



Montaje de estación practica para el laboratorio de accionamientos eléctricos de las UTS.,  
utilizando lógica cableada y programada en el contexto de la maniobra y control de motores  
eléctricos

Modalidad: Desarrollo Tecnológico

Yulian Santiago Rincón Castañeda  
CC 1064837096  
Alfreth Danilo Contreras Sarabia  
CC 1065871594

**UNIDADES TECNOLÓGICAS DE SANTANDER**  
**Facultad de ciencias naturales e ingenierías**  
**Tecnología en operación y mantenimiento electromecánico**  
**Bucaramanga (4, 07, 2026)**



Montaje de estación practica para el laboratorio de accionamientos eléctricos de las UTS.,  
utilizando lógica cableada y programada en el contexto de la maniobra y control de motores  
eléctricos

Modalidad: Desarrollo Tecnológico

Yulian Santiago Rincón Castañeda  
CC 1064837096  
Alfreth Danilo Contreras Sarabia  
1065871594

**Trabajo de Grado para optar al título de**  
Tecnólogo en operación y mantenimiento electromecánico

**DIRECTOR**  
ESP. LIC. Milton Reyes Jiménez

Sistemas de Energía, Automatización y Control – GISEAC

**UNIDADES TECNOLÓGICAS DE SANTANDER**  
**Facultad de ciencias naturales e ingenierías**  
**Tecnología en operación y mantenimiento electromecánico**  
**Bucaramanga (4, 07, 2026)**

Nota de Aceptación

Este informe final de trabajo de grado, en modalidad de desarrollo tecnológico, fue APROBADO en cumplimiento de uno de los requisitos exigidos por las Unidades Tecnológicas de Santander para optar el Título de Tecnólogo en Operación y Mantenimiento Electromecánico, según acta 18 de Julio 6 de 2026, del Comité de Trabajo de Grado



---

Víctor Zafra García



---

Milton Reyes Jiménez

## DEDICATORIA

Dedico este logro, en primer lugar, a Dios, por acompañarme en cada paso de este camino, darme la fuerza para no rendirme y la sabiduría para superar cada reto. A mis padres, por su amor, su apoyo incondicional, sus consejos y por creer siempre en mí, incluso en los momentos más difíciles. Gracias por todos los esfuerzos y sacrificios que hicieron para ayudarme a cumplir este sueño. También quiero dedicar este proyecto a todas las personas que, de una u otra manera, estuvieron presentes durante este proceso, brindándome una palabra de aliento, una oración o un gesto de apoyo. Este logro es el resultado de la constancia, el esfuerzo y la fe, y representa una meta más en el camino hacia mis sueños.

Danilo Contreras

Primeramente, agradezco a Dios por el privilegio de permitirme redactar esta breve dedicatoria y por darme la oportunidad de alcanzar este importante peldaño en mi vida. Este logro lo comparto con mis padres, Felipe Santiago Rincón Hernández y Luz Istael Castañeda Vaquiro, quienes fueron mi mayor inspiración para seguir adelante durante este proceso, aun cuando en el camino se presentaron obstáculos y desafíos. También quiero dedicar estas palabras a mis hermanos, tanto a quienes están cerca como a quienes se encuentran lejos, en especial a Keinner Jasseth Rincón Castañeda. Ustedes son un recordatorio de que la vida está hecha para aprender, crecer y tomar decisiones pensando en el futuro, aunque muchas veces esas decisiones impliquen sacrificios en el presente. Ese es el principal motivo por el que debemos mantener siempre los pies sobre la tierra, valorar cada oportunidad, disfrutar cada día como si fuera el primero y vivirlo como si fuera el último.

Yulian Rincon

## AGRADECIMIENTOS

*Los autores del presente informe expresan sus más sinceros agradecimientos a las **Unidades Tecnológicas de Santander (UTS)**, por brindarnos una formación académica de calidad, proporcionándonos los conocimientos, herramientas y competencias necesarias para nuestro crecimiento profesional y personal, así como por ofrecer los espacios y recursos que hicieron posible el desarrollo de este trabajo de grado.*

*De manera especial, expresamos nuestro profundo agradecimiento al director del proyecto, **ESP. LIC. Milton Reyes Jiménez**, por su invaluable orientación, dedicación, disposición permanente, confianza y acompañamiento durante el desarrollo de esta investigación. Sus conocimientos, experiencia y acertadas recomendaciones fueron fundamentales para la planeación, ejecución y culminación satisfactoria de este proyecto.*

*Asimismo, extendemos nuestro reconocimiento al **ESP. LIC. Víctor Hugo Zafra**, evaluador del presente trabajo de grado, por el tiempo dedicado a la revisión del documento, sus valiosas observaciones, sugerencias y aportes, los cuales contribuyeron significativamente al fortalecimiento y mejoramiento de la calidad académica de este proyecto.*

*Finalmente, agradecemos a todas las personas que, de una u otra manera, brindaron su apoyo, colaboración y motivación durante el desarrollo de este proceso académico, contribuyendo al logro de esta importante meta profesional.*

**Yulian Santiago Rincón Castañeda**

**Alfreth Danilo Contreras Sarabia**

## TABLA DE CONTENIDO

<b><u>RESUMEN EJECUTIVO.....</u></b>	<b><u>13</u></b>
<b><u>INTRODUCCIÓN .....</u></b>	<b><u>14</u></b>
<b><u>1. DESCRIPCIÓN DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN .....</u></b>	<b><u>125</u></b>
<b>1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA .....</b>	<b>15</b>
<b>1.2. JUSTIFICACIÓN.....</b>	<b>14</b>
<b>1.3. OBJETIVOS .....</b>	<b>18</b>
1.3.1. OBJETIVO GENERAL .....	18
1.3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	18
<b>1.4. ESTADO DEL ARTE.....</b>	<b>19</b>
<b><u>2. MARCO REFERENCIAL .....</u></b>	<b><u>21</u></b>
<b><u>3. DISEÑO DE LA INVESTIGACION.....</u></b>	<b><u>39</u></b>
<b><u>4. DESARROLLO DEL TRABAJO DE GRADO .....</u></b>	<b><u>41</u></b>
<b><u>5. RESULTADOS .....</u></b>	<b><u>65</u></b>
<b><u>6. CONCLUSIONES .....</u></b>	<b><u>¡ERROR! MARCADOR NO DEFINIDO.67</u></b>
<b><u>7. RECOMENDACIONES .....</u></b>	<b><u>68</u></b>
<b><u>8. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....</u></b>	<b><u>69</u></b>
<b><u>9. ANEXOS.....</u></b>	<b><u>71</u></b>

## LISTA DE FIGURAS

<b>Figura 1. Vista interna de un interruptor termomagnético .....</b>	<b>24</b>
<b>Figura 2. Esquema del funcionamiento de los contactos principales.....</b>	<b>25</b>
<b>Figura 3. Vista externa de un contactor .....</b>	<b>26</b>
<b>Figura 4. Esquema básico de un variador de frecuencia.....</b>	<b>27</b>
<b>Figura 5. Onda senoidal suministrada por un variador de frecuencia .....</b>	<b>28</b>
<b>Figura 6. Temporizador electrónico .....</b>	<b>29</b>
<b>Figura 7. Ejemplo de símbolo de una fotocélula de cuatro hilos .....</b>	<b>30</b>
<b>Figura 8. Estructura general de una fotocélula de barrera de luz.....</b>	<b>31</b>
<b>Figura 9. Sensor inductivo cilíndrico 3RG4014.....</b>	<b>32</b>
<b>Figura 10. Sensor inductivo de sección cuadrada 3RG4648.....</b>	<b>32</b>
<b>Figura 11. Flujo magnético generado por un sensor de proximidad inductivo .....</b>	<b>32</b>
<b>Figura 12. Sensor de proximidad inductivo enrasable 3RG4014 .....</b>	<b>34</b>
<b>Figura 13. Flujo magnético generado por sensor proximidad no enrasable .....</b>	<b>34</b>
<b>Figura 14. Condensador de placas concéntricas .....</b>	<b>35</b>
<b>Figura 15. Campo eléctrico entre las caras de un condensador.....</b>	<b>36</b>
<b>Figura 16. Efecto producido por un objeto que penetra en el campo eléctrico .....</b>	<b>36</b>
<b>Figura 17. Sensor capacitivo de proximidad enrasado.....</b>	<b>37</b>
<b>Figura 18. Sensor capacitivo de proximidad no enrasado .....</b>	<b>38</b>

<b>Figura 19. Temporizador neumático .....</b>	<b>39</b>
<b>Figura 20. Motor inducción monofásico .....</b>	<b>44</b>
<b>Figura 21. Motor inducción trifásico .....</b>	<b>44</b>
<b>Figura 22. Vista general perspectiva del módulo accionamientos .....</b>	<b>45</b>
<b>Figura 23. Circuito eléctrico .....</b>	<b>54</b>
<b>Figura 24. Circuito de mando 2 .....</b>	<b>55</b>
<b>Figura 25. Circuito de mando 3.....</b>	<b>56</b>
<b>Figura 26. Circuito de fuerza maniobra inversión sentido giro motor trifásico .....</b>	<b>57</b>
<b>Figura 27. Circuito de fuerza maniobra arranque estrella delta motor trifásico.....</b>	<b>58</b>
<b>Figura 28. Circuito de fuerza maniobra arranque electrónico suave.....</b>	<b>59</b>
<b>Figura 29. Circuito de fuerza y mando arranque dos motores trifásicos.....</b>	<b>60</b>
<b>Figura 30. Circuito de fuerza inversión giro con control de velocidad cero .....</b>	<b>61</b>

## LISTA DE TABLAS

**Tabla 1. Elementos componentes del módulo ..... 45**

**Tabla 2. Plan de mantenimiento..... 71**

## RESUMEN EJECUTIVO

La maniobra eléctrica es fundamental porque permite controlar de forma segura y eficiente el funcionamiento de los sistemas eléctricos y los equipos conectados a ellos. A través de dispositivos como interruptores, contactores, relés y sistemas de protección, es posible realizar operaciones de encendido, apagado, control y automatización

Un tablero de maniobra eléctrica es un equipo que concentra y organiza los dispositivos necesarios para controlar, proteger y distribuir la energía eléctrica de una instalación o sistema. Su función principal es permitir la operación segura de motores, máquinas y otros equipos eléctricos.

