



**Rehabilitación del sistema de control de las campanas en la iglesia La Catedral de  
Latacunga**

Chancusig Bustillos, Favio Stalin

Departamento de Eléctrica y Electrónica

Carrera de Tecnología Superior en Automatización e Instrumentación

Monografía, previo a la obtención del título de Tecnólogo Superior en Automatización e  
Instrumentación

Ing. Proaño Cañizares, Zahira Alexandra

02 de febrero del 2023

Latacunga

2/2/23, 15:05

Revisión Sr Chancusig\_2

## Informe de originalidad

NOMBRE DEL CURSO  
Revisión tesis

NOMBRE DEL ALUMNO  
FAVIO STALIN CHANCUSIG BUSTILLOS



NOMBRE DEL ARCHIVO  
FAVIO STALIN CHANCUSIG BUSTILLOS - Documento sin título

Ing. Zahira Proaño C.  
C. C.: 0502272131

SE HA CREADO EL INFORME  
2 feb 2023

### Resumen

Fragmentos marcados	8	3 %
Fragmentos citados o entrecorridos	2	0,5 %

#### Coincidencias de la Web

docsity.com	2	1 %
ucb.edu.bo	3	1 %
unpasoaldia.com	1	0,5 %
inoxmim.com	1	0,5 %
books.google.com	1	0,3 %
tecsaqro.com.mx	1	0,3 %
sites.google.com	1	0,2 %

1 de 10 fragmentos

Fragmento del alumno MARCADO

**El uso de las campanas en la Iglesia** la Catedral es tan provechoso y tan útil pues con su armonioso sonido, estimulan los ánimos de los fieles a la devoción, alegran los corazones para pedir auxilio a...

#### Mejor coincidencia en la Web

**El uso de las campanas en la Iglesia es tan provechoso y tan útil pues con su sonido, excitan los ánimos de los fieles a la devoción, alegran los corazones para pedir auxilio a Dios.**

Las Campanas, su Significado y por qué el Demonio las odia <https://unpasoaldia.com/2020/07/26/las-campanas-su-significado-y-por-que-el-demonio-las-odia/>

2 de 10 fragmentos

Fragmento del alumno CITADO

...Alegria y Albert Mario (2017), en su proyecto titulado "**Prototipado e implementación de la automatización de un campanario caso parroquia apostol Santiago**

#### Mejor coincidencia en la Web

**Prototipado e implementación de la automatización de un campanario caso parroquia apostol Santiago.** Con el avanzar de la tecnología, muchos trabajos tediosos y repetitivos pueden llegar a ser...

Prototipado e implementación de la automatización de un campanario <https://www.bibvirtual.ucb.edu.bo/opac/Record/101004168/Details>

3 de 10 fragmentos

Fragmento del alumno MARCADO

**Esta actividad, debía ser ejercida puntualmente** cada día, **algo que tomaba tiempo del** operador de la iglesia el cual podía ser invertido en alguna otra actividad

#### Mejor coincidencia en la Web

**Esta actividad, debía ser realizada puntualmente, algo que tomaba tiempo del personal de la iglesia el cual podía ser invertido en alguna otra actividad,** de las muchas que hay en la parroquia.

Prototipado e implementación de la automatización de un campanario <https://www.bibvirtual.ucb.edu.bo/opac/Record/101004168/Details>

4 de 10 fragmentos

Fragmento del alumno MARCADO

...el cual podía ser invertido en alguna otra actividad. **Con el avanzar de la tecnología, muchos trabajos tediosos y repetitivos pueden llegar a ser optimizados y automatizados.**



## Departamento de Eléctrica y Electrónica

### Carrera de Tecnología Superior en Automatización e Instrumentación

#### Certificación

Certifico que la monografía: **“Rehabilitación del sistema de control de las campanas en la iglesia La Catedral de Latacunga”** fue realizado por el señor **Chancusig Bustillos, Favio Stalin**, el mismo que cumple con los requisitos legales, teóricos, científicos, técnicos y metodológicos establecidos por la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE; además, fue revisado y analizada en su totalidad por la herramienta de prevención y/o verificación de similitud de contenidos; razón por la cual me permito acreditar y autorizar para que se lo sustente públicamente.

Latacunga, 02 de febrero de 2023



firmado electrónicamente por:  
ZAHIRA ALEXANDRA  
PROAÑO CAÑIZARES

**Ing. Proaño Cañizares, Zahira Alexandra**

C. C.: 0502272131



## **Departamento de Eléctrica y Electrónica**

### **Carrera de Tecnología Superior en Automatización e Instrumentación**

#### **Responsabilidad de Autoría**

Yo, **Chancusig Bustillos, Favio Stalin**, con cédula de ciudadanía **N°0504366899**, declaro que el contenido y criterio de la monografía: **"Rehabilitación del sistema de control de las campanas en la iglesia La Catedral de Latacunga"** es de mi autoría autoría y responsabilidad, cumpliendo con los requisitos legales, teóricos, científicos, técnicos y metodológicos establecidos por la Universidad de las Fuerzas Armas ESPE, respetando los derechos intelectuales de terceros y referenciando las citas bibliográficas.

Latacunga, 02 de febrero de 2023

**Chancusig Bustillos, Favio Stalin**

C.C.: 0504366899



## **Departamento de Eléctrica y Electrónica**

### **Carrera de Tecnología Superior en Automatización e Instrumentación**

#### **Autorización de Publicación**

Yo, **Chancusig Bustillos, Favio Stalin**, con cédula de ciudadanía **N°0504366899**, autorizo a la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE publicar la monografía: **“Rehabilitación del sistema de control de las campanas en la iglesia La Catedral de Latacunga”** en el Repositorio Institucional, cuyo contenido, ideas y criterios es de mi autoría.

Latacunga, 02 de febrero de 2023

**Chancusig Bustillos, Favio Stalin**

C.C.: 0504366899

## Dedicatoria

A mi madre Jeny, por su sacrificio, cariño, consejos y confianza, velando porque no me faltara nada a lo largo de mi formación como profesional y persona. Sin ella no habría culminado mis estudios.

A mis abuelitos Martha y Efraín, que desde el cielo supieron darme la confianza el ánimo, cariño y su apoyo cuando más lo necesitaba.

A mis padre y hermanas Flavio, Nicole y Mahite que, a través de su apoyo y cariño me contagiaban de entusiasmo para seguir adelante.

## **Agradecimiento**

Agradezco a Dios por brindarme confianza y cuidarme en las situaciones más difíciles de transcurso de mi vida y mi carrera.

A mi Madre, Padre y hermanas por la comprensión el cariño y el sacrificio que me mostraron en todo este transcurso.

A la Universidad de las fuerzas Armadas ESPE, por facilitarme de sus instalaciones para formarme y desarrollarme como profesional.

A todos los buenos amigos que realice en la universidad, con los que aprendí y compartí momentos inolvidables y valiosos.

A mis profesores por brindarme de sus conocimientos teóricos y prácticos para desempeñar en el campo laboral.

## ÍNDICE DE CONTENIDOS

Carátula.....	1
Reporte de verificación de contenidos.....	2
Certificación.....	3
Responsable autoría.....	4
Autoría de publicidad.....	5
Dedicatoria.....	6
Agradecimiento.....	7
Índice de contenidos.....	8
Índice de figuras.....	9
Índice de tabla.....	10
<i>Resumen</i> .....	13
Abstract.....	14
Capítulo I: Introducción.....	15
Tema.....	15
Antecedentes.....	15
<i>Planteamiento del problema</i> .....	16
Justificación.....	16
Objetivos.....	17
<i>Objetivo general</i> .....	17
Objetivos específicos.....	17
Alcance.....	17
Capítulo II: Marco teórico.....	19

Automatización.....	19
<b>Sistema de control.....</b>	<b>19</b>
<i>Planta</i> .....	20
<i>Transductor</i> .....	20
<i>Controlador</i> .....	21
<i>Actuadores</i> .....	21
<b>Tipos de sistema de control.....</b>	<b>22</b>
<i>Lazo abierto</i> .....	23
<i>Lazo cerrado</i> .....	23
<i>Lógica cableada</i> .....	24
<i>Diagrama de fuerza</i> .....	25
<i>Diagrama de alambrado</i> .....	26
<i>Diagrama unifilar</i> .....	26
<i>Diagrama o esquema de interconexiones</i> .....	29
<b>Lógica programada.....</b>	<b>29</b>
<b>Autómatas programables .....</b>	<b>30</b>
<b>Microcontroladores .....</b>	<b>31</b>
<b>Computadores industriales .....</b>	<b>32</b>
<i>Protecciones</i> .....	32
<i>Sobrecarga</i> .....	33
<b>Cortocircuito.....</b>	<b>33</b>
<b>Capítulo III: Sistema automático de campanas.....</b>	<b>35</b>

Programador de campanas.....	36
<i>Tablero de control TDSC</i> .....	37
Tablero de control TDP .....	41
Electromartillo.....	42
Diagrama de alambrado.....	44
Capítulo IV:Conclusiones y recomendaciones.....	47
Conclusiones.....	47
Recomendaciones.....	48
Bibliografía.....	49
Anexos.....	53

**ÍNDICE DE TABLAS**

<b>Tabla 1</b> <i>Dispositivos existentes</i> .....	40
---	----

## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Figura 1</b> <i>Esquema general de un sistema de control en lazo cerrado</i> .....	20
<b>Figura 2</b> <i>Diagrama de sistema de control de lazo abierto</i> .....	23
<b>Figura 3</b> <i>Diferencia entre la lógica cableada y la programada</i> .....	24
<b>Figura 4</b> <i>Protecciones eléctricas</i> .....	27
<b>Figura 5</b> <i>Simbología del contactor</i> .....	28
<b>Figura 6</b> <i>Partes del contactor</i> .....	28
<b>Figura 7</b> <i>Lenguaje para los microcontroladores</i> .....	32
<b>Figura 8</b> <i>Constitución de un cartucho fusible</i> .....	34
<b>Figura 9</b> <i>Sistema automático de campanas</i> .....	36
<b>Figura 10</b> <i>Programador de campanas</i> .....	37
<b>Figura 11</b> <i>Tablero de distribución del sistema de campanas</i> .....	38
<b>Figura 12</b> <i>Tablero de control del sistema de campana automático</i> .....	40
<b>Figura 13</b> <i>Diagrama unifilar TDP</i> .....	41
<b>Figura 14</b> <i>Electromartillo</i> .....	42
<b>Figura 15</b> <i>Diagrama de fuerza sistema automático de campanas</i> .....	43
<b>Figura 16</b> <i>Levantamiento de información diagrama de control</i> .....	44
<b>Figura 17</b> <i>Ubicación de conexiones del TDSC</i> .....	45
<b>Figura 18</b> <i>Conexiones del TDSC con etiquetas</i> .....	46

## Resumen

El documento presenta las acciones realizadas para la rehabilitación del sistema de control de campanas, en la iglesia la Catedral ubicada en el cantón Latacunga entre las calles General Maldonado y Quito. La iglesia posee un sistema de control en lazo abierto y lógica cableada conformado por 8 campanas controladas desde el programador de campanas que activan y desactivan los electromartillos, que, a su vez, golpean las campanas al ritmo seleccionado. Al sistema de control se lo dividió en tres partes: a) El programador de campanas ubicado en la planta baja en el ala derecha; b) Tableros de control, ubicados en el campanario; y c) los electromartillos, ubicados en el campanario. Para encontrar las fallas que causaban que el sistema no funcione, se midió voltajes y corrientes en los tableros existentes donde, se encontró que los conductores de los electromartillos 2,5,7 y 8 estaban conectados erróneamente en las borneras del XB1, por tanto, se reubicó los cables de acuerdo al diagrama de conexiones realizado. Al revisar el tablero TDP, se observó que la chaqueta de los cables que alimentan al tablero se encontraba expuesta pudiéndose ver el cobre, por tanto, se realizó el reemplazo de los mismos. Además, se verificó la continuidad y se determinó que los fusibles F8, F6, F12 estaban quemados, por tanto, se realizó el cambio. Al finalizar este proyecto se rehabilitó el sistema de campanas, es así que, actualmente las campanas suenan al ritmo que se seleccione.

