



INSTITUTO TECNOLÓGICO DE TUXTLA GUTIÉRREZ

REPORTE FINAL DE ACTIVIDADES CORRESPONDIENTES A LA RESIDENCIA PROFESIONAL

Carrera:

Ingeniería en Electrónica

Proyecto desarrollado:

**Modernización Del Sistema De Control Del
Riel De Las Figuras De Los Apóstoles**

Que presentan los Alumnos:

Cruz Ruiz Cecilia Guadalupe

Jiménez Escobar Amín

Salcedo Corzo Ricardo Arturo

Asesor de Residencia:

Ing. José Ángel Zepeda Hernández

Periodo comprendido:

Agosto-Diciembre 2010

Tuxtla Gutiérrez, Chiapas.
Enero de 2011.

ÍNDICE

CAPÍTULO I	PLANTEAMIENTO DEL PROYECTO	
1.1	Introducción	3
1.2	Estado del arte	4
1.3	Justificación	6
1.4	Objetivos	7
	1.4.1 General	7
	1.4.2 Específicos	8
1.5	Caracterización del área	8
1.6	Alcances y limitaciones	11
CAPÍTULO II	FUNDAMENTO TEÓRICO	
2.1	El PLC	12
	2.1.1 Definición	12
	2.1.2 Historia	14
	2.1.3 Ventajas de un PLC sobre la lógica a relés	17
	2.1.4 Estructura	17
	2.1.4.1 Interfaces de entrada y salida	18
	2.1.4.2 Unidad Central de Procesamiento	21
	2.1.4.3 Módulo de memorias	22
	2.1.4.4 Fuente	22
	2.1.4.5 Unidad de programación	22
	2.1.5 Modo de funcionamiento	23
	2.1.6 Lenguajes de programación	25
	2.1.7 Principales fabricantes	30
2.2	El varistor	32
2.3	Descripción del sistema a modernizar	33

CAPÍTULO III DESARROLLO DEL PROYECTO

3.1	Análisis del sistema a retirar	35
3.2	Diseño de la nueva propuesta	35
3.3	Retiro del sistema actual	36
3.4	Verificación y mantenimiento de los componentes retirados	37
3.5	Búsqueda y adquisición de material y equipo a utilizar	37
3.6	Programación del PLC	40
3.7	Barra de conexiones	52
3.8	Diagrama de conexión	54
3.9	Diagramas de cableado	55

COMENTARIOS Y CONCLUSIONES 63**REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS 65****ANEXOS**

A.1	Esquemas y funcionamiento del sistema previo a la modernización	66
A.2	Datos técnicos de componentes utilizados	77
A.3	Cronograma de actividades	92

CAPÍTULO I

PLANTEAMIENTO DEL PROYECTO

1.1 INTRODUCCIÓN

El presente reporte contiene un informe detallado correspondiente al proyecto desarrollado en la Catedral Metropolitana de San Marcos, ubicada en la ciudad de Tuxtla Gutiérrez, Chiapas, el cuál consistió en la MODERNIZACIÓN DEL SISTEMA DE CONTROL DEL RIEL DE LAS FIGURAS DE LOS APOSTOLES.

Primeramente se mencionan las razones por las cuáles se llevó a cabo esta actividad, contemplando también los alcances y limitaciones que se tuvieron para el desarrollo del proyecto. Posteriormente, se proporciona el fundamento teórico que describe y explica el funcionamiento de los principales elementos que se utilizaron, así como también se describe el modo de operación del subsistema del riel. A continuación se presentan las actividades realizadas y los resultados obtenidos como consecuencia de la modernización que se efectuó. Finalmente, se ilustra la manera en la que se encontraba estructurado el sistema, previamente a la modernización.

Cabe señalar que esta actividad fue realizada como proyecto de residencia profesional, la cual es contemplada en el plan de estudios IELC-2004-292 de la Carrera de Ingeniería Electrónica del Instituto Tecnológico de Tuxtla Gutiérrez.

En las siguientes páginas se proporciona toda la información técnica que fundamentan todas las actividades realizadas.

1.2 ESTADO DEL ARTE

Historia de la Catedral de San Marcos

El edificio debió haber sido fundado en la segunda mitad del siglo XVI, como una visita del convento dominico de Chiapas. Ha sufrido transformaciones a lo largo de los siglos. El ábside es lo único que conserva de la época colonial. Los muros de la nave, originalmente de adobe, se sustituyeron por otros de mampostería y el techo de artesonado y teja fue cambiado por una bóveda de cañón en 1916. La fachada original con dos pequeños campanarios y un remate central fue modificada casi por completo en 1913 cuando se le añadieron dos torres que ya no existen. Las más recientes alteraciones (1982) realizadas por el Arquitecto Ignacio Díaz Morales, Premio Nacional de Arte 1899, le dio su aspecto actual. Fue elevada al rango catedralicio en 1965. La fachada actual y la torre nos remite de alguna manera la arquitectura colonial chiapaneca: el remate escalonado de la fachada recuerda al de la iglesia de la Asunción de Soyatitlán y la ábside de la catedral, mientras que la torre es una pariente anacrónica de las de Copainalá y Tecpatán. La portada está compuesta por una puerta flanqueada por columnas que sostienen un entablamiento y dos ventanas en el segundo cuerpo y arriba de ellos un león alado, símbolo de San Marcos, sobre una peana, todo dentro de una gran hornacina.

La gran torre alberga un carrillón de fabricación alemana con 48 campanas que al cabo de cada hora tocan una canción para acompañar las figuras de los 12 apóstoles que desfilan sobre una peana. El interior es una planta de cruz latina de una sola nave con capillas laterales poco profundas, coro al pie de la nave y

presbiterio. El crucero está cubierto por una bóveda semiesférica mientras que las bóvedas de los brazos simulan ser nervadura. El interior conserva en la decoración algunos motivos de inspiración neoclásica que datan de principio de siglo. El retablo mayor es de reciente factura.

El reloj, como elemento crucial en el acontecer ciudadano, ha tenido en Tuxtla Gutiérrez, al igual que en otras muchas poblaciones, importancia desde mucho tiempo atrás. Su carácter oficial y su dependencia del municipio, lo hacen adquirir un carácter regulador de la vida cotidiana. Su aparición en la década de los 80s, su ubicación y permanencia en la torre de la Catedral de San Marcos ha sido de gran importancia en la ciudad, principalmente por los beneficios socioeconómicos que por mayor afluencia turística ha acarreado. Sus vivencias, sus desventuras desde que fue montado ahí, son partes de su propia historia.

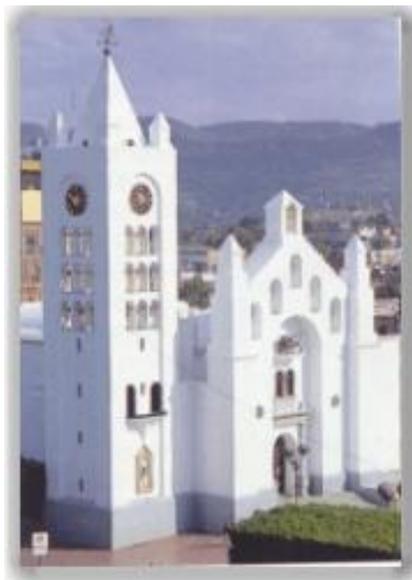


Fig. 1.1 Catedral de San Marcos, Tuxtla Gutiérrez.

1.3 JUSTIFICACIÓN

La catedral de San Marcos, además de ser un importante Centro Religioso, es una de las principales atracciones turísticas en Tuxtla Gutiérrez; esto debido principalmente al diseño de su torre construida en 1982, la cual alberga a todo un sistema electromecánico; constituido por un reloj, un carillón, y un sistema de rieles encargado del desfile de las figuras de los Apóstoles, todos de fabricación alemana. Considerado este sistema como el más grande de su tipo en el país.

El subsistema de control encargado del desfile de la figuras de los Apóstoles que operaba previamente a la modificación que se describe en el presente informe, estaba basado en una estructura totalmente artesanal y mecánica, constituida de engranes y un motor de CA, por lo que sus piezas constantemente se desgastaban, provocando de esta forma un funcionamiento erróneo en la secuencia de operación, razón por la cual el sistema requería de mantenimiento frecuente. Por tales motivos, era necesario realizar una modernización.

A partir del estudio de las características y del funcionamiento del sistema de control, se realizó la propuesta de modernización, la cuál consistió en la instalación de un PLC (Programmable Logic Controller por sus siglas en inglés) como elemento principal de control, en sustitución del sistema mecánico. Un PLC tiene un alto desempeño y, al ser un elemento electrónico, elimina las averías causadas por el desgaste mecánico, además, tiene un alto grado de flexibilidad y requiere de pocos elementos auxiliares para manejar los actuadores, por lo que el sistema en su conjunto, requerirá un mantenimiento mínimo.

Los controladores lógicos programables son dispositivos electrónicos muy usados en automatización industrial. A continuación enumeramos algunas de sus características:

- ✓ *Flexibilidad:* Posibilidad de reemplazar la lógica cableada de un tablero o de un circuito impreso de un sistema electrónico, mediante un programa que corre en un PLC.
- ✓ *Tiempo:* Ahorro de tiempo de trabajo en las conexiones a realizar, en la puesta en marcha y en el ajuste del sistema.
- ✓ *Cambios:* Facilidad para realizar cambios durante la operación del sistema.
- ✓ *Confiabilidad*
- ✓ *Espacio*
- ✓ *Modularidad*
- ✓ *Estandarización*

1.4 OBJETIVOS

1.4.1 General

- ✚ Rediseñar e Instalar un sistema electrónico para controlar la secuencia de operación del Riel de las Figuras de los Apóstoles.

1.4.2 Específicos

- ✚ Determinar claramente la secuencia de operación del sistema, para hacer la propuesta de modernización.
- ✚ Instalar y adaptar el nuevo sistema en sustitución del sistema electromecánico.
- ✚ Realizar un manual de Operación y mantenimiento del sistema del Riel.

1.5 CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA

El sistema electromecánico que se encuentra en la Torre de la Catedral, consta de 5 subsistemas, que funcionan estrechamente relacionados ya que el mal funcionamiento de cualquiera de estos afecta en la operación de todo el sistema.

Los subsistemas con los que se cuenta, son los siguientes:

- Alimentación eléctrica.
- Subsistema de control del reloj (Euroclock)
- Carrillón (48 campanas)
- Riel de los apóstoles.
- Subsistema mecánico del control de reloj de carátula.

Para el presente proyecto, se profundizará en el subsistema de rieles, debido a que es el subsistema que se modificará.

El área principal de trabajo se muestra en la Fig. 1.2



Figura 1.2 Área de trabajo

En la cual se encuentran:

a) La caja de control



Fig. 1.3 Vista frontal de la caja de control



Fig. 1.4 Vista interior de la caja de control (previo a la modernización)

b) 3 Motores trifásicos



Fig. 1.5 Motor trifásico

Como se mencionó anteriormente, la modernización será aplicable al subsistema de control del riel, el cuál estará constituido de dispositivos eléctricos y electrónicos, por lo que para la realización del presente proyecto, se necesitan conocimientos en las siguientes disciplinas:

- Análisis de Circuitos eléctricos
- Electrónica
- Control
- Sistemas Digitales
- PLC's

En cuanto a los actuadores y equipos de fuerza:

- Electrónica de Potencia

Como se observa, la realización del presente proyecto involucra varias disciplinas, todas pertenecientes al área de electrónica.

1.6 ALCANCES Y LIMITACIONES

Los alcances que tenemos para este proyecto son:

- Adquisición e Instalación del PLC
- Re cableado del sistema
- Mantenimiento a actuadores (Motores)
- Mantenimiento de sensores
- Mantenimiento a la estructura de las puertas
- Habilitación de la iluminación mediante lámparas
- Elaboración de un manual de operación

En cuanto a las limitaciones, es importante mencionar que existen limitaciones de tipo presupuestal, debido a que se cuenta con un financiamiento mínimo para la realización del proyecto, razón por la cual será necesaria la reutilización de algunos elementos que se encuentren en buenas condiciones.

CAPÍTULO II

FUNDAMENTO TEÓRICO

2.1 EL PLC

2.1.1 Definición

Un PLC (Controlador Lógico Programable) es un dispositivo electrónico de estado sólido que puede controlar un proceso o una máquina y que tiene la capacidad de ser programado o reprogramado rápidamente según la demanda de la aplicación. Fue inventado para remplazar los circuitos secuenciales basados en relés que eran necesarios para el control de las máquinas. El PLC funciona monitoreando sus entradas, y dependiendo de su estado, activando y desactivando sus salidas. El usuario introduce al PLC un programa, usualmente vía Software, lo que ocasiona que el PLC se comporte de la manera deseada.



Figura 2.1 Aspecto físico de un PLC

Los PLCs son usados en muchas aplicaciones: Maquinado de piezas, Embaladoras, Manipulación de materiales, ensamblado automático, y en general

cualquier tipo de aplicación que requiera de controles eléctricos puede usar más bien un PLC.

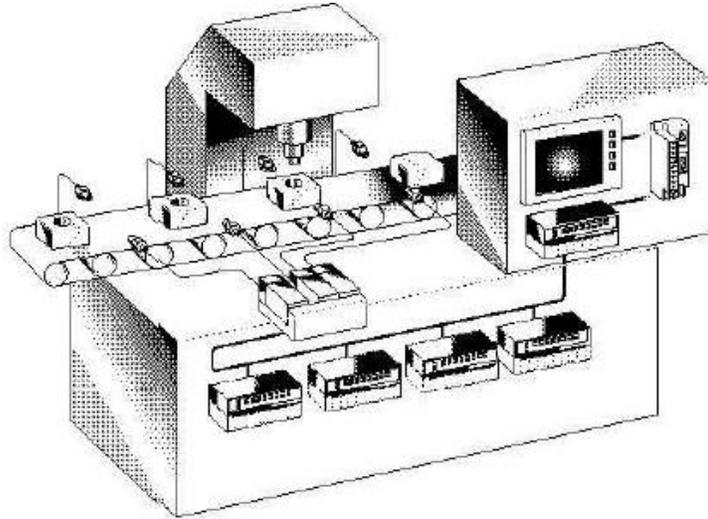


Fig. 2.2 Aplicación típica de un PLC

Por ejemplo asúmase que cuando un switch se activa, deseamos también activar una válvula solenoide por un período de 5 segundos y luego apagarla sin importar el tiempo que el switch estuvo activado. Esto se puede hacer con un simple temporizador externo; pero, ¿Qué tal si el proceso incluye 10 switch y 10 solenoides?. También, ¿Qué si en el proceso es necesario contar cuantas veces cada switch se activo? Obviamente se necesitarían una gran cantidad de contadores externos.

Como se ve, mientras más grande el proceso, mayor es la necesidad de un PLC, y por ejemplo en el caso descrito bastaría con simplemente programar el PLC para que cuente sus entradas y mantenga activadas sus salidas por un cierto período de tiempo.

2.1.2 Historia

Los PLCs fueron introducidos por primera vez a finales de 1960. La razón principal para introducir tal dispositivo fue la de eliminar el gran costo que representaba reemplazar los sistemas de control basados en lógica de relés. En 1968, una empresa consultora llamada Bedford Associates (Bedford, MA) diseñó para la General Motors un dispositivo de control que llamaron Controlador Digital Modular (Modular Digital Controller, MODICON) 084. Otras compañías al mismo tiempo propusieron esquemas de control basados en computadoras, uno de los cuales se basó en el PDP-8. El MODICON 084 representó el primer PLC en el mundo dentro de la producción comercial.

La razón principal que impulsó este nuevo tipo de control fue que cuando cambiaba los requerimientos de producción, también lo hacía el sistema de control, y esto se tornaba costoso sobre todo cuando los cambios eran frecuentes. También, como los relés son elementos mecánicos, ellos tienen un período de vida limitado y además requieren de un estricto programa de mantenimiento. Igualmente, la resolución de problemas en la lógica de control era muy tediosa sobre todo cuando estaban involucrados gran cantidad de relés; y los paneles de control de las máquinas incluían cada vez más funciones que si se utilizaba lógica a relés, estos incluirían cientos de ellos, lo que ocasiona el problema inicial del difícil cableado de los paneles.

Estos nuevos controladores también tenían que ser fáciles de programar por los ingenieros de planta y de mantenimiento. El tiempo de vida tenía que ser largo y los cambios en la programación de las funciones debían ser fácilmente realizables. También, los nuevos controladores debían poseer cualidades para resistir a los severos ambientes industriales. La respuesta a este lote de planteamientos era usar técnicas de programación que ya le fueran familiares a los técnicos de plantas (diagramas de contacto: LADDER) y a la par reemplazar los relés electromecánicos por unos que fueran de estado sólido.

A mediados de los 70 la tecnología dominante en los PLCs eran las máquinas secuenciadoras de estados y los bit-Slice based CPU. El AMD 2901 y 2903 eran bastante populares en los PLCs de Allen Bradley y en los de MODICON. Los microprocesadores convencionales carecían de la potencia para satisfacer los requerimientos de lógica en todo los PLCs excepto en los más pequeños. Según como los microprocesadores convencionales evolucionaron, en esa misma medida se construyeron PLCs cada vez más grandes y potentes.

Las posibilidades de comunicación comienzan a aparecer aproximadamente en 1973. El primero de tales sistemas fue el ModBus de MODICON. Los PLCs pueden a partir de aquí comunicarse con otros PLCs distantes e intercambiar con ellos datos de las máquinas controladas. Igualmente se pueden usar para enviar y recibir voltajes variables lo que les permite entrar al mundo analógico. Desdichadamente, la carencia de estandarización acoplada con los continuos cambios tecnológicos hizo la comunicación entre los PLCs un mar negro de redes y protocolos incompatibles.

En los 80 se vio el intento por estandarizar las comunicaciones con el Protocolo de Automatización de la Manufactura de la General Motors (MAP). En este tiempo también se redujo el tamaño de los PLCs y se hicieron programables mediante la programación simbólica desde computadores personales PCs en vez de mantener los terminales de programación dedicados o programadores "handheld". Hoy, el PLC más pequeño en el mundo es del tamaño de un simple relé de control.

En los 90 se vio una gradual reducción en la introducción de nuevos protocolos, y en la modernización de las capas físicas de alguno de los más populares protocolos que sobrevivieron a la década de los 80. El último standard (IEC 1131-3) ha tratado de unificar los lenguajes de programación de los PLCs bajo un único standard internacional. Actualmente hay PLC que son programables en diagramas de Bloques de Funciones, Lista de instrucciones, "C++" y texto estructurado, Diagrama de Contactos(LADDER) y GRAFCET al mismo tiempo.

2.1.3 Ventajas de los PLC's sobre la lógica a relés

LOGICA CON PLCs	LÓGICA A RELES
❖ Flexibilidad de configuración y programación.	⊗ Costosos cambios de hardware
❖ Rápidos cambios de la lógica de control.	⊗ Mayor tiempo de cambios en la lógica de control
❖ Amplia variedad de funciones: Relés, Contadores, Temp., Secuenciadores, Registros, etc.	⊗ Pocas funciones: Relés, Contadores, Temporizadores
❖ Reducción de espacio	⊗ Mayor espacio relativo
❖ Montaje fácil y rápido	⊗ Montaje lento y tedioso
❖ Localización fácil y rápida de averías y fallas	⊗ Búsqueda lenta y más difícil de averías
❖ Alta confiabilidad. Elementos de estado sólido	⊗ Poca confiabilidad. Partes mecánicas
❖ Múltiples contactos NO, NC	⊗ Máximo de 4 a 6 contactos
❖ Consumo de energía reducido	⊗ Mayor consumo de energía
❖ Reducción del costo a medida que aumenta la complejidad del proceso	⊗ A partir de 15 o 20 relés, el costo comparativo supera el costo con PLCs

Tabla 2.1 Comparación entre Lógica PLC y Lógica Relé

2.1.4 Estructura De Un Controlador Lógico Programable

Los PLCs constan principalmente de un CPU, área de memoria, y circuitería apropiada de entrada /salida de datos. Se puede considerar al PLC como una caja llena de cientos o miles de Relés independientes, contadores, temporizadores y

locaciones para almacenamiento de datos. Estos contadores, temporizadores, etc.; ¿realmente existen?. No, Ellos no existen físicamente pero en vez de eso son simulados y se pueden considerar como contadores, temporizadores, etc. hechos a nivel de software. También los Relés internos son simulados mediante bits en registros del hardware del PLC.