El desarrollo tecnológico del proyecto se enmarca en la presentación de un marco teórico sobre equipo de maniobra como contactores, pulsadores, sensores, temporizadores y relés térmicos de protección.

El enfoque cualitativo, cuyo objetivo general será la descripción de las cualidades de la solución a la problemática que se estudia, para así mismo comprender la importancia a tener en cuenta esta información, empleando técnicas de revisión que se encuentran en los manuales y técnicas utilizadas en el proyecto, bibliografía de la investigación y de artículos especializados

**PALABRAS CLAVE.** Accionamiento, Control, maniobra, motor, lógica

## INTRODUCCIÓN

Las maniobras eléctricas comprenden el conjunto de operaciones realizadas sobre equipos, circuitos y sistemas eléctricos con el fin de conectar, desconectar, aislar o transferir cargas de manera segura y controlada. Estas actividades son fundamentales para garantizar la continuidad del servicio eléctrico, la protección de las personas, la integridad de los equipos y la confiabilidad de las instalaciones.

La ejecución de una maniobra eléctrica requiere conocimientos técnicos, el cumplimiento estricto de procedimientos operativos y la aplicación de normas de seguridad industrial. Dependiendo del objetivo, las maniobras pueden realizarse en sistemas energizados o desenergizados, utilizando dispositivos como interruptores, seccionadores, transformadores y equipos de protección.

En el contexto del programa de tecnología en operación y mantenimiento electromecánico las competencias específicas como desarrollar ejercicios de maniobra eléctrica con enclavamiento y mecánico utilizando contactores auxiliares de enclavamiento mecánico y pulsadores, esto se traduce a los oficios o desempeño del tecnólogo en la industria.

Asimismo, una adecuada planificación y supervisión de las maniobras permite minimizar riesgos operacionales, prevenir accidentes y reducir posibles interrupciones en el suministro de energía. Por ello, estas operaciones constituyen una actividad esencial en la operación y mantenimiento de redes e instalaciones eléctricas tanto industriales como comerciales.

## 1. DESCRIPCIÓN DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN

### 1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

En el laboratorio de accionamientos eléctricos de las UTS se pueden actualizar en el desarrollo práctico de las competencias relacionadas con la maniobra y el control de motores eléctricos, se requiere integración entre la lógica cableada y la lógica programada dentro de un mismo entorno de práctica. Actualmente, las actividades no permiten una articulación completa entre los fundamentos teóricos y su aplicación real en sistemas de control industrial.

Esta situación genera debilidades en la comprensión de variables como control, protección, secuencia de operación y automatización, afectando el desempeño del estudiante frente a escenarios industriales reales. Además, la falta de un módulo estructurado bajo criterios técnicos limita el uso adecuado de dispositivos como contactores, relés térmicos, variadores de velocidad y sensores.

Las causas principales de esta problemática se relacionan con la necesidad de actualizar y fortalecer los recursos del laboratorio conforme a las exigencias tecnológicas actuales del sector productivo.

El desarrollo de módulos didácticos en el ámbito de la ingeniería eléctrica y electromecánica constituye una estrategia pedagógica esencial para la formación de competencias técnicas. Un módulo didáctico permite simular condiciones reales de operación de sistemas eléctricos de potencia y control, garantizando que los estudiantes adquieran experiencia práctica en maniobras, protección, arranque, control y mantenimiento de motores eléctricos. La enseñanza aplicada mediante

módulos de accionamientos contribuye a la comprensión de los principios de funcionamiento de los componentes eléctricos y electrónicos que intervienen en los sistemas industriales modernos (Pérez, Tolama y Peña, 2022).

En este contexto surge la siguiente pregunta de investigación:

¿Cómo influye la implementación de un módulo de prácticas que integre lógica cableada y lógica programada en el fortalecimiento de las competencias técnicas en maniobra y control de motores eléctricos de los estudiantes del laboratorio de accionamientos eléctricos de las UTS?

## 1.2. JUSTIFICACIÓN

La presente propuesta se desarrolla porque existe la necesidad de fortalecer la formación práctica en el laboratorio de accionamientos eléctricos de las UTS, mediante la implementación de un módulo que integre lógica cableada y programada en un mismo entorno de aprendizaje.

¿Por qué es necesario? Porque el sector industrial exige profesionales con competencias técnicas aplicadas en sistemas reales de control y automatización, y actualmente se presentan limitaciones en la integración práctica de estos conocimientos.

¿Para qué se requiere resolver este problema? Para mejorar el proceso de enseñanza–aprendizaje, permitiendo que el estudiante desarrolle habilidades en selección, conexión, programación y operación segura de equipos de maniobra y control de motores eléctricos.

Al solucionar esta problemática se generan efectos positivos como: mayor apropiación del conocimiento, mejor preparación para el entorno laboral, fortalecimiento de la línea de formación en automatización y accionamientos eléctricos, y optimización del uso de recursos del laboratorio.

La propuesta es relevante para las UTS porque aporta al fortalecimiento académico del programa, actualiza las prácticas conforme a las exigencias tecnológicas actuales y contribuye al desarrollo de competencias aplicables en la industria regional y nacional.

### **1.3. OBJETIVOS**

#### **1.3.1. OBJETIVO GENERAL**

Establecer módulo de prácticas de maniobra eléctrica, para el control y operación de motores eléctricos utilizando lógica cableada y programada en el contexto de las competencias específicas que enmarcan el laboratorio de accionamientos eléctricos de las UTS

#### **1.3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- Describir conceptos utilizados en la maniobra, control y protección de motores eléctricos para la selección técnica de sus equipos, buscando la eficiencia, rendimiento y factor económico favorable
- Operacionalizar módulo utilizando contactores, pulsadores, sensores de proximidad vareadores de velocidad, arrancadores electrónicos, relés térmicos y temporizadores, de forma que garantice la seguridad y efectividad de las prácticas propuestas en el programa de asignatura del laboratorio de accionamientos eléctricos
- Establecer prácticas de lógica cableada y programada como herramienta en el desarrollo de tareas de maniobra y control eléctricos fundamentadas en el contexto industrial

#### 1.4. ESTADO DEL ARTE

Pérez, Tolama y Peña (2022) en su estudio sobre módulos didácticos aplicados a la enseñanza de accionamientos eléctricos resaltan la importancia de fortalecer los procesos de aprendizaje mediante la implementación de estaciones prácticas en laboratorios académicos. Los autores señalan que el uso de dispositivos reales como contactores, relés térmicos, variadores de velocidad y sensores permite a los estudiantes comprender de manera más clara el funcionamiento de los sistemas de control de motores eléctricos. Este trabajo resulta relevante para el presente proyecto, ya que demuestra cómo los módulos de práctica contribuyen a relacionar los conceptos teóricos con su aplicación en entornos similares a los industriales.

Gómez y Hernández (2019), en su investigación sobre la implementación de sistemas de control de motores eléctricos mediante lógica cableada y controladores lógicos programables (PLC), destacan que la integración de ambos tipos de control dentro de los laboratorios universitarios permite mejorar significativamente la formación práctica de los estudiantes. Según los autores, cuando los estudiantes realizan prácticas con equipos reales logran desarrollar habilidades relacionadas con la maniobra, la protección y la automatización de motores eléctricos. Este estudio aporta elementos importantes al presente proyecto, ya que evidencia la necesidad de incorporar módulos de práctica que integren diferentes tecnologías de control.

Rodríguez y Martínez (2020) realizaron un estudio enfocado en la enseñanza de la automatización industrial en programas de ingeniería eléctrica y electromecánica. En su investigación concluyen que el uso de tableros de entrenamiento para el control de motores eléctricos facilita el desarrollo de competencias técnicas en áreas

como arranque, inversión de giro, protección eléctrica y control de velocidad. Los autores destacan que este tipo de herramientas permite al estudiante comprender de forma más práctica el funcionamiento de los sistemas eléctricos industriales. Este antecedente sirve como referencia para el diseño del módulo de prácticas planteado en el laboratorio de accionamientos eléctricos de las UTS.

López y Ramírez (2018) en su trabajo sobre el diseño de módulos didácticos para laboratorios de control eléctrico señalan que la utilización de estaciones de entrenamiento permite simular diferentes procesos industriales relacionados con la operación de motores eléctricos. En su investigación explican que estos módulos facilitan la enseñanza de secuencias de operación, sistemas de protección y control automático mediante la utilización de componentes eléctricos reales. Este documento resulta útil para el presente proyecto, ya que muestra la importancia de contar con herramientas prácticas que permitan mejorar el proceso de enseñanza en los laboratorios de formación tecnológica.

Morales y Castillo (2021) desarrollaron una investigación sobre el uso de estaciones didácticas en la enseñanza de la automatización industrial en instituciones de educación superior. Los resultados obtenidos muestran que los estudiantes que trabajan con módulos de entrenamiento para control de motores eléctricos logran una mejor comprensión de los sistemas de maniobra, control y protección eléctrica. Además, los autores destacan que este tipo de herramientas permite fortalecer la relación entre el conocimiento teórico y su aplicación en situaciones similares a las que se presentan en el sector industrial. Este estudio aporta fundamentos importantes para la implementación de la estación de prácticas propuesta en el presente proyecto.