*Palabra clave:* Programador de campanas, electro martillo, tablero de distribución del sistema de campanas.

### **Abstract**

The document presents the actions carried out for the rehabilitation of the bell control system in the Cathedral church located in Latacunga canton between General Maldonado and Quito streets. The church has an open loop and wired logic control system consisting of 8 bells controlled from the bells programmer that activate and deactivate the electromartillos, which, in turn, strike the bells at the selected rhythm. The control system was divided into three parts: a) the bell programmer located on the first floor in the right wing; b) the control panels, located in the bell tower; and c) the electric hammers, located in the bell tower. To find the faults that caused the system not to work, voltages and currents were measured in the existing panels where it was found that the conductors of the electromechanical hammers 2, 5, 7 and 8 were wrongly connected to the XB1 terminals, therefore, the cables were relocated according to the connection diagram. When checking the TDP board, it was observed that the jacket of the cables feeding the board was exposed and the copper could be seen, therefore, they were replaced. In addition, continuity was checked and it was determined that fuses F8, F6, F12 were blown, therefore, they were replaced. At the end of this project, the bell system was rehabilitated and the bells are now ringing at the selected rhythm.

*Key word:* Bell programmer, Electric hammer, Distribution board of the hood system

## Capítulo I

### Introducción

#### Tema

Rehabilitación del sistema de control de las campanas en la iglesia La Catedral de Latacunga

#### Antecedentes

La iglesia la Catedral ubicada en el cantón Latacunga, en la provincia de Cotopaxi entre las calles General Maldonado y Quito en la actualidad se encuentra ubicada sobre un plano de tres naves en dirección norte a sur.

El edificio es de estilo románico, presenta un altar de piedra pómez en el interior, incluye obras de arte de la época colonial. Es una de las estructuras más reconocibles de la ciudad y representa el claro simbolismo cultural latacungueño.

El uso de las campanas en la Iglesia la Catedral es tan provechoso y tan útil pues con su armonioso sonido, estimulan los ánimos de los fieles a la devoción, alegran los corazones para pedir auxilio a Dios.

Las campanas, además de enviar mensajes, transmiten emociones de alegría en los días festivos, de tristeza cuando nos informan del fallecimiento de alguna persona querida.

La iglesia consta de ocho campanas las cuales se encuentran ubicadas en la parte superior de la cúpula y pueden entonar diferentes canciones cómo Latacunga romántica, himno nacional, la naranja, millón de amigos entre otros.

Como antecedentes se tiene dos tesis de automatización de campanas, en las que se detalla la conclusión y resultado alcanzado de los autores:

Martínez Alegría y Albert Mario (2017), en su proyecto titulado “Prototipado e implementación de la automatización de un campanario caso parroquia apostol Santiago”, los autores utilizaron el Control automático, la Automatización, la Mecanización, Prototipado para automatizar las campanas de la de la Unidad Académica de La Paz de la Universidad Católica Boliviana “San

Pablo". Esta actividad, debía ser ejercida puntualmente cada día, algo que tomaba tiempo del operador de la iglesia el cual podía ser invertido en alguna otra actividad. Con el avanzar de la tecnología, muchos trabajos tediosos y repetitivos pueden llegar a ser optimizados y automatizados.

Alberto Campillo Quijano (2020), en su proyecto titulado "Plan de mantenimiento de una instalación de campanas". El autor utilizó el plan de mantenimiento para una instalación, en la planta campanario de la torre, de cuatro campanas provistas de yugos de madera preparados para el volteo automatizado de las mismas, además de cuatro martillos electromagnéticos para repique de las campanas por su cara exterior, todo ello gobernado por un programador colocado en la sacristía de la iglesia.

### **Planteamiento del problema**

En la iglesia la Catedral existe un control automático de campanas compuesto por ocho contactores que activan y desactivan a cada electromartillo de forma independiente, permitían a los devotos católicos de Latacunga y sus visitantes escuchar sus armoniosas entonaciones y la hora de los eventos religiosos.

La falta de mantenimiento del sistema de control y fuerza de las campanas asociado al control automático, ha causado el deterioro de los dispositivos provocando que actualmente el sistema no funcione.

Para el devoto de la ciudad de Latacunga representa una desventaja el no poder escuchar las campanas ya que el sonido, además de usarse para funerales, misas o bodas se utiliza también para avisar de un desastre natural como una posible erupción del volcán Cotopaxi, terremotos o incendios que podrían suceder en sus alrededores.

### **Justificación**

La implementación del actual proyecto de titulación "Rehabilitación del sistema de control de las campanas en la iglesia La Catedral de Latacunga" permitirá reparar el sistema

que controla las campanas, y como resultado, las melodías serán escuchadas por los feligreses y visitantes.

El beneficio que presentará la rehabilitación del sistema de campanas será permitir al operador de las campanas reproduzca de forma rápida e inmediata las canciones solicitadas, basta con pulsar uno de los 12 botones correspondiente al programador de campanas para que repique de forma automática lo que facilitará entonar las melodías y repique que se utilizan en las misas o ceremonias religiosas reduciendo el tiempo y el trabajo, evitando problemas de columna, fatiga, estrés.

## **Objetivos**

### ***Objetivo general***

Rehabilitar el sistema de control de las campanas para que emita diferentes tonos en la iglesia La Catedral de Latacunga.

### **Objetivos específicos**

- Investigar y analizar el funcionamiento de los equipos de fuerza y control del tablero de control del sistema
- Cambiar dispositivos dañados.
- Cambiar los cables de alimentación al tablero de control.
- Realizar los planos as-built del sistema de control de las campanas.

### **Alcance**

Identificar los dispositivos que se encuentren dañados y cambiarlos. Se dará mantenimiento a los accesorios que comprenden el sistema.

Se reubicará el tablero de distribución del campanario. Además, se entregará los planos as built del sistema de control y fuerza.

Se etiquetará todos los componentes eléctricos que conforman el sistema de control de campanas.

Se verificará el correcto funcionamiento del monitor de campana para el control independiente de las melodías.

## **Capítulo II**

### **Marco teórico**

El origen de la iglesia la Catedral comienza desde 1698 a 1757 durante el período colonial y fue por causas del terremoto de 1768 que termino destruida. La actual iglesia fue restaurada en 1830, creada con un torreón, con arcos de estilo romano y un detalle resaltante islámico que la hace muy original, en el torreón se aprecia un carrillón, conjunto de campanas, para el llamado a los devotos y visitantes a los eventos religiosos, anunciando las horas y las eucaristías realizadas (Latacunga Turismo, 2020).

Actualmente, la iglesia posee un sistema de automatización que controla las ocho campanas de forma fácil y sencilla evitando molestias al operador de las campanas. El programador de campanas permitía que los actuadores se activen para entonar las melodías programadas.

#### **Automatización**

Es el proceso que consiste en transmitir las tareas de producción, realizadas habitualmente por la intervención humana a un conjunto de componentes tecnológicos.

La parte operativa, es el fragmento que opera de forma directa sobre la máquina. Son los componentes que intervienen para que la máquina se active y ejecute el trabajo ansiado.

La parte de mando, se considera como la programación de la tecnología además es el componente primordial del sistema además que se encarga de la vigilancia y dirección, es controlado por medio de tecnología cableada o tarjetas electrónicas.

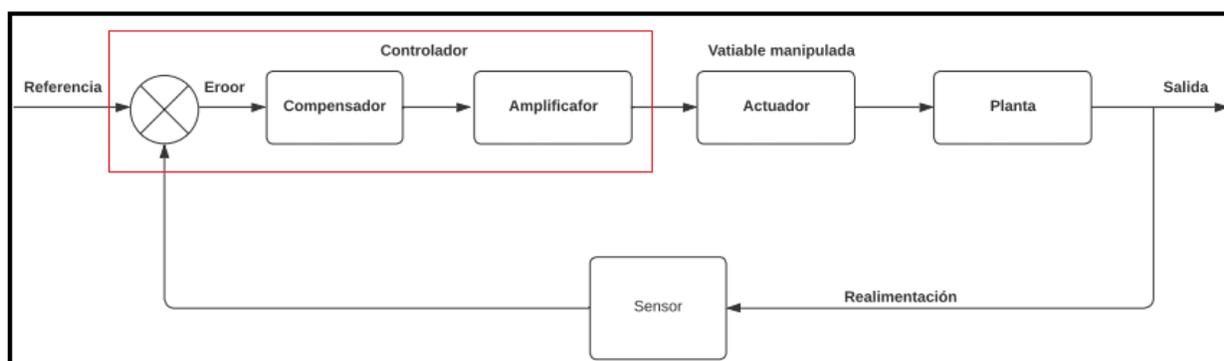
#### **Sistema de control**

Un papel muy importante en el avance y desarrollo de la civilización moderna y la tecnología, cada particularidad de las acciones de nuestra vida diaria está afectado por algún modelo de sistema de control y se encuentran en gran cantidad en todos los sectores de las industrias tales como verificación de calidad de productos manufacturados, líneas de ensamble automático, control de máquinas, tecnología especial, sistema de transporte entre otros.

En sí, se podría decir que un sistema de control, es un sistema donde la variable de salida actúa según las órdenes dadas por un controlador, que a su vez se basa en las variables de entrada. Además, la variable de salida puede ser afectada por perturbaciones (Mandado et al. 2009). A continuación, en la figura 1, se identifica el esquema general de control en lazo cerrado, conformado por el actuador, sensor o transductor y la planta.