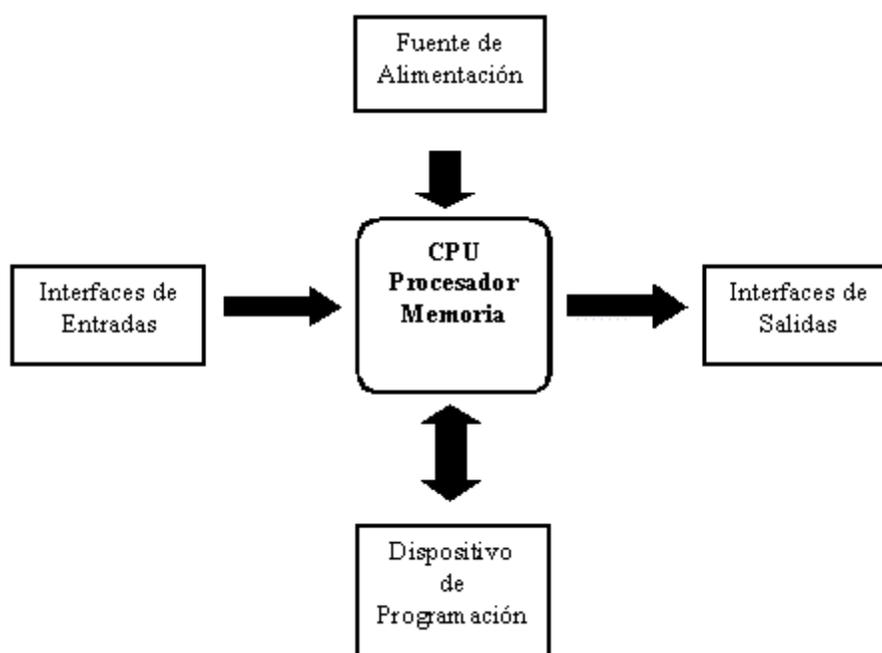


Figura 2.3 Estructura general de un PLC

2.1.4.1 Interfaces de Entradas y Salidas

Las interfaces establecen la comunicación entre la *unidad central* y el proceso, filtrando, adaptando y codificando de forma comprensible para dicha unidad las señales procedentes de los elementos de entrada, y decodificando y

amplificando las señales generadas durante la ejecución del programa antes de enviarlas a los elementos de salida.

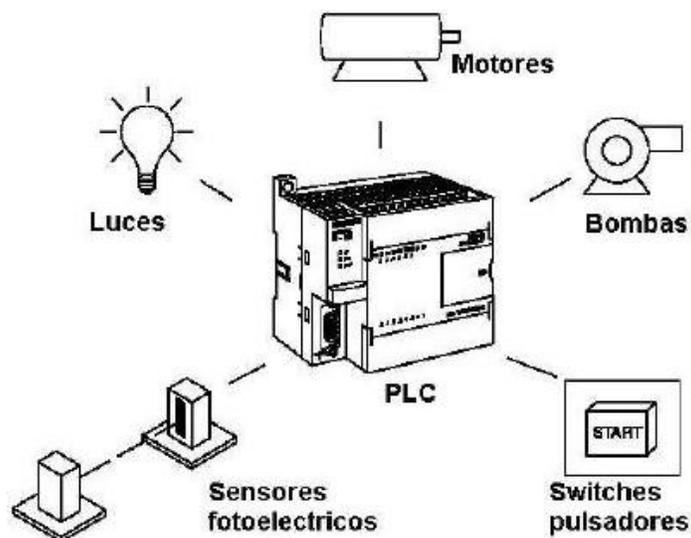


Figura 2.4 Sensores y Actuadores

En las interfaces de entrada pueden ser conectados:

- Sensores inductivos, capacitivos, ópticos, de fin de carrera
- Interruptores
- Termostatos
- Pulsadores
- Llaves
- Detectores de proximidad
- Detectores de nivel
- Contactos auxiliares

En los módulos de salida pueden ser conectados:

- Contactores
- Electroválvulas
- Variadores de velocidad
- Alarmas
- Motores
- Pilotos

Las entradas y salidas (E/S) de un PLC son digitales, analógicas o especiales. Las E/S digitales se identifican por presentar dos estados diferentes: ON u OFF, presencia o ausencia de tensión, contacto abierto o cerrado, etc. Los niveles de tensión de las entradas más comunes son 5 VDC, 24 VDC, 48 VDC, 110 VAC y 220 VAC. Los dispositivos de salida más frecuentes son los relés.

Las E/S análogas se encargan de convertir una magnitud analógica (tensión o corriente) equivalente a una magnitud física (temperatura, flujo, presión, etc.) en una expresión binaria. Esto se realiza mediante convertidores analógico-digitales (ADC's). Por último, las E/S especiales se utilizan en procesos en los que con las anteriores E/S vistas son poco efectivas, bien porque es necesario un gran número de elementos adicionales, bien porque el programa necesita de muchas instrucciones o por protocolos especiales de comunicación que se necesitan para poder obtener el dato requerido por el PLC (HART, Salidas de trenes de impulso, motores paso a paso).

2.1.4.2 Unidad central de procesamiento (CPU)

Constituye el "cerebro" del sistema y toma decisiones en base a la aplicación programada.

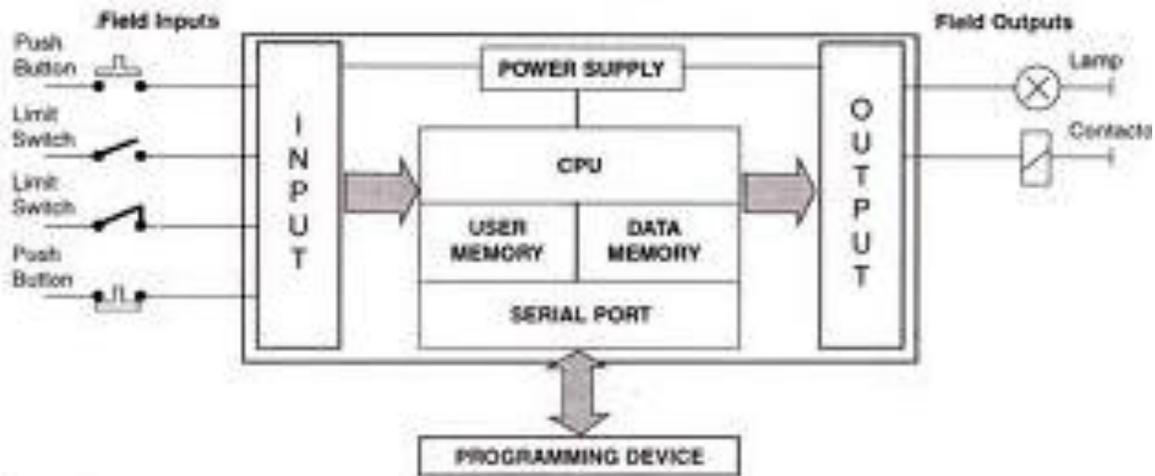


Figura 2.5 Componentes del CPU

La unidad central está diseñada a base de microprocesadores y memorias; contiene una unidad de control, la memoria interna del programador RAM, temporizadores, contadores, memorias internas tipo relé, imágenes del proceso entradas/salidas, etc. Su misión es leer los estados de las señales de las entradas, ejecutar el programa de control y gobernar las salidas, el procesamiento es permanente y a gran velocidad.

2.1.4.3 Módulos De Memorias

Son dispositivos destinados a guardar información de manera provisional o permanente.

Se cuenta con dos tipos de memorias,

- ❖ Volátiles (RAM)
- ❖ No volátiles (ROM, EPROM y EEPROM)

La memoria RAM está conformada por la memoria de datos, en la que se almacena la información de las entradas y salidas y de variables internas y por la memoria de usuario, en la que se almacena el programa que maneja la lógica del PLC.

La memoria ROM almacena programas para el buen funcionamiento del sistema.

2.1.4.4 Fuente De Alimentación

La función de la fuente de alimentación en un controlador, es suministrar la energía a la CPU y demás tarjetas según la configuración del PLC.

2.1.4.5 Unidad De Programación

Las terminales de programación, son el medio de comunicación entre el hombre y la máquina; estos aparatos están constituidos por teclados y dispositivos de visualización

Al programar un PLC se necesita una interfaz entre el operador y el PLC para introducir en la memoria de usuario el programa con las instrucciones que definen las secuencias de control. Normalmente esta interfaz se lleva a cabo a través de software instalados en Computadores personales (PC). Dependiendo del tipo de PLC el equipo de programación produce unos códigos de instrucción directamente ejecutables por el procesador o bien un código intermedio, que es interpretado por un programa residente en el procesador (firmware).

Las funciones que estos equipos o software de programación son la edición y modificación del programa, detección de errores, archivamiento de programas (discos duros) y monitoreo en línea de variables. La conexión del PC al PLC comúnmente se realiza mediante una conexión en serie (generalmente la RS-232C o la RS-422). Hoy en día existen distintos puertos disponibles según la marca del PLC.

2.1.5 Modo De Funcionamiento

Los Controladores Lógicos Programables son maquinas 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 PLC reacciona según el programa hasta obtener las órdenes de salida necesarias.

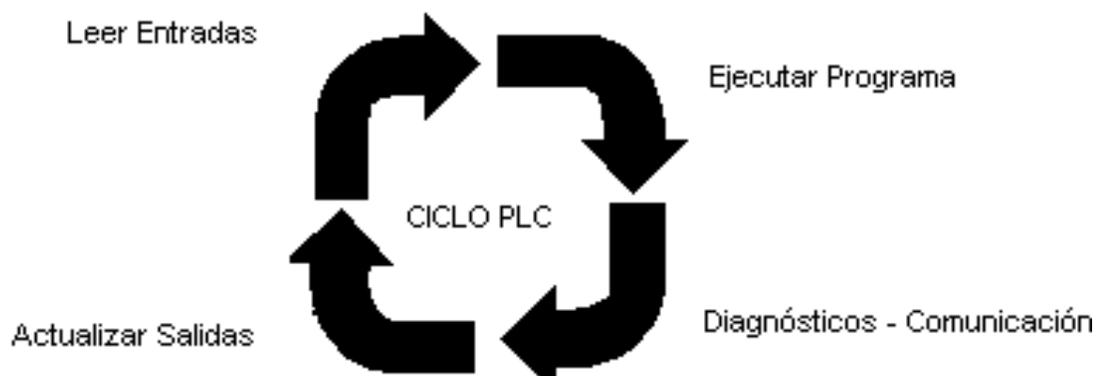


Figura 2.6 Ciclo de funcionamiento de un PLC

Esta secuencia se ejecuta continuamente para conseguir el control actualizado del proceso. La secuencia básica de operación del PLC se puede dividir en tres fases principales:

1. Lectura de señales desde la interfaz de entradas.
2. Procesado del programa para obtención de las señales de control.
3. 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.

2.1.6 Lenguajes De Programación

Varios son los lenguajes o sistemas de programación posibles en los Automatas Programables, aunque su utilización no se puede dar en todos los Automatas; por esto cada fabricante indica en las características generales de su equipo el lenguaje o los lenguajes con los que puede operar.

En general, se podría decir que los lenguajes de programación más usuales son aquellos que transfieren directamente el esquema de contactos y las ecuaciones lógicas, pero éstos no son los únicos.

El estándar IEC 1131-3 define 5 lenguajes de programación que pueden ser usados para definir los procedimientos de control y automatización

Nemónicos o listas de instrucciones (AWL)

Es un lenguaje de bajo nivel basado en operaciones Booleanas y cuyas apariencias es similar al código del lenguaje ensamblador.

A continuación figura una relación de nemónico, con indicación de lo que representan:

LD	Operación inicio contacto abierto.
LD NOT	Operación inicio contacto cerrado.

AND (Y)	Contacto serie abierto.
OR (O)	Contacto paralelo abierto.
AND NOT	Contacto serie cerrado.
OR NOT	Contacto paralelo cerrado.
OUT	Bobina de relé de salida.
MEM	Relé interno o Marca
TMR	Temporizador.
CNT	Contador.

ETIQUETA	INSTRUCCIÓN	OPERANDO
00001	LD	00001
00002	LDN	00002
00003	AND	
00004	LD	00003
00005	LD	00004
00006	AND	
00007	OR	
00008	ST	001 07
00009	END	

Tabla 2.2 Ejemplo de programación en lista de Instrucciones

Diagrama de contactos (Ladder diagram), plano de contactos, esquema de contactos (KOP)

Es un lenguaje de programación gráfica que conserva la estructura de los diagramas eléctricos de control. Su principal ventaja es que los símbolos básicos están normalizados según el estándar IEC y son empleados por todos los fabricantes.

Los símbolos básicos son:

- ✓ Contacto normalmente abierto
- ✓ Contacto normalmente cerrado
- ✓ Asignación de salida

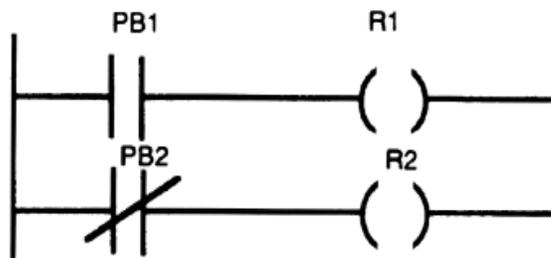


Figura 2.7 Diagrama básico escalera

En estos diagramas la línea vertical a la izquierda representa un conductor con tensión, y la línea vertical a la derecha representa tierra.

Se debe recordar que mientras que en el diagrama eléctrico todas las acciones ocurren simultáneamente, en el programa se realizan en forma secuencial, siguiendo el orden en el que los "escalones" fueron escritos, y que a diferencia de los relés y contactos reales (cuyo número está determinado por la implementación física de estos elementos), en el PLC se puede considerar que existen infinitos contactos auxiliares para cada entrada, salida, relé auxiliar o interno, etc.

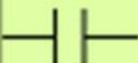
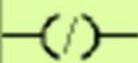
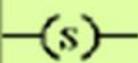
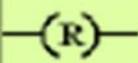
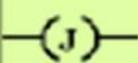
Elementos básicos en LADDER		
Símbolo	Nombre	Descripción
	Contacto NA	Se activa cuando hay un uno lógico en el elemento que representa, esto es, una entrada (para captar información del proceso a controlar), una variable interna o un bit de sistema.
	Contacto NC	Su función es similar al contacto NA anterior, pero en este caso se activa cuando hay un cero lógico, cosa que deberá de tenerse muy en cuenta a la hora de su utilización.
	Bobina NA	Se activa cuando la combinación que hay a su entrada (izquierda) da un uno lógico. Su activación equivale a decir que tiene un uno lógico. Suele representar elementos de salida, aunque a veces puede hacer el papel de variable interna.
	Bobina NC	Se activa cuando la combinación que hay a su entrada (izquierda) da un cero lógico. Su activación equivale a decir que tiene un cero lógico. Su comportamiento es complementario al de la bobina NA.
	Bobina SET	Una vez activa (puesta a 1) no se puede desactivar (puesta a 0) si no es por su correspondiente bobina en RESET. Sirve para memorizar bits y usada junto con la bobina RESET dan una enorme potencia en la programación.
	Bobina SET	Permite desactivar una bobina SET previamente activada.
	Bobina JUMP	Permite saltarse instrucciones del programa e ir directamente a la etiqueta que se desee. Sirve para realizar subprogramas.

Tabla 2.3 Elementos básicos en LADDER

Gráficos secuenciales (GRAFCET)

Este lenguaje divide el ciclo de proceso en un cierto número de pasos bien definidos, y en transiciones que los separan. Este lenguaje es el núcleo del estándar IEC 1131-3. Los otros lenguajes se usan para describir las acciones realizadas en cada uno de los pasos, y para describir las condiciones lógicas para pasar de una etapa a otra (Transiciones).

Diagrama de bloques funcionales

Es un lenguaje gráfico que permite al usuario construir procedimientos complejos mediante la unión de bloques funcionales prediseñados.

Texto estructurado

Este es un lenguaje estructurado de alto nivel parecido al PASCAL, pero más intuitivo para el ingeniero de control. Este lenguaje es usado principalmente para implementar procedimientos complejos que no pueden ser expresados mediante lenguajes gráficos.

Equivalencias entre los distintos lenguajes.

Norma Función	Nemónicos	Boole	DIN-40713-6 (relés)	NEMA (contactos)	Símbolos lógicos	Operadores lógicos UNE-20-004-75 (XVI)
Y (Serie)	AND	•				
O (Paralelo)	OR	+				
Complementaria	NOT	\bar{a}				
Exclusiva	XOR	\oplus				

Tabla 2.4 Equivalencia entre los distintos lenguajes de Programación

2.1.7 Listado de principales fabricantes.

A continuación se muestra un listado de los principales fabricantes y vendedores de sistemas para control, automatismos y PLCs.

- Allen-Bradley : <http://www.ab.com/>
- ALSTOM/Cegelec
- Beck Electronic/Festo
- Control Microsystems
- Crouzet Automatismes
- Control Technology Corporation

- Cutler Hammer/IDT : <http://www.ch.cutler-hammer.com/>
- Fuji Electric
- GE-Fanuc : <http://www.gefanuc.com/>
- Gould/Modicon : <http://www.modicon.com/>
- Grayhill
- Groupe Schneider
- Hima
- Hitachi : <http://www.lighthouseplcs.com/>
- Honeywell : <http://www.iac.honeywell.com/>
- IDT/Cutler Hammer : <http://www.ch.cutler-hammer.com/>
- Koyo/AutomationDirect/PLC Direct : <http://www.automationdirect.com/>
- LG Industrial Systems
- Mitsubishi : <http://www.meau.com/>
- Moeller <http://www.klocknermoeller.com/home.htm>
- Motorola
- Omron : <http://oeiweb.omron.com/>
- Samsung
- Schleicher : <http://www.schleicher-de.com/>
- Schneider Automation : <http://www.schneiderautomation.com/>
- Sharp
- Siemens
- Sigmatek
- Sixnet
- SoftPLC/Tele-Denken : <http://www.softplc.com/>
- Toshiba : <http://www.tic.toshiba.com/plc/>

2.2 VARISTOR

Un varistor (*variable resistor*) es un componente electrónico cuya resistencia óhmica disminuye cuando la tensión eléctrica que se le aplica aumenta; tienen un tiempo de respuesta rápido y son utilizados como limitadores de picos voltaje. Fabricados básicamente con óxido de zinc y dependiendo del fabricante se le añaden otros materiales para agregarle las características no lineales deseables. El material se comprime para formar discos de diferente tamaño y se le agrega un contacto metálico a cada lado para su conexión eléctrica. Se utiliza para proteger los componentes más sensibles de los circuitos contra variaciones bruscas de voltaje o picos de corriente que pueden ser originados, entre otros, por relámpagos conmutaciones y ruido eléctrico.

Características principales del varistor:

1. Tiempo de respuesta está en el orden de los 5 a 25 nanosegundos.
2. El voltaje de actuación es de 14V a 550V.
3. Tiene buena disipación de energía indeseable.
4. La confiabilidad es limitada ya que se degrada con el uso.
5. El costo del dispositivo es bajo comparado con otros (como los diodos supresores de avalancha de silicio).

Se coloca en paralelo al circuito a proteger y absorbe todos los picos mayores a su tensión nominal. El varistor sólo suprime picos transitorios; si lo sometemos a una tensión elevada constante, se quema. Esto sucede, por ejemplo, cuando sometemos un varistor de 110V ac a 220V AC, o al colocar el selector de tensión de

una fuente de alimentación de un PC en posición incorrecta. Es aconsejable colocar el varistor después de un fusible.

El varistor esta construido a base de materiales semiconductores al igual que como el tiristor. Por lo tanto, al aplicar un potencial en sus extremos de pequeñas magnitudes ofrece resistencia muy elevada, en tanto que si su potencial aplicado es muy elevado, su resistencia disminuye permitiendo el paso de la corriente.



Fig. 2.8 Ejemplo de varistor

2.3 DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA A MODERNIZAR

El subsistema del Riel es el encargado de activar y desactivar las puertas y el riel por donde circulan las figuras talladas en madera de los 12 apóstoles; en la parte intermedia del templo.



Fig. 2.9 Figuras talladas en madera que desfilan por el riel

Este subsistema es activado por la señal 6 proveniente del Euroclock, que activa directamente al selector electro-mecánico encargado de sincronizar la operación del desfile de los apóstoles.

CAPÍTULO III

DESARROLLO DEL PROYECTO

3.1 ANÁLISIS DEL SISTEMA

Como primera actividad, se realizó un análisis minucioso y completo del sistema que se encontraba en operación, con el propósito de conocer la manera en la que funciona, así como también conocer su secuencia de operación; a partir de ello se elaboraron diagramas eléctricos y electrónicos¹ que permitieron ver claramente la forma en la que se encontraban conectadas cada una de sus partes.

3.2 DISEÑO DE LA NUEVA PROPUESTA

Como resultado del análisis realizado, se obtuvo que las señales a interactuar en el nuevo sistema son:

➤ 7 señales de entrada:

1. Arranque/Paro del sistema(110 V)
2. Señal de activación proveniente del Euroclock(220 V)
3. Sensor de puerta norte cerrada(110 V)
4. Sensor de puerta norte abierta(110 v)
5. Sensor de puerta ser cerrada(110 v)
6. Sensor de puerta sur abierta(110 v)
7. Sensor de fin de carrera (riel) (110 v)

¹ Para consultar estos diagramas ir a la sección de anexos

- 5 señales de Salida
 1. Control de motor de puerta sur (110 v)
 2. Control de motor del riel (110 v)
 3. Control de motor de puerta norte (110 v)
 4. Control de luces (110 v)
 5. Señal de retorno (Sostenimiento de música) (220 V)

Como propuesta de modernización del sistema se propuso la instalación de un PLC (Controlador lógico programable). Como su mismo nombre lo indica, se ha diseñado para programar y controlar procesos secuenciales en tiempo real.

