desde la luz de puertas que permite al operario anular cualquier posibilidad de movimiento de la cabina.

Si el grupo que forman los tres contactos de seguridad en foso **KAC3**, **KM** y **STOP3** se encuentran cerrados, se ataca la entrada RB0 del microcontrolador lo que le informa que la serie de hueco se encuentra correctamente.

El contacto de acñamiento (**KAC1**) se activa cuando actúa el limitador de velocidad y la cabina se grapa a las guías impidiendo su movimiento incluso en caída libre. **KFIN** se acciona mediante un resbalón si la cabina se pasa de recorrido tanto en el extremo superior como en el inferior, deteniendo eléctricamente de inmediato el ascensor.

STOP2 es un pulsador con enclavamiento (Seta) situado en el techo de cabina para el operario que realiza tareas de mantenimiento o montaje Si el grupo que forman los tres contactos de seguridad en el techo de cabina **KAC1**, **KFIN** y **STOP2** se encuentran cerrados, se ataca la entrada RB1 del microcontrolador lo que le informa que la serie de cabina se encuentra correctamente.

KAC2 es el contacto que detecta el disparo del limitador de velocidad en el cuarto de máquinas.

Cuando se activa se ataca la entrada RB2 del microcontrolador indicando de sobrevelocidad de la cabina.

KTM y **KTC** con termosondas que indican que informan al microcontrolador de sobretemperatura en el motor y en el cuadro de maniobras respectivamente. A tal efecto, informan al microcontrolador a través de su entrada RB3 de apertura de la serie de térmicos.

STOP1 es un pulsador con enclavamiento (seta) que permite al operario de mantenimiento detener el ascensor manualmente en caso de emergencia desde el cuadro de maniobras.

KAF es un contacto colocado en el cuarto de máquinas dispuesto de tal forma que actúa cuando los cables de tracción de la máquina se cortan o se destensan, deteniendo inmediatamente el funcionamiento del ascensor.

STOP1 y **KAF** atacan al microcontrolador por su entrada RB4 para informarle que la serie del cuarto de máquinas se encuentra correcta.

KPUERTAS'n' es una serie de seguridades en si misma que conecta todas las puertas exteriores.

En cuanto una de ellas sea abierta, se abre la serie. **KPUERTAS'n'** ataca la entrada RB5 del microcontrolador y al entrada I0.0 del PLC Siemens.

Con **KCERRAR** se detecta si la puerta de cabina está cerrada y se ataca la entrada RB6 del microcontrolador y la entrada I0.1 del PLC Siemens.

Si la serie de seguridades completa se encuentra cerrada, se activa directamente (sin intervención del microcontrolador ni del PLC) el contactor de seguridad **CC** que permite acometer el motor de tracción.

A su vez, solo si la serie de seguridades se encuentra cerrada, se acometen las botoneras de inspección que permitirán al operario mover el ascensor en revisión.

La botonera de mantenimiento **INSPECCIÓN 1** se encuentra en el techo de cabina mientras que la botonera **INSPECCIÓN 2** se encuentra en el cuadro de maniobras.

Las botoneras de mando en inspección permiten al operario de mantenimiento controlar el movimiento del ascensor impidiendo la posibilidad de un funcionamiento en normal.

Mediante los conmutadores **INS1** e **INS2** se ataca la entrada I0.2 del PLC Siemens permitiendo al ascensor un funcionamiento en normal o controlado por los mandos de inspección.

Las botoneras disponen, además de un conmutador Inspección/Normal de un botón de subida, uno de bajada y un botón común a ambos.

Los pulsadores de subida y bajada están enclavados eléctricamente para no permitir darle al elevador dos órdenes opuestas al mismo tiempo.

Las órdenes de subida y bajada de las botoneras de mando e inspección atacan directamente a los contactores de velocidad lenta y a los contactores de subir y bajar respectivamente.

La botonera de inspección en techo de cabina dispone de unos finales de carrera tanto en subida o en bajada de tal forma que el ascensor se detenga unas decenas de centímetros antes de llegar al extremo superior e inferior.

De esa forma se previene que el operario pueda golpearse en la cabeza por un descuido o quedarse atrapado.

Una manguera para pulsadores exteriores se distribuye a través del hueco del ascensor transmitiendo al PLC siemens si alguien ha pulsado un botón para que acuda el elevador.

Del mismo modo se distribuyen los contactos de cierre de puertas exteriores a través del hueco del ascensor.

Una manguera de seguridades se reparte en el foso del ascensor para conectar todos los dispositivos de seguridad dispuestos en esta zona.

Las luces de hueco se debe repartir a través del foso y se activan a través de un solo interruptor colocado en el cuadro de maniobras.

Una toma de corriente se dispone en el foso para conexión de útiles y tareas de mantenimiento.

Indicadores de movimiento del ascensor tanto en subida como en bajada se deberán colocar en cada planta.

La activación y desactivación de los mismos está controlada por el PLC Siemens en sus canales Q0.5 para la subida y Q0.6 para la bajada.

Un display de 7 segmentos se puede colocar en la planta principal o en las plantas en las que se desee para informar de la ubicación actual del ascensor.

Se utiliza un decodificador BCD-7 segmentos para traducir las señales del PLC Siemens a través de sus canales Q0.0, Q0.1, Q0.2 y Q0.3.

El punto del display de 7 segmentos se utilizará para marcar plantas negativas, como por ejemplo garajes o subterráneos.

Para posicionar el ascensor se utilizan detectores magnéticos tal como se detalla en el apartado 2.5. Estos detectores magnéticos ofrecen un comportamiento biestable cerrando su circuito interno en presencia de un campo magnético generado por un imán y abriéndolo a su salida.

La suma de los detectores **PARADA1** y **PARADA2** atacan a la entrada I0.3 del PLC Siemens. El detector de impulsos en subida (**IMPULSOUP**) ataca la entrada I0.4 del PLC.

El detector de impulsos en bajada (**IMPULSODW**) ataca con 24VDC la entrada I0.5 del PLC.

Los detectores de paro en subida y bajada (**PAROUP** y **PARODW**) atacan a 24VDC las entradas I0.6 e I0.7 del PLC Siemens respectivamente.

Varios dispositivos activan la entrada I1.7 del PLC Siemens enviándole una señal de reapertura de puertas:

- **KOPEN** es un pulsador que se encuentra en el mandador de cabina y permite al usuario reabrir puertas cuando están cerrando.
- **BARRERA** es una barrera fotoeléctrica que impide que un usuario del ascensor quede atrapado cuando las puertas están cerrando.
- **SENS** son una serie de dispositivos que incorporan la mayoría de los operadores mecánicos de puertas del mercado que se activa cuando las puertas de cabina a su cierre encuentran un obstáculo o se intenta abrir forzosamente las mismas.
- **PES** es un dispositivo pesador de cargas que colocado bajo la cabina envía una señal de sobrecarga que impedirá al ascensor cerrar puertas de cabina y por lo tanto iniciar el movimiento.

A su vez la señal del pesacargas alimenta un zumbador y un indicador luminoso que indica a los usuarios que se debe aligerar peso. Todos estos dispositivos activan la señal de reapertura del PLC Siemens reabriendo puertas en el caso de que estén cerrando y por lo tanto impidiendo cualquier marcha del ascensor hasta que se solucione la causa.

Existirá una luz en el interior de la cabina (**LUZC**) de iluminación suficiente según normativa.

Los pulsadores de cabina (**PULSC'n'**) actúan de la misma forma que los pulsadores exteriores y acometen las mismas entradas del PLC Siemens.

Un display de 7 segmentos se colocará en el interior de cabina para informar de la ubicación actual del ascensor.

Se utiliza un decodificador BCD-7 segmentos para traducir las señales del PLC Siemens a través de sus canales Q0.0, Q0.1, Q0.2 y Q0.3.

El punto del display de 7 segmentos se utilizará para marcar plantas negativas, como por ejemplo garajes o subterráneos.

Indicadores de movimiento del ascensor tanto en subida como en bajada se deberán colocar en el interior de cabina.

La activación y desactivación de los mismos está controlada por el PLC Siemens en sus canales Q0.5 para la subida y Q0.6 para la bajada.

COM es un intercomunicador marcador telefónico que permite a un usuario del ascensor avisar al servicio de emergencias 24 horas en caso de atropamiento.

Alimentado a través del sistema de baterías de emergencia, permitirá enviar llamadas únicamente si el microcontrolador le envía una señal de avería del elevador a través del canal RA0. Esto es para evitar vandalismos.

Se conectará a una línea telefónica convencional microfiltrada.

Un pulsador activa la señal de llamada a la vez que hace que un avisador acústico actúe para advertir a personas que se puedan encontrar en los alrededores.

Dos indicadores luminosos informarán a los usuarios que el dispositivo está marcando al servicio de emergencias y que la comunicación se ha establecido.

Una iluminación suficiente alimentada a través del sistema de baterías de emergencia actuará en caso de corte de suministro eléctrico.

El cuadro de conexiones del techo de cabina (**CTC**) permite interconectar:

- El cuadro de maniobras a la cabina móvil a través de los cordones de maniobras.
- El cuadro de techo de cabina al mandador de cabina a través del cordón de maniobra.
- Los dispositivos ubicados en el techo de cabina con el cuadro de techo de cabina.
- La línea telefónica.

Los contactores y relés que excitan las salidas implicadas del PLC Siemens y el Microcontrolador, es decir:

- La salida del PLC Siemens Q1.0 activa el contactor de subida
- La salida del PLC Siemens Q1.1 activa el contactor de bajada
- La salida del PLC Siemens Q1.2 activa el contactor de velocidad rápida
- La salida del PLC Siemens Q1.3 activa el contactor de velocidad lenta
- La salida del PLC Siemens Q1.4 activa el relé de activación de freno
- La salida del PLC Siemens Q1.6 activa el relé de selección de giro de puertas
- La salida del PLC Siemens Q1.5 activa el relé de activación de puertas
- La salida RA1 del microcontrolador activa la entrada I0.6 del PLC Siemens, es decir, si el microcontrolador no encuentra fallo en la serie de seguridades del ascensor informa al PLC.

Todas las entradas de contactores y relés están protegidas por diodos supresores de picos de tensión. El PLC deberá alimentarse a la línea de 24VDC y el microcontrolador a la línea de 5VDC.

La posible disposición de los componentes; contactores, magnetotérmicos, placas de relés, etc. Todos los bloques están separados por canaletas para distribuir y esconder las conexiones eléctricas.

El paro de seguridad con enclavamiento se colocará en un sitio accesible al operario de instalación y mantenimiento.

2.3 Corrección en bajada

Se ha diseñado la maniobra para conseguir un control con viaje de corrección en bajada, esto quiere decir que el ascensor en caso de perder en memoria su posición actual, por un fallo o por un corte en el suministro de corriente, desciende automáticamente hasta la planta del extremo inferior y se resetea, colocando todas sus variables de posición a 0, realizando un retardo, y esperando una nueva llamada a piso.

2.4 El sistema de posicionamiento

Se ha diseñado un sistema de posicionamiento sin contacto, que informa a la CPU en todo momento de la posición del ascensor. Detectores magnéticos monoestables colocados en el techo de la cabina leen durante un viaje la posición de imanes colocados fijos en las guías y en soportes fijos.

Existirá un imán de parada (PARADA1 y PARADA2) en todos los accesos que, con la cabina a nivel de planta, coincidirá exactamente con la posición de los detectores, de la forma descrita en la imagen adjunta. El imán debe medir al menos 150 mm de longitud, y la longitud del mismo debe coincidir exactamente con la distancia de separación de sus dos detectores de parada.

Deberá colocarse un imán (IMPULSODW) de unos 50 mm, aproximadamente a unos 70 cm por encima del imán de parada, y otro a la misma distancia por debajo (IMPULSOUP). El paso por estos imanes marcará la entrada de la velocidad lenta y por lo tanto, la parada de la cabina al llegar al siguiente imán de parada.

La distancia entre los imanes de impulsos y el de parada podrá modificarse en función de las características de componentes como el motor, el freno, la carga útil, etc... Se deberán alejar o acercar hasta conseguir velocidad lenta durante un tiempo suficiente para encontrar un equilibrio entre tiempo de viaje y confort.

Un imán de 2 metros de longitud se colocará en extremo inferior e informará a la CPU del fin del recorrido y de la llegada al piso más bajo.

Dos resbalones de 2 metros de longitud se colocarán en los extremos y accionarán unos finales de carrera que detendrán el ascensor únicamente en el modo de inspección.

Por último, dos resbalones más se colocarán en los extremos de tal forma que accionen unos finales de carrera en el caso que el ascensor se pase de carrera hacia arriba o hacia abajo.

Cuando la cabina se encuentre a nivel de planta en extremos, deberá calibrarse la colocación para que actúe si se exceden 5 ó 6 cm de recorrido.

2.5 Entradas y salidas del PLC y del microcontrolador

Tabla 2.7: Entradas del PLC

I/O PLC	Descripción
I0.0	Activado indica que la serie de puertas exteriores está cerrada
I0.1	Activado indica que las puertas de cabina están cerradas
I0.2	Activado indica orden de funcionamiento en modo NORMAL, desactivado indica orden de funcionamiento en INSPECCIÓN y el PLC no da ordenes a la maniobra.
I0.3	Detectores de parada 1 y parada 2 activados
I0.4	Detector de impulso de subida activado
I0.5	Detector de impulso de bajada activado
I0.6	Detector de paro en extremos superior activado
I0.7	Detector de paro en extremos inferior activado
I1.0	Activado un pulsador de llamada a piso 0
I1.1	Activado un pulsador de llamada a piso 1
I1.2	Activado un pulsador de llamada a piso 2
I1.3	Activado un pulsador de llamada a piso 3
I1.4	Activado un pulsador de llamada a piso 4
I1.5	Activado un pulsador de llamada a piso 5
I1.6	Puertas de cabina completamente abiertas
I1.7	Reapertura de puertas activada
I2.0	Activado indica que la serie completa de seguridades está cerrada (Procede de la salida del Microcontrolador RB0)
I2.1	No utilizado
I2.2	No utilizado
I2.3	No utilizado
I2.4	No utilizado
I2.5	No utilizado
I2.6	No utilizado
I2.7	No utilizado

Tabla 2.8: Salidas del PLC

I/O PLC	Descripción
Q0.0	Activa el bit 0 de los decodificadores BCD
Q0.1	Activa el bit 1 de los decodificadores BCD
Q0.2	Activa el bit 2 de los decodificadores BCD
Q0.3	Activa el bit 3 de los decodificadores BCD
Q0.4	No utilizado
Q0.5	Activa los sentiparas de subida
Q0.6	Activa los sentiparas de bajada
Q0.7	No utilizado
Q1.0	Orden de subida
Q1.1	Orden de bajada
Q1.2	Orden de velocidad rápida
Q1.3	Orden de velocidad lenta
Q1.4	Orden de apertura de freno
Q1.5	Activado indica que las puertas de cabina se deben mover en dirección de cierre, desactivado indica que las puertas de cabina deben moverse en dirección de apertura
Q1.6	Orden de activación del motor de puertas
Q1.7	No utilizado

Tabla 2.9: I/O del Microcontrolador

I/O PIC	Configuración	Descripción
RA0	Entrada	Serie de hueco abierta
RA1	Entrada	Serie de cabina abierta
RA2	Entrada	Sobrevelocidad
RA3	Entrada	Serie de térmicos abierta
RA4	Entrada	Serie de cuarto de máquinas abierta
RA5	Entrada	Serie de puertas exteriores abierta
RB0	Salida	El Microcontrolador no detecta fallos en la serie de seguridades (Ataca la entrada I2.0 del PLC)
RB1	Entrada	Puertas de cabina abiertas
RB2	Salida	Si detecta fallos en la maniobra, activa el llamador telefónico
RB3	Salida	No utilizado
RB4	Salida	No utilizado
RB5	Salida	Segmentos 1, 2, 4, 6, 7 del display indicador de errores activado
RB6	Salida	Segmentos 1, 2, 5, 7 del display indicador de errores activado
RB7	Salida	Segmentos 1, 2, 3, 4, 5 del display indicador de errores activado

Tabla 2.9: I/O del Microcontrolador (Cont.)

I/O PIC	Configuración	Descripción
RC0	Salida	Segmento 8 del display indicador de errores activado
RC1	Salida	Segmento 9 del display indicador de errores activado
RC2	Salida	Segmento 10 del display indicador de errores activado
RC3	Salida	Segmento 11 del display indicador de errores activado
RC4	Salida	Segmento 12 del display indicador de errores activado
RC5	Salida	Segmento 13 del display indicador de errores activado
RC6	Salida	Segmento 14 del display indicador de errores activado
RC7	Salida	No utilizado

Indicación de errores

Existe sistema de gestión de averías y un indicador de modos de funcionamiento basado en un microcontrolador PIC de la casa Microchip, concretamente el modelo 16F873A, seleccionado por su facilidad de grabación y por disponer de un amplio número de entradas/salidas digitales. El microcontrolador dispone de 3 puertos con 21 canales de entradas y salidas.









Este modelo de microcontrolador se puede grabar con el programador PICKIT2 que proporciona MICROCHIP, se suministra en unos 15 días a través de UPS y cuesta aproximadamente USD \$90.00.

Dos displays de 7 segmentos gobernados por el microcontrolador informarán en todo momento del estado del elevador y posibles errores mediante un código alfanumérico específico.

Las seguridades se muestran de forma lineal regresiva, es decir, si el display muestra el mensaje de fallo en la serie del cuarto de máquinas, esto quiere decir que las series de puertas exteriores y las puertas de cabina están correctas, pero no indica si hay fallo en la serie de térmicos, se ha producido una sobrevelocidad, etc.

Una vez se haya solucionado el problema que provoca el fallo, aparecerá, si existe, el siguiente error, y así sucesivamente hasta la resolución de todos ellos.

Tabla 2.10: Códigos de Error

Código	Descripción
	Serie de seguridades de hueco incorrecta
	Serie de seguridades de cabina incorrecta
	Sobrevelocidad del ascensor
	Serie de térmicos incorrecta
	Serie de cuarto de máquinas incorrecta
	Puertas exteriores abiertas o fallo de serie
	Puertas de cabina abiertas o fallo de serie
	Todas las seguridades cerradas, ascensor funcionando correctamente

2.6 Programa del PLC Siemens S7-200

El programa principal de control del PLC Siemens está generado con el software propio del autómatas STEP 7 MicroWin versión 32. Para dibujar el programa he elegido el editor KOP por parecerme el de más sencillo uso y el que se adapta mejor a un diseño del programa basado en la lógica de control prevista.

El S7-200 ejecuta cíclicamente la lógica de control del programa, leyendo y escribiendo datos.

Cuando un programa se carga en la CPU y ésta se pone en modo RUN, la CPU ejecuta el programa en el siguiente orden:

- El S7-200 lee el estado de las entradas.
- El programa almacenado en el S7-200 utiliza las entradas para evaluar (o ejecutar) la lógica.
- Tras evaluar el programa, el S7-200 almacena los resultados de la lógica en el área de salidas, es decir, es decir, en la imagen del proceso de las salidas.