### Figura 1

*Esquema general de un sistema de control en lazo cerrado*



### **Planta**

En la planta los operarios de control deben estar familiarizados con la física del proceso bajo estudio (Braslavsky, s.f.).

### **Transductor**

Los transductores son dispositivos que realizan la conversión de una magnitud física cualquiera a una magnitud eléctrica.

En este sentido, el sensor detecta o mide la variable física a controlar y la transforma en señales eléctricas capaces de medirse, mientras que el transmisor es el dispositivo conectado al sensor y permite convertir la señal eléctrica en una señal analógica normalizada 4 – 20 mA generalmente intensidad, voltaje o impedancia, de forma que esta última constituya una réplica tan perfecta como sea posible, para que sea compatible con la referencia con el fin de observarla, registrarla y mantenerla (JM Industrial Technology, s.f.).

### **Controlador**

A través de los valores determinados por los sensores y la consigna asignada, deduce el trabajo que debe emplear para cambiar las variables de control en base a cierta maniobra.

Es el encargado de automatizar métodos rentables para mejorar el tiempo de realización, además reducen los fallos y suelen trabajar en ambientes difíciles, sin la facilidad de la mano del operador.

El actuador es el dispositivo que ejecuta la operación calculada por el controlador y que cambia las variables de control (Electro Industria, 2016).

### **Actuadores**

Son componentes o conjunto de dispositivos eléctricos que se encargan de alterar a la planta para determinar la variable que se desea controlar y alcanzar a su valor anhelado.

El actuador primario está en contacto con la variable manipulada, el actuador intermedio es el que no está en contacto con la variable manipulada ni con la planta, mientras que el actuador final se encarga de hacer contacto con la planta.

Se comprende por actuador aquel mecanismo que transmite cualquier forma de energía desde una entrada o conocida como señal de origen hasta producir un efecto final son frecuentemente usadas en la mayoría de los sistemas mecánicos automatizados y robóticos, basadas en la hidráulica, la neumática y los actuadores eléctricos.

Los actuadores más utilizados son los motores, bombas, válvulas, electromartillos

### **Motores**

Son dispositivos capaces de transformar un modelo de energía eléctrica, de combustión, etc. en energía mecánica. Esta transformación permite la ejecución de un trabajo que hace operar un sistema o maquinaria. Los motores generalmente son elaborados con pedazos de acero o aluminio fundido, excelentes para aguantar y equilibrar el calor que crean en el proceso mecánico de transformación de energía (Ferrovia, s.f.).

### ***Bombas***

Es un aparato que convierte la energía mecánica que obtiene de un motor eléctrico, térmico, entre otros y la traslada a un fluido como energía hidráulica, lo cual consiente que el fluido sea trasladado de un parte a otro, a un nivel o a diferentes niveles. Las bombas centrífugas son la variedad de bombas hidráulicas más disponibles dentro de la industria son manejadas para bombear líquidos en general y admiten mover grandiosas cantidades de agua (Inoxmim, 2021).

### ***Válvulas***

Es un dispositivo mecánico con el cual se logra iniciar, parar o regular el movimiento de líquidos o gases a través de segmentos móviles que abren o cierran, de forma parcial o total, la válvula se calcifica según su servicio (Borrás, 2020).

- Válvulas de esfera
- Válvulas de retención
- Válvulas de compuerta
- Válvulas de regulación

### ***Electromartillos***

Es accionado gracias a un electroimán de corriente continua. Este electromartillo posee varios usos depende al volumen de la campana y de la ubicación del mismo. Se emplea para repiques determinados ya sea la misa, día de los difuntos, incluso melodías en el caso de carillones de campanas (Campanas y Relojes Rosas, s.f.).

### **Tipos de sistema de control**

Se clasifican según su propósito en lazo abierto o cerrado.

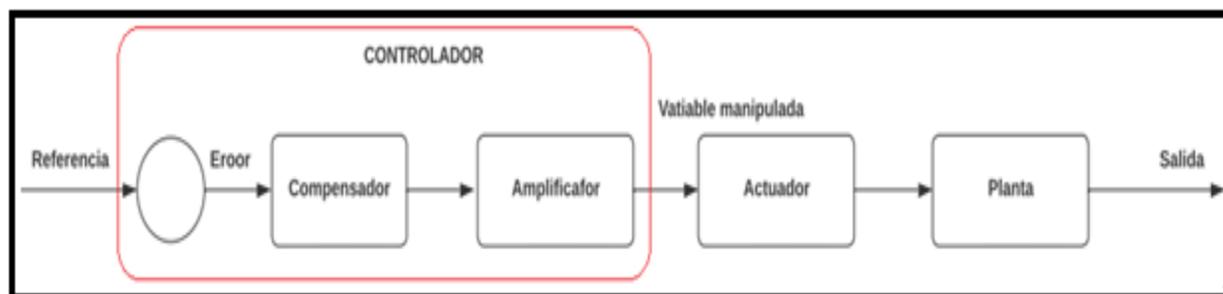
### **Lazo abierto**

Se caracteriza por tener los métodos en los que la salida no posee alguna derivación sobre el trabajo de control se designan métodos o sistemas para control en lazo abierto. No mide la salida ni se realimenta para compararla con la entrada.

En el método de control de lazo abierto es de modo más fácil de desarrollar, porque la constancia del sistema no es un problema (Castaño, s.f.). El conjunto de dispositivos usados en un sistema de control en lazo cerrado es mayor al que el que se utiliza para un sistema de control semejante en lazo abierto. A continuación, en la figura 2, se indica el diagrama del sistema de control de lazo abierto.

**Figura 2**

*Diagrama de sistema de control de lazo abierto*



### **Lazo cerrado**

Se caracteriza por distinguir un valor esperado con el logrado, calculando los datos conseguidos en la salida. Es una variedad de método que tiene un control con realimentación, la cual le accede responde de diferentes conveniencias dependiendo de los resultados. Se los crearon con el concepto de disminuir los fallos y aproximarse a un resultado deseado (Siaguanta, 2019).

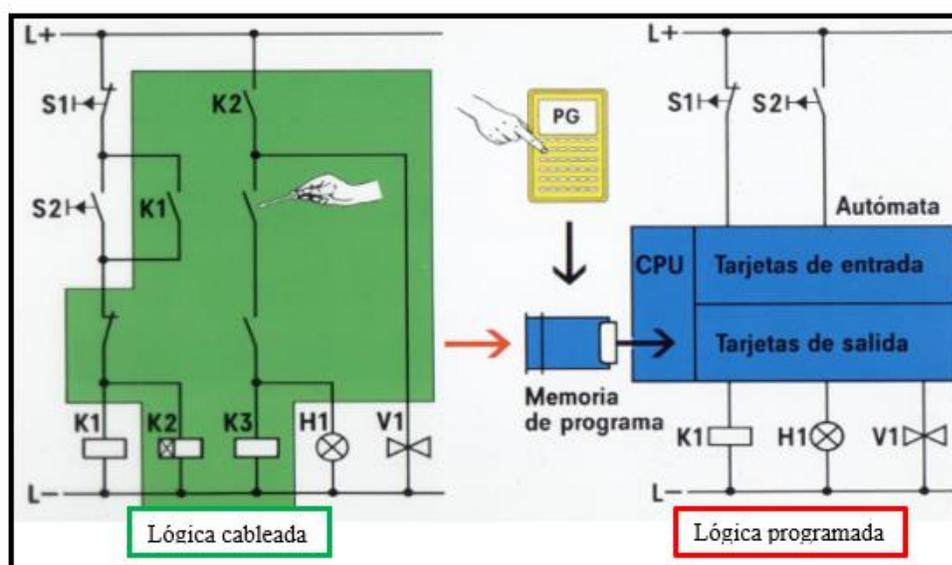
Se le conoce control en lazo cerrado ya que involucra el uso de un trabajo de control realimentado para disminuir el error del que se produce el sistema, una ventaja es la utilización de la realimentación que retorna la respuesta del sistema respectivamente insensible a las

perturbaciones del exterior y a las diferenciaciones internas en las medidas del sistema, ver figura1 (Pérez et al., 2007, p. 11).

De acuerdo a la tecnología que se utilice para implementar la lógica de control en un proceso industrial, se puede clasificar en automatismos cableados y automatismos programados. En la figura 3, se muestra la diferencia que existe.

### Figura 3

*Diferencia entre la lógica cableada y la programada*



*Nota.* Autómatas lógicos programables (Pinedo, 2019, pág. 26)

### Lógica cableada

Se la conoce por los tipos de elementos que interceden en su implementación. En el caso de la tecnología eléctrica, las uniones físicas se ejecutan a través de interruptores, cables eléctricos, relés electromagnéticos, pulsadores entre otros (Zúñiga, 2016).

Su implementación viene siendo efectuada por tuberías de acero, cobre, PVC, entre otros junto con los componentes tales como distribuidoras, válvulas, manorreductores, presostatos entre otros.

En este sentido, para implementar automatismos cableados se lo hace previo a la elaboración de diagramas eléctricos, donde se puede identificar los diferentes componentes que lo constituyen y la interconexión que existe entre ellos. Es así que, proveen información rápida y breve para reconocer una instalación eléctrica. Entre los diagramas eléctricos que se utilizan en lógica cableada, se mencionarán los siguientes:

- Diagrama de fuerza
- Diagrama de control
- Diagrama o esquema de alambrado
- Diagrama unifilar
- Diagrama o esquema de interconexiones

### ***Diagrama de fuerza***

Se lo conoce también con el nombre de diagrama o esquema de potencia. En este diagrama se muestra la forma en que se alimenta al receptor o elemento final de control, por ejemplo, al motor, calefacción, iluminación entre otros. El diagrama de fuerza se lo conducirá toda la carga energética del equipo y comúnmente cuenta con los siguientes componentes eléctricos:

- Interruptor (Elemento de protección termomagnética)
- Relé Térmico (Elemento de protección)
- Contactor (Elemento de control o arrancador)
- Motor Eléctrico (CARGA)

### ***Diagrama de control***

Se lo conoce también con el nombre de esquema de control, se encuentra desarrollado entre dos líneas horizontales que interpretan la fuente de alimentación de estos circuitos. Se recomienda agrupar a los componentes eléctricos conforme a su función adentro del circuito.

Los elementos de operación o también conocidos como órganos de mando tales como: temporizadores, bobina de contactores, diversos receptores, relés, alarma, elementos de señalización, contactores, entre otros se encuentran unidos directamente al conductor inferior. Los otros órganos tales como: contactos auxiliares, auxiliares de mando como pueden ser: selectores, pulsadores interruptores de posición entre otros están representados arriba del órgano de mando (Angulo, 1990).