3.3 RETIRO DEL SISTEMA ACTUAL

Una vez analizado el sistema y teniendo la propuesta de modernización, se procedió al retiro de:

- ⊕ Cableado general del sistema
- ⊕ Interruptores de control
- ⊕ Fusibles del tablero

3.4 VERIFICACIÓN Y MANTENIMIENTO DE LOS COMPONENTES RETIRADOS

Después de haber retirado los componentes del sistema se valoró el estado de cada uno de ellos, esto con el objetivo de reutilizar aquellos que se encontraban en buenas condiciones, a partir de ello se decidió reutilizar los sensores, motores e interruptores térmicos, todo lo demás, incluyendo el cableado, se sustituyó.

Cabe mencionar que dichos componentes, requirieron de mantenimiento, y lubricación, debido al tiempo que han estado en uso, así también se realizó un reajuste a la estructura de las puertas, debido a que no cerraban completamente.

3.5 BÚSQUEDA Y ADQUISICION DEL MATERIAL Y EQUIPO A UTILIZAR

Como principal elemento tenemos al PLC, el cual es el cerebro del nuevo sistema, es decir, es en sí el elemento de control.

Anteriormente se determinó el total de entradas y salidas que interactuarían, teniendo así un total de:

- ❖ 7 señales de entrada y 5 señales de Salida, ambas de corriente alterna.

De acuerdo a esto, se requirió un PLC con las siguientes características:



Fig. 3.1 Aspecto del PLC utilizado

Marca:	Moeller
Modelo:	EASY719-AC-RC
Voltaje:	100 - 240 V
Entradas digitales:	12
Salidas digitales:	6 a Relé
Corriente que soporta en la salida:	8 Amperes.
Dimensiones:	4x3.5x2.3 in.

Además de requerir un PLC, también se utilizaron relevadores, interruptores termo magnéticos, varis torés, motores, contactos normalmente abierto (sensores para puertas), contactos normalmente cerrados (sensor para el riel) y bobinas.

Las características² y cantidad de dichos elementos se mencionan a continuación:

² Para mayor detalle consultar las especificaciones de estos componentes en la sección de anexos

Cantidad	Descripción
1	Interruptor Termomagnético marca Weg, modelo MDW C16, 230/400 V CA
1	Interruptor termomagnético marca Weg, modelo MDW C2, 230 V CA
3	Interruptor termomagnético marca Weg, modelo MBW C6, 230 V CA
6	Bases para relevadores, marca Finder
5	Relevadores marca Finder Alimentación de la Bobina: 110 V CA, 50/60 Hz Contactos: 250 V CA, 12 A
1	Relevador Marca Schrack Alimentación de la bobina: 230 V CA, 50/60 Hz Contactos: 250 V CA, 6 A
3	Contactores tripolares marca Weg, modelo CWM9 10E
4	Varistores NTE 1V150 LF093B
4	Contactores HARTMANN H modelo 115-026 (usados como sensores para las puertas)
1	Pulsador de fin de carrera SIEMENS 3SE3-1001F(sensor de fin de carrera del riel)
2	Fusibles térmicos a 0.37 A para los motores de las puertas
1	Fusible térmico a 1.2 A para el motor del riel

Tabla 3.1 Descripción de los principales componentes utilizados

Una vez adquirido el material, se procedió a la instalación y conexión del mismo, lo cual se hizo, como se muestra en el apartado de resultados. Posteriormente se realizó la programación del PLC, que deberá ejecutarse tal como se muestra a continuación:

3.6 PROGRAMACIÓN DEL PLC

La programación del PLC se ha realizado considerando las siguientes entradas y salidas.

Entradas:

- + Un selector de Manual/Automático.
- + Una señal de activación proveniente del Euroclock.
- + 2 Sensores normalmente abiertos para conocer la posición de la puerta norte.
- + 2 sensores normalmente abiertos para conocer la posición de la puerta sur.
- + 1 sensor de fin de carrera para indicar la posición inicial del riel

Salidas:

- + 1 motor para la puerta norte, 1 motor para la puerta sur y 1 motor para hacer girar al riel.
- + Señal de sostenimiento para el toque de música de campanas
- + Lámparas que se activarán en el Horario de 7 a 10 p.m.
- + Señal de alarma en caso de alguna avería.

El modo de funcionamiento del sistema se describe a continuación:

- Si el selector de Manual/Automático del sistema se encuentra en manual y se recibe una señal proveniente del Euroclock:
 - ✓ El PLC activará durante cuatro minutos la salida correspondiente a la señal de sostenimiento para la música de las campanas.
- Si el selector de manual/automático se encuentra en automático y:

Si no hay señal de activación proveniente del Euroclock, el sistema hará una revisión de los sensores, siguiendo la lógica que se describe a continuación (esto con

el fin de presentar las condiciones iniciales requeridas para cuando se presente la señal de activación):

- Si no localiza algún sensor de puerta o del riel, se activará la señal de alarma. Esto debido a que no se puede proceder al acomodo de puertas ni del riel debido a la incertidumbre de la posición tanto de las puertas como del riel.
- Si los sensores de puerta norte abierta y puerta sur abierta están detectando, pero no el sensor del riel, se activará el motor del riel para hacerlo girar hasta que el sensor de riel detecte, informando al sistema que el riel ha sido colocado en su posición inicial; 9 segundos después a esta acción, se deberán activar a los motores de las puertas para que estas se cierren y así el sistema se encuentre en condiciones iniciales.
- Si localiza al sensor de riel y al de puerta norte abierta o al de puerta sur abierta, debe activarse el motor correspondiente a la puerta que se encuentre abierta o inclusive si ambas se encuentran abiertas, hasta que las puertas estén cerradas.
- Por último si no se localiza al sensor del riel y las puertas se encuentran ambas cerradas o una cerrada, se activará el motor correspondiente a la puerta(s) cerrada(s) hasta que el(los) sensor(es) correspondiente(s) indiquen que se han abierto, posteriormente se hará girar al riel hasta que retorne a su posición inicial y pasados 9 segundos, se activarán nuevamente los motores de las puertas para cerrarlas.
 - ✓ Si el sistema del Euroclock envía al PLC una señal de activación del sistema y no existe señal de alarma, se ejecutará la siguiente secuencia y en el orden que se establece:

1. Se activarán a los motores correspondientes a la puerta norte y a la puerta sur, hasta que los sensores respectivos de apertura indiquen que ambas puertas se han abierto. Para avanzar al siguiente paso, ambos sensores deben de estar detectando.
2. Se realizará un retardo de 9 segundos, pasado este tiempo, se activará al motor encargado de mover al riel.
3. Una vez que el riel haya completado su recorrido (hasta que el sensor de fin de carrera vuelva a detectar), el sistema desactivará al motor que lo hacia girar y activará a los motores de la puertas hasta que los sensores indiquen que ambas puertas están cerradas.
4. Después de que el sistema detecte que ambas puertas están cerradas, se activará un temporizador que sostendrá a la salida correspondiente al sostenimiento de la música, esto debido a que el tiempo de recorrido es menor al de la música. El temporizador deberá estar activado 2 minutos a partir del cierre de las puertas.
5. En el horario de 7pm a 10 pm, al iniciarse el ciclo se deberán encender las lámparas externas, mismas que deberán de apagarse inmediatamente después de terminar el ciclo.

La señal de alarma se coloca para indicar posibles averías que pudiesen ocurrir al sistema. Esta señal se activara si:

- ✚ Algún motor gira por más de 4 minutos continuamente.
- ✚ Si ningún sensor es detectado y ningún motor se encuentra girando.

Diagrama De Flujo Del Proceso

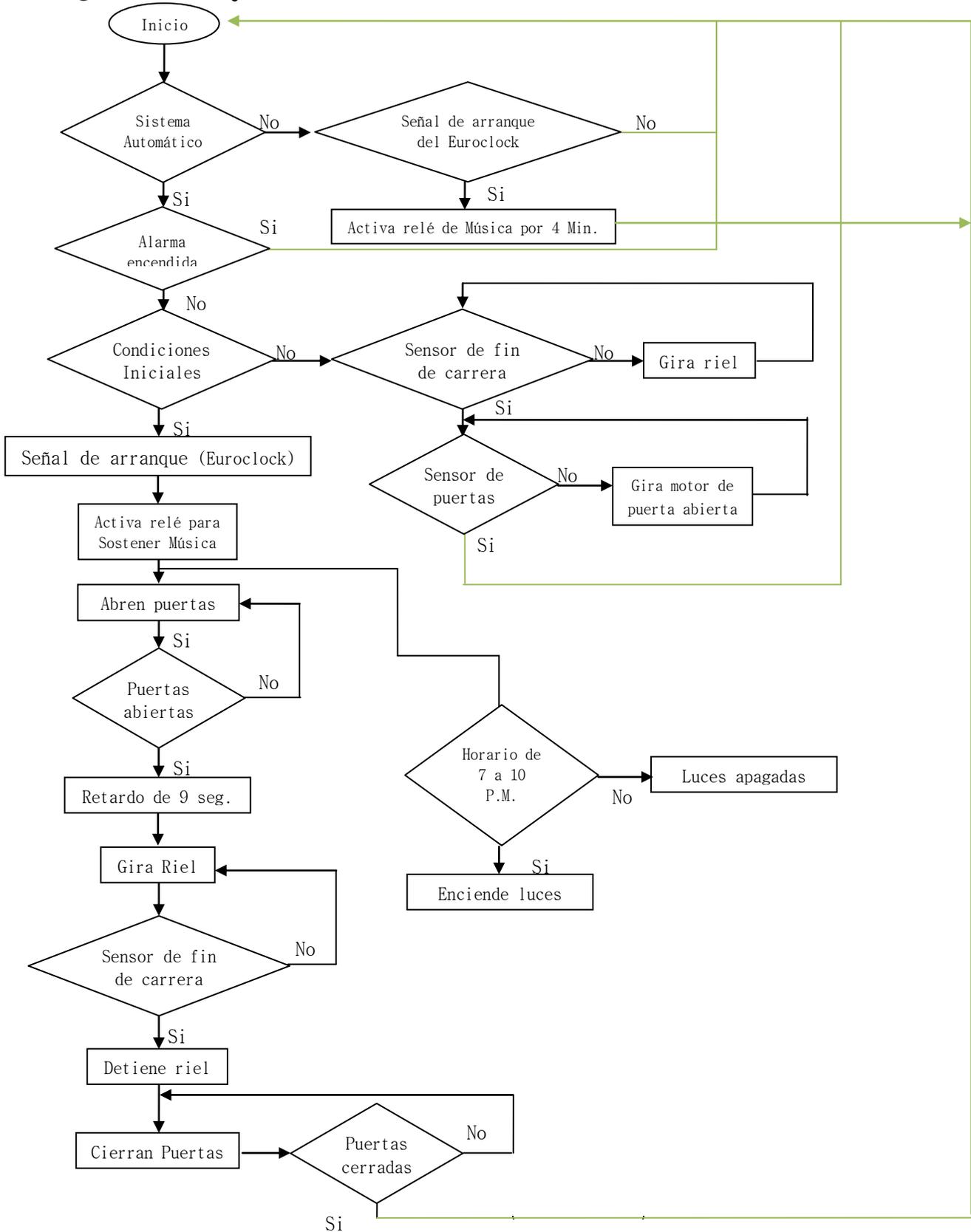


Diagrama 3.1 Flujo del proceso

Diagrama De Flujo Para Proteger Para El Sistema (Alarma)

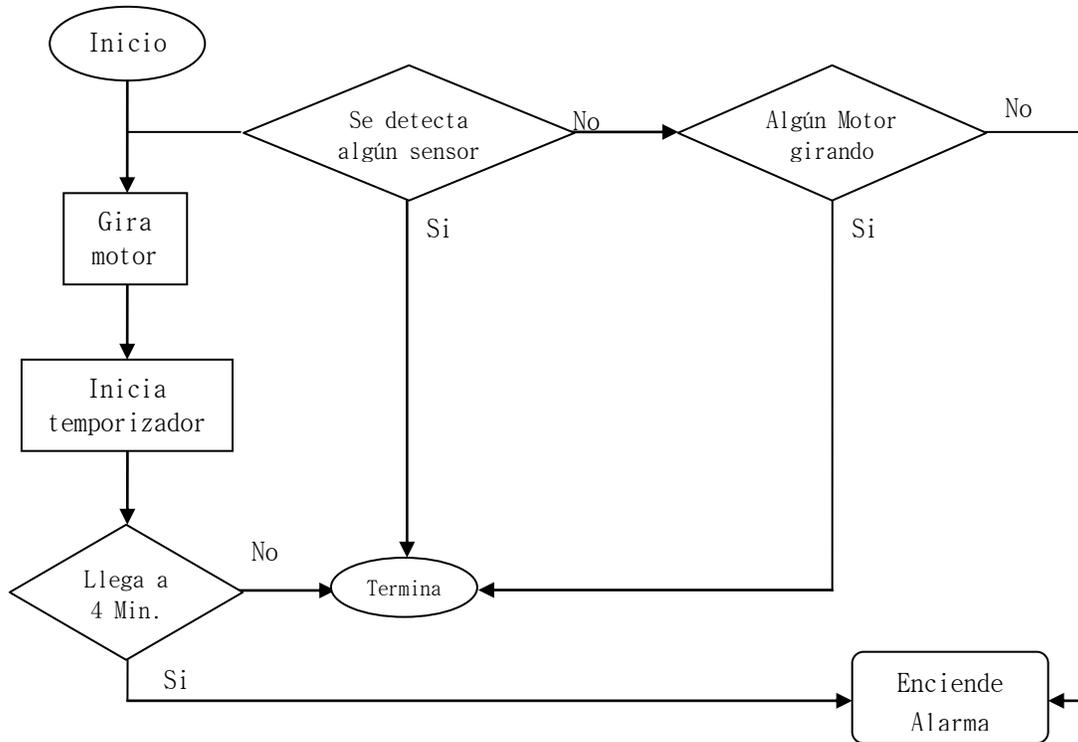


Diagrama 3.2 Protección del sistema

Simulación y Programa Final

El fabricante del PLC utilizado provee de un software para la simulación este es "EASY-SOFT V6.22 PRO". En el cual la programación que se utiliza es la programación en escalera.

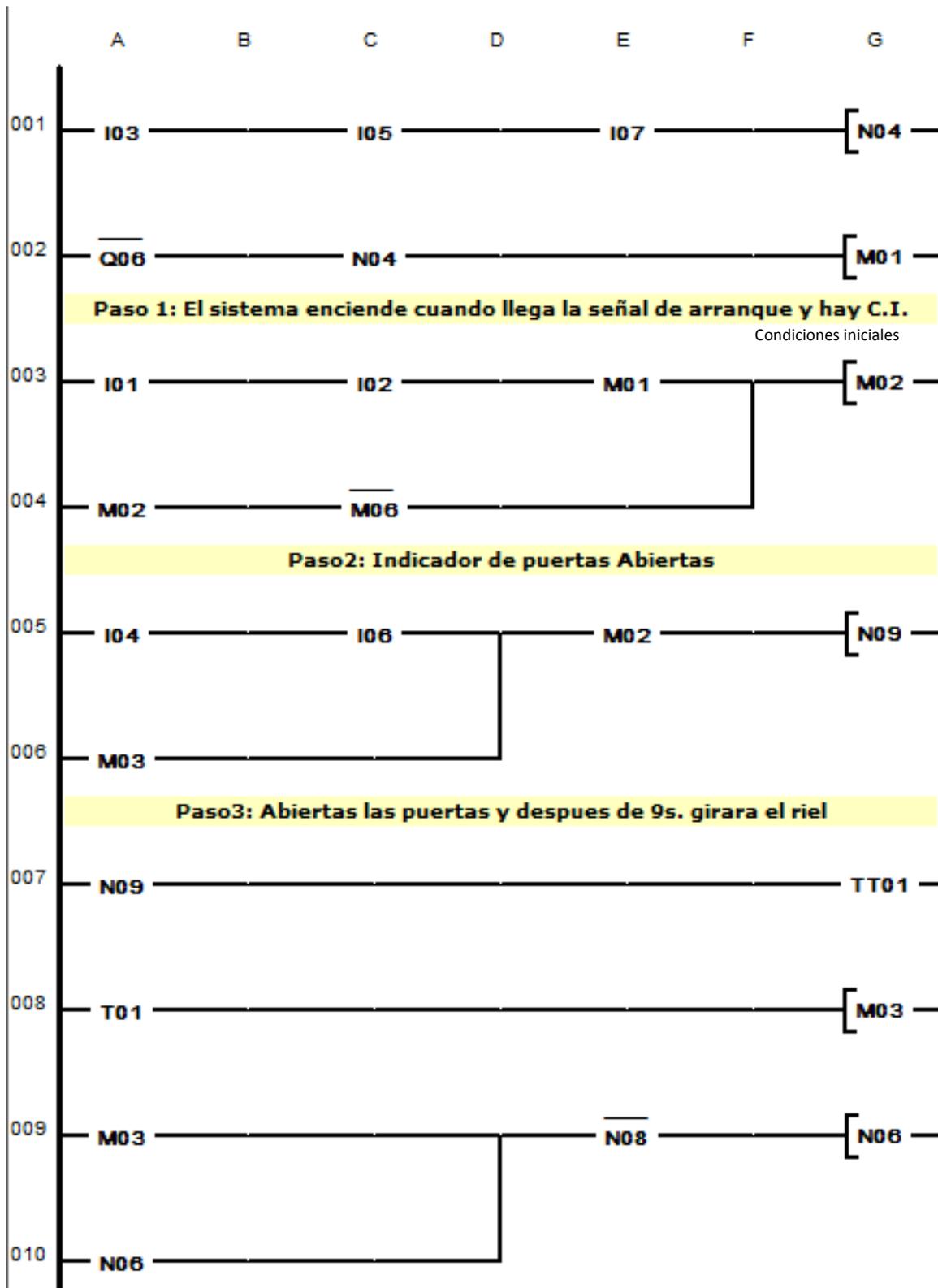
Listado De Direcciones

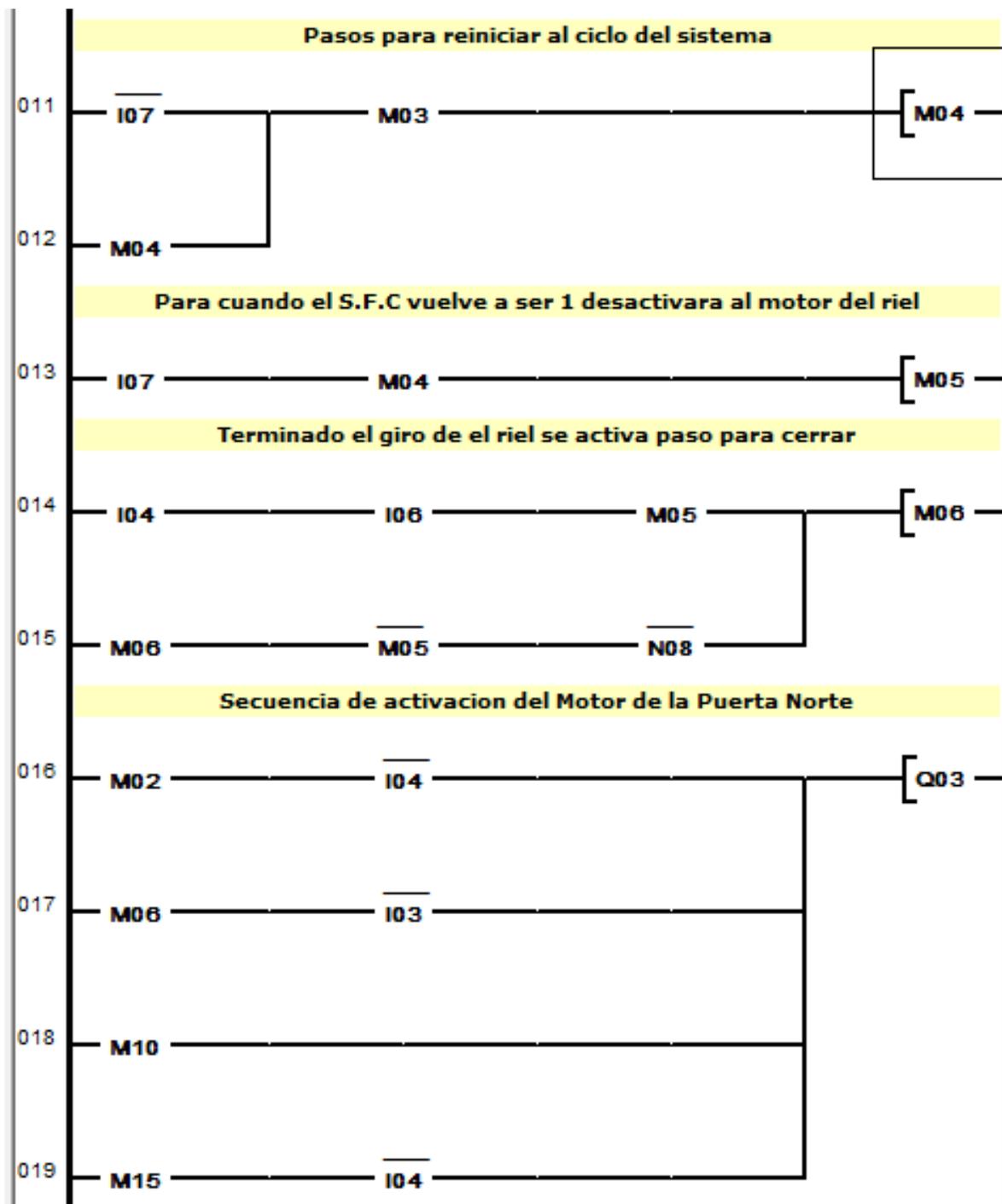
Abreviatura	Dir. Símbolo	Dir. Física	Función
SW1	Automático/Manual	I01	Si I01=1, sistema Automático
SW2	Señal del Euroclock	I02	Si I02=1, hay señal de activación de ciclo proveniente del Euroclock
SW3	Sensor de puerta norte cerrada	I03	Si I03=1, puerta norte cerrada
SW4	Sensor de puerta norte abierta	I04	Si I04=1, puerta norte abierta
SW5	Sensor de puerta sur cerrada	I05	Si I05= 1, puerta sur cerrada
SW6	Sensor de puerta sur abierta	I06	Si I06=1, puerta sur abierta
SW7	Sensor de fin de carrera	I07	Si I07=1, el riel está en su posición inicial
R1	Motor de la puerta Sur	Q01	Si Q01=1, motor de puerta sur encendido
R2	Motor del riel	Q02	Si Q02=1, motor de riel encendido
R3	Motor de la puerta norte	Q03	Si Q03=1, motor de puerta norte encendido