- Al final del programa, el S7-200 escribe los datos de la imagen del proceso de las salidas en las salidas físicas.
- El ciclo de tareas se repite.

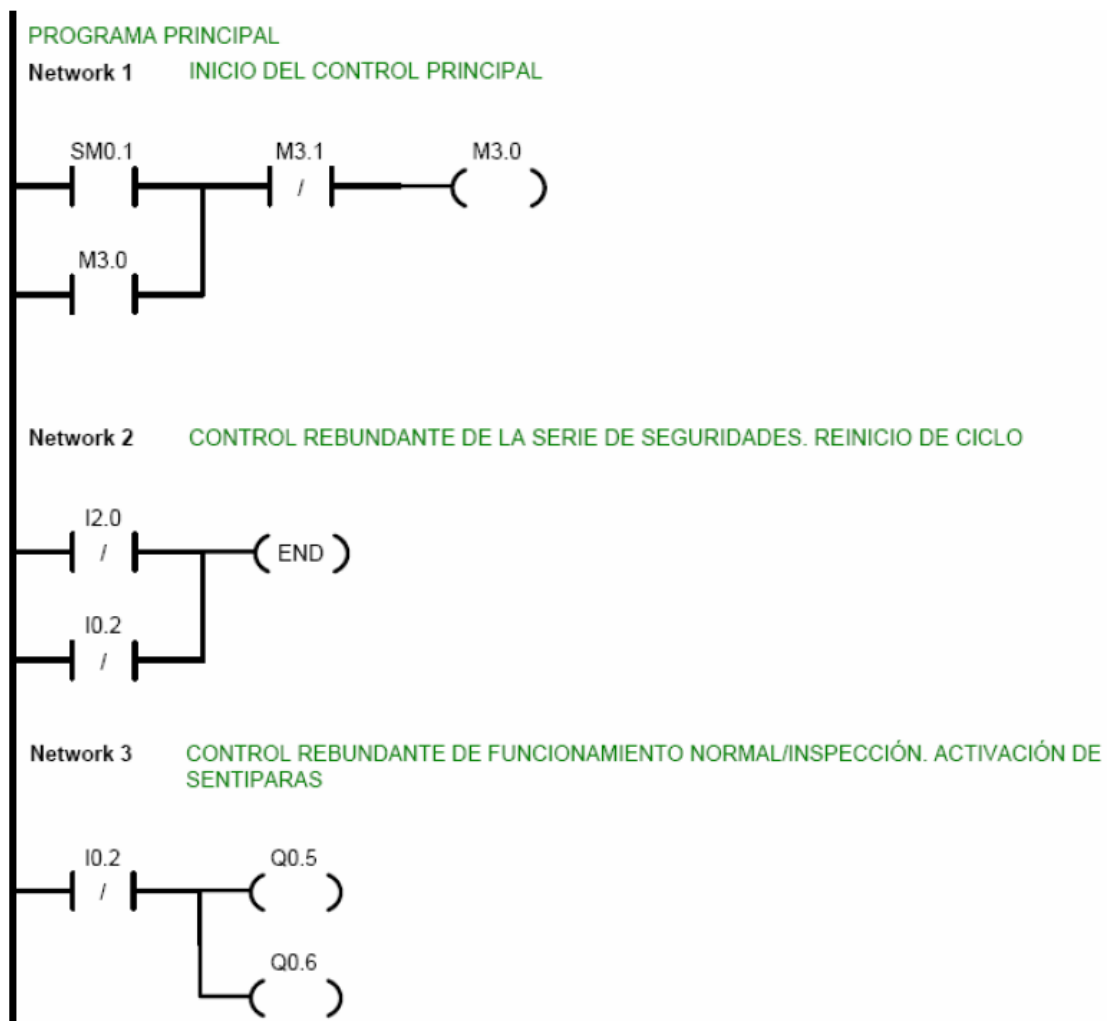
Podemos encontrar el listado completo del código del programa KOP, en “PDF” o en formato de archivo de STEP7 pulsando en el link inferior:

Programa Principal

En prácticamente todas las transiciones se comprueba el estado de la serie de seguridades y del modo de funcionamiento “Normal” del ascensor. Cuando se activa una orden de subida o de bajada, ya sea en velocidad rápida o lenta, se activa el sentipara correspondiente de subida o de bajada en el exterior de todas las plantas y en cabina.

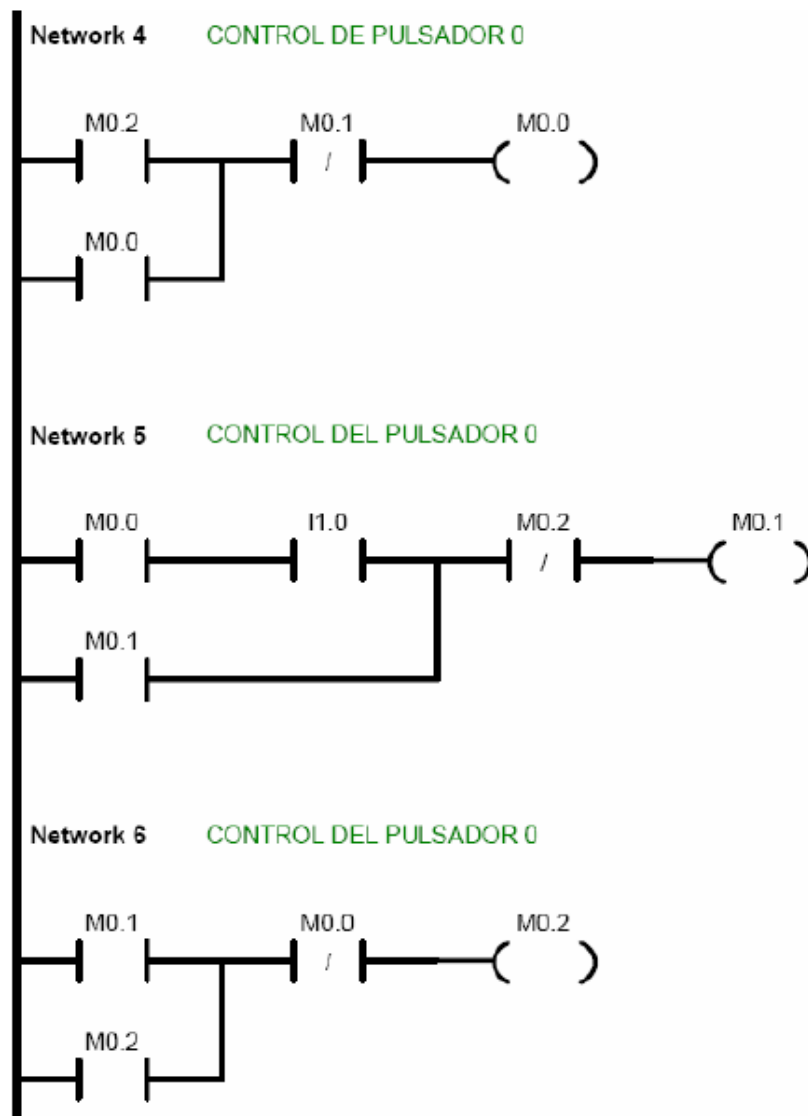
En todos los ciclos de ejecución del programa del PLC se transfiere el valor de la planta actual del ascensor a los decodificadores BCD que controlan los posicionales colocados en el exterior de las plantas y en cabina.

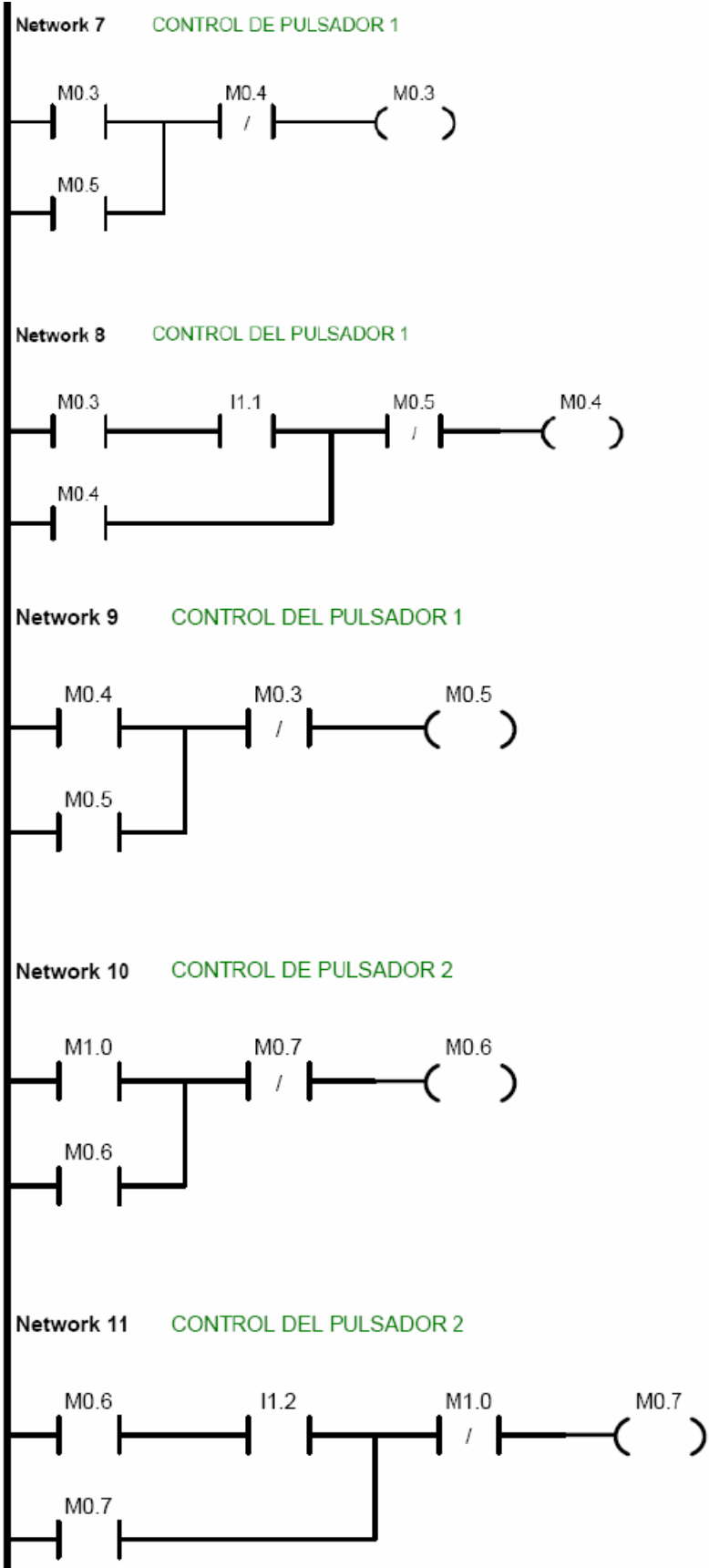
Inicio del Control

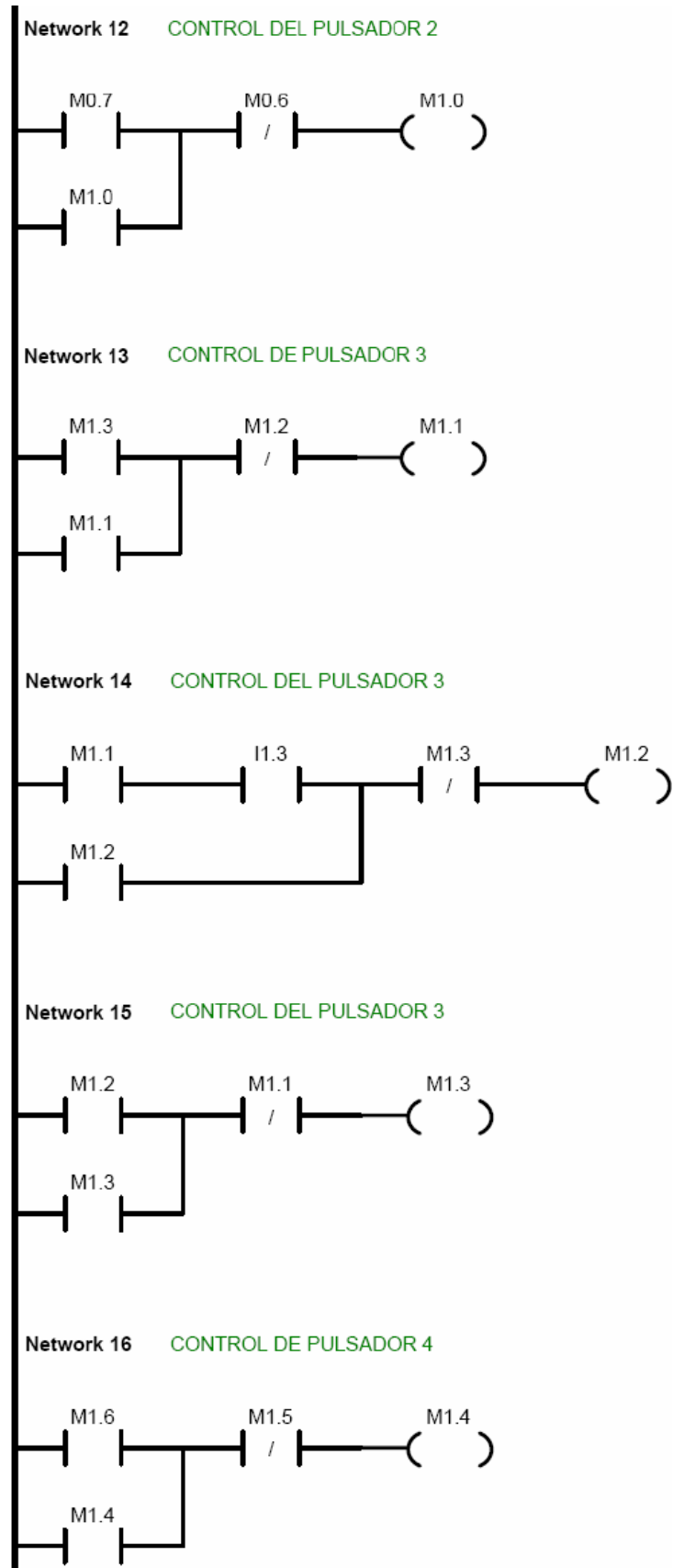


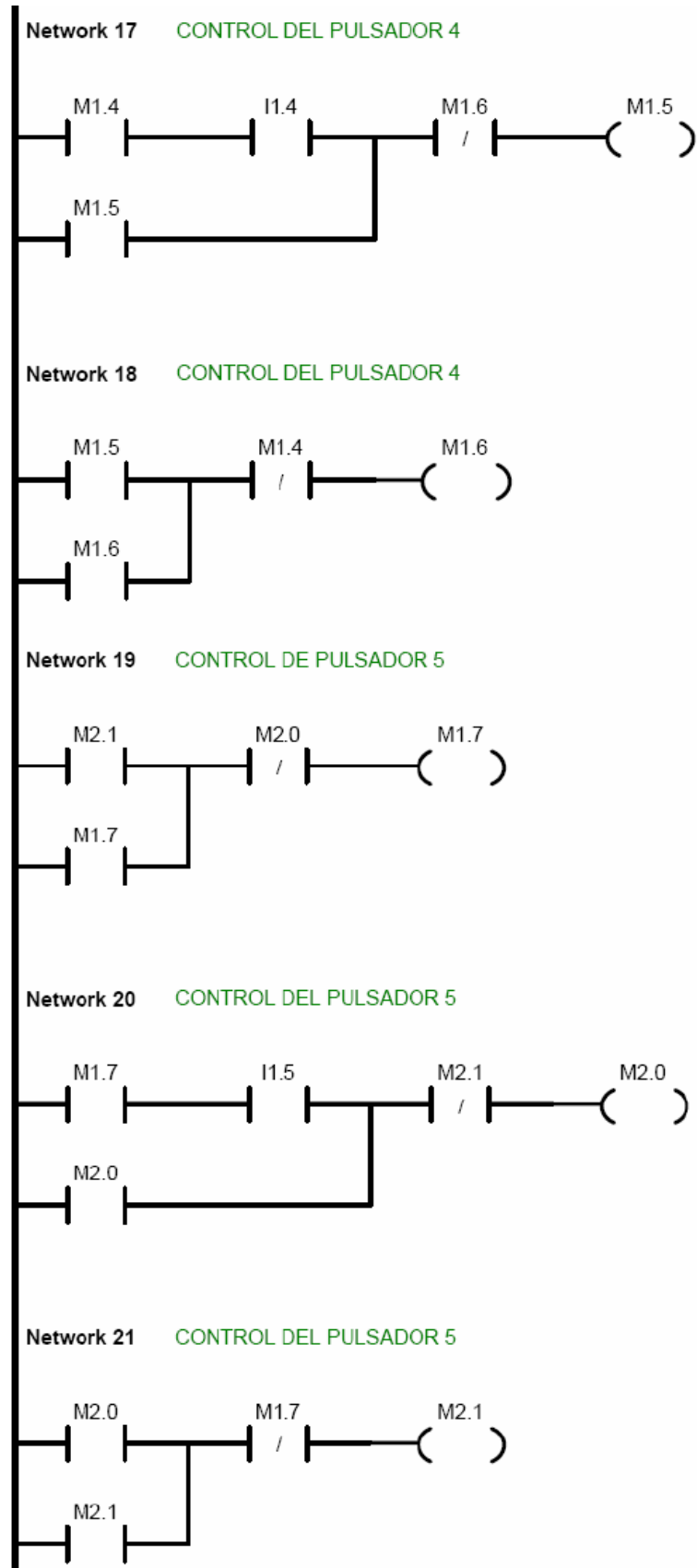
La marca especial SM0.1 inicializa el programa de control, activándose la misma al comienzo del primer ciclo del PLC, (Segmento 1). Aunque en todas las transiciones del programa se controla si la serie de seguridades está cerrada y el ascensor funcionando en modo normal, se crea una doble seguridad en el segmento 2 en que un fallo en cualquiera de los dos dispositivos hace detener al ascensor y reiniciar el ciclo, (Segmento 2). Si el ascensor se coloca en modo de funcionamiento de Inspección, el PLC se coloca en modo de “espera” y se activan a la vez el sentipara de subida y el sentipara de bajada para informar a usuarios y operarios de montaje y mantenimiento, (Segmento 3).