### ***Diagrama de alambrado***

Este tipo de esquema pertenece al grupo de los esquemas de realización, puesto que en él se muestra todo el conexionado que deberá realizarse en el montaje. Muestra al circuito eléctrico en todos sus detalles aglomera eléctricamente al de control y circuito principal y señalización es provechoso efectuar un esquema de montaje a escala, a través del cual se visualizaría la cercanía física de los diversos componentes del circuito al interior del tablero (Angulo, 1990, p. 10).

### ***Diagrama unifilar***

Se trata de un plano eléctrico que reconoce y facilita datos sobre las dimensiones de los componentes eléctricos. Acorde a la norma IEEE 315, se lo conoce al diagrama unifilar como: Al diagrama que indica, mediante líneas individuales y símbolos gráficos la travesía de un circuito o sistema de circuitos, y los elementos eléctricos que los conforman (Universidad Nacional de Ingeniería, 2022).

Es la representación gráfica de una instalación eléctrica, o parte de ella. A continuación, se detallará cada uno de los elementos:

- Elementos de maniobra: Se caracteriza por permitir controlar la corriente a nuestro gusto, Los elementos de maniobra más conocidos son los pulsadores y los interruptores.
- Contactor electromagnético: Es considerado como interruptor maniobrado a través de una bobina.

- Relés de mando: Se lo conoce como componente eléctrico que trabaja como interruptor. Está compuesto por una bobina electromagnética que al ser estimulada ocasiona un campo magnético que hace que se cierren los contactos del interruptor (Grup Eina, s.f.).

El sistema de instalaciones eléctricas dispone de diversos métodos de protección para evitar accidentes hacia el operador y el componente eléctrico como se puede apreciar en la figura 4, garantiza la seguridad y la integridad de los usuarios y de las infraestructuras.

#### Figura 4

##### *Protecciones eléctricas*



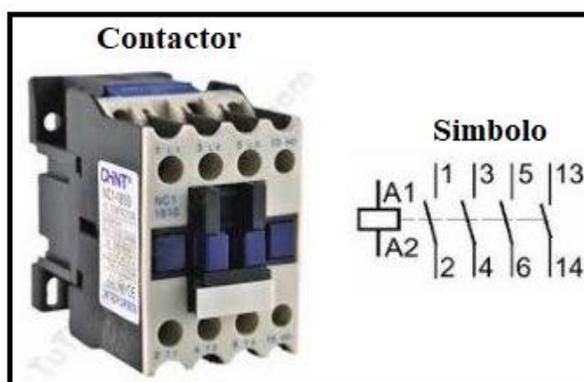
##### *Nota. Protecciones eléctricas*

- Interruptor magnetotérmico: Es considerado como componente electromecánico con capacidad para impedir, por sí mismo, las sobreintensidades no aceptables y los cortocircuitos que se puedan originar.
- Fusile: Es la parte de un circuito que se funde si pasa de una intensidad superior para la que se pensó y construido para todas las necesidades. Es de gran resistencia a los cambios climáticos y puede utilizar para la protección de semiconductores y sistemas de control de condensadores.
- Relé térmico: Es un componente que se utiliza para la protección y tiene la capacidad de identificar las intensidades no aceptables.

- Interruptor diferencial: Es un componente que se utiliza para la protección que idéntica y elimina las fallas de aislamiento.
- Contactor: Lo conforman unos contactos y una bobina que consiguen estar activados o desactivados, y hace la función de un interruptor de comienzo y cierre de la corriente en el circuito (Amrandado, 2019).

**Figura 5**

*Simbología del contactor*

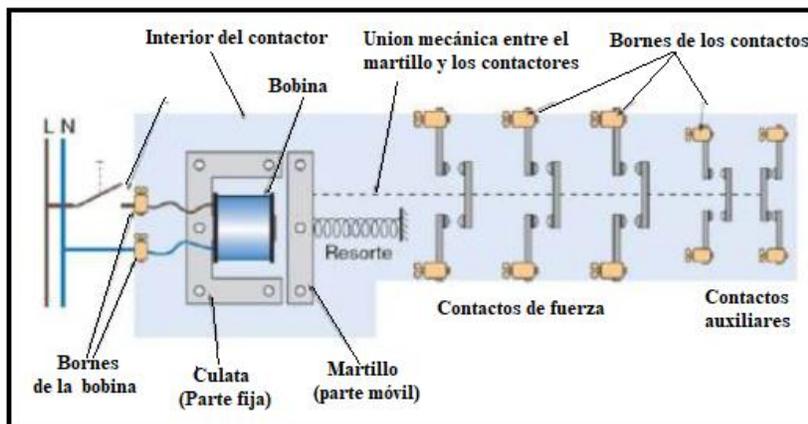


*Nota.* Simbología contactor (Areatecnologia, 2018).

Se le conoce con el nombre de A1 y A2 a los contactos de conexión de la bobina a continuación en la siguiente figura 6 se identifica las partes con conforman el contactor.

**Figura 6**

*Partes del contactor*



*Nota.* Partes del contactor (Areatecnologia, 2018).

La elección del calibre adecuado para un contactor depende directamente de las peculiaridades de su aplicación concreta, como la potencia o la corriente efectiva de servicio que deben soportar los contactos principales, se debe de pensar otros aspectos como los ambientes de trabajo: número de maniobras por hora, cortes en vacío o en carga, temperatura ambiente (Moes, 2022).

Los datos de información aparecen en la carcasa del componente y determina para qué tipo de cargas es conveniente utilizarla. Se debe de tener en cuenta a la hora de elegir un contactor de maniobra de motores, hay que tener en consideración los siguientes factores:

- Clase de arranque del motor: directo, estrella-triángulo.
- Tensión y potencia nominales de la carga, o sea del motor.
- Número aproximado de conexiones-hora.
- Condiciones de trabajo: normales, duros o extremas.

### **Diagrama o esquema de interconexiones**

Se utiliza cuando existen varios conjuntos y conexionados separadamente, pero que eléctricamente deben interconectarse para su funcionamiento. Este caso podría constituirse el conexionado exterior de un cuadro o armario eléctrico. Es muy común utilizar para las conexiones, la representación de los conductores (Angulo, 1985, p. 11).

### **Lógica programada**

Un dispositivo programable que interviene parte o la compleción del sistema automático. Considerado como un componente que recopila varios dispositivos discretos necesarios en la lógica cableada. Se basa en dispositivos de microcontroladores cuya función del programa varia en la grabación interna de la memoria cualquier variación no involucra un nuevo cableado.

Los dispositivos programables que se pueden utilizar son los autómatas programables, los microcontroladores o las computadoras industriales.

## **Autómatas programables**

Es considerado uno de la aplicación masiva del microprocesador al de los controles industriales, su gran benefició ha sido que ha aceptado aplicar a dichos controles las ventajas de los sistemas programables con relación a los cableados (Balcells & Romeral, 1997).

Su mayor ventaja es que han permitido el uso generalizado del microprocesador, el autómatas obliga a especular de forma diferente a la hora de planear un diseño, permite disponer de comunicaciones con otros sistemas informáticos más potentes y esto amplía la prestación de conjunto.

La norma IEC 60617, establece las necesidades mínimas para conseguir niveles de seguridad tolerables en las instalaciones eléctricas. Las destrezas de esta norma están hechas para ser aplicadas e interpretadas por profesionales especializados (Ministerio de Desarrollo Urbano y Vivienda, 2018).

### ***Norma IEC 60617***

Percibe la definición técnica de las características de un componente eléctrico que debería contener o cumplir con la perspectiva para que sea seguro, no afecta a las personas ni al medio ambiente. Es un documento técnico que ayuda a fabricantes y diseñadores a garantizar la seguridad del funcionamiento y la eficiencia de los componentes, además, proveen normas y definiciones, que admiten a los ingenieros y diseñadores hablar el mismo idioma (Laverde, 2021).

### ***Norma 61131***

La norma 61131 establecida concreta y asemeja las particularidades principales que se refieren a la elección y aplicación de los autómatas programables.

La IEC61131-3, indica que existen 4 lenguajes de programación, dos más el SFC:

- Listado de instrucciones (IL): Esta apoyado en el lenguaje ensamblador de los microcontroladores. Es el más próximo al lenguaje nativo la unidad de control.

- Lógica de contactos o lenguaje de escalera (LD): Se lo conoce también como lenguaje de escalera (Ladder). Es el más conocido por los técnicos, ya que está apoyado en los esquemas clásicos de automatización con relés y contactores.
- Lenguaje de bloques funcionales (FBs): Se caracteriza en los programadores de una serie de los dispositivos o componentes eléctricos de automatización que implicarían muy complicados de crear al programador.
- Lenguaje estructurado (ST): Es similar a los lenguajes de programación de los PCs de alto nivel, por ejemplo, el lenguaje C o C++.

### ***Microcontroladores***

Se encuentra incorporado en el interior de un sistema para intervenir con un cargo singular en un componente, ellos hacen posible el correcto funcionamiento de dispositivos tecnológicos entre otros que usamos diariamente en el trabajo o en el hogar, se tiene los medios de efectuar variadas tareas, tales como la administración de entrada y salida en un proceso informático determinado (GSL Industrias, 2021).

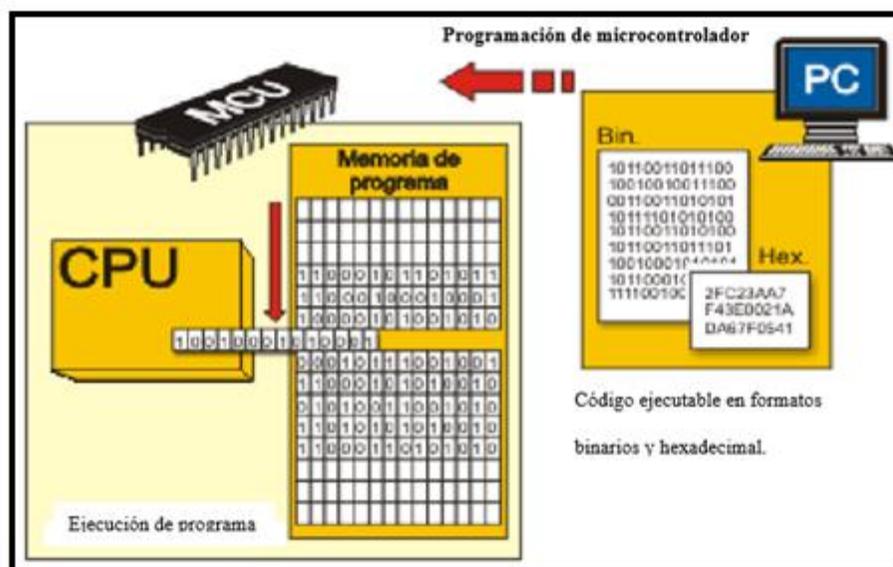
En el sector industrial es habitual ver su aplicación en controladores y otros sistemas de automatización. Tiene la particularidad de disminuir el consumo de energía eléctrica y también de que poseen de una pequeña cantidad de memoria aleatoria (GSL Industrias, 2021).