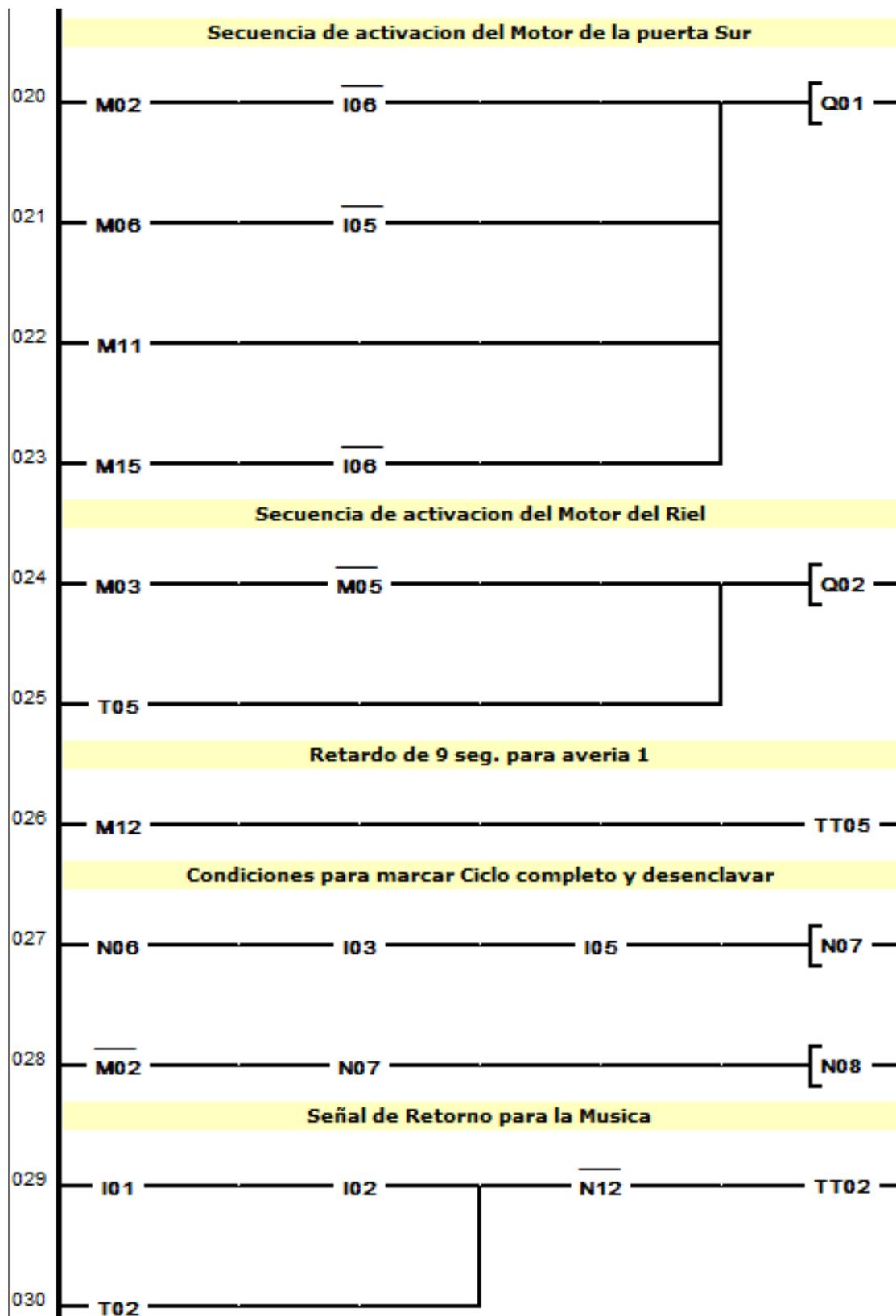
R4	Sostenimiento para la música	Q04	Si Q04=1, señal de sostenimiento para la música de las campanas
R5	Luces	Q05	Si Q05=1, luces externas encendidas
-	Alarma	Q06	Si Q06=1, alarma encendida
-	Reloj de horas	H01	Si H01=1, se encuentra en el horario del rango establecido
-	Timmer para el giro del riel	T01	Retardo de 9 segundos para el giro en Automático
-	Timmer para musica	T02	Sostiene a la música 2 minutos después de terminar el recorrido
-	Timmer para el giro del rial	T03	Retardo de 9 segundos para el giro en modo manual
-	Timmer para el motor	T04	Temporizador para activar a la alarma si gira más de 4 minutos

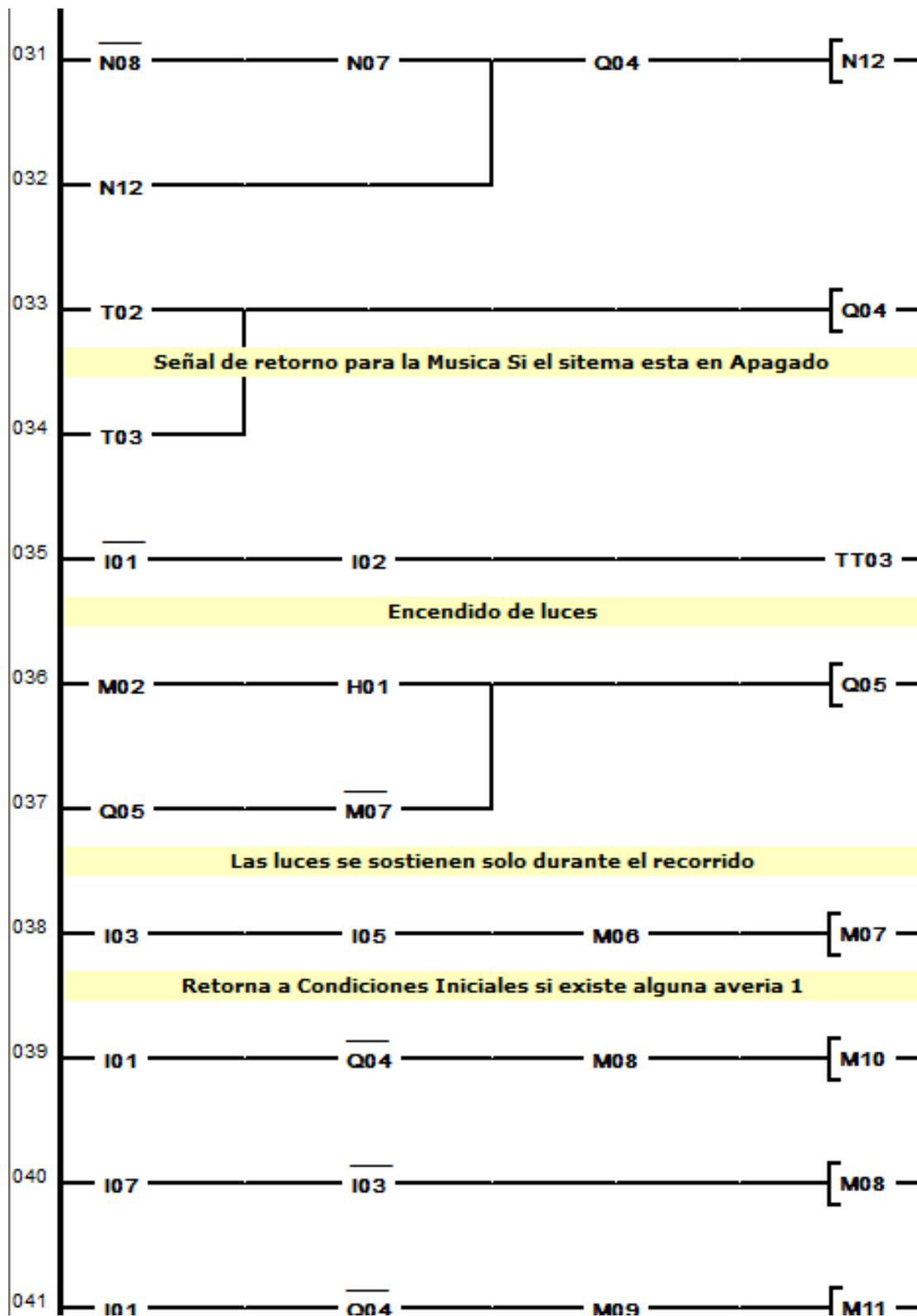
Tabla 3.2 Listado de direcciones

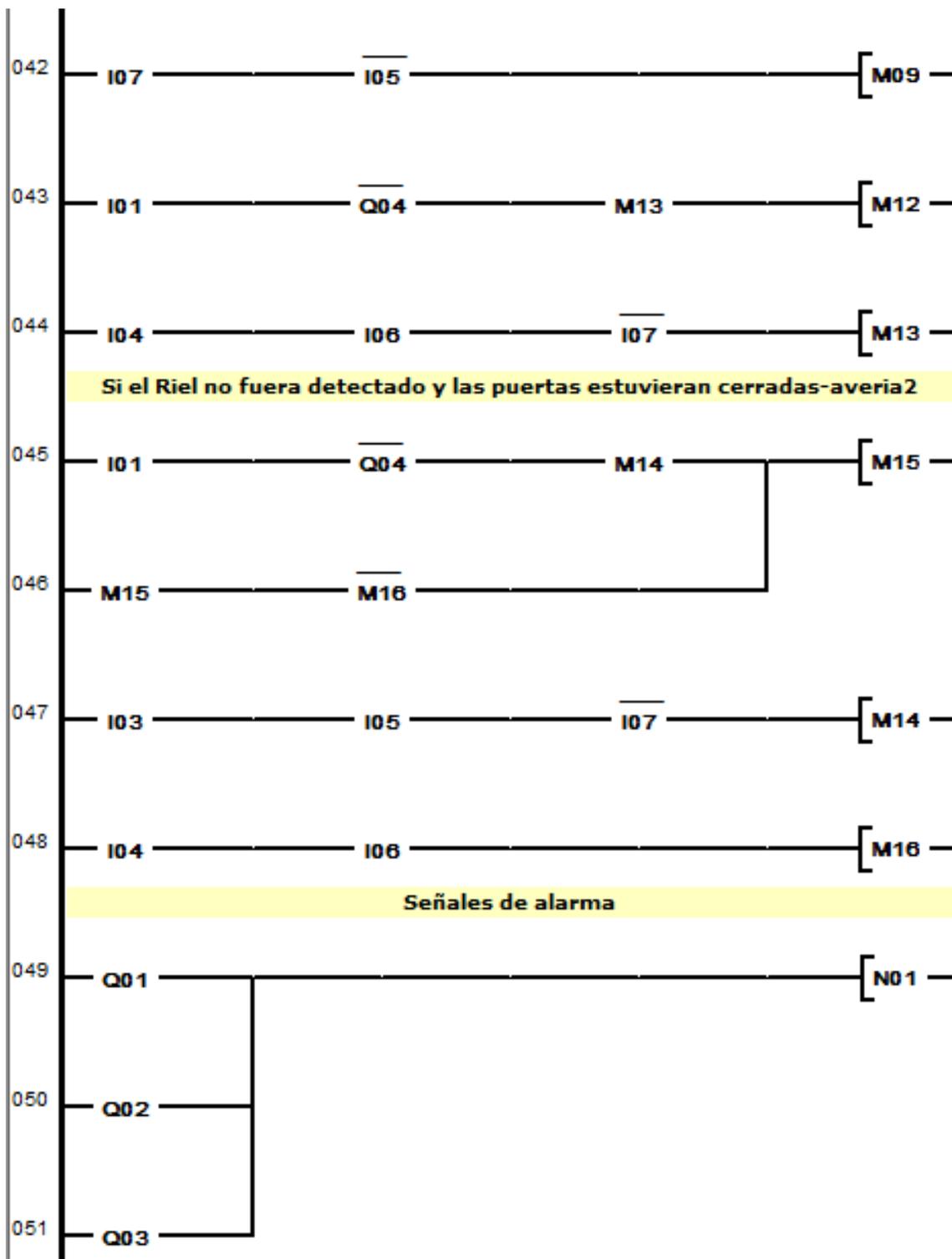
Diagrama De Contactos











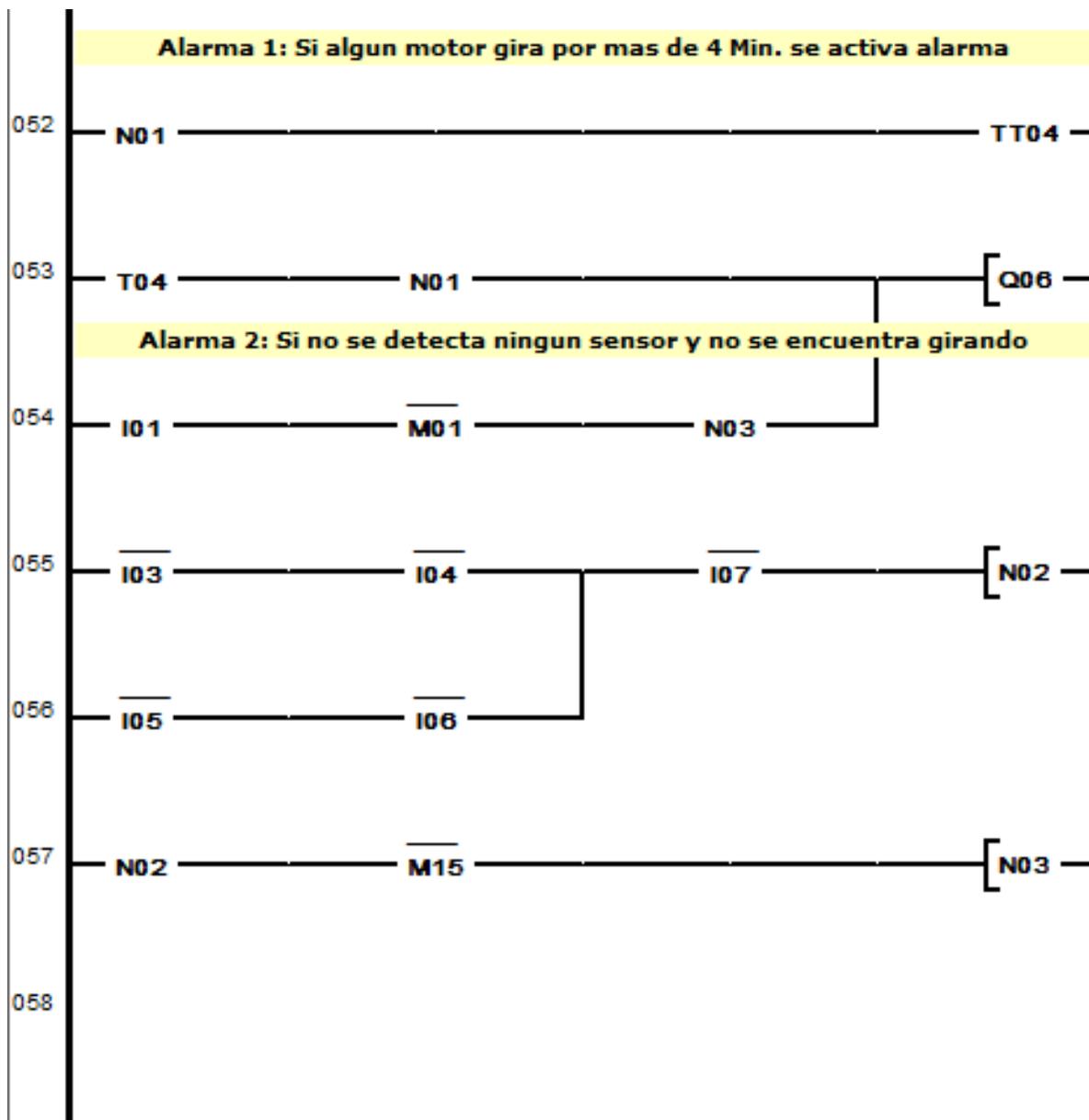


Diagrama 3.3 Programación en escalera del PLC

3.7 BARRA DE CONEXIONES DEL RIEL

La barra de conexiones del riel, quedó distribuida de la siguiente manera:

23	22	20	19	18	17	16	14	13	⏚	12	11	10	⏚	9	8	7	⏚	6	15	4	⏚	L1	L2	L3	⏚
----	----	----	----	----	----	----	----	----	---	----	----	----	---	---	---	---	---	---	----	---	---	----	----	----	---

Descripción

L1, L2 y L3: Líneas de alimentación

⏚ : Neutro

4, 15, 6: Terminales del motor de la puerta norte

7, 8, 9: Terminales del motor del riel

10, 11, 12: Terminales del motor de la puerta sur

13: Luces

14: Sensor de puerta sur cerrada

16: Sensor de puerta sur abierta

18: Sensor del riel

20: Sensor de puerta norte cerrada

22: Sensor de puerta norte abierta

17, 19, 23: Línea 1

3.8 DIAGRAMA DE CONEXIONADO DEL PLC

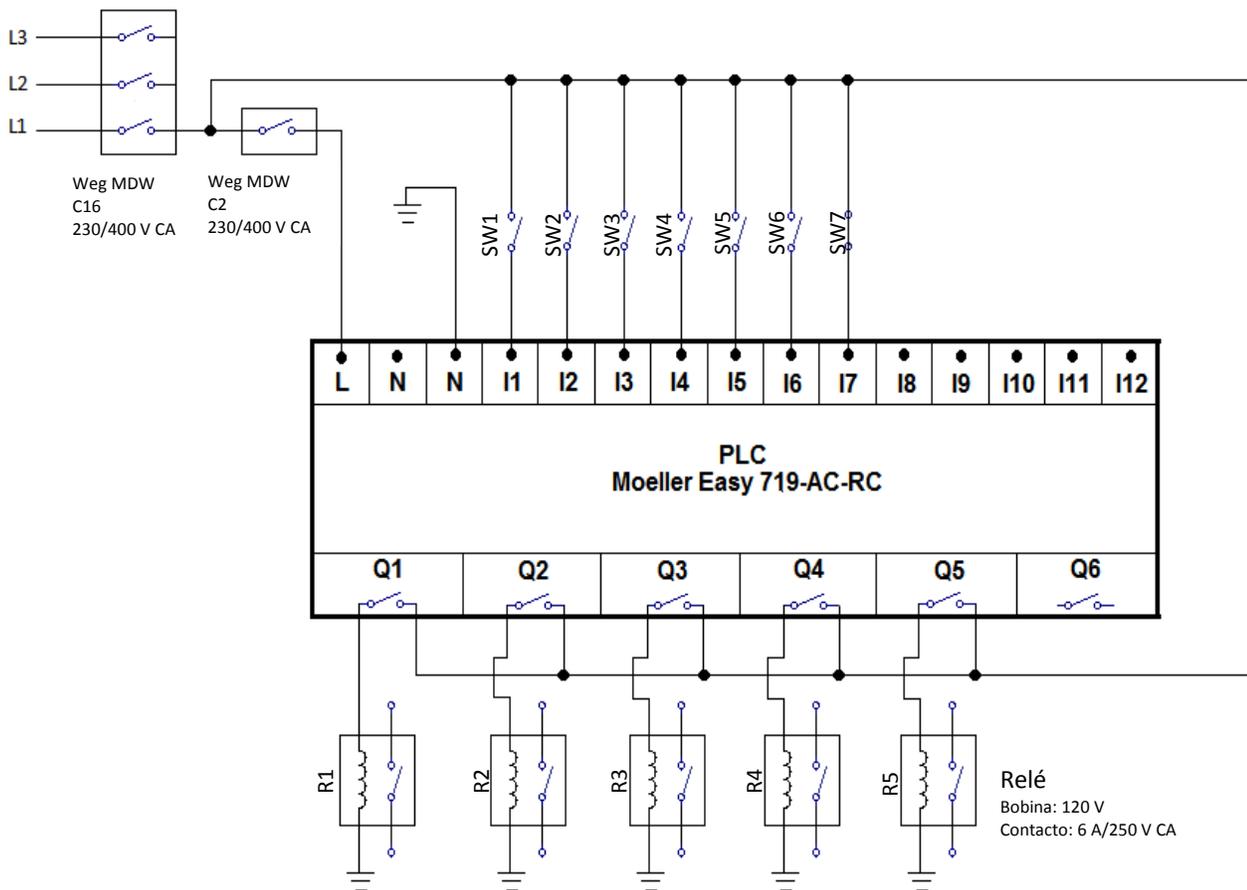


Diagrama 3.4 Diagrama de conexión del PLC

Descripción de entradas/salidas

I1: Manual/automático (Interruptor localizado en la parte frontal de la caja de control)

I2: Señal de activación**

I3: Sensor de puerta norte cerrada

I4: Sensor de puerta norte abierta

I5: Sensor de puerta sur cerrada

I6: Sensor de puerta sur abierta

I7: Sensor de fin de carrera (riel)

Q1: Control de motor de puerta sur**

Q2: Control de motor del riel**

Q3: Control de motor de puerta norte**

Q4: Control de luces**

Q5: Señal de retorno (Sostenimiento de música)**

** Para mayor detalle del cableado en estas conexiones, ver los diagramas de acondicionamiento (cableado) de entrada o salida para estas terminales.