Control de Pulsadores

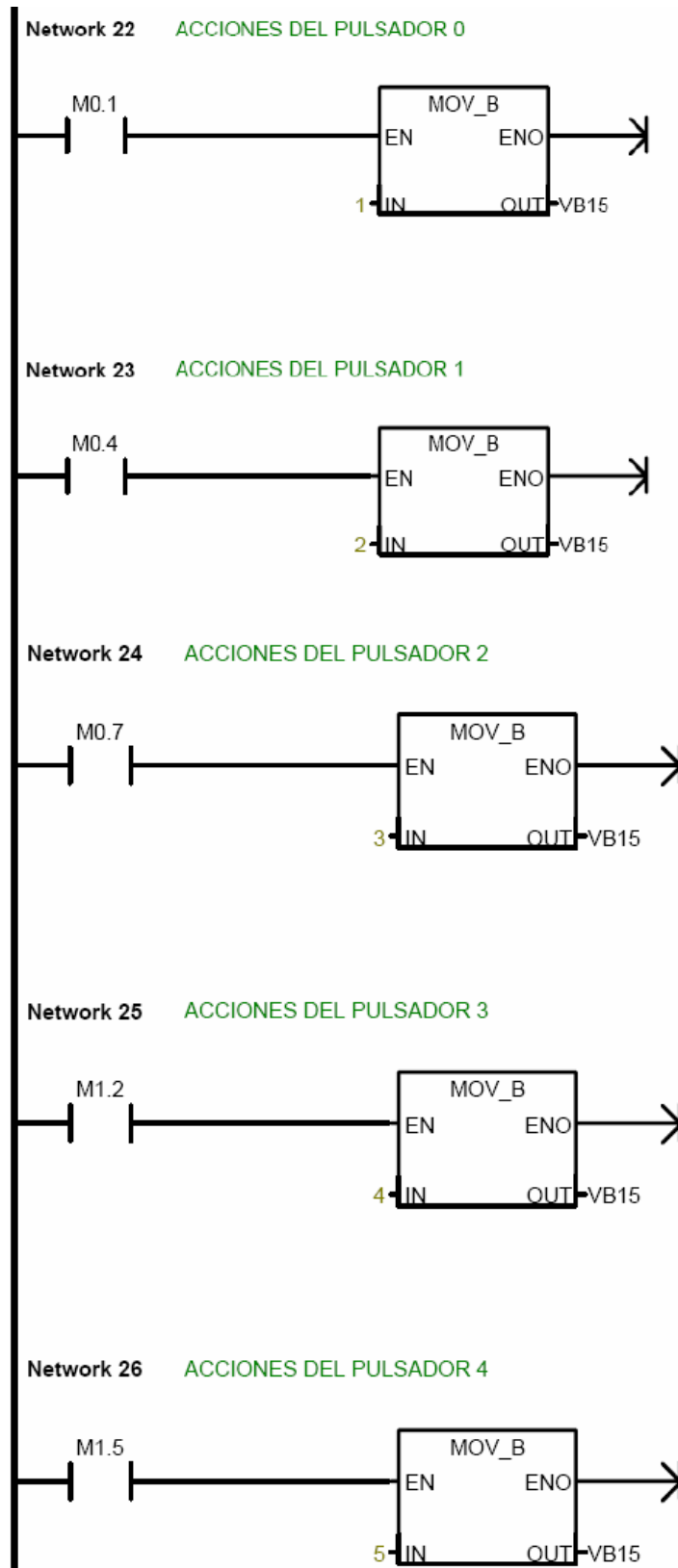


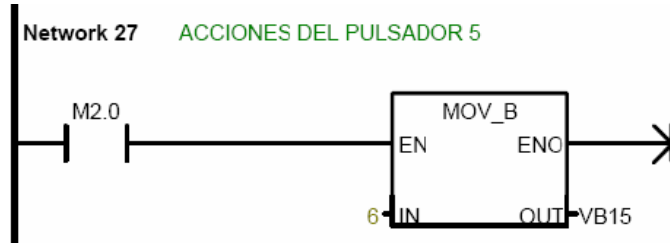






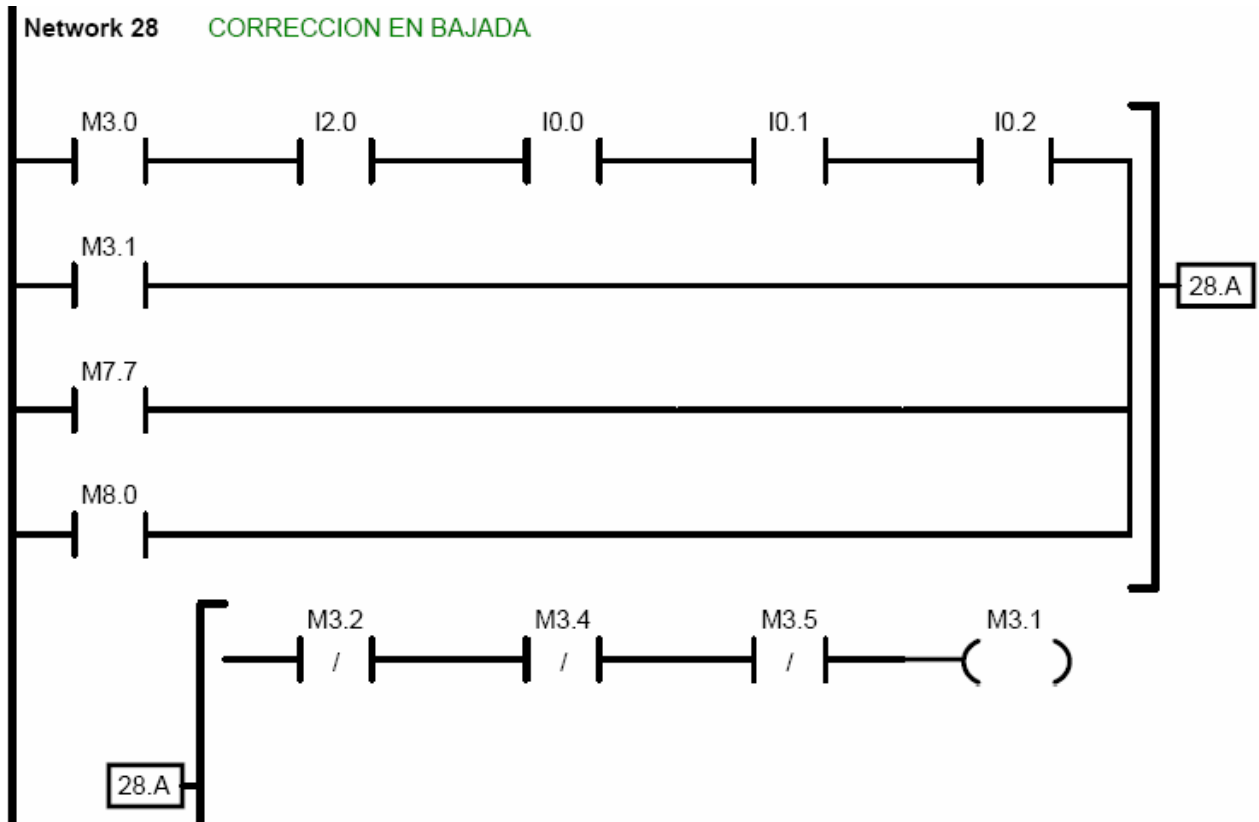
Acciones del Control de Pulsadores

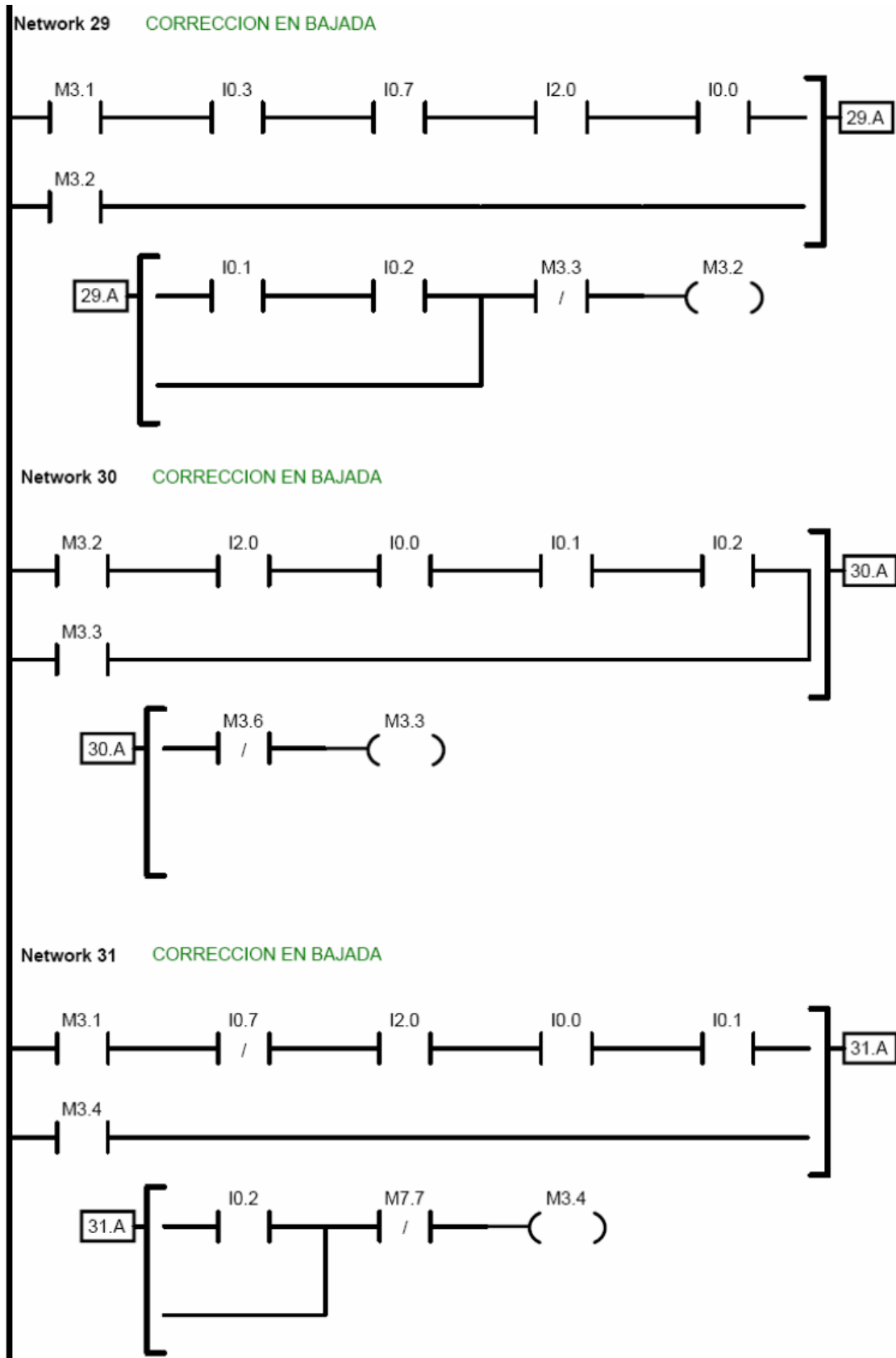


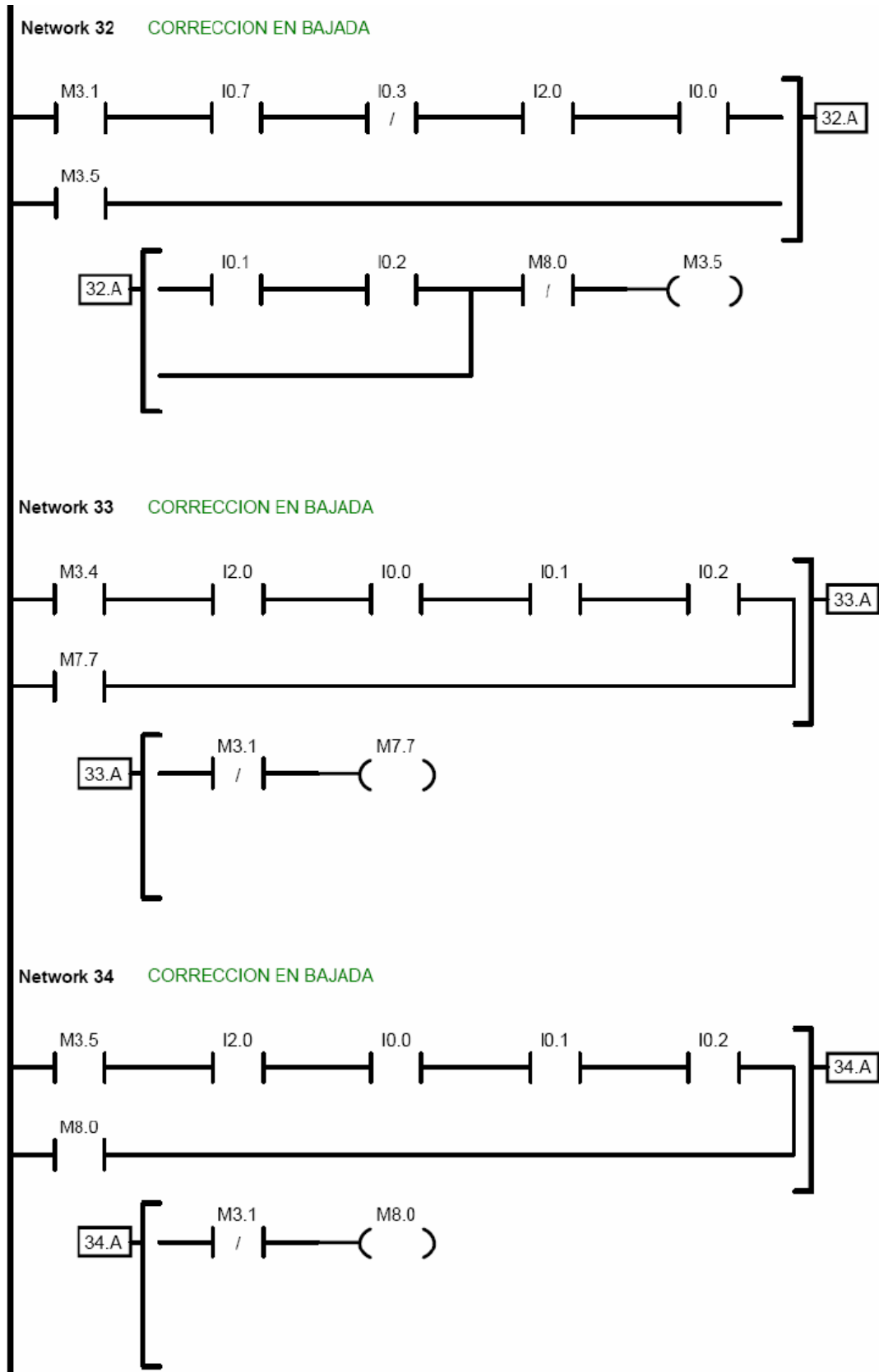


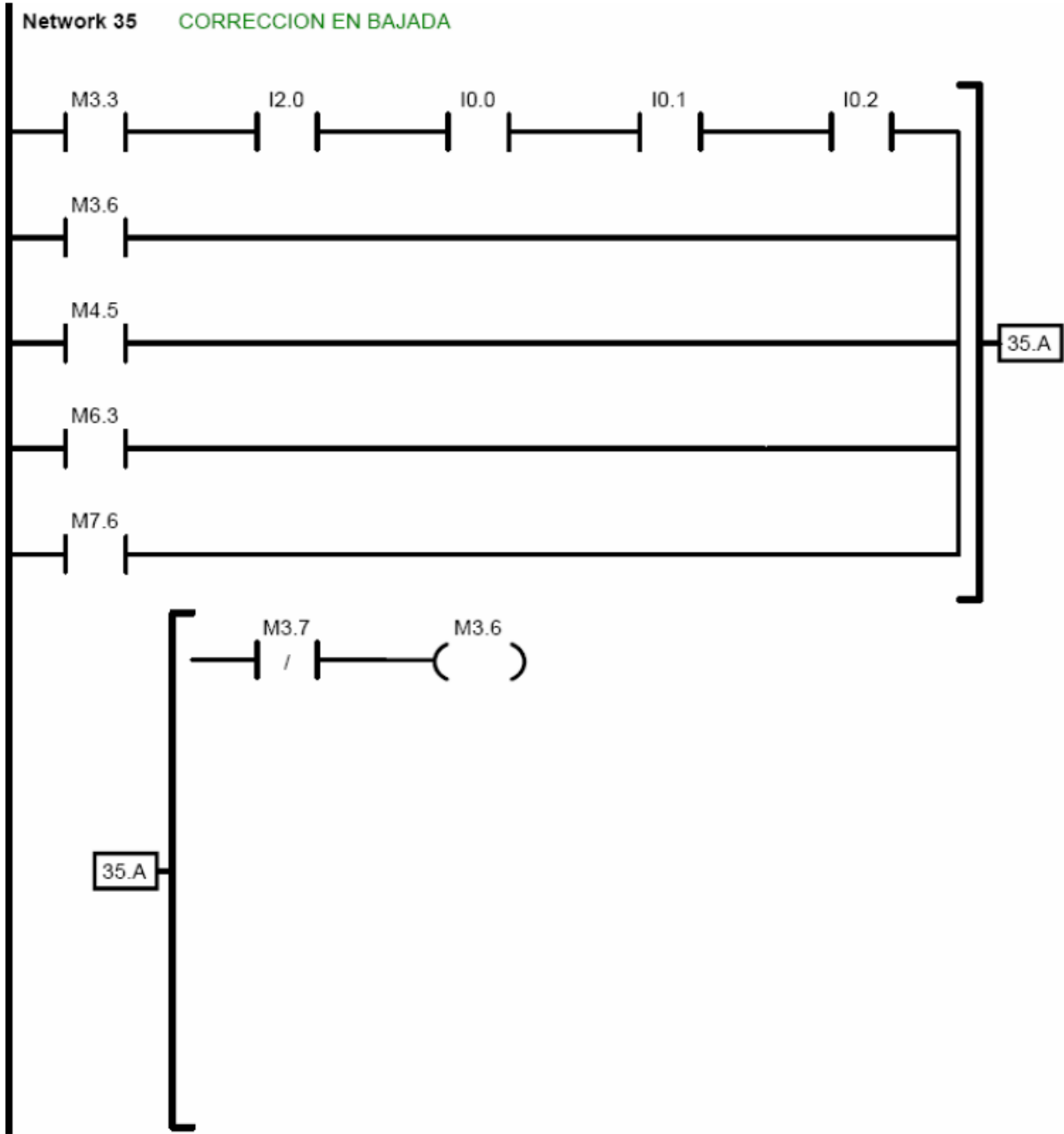
Cuando se acciona un pulsador de llamada a planta (tanto exterior como de cabina) se asigna a la variable VB15 de tipo "Byte" el valor de la planta asignada.