## 2. MARCO REFERENCIAL

### 2.1 Disyuntor

Un disyuntor o interruptor automático, es un aparato capaz de interrumpir o abrir un circuito eléctrico cuando la intensidad de la corriente eléctrica que por él circula excede de un determinado valor, o en el que se ha producido un cortocircuito, con el objetivo de evitar daños a los equipos eléctricos. A diferencia de los fusibles, que deben ser reemplazados tras un único uso, el disyuntor puede ser rearmado una vez localizado y reparado el problema que haya causado su disparo o desactivación automática.

Los disyuntores se fabrican de diferentes tamaños y características, lo cual hace que sean ampliamente utilizados en viviendas, industrias y comercios. Otros nombres; Interruptor automático de caja moldeada, Breaker.

Parámetros que definen un Disyuntor

- Calibre o corriente nominal: Corriente de trabajo para la cual está diseñado el dispositivo.
- Tensión de trabajo: Tensión para la cual está diseñado el disyuntor.
- Poder de corte: Intensidad máxima que el disyuntor puede interrumpir. Con mayores intensidades se pueden producir fenómenos de arco voltaico, fusión y soldadura de materiales que impedirían la apertura del circuito.
- Poder de cierre: Intensidad máxima que puede circular por el dispositivo en el momento de cierre sin que éste sufra daños por choque eléctrico.
- Número de polos: Número máximo de conductores que se pueden conectar al interruptor automático.

Los disyuntores más comúnmente utilizados son los que trabajan con corrientes alternas, aunque existen también para corrientes continuas.

## Tipos

Disyuntor magneto-térmico.

Disyuntor magnético.

Disyuntor térmico.

Disyuntor por corriente diferencial.

Guardamotor.

## Partes de un disyuntor

- Dispositivo térmico (presente en los breaker térmicos y magnetotérmicos): Está compuesto por una placa bimetalica calibrado por el que circula la corriente que alimenta la carga. Cuando ésta es superior a la intensidad para la que está construido el aparato, se calienta, se va dilatando y provoca que el bimetalico se arquee, con lo que se consigue que el interruptor se abra automáticamente (Detecta las fallas por sobrecarga).
- Dispositivo magnético (presente en los breaker magnéticos y magnetotérmicos): Lo forma una bobina, un núcleo y una parte móvil. La intensidad que alimenta la carga atraviesa dicha [bobina], y en el caso de que ésta sea muy superior a la intensidad nominal del aparato se crea un campo magnético que es capaz de arrastrar a la parte móvil y provocar la apertura del circuito de forma casi instantánea. Detecta las fallas por [cortocircuito] que pueda haber en el circuito eléctrico.

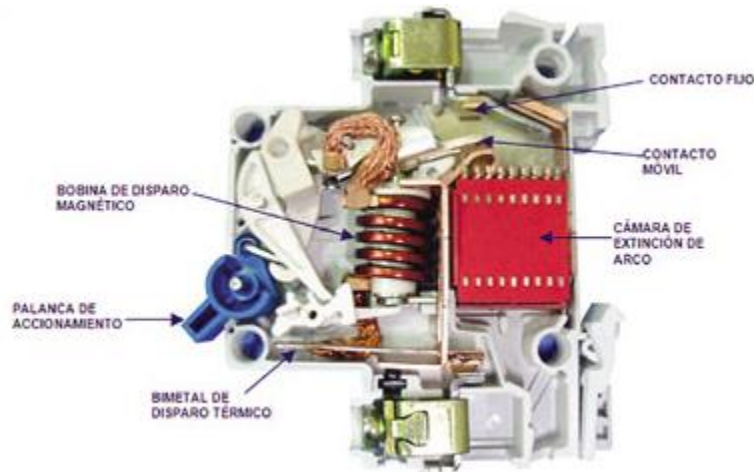


Figura 1 Vista interna de un interruptor termomagnética

Fuente: <http://www.microbyte.cl/elec/picarti/201112/k3rst2.jpg>

## 2.2 Contactor principal

Son interruptores accionados mediante electromagnetismo, que proporciona un medio seguro para conectar e interrumpir circuitos derivados. La principal diferencia entre un contactor y un arrancador manual, es que el contactor no contiene relee de sobrecarga.

El contactor está formado por una bobina, un juego de contactos principales y otro juego de contactos auxiliares.

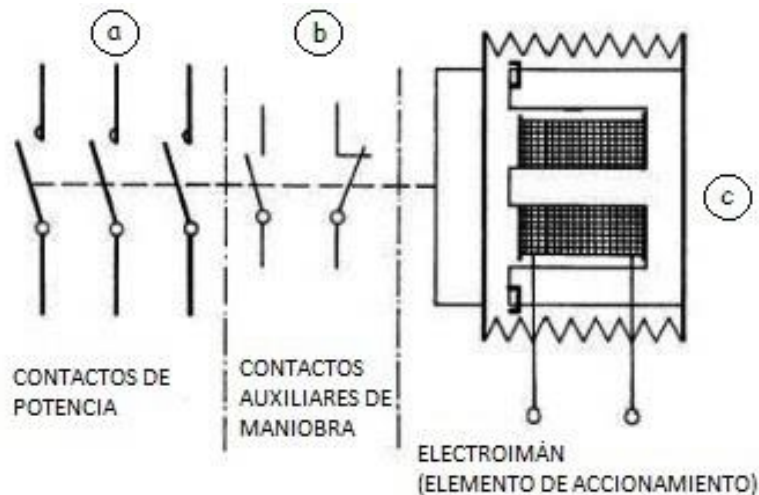


Figura 2 Esquema del funcionamiento de los contactos principales y auxiliares del contactor

Fuente: <https://kevinorlandooasis.wordpress.com/2014/10/16/contactores-y-relevadores-magneticos/.jpg>

Los contactos principales se utilizan para controlar la corriente consumida por los motores u otros dispositivos de alta corriente como grandes cantidades de lámparas y resistencias de calor.

Los contactos auxiliares se utilizan para conectar dispositivos piloto como luces indicadoras, estaciones de botones y dispositivos de sonido.



Figura 3. Vista externa de un contactor

Fuente: <https://kevinorlandoasis.wordpress.com/2014/10/16/contactores-y-relevadores-magneticos/>

Debido a que la principal tarea de un contactor es controlar el paso de corriente sus contactos deben ser fabricados de un material resistente al desgaste producido por el constante accionamiento del contactor.

Por lo general los contactos se fabrican de una aleación de cobre y plata, llamada **Platino**.

Para ayudar a prolongar la vida útil de los contactos, el contactor cuenta con un dispositivo llamado **extintor de arcos**. Este cumple la función de extinguir los arcos producidos durante la apertura de los circuitos manejados por el contactor.

Otro dispositivo útil de los contactores son las **espiras de sombra**, la función de estas es anular la oscilación producida en la bobina del contactor cuando esta es de corriente alterna, dicha oscilación se produce debido a la forma de onda de la corriente.

## 2.3 Variador de frecuencia

Los variadores de frecuencia son sistema utilizados para el control de la velocidad rotacional de un motor de corriente alterna. Un variador de frecuencia son vertientes de un variador de velocidad, ya que llevan un control de frecuencia de alimentación, la cual se suministra por un motor.

Otra forma en que son conocidos los variadores de frecuencia es como Drivers ya sea de frecuencia ajustable (ADF) o de CA, VVVF (variador de voltaje variador de frecuencia), micro drivers o inversores; esto depende en gran parte del voltaje que se maneje.

¿Cómo funciona un variador de frecuencia?

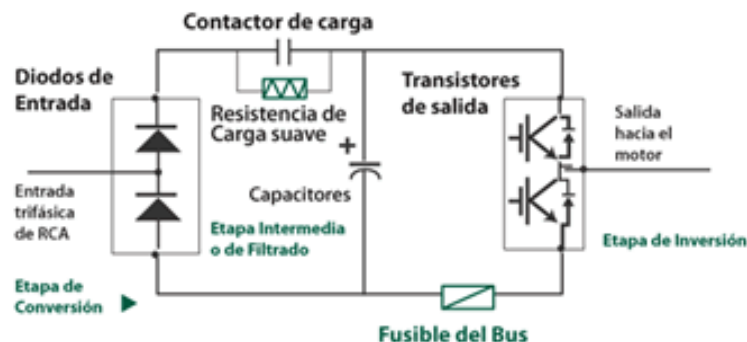


Figura 4 Esquema básico de un variador de frecuencia

Fuente: <https://www.quiminet.com/articulos/que-es-un-variador-de-frecuencia-y-como-es-que-funciona-60877.htm>

Se alimenta al equipo con un voltaje de corriente alterna (CA), el equipo primero convierte la CA en corriente directa (CD), por medio de un puente rectificador (diodos o SCR's), este voltaje es filtrado por un banco de capacitores interno, con el fin de suavizar el voltaje rectificado y reducir la emisión de variaciones en la señal;

posteriormente en la etapa de inversión, la cual está compuesta por transistores (IGBT), que encienden y apagan en determinada secuencia (enviando pulsos) para generar una forma de onda cuadrada de voltaje de CD a un frecuencia constante y su valor promedio tiene la forma de onda senoidal de la frecuencia que se aplica al motor.

El proceso de conmutación de los transistores es llamado PWM "Pulse Width Modulation" Modulación por ancho de pulso.