3.9 DIAGRAMAS DE CABLEADO

Diagrama señal de activación y señal de retorno

En lo que respecta a la señal de activación (la que proviene del Euroclock), tuvieron que hacerse algunos ajustes debido a que esta es de 220 V y el PLC acepta señales de 110 V, además, es importante mencionar que por el mismo hilo en que esta llega, se debe retornar un voltaje de sostenimiento de 220 V para que el sonido de la campana no se interrumpa. La solución que se dio para esta situación, se presenta en el siguiente diagrama:

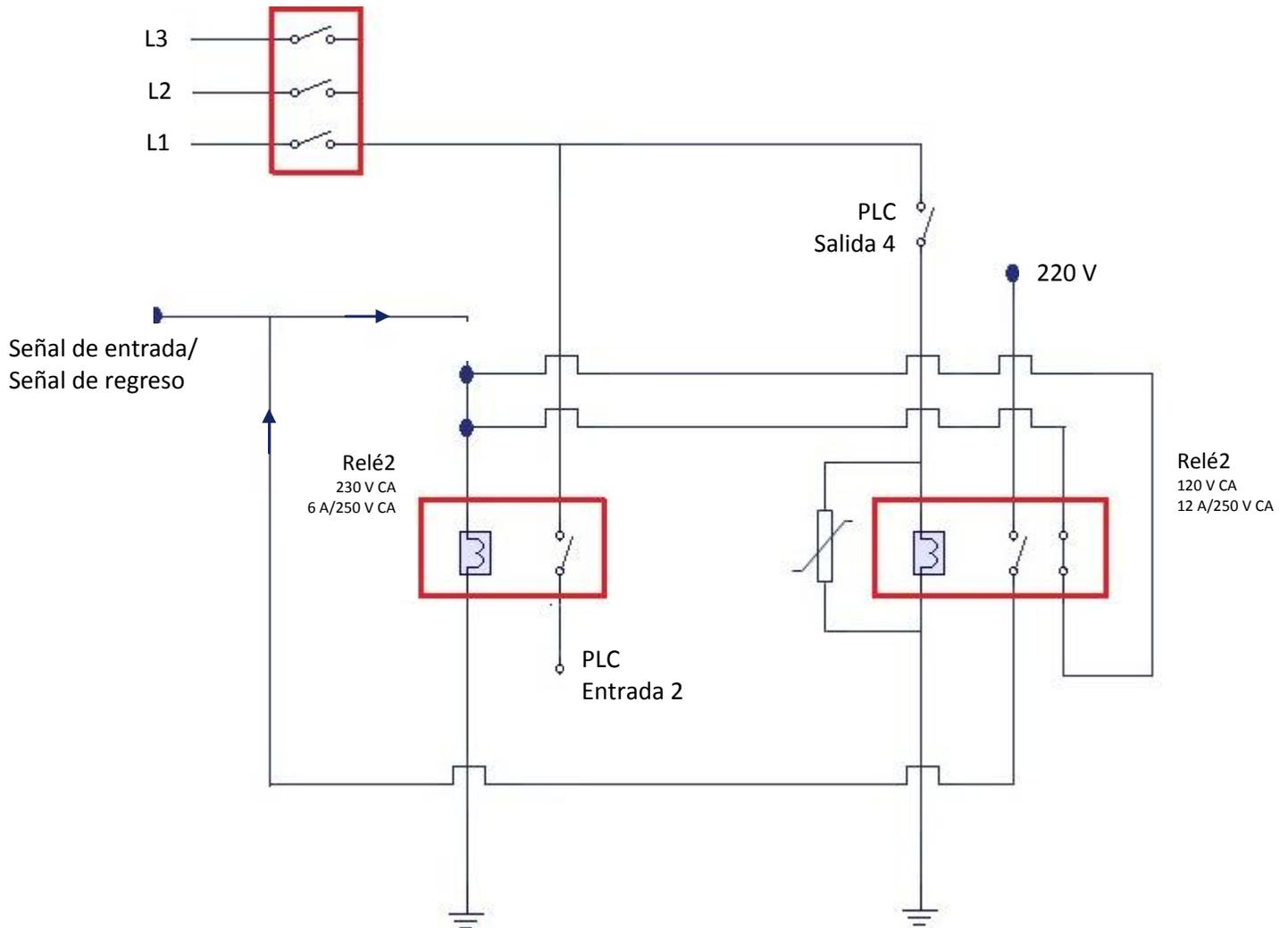


Diagrama 3.5 Señal de activación y retorno

Diagrama de control del motor de la puerta sur

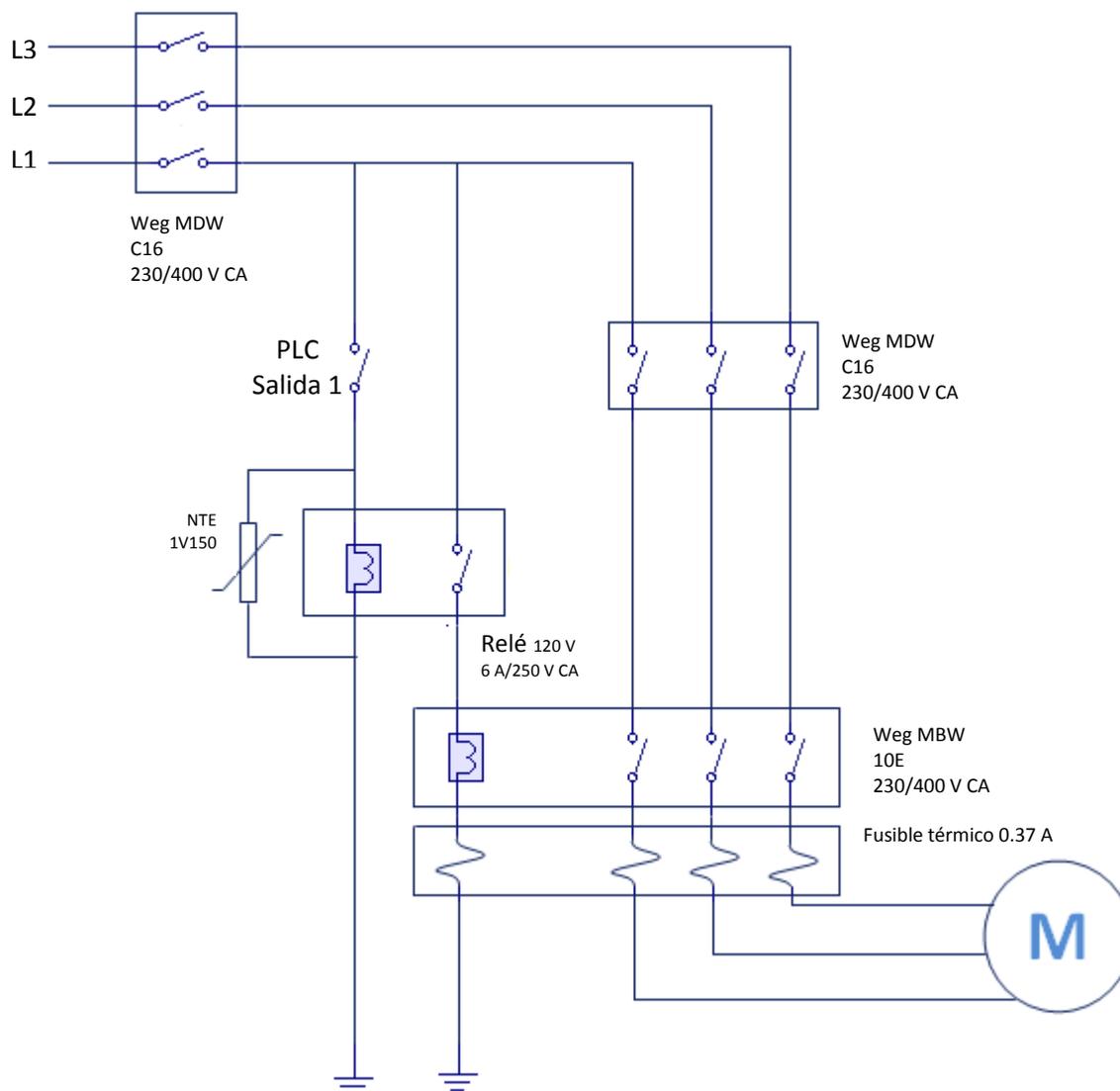


Diagrama 3.7 Control del motor de la puerta sur

Diagrama de control del motor del riel

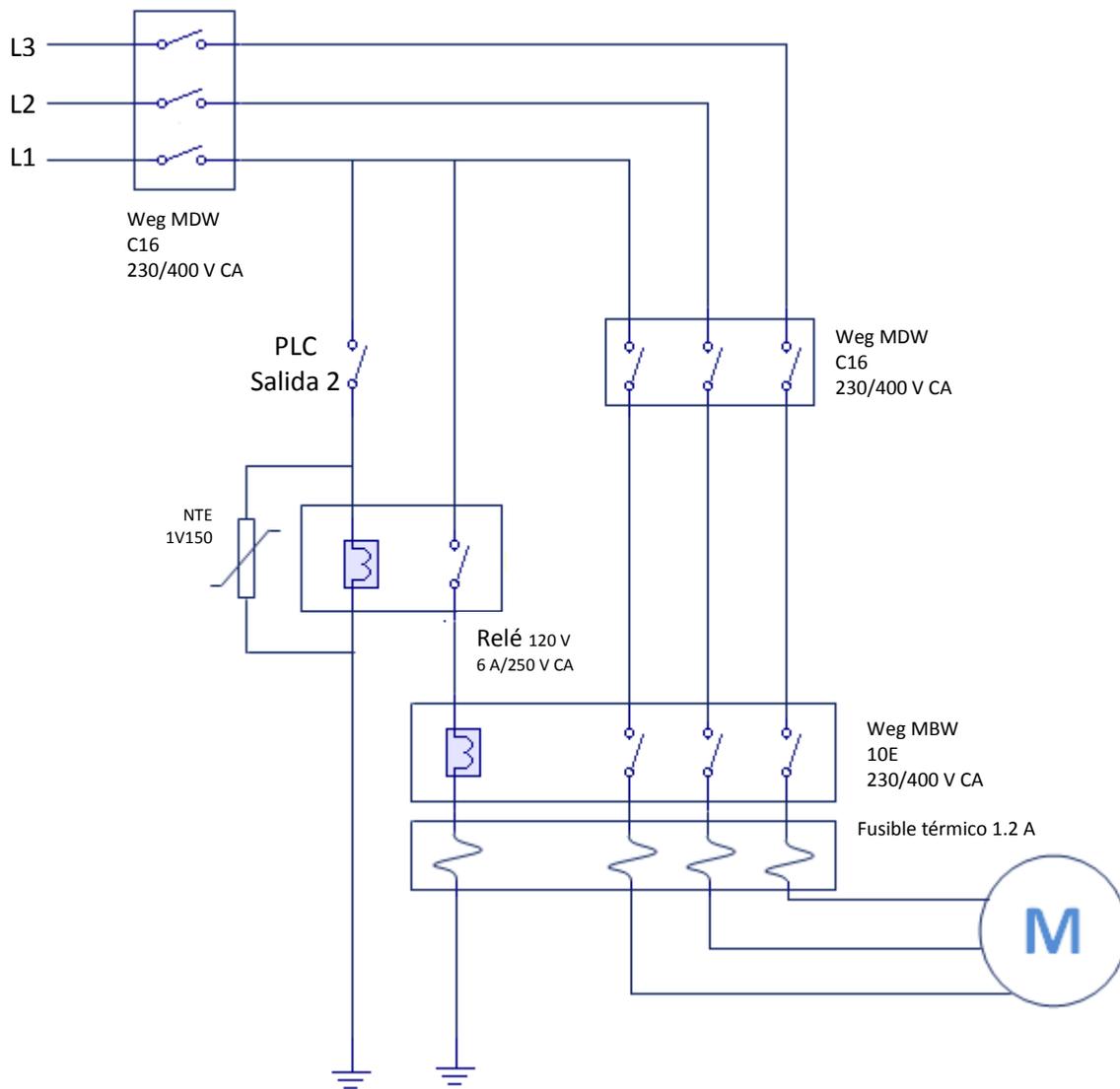


Diagrama 3.8 Control del motor del riel

Diagrama de control del motor de la puerta norte

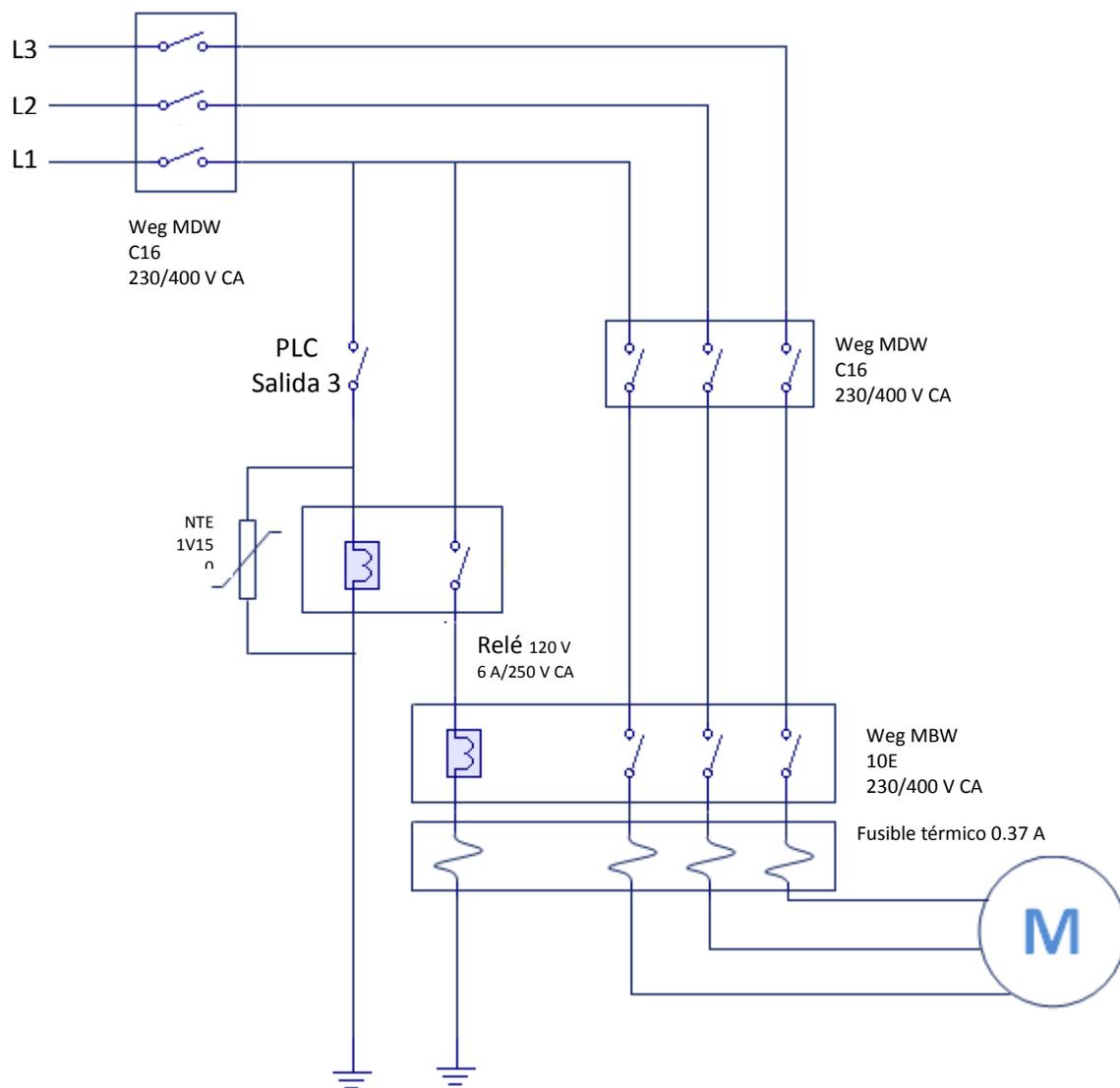


Diagrama 3.9 Control del motor de la puerta norte

Diagrama de control de la iluminación externa

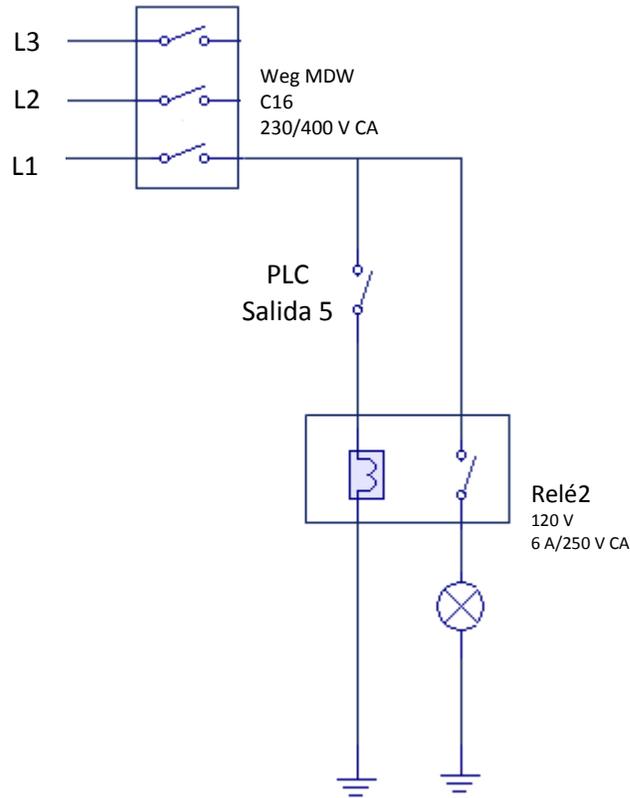


Diagrama 3.10 Control de la iluminación externa

Esquema interno de los relevadores y sus bases

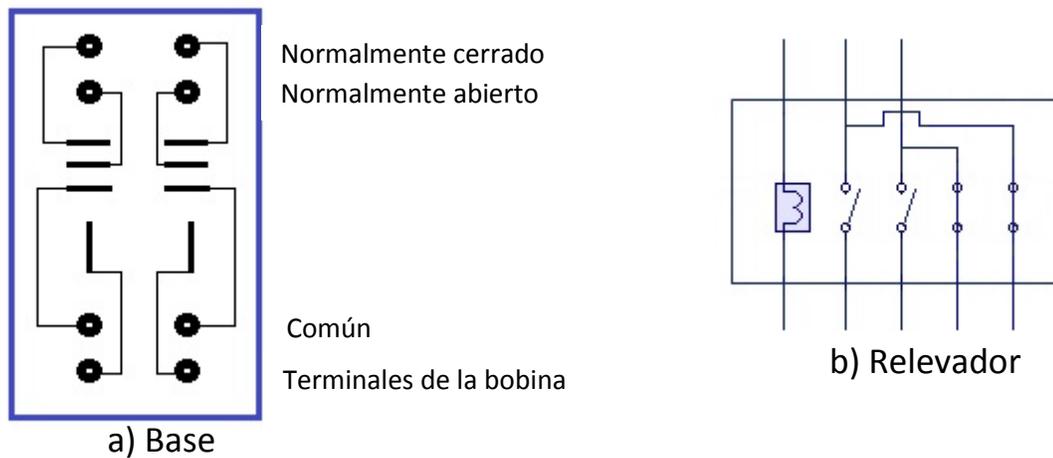


Fig. 3.1 Esquema del relevador a) Base b) Relevador

Para una mayor durabilidad de los relevadores, en las conexiones se puentearon los dos comunes y las dos terminales normalmente abiertas(o normalmente cerradas), para usar ambos contactos simultáneamente, así como se muestra a continuación:

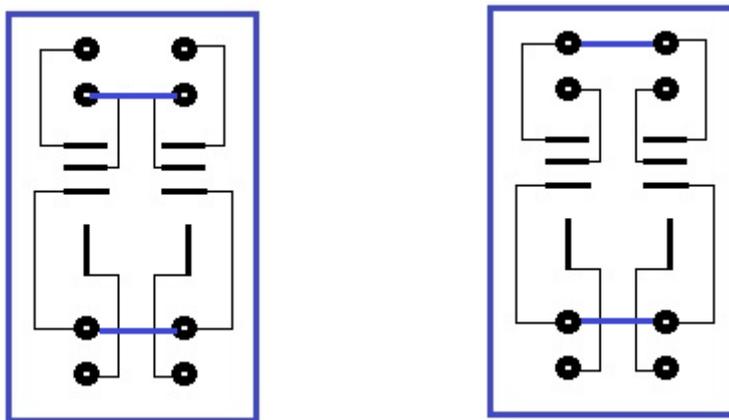


Fig. 3.2 Interconexión de los contactos

El aspecto final del panel de control, se muestra a continuación:



Fig. 3.3 Aspecto final del panel de control



Fig. 3.4 Panel frontal

De esta forma, el proyecto de modernización ha concluido y actualmente se encuentra funcionando en óptimas condiciones.