Corrección en Bajada

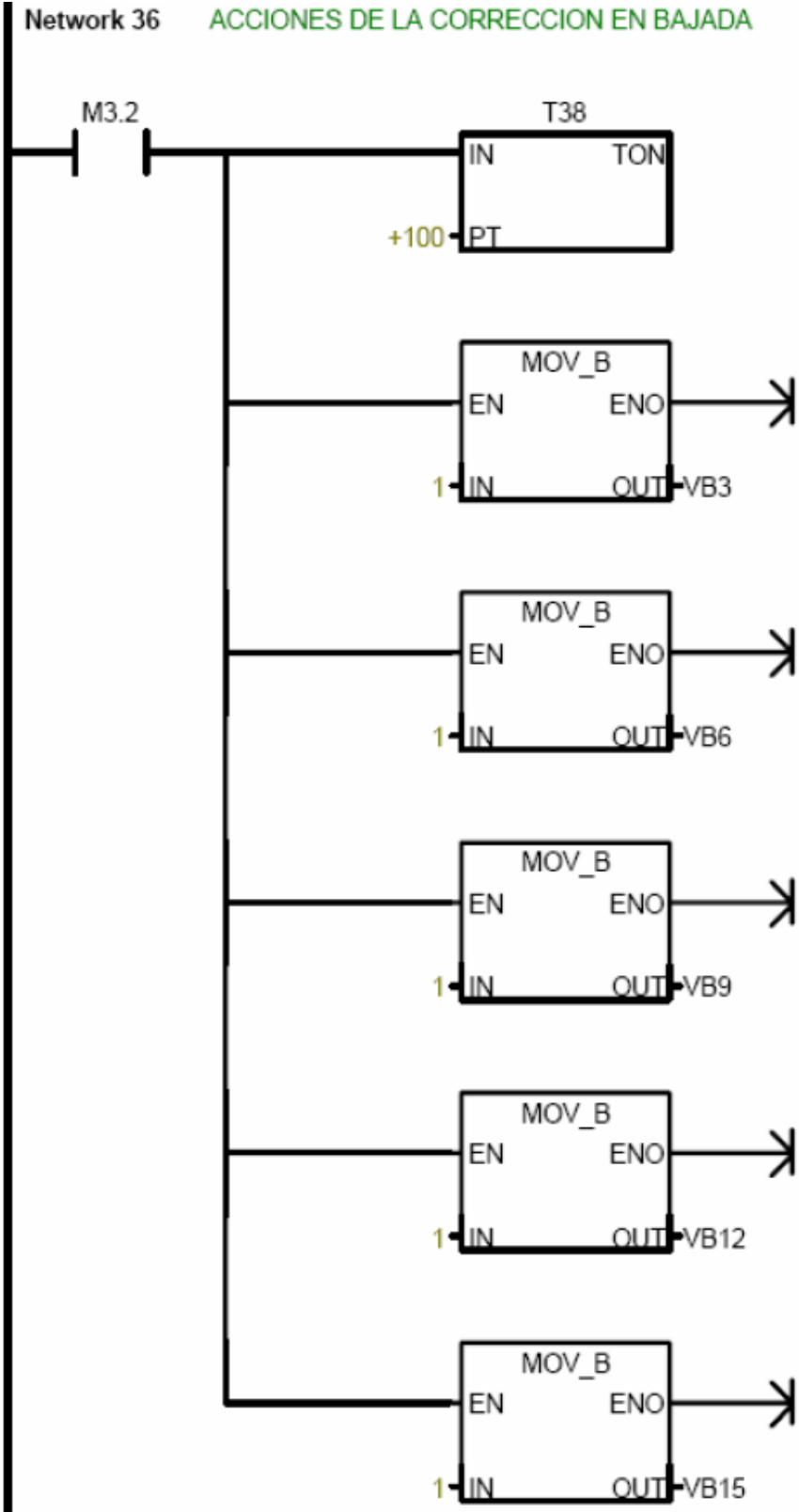


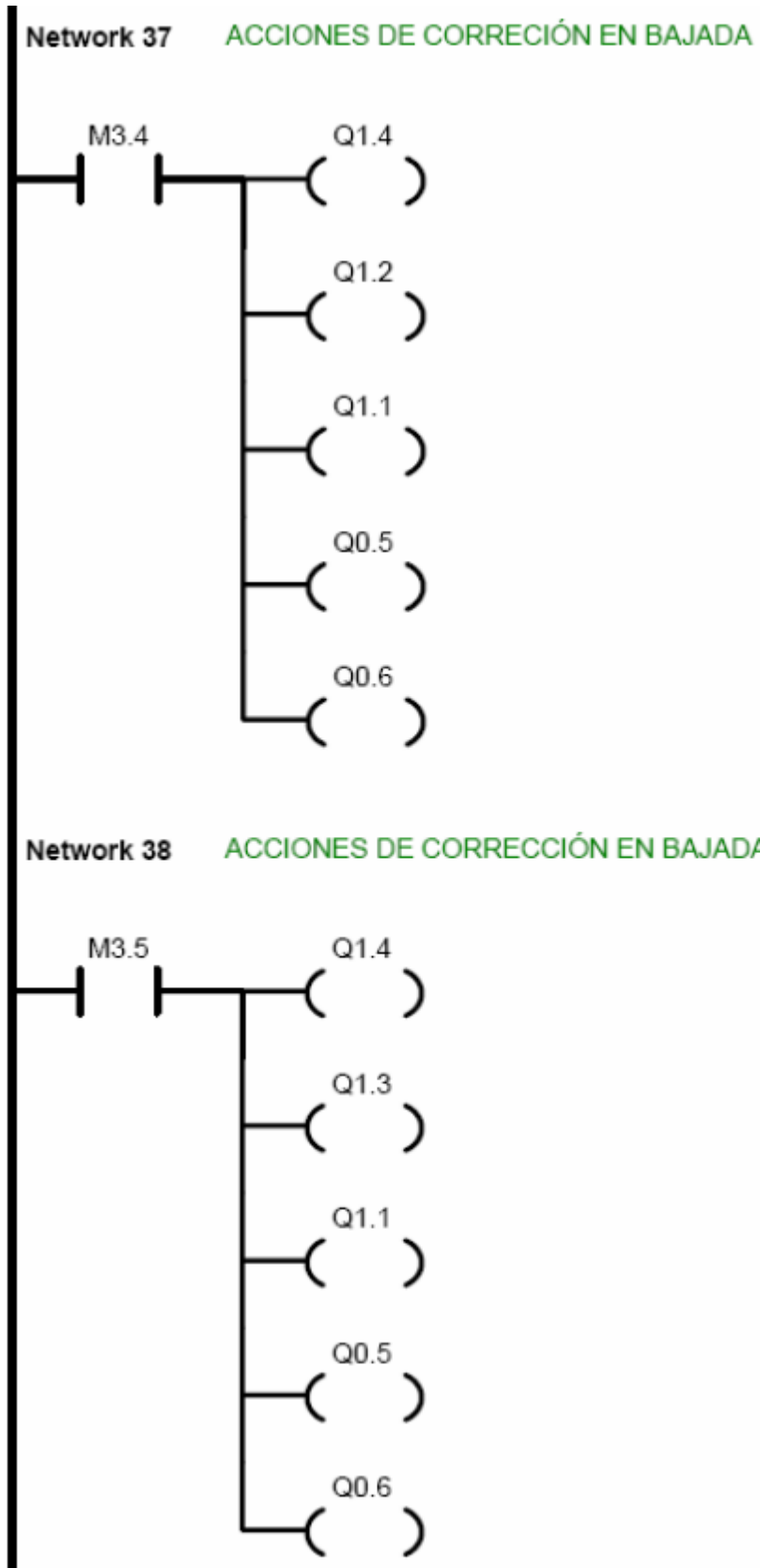






Acciones de Corrección de Bajada



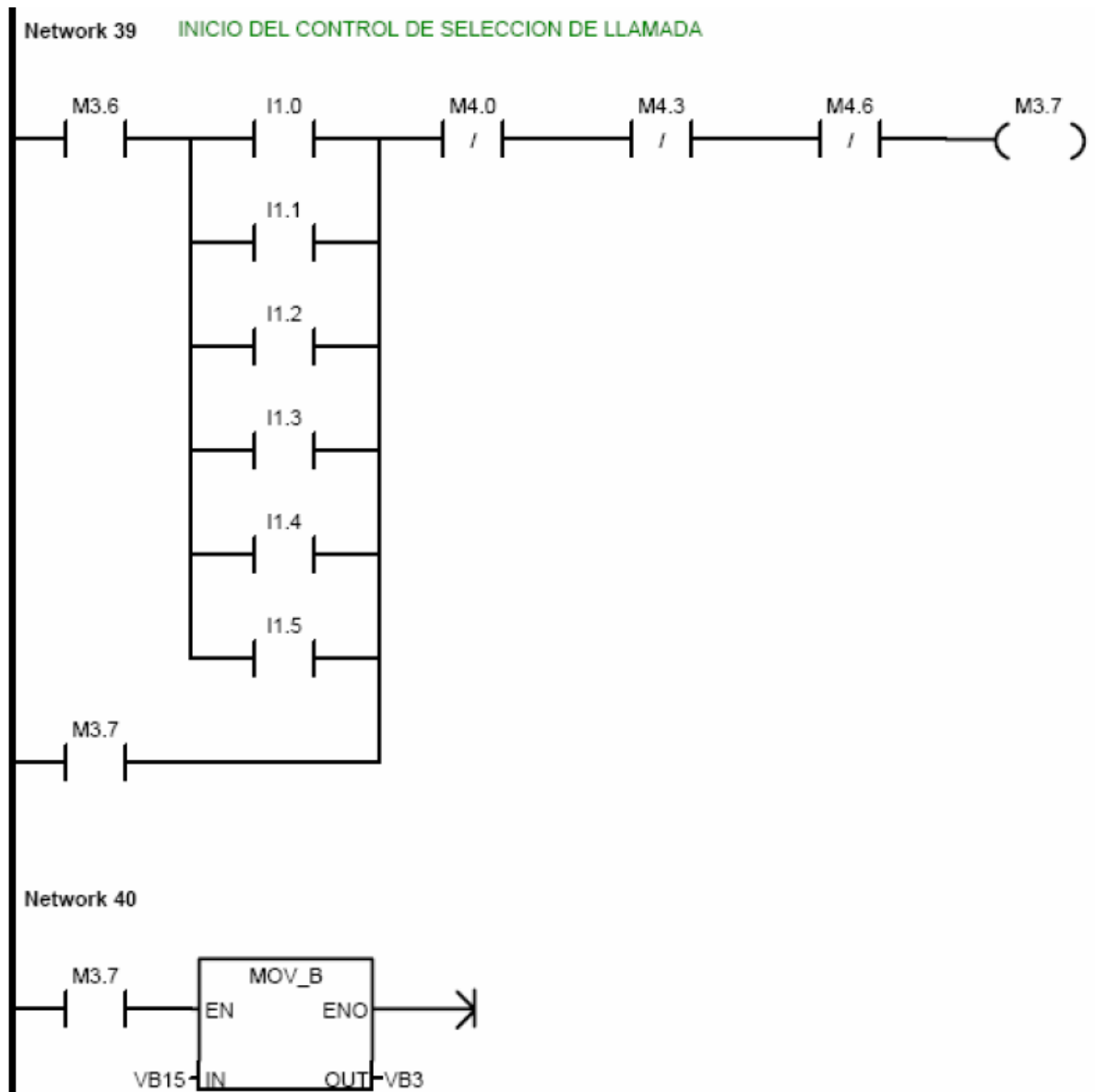


Al arrancar el programa de control del PLC ya sea en por su primera puesta en “RUN”, en caso de corte de corriente o por un error, se ejecuta una corrección en bajada.

El ascensor desciende en rápida, hasta activarse el extremo inferior, en que comienza a descender pero esta vez en velocidad lenta.

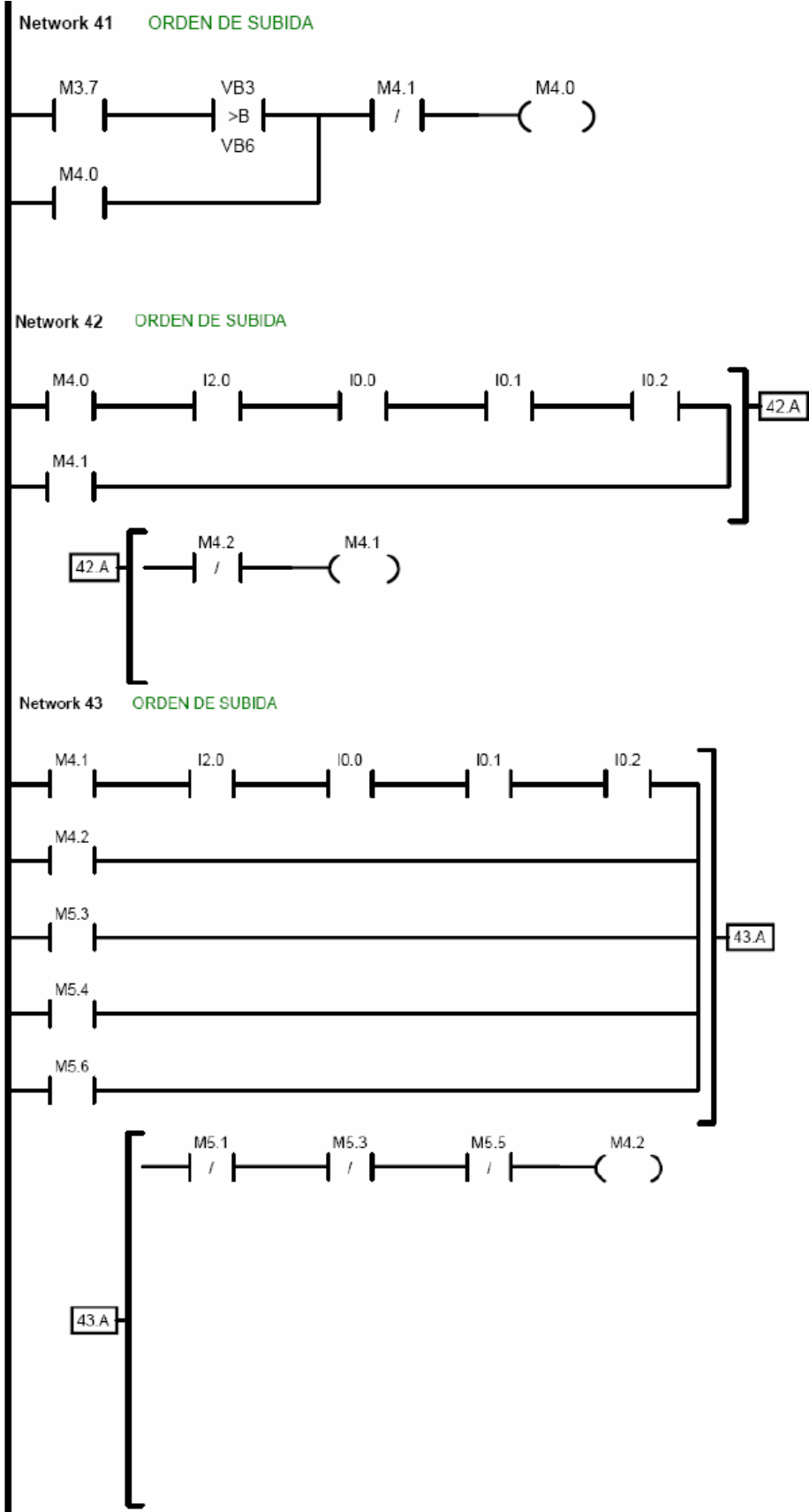
Cuando detecta la parada del piso extremo inferior, el programa resetea todas las variables y realiza una espera de 10 segundos. (Segmento 36)

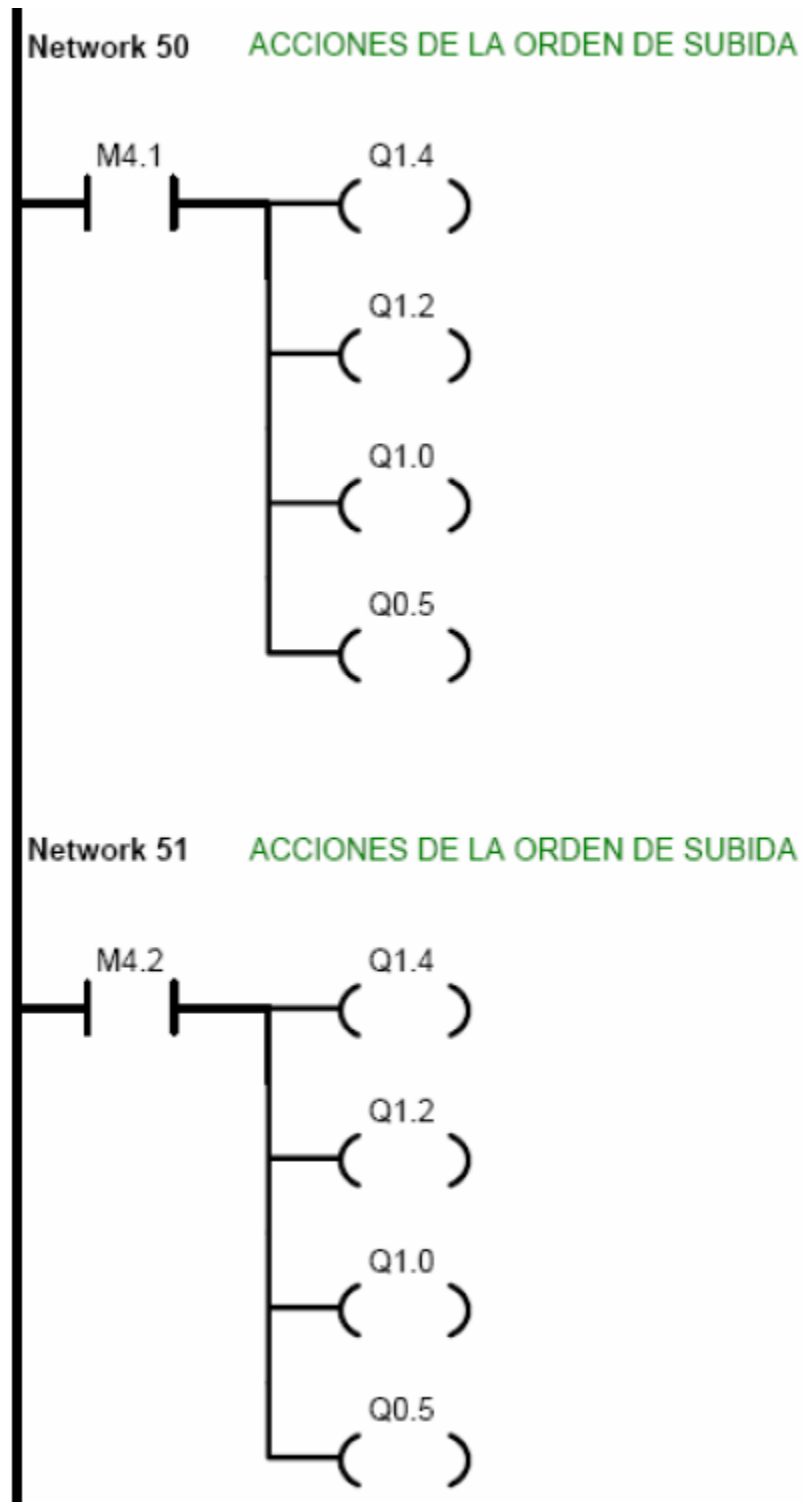
Inicio de Control de Selección de Llamada



Cuando el ascensor está en reposo, espera a que un pulsador de llamada se accionado. Únicamente si el ascensor está en modo de reposo se guarda en memoria el valor del pulsador de llamada activado, de esta forma se impide que el ascensor reciba nuevos datos mientras está haciendo un viaje y por lo tanto se prioricen las últimas llamadas en vez de las primeras.