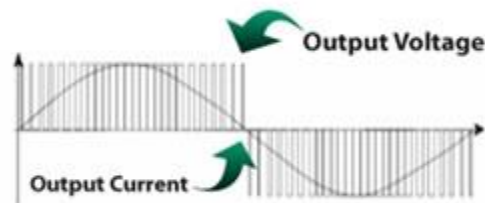


Figura 5. Onda senoidal suministrada por un variador de frecuencia

Fuente: <https://www.quiminet.com/articulos/que-es-un-variador-de-frecuencia-y-como-es-que-funciona-60877.htm>

Al tener control en la frecuencia de la onda de corriente podemos también controlar la velocidad del motor de acuerdo a la siguiente fórmula:

$$Nm = \frac{120 \times f(1 - s)}{P}$$

Nm = velocidad mecánica (rpm)  
f = frecuencia de alimentación (Hz)  
s = deslizamiento (adimensional)  
P = número de polos.

## 2.4 Temporizadores

Un temporizador es un aparato con el que podemos regular la conexión o desconexión de un circuito eléctrico después de que se ha programado un tiempo. El elemento fundamental del temporizador es un contador binario, encargado de medir los pulsos suministrados por algún circuito oscilador, con una base de tiempo estable y conocida. El tiempo es determinado por una actividad o proceso que se necesite controlar. Se diferencia del relé, en que los contactos del temporizador no cambian de posición instantáneamente. Podemos clasificar los temporizadores en:

De conexión: el temporizador recibe tensión y mide un tiempo hasta que libera los contactos

De desconexión: cuando el temporizador deja de recibir tensión al cabo de un tiempo, libera los contactos



Figura 6. Temporizador electrónico

Fuente: <https://bricos.com/2012/11/temporizadores-clases-y-funcionamiento/>

## 2.5 Sensores optoelectrónicos de proximidad

Los sensores optoelectrónicos de proximidad detectan la presencia de un objeto mediante fenómenos relacionados con la luz. Suelen recibir diferentes nombres, entre los que cabe citar las fotocélulas (Photoelectric Switches or photocells), detectores optoelectrónicos (Optoelectronic detectors), sensores de proximidad Ópticos (Optical proximity sensors) y detectores de proximidad fotoeléctricos (Proximity photoelectric detectors). Se componen, en general, de un emisor y un receptor. El emisor genera un rayo de luz dentro del espectro visible, infrarrojo cercano o láser. El receptor recibe o no el rayo emitido por el emisor, o lo recibe con algún cambio específico de sus características, según que en su trayectoria encuentre o no el objeto a detectar. Existen numerosas formas de realizar los sensores optoelectrónicos de proximidad, lo que da lugar a un gran número de variantes.

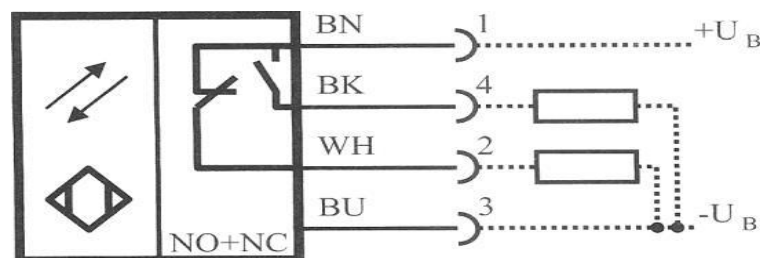


Figura 7 Ejemplo de símbolo de una fotocélula de cuatro hilos (cortesía de Siemens).

Fuente: Autómatas Programables (Mandado, Acevedo, Silva, Quiroga 2009)

Las fotocélulas constan de un elemento emisor de luz y otro receptor de luz, que pueden estar montados sobre la misma carcasa o sobre carcasas diferentes. Además de los dispositivos y circuitos electrónicos, las fotocélulas poseen, en general, lentes, filtros de luz, etc. La figura 19 muestra, utilizando como ejemplo una fotocélula de barrera de luz, los elementos que componen una fotocélula, que se describen a continuación.

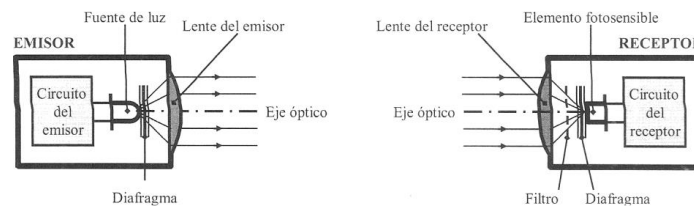


Figura 8. Estructura general de una fotocélula de barrera de luz.

Fuente: Autómatas Programables (Mandado, Acevedo, Silva, Quiroga 2009)

Efecto de la desviación del ángulo de incidencia de la luz con relación al eje óptico del receptor.

## 2.6 Sensores inductivos de proximidad.

Los sensores inductivos de proximidad se pueden clasificar de acuerdo con el formato externo y con la forma constructiva. Según el formato externo los sensores inductivos de proximidad pueden ser cilíndricos o cúbicos. En ambos casos la forma

de operación es la misma. Según la forma constructiva los sensores inductivos de proximidad pueden ser enrasados y no enrasados que se describen a continuación.



Figura 9. Sensor inductivo cilíndrico 3RG4014 (cortesía de Siemens).

Fuente: Autómatas Programables (Mandado, Acevedo, Silva, Quiroga 2009)



Figura 10. Sensor inductivo de sección cuadrada (cúbico) 3RG4648 (cortesía de Siemens).

Fuente: Autómatas Programables (Mandado, Acevedo, Silva, Quiroga 2009)

### Sensores enrasados

Los sensores enrasados o apantallados (*Shielded*) son sensores inductivos de proximidad en los que el cuerpo metálico que rodea a los distintos bloques que constituyen el sensor, se prolonga hasta la bobina censura. Esto evita la dispersión

del flujo electromagnético y lo concentra en la parte frontal. De esta forma se anula prácticamente el efecto de los metales circundantes y las interferencias mutuas cuando se instalan varios sensores inductivos de proximidad contiguos. La figura muestra un sensor de proximidad inductivo enrasado de la familia 3RG4014.

- Sensores no enrasados

Los sensores no enrasados son sensores cuyo recubrimiento metálico externo no llega hasta el borde de la cabeza sensora, es decir no están apantallados (*unshielded*), lo que hace que el flujo se disperse por los laterales de la misma tal como se indica en la figura 22. Debido a ello el sensor no se puede enrasar con el soporte metálico que lo sustenta porque lo detecta y estaría siempre activado. La figura muestra un sensor de este tipo de la familia 3RG4024.



Figura 11. Flujo magnético generado por un sensor de proximidad inductivo enrasado

Fuente: Autómatas Programables (Mandado, Acevedo, Silva, Quiroga 2009)



Figura 12. Sensor de proximidad inductivo enrasado 3RG4014 (cortesía de Siemens).  
Fuente: Autómatas Programables (Mandado, Acevedo, Silva, Quiroga 2009)

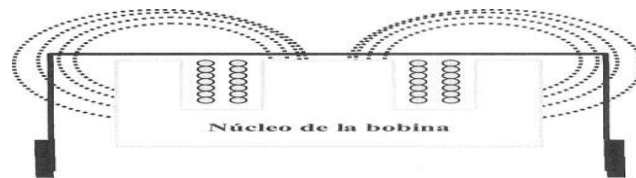


Figura 13. Flujo magnético generado por un sensor de proximidad inductivo no enrasado.

Fuente: Autómatas Programables (Mandado, Acevedo, Silva, Quiroga 2009)

Se debe tener en cuenta que, en un sensor enrasado el flujo magnético es bastante restringido, lo que provoca una disminución de la distancia de detección. Para detectar el objeto a la misma distancia con un sensor enrasado que con uno no enrasado, la superficie de detección del primero debe ser aproximadamente el doble que la del segundo.

#### Campo de trabajo

El campo de trabajo o rango de operación (*Sensing range*) es la zona, situada en las proximidades de la cara activa del sensor, en la que el campo electromagnético creado por la bobina es suficientemente intenso para que el fabricante garantice

que el sensor detecta el objeto normalizado o patrón, que es un cuadrado de acero ST37 de un milímetro de espesor y un lado de longitud igual al diámetro de la cara sensible del sensor (la mayoría de los que se utilizan en la industria son cilíndricos) o a tres veces la distancia de detección nominal del sensor (el mayor de ambos).

## 2.7 Sensores capacitivos de proximidad

Los sensores capacitivos de proximidad (*Capacitive proximity sensors*) basan su funcionamiento en la interacción que se produce entre el campo electrostático que ellos mismos generan y el objeto a detectar. Su principio de funcionamiento es análogo al de los inductivos y se diferencian de ellos en que el elemento sensor es un condensador.

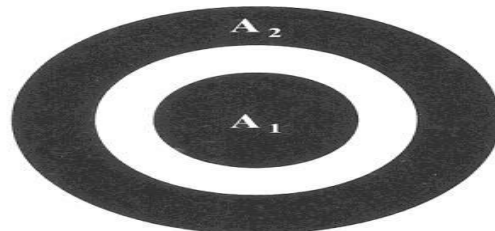


Figura 14. Condensador de placas concéntricas

Fuente: Autómatas Programables (Mandado, Acevedo, Silva, Quiroga 2009)

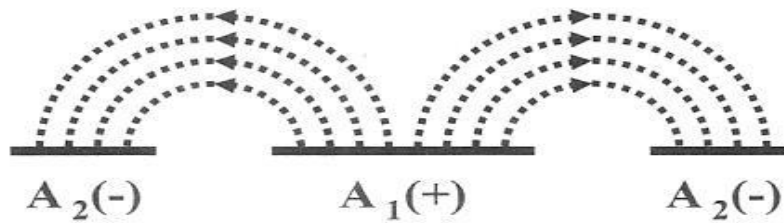


Figura 15. Campo eléctrico entre las caras de un condensador de placas concéntricas.  
Fuente: Autómatas Programables (Mandado, Acevedo, Silva, Quiroga 2009)



Figura 16. Efecto producido por un objeto que penetra en el campo eléctrico creado por el condensador abierto  
Fuente: Autómatas Programables (Mandado, Acevedo, Silva, Quiroga 2009)

### Sensores enrasados

Los sensores enrasados, también denominados blindados como en el caso de los inductivos, se fabrican con una malla metálica alrededor de la cara activa del sensor, esto concentra el campo electrostático del condensador abierto en la parte frontal del sensor, lo que permite montarlo a ras del material que lo rodea sin que el sensor lo detecte. Debido a la alta concentración del campo electrostático, este tipo de forma constructiva es adecuada también para detectar objetos implementados con un material de baja permisividad. Por la misma razón los sensores enrasados son sensibles a la suciedad y a la humedad depositada en la cara activa del sensor, lo que puede dar lugar a activaciones erróneas de la señal de salida del sensor.