CONCLUSIONES Y RESULTADOS

El PLC por sus 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 nuestro entorno. Tal fue el caso de este proyecto de Residencia profesional que se realizó.

En este proyecto la solución de instalar un PLC se fundamenta en que se requería maniobrar automatización, control, sensores y como actuadores a motores trifásicos.

Además las reducidas dimensiones del PLC, 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 sin necesidad de requerir cambios de hardware, contribuyeron a la decisión de implementarlo.

Así entre las mayores ventajas consideramos:

- Posibilidad de introducir modificaciones sin cambiar el cableado ni añadir aparatos.
- Mínimo espacio para instalarlo.
- Economía de mantenimiento. Además de aumentar la fiabilidad del sistema, al eliminar contactos móviles, los mismos autómatas pueden indicar y detectar averías.

- Menor tiempo para la puesta en funcionamiento del proceso al quedar reducido el tiempo cableado.
- Si por alguna razón el sistema queda fuera de servicio, el PLC sigue siendo útil para otro.

Inconvenientes

- ✗ Hace falta un programador, lo nos que obliga a capacitarnos según lo provea la empresa aunque la mayoría utiliza programación en escalera.
- ✗ El costo inicial también puede ser un inconveniente, sin embargo, se amortiza con el ahorro que implica la reducción del costo de mantenimiento.

Por otra parte, la Residencia Profesional juega un papel muy importante en nuestra formación, pues por medio de ella desarrollamos actividades que nos permiten relacionarnos e integrarnos al ámbito industrial o bien de investigación.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS Y VIRTUALES

AUTOMATAS PROGRAMABLES

Joseph Balcells
José Luis Romeral
Ed. Alfaomega Marcombo
Barcelona 1997.

CONTROLADORES LÓGICOS Y AUTÓMATAS PROGRAMABLES

Mandado Pérez, Marcos Acevedo, Pérez López.
Ed. Marcombo.

AUTÓMATAS PROGRAMABLES

Alejandro Porras Criado
A. P. Montanero
Editorial Mcgraw-Hill
Madrid 1997

AUTÓMATAS PROGRAMABLES

Albert Mayol I Badía
Editorial Marcombo
1987.

CONTROLADOR LÓGICO PROGRAMABLE (PLC)

Curso Tutorial.
Realizado Por:
Prof. Danilo A. Navarro G
[Http://Www.Scribd.Com/Doc/12944471/Plc-Teoria](http://Www.Scribd.Com/Doc/12944471/Plc-Teoria)

INSTRUMENTACIÓN Y COMUNICACIONES INDUSTRIALES

Facultad De Ingenieria
Universidad Nacional De La Plata
[Http://Www.Ing.Unlp.Edu.Ar/Electrotecnia/Procesos/Apuntes/Diagramaescalera.Pdf](http://Www.Ing.Unlp.Edu.Ar/Electrotecnia/Procesos/Apuntes/Diagramaescalera.Pdf)

ANEXOS

A.1 ESQUEMAS Y FUNCIONAMIENTO DEL SISTEMA PREVIO A LA MODERNIZACIÓN

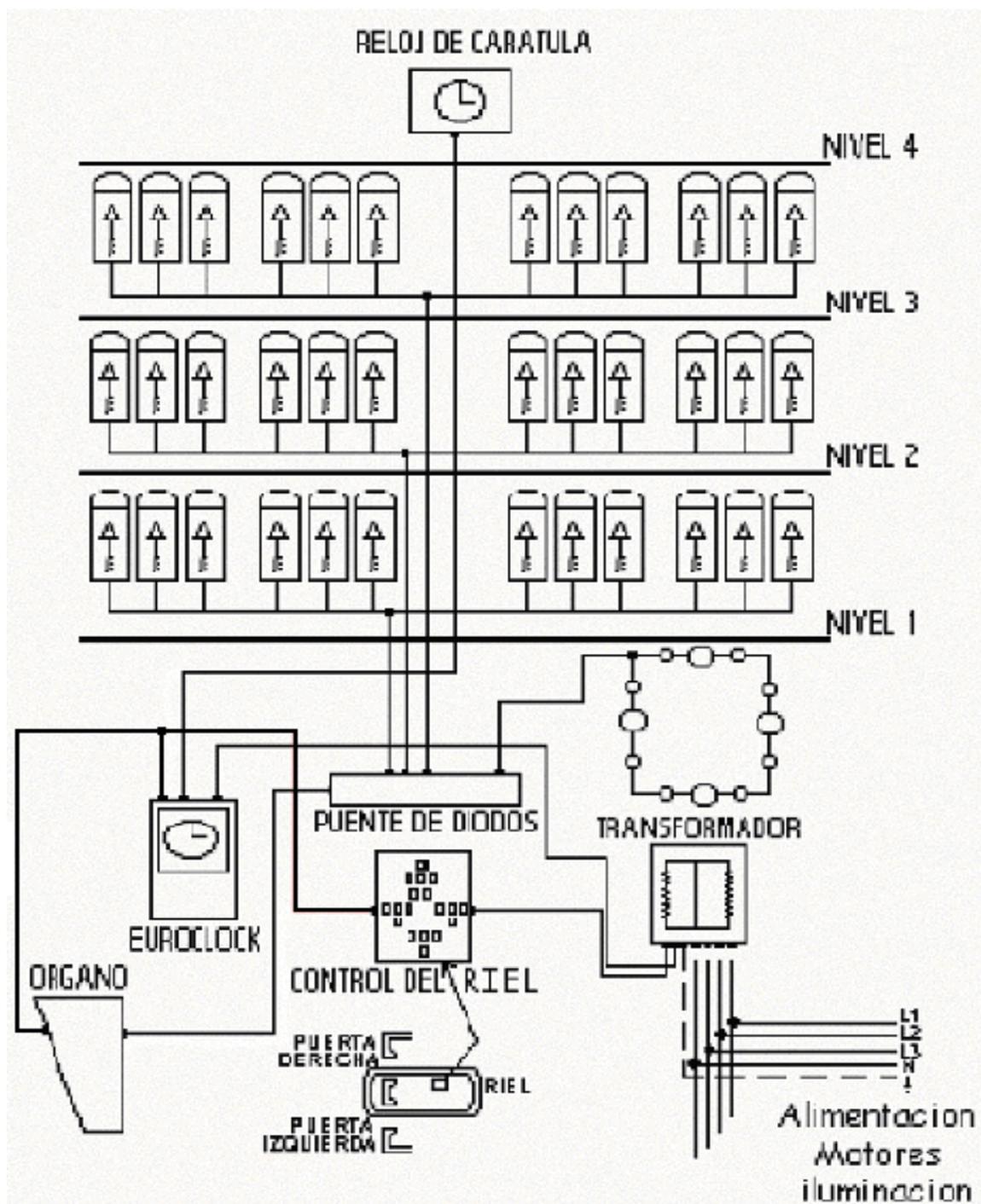


Fig. A.1 Diagrama general del sistema electromecánico ubicado en la torre

Alimentación del riel

La alimentación general del sistema es trifásica, ya que posee dispositivos de este tipo, como motores y contactores.

Con el fin de aislar el sistema de control de los equipos de fuerza se utiliza un transformador; el cual se encarga de proporcionar alimentación a los subsistemas de control.

El diagrama de conexiones del transformador se observa en la figura A.2

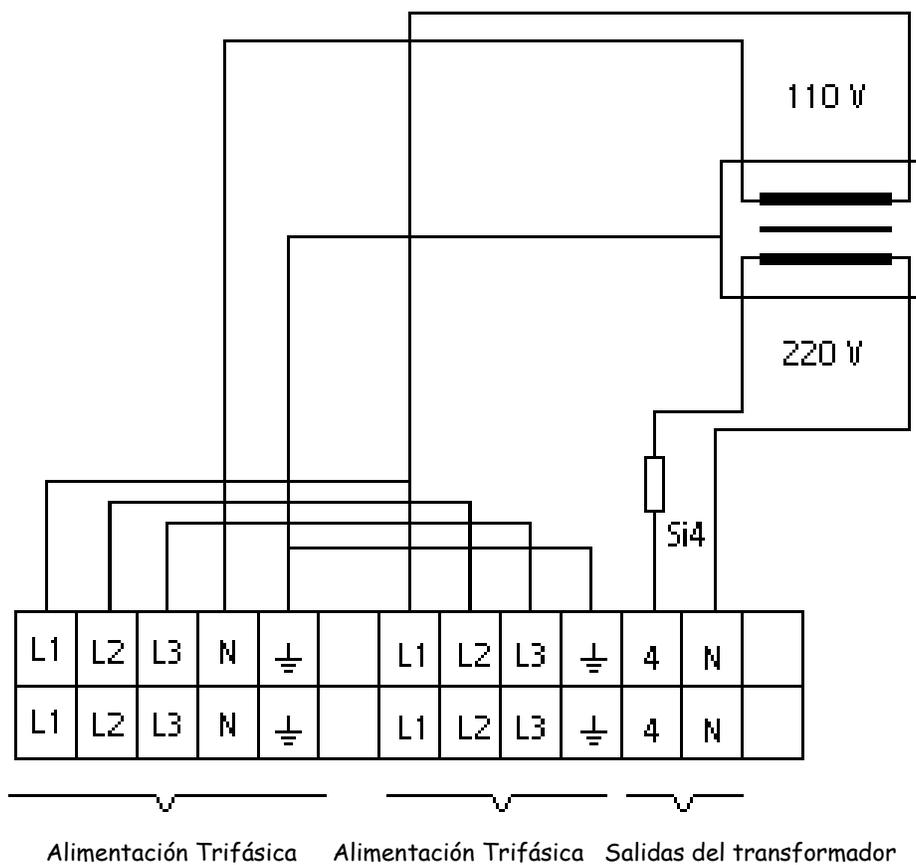


Fig. A.2 Diagrama de conexiones del transformador

Las características de este transformador son las siguientes:

- La relación de transformación es de 110/220.
- 5300/6000 VA.
- 100/85 % E. D.

El diagrama de conexiones de alimentación del sistema completo es el siguiente:

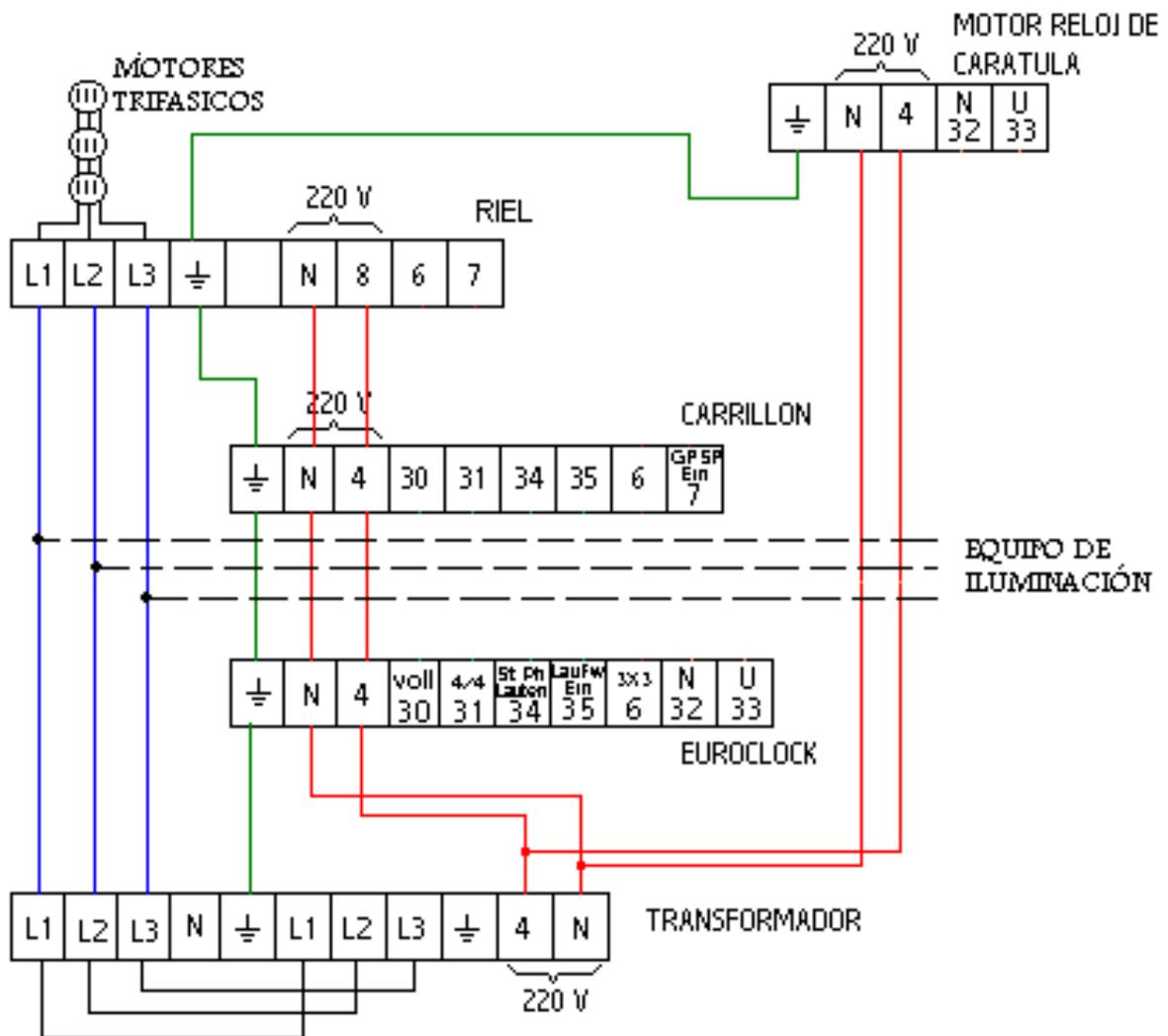


Fig. A.3 Diagrama de alimentación

El transformador proporciona la alimentación de los dispositivos de control tales como relés, temporizadores, bobinas, capacitores, etc., de cada uno los subsistemas.

La alimentación trifásica; que proviene del centro de carga ubicado en la planta baja de la torre; además de proporcionar la alimentación monofásica al transformador, alimenta directamente a través de contactores a los tres motores trifásicos encargados de abrir las puertas y mover el riel; lo mismo que al equipo de iluminación del sistema. Es por esto que el equipo de control esta aislado del equipo de fuerza.

SUBSISTEMA DE RIEL

Este subsistema es el encargado de activar y desactivar las puertas y el riel por donde circulan las figuras talladas en madera de los 12 apóstoles; en la parte intermedia del templo.

Este subsistema es activado por la señal 6 proveniente del Euroclock, que activa directamente al selector electro-mecánico encargado de sincronizar la operación del desfile de los apóstoles.

A partir del estudio realizado, se detectaron los principales componentes con los cuáles operaba:

Cantidad	Descripción
1	Sensor tipo Switch NC. Como detector de fin de carrera para el recorrido de los Apóstoles.
4	Sensor tipo Switch NA. 2- Como detectores de puertas abiertas. 2- Como detectores de puertas cerradas.
2	Motores Trifásicos para el movimiento de las puertas.
1	Motor Trifásicos para el movimiento del riel.
1	Caja de control que consta de un pequeño motor de C.A. y 3 relevadores de potencia.

En la parte inferior del tablero principal de control, se ubicaba una barra de conexiones, la cuál se encontraba distribuida de la siguiente manera:

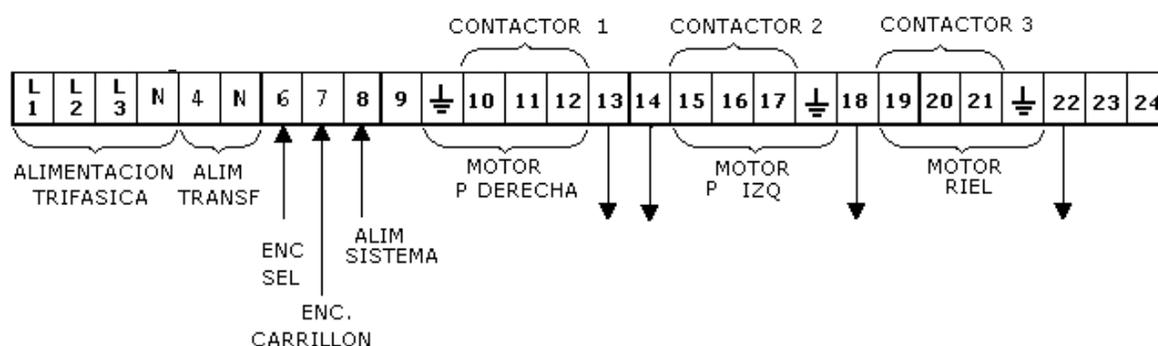


Fig. A.4 Barra de conexiones del Riel

Como se observa en la figura, cada uno de los motores tiene un contactor que como ya se ha mencionado, es activado directamente por los contactos del selector.

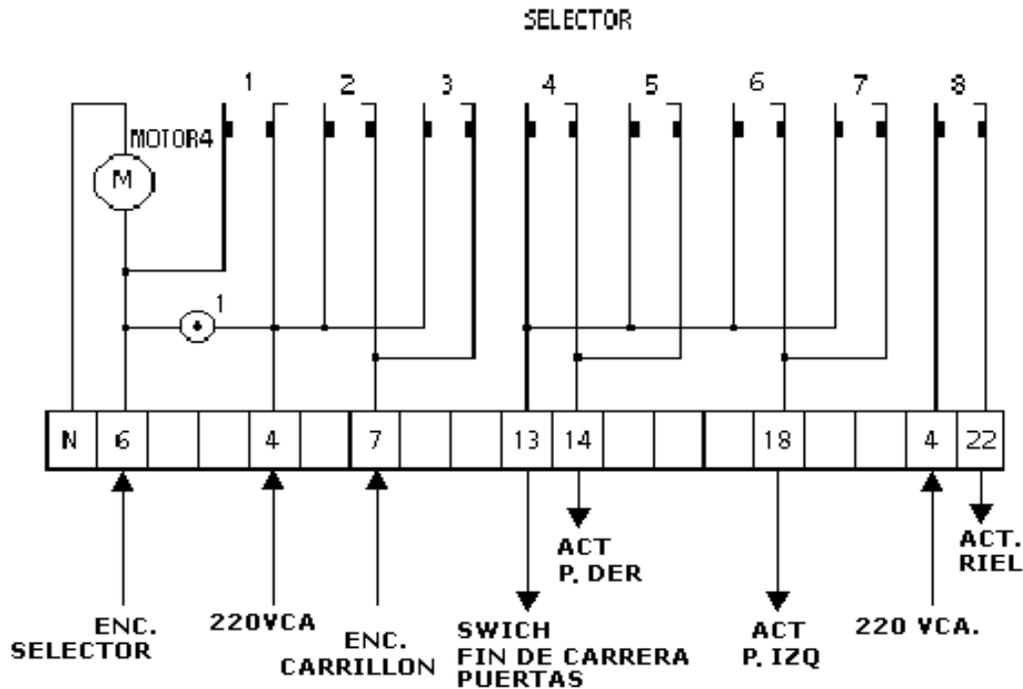


Fig. A.5 Diagrama del selector

Como se observa en la figura, el selector a través de los contactos mecánicos, es el encargado de la secuencia de activación de cada uno de los motores; por medio de los contactos 14 y 18 activa los motores que abren la puerta derecha y puerta izquierda respectivamente. Y mediante el contacto 22 activa el motor del riel.

El cierre de los contactos del selector activa los contactores o relevadores los cuales proveen alimentación a los motores por medio de las tres líneas de alimentación de manera directa; en la figura se muestran estos dispositivos. La activación de estos dispositivos se realiza por medio de una bobina interna; la cual es energizada por medio de los contactos del selector que envía los pulsos de activación.



bobina de activación.



Contactor.



Relevador de sobrecarga.

Fig. A.6 Elementos de un Contactor y Relevador de carga.

El relevador de sobrecarga protege a la carga conectada de cortos circuitos o de cualquier aumento de corriente (sobre-corriente).

La desactivación de los motores se realiza cuando son activados cada uno de los switches de fin de carrera ubicados en cada puerta y en el riel de los apóstoles.

La secuencia completa es la siguiente:

- Detección de la señal 6 proveniente del Euroclock
- Activación de los motores de puerta derecha y puerta izquierda. (para abrir)
- Activación del switch de fin de carrera de puerta abierta y desactivación de los motores de las puertas.
- Activación del motor del riel.
- Después del recorrido de los apóstoles, activación del switch de fin de carrera del riel y desactivación del motor de riel.
- Activación de motores de puerta derecha y puerta izquierda. (para cerrar)

- Activación del switch de fin de carrera de puerta cerrada y desactivación de los motores de las puertas.