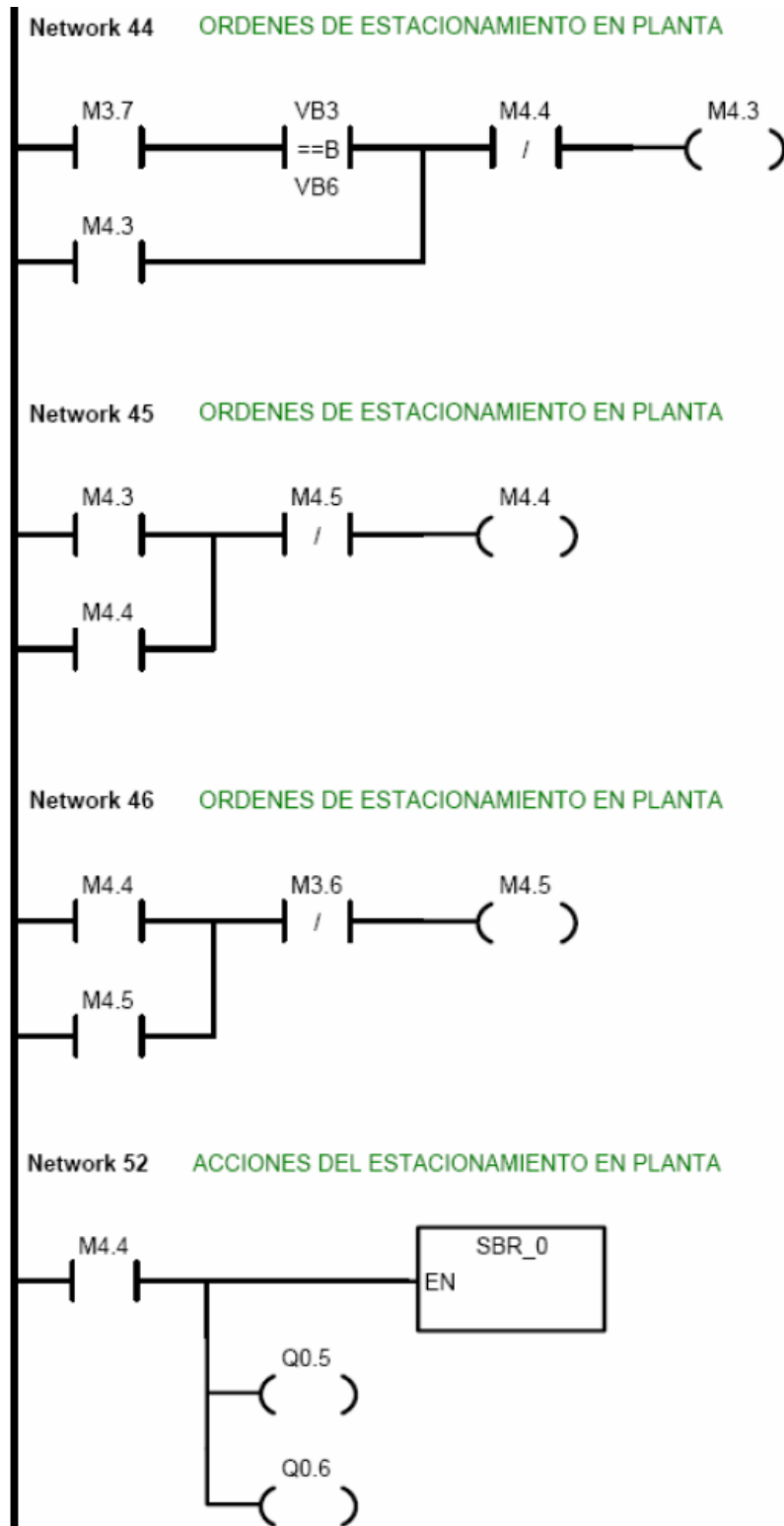
Solicitud de Llamada a una Planta Superior Actual





Si la llamada se produce a un piso superior a la posición actual de la cabina, se comparan ambas variables tipo “byte” (segmento 41) y se ejecuta la orden de subida. El ascensor comienza a subir en velocidad rápida.

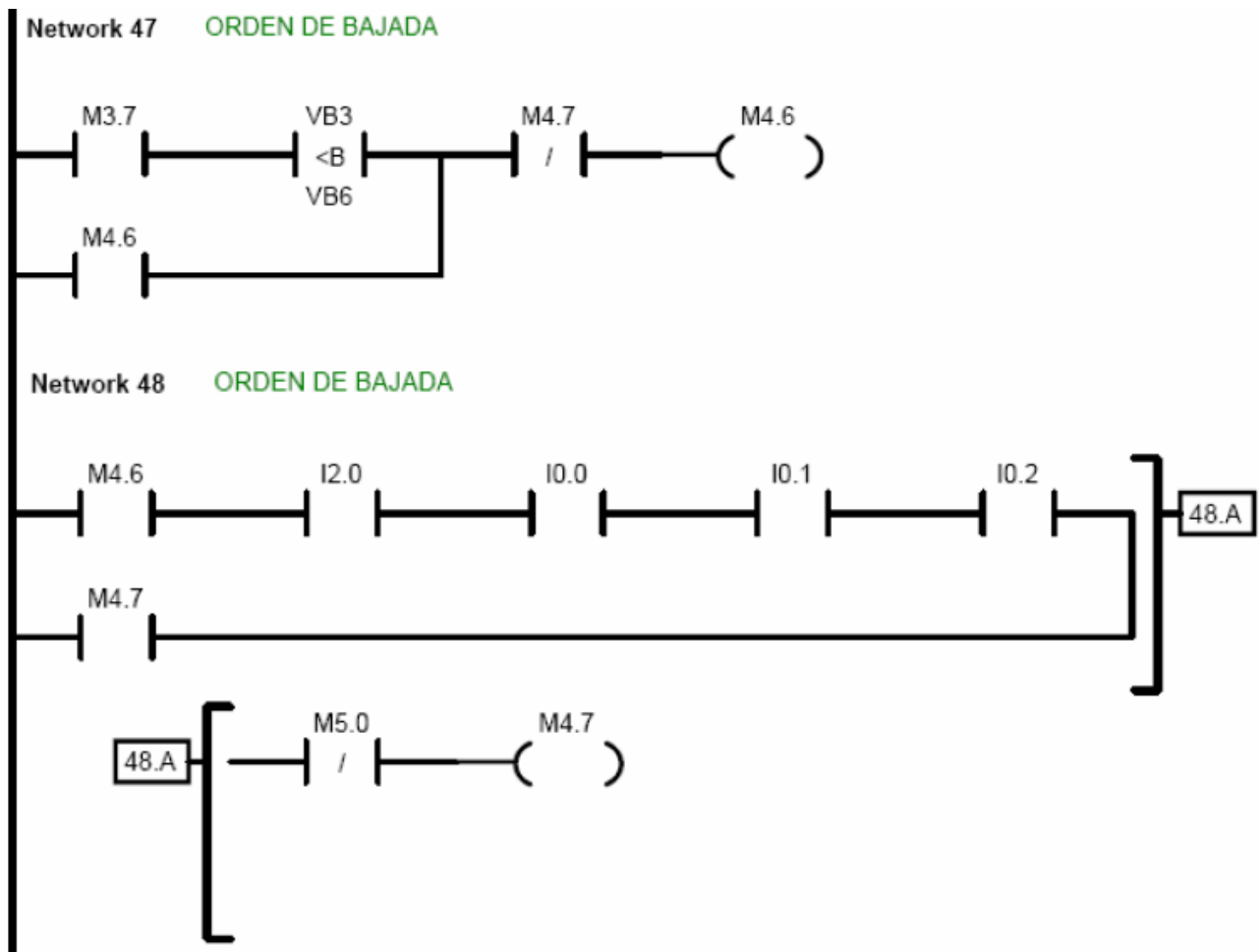
Si el ascensor se detiene en la planta solicitada o se efectúa una llamada a la misma planta donde se encuentra el ascensor.

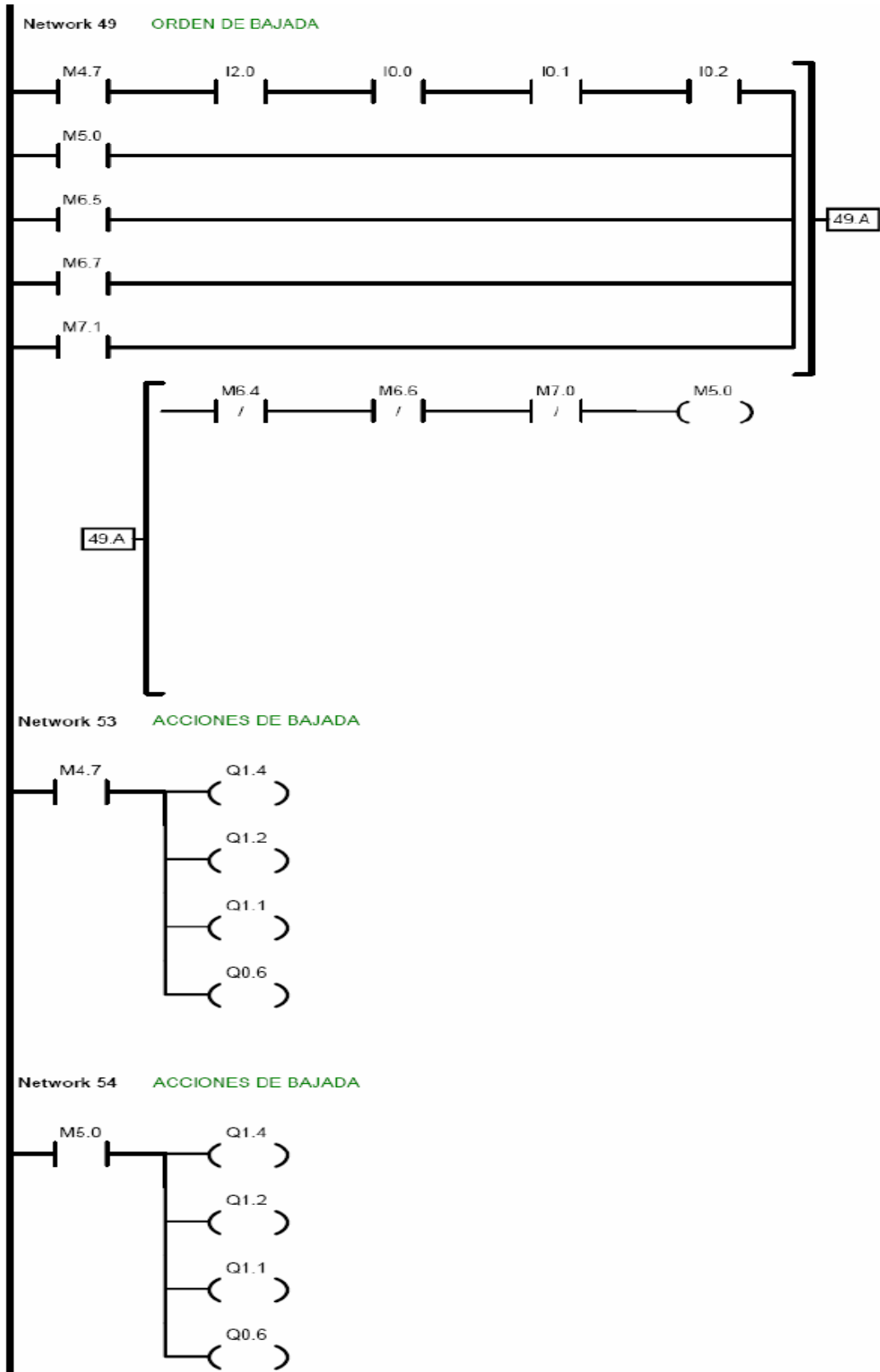


Esta parte del código se ejecuta en dos ocasiones, cuando el ascensor se detiene a nivel de planta que el usuario ha solicitado o si se efectúa una llamada en el mismo piso donde se encuentra el ascensor. Se comparan ambas variables tipo "byte" (segmento 44).

Se inicializa la subrutina de apertura y cierre de puertas y se activan a la vez los sentiparas de subida y de bajada para marcar el estacionamiento e informar a los usuarios.

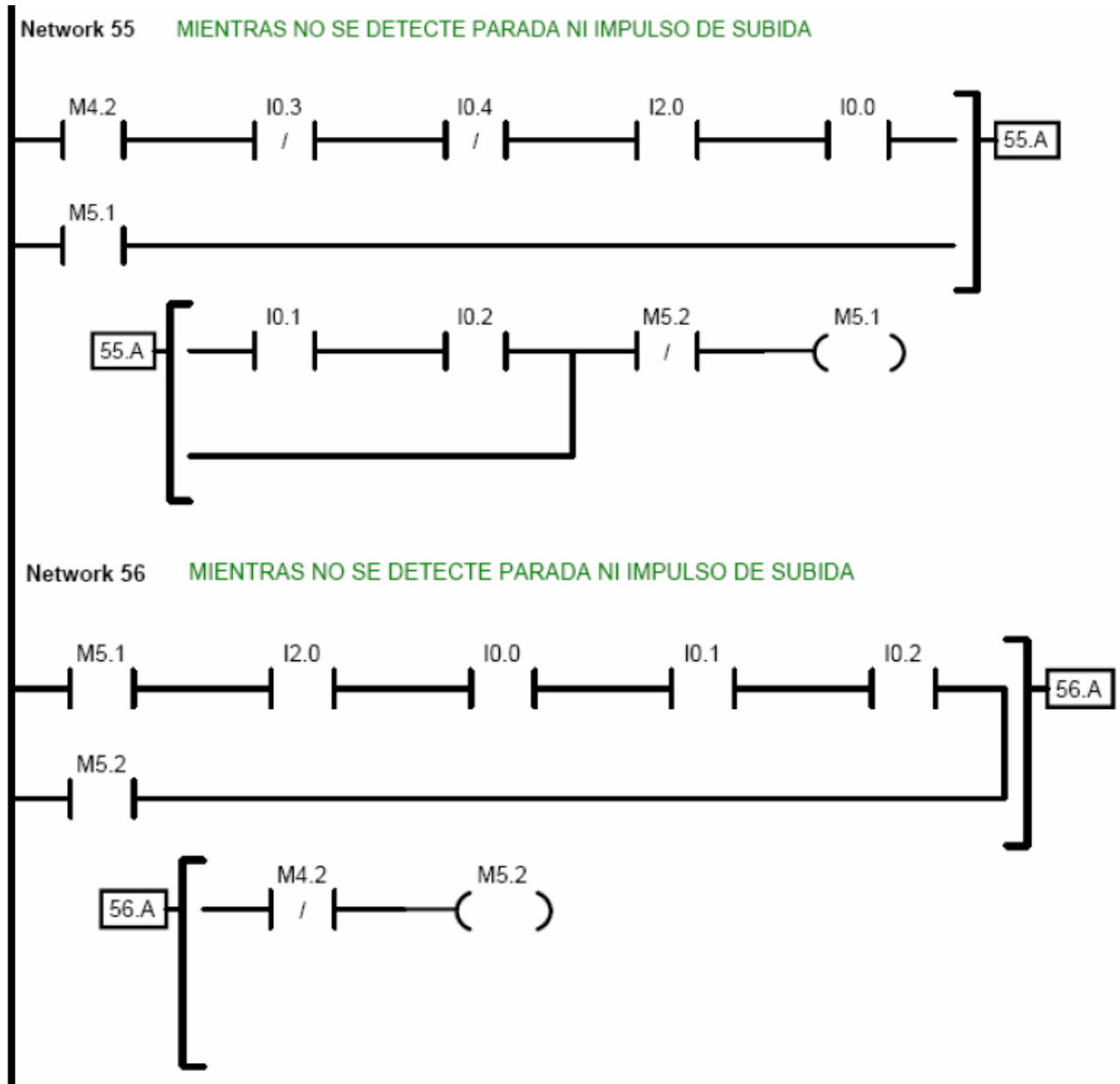
Solicitud de Llamada a una Planta Inferior a la Actual