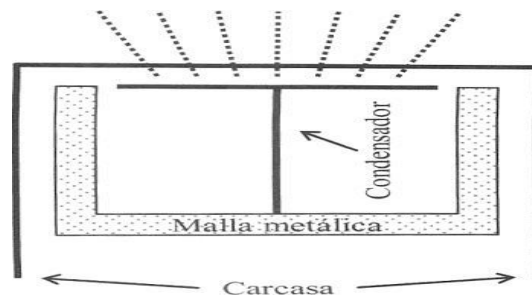


Figura 17. Sensor capacitivo de proximidad enrasado.  
Fuente: Autómatas Programables (Mandado, Acevedo, Silva, Quiroga 2009)

### Sensores no enrasados

En este tipo de sensores, también denominados no blindados como en el caso de los inductivos, el campo electrostático no está tan concentrado como en los enrasados. Por ello son adecuados para la detección de materiales de elevada permitividad y también para discriminar entre materiales de alta y baja permitividad. Este tipo de sensores incluyen frecuentemente un condensador auxiliar que compensa el efecto de las condiciones ambientales que modifican la capacidad del sensor, con el objetivo de que funcione correctamente incluso en presencia de agua pulverizada, polvo, suciedad, etc. Además, el campo electrostático de compensación es de baja intensidad y en consecuencia solo existe en las proximidades de la cara activa del sensor. Esto hace que mediante dicho campo se detecte la suciedad, humedad, etc., que se deposita sobre la cara activa del sensor, pero que no se detecte el objeto.

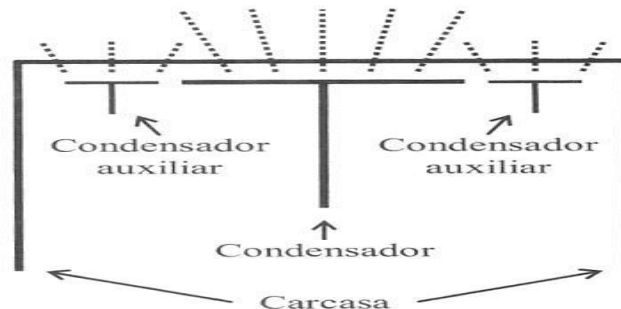


Figura 18. Sensor capacitivo de proximidad no enrasado.  
Fuente: Autómatas Programables (Mandado, Acevedo, Silva, Quiroga 2009)

## 2.7 Temporizador neumático.

La temporización se obtiene regulando la entrada de aire en un fuelle, hasta que se llene completamente, momento en el cual éste acciona los contactos del temporizador. El aire es expulsado del fuelle prácticamente en forma instantánea.

Un temporizador neumático que comprende un filtro por donde penetra el aire comprimido, un vástago de latón en forma de cono, solidario con un tornillo de regulación para el paso de aire un fuelle de goma y un resorte antagonista situado en el interior de este fuelle. El tornillo de regulación asegura la regulación progresiva de la temporización; las gamas de temporización cubren desde 0.1

Una bobina electromagnética para corriente continua o alterna, según los casos.

Un juego de contactos de ruptura brusca y solidaria al temporizador neumático por medio de un juego de levas y palancas.

El relé de retardo a la desconexión tiene el siguiente funcionamiento: cuando se interrumpe la circulación de corriente por la bobina, el contacto solidario con ella tarda cierto tiempo en soltarse, debido a la acción del temporizador neumático. Al

soltarse este contacto, actúa sobre un microrruptor, que desconecta el circuito de mando.

La temporización puede ser a la excitación o a la desexcitación de la bobina o combinando ambos efectos.

Para efectos de este proyecto de grado se realizó la selección de cuatro temporizadores neumáticos, que cumplen con las siguientes características y especificaciones:

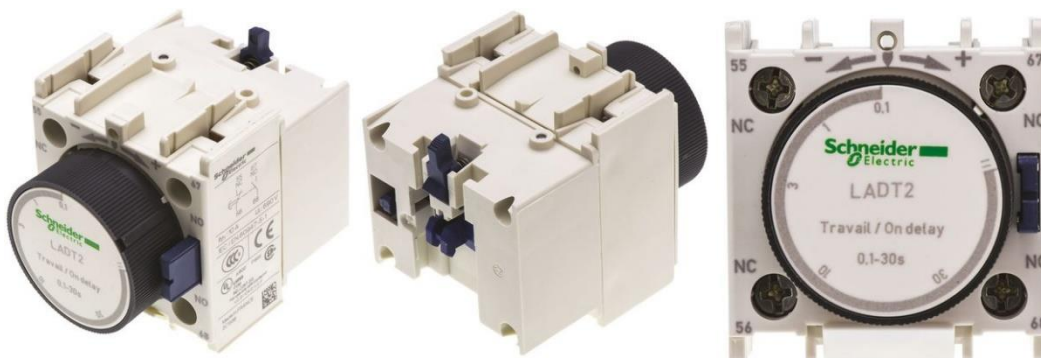


Figura 19. Temporizador neumático  
Fuente. Schneider electric

### **3 DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN**

#### **3.1. Tipo de Investigación**

La investigación desarrollada en el presente proyecto es de tipo exploratoria informal, la cual es apoyada en fuente de datos secundarios que se encuentran revisando la literatura y la recopilación de documentación para comprender y dar solución a la problemática de la investigación, la exploración mantiene un enfoque cuantitativo que define la descripción de las cualidades de la problemática como lo es “la probabilidad de actualizar y mejorar herramientas prácticas en el área de control industrial del programa de Ingeniería Electromecánica, como es la caracterización y aplicación de la maniobra eléctrica en tableros de control en concordancia con lo que requiere en el sectores productivos.

El enfoque cualitativo, cuyo objetivo general será la descripción de las cualidades de la solución a la problemática que se estudia, para así mismo comprender la importancia a tener en cuenta esta información, empleando técnicas de revisión que se encuentran en los manuales y técnicas utilizan en el proyecto, bibliografía de la investigación y de artículos especializados.

#### **3.2. Método y Técnicas de la Investigación**

El método (observación, inductivo, deductivo o análisis), las técnicas (Experimentos medidas programación prueba y error).

### 3.3. Fases de la Investigación

**Tabla 1**

*Fases de la investigación*

FASE	ACTIVIDADES
<b>Fase 1.</b>	En esta fase se recopila la documentación de las variables a analizar y se procede con la adquisición de los equipos y componentes necesarios para la ejecución del proyecto. Además, se llevará a cabo la adecuación del espacio de trabajo destinado a la investigación, asegurando que esté correctamente equipado y adaptado para el desarrollo de las actividades experimentales.
<b>Fase 2.</b>	Implementar, un tablero de maniobra eléctrica para el control de aplicaciones prácticas en área del control industrial.
<b>Fase 3.</b>	Estructurar un tablero de maniobra eléctrica como herramienta básica y fundamental en el control y automatización industrial
<b>Fase 4.</b>	Estructuración de resultados obtenidos

Fuente: Autor

## 4 DESARROLLO DEL TRABAJO DE GRADO

### 4.1 Tipos de arranque

#### 4.1.1 Arranque directo

En este tipo de arranque se conectan los devanados directos a la red a través de conmutación simple. Este tipo de arranque genera corrientes de arranque altas las cuales conlleva a caídas de tensión dentro de la red energética (Ganchozo y Corral, 2017).

#### 4.1.2 Arranque estrella-triángulo

Este arranque se usa para los motores trifásicos, en el cual se conecta el motor en estrella a lo largo del arranque y posteriormente se conecta en triángulo para su conexión a la tensión nominal. Este cambio se realiza a través de conmutación con el propósito de eliminar las corrientes transitorias que se generan por la pérdida de potencia (Ganchozo y Corral, 2017).

#### 4.1.3 Arranque por autotransformador

El arranque realiza un cambio entre la red y un autotransformador, con lo cual al motor se le aplica inicialmente una tensión menor y se eleva progresivamente hasta que se conecte a la tensión propia de la red (Ganchozo y Corral, 2017).

#### 4.1.4 Arranque con resistencias en serie

Para este arranque se requiere de la conexión de un reóstato variable en serie a las bobinas. Se pone en marcha con el máximo de resistencia y se

disminuye hasta el punto en el que el motor se conecte directamente a la tensión de la red (Ganchozo y Corral, 2017).

#### **4.1.5 Arranque con arrancador suave**

Este tipo de arranque se relaciona con el uso de arrancadores suaves los cuales cuentan con un circuito de potencia que se compone principalmente por tiristores, los cuales realizan el control de la tensión para alimentar el motor controlando el arranque del motor (Ganchozo y Corral, 2017).