Las partes de un microcontrolador son las siguientes: Memoria RAM, Memoria ROM, Líneas de entrada y salida, CPU.

Se le identifica como lenguaje de programación a un programa determinado a la elaboración de otros programas informáticos.

Figura 7

Lenguaje para los microcontroladores.



Nota. Lenguaje de programación (Mikroe, 2022).

### Computadores industriales

Es un equipo de muy alta resistencia por ser de un material tipo acero que brinda tenacidad y durabilidad diferente a las usadas en las computadoras comunes, su diseño es muy útil adaptándose a las condiciones ambientales que se generan en él empresas tales como polvo, vibraciones, temperatura, entre otros que tiene la capacidad de ejercer control en los procesos de producción utilizando la tecnología como herramienta (GSL Industrias, 2021b).

### Protecciones

Es de gran importancia diferenciar entre sobre corrientes producidas por cortocircuitos y las que son producidas por sobrecargas, por otra parte, en algunos momentos se podría establecer que los efectos de cortocircuito revezan diez veces el valor de la corriente nominal, por otra parte, las sobrecargas están comprometidas una a ocho veces la corriente nominal (Angulo, 1990, pág. 2)

En una instalación eléctrica, los componentes encargados de proteger a los usuarios y a los dispositivos conectados a la red deben ser construidos de acuerdo a normas como por ejemplo la IEC 60898-1, o que cumplan con el Reglamento Técnico Ecuatoriano RTE INEN 091 y con las condiciones generales de instalación. Su dimensionamiento debe ser coherente con la capacidad de los circuitos a proteger (Ministerio de Desarrollo Urbano y Vivienda, 2018).

### ***Sobrecarga***

Los componentes eléctricos que intervienen en una instalación quedarán sobrecargados, cuando sobre corrientes convenientes un servicio normal, permanecen por un tiempo superior al tolerable. Esto significa que la mayoría, por no decir todos los componentes eléctricos de una instalación eléctrica permiten una corriente superior a la nominal pero solo por un determinado tiempo. La ocupación de la protección contra sobrecargas es aprobar las sobre corrientes correspondientes a un servicio normal y desconectar antes de que el tiempo aceptable sea sobrepasado (Angulo, 1990, p. 2).

El relé térmico es considerado un dispositivo de protección contra sobrecargas, compuesto por un elemento calefactor por el que circula la corriente principal el detector de temperatura y un mecanismo de disparo provisto de una escala de regulación para los distintos ajustes del relé. El elemento detector está constituido por dos láminas que están soldadas y de diferente material, las misma que al calentarse experimentan una curvatura debido a su diferente coeficiente de dilatación (Angulo, 1990, pág. 9).

### ***Cortocircuito***

El principio de la creación de un cortocircuito puede estar en una falla del aislamiento o por una conexión mal realizada. Tienen una gran similitud con los arcos eléctricos lo que puede resultar peligroso tanto al personal de operación como para el equipo en sí (Angulo, 1990, p. 3).

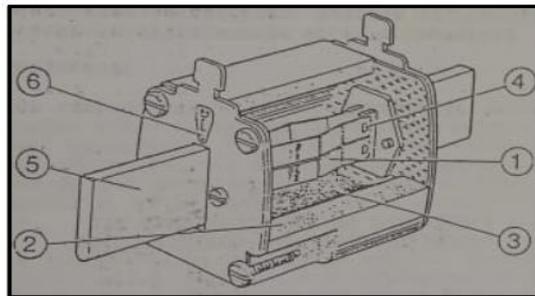
El fusible es considerado un dispositivo de protección contra cortocircuitos, puede ser definido como un aparato de maniobra destinado a desconectar automáticamente un circuito eléctrico al sobrepasarse una determinada cantidad de corriente (Angulo, 1990, pág. 4). A

continuación, en la siguiente figura 8 se identifica la constitución de un cartucho de fusible conformado por:

1. Elemento fusible.
2. Chaqueta resistente a los esfuerzos termodinámicos.
3. Granulación para enfriamiento y extensión del arco eléctrico.
4. Unión soldada entre fusible y hoja de contacto.
5. Hoja de contacto.
6. Indicación de función fusible.

### Figura 8

*Constitución de un cartucho fusible*



## Capítulo III

### Sistema automático de campanas

En este capítulo se detalla el levantamiento de información de los componentes del sistema de control de las campanas en la iglesia La Catedral.

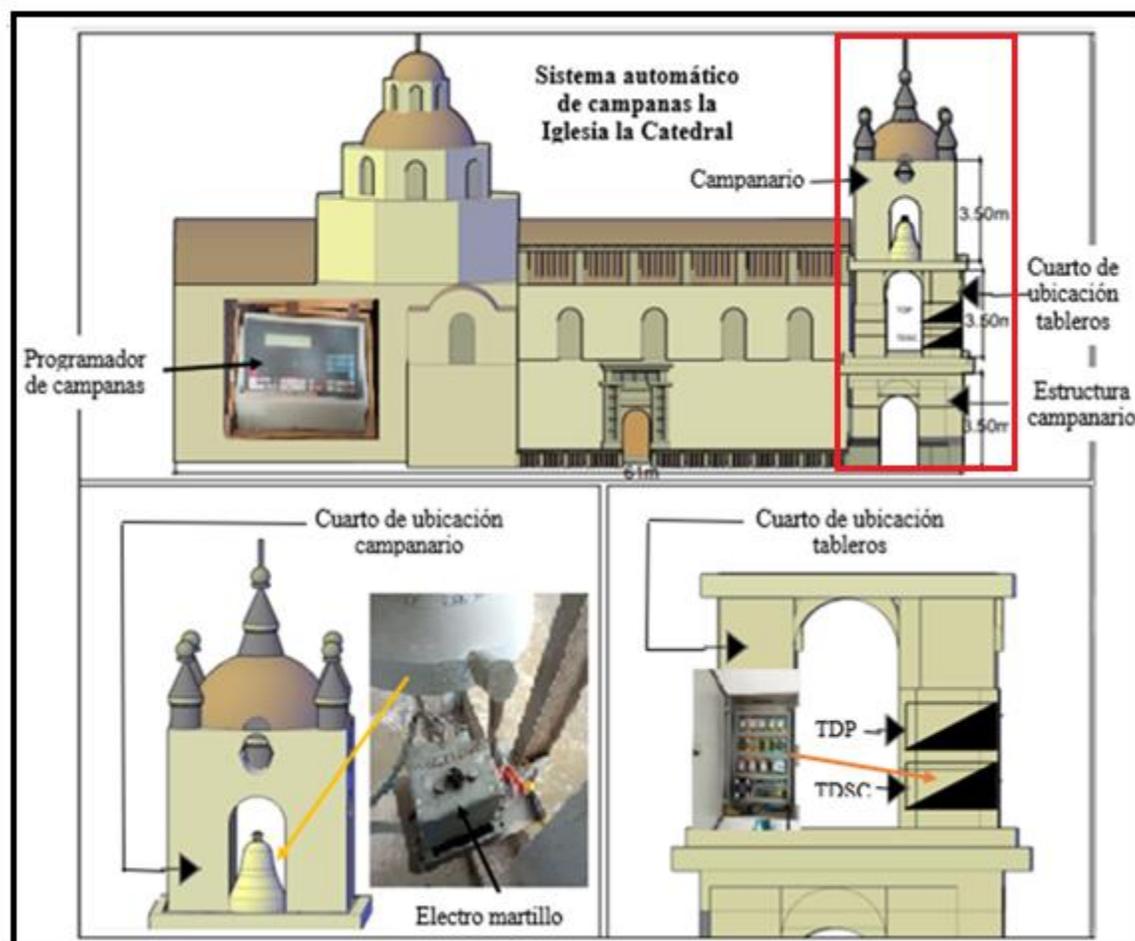
La iglesia la Catedral está situada en ciudad de Latacunga, provincia de Cotopaxi. El edificio es de estilo romántico, presenta un altar de piedra pómez en el interior, incluye obras de arte de la época colonial. Es una de las estructuras más reconocibles de la ciudad y representa el claro simbolismo religioso de latacungueño. En la figura 9, se muestra la ubicación de la iglesia la Catedral.

La Catedral está conformado por un sistema de control en lazo abierto y lógica cableada conformada por 8 campanas controladas desde el programador de campanas que activan y desactivan los electromartillos, que, a su vez, golpean las campanas al ritmo seleccionado. Al sistema de control se lo dividió en tres partes:

- El programador de campanas ubicado en la planta baja en el ala derecha
- Tableros de control, ubicados el campanario
- Los electromartillos, ubicados en campanario

Figura 9

Sistema automático de campanas



*Nota.* El levantamiento de información de los componentes para la activación y desactivación de campanas en base a este plano se realizó la identificación de tableros de control de campanas, electromartillos y el programador de campana. Para una revisión más detallada del plano dirigirse al anexo 1 ubicado en la parte final del presente trabajo.

### Programador de campanas

Pueden adaptarse a cualquier tipo de instalación, desde la más simple a la más compleja, logrando controlar hasta 8 salidas a relé.

Están diseñados para que sean fáciles de usar para el operario que controla las campanas, puede operar toques, melodías programadas simplemente presionando un

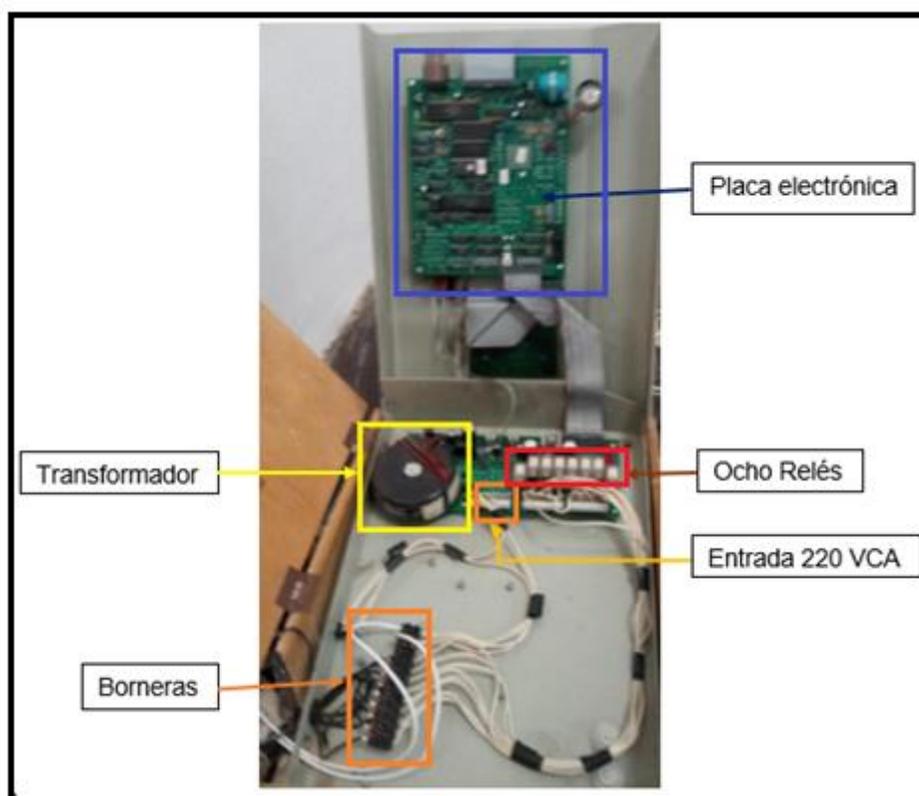
botón en el programador o de forma sencilla, el programador de campana está ubicado internamente en la capilla derecha de la iglesia la Catedral.