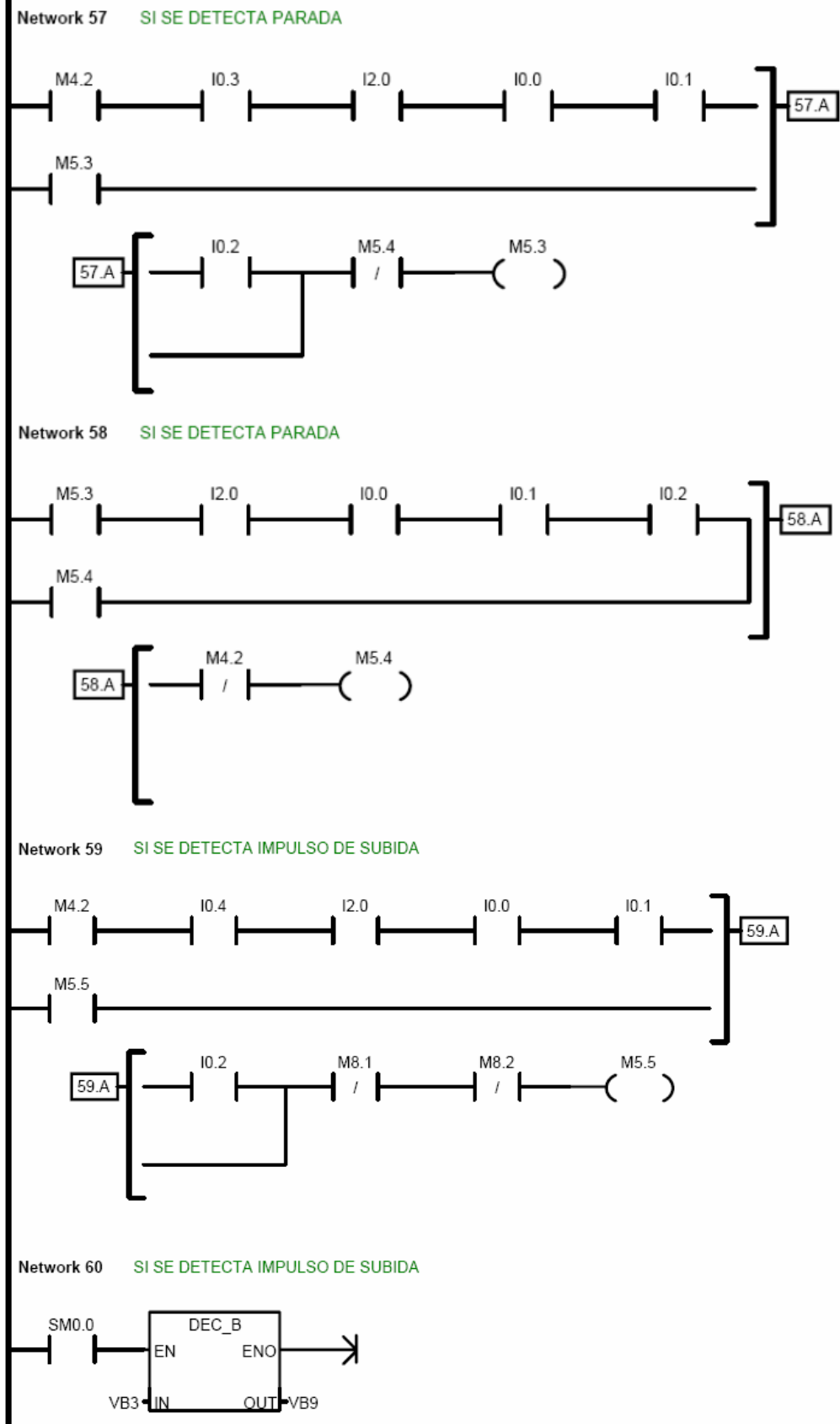


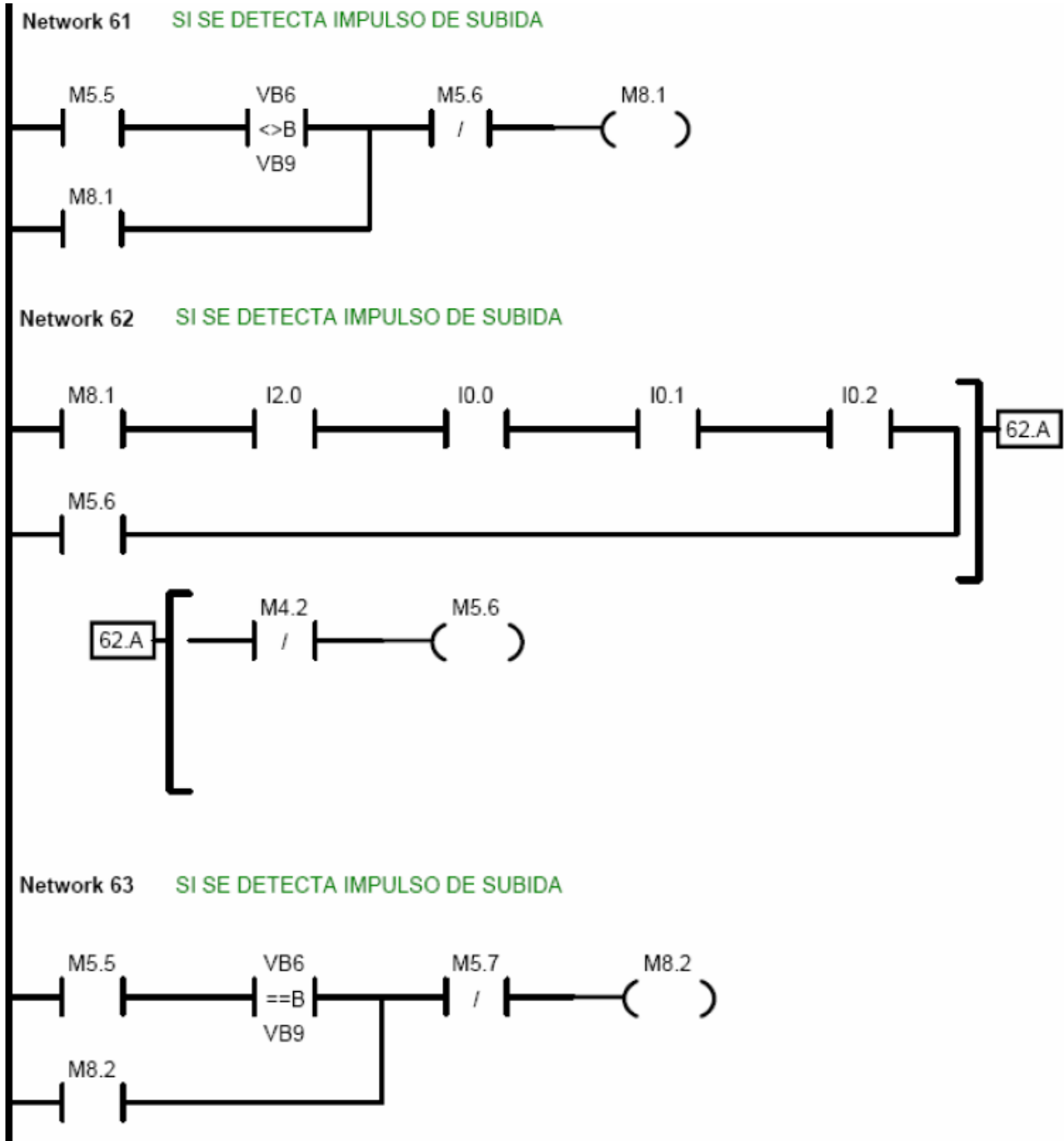


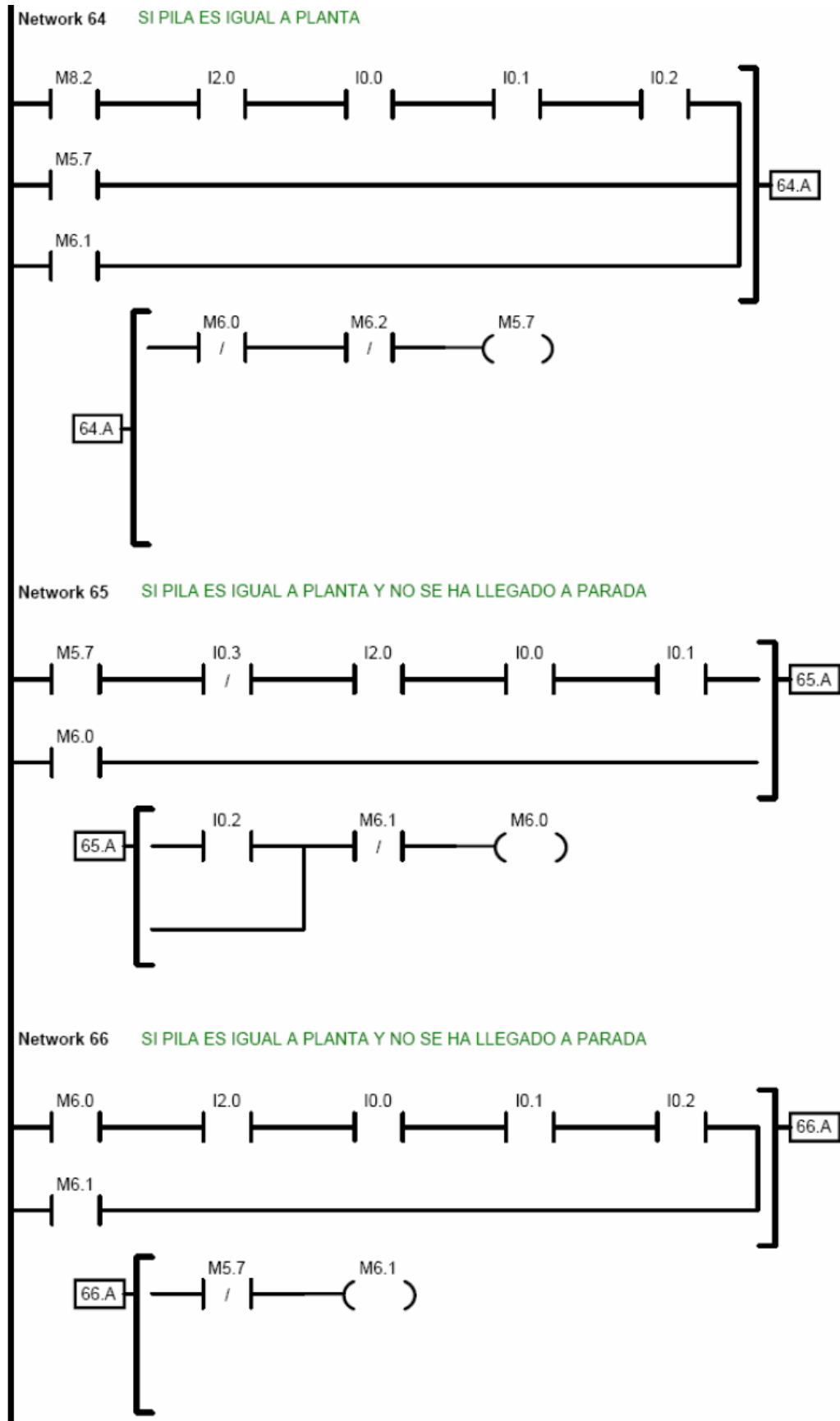
Si la llamada se produce a un piso inferior a la posición actual de la cabina, se comparan ambas variables tipo "byte" (segmento 47) y se ejecuta la orden de bajada. El ascensor comienza a bajar en velocidad rápida.