#### **4.1.6 Arranque con variador de frecuencia**

Estos dispositivos se usan para los arranques de los motores los cuales permiten adaptar la frecuencia y por ende realizar ajustes en la velocidad del motor, esto da lugar a minimizar los desgastes que se generan por las subidas de tensión (Ganchozo y Corral, 2017).

### **4.2 Tipos de motores**

#### **Motores de corriente alterna**

Monofásicos: Estos motores se alimentan por una corriente alterna senoidal de una fase, provocando que el campo que crea la bobina sea variable, pero de solo una dirección.



Figura 20. Motor inducción monofásico  
Fuente. Weg

Trifásicos: son aquellos en los que el tipo de embobinado inductor se coloca en el estator y se forma por tres bobinas diferentes independientes ubicadas a  $120^\circ$  entre sí y que se alimentan por un sistema trifásico de CA (Sanabria & Sánchez, 2016).



Figura 21. Motor inducción trifásico  
Fuente. Weg

### 4.3 Diseño estructural del modulo

Tomando como base los modelos de los módulos existentes en el laboratorio de accionamientos eléctricos referente medidas y materiales y a través del software de SolidWord se diseñó y construyó el módulo.

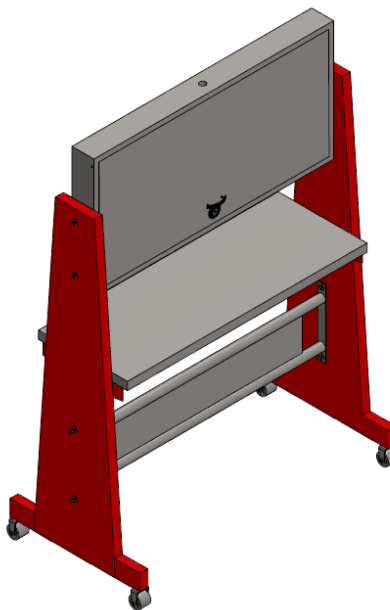


Figura. 22 Vista general perspectiva del módulo accionamientos  
Fuente. Autores

EQUIPOS	ELEMENTOS A REVISAR		
	Tarea	Causas	Efecto
PROTECCION ELECTROMAGNETICA	Ajustar y limpiar Contactos	Ambientes Húmedos y Constante uso	Disparos intempestivos
FUSIBLES	Ajustar contactos medir continuidad	Constante uso y corto circuitos	Desconexión circuito de mando
CONTACTORES	Ajustar contactos principales y auxiliares	Ambientes Húmedos y Constante uso. Muchas maniobras por tiempo	Vibraciones. Alta resistencia de contacto, Desconexiones
PILOTOS	Ajustar bornes Conexión	Uso continuo	No visualización de estado del circuito
ARRANCADOR ELECTRONICO	Ajustar bornes de potencia y control	Ambientes Húmedos y Constante uso	No arranque motor
CONVERTIDOR DE FRECUENCIA	Ajustar bornes de potencia y control. Ajustar potenciómetro	Ambientes Húmedos y Constante uso	No arranque motor
PLC	Ajustar bornes Conexiones de entradas y salidas	Ambientes Húmedos y Constante uso	Dificultades de programación
TEMPORIZADOR ELECTRONICO	Ajustar contactos, calibrar tiempos	Constante uso	No conteo de eventos
RELE CONTROL DE NIVEL LIQUIDOS	Ajustar bornes de alimentación y electrodos	Uso continuo	No arranque motor, no control de nivel.
SENSOR CAPACITIVO	Ajustar bornes Conexión. Verificar alcances	Uso continuo	No activación señal

SENSOR INDUCTIVO	Ajustar bornes Conexión. Verificar alcances	Uso continuo	No activación señal
PULSADOR TIPO MULETILLA	Ajustar bornes Conexión. Verificar continuidad	Uso continuo	No activación señal
PULSADOR NC	Ajustar bornes Conexión. Verificar continuidad	Uso continuo	No activación señal
PULSADOR NO	Ajustar bornes Conexión. Verificar continuidad	Uso continuo	No activación señal
SENSOR FOTOELECTRICO TIPO ESPEJO	Ajustar bornes Conexión. Verificar alcances	Uso continuo	No activación señal

Tabla 1 Elementos componentes del modulo  
Fuente. Autores

#### 4.4 Selección equipo de maniobra y protección eléctrica del modulo

##### 4.4.1 Protección termo magnética

Los interruptores automáticos termo-magnéticos son dispositivos diseñados para la protección de conductores y aparatos que deban ser preservados contra sobrecargas eléctricas y cortocircuitos.

Para la selección del interruptor termomagnético del módulo tuvo en cuenta:

La carga a proteger en cuanto número de conductores; en este caso los motores son trifásicos; por consiguiente, la protección es tripolar.

- La tensión de los diferentes equipos que componen el banco en este caso 220 voltios a.c.

- La corriente; tomando como referencia las de las protecciones existentes en los diferentes módulos se optó por seleccionar una protección termomagnética de 20 amperios con las siguientes características.

#### 4.5 Ficha técnica

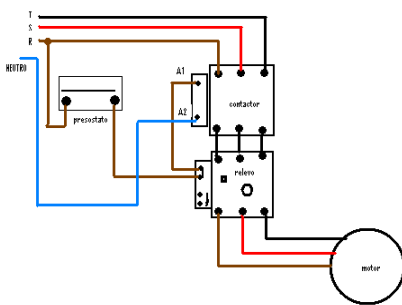
##### 4.5.1 Contactor principal

		Montaje de estación práctica para el laboratorio de accionamientos eléctricos de las UTS., utilizando lógica cableada y programada en el contexto de la maniobra y control de motores eléctricos	
<b>Ficha Técnica Equipos</b>			
<b>Descripción de la Maquinaria y Equipo</b>			
<b>Equipo:</b>	Contactor Ex9c		
<b>Laboratorio:</b>	Accionamientos Eléctricos		
<b>Fabricante:</b>	Noark		
<b>Modelo:</b>	Ex9c1811		
<b>Modulo:</b>	1	<b>N° de equipos iguales:</b>	1
<b>Datos Técnicos</b>			
<b>Tensión de Operación (Circuito Principal):</b> 208-600V AC	<b>Tensión Nominal del Suministro de Control:</b> 100-240V AC		<b>Tensión Nominal del Circuito de Control:</b> 100-240V AC
<b>Corriente Operativa Nominal:</b> 80y100A.	<b>Frecuencia:</b> 50/60 Hz		<b>Tiempo de Rampa:</b> Durante inicio 1-10 s Durante Parada 0-20 s
<b>Usos o Aplicaciones</b>			
Un contactor es un componente electromecánico que tiene por objetivo establecer o interrumpir el paso de corriente, ya sea en el circuito de potencia o en el circuito de mando, tan pronto se dé tensión a la bobina (en el caso de contactores instantáneos). Un contactor es un dispositivo con capacidad de cortar la corriente eléctrica de un receptor o instalación, con la posibilidad de ser accionado a distancia, que tiene dos posiciones de funcionamiento: una encendida y otra			



apagada, cuando no recibe acción alguna por parte del circuito de mando, y otra inestable, cuando actúa dicha acción. Este tipo de funcionamiento se llama de "todo o nada". En los esquemas eléctricos, su simbología se establece con las letras KM seguidas de un número de orden.

### Modo De Conexión



Los contactores de la serie Ex9C están destinados principalmente para aplicaciones industriales. Cumplen con los requisitos de IEC / EN 60947-4-1. Estos contactores se proporcionan en tres tamaños. El tamaño 18 cubre las corrientes nominales de 9, 12 y 18 A en la categoría de utilización AC-3. El tamaño 38 está diseñado para versiones de 25, 32 y 38 A. El tamaño 100 está entonces disponible con corrientes nominales de 80 y 100 A. Por lo tanto, la aplicación a motores trifásicos de hasta 45 kW puede cubrirse por completo. La última corriente térmica acordada de estos contactores es de 125 A.

Los dispositivos pueden trabajar hasta el voltaje de 690 V AC. El voltaje de control de la bobina es opcional dentro del rango de 24 a 415 V CA. Los contactores están diseñados en tres fases con contactos auxiliares integrados 11 o 22.

Los contactores de la serie Ex9C pueden equiparse con una unidad de contacto auxiliar frontal (incluidos dos o cuatro contactos) y con una unidad de contacto lateral izquierda y una derecha. Además, se pueden combinar con relés de sobrecarga Ex9R38 y Ex9R100.