El programador de campanas como se aprecia en la figura 10, este compuesto por:

- Ocho relés
- Alimentación de 220 VCA
- Placa electrónica
- Borneras
- Transformador

**Figura 10**

*Programador de campanas*



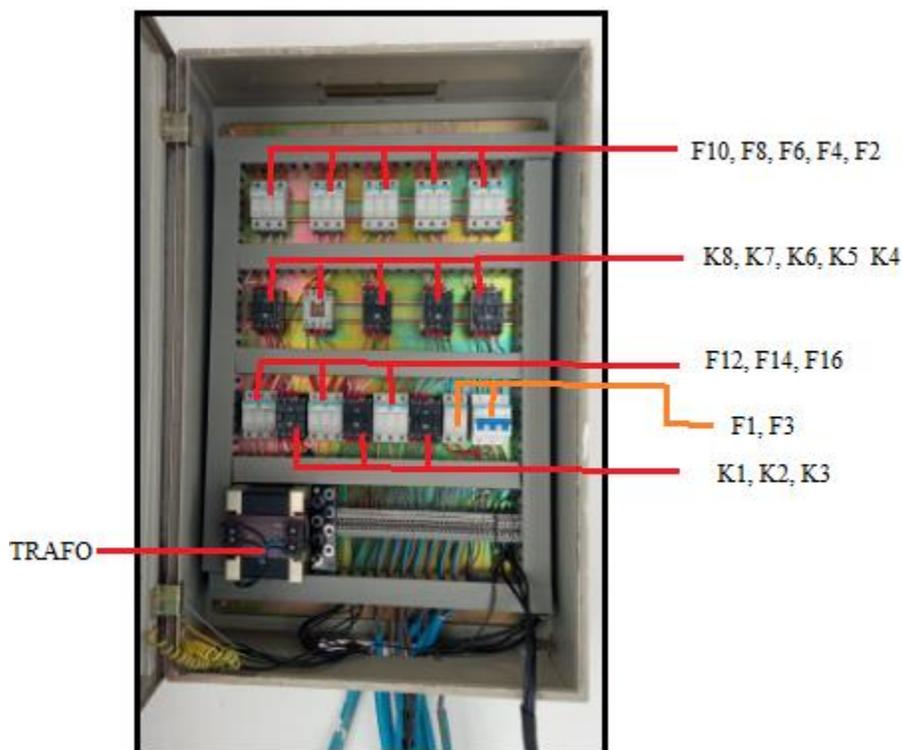
### **Tablero de control TDSC**

El tablero de control está ubicado en el campanario en el cuarto TDP y TDSC, en su interior contiene componentes eléctricos para protección y control de fuerza de cada una

de las ocho campanas que existe actualmente en la iglesia, como se muestra en la figura 11.

### Figura 11

*Tablero de distribución del sistema de campanas*



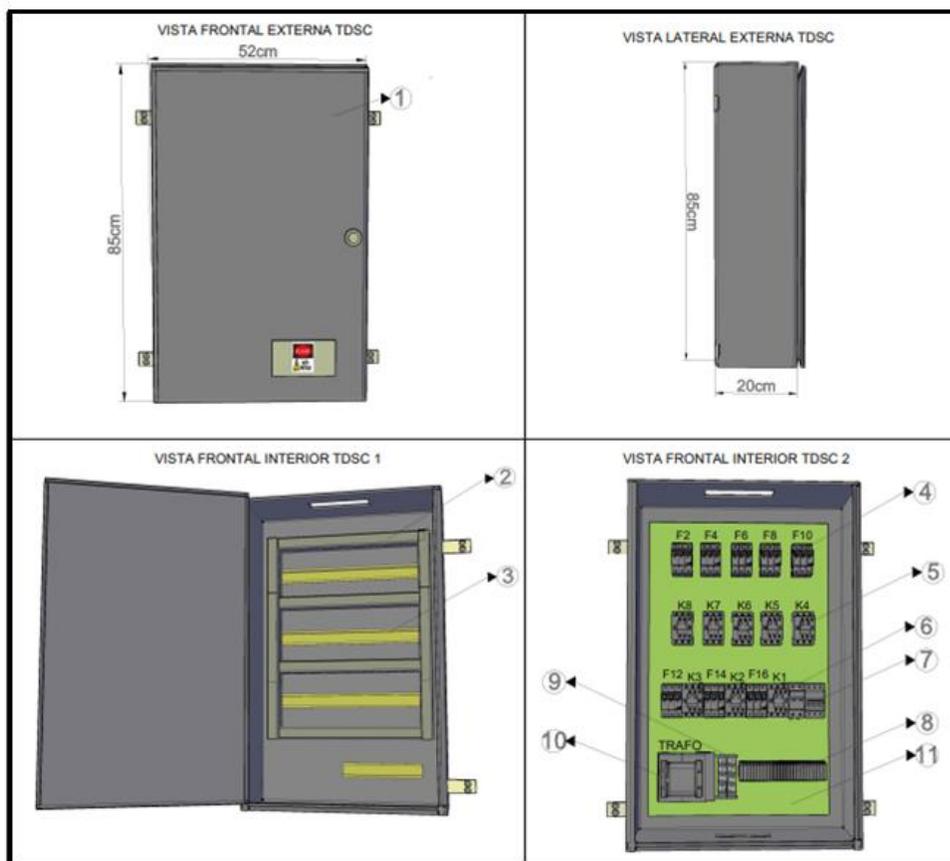
En la figura 12, se muestran los componentes internos del tablero de control del sistema de campanas automático.

- Fusible: es un componente que interrumpe cuando la corriente resulta excesiva, nombrados F2, F4, F6, F8, F10, F12, F14 Y F16, su capacidad es de 25A y cada uno se encuentra dentro del portafusibles, ítem 4 de la figura 12.
- Interruptor termomagnético: capaz de interrumpir la corriente eléctrica de un circuito cuando esta sobrepasa la corriente para la cual fue diseñado. Los interruptores son de 3x16A, ítem 7 de la figura 12.

- Interruptor fusible: proporciona protección contra cortocircuitos. Los instalados son de 3x12A, ítem 6 de la figura 12.
- Contactor: es un dispositivo eléctrico que permite el mando a distancia. Los contactores instalados son de 3x25A, bobina de 220V, ítem 5 de la figura 12.
- Gabinete: Es una caja metálica donde se concentran los dispositivos de conexión, control, maniobra, protección, medida, señalización y distribución, todos estos dispositivos permiten que una instalación eléctrica funcione adecuadamente, gabinete tipo metálico, ítem 1 de la figura 12.
- Canaleta: sistema de tubería que se usa para la protección y el enrutamiento del cableado eléctrico, canaleta ranurada PVC, ítem 2 de la figura 12.
- Riel Din: es una barra de metal normalizada. Es muy usado para el montaje de elementos eléctricos de protección, ítem 3 de la figura 12.
- Bornera: permiten la derivación de la corriente eléctrica hacia otro cable, ítem 8.
- Pulsadores: Elementos de maniobra que permiten o impiden el paso de la corriente eléctrica cuando se aprieta o pulsa, ítem 9 de la figura 12.
- Transformador: transfiere energía de un circuito eléctrico a otro, sin cambiar la frecuencia, ítem 10 de la figura 12.
- Panel doble fondo: utilizado como base de soporte de los componentes eléctricos, ítem 11 de la figura 12.

Figura 12

Tablero de control del sistema de campana automática



*Nota.* Para una revisión más detallada del plano dirigirse al anexo 2 ubicado en la parte final del presente trabajo.

Tabla 1

*Dispositivos existentes*

Ítem	Cantidad	Descripción
1	1	Gabinete tipo metálico exteriores 85x52x20
2	10	Canaleta ranurada PVC
3	4	Riel din
4	8	Fusible 3X25A
5	8	Contactador ,3x25A, bobina 220V
6	1	Fusible 3X12A
7	1	Interruptor termomagnético 3X16A

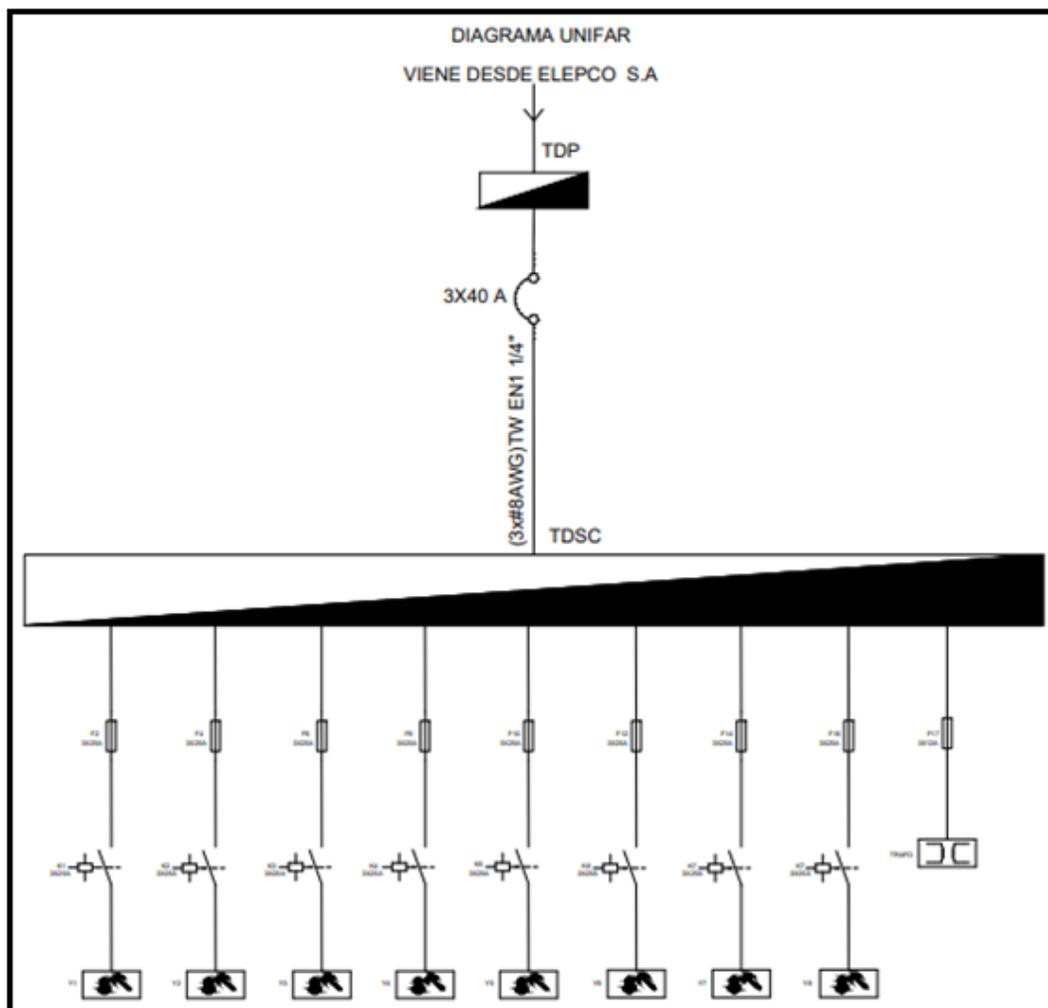
Ítem	Cantidad	Descripción
8	40	Bornera tornillo
9	8	Pulsadores
10	1	Transformador 220 VAC / 110 VAC
11	1	Panel doble fondo medidas 80X48MM