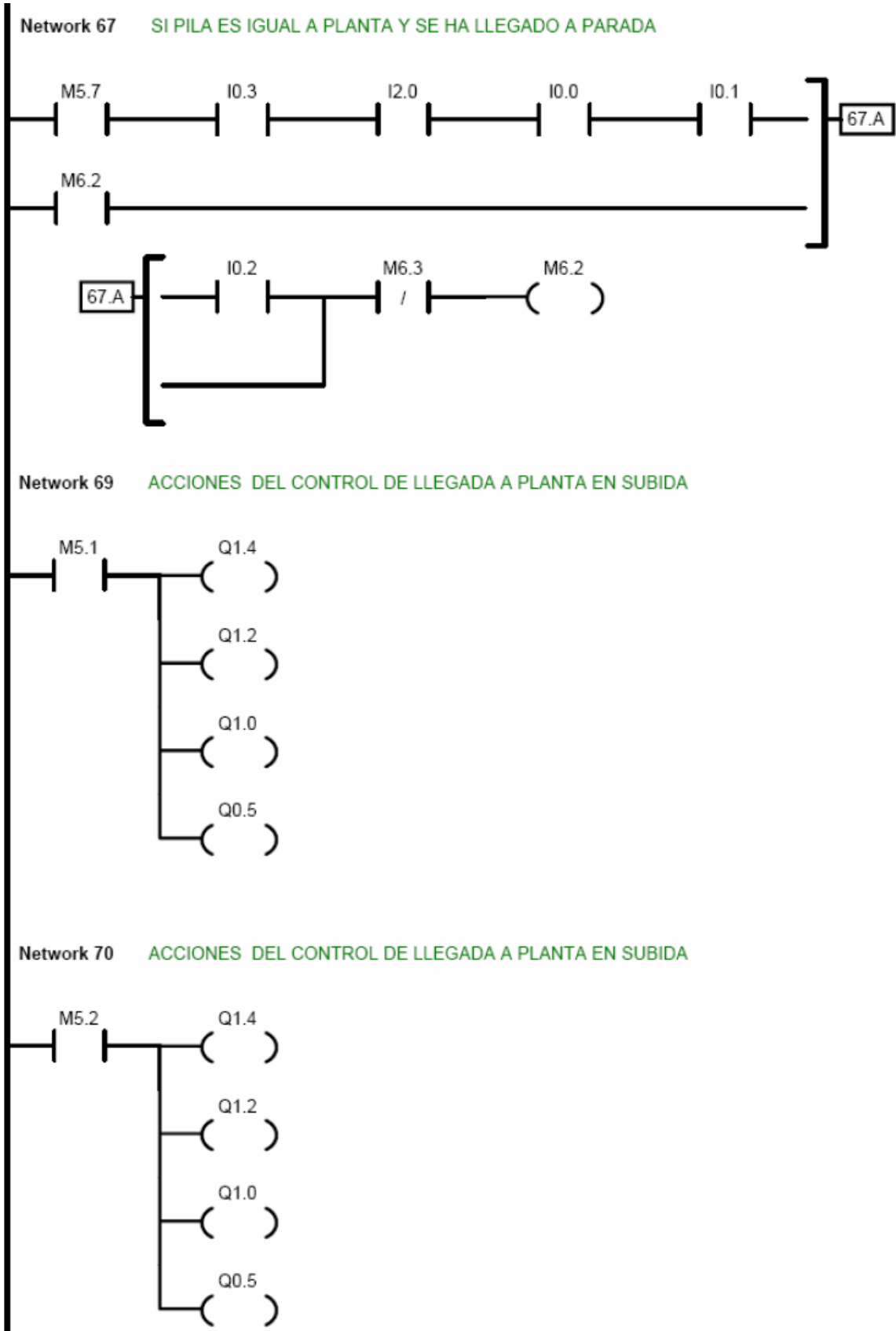
Ascensor Posicionándose en Subida

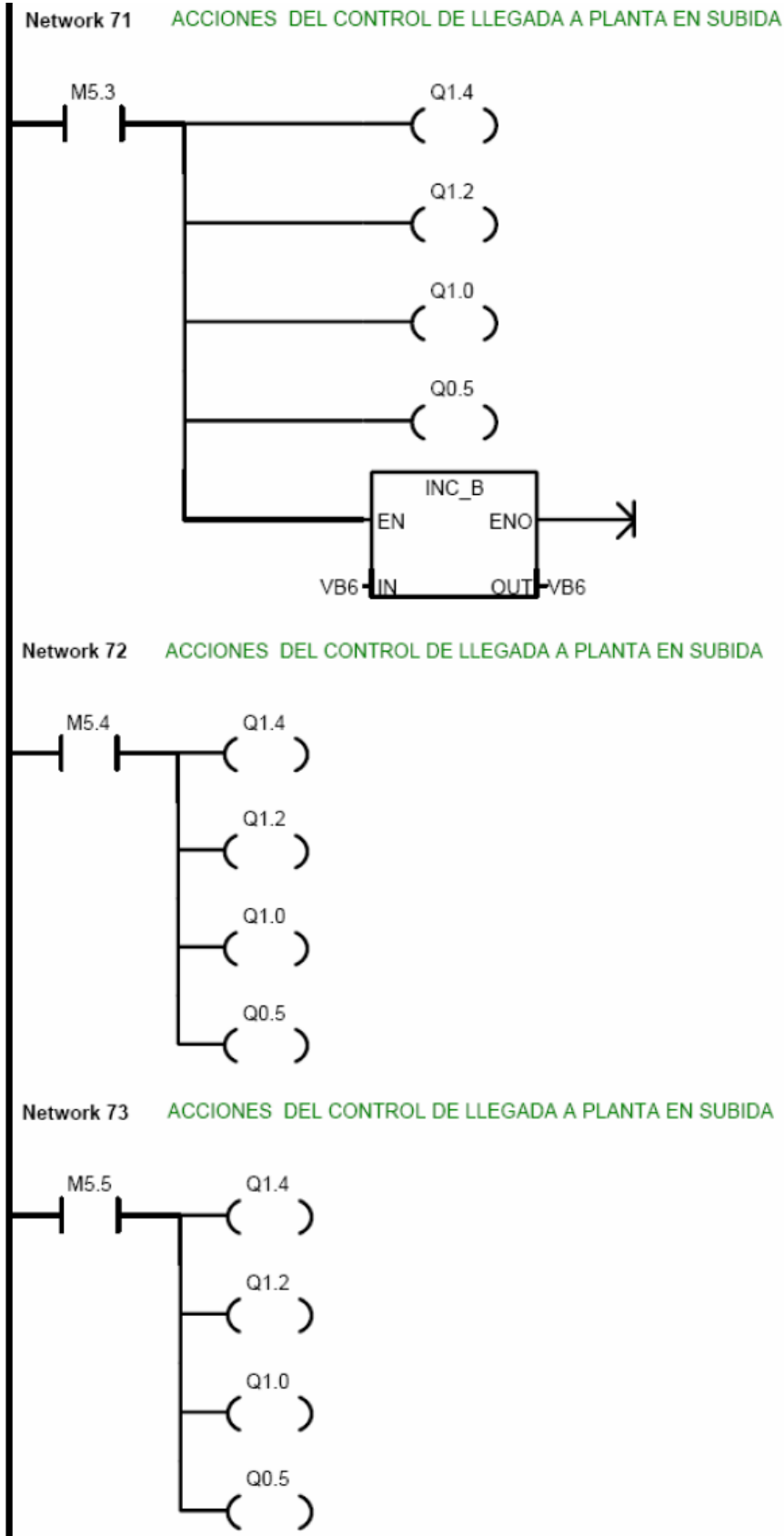


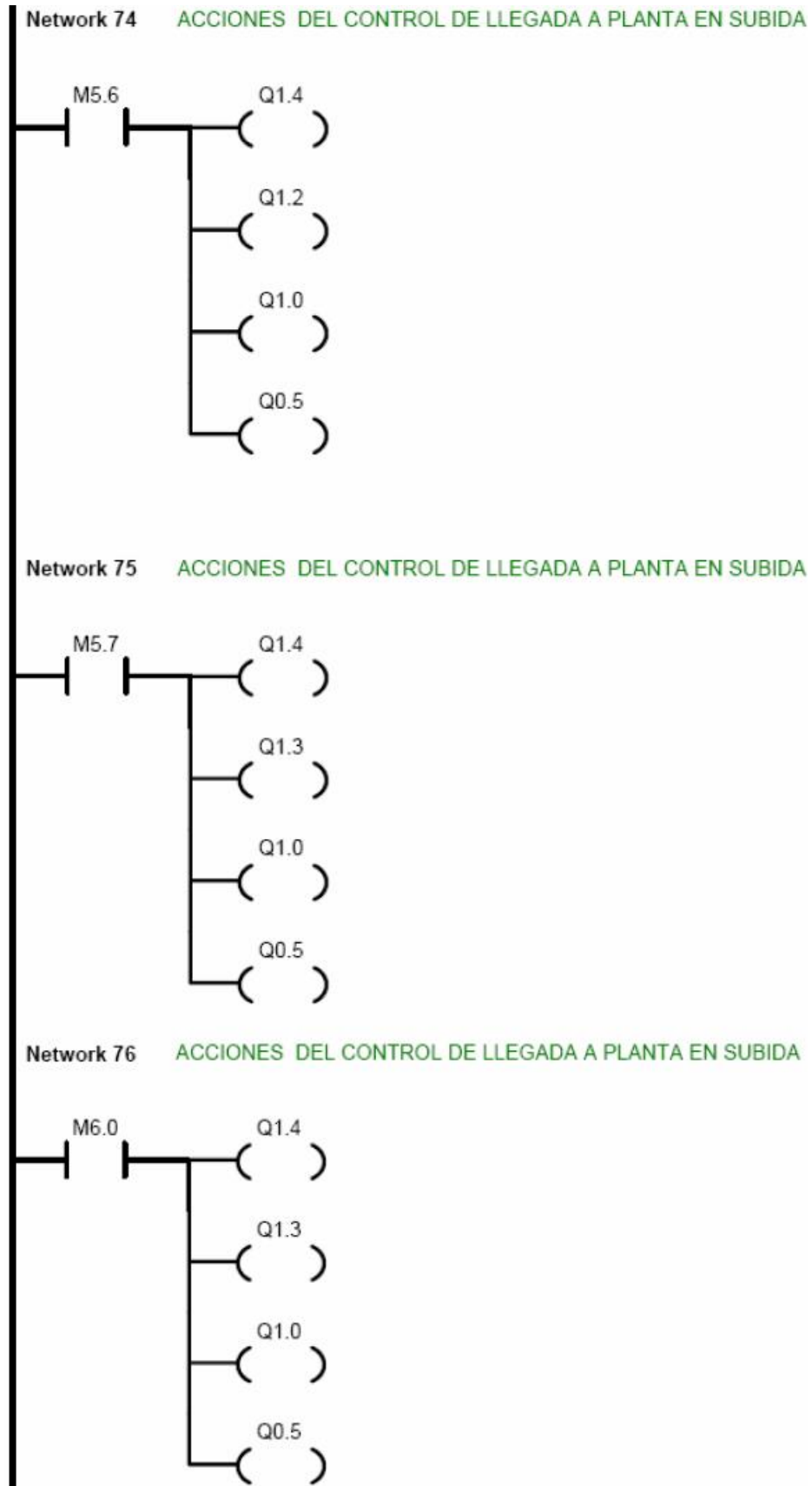


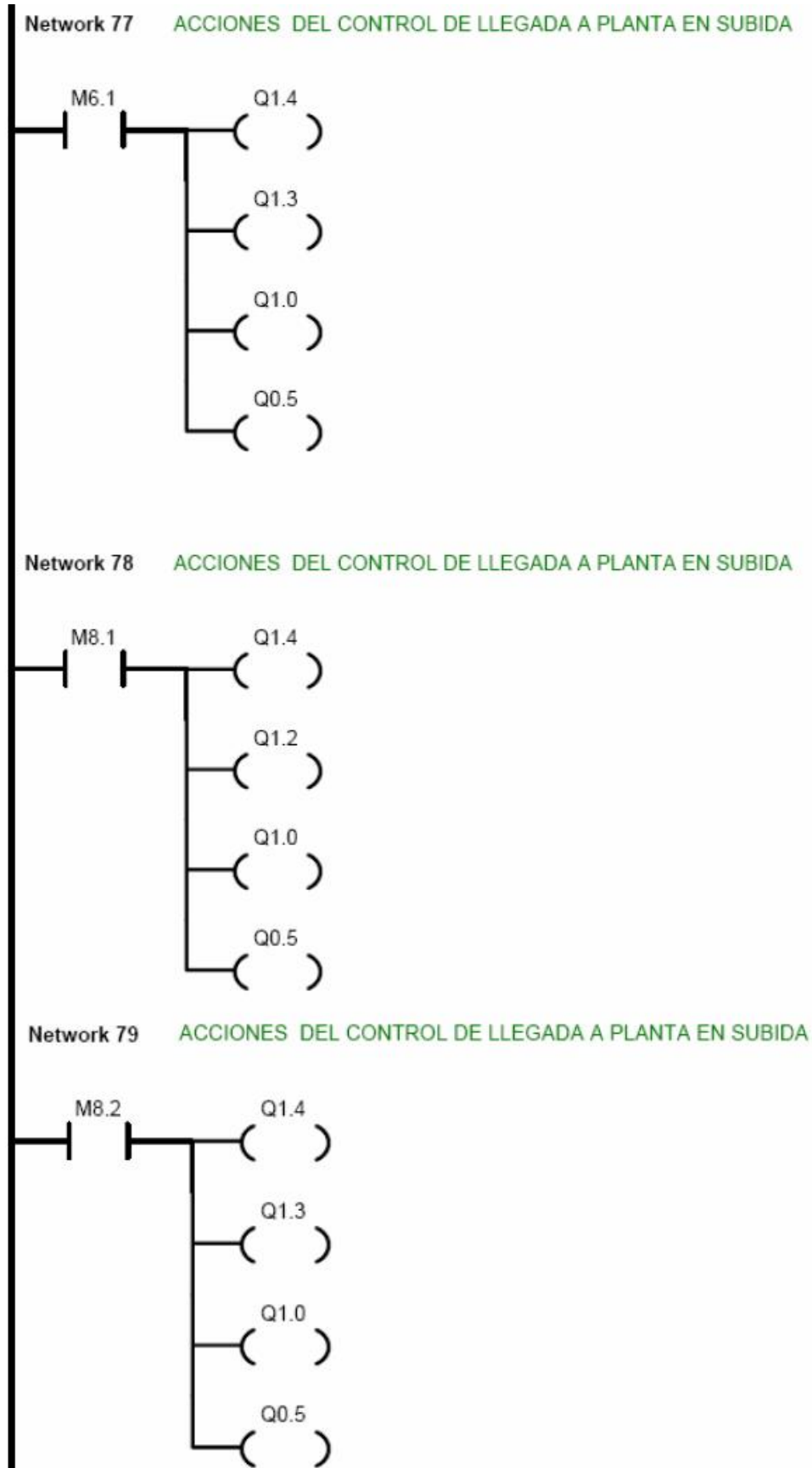






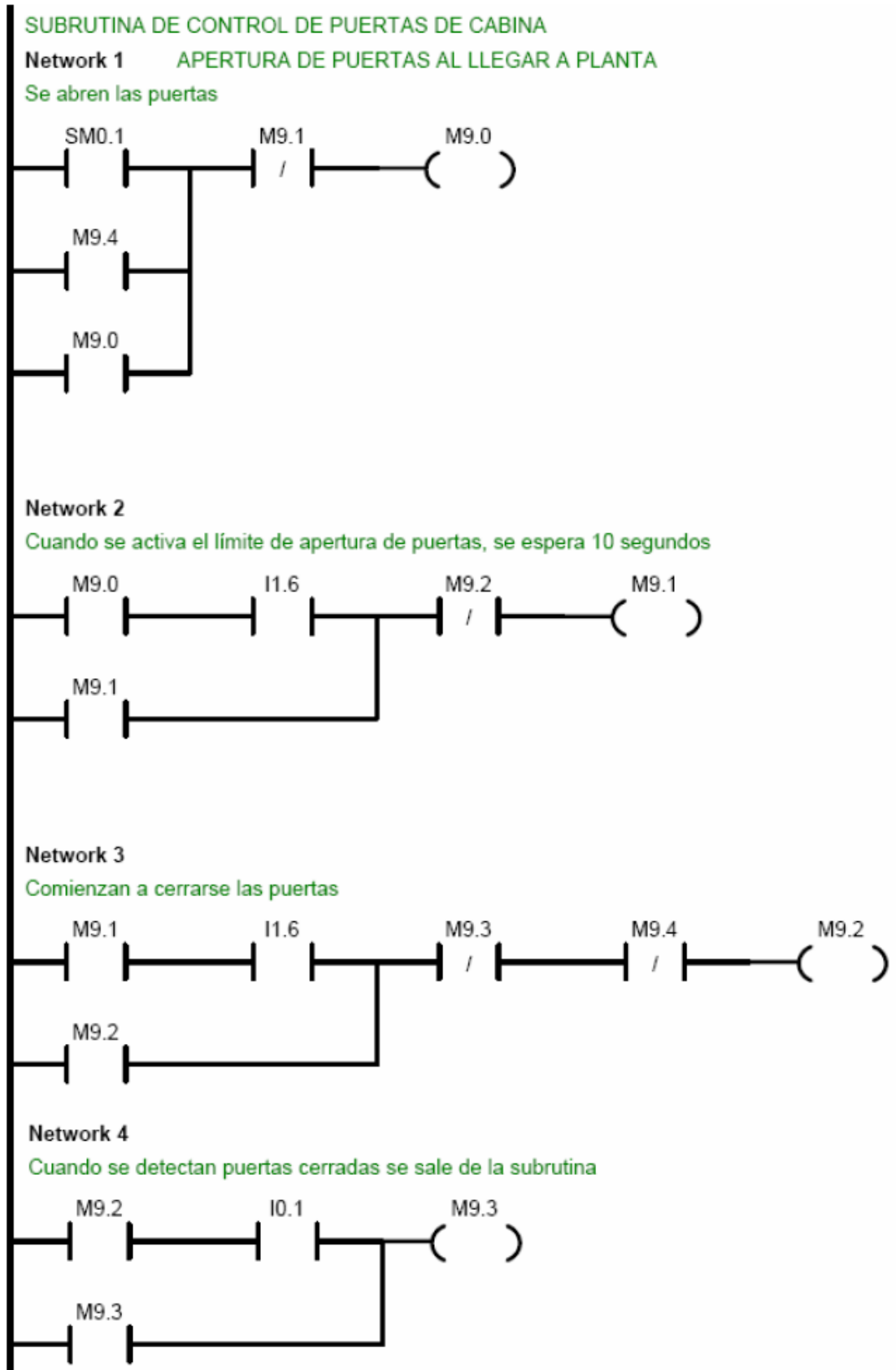


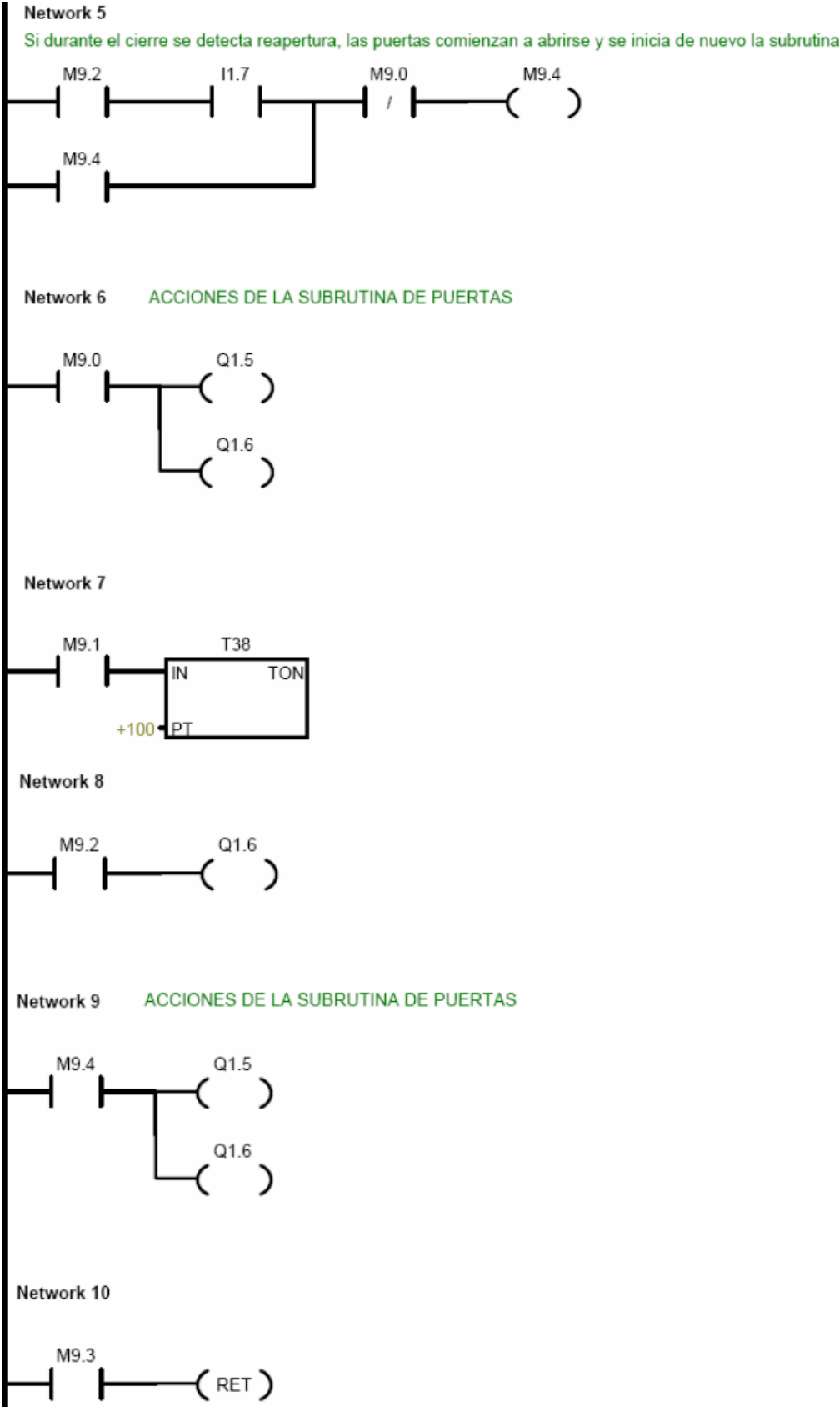




El ascensor asciende en velocidad rápida contando las veces que se activa el detector de parada e incrementando a cada activación el valor de la variable de la posición actual de la cabina (Segmento 71). Cuando se active el detector de parada justo inferior a la planta a la que se desee acceder, se cambia a subida en velocidad lenta. Para hacer esto se decrementa en 1 el valor de la planta llamada y se compara con el valor de la posición actual de la cabina. (Segmentos 60, 61 y 63). Al llegar a la siguiente parada, el ascensor se detiene y se inicia la subrutina de apertura de puertas.

Subrutina Control Apertura de Puertas





Cuando se inicia la subrutina de control de puertas, el relé selector de giro se coloca en posición de apertura y se activa el motor del operador de puertas, por lo que estas se abren.

Cuando se detecta que se han abierto completamente, la maniobra espera 10 segundos para permitir el paso de usuarios hacia dentro y fuera de cabina. Para ello, se utiliza el Timer T38 del PLC (Segmento 7).

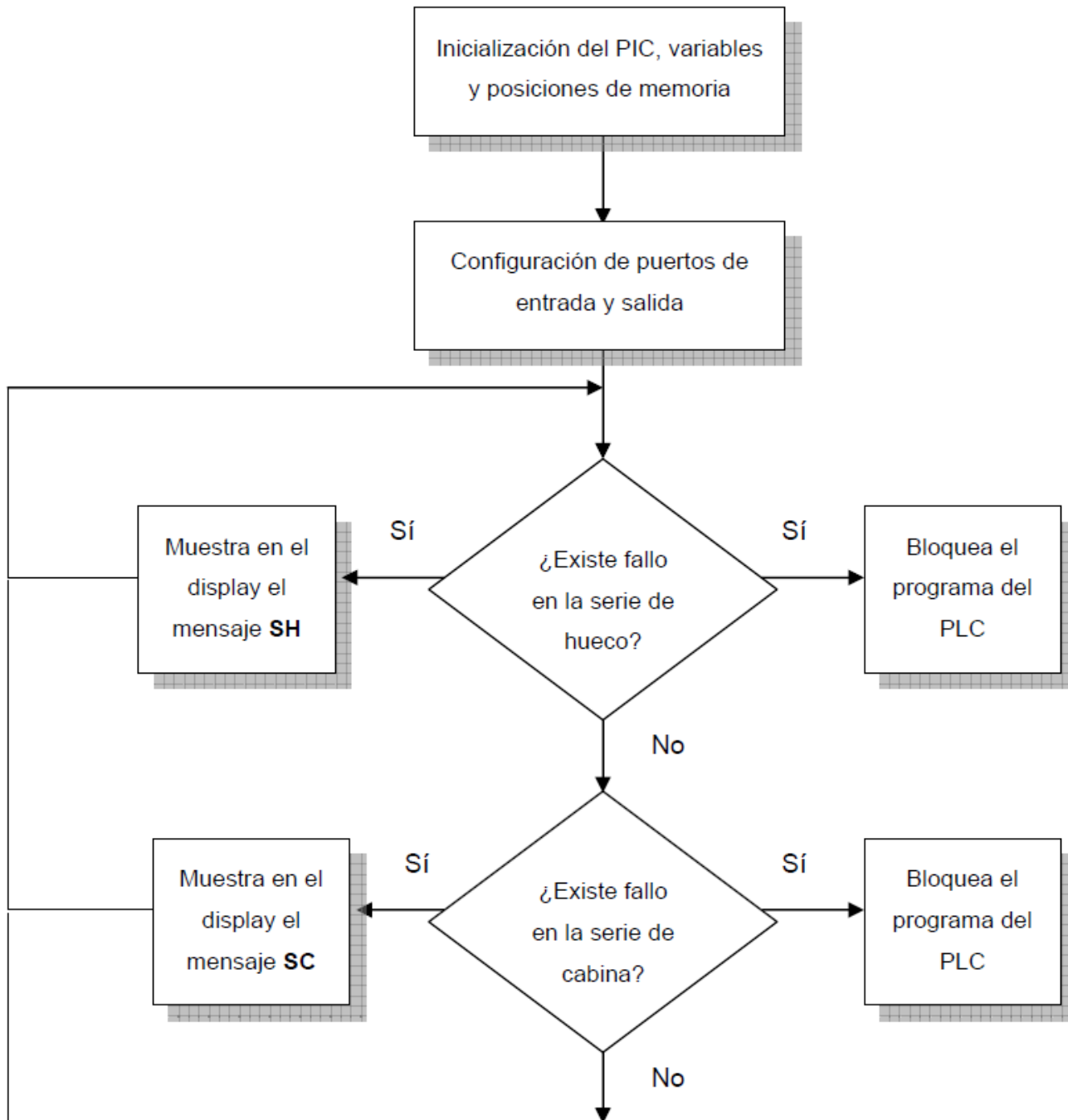
Una vez ha pasado este tiempo, las puertas comienzan a cerrarse, activando el motor del operador y colocando el relé selector en posición de cierre.

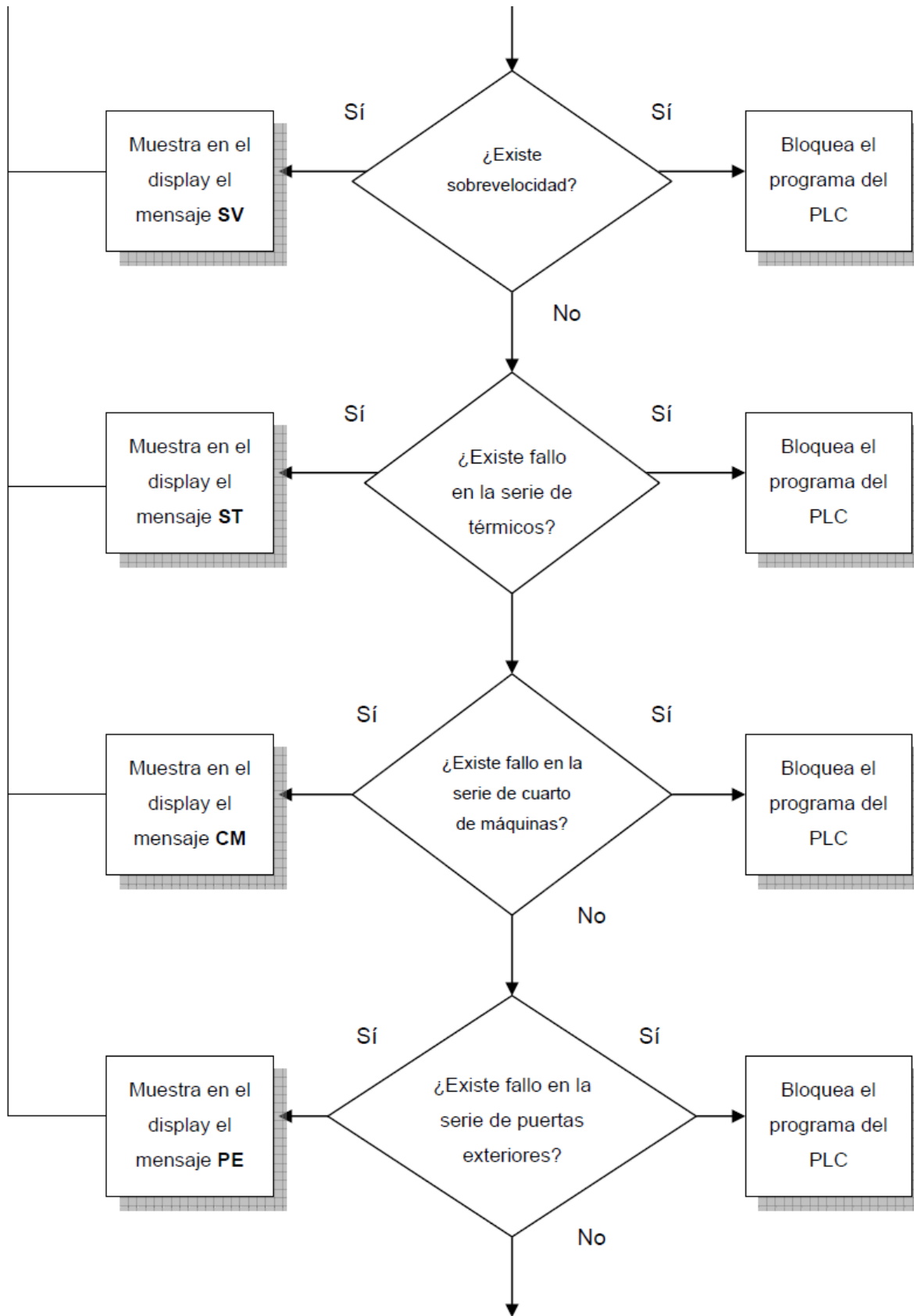
Esta acción se mantiene en el tiempo hasta que se detecte el cierre completo de puertas, en cuyo caso se sale de la subrutina, o se active una reapertura de puertas (pulsador de reapertura, fotocélulas, sobrecarga, etc...). En este caso las puertas invierten su giro y comienzan a abrirse de nuevo reiniciando la subrutina.