### Recomendaciones de uso:

Cuatro tamaños de cuadros con corriente nominal de hasta 100 A  
a 400 V AC-3  
Versiones de 3 polos  
Voltaje de control de la bobina 24 - 415 V AC  
Corriente de cortocircuito condicional nominal 50 kA  
Adecuado principalmente para aplicaciones industriales,  
se puede usar también para los nacionales

1. Montaje en el carril del dispositivo (DIN) 35 mm o 75 mm (tamaños de bastidor 65, 100) o en el



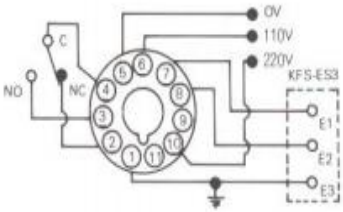
<b>Ubicación del Manual:</b>	<a href="http://www.noark-electric.eu/en/products/Industrial_devices/Contactors_Ex9C">http://www.noark-electric.eu/en/products/Industrial_devices/Contactors_Ex9C</a>
------------------------------	---

		<p>Montaje de estación practica para el laboratorio de accionamientos eléctricos de las UTS., utilizando lógica cableada y programada en el contexto de la maniobra y control de motores eléctricos</p>	
<b>Ficha Técnica Equipos</b>			
<b>Descripción de la Maquinaria y Equipo</b>			
<b>Equipo:</b>	Contactor		
<b>Laboratorio:</b>	Accionamientos Eléctricos		
<b>Fabricante:</b>	Schneider		
<b>Modelo:</b>	lc1d09		
<b>Modulo:</b>	1	<b>N° de equipos iguales:</b>	1
<b>Datos Técnicos</b>			
<b>Tensión de Operación (Circuito Principal):</b>	208-600V AC	<b>Tensión Nominal del Suministro de Control:</b>	100-240V AC
<b>Tensión Nominal del Circuito de Control:</b>	100-240V AC	<b>Tiempo de Rampa:</b>	Durante inicio 1-10 s Durante Parada 0-20 s
<b>Corriente Operativa Nominal:</b>	80y100A.	<b>Frecuencia:</b>	50/60 Hz
<b>Potencia Operativa nominal:</b>			
<b>Usos o Aplicaciones</b>			
<p>Un contactor es un componente electromecánico que tiene por objetivo establecer o interrumpir el paso de corriente, ya sea en el circuito de potencia o en el circuito de mando, tan pronto se dé tensión a la bobina (en el caso de contactores instantáneos). Un contactor es un dispositivo con capacidad de cortar la corriente eléctrica de un receptor o instalación, con la posibilidad de ser accionado a distancia, que tiene dos posiciones de funcionamiento: una encendida y otra apagada, cuando no recibe acción alguna por parte del circuito de mando, y otra inestable, cuando actúa dicha acción. Este tipo de funcionamiento se llama de "todo o nada". En los esquemas eléctricos, su simbología se establece con las letras KM seguidas de un número de orden.</p>			
<b>Modo De Conexión</b>			



	<p>Los contactores de la serie Ex9C están destinados principalmente para aplicaciones industriales. Cumplen con los requisitos de IEC / EN 60947-4-1. Estos contactores se proporcionan en tres tamaños. El tamaño 18 cubre las corrientes nominales de 9, 12 y 18 A en la categoría de utilización AC-3. El tamaño 38 está diseñado para versiones de 25, 32 y 38 A. El tamaño 100 está entonces disponible con corrientes nominales de 80 y 100 A. Por lo tanto, la aplicación a motores trifásicos de hasta 45 kW puede cubrirse por completo. La última corriente térmica acordada de estos contactores es de 125 A.</p> <p>Los dispositivos pueden trabajar hasta el voltaje de 690 V AC. El voltaje de control de la bobina es opcional dentro del rango de 24 a 415 V CA. Los contactores están diseñados en tres fases con contactos auxiliares integrados 11 o 22.</p> <p>Los contactores de la serie Ex9C pueden equiparse con una unidad de contacto auxiliar frontal (incluidos dos o cuatro contactos) y con una unidad de contacto lateral izquierda y una derecha. Además, se pueden combinar con relés de sobrecarga Ex9R38 y Ex9R100</p>
<p><b>Recomendaciones de uso:</b></p>	<p>Cuatro tamaños de cuadros con corriente nominal de hasta 100 A a 400 V AC-3 Versiones de 3 polos Voltaje de control de la bobina 24 - 415 V AC Corriente de cortocircuito condicional nominal 50 kA Adecuado principalmente para aplicaciones industriales, se puede usar también para los nacionales Montaje en el carril del dispositivo (DIN) 35 mm o 75 mm (tamaños de bastidor 65, 100) o en el panel</p>
<p><b>Ubicación del Manual:</b></p>	<p><a href="http://www.newark.com/schneider-electric/lc1d09bd/contactor-3pst-no-24vdc-20a-din/dp/79C9454?CMP=KNC-GSOA-GEN-KWL&amp;mckv= pcrid 244370263849">http://www.newark.com/schneider-electric/lc1d09bd/contactor-3pst-no-24vdc-20a-din/dp/79C9454?CMP=KNC-GSOA-GEN-KWL&amp;mckv= pcrid 244370263849</a></p>

#### 4.5.2 Control de líquidos

		<p>Montaje de estación practica para el laboratorio de accionamientos eléctricos de las UTS., utilizando lógica cableada y programada en el contexto de la maniobra y control de motores eléctricos</p>	
<b>Ficha Técnica Equipos</b>			
<b>Descripción de la Maquinaria y Equipo</b>			
<b>Equipo:</b>	Control de nivel de líquidos		
<b>Laboratorio:</b>	Accionamientos eléctricos		
<b>Fabricante:</b>	Koino		
<b>Modelo:</b>	KFS-PC11		
<b>Modulo:</b>	1	<b>N de equipos iguales:</b>	1
			
<b>Datos Técnicos</b>			
<b>Tensión de Operación (Circuito Principal):</b> 100-110vac, 200-220vac	<b>Tensión Nominal del Suministro de Control:</b> 100-240V AC	<b>Tensión Nominal del Circuito de Control:</b> 100-240V AC	
<b>Corriente Operativa Nominal:</b> 5 A	<b>Frecuencia:</b> 50/60 Hz		
<b>Potencia Operativa nominal:</b> (235V) 5A			
<b>Usos o Aplicaciones</b>			
<p>Se utilizan para regular y controlar los niveles de líquido y las proporciones de las mezclas de los fluidos conductores. La gama incluye dispositivos con una o varias funciones que se pueden utilizar para detectar reboses, proteger las bombas que funcionan en seco, llenar y drenar aplicaciones, así como activar alarmas cuando se alcanzan los niveles máximos y mínimos.</p>			
<b>Modo De Conexión</b>			
			

<b>Recomendaciones de uso:</b>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Aplicar el voltaje nominal</li> <li>2. La superficie del electrodo debe limpiarse al menos cada 6 meses</li> <li>3. Acoplador de fijación de electrodo debe ser utilizado para mantener la distancia</li> <li>4. No use este producto para controlar el nivel de aceite.</li> </ol>
<b>Ubicación del Manual:</b>	<a href="https://www.rhona.cl/uploads/archivos/20141219110532_dat-402950kfs-pc11.pdf">https://www.rhona.cl/uploads/archivos/20141219110532_dat-402950kfs-pc11.pdf</a>

## PRACTICA NUMERO 1

**1.1 Enunciado:** Si se presenta una señal de conexión S1, instantáneamente y simultáneamente se energizan tres lámparas X1, X2, X3.

Si se presenta una señal de desconexión (S2 Y S3) o S4, se des energizan instantáneamente y simultáneamente las tres lámparas.

**UTILIZAR:** Las bobinas de los contactores son de 220 voltios a.c – las lámparas X1, X2 de 24 voltios d.c y la lámpara X3 de 120 voltios a.c.

### 1.2 Circuito eléctrico

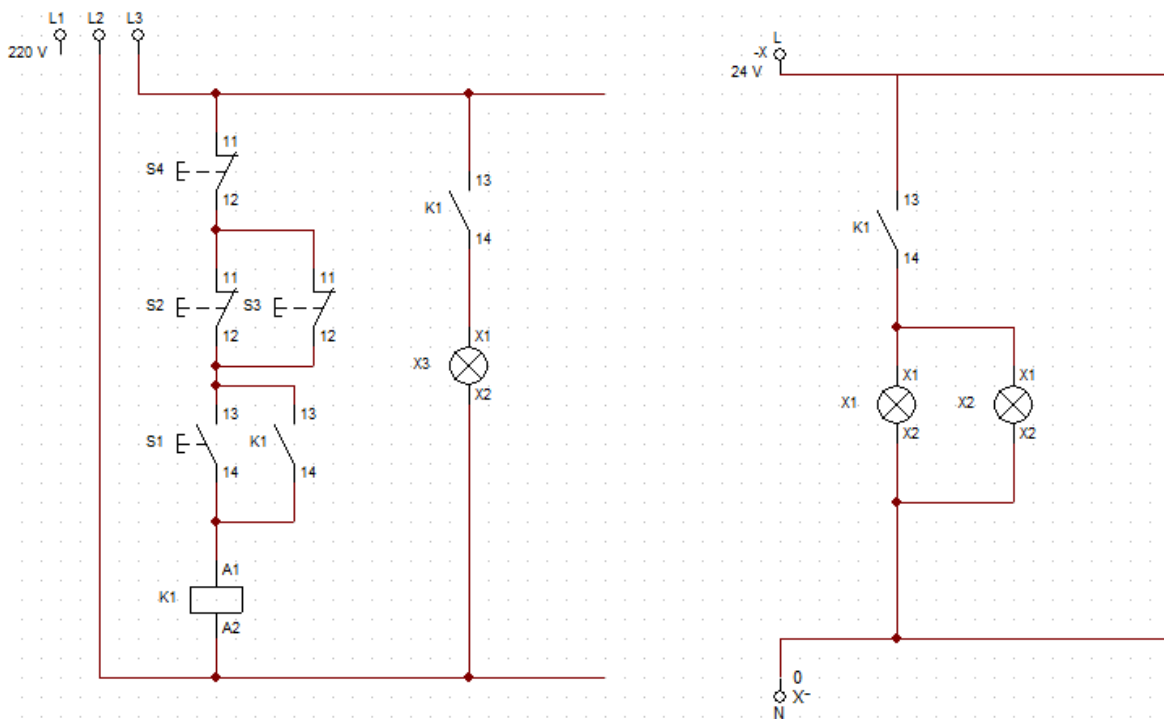


Figura. 23 circuito eléctrico  
Fuente. Autores

## Circuito de mando 2

### Características:

Al presentarse una señal de conexión S1, instantáneamente se energiza una lámpara X1. (quedándose energizada así la señal del pulsador desaparezca)

Al presentarse una señal de desconexión S2, la lámpara se des energiza instantáneamente.