### Tablero de control TDP

El tablero TDP, se encarga de alimentar a los dispositivos que accionan los electromartillos. En la figura 13 se muestra el diagrama unifilar del TDP

### Figura 13

*Diagrama unifilar TDP*



*Nota.* Para una revisión más detallada del plano dirigirse al anexo 3 ubicado en la parte final del presente trabajo.

### **Electromartillo**

Los electromartillos están instalados en el campanario, en el cuarto de campanas.

En la figura 14, se muestra un electromartillo.

### **Figura 14**

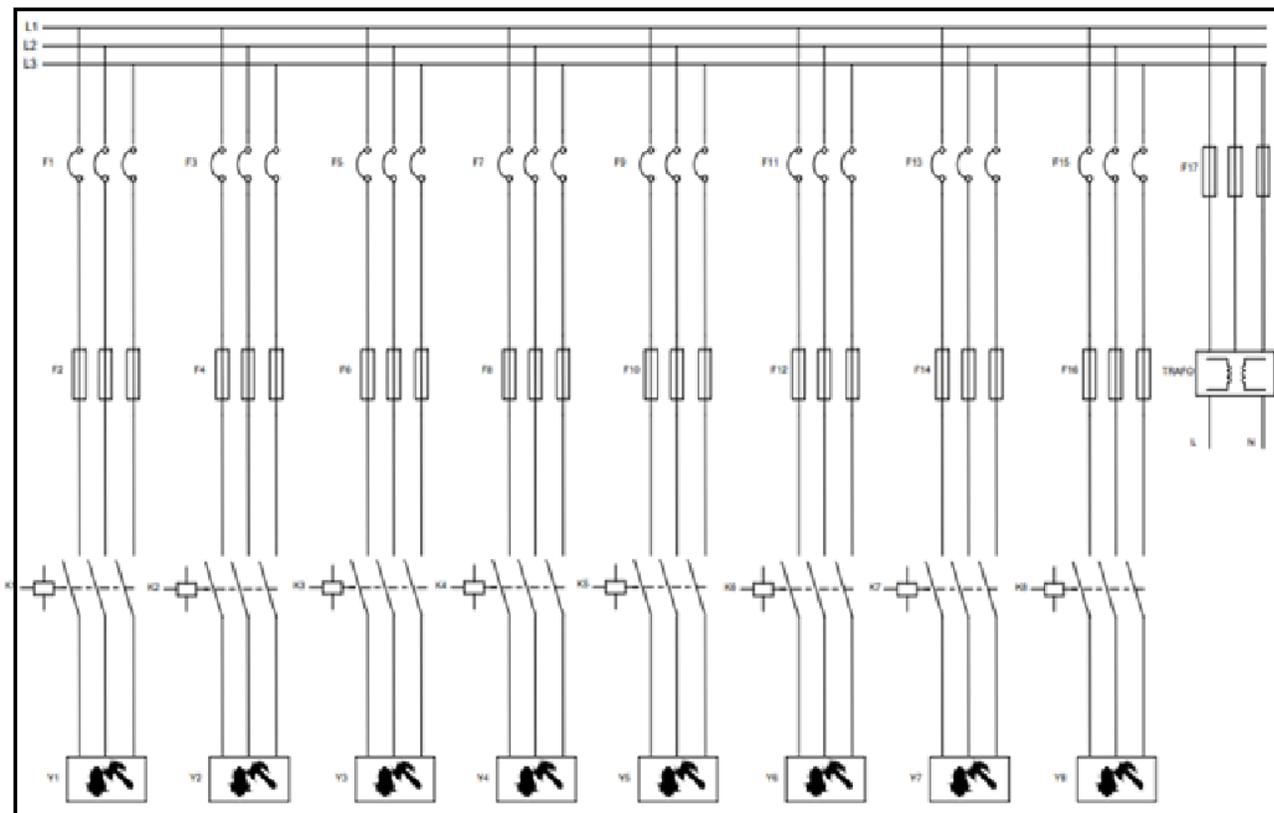
*Electromartillo*



En la figura 15, se muestra el diagrama de fuerza de los electromartillos.

**Figura 15**

*Diagrama de fuerza sistema automático de campanas*

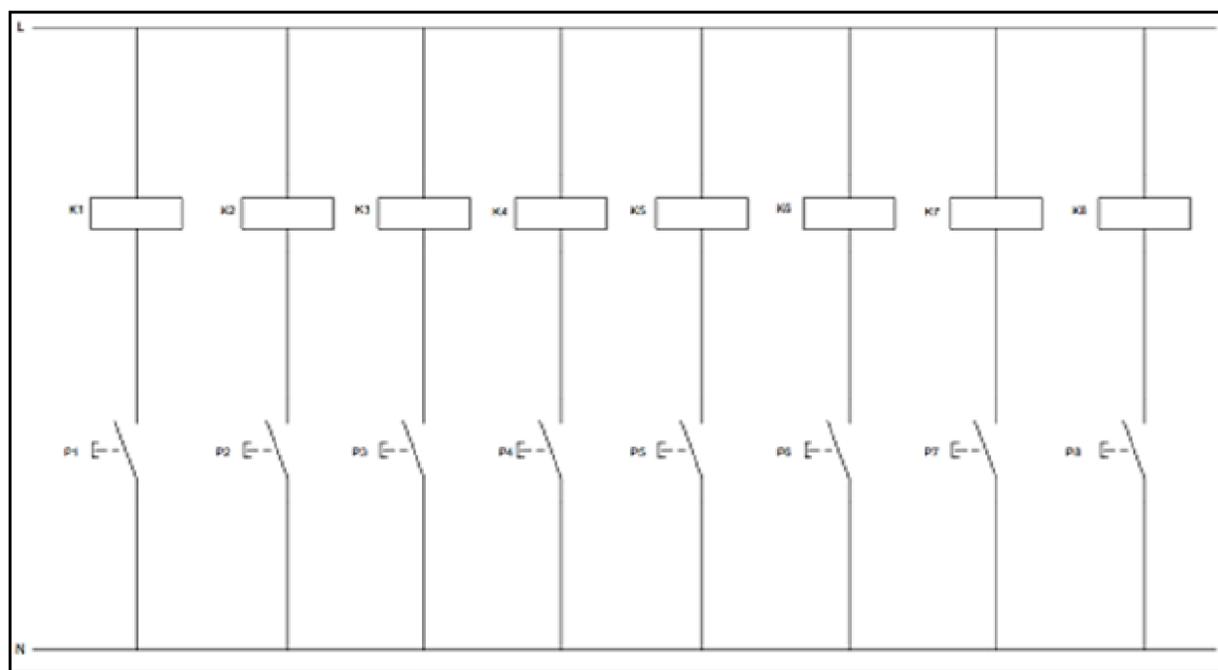


*Nota.* Para una revisión más detallada del plano dirigirse al anexo 4 ubicado en la parte final del presente trabajo.

En la figura 16, se muestra el diagrama de control del electromartillos

**Figura 16**

*Levantamiento de información diagrama de control*



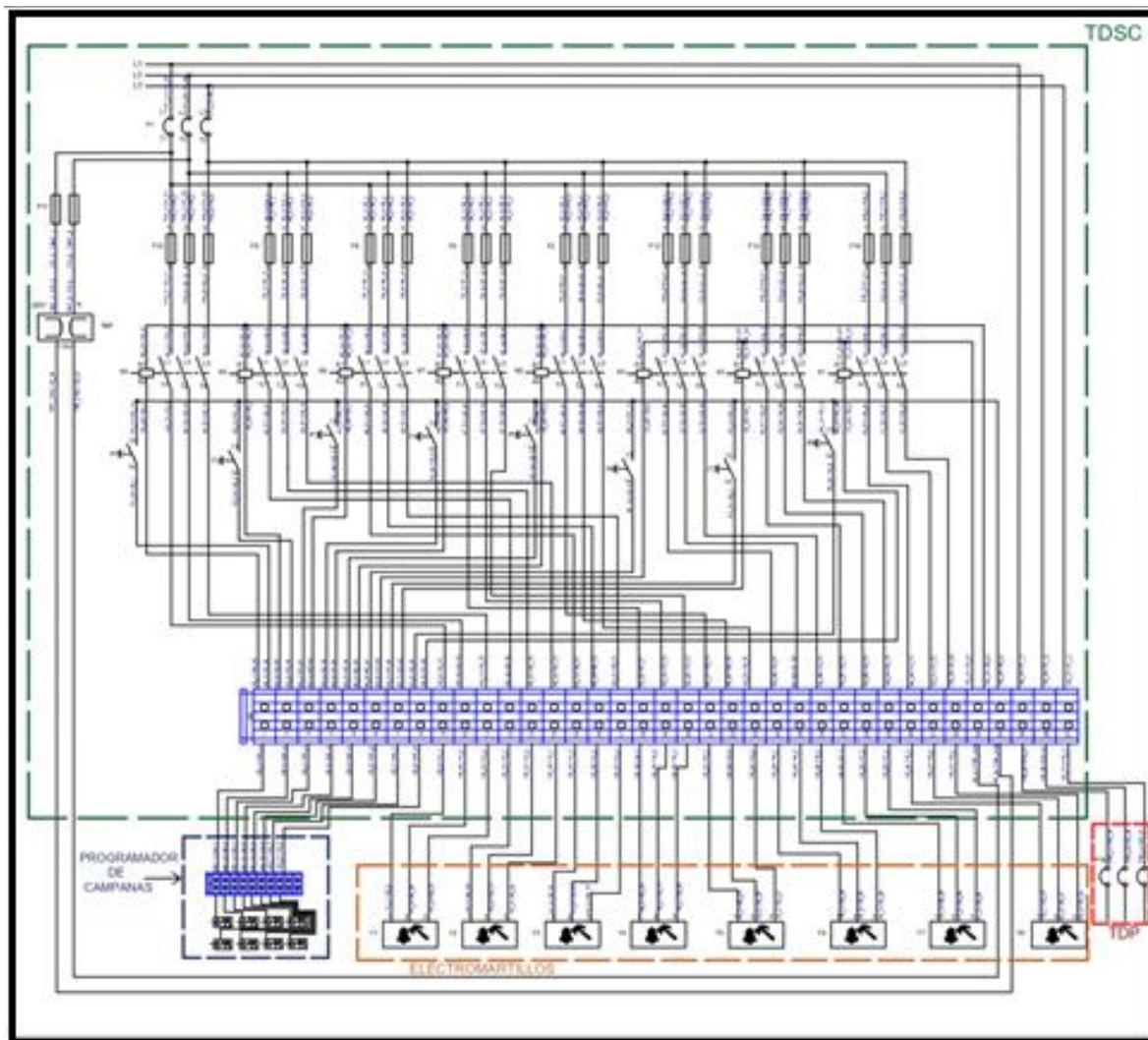
*Nota.* Para una revisión más detallada del plano dirigirse al anexo 5 ubicado en la parte final del presente trabajo.