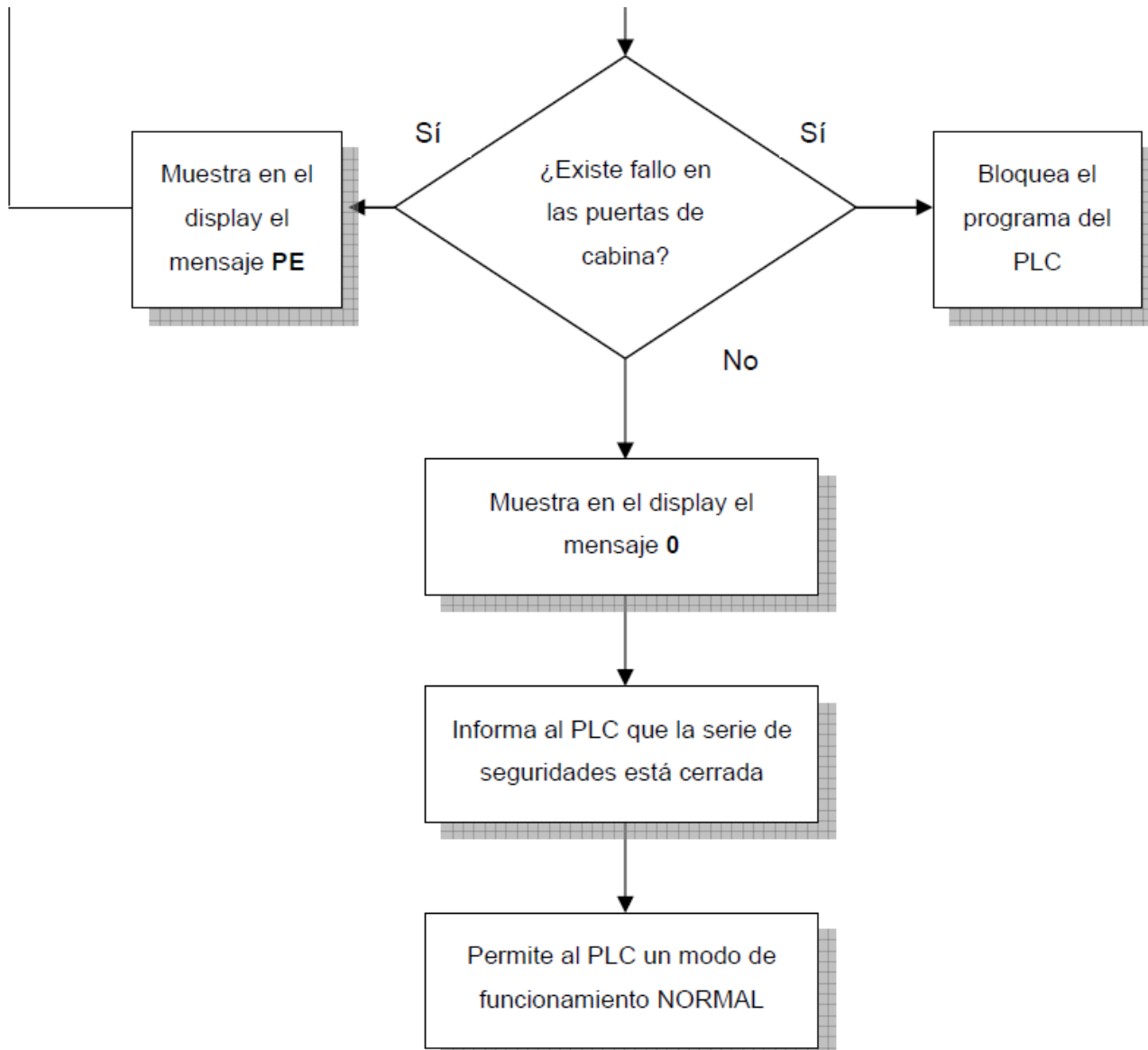
Si las puertas se han cerrado completamente, se sale de la subrutina (Segmento 10)

2.7 Programa del Microcontrolador

Diagrama de Flujo del Programa de Control







Código Fuente

```

LIST    P=16F873A
RADIX   HEX
INCLUDE<C:\PIC\16F873A.inc>
__CONFIG_CP_OFF & _WDT_OFF & _XT_OSC & _LVP_OFF & _BODEN_OFF

ORG     0x00
goto    INICIO
ORG     0x04

INICIO  bsf     STATUS,RP0
        bcf     STATUS,RP1      ;Cambia al banco de memoria 1

        clrf    TRISC           ;Configura el puerto C como puerto de salida
        movlw   b'1111111'
        movwf   TRISA           ;Configura el puerto A como puerto de entrada
        movlw   b'01000000'
        movwf   TRISB           ;Configura RB1 como entrada, el resto del puerto como salida

        bcf     STATUS,RP0
        bcf     STATUS,RP1      ;Cambia al banco de memoria 0

BUCLE   btfss   PORTA,0          ;Si se detecta fallo en la serie de hueco, se muestra por display
        goto    ERRORSH        ;Si no se detecta fallo, salta a comprobar la siguiente entrada

        btfsc   PORTA,1          ;Si se detecta fallo en la serie de cabina, se muestra por display
        goto    ERRORSC        ;Si no se detecta fallo, salta a comprobar la siguiente entrada

        btfsc   PORTA,2          ;Si se detecta sobrevelocidad, se muestra por display
        goto    ERRORSV        ;Si no se detecta, salta a comprobar la siguiente entrada

```

```

btfsc PORTA,3      ;Si se detecta fallo en la serie de térmicos, se muestra por display
goto    ERRORST    ;Si no se detecta, salta a comprobar la siguiente entrada

btfsc PORTA,4      ;Si se detecta fallo en el cuarto de máquinas, se muestra por display
goto    ERRORCM    ;Si no se detecta, salta a comprobar la siguiente entrada

btfsc PORTA,5      ;Si se detecta fallo en la serie de puertas exteriores, se muestra por display
goto    ERRORPE    ;Si no se detecta, salta a comprobar la siguiente entrada

btfsc PORTB,1      ;Si se detecta fallo en las puertas de cabina, se muestra por display
goto    ERRORPC    ;Si no se detecta, se considera que el ascensor no está generando errores

bsf     PORTB,0     ;Si la serie de seguridades se encuentra correcta, se activa la salida RB0
bcf     PORTB,2     ;y se desactiva la salida RB2

bcf     PORTB,7
bcf     PORTB,6
bcf     PORTB,5
movlw  b'01110111'
movwf  PORTC        ;Muestra el código de funcionamiento correcto

ERRORPC  bsf     PORTB,2     ;Si se produce fallo, se activa la salida RB2
        bcf     PORTB,0     ;y se desactiva la salida RB0

        bsf     PORTB,7
        bcf     PORTB,6
        bcf     PORTB,5
        movlw  b'01010011'
        movwf  PORTC        ;Activa el mensaje PC en el display
        goto   BUCLE        ;Vuelve a comprobar mas errores

ERRORPE  bsf     PORTB,2     ;Si se produce fallo, se activa la salida RB2
        bcf     PORTB,0     ;y se desactiva la salida RB0

        bsf     PORTB,7
        bcf     PORTB,6
        bcf     PORTB,5
        movlw  b'01011011'
        movwf  PORTC        ;Activa el mensaje PE en el display
        goto   BUCLE        ;Vuelve a comprobar mas errores

```

```

ERRORCM    bsf    PORTB,2    ;Si se produce fallo, se activa la salida RB2
           bcf    PORTB,0    ;y se desactiva la salida RB0

           bcf    PORTB,7
           bsf    PORTB,6
           bcf    PORTB,5
           movlw  b'00110111'
           movwf  PORTC      ;Activa el mensaje CM en el display

           goto  BUCLE      ;Vuelve a comprobar mas errores

ERRORST    bsf    PORTB,2    ;Si se produce fallo, se activa la salida RB2
           bcf    PORTB,0    ;y se desactiva la salida RB0

           bcf    PORTB,7
           bcf    PORTB,6
           bsf    PORTB,5
           movlw  b'00010011'
           movwf  PORTC      ;Activa el mensaje ST en el display
           goto  BUCLE      ;Vuelve a comprobar mas errores

ERRORSV    bsf    PORTB,2    ;Si se produce fallo, se activa la salida RB2
           bcf    PORTB,0    ;y se desactiva la salida RB0

           bcf    PORTB,7
           bcf    PORTB,6
           bsf    PORTB,5
           movlw  b'01110110'
           movwf  PORTC      ;Activa el mensaje SV en el display
           goto  BUCLE      ;Vuelve a comprobar mas errores

```

```

ERRORSC      bsf      PORTB,2      ;Si se produce fallo, se activa la salida RB2
              bcf      PORTB,0      ;y se desactiva la salida RB0

              bcf      PORTB,7
              bcf      PORTB,6
              bsf      PORTB,5
              movlw    b'01010011'
              movwf   PORTC          ;Activa el mensaje SC en el display
              goto    BUCLE          ;Vuelve a comprobar mas errores

ERRORSH      bsf      PORTB,2      ;Si se produce fallo, se activa la salida RB2
              bcf      PORTB,0      ;y se desactiva la salida RB0

              bcf      PORTB,7
              bcf      PORTB,6
              bsf      PORTB,5
              movlw    b'00111110'
              movwf   PORTC          ;Activa el mensaje SH en el display
              goto    BUCLE          ;Vuelve a comprobar mas errores

              END
    
```

Capítulo 3
PRESUPUESTO DE IMPLEMENTACION

Cant.	Modelo	Descripción	Precio Unt.	Sub Total
General				
1	MAS120804	Armario mural de puerta simple en chapa de acero 1200x800x400 IP66	ELDON	457.34
1	A medida	Fabricación de circuito impreso para el cuadro de conexiones en techo de cabina	CEBISA	785
Acometida general				
1	5SJ6 340-7	Interruptor magnetotérmico trifásico 40A 3 polos	SIEMENS	69.18
1	5SJ6 240-7	Interruptor magnetotérmico monofásico 40A 2 polos	SIEMENS	48.13
1	324840	Transformador monofásico multisalida 0-230-400V / 12-24V	CROVISA	116
1	323040	Transformador monofásico multisalida 0-230-400V / 115-230V	CROVISA	94
4	3NW8 3xx-x	Fusibles de protección en cartucho cilíndrico sin indicador	SIEMENS	4.07
1	DEM-230	Fuente de alimentación estabilizada 24VDC 6A	BYDEMES	97.66
1	DEM-232	Fuente de alimentación estabilizada 5VDC 3,5A	BYDEMES	98.87
1	5SJ6 540-6	Interruptor automático 40A 1 polo	SIEMENS	22
2	5TE6 803	Base de enchufe eléctrico 2 polos + tierra	SIEMENS	16.62

Cant.	Modelo	Descripción		Precio Unt.	Sub Total
Maniobra					
5	3RH1 17-1AF01	Contactor trifásico alimentado a 110VAC	SIEMENS	109.26	546.3
1	A medida	Fabricación de circuito impreso para relés y drivers de señales con diodos, condensadores y resistencias apropiadas según esquemas eléctricos	CEBISA	430	430
Subcircuito de freno					
1	A medida	Fabricación de circuito impreso para subcircuito de freno con diodos, condensadores y resistencias apropiadas según esquemas eléctricos	CEBISA	250	250
1	4062-9024	Relé para circuito impreso monoestable de 1 circuito a 24VDC	FINDER	7.5	7.5
1	95-63	Zócalo para relé Zinder para carril DIN	FINDER	3.2	3.2
1	3NW8 3xx-x	Fusibles de protección en cartucho cilíndrico sin indicador	SIEMENS	4.07	4.07

Cant.	Modelo	Descripción		Precio Unt.	Sub Total
Dispositivos de emergencia					
1	CONAC-376	Alimentador cargador de baterías 24VDC 2A	ROSSLARE	75.07	75.07
1	DEM-1	Batería 24VDC 2A	Q-POWER	22.14	22.14
3	L5R/V	Diodo LED 5mm verde y rojo		0.08	0.24
2	ZN24	Zumbador 24V		2.03	4.06
1	CROW-67	Comunicador-llamador telefónico	CROW	77.11	77.11
1	A401350	Altavoz de ferrita		6.5	6.5
1	CT120	Cápsula de micrófono dinámica		3.4	3.4
1	D-30	Control de iluminación de emergencia	NORMALUX	14.3	14.3
Operador de puertas					
1	A medida	Fabricación de circuito impreso para el operador de puertas con diodos, condensadores y resistencias apropiadas según esquemas eléctricos	CEBISA	250	250
1	5SJ6 240-6	Interruptor magnetotérmico monofásico 40A 2 polos	SIEMENS	48.13	48.13
1	4052-9024	Relé para circuito impreso monoestable de 2 circuitos a 24VDC	FINDER	8.1	8.1

Cant.	Modelo	Descripción		Precio Unt.	Sub Total
1	4062-9024	Relé para circuito impreso monoestable de 1 circuito a 24VDC	FINDER	7.5	7.5
2	95-63	Zócalo para relé Zinder para carril DIN	FINDER	3.2	6.4
Dispositivos de seguridad					
1	3NW8 3xx-x	Fusibles de protección en cartucho cilíndrico sin indicador	SIEMENS	4.07	4.07
2	7LQ2 002	Vigilador de temperatura con sonda KTY11-6 con 1 contacto conmutado	SIEMENS	130.92	130.92
1	PB10CNT15NO	Barrera fotoeléctrica con salida a transistor NA hasta 15m	CARLO GAVAZZI	77.5	77.5
9	3SE2	Contacto final de carrera normalmente abierto y normalmente cerrado	SIEMENS	49.2	4442.8
3	4SE62	Interruptor de paro de seguridad normalmente cerrado	SIEMENS	15.1	45.3
1	PSC2005	Dispositivo pesacargas	MICROLIFT	504	504

Cant.	Modelo	Descripción		Precio Unt.	Sub Total
Control					
1	S7-200 CPU226	Autómata industrial programable	SIEMENS	614.05	614.05
1	16F873A	Microcontrolador 28 pines	MICROCHIP	3.16	3.16
2	LC8041R11	Display digito simple numérico 7 segmentos de 0,8"	LEDITECH	1.2	2.4
6	FMP-A-9	Detector magnético con contacto NA	CARLO GAVAZZI	16.56	16.56
Posicionales					
2	A medida	Fabricación de circuito impreso para control de los posicionales con diodos, condensadores y resistencias apropiadas según esquemas eléctricos	CEBISA	110	220
2	CA3161E	BCD/7 segmentos decoder driver	HARRIS	0.4	0.8
Iluminación					
8		Luminarias incandescentes 60W	BTICINO	11.5	92
Herramientas					
1	PICKIT2 Debug Express	Programador en circuito para el microcontrolador 16F873A	MICROCHIP	64	64

Cant.	Modelo	Descripción	Precio Unt.	Sub Total
Cableado				
100		Manguera plana de 22 hilos para los cordones de maniobra (100m)	3.5	350
100		Manguera planta de 16 hilos el cordón de maniobra de cabina (100m)	2.7	270
200		Manguera de 2 hilos + tierra 6mm (200m)	1.5	300
200		Manguera de 8 hilos + tierra 6mm (200m)	2.2	440
50		Hilos de 0,75mm de diferentes colores para conexiones premontadas	0.85	42.5
TOTAL			USD \$7,435.50	

Estos SON precios FOX de referencia de catálogo de parnert más cerca MIAMI, no incluyen IVA.

CONCLUSIONES

En Nicaragua y en cualquier parte del mundo, el correcto diseño del sistema de control eléctrico de un sistema de elevador, indiscutiblemente, es de vital importancia y quien certifica su funcionalidad y, por ende, su seguridad en términos de operación. Entonces, la seguridad del sistema es un elemento clave en los ascensores, para maximizarla se emplean varios dispositivos específicos, tales como:

- *Enclavamiento electromecánico de las puertas*
- *Paracaídas de rotura o desequilibrio de cables de tracción*
- *Limitador de velocidad*
- *Finales de carrera*
- *Dispositivo de parada de emergencia*
- *Timbre de alarma*
- *Luz de emergencia*
- *Sistema de pesacargas*

Por ello en esta propuesta se realizó un caso de estudio del diseño de un sistema de control eléctrico para un sistema de elevador, lo que contribuye a mejorar el desempeño y la seguridad de sistemas de esta naturaleza.

Este proyecto, de igual forma, será de gran utilidad a quienes deseen incursionar en el diseño de sistemas similares, también, a los estudiantes de los últimos dos años de la carrera de eléctrica y electrónica o afines, porque podrán tener acceso a un material de referencia basado en un estudio real con todos los requerimientos técnicos ingenieriles que el mismo implica.

BIBLIOGRAFÍA

[1]. **Circuito para el control electromecánico de un ascensor de tres plantas.**
<http://www.uruguayeduca.edu.uy/Portal.Base/Web/VerContenido.aspx?ID=204293>

[2]. **CIRCUITO DE UN ASCENSOR**
<http://www.dielc.es/dielc/proyectos/ascensor.htm>

[3]. **Tablero de Control de Elevadores: Especificaciones Técnicas**
Fabricado exclusivamente para Repascen, C. A por Eliconsa. Caracas, Venezuela. Abril, 2006.

[4]. <http://www.siemens.com>

[5]. <http://www.diotronic.com>

[6]. <http://www.bydemes.com>