Cabe señalar que el corazón de todo este sistema, era el selector del cuál se habló anteriormente.

En los diagramas que se muestran a continuación, se muestra la forma en que se encontraban interconectados todos los elementos del subsistema del riel.

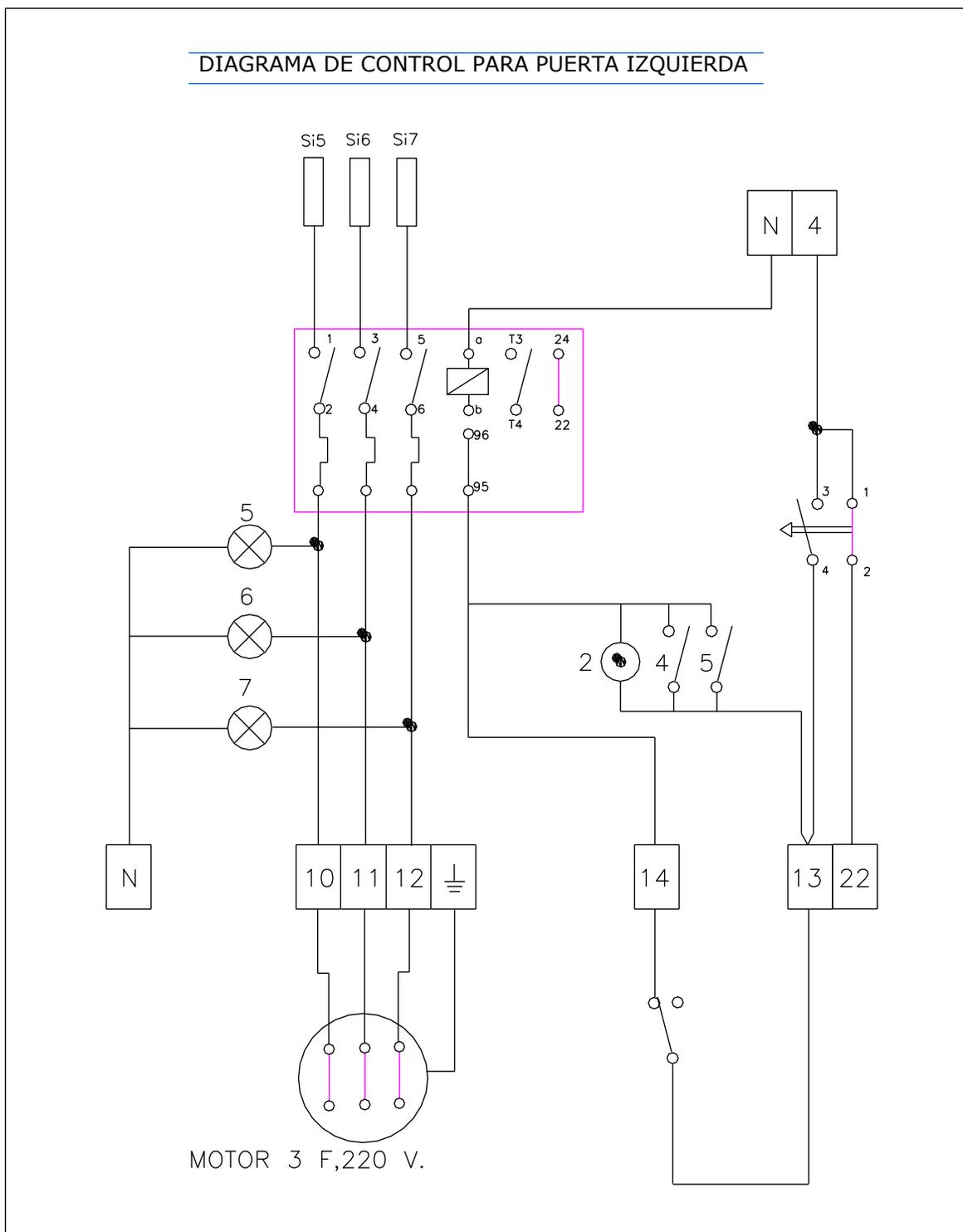


Fig. A.7 Diagrama de control puerta izquierda

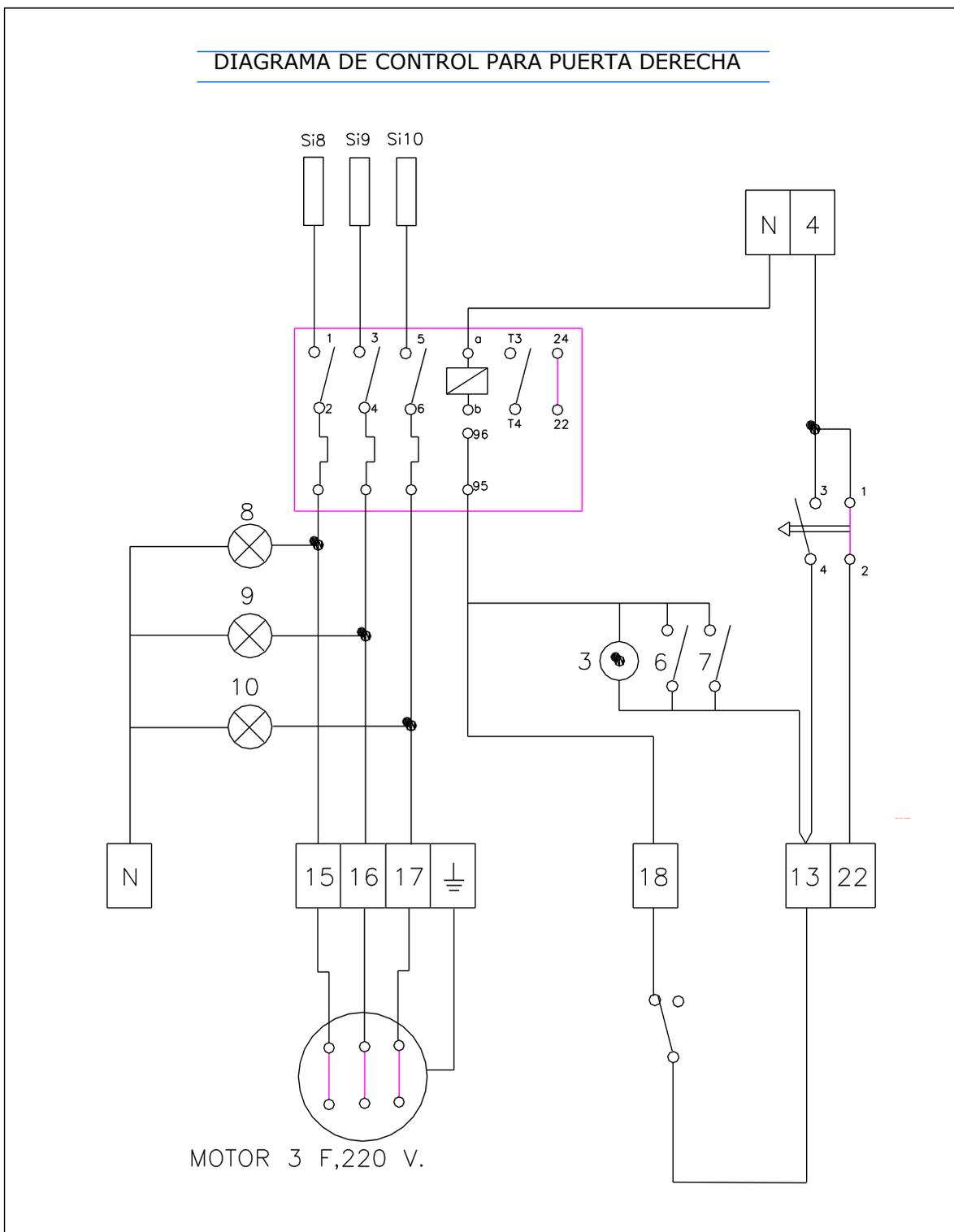


Fig. A.8 Diagrama de control puerta derecha

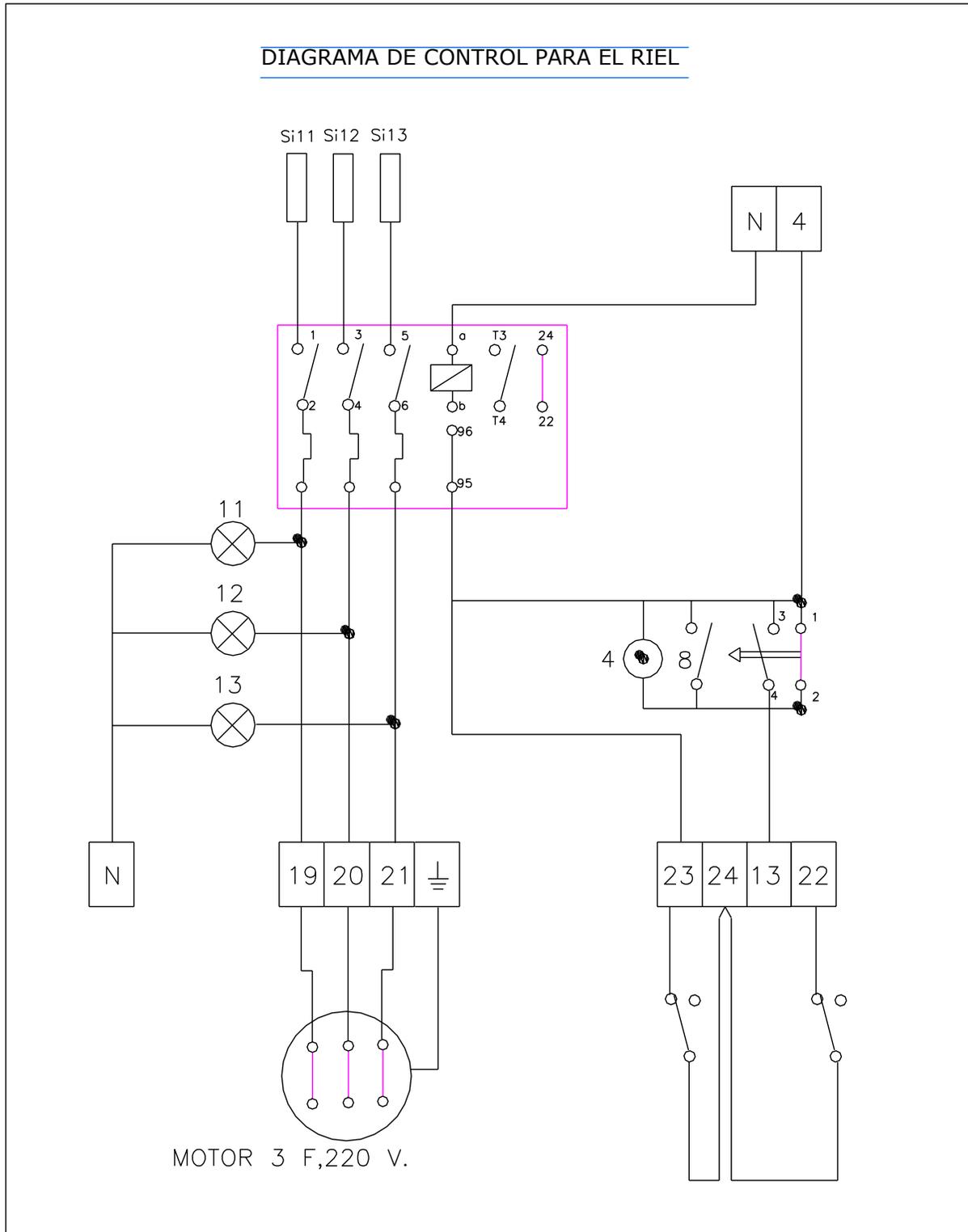


Fig. A.9 Diagrama de control del riel

A.2 DATOS TÉCNICOS DE COMPONENTES UTILIZADOS

INTERRUPTORES MDW

El interruptor termomagnético MDW fue desarrollado para protección de instalaciones eléctricas contra sobrecarga y cortocircuito. Con corrientes que varían de 2 hasta 100 A, el MDW puede ser monopolar, bipolar, tripolar o tetrapolar. Disparadores térmicos y magnéticos para protección contra sobrecarga y cortocircuito actúan con rapidez en la detección y extinción de la falla.

Posee mecanismo de "disparo libre" garantizando la actuación del interruptor mismo con palanca de accionamiento trabada en la posición "conectado". Contactos especiales garantizan la seguridad contra soldadura en caso de cortocircuito, así como la cámara de extinción de arco, que absorbe la energía del arco eléctrico y extínguelo, cuando ocurre el cortocircuito. Los interruptores MDW cuentan también con bloques de contactos auxiliares (1 NAC), suministrados como accesorios.

Curvas de disparo

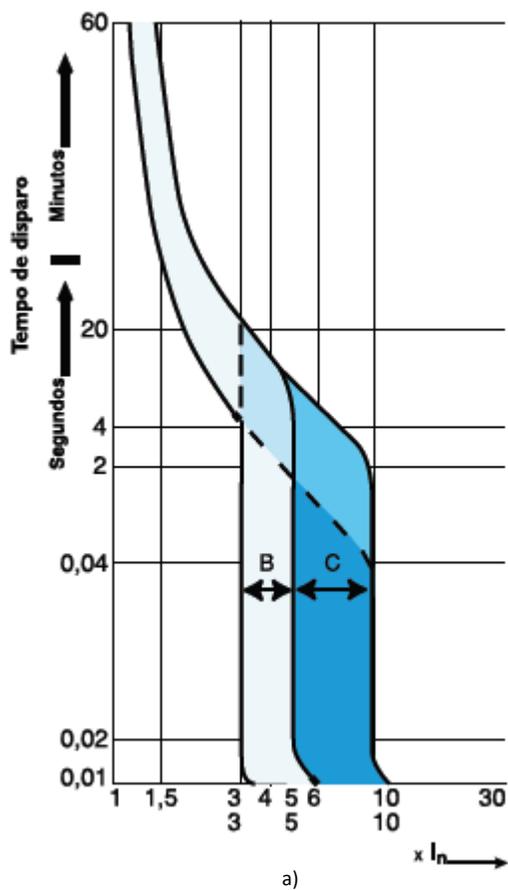
El interruptor MDW atiende las curvas características de disparo B y C, conforme la Norma IEC 60898, pudiendo ser utilizado en las más variadas aplicaciones.

Curva B

El interruptor de curva B tiene como característica principal el disparo instantáneo para corrientes entre 3 hasta 5 veces la corriente nominal. De esta manera, son aplicados principalmente en la protección de circuitos con características resistivas o con grandes distancias de cables involucradas. Ejemplo: Lámparas incandescentes, duchas, calentadores eléctricos, etc.

Curva C

El mini interruptor de curva C tiene como característica el disparo instantáneo para corrientes entre 5 hasta 10 veces la corriente nominal. De esta manera, son aplicados para la protección de circuitos con instalación de cargas inductivas. Ejemplo: Lámparas fluorescentes, heladeras, máquinas de lavar, etcétera.



b)

Fig. A.10 Interruptores MDW

a) Curvas de disparo; b) Ejemplo de un interruptor MDW100 monopolar

Tabla de Selección

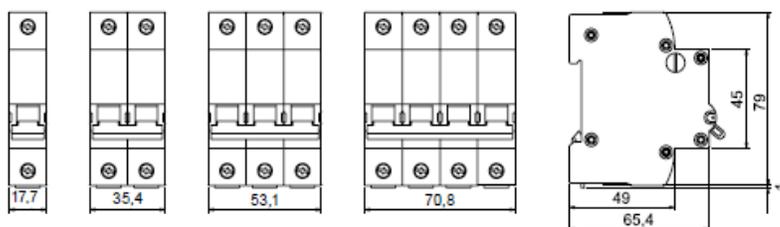
Corriente nominal In (A)	Referencias						
	Monopolar		Bipolar		Tripolar		Tetrapolar
	Curva B	Curva C	Curva B	Curva C	Curva B	Curva C	Curva C
2		MDW-C2		MDW-C2-2		MDW-C2-3	
4		MDW-C4		MDW-C4-2		MDW-C4-3	
6	MDW-B6	MDW-C6	MDW-B6-2	MDW-C6-2	MDW-B6-3	MDW-C6-3	MDW-C6-4
10	MDW-B10	MDW-C10	MDW-B10-2	MDW-C10-2	MDW-B10-3	MDW-C10-3	MDW-C10-4
16	MDW-B16	MDW-C16	MDW-B16-2	MDW-C16-2	MDW-B16-3	MDW-C16-3	MDW-C16-4
20	MDW-B20	MDW-C20	MDW-B20-2	MDW-C20-2	MDW-B20-3	MDW-C20-3	MDW-C20-4
25	MDW-B25	MDW-C25	MDW-B25-2	MDW-C25-2	MDW-B25-3	MDW-C25-3	MDW-C25-4
32	MDW-B32	MDW-C32	MDW-B32-2	MDW-C32-2	MDW-B32-3	MDW-C32-3	MDW-C32-4
40	MDW-B40	MDW-C40	MDW-B40-2	MDW-C40-2	MDW-B40-3	MDW-C40-3	MDW-C40-4
50	MDW-B50	MDW-C50	MDW-B50-2	MDW-C50-2	MDW-B50-3	MDW-C50-3	MDW-C50-4
63	MDW-B63	MDW-C63	MDW-B63-2	MDW-C63-2	MDW-B63-3	MDW-C63-3	MDW-C63-4
70	MDW-B70	MDW-C70	MDW-B70-2	MDW-C70-2	MDW-B70-3	MDW-C70-3	MDW-C70-4
80	MDW-B80	MDW-C80	MDW-B80-2	MDW-C80-2	MDW-B80-3	MDW-C80-3	MDW-C80-4
100	MDW-B100	MDW-C100	MDW-B100-2	MDW-C100-2	MDW-B100-3	MDW-C100-3	MDW-C100-4

ACCESORIOS			
Tipo	Configuración de los contactos	Aplicación	Referencias
Bloque de contactos auxiliares	1 REV	MDW (2 hasta 63 A)	MDW-BC1
		MDW (70 A, 100 A)	MDW-BC2
Datos Técnicos - Bloques de Contactos Auxiliares			
Capacidad de conmutación de los contactos	AC-14	6A (230 Vca), 3A (400 Vca)	
	DC-12	2A (60 Vcc), 1A (125 Vcc)	
	DC-13	6A (24 Vcc), 2A (48 Vcc)	
Peso (kg)			0,04

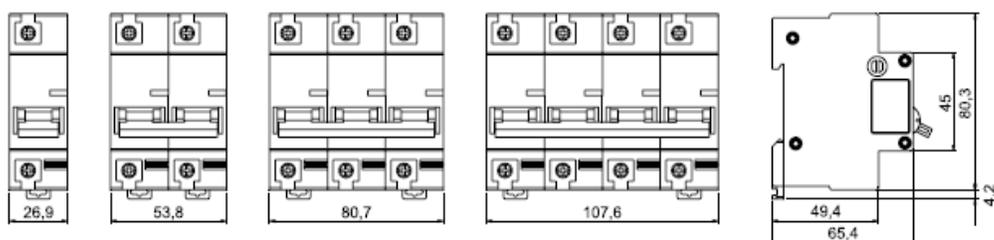
DATOS TÉCNICOS		
Normas	IEC 60898, IEC 60947-2	
Tensión nominal de operación Ue	400 Vca	
Tensión nominal de aislamiento Ui	660 Vca	
Frecuencia	50 / 60 Hz	
Corrientes nominales In	2 a 100 A	
Capacidad de interrupción de cortocircuito - Ics / Icn	IEC 60898	3 kA (6 a 100 A); 1,5 kA (2 A, 4 A)
	IEC 60947-2	5 kA (6 a 100 A); 1,5 kA (2 A, 4 A)
Curvas de disparo	B (3 hasta 5 veces In)	
	C (5 hasta 10 veces In)	
Número de pólos	1, 2, 3 e 4P	
Temperatura ambiente	-5 hasta 40° C	
Vida eléctrica	6000 maniobras	
Vida mecánica	20000 maniobras	
Grado de protección	IP 20	
Capacidad de conexión	MDW (2 hasta 63 A)	1 hasta 25 mm ²
	MDW (80 A, 100 A)	10 hasta 35 mm ²
Posición de montaje	Sin restricción	
Fijación	Riel DIN 35 mm	
Peso (kg)	Monopolar	0,105 (2 hasta 63 A); 0,155 (70 A, 100 A)
	Bipolar	0,210 (2 hasta 63 A); 0,315 (70 A, 100 A)
	Tripolar	0,315 (2 hasta 63 A); 0,475 (70 A, 100 A)
	Tetrapolar	0,420 (2 hasta 63 A); 0,630 (70 A, 100 A)

Dimensiones

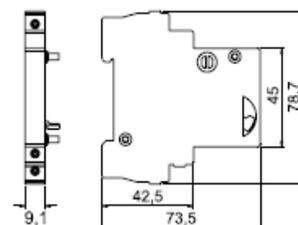
Línea MDW (2 A...63 A) SIW (40 A, 63 A)



Línea MDW (70 A...100 A)



MDW-BC/BC2



INTERRUPTORES MBW

El interruptor termomagnético de la línea MBW protege principalmente instalaciones eléctricas contra la sobrecarga y el cortocircuito. Para corrientes de 2A hasta 63A , el MBW son disponibles en 1 polo , 2 polos , 3 polos y 3 polos con neutro.