**Diagrama de alambrado**

En la figura 17, se muestra el cableado o alambrado e identificación de los tableros del sistema de control de control de campanas

**Figura 17**

*Ubicación de conexiones del TDSC*



*Nota.* Para una revisión más detallada del plano dirigirse al anexo 6 ubicado en la parte final del presente trabajo.

**Figura 18**

Conexiones del TDSC con etiquetas



## Capítulo IV

### Conclusiones y Recomendaciones

#### Conclusiones

- Al realizar las revisiones del cableado del tablero TDSC, se encontró que los conductores de los electromartillos 2,5,7 y 8 estaban conectados erróneamente en las borneras del XB1, por tanto, se reubicó los cables de acuerdo al diagrama de alambrado realizado.
- En el TDSC, al probar continuidad, se determinó que los fusibles F8, F6, F12 estaban quemados, por tanto, se realizó el cambio.
- Al revisar el tablero TDP, visualmente se observó que la chaqueta de los cables que alimentan al tablero se encontraba deteriorados pudiéndose ver el cobre, por tanto, se realizó el reemplazo de los mismos.
- Una vez finalizado los cambios y correcciones en los tableros, el sistema de control de campanas está funcionando, por tanto, el sacerdote puede hacer que se entone el ritmo que desee y finalmente las conexiones están resumidas en los planos.

**Recomendaciones**

- Se debe verificar los fusibles si aún funcionan ya que pueden ser una de fallas que impida que se golpee una campana.
- Para activar el sistema automático de campanas es importante recibir una capacitación previa del funcionamiento del programador de campanas y el TDSC para asegurar la integridad física del operador y de los componentes eléctricos.
- Si el programador de campanas este encendido y se desea reproducir cualquier melodía y esta no se la escucha, podría ser porque en el tablero de distribución de sistema de campanas esta des energizado produciendo que no activen y desactiven los electromartillos.
- Analizar el diagrama de conexiones en caso de querer realizar un cambio de componente eléctrico.

## Bibliografía

Amrandado. (2019). *Funcionamiento y Tipos de CONTACTOR más usuales en las IMETF.*

Obtenido de Blogs Averroes:

<https://blogsaverroes.juntadeandalucia.es/amrandado/funcionamiento-y-tipos-de-contactor-mas-usuales-en-las-imetf/#:~:text=Un%20contactor%20est%C3%A1%20formado%20por,la%20corriente%20en%20el%20circuito.>

Angulo, P. (1990). *Diagrama de control industrial.* FACULTAD DE INGENIERIA ELECTRICA Y ELECTRONICA.

Areatecnologia. (2018). *Contactor.* Obtenido de Areatecnologia:

<https://www.c.com/electricidad/contactor.html>

Balcells, J., & Romeral, J. (1997). *Autómatas Programables.* Marcombo.

Borrás, C. (2020). *¿Qué es una válvula y para qué sirve?* Obtenido de Caloryfrio:

<https://www.caloryfrio.com/sanitarios/tuberias-accesorios/que-es-una-valvula-y-para-que-sirve.html>

Braslavsky, J. (s.f.). *Control Automático 1.* Obtenido de Newcastle: [https://www-](https://www-eng.newcastle.edu.au/~jhb519/teaching/caut1/Apuntes/C01.pdf)

[eng.newcastle.edu.au/~jhb519/teaching/caut1/Apuntes/C01.pdf](https://www-eng.newcastle.edu.au/~jhb519/teaching/caut1/Apuntes/C01.pdf)

Campanas y Relojes Rosas. (s.f.). *Martillo para campana de volteo.* Obtenido de Campanas y

Relojes Rosas: <https://campanasrosas.es/martillos-de-volteo.html>

Castaño, S. (s.f.). *Lazo Abierto y Lazo Cerrado.* Obtenido de Control Automatico Educacion:

<https://controlautomaticoeducacion.com/control-realimentado/lazo-abierto-y-lazo-cerrado/>

Electro Industria. (2016). *Controladores eficientes para la industria inteligente.* Obtenido de

Electro Industria:

<http://www.emb.cl/electroindustria/articulo.mvc?xid=2942&ni=controladores-eficientes-para-la-industria-inteligente>

Ferrovial. (s.f.). *¿Qué son los motores?* Obtenido de Ferrovial:

<https://www.ferrovial.com/es/stem/motores/>

Garcia, E. (1999). *Automatización de procesos industriales*. Editorial Universitat Politècnica de València.

Grup Eina. (s.f.). *Elemento de control: reléx*. Obtenido de Buscadordetalleres:

<https://buscadordetalleres.com/blog/elemento-de-control-rele/>

GSL Industrias. (2021a). *Computadora Industrial*. Obtenido de GSL Industrias:

<https://industriasgsl.com/blogs/automatizacion/computadora-industrial>

GSL Industrias. (2021b). *Qué es un microcontrolador*. Obtenido de Para qué sirve un microcontralor:

[https://industriasgsl.com/blogs/automatizacion/que\\_es\\_un\\_microcontrolador](https://industriasgsl.com/blogs/automatizacion/que_es_un_microcontrolador)

Inoxmim. (2021). *¿Qué función cumplen las bombas industriales dentro de la industria contemporánea?* Obtenido de Inoxmim: <https://www.inoxmim.com/blog-c/tipos-de-bombas-industriales>

JM Industrial Technology. (s.f.). *¿En qué se diferencia los sensores y transmisores de temperatura?* Obtenido de JM Industrial Technology:

<https://www.jmi.com.mx/literatura/blog/item/87-en-que-se-diferencia-los-sensores-y-transmisores-de-temperatura.html>

Latacunga Turismo. (2020). *La Catedral de Latacunga*. Obtenido de Latacunga Turismo:

<https://latacungaturismo.com/la-catedral-de-latacunga/>

Laverde, A. (2021). *Norma IEC para Aparatos y equipos Electrónicos*. Obtenido de Aldeltatec:

<https://www.aldeatec.com/blog-diseno-con-normas-y-certificaciones/norma-iec-para-equipos-y-aparatos-electronicos/#:~:text=%C2%BFQue%20son%20la%20norma%20IEC,la%20eficiencia%20de%20los%20dispositivos.>

- Mandado, E., Marcos, J., Fernández, C., & Anesto, J. (2009). *AUTÓMATAS Programables Y Sistemas de Automatización*. Obtenido de Bookdown:  
[https://bookdown.org/alberto\\_brunete/intro\\_automatica/sistemas-de-control.html](https://bookdown.org/alberto_brunete/intro_automatica/sistemas-de-control.html)
- Mikroe. (2022). *Lenguajes de programación*. Obtenido de Mikroe:  
<https://www.mikroe.com/ebooks/microcontroladores-pic-programacion-en-c-con-ejemplos/lenguajes-de-programacion>
- Ministerio de Desarrollo Urbano y Vivienda. (2018). *NEC Norma Ecuatoriana de la Construcción Instalaciones Eléctricas*. Ministerio de Desarrollo Urbano y Vivienda. Obtenido de  
<https://www.habitatyvivienda.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2019/03/NEC-SB-IE-Final.pdf>
- Moes, B. (2022). *¿Qué es un Contactador y cómo funciona?* Obtenido de Era Relmo:  
<https://www.erarelmo.com/post/contactores-electricos>
- Perez, M., Hidalgo, A., & Perez, B. (2008). *Introducción a los sistemas de control y modelo matemático para sistemas lineales invariantes en el tiempo*. Obtenido de Universidad Nacional de San Juan: <http://dea.unsj.edu.ar/control1b/teoria/unidad1y2.pdf>
- Pinedo, C. (2019). *Análisis y Diseño de Sistemas Secuenciales*. Obtenido de DocPlayer:  
<https://docplayer.es/84882269-Analisis-y-diseno-de-sistemas-secuenciales.html>
- Siaguanta. (2019). *Sistemas de control: Definición, tipos y función*. Obtenido de Siaguanta:  
<https://siaguanta.com/c-tecnologia/sistemas-de-control/>
- Solbes, R. (2013). *Automatismos industriales (Contenidos conceptuales y procedimentales) Instalaciones Eléctricas y Automáticas*. Nau Llibres .
- Syzcominsa. (2022). *Contactador Tesys D: Pieza clave en la protección de motor*. Obtenido de Syzcominsa: <https://syzcominsa.pe/blog/contactador-tesys-d-pieza-clave-en-la-proteccion-de-motor#:~:text=Un%20contactador%20electromagn%C3%A9tico%20es%20un,de%20control%20en%20bajo%20voltaje.>

Una Característica. (2021). *DIAGRAMA BÁSICO DE CONTROL Y FUERZA DE UN MOTOR ELÉCTRICO TRIFÁSICO*. Obtenido de Una Característica:

<https://unacaracteristica.com/diagramas-de-control-y-fuerza>

Universidad Nacional de Ingeniería. (2022). *Diagrama unifilar*. Obtenido de Studocu:

<https://www.studocu.com/pe/document/universidad-nacional-de-ingenieria/laboratorio-de-electronica/diagrama-unifilar/36636593>

Zúñiga, M. (2016). *Logica cableada -Su denominación viene dada por el tipo de elementos que intervienen en su implementación, en la cual las uniones físicas se realizan mediante.*

Obtenido de Slide Player: <https://slideplayer.es/slide/5451825/>

**ANEXO**