**UTILIZAR:** Bobinas de contactor a 220 V A.C lámpara piloto de 24 V D.C. los dos pulsadores son normalmente abiertos.

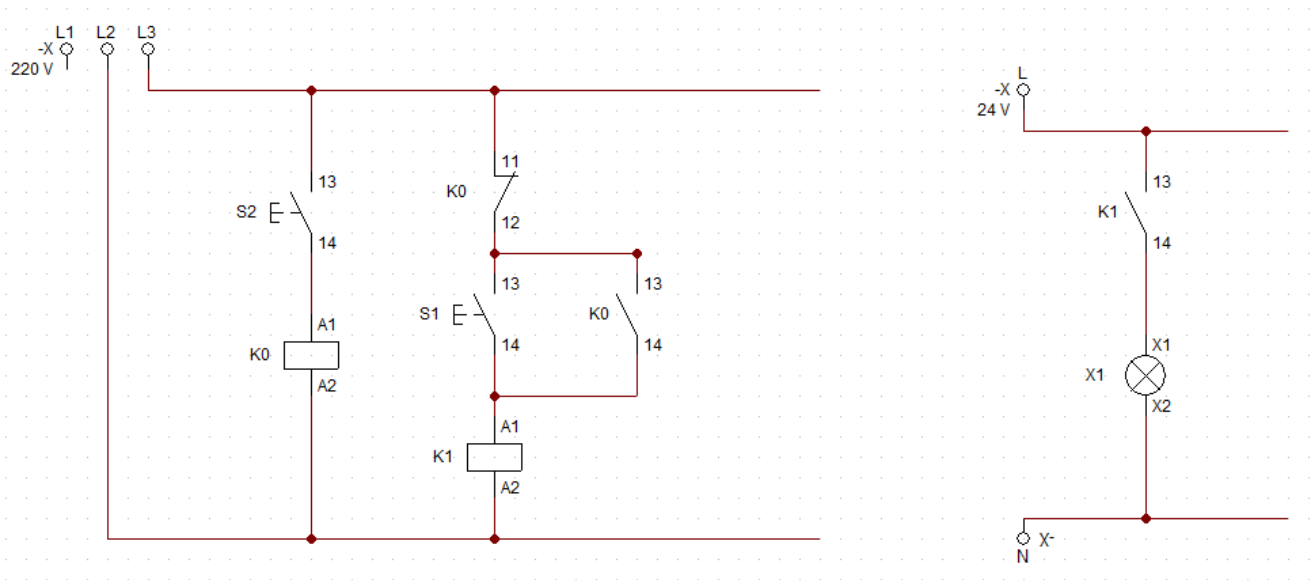


Figura. 24 circuito de mando 2  
Fuente. Autores

### Circuito de mando 3

#### Características:

Al presentarse una señal de conexión S1, 30sg después de la señal se energiza una lámpara piloto X1 manteniéndose encendida.

Al presentarse una señal de desconexión S2, 40sg después de la señal la lámpara se des energiza.

**UTILIZAR:** Para 30sg, un temporizador on delay neumático, para 40sg, un temporizador off delay neumático, todos los elementos a 220 V A.C.

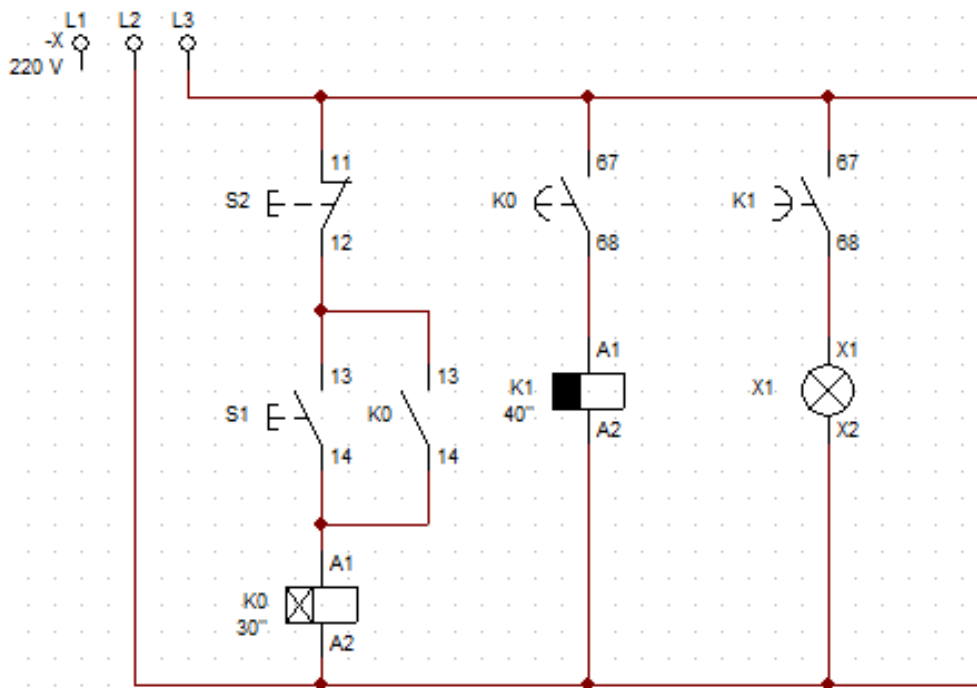


Figura. 25 circuito de mando 3  
Fuente. Autores

#### Circuito de mando 4

##### Características:

Al presentarse una señal de conexión S1, 30sg después de la señal se energiza una lámpara piloto X1. Manteniéndose encendida.

Al presentarse una señal de desconexión S2, 40sg después de la señal la lámpara se des energiza.

**UTILIZAR:** Para 30sg un temporizador on delay neumático, para 40sg un temporizador off delay neumático. Bobina de contactores a 24 V D.C lámpara piloto a 220 V A.C.

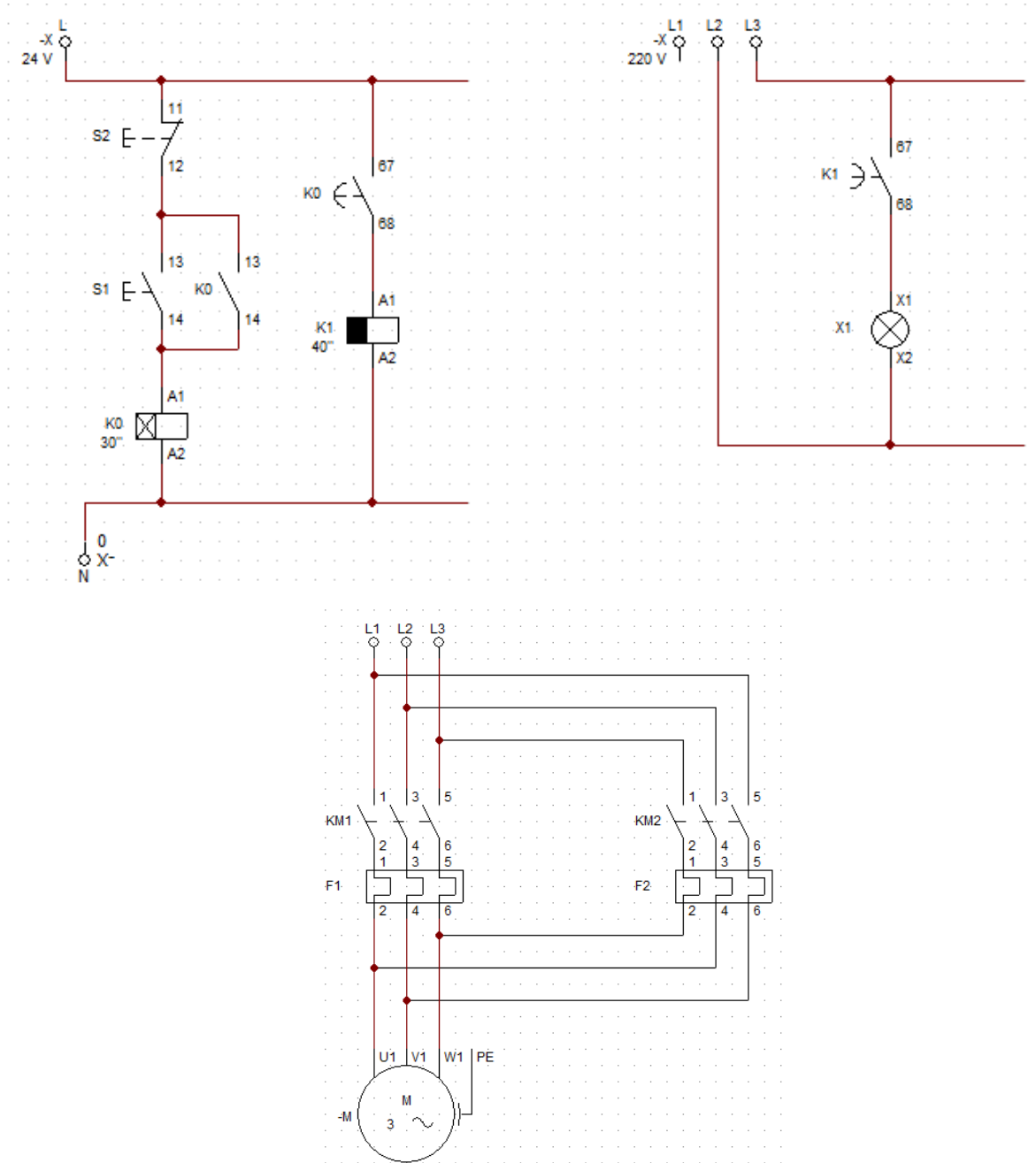


Figura 26. Circuito de fuerza maniobra inversión sentido de giro motor trifásico

Fuente. Autores