Posee mecanismo de " disparo libre " garantizando la actuación del interruptor aún cuando en forma mecánica se mantenga la palanca de accionamiento en posición de conexión.

Son utilizados contactos especiales de plata que ofrecen seguridad contra soldadura. Los terminales están protegidos contra contacto directo accidental.

Posee cámara extintora del arco, disparador térmico para protección de sobrecarga y disparador electromagnético para protección de cortocircuitos.

Curvas de disparo

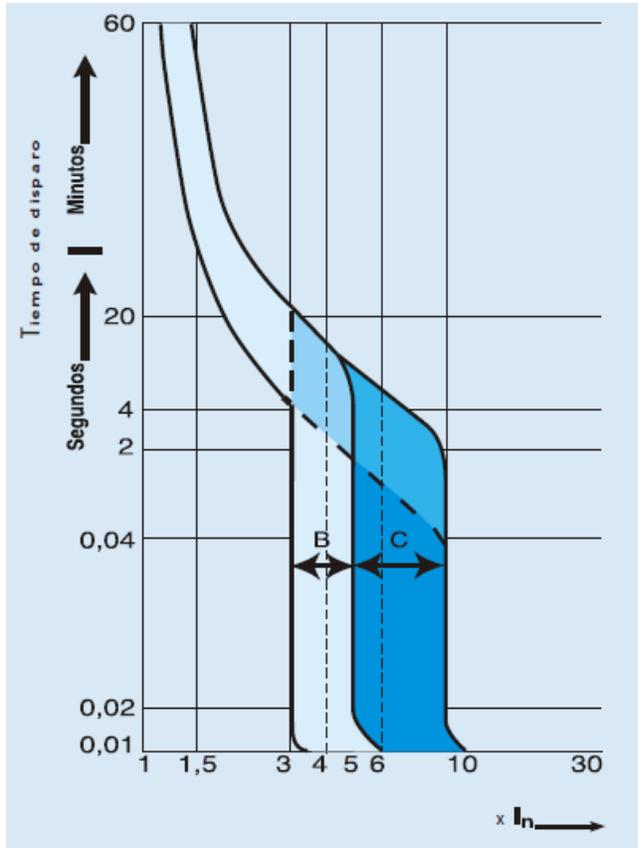
Los interruptores termomagnéticos MBW responden en sus características de disparo a las curvas de disparo B y C, de la norma IEC 60 898.

✚ Curva B

El interruptor de curva B tiene como característica principal el disparo instantáneo para corrientes de 3 hasta 5 veces la corriente nominal. Son empleados en la protección de circuitos domiciliarios o comerciales.

✚ Curva C

El interruptor de curva C tiene como característica principal el disparo instantáneo para corrientes de 5 hasta 10 veces la corriente nominal. Son empleados en la protección de circuitos con cargas inductivas.



a)



b)

Fig. A.11: Interruptores MBW, a) Curvas características, b) Ejemplo de un interruptor MBW tripolar

Tabla de Selección

In (A)	1 polo		2 polos		3 polos		3 polos + Neutro
	Curva B	Curva C	Curva B	Curva C	Curva B	Curva C	Curva C
2	-	MBW-C2	-	MBW-C2-2	-	MBW-C2-3	-
4	-	MBW-C4	-	MBW-C4-2	-	MBW-C4-3	-
6	MBW-B6	MBW-C6	MBW-B6-2	MBW-C6-2	MBW-B6-3	MBW-C6-3	MBW-C6-3N
10	MBW-B10	MBW-C10	MBW-B10-2	MBW-C10-2	MBW-B10-3	MBW-C10-3	MBW-C10-3N
16	MBW-B16	MBW-C16	MBW-B16-2	MBW-C16-2	MBW-B16-3	MBW-C16-3	MBW-C16-3N
20	MBW-B20	MBW-C20	MBW-B20-2	MBW-C20-2	MBW-B20-3	MBW-C20-3	MBW-C20-3N
25	MBW-B25	MBW-C25	MBW-B25-2	MBW-C25-2	MBW-B25-3	MBW-C25-3	MBW-C25-3N
32	MBW-B32	MBW-C32	MBW-B32-2	MBW-C32-2	MBW-B32-3	MBW-C32-3	MBW-C32-3N
40	MBW-B40	MBW-C40	MBW-B40-2	MBW-C40-2	MBW-B40-3	MBW-C40-3	MBW-C40-3N
50	MBW-B50	MBW-C50	MBW-B50-2	MBW-C50-2	MBW-B50-3	MBW-C50-3	MBW-C50-3N
63	MBW-B63	MBW-C63	MBW-B63-2	MBW-C63-2	MBW-B63-3	MBW-C63-3	MBW-C63-3N

Ejemplo de código

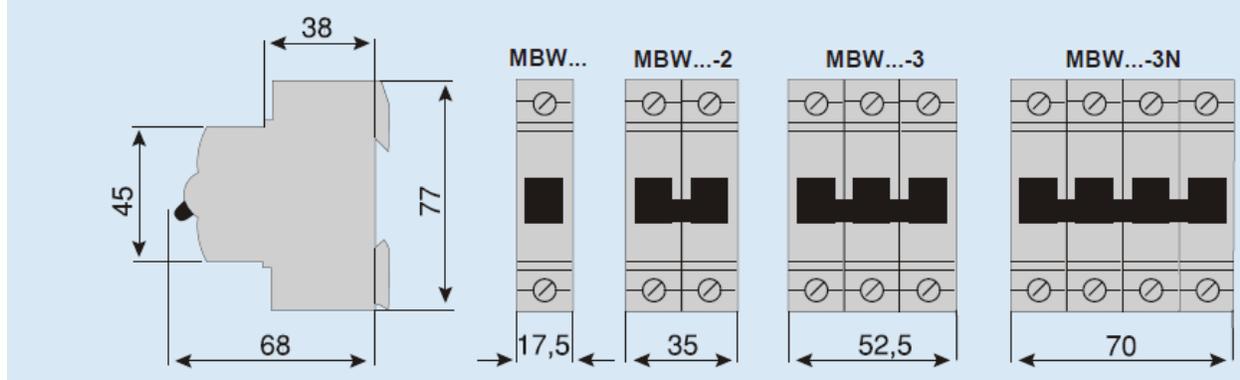


Datos Técnicos

Normas	NBR IEC 60898, NBR IEC 60947-2, IEC 60947-2, IEC 60898 y VDE 0641		
Tensión máxima de servicio (Vca)	440Vca - 50/60Hz		
Tensión máxima de servicio (Vcc)	60Vcc		
Corrientes nominales	2 hasta 63A		
Frecuencia	50/60Hz		
Temperatura ambiente (°C)	-20 hasta +50		
Curvas de disparo según IEC 60 898	Curva B (3 hasta 5 veces In)		
	Curva C (5 hasta 10 veces In)		
Vida eléctrica	10.000 maniobras		
Vida mecánica	20.000 maniobras		
Grado de protección	IP 20		
Sección de conductores (mm ²)	0,75 hasta 25		
Posición de montaje	indistinta		
Fijación	riel DIN 35mm		
Capacidad de interrupción			
CA	NEMA AB1	120/240V	10kA
	IEC 60 947-2	230/400V	6kA
	IEC 60 898	230/400V	3kA
Peso (kg)	1 polo		0,100
	2 polos		0,197
	3 polos		0,302
	3 polos + neutro		0,401

Dimensiones

Interruptores termomagnéticos MBW



CONTACTOS DE SOBRECARGA CWM 9

Los contactores Weg presentan alta tecnología ofreciendo al usuario mayor seguridad y facilidad de instalación.

Principales características (Línea CWM):

- Completa línea de accesorios incluyendo temporizadores neumáticos y bloqueo mecánico.
- Posibilidad de aumentar la cantidad de contactos auxiliares a través de bloques aditivos frontales / laterales
- Conexiones de fácil acceso para uno o dos conductores
- Sistema de fijación para montaje rápido en rieles DIN EN 50.022 - 35mm.
- Especificación técnica según normas IEC 947 y VDE 0660.

Contactores			CWM 9
Tripolares/Tetrapolares Línea CWM			
Bobina Corriente Alterna - CA ¹⁾ 50/60Hz o 60Hz Bobina Corriente Continua - CC ¹⁾			CA-.10/01 CC-.10/01 
AC-3 Arranque de motores de jaula con desconexión en régimen nominal.	Ie máx. (Ue ≤ 440V) (A)		9
	Potencia (50 y 60Hz)	220V HP	3
		380V HP	5 (5,5 ²⁾)
		440V HP	6 (5,5 ²⁾)
Man. / hora a plena carga		1200	
AC-4 Arranque de motores de jaula, servicio/marcha intermitente e inversión de marcha a plena carga (maniobras pesadas).	Ie máx. (Ue ≤ 690V) (A)		5
	Potencia (50 y 60Hz)	220V HP	1,5
		380V HP	3
		440V HP	3
Man. / hora a plena carga		360	
AC-1 Maniobras de cargas resistivas puras o debilmente inductivas.	Carga resistiva Ie = I _{th} (A)		25
	Potencia (50 y 60Hz)	220V kW	9,5
		380V kW	16,5
		440V kW	19
Man. / hora a plena carga		1200	
Nº de polos ³⁾			3 polos
Fusible máximo (gL/gG) ⁴⁾			A 25
Cons. Bobina (CA en 50Hz) ⁵⁾ "Ligar" / "Ligada" VA			45/6
Peso CA/CC			kg 0,295/0,490
Dimensiones	Ancho	mm	45
	Altura	mm	81
	Profundidad CA/CC	mm	85/115

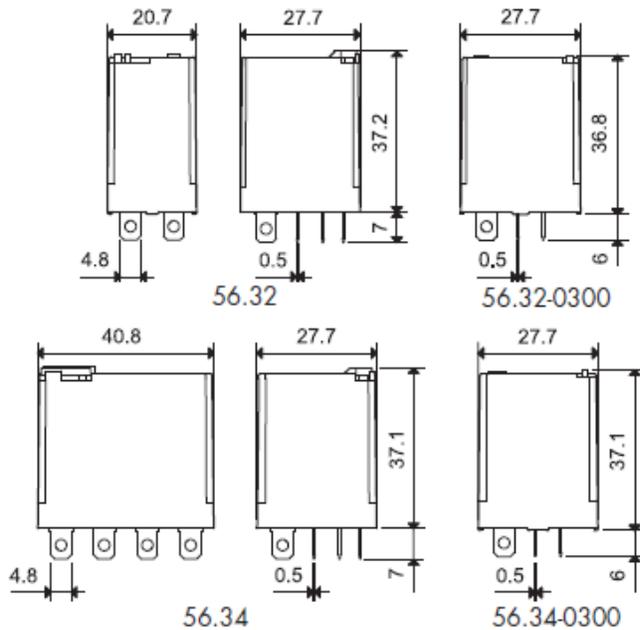
RELÉ DE POTENCIA 12 A FINDER



Características

Montaje: enchufable en zócalo o Faston
Relé de potencia 12 A con 2 o 4 contactos

- Aleta de fijación en la parte posterior (Faston 187, 4.8x0.5 mm)
- Bobina AC o DC
- Pulsador de prueba enclavable e indicador mecánico
- Contactos sin Cadmio (ejecución estándar)
- Materiales de contacto opcionales
- Zócalos serie 96
- Módulos de señalización y protección CEM
- Accesorios

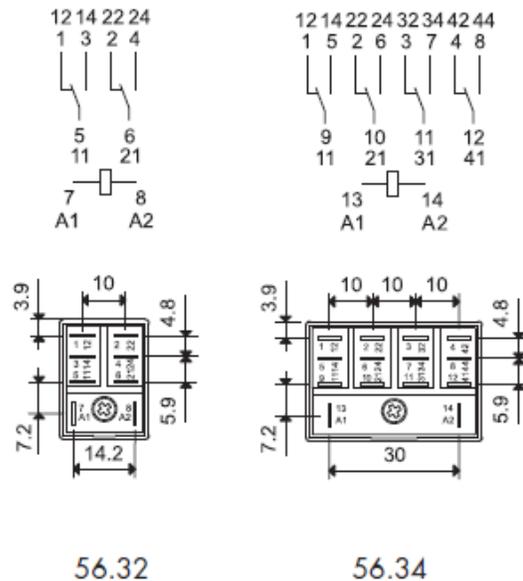


* Sólo para 4 contactos conmutados o 4 NA.
PARA CARGAS DE MOTORES Y "PILOT DUTY" HOMOLOGADAS
POR UL VER "Información Técnica General" página V

56.32/56.34

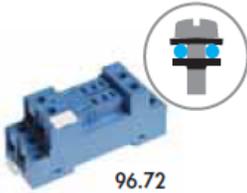


- 2 o 4 contactos conmutados
- Montaje en zócalos / Faston 187



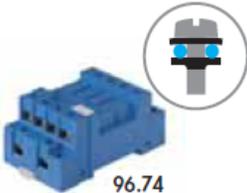
Características de los contactos			
Configuración de contactos		2 contactos conmutados	4 contactos conmutados
Corriente nominal/Máx. corriente instantánea	A	12/20	
Tensión nominal/Máx. tensión de conmutación	V AC	250/400	
Carga nominal en AC1	VA	3000	
Carga nominal en AC15 (230 V AC)	VA	700	
Motor monofásico (230 V AC)	kW	0.55	
Capacidad de ruptura en DC1: 30/110/220 V A		12/0.5/0.25	
Carga mínima conmutable	mW (V/mA)	500 (10/5)	
Material estándar de los contactos		AgNi	
Características de la bobina			
Tensión nominal	V AC (50/60 Hz)	6, 12, 24, 48, 60, 110, 120, 230, 240, 400	
de alimentación (U_N)	V DC	6 - 12 - 24 - 48 - 60 - 110 - 125 - 220	
Potencia nominal en AC/DC	VA (50 Hz)/W	1.5/1	2/1.3
Campo de funcionamiento	AC	$(0.8...1.1)U_N$	
	DC	$(0.8...1.1)U_N$	$(0.85...1.1)U_N$
Tensión de mantenimiento	AC/DC	$0.8 U_N/0.6 U_N$	
Tensión de desconexión	AC/DC	$0.2 U_N/0.1 U_N$	
Características generales			
Vida útil mecánica AC/DC	ciclos	$20 \cdot 10^6/50 \cdot 10^6$	
Vida útil eléctrica con carga nominal en AC1	ciclos	$100 \cdot 10^3$	
Tiempo de respuesta: conexión/desconexión	ms	8/8	
Aislamiento entre bobina y contactos (1.2/50 μ s)	kV	4	5
Rigidez dieléctrica entre contactos abiertos	V AC	1000	
Temperatura ambiente	°C	-40...+70	
Categoría de protección		RTI	
Homologaciones (según los tipos)		    	

ZÓCALO PARA RELEVADORES



96.72

Homologaciones (según los tipos):

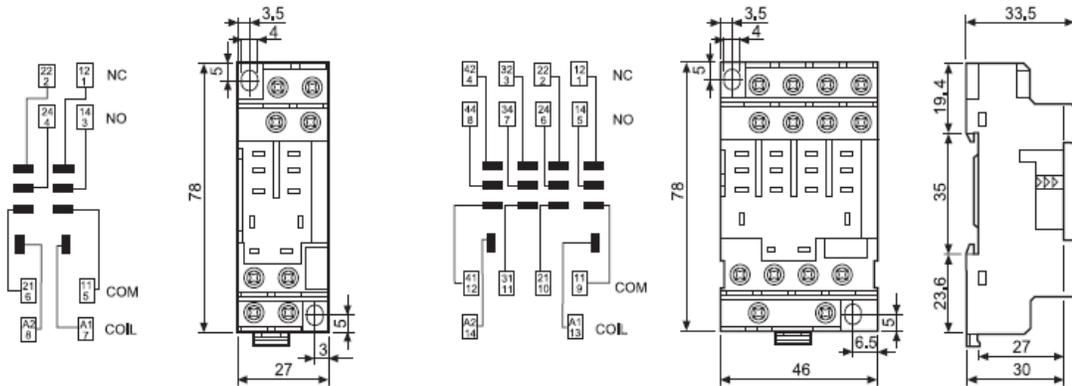


96.74

Homologaciones (según los tipos):



Zócalo con bornes a pletina: montaje en panel o carril 35 mm (EN 60715)	96.72	96.72.0	96.74	96.74.0
	Azul	Negro	Azul	Negro
Tipo de relé	56.32		56.34	
Accesorios				
Brida de retención metálica (suministrada con el zócalo - código de embalaje SMA)	094.71		096.71	
Modulos (ver tabla abajo)			99.01	
Características generales				
Valor nominal	12 A - 250 V			
Rigidez dieléctrica	2 kV AC			
Grado de protección	IP 20			
Temperatura ambiente	°C -40...+70			
Par de apriete	Nm	0.8		
Longitud de pelado del cable	mm	10		
Capacidad de conexión de los bornes para zócalos 96.72 y 96.74		hilo rígido		hilo flexible
	mm ²	1x4 / 2x4		1x4 / 2x2.5
	AWG	1x12 / 2x12		1x12 / 2x14



RELEVADOR SHRACK PT570730

Fig. A.12 Relevador Shrack PT570730

Tipo de bobina: Monoestable de AC

Voltaje de alimentación de la bobina: 230 V

Número de polos: 4 conmutados

Voltaje nominal de AC en los contactos: 240 V

Resistencia de la bobina: 19.465 k Ω

Corriente máxima de AC en los contactos: 6 A

Corriente máxima de CD en los contactos: 12 A

Voltaje máximo de AC en los contactos: 230 V

Voltaje máximo de DC en los contactos: 230 V

Temperatura de operación: de -45 °C a 70 °C

Material de los contactos: Ag/Ni 90/10

PULSADOR DE FIN DE CARRERA SIEMENS 3SE3-1001F

Datos técnicos	
Tensión nominal de aislamiento U_i	AC 500 V DC 500 V
Grupo de aislamiento	C según VDE 0110
Corriente térmica I_{th}	10 A
Tensión nominal de servicio U_e	AC 500 V por encima de c.a. 480 V sólo para el mismo potencial.
Corriente nominal de servicio	$U_e = AC 230 V 6 A$
$I_e/AC-11$ para	$U_e = AC 400 V 4 A$
Protección contra cortocircuitos: fusibles DIAZED	6 A T Dz., 10 A Dz
Vida mecánica	10 x 10 ⁶ ciclos de maniobra
Vida eléctrica con categoría de servicio AC-11	
Conectado a los contactores 3RH11, 3RT1016 hasta 3RT1034	10 x 10 ⁶ ciclos de maniobra
En la desconexión de $I_e/AC-11$ con 230 V	0,5 x 10 ⁶ ciclos de maniobra
Frecuencia de maniobras conectado a contactores 3RH11, 3RT1016 hasta 3RT1034	6 x 10 ³ ciclos de maniobra
Precisión mecánica de maniobra	0,05 mm con frecuentes conexiones medido en el vástago
Temperatura admisible	-30°C hasta + 85°C
Sección de conexión (tornillos de conexión M3.5)	2 x 15 mm ² conductor de varios hilos con terminal cualquiera 2 x 2,5 mm ² conductor de un sólo hilo



CONTACTOS HARTMANN H, MODELO 115-026

125 – 480 V CA

15 A



DATOS TÉCNICOS DE LOS MOTORES

A continuación se mencionan de manera breve las características de los motores, debido a que no se encontraron más especificaciones por parte del fabricante.

+ Motores para abrir y cerrar puertas

Estos motores son iguales, sus principales características son:

Son motores trifásicos

Alimentación: 380/220 V CA, 0.19/0.33 A

Fabricante: Wilhelm Diekhof GmbH+Co KG

Cos φ : 0.65

+ Motor para mover el riel

Motor Trifásico

Alimentación: 380/220 V CA, 0.58/1 A

Fabricante: Wilhelm Diekhof GmbH+Co KG

Cos φ : 0.72

A.3 CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES

No.	ACTIVIDAD		SEMANAS															
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
1	Análisis y levantamiento de esquemas del Sistema a modernizar	P	■	■														
		R	■															
2	Elaboración de diagramas generado a parti del del análisis	P			■													
		R		■														
3	Verificación de material a utilizar	P			■	■												
		R			■	■												
4	Diseño de la nueva propuesta	P					■											
		R					■											
5	Retiro del sistema	P						■										
		R						■										
6	Valoración y mantenimieto de componentes retirados	P							■	■								
		R							■									
7	Búsqueda y adquisición de componentes	P									■							
		R								■								
8	Ubicación e instalación de componente(PLC, sensores, actuadores)	P										■	■					
		R										■	■					
9	Pruebas con del sistema en diferentes etapas	P												■	■	■		
		R										■	■					
10	Cableado y conexión de componentes	P														■	■	■
		R											■	■				
11	Pruebas con el nuevo sistema totalmente instalado	P															■	
		R													■			
12	Redacción del informe final	P															■	■
		R														■		
13	Elaboración del manual de operación	P																■
		R															■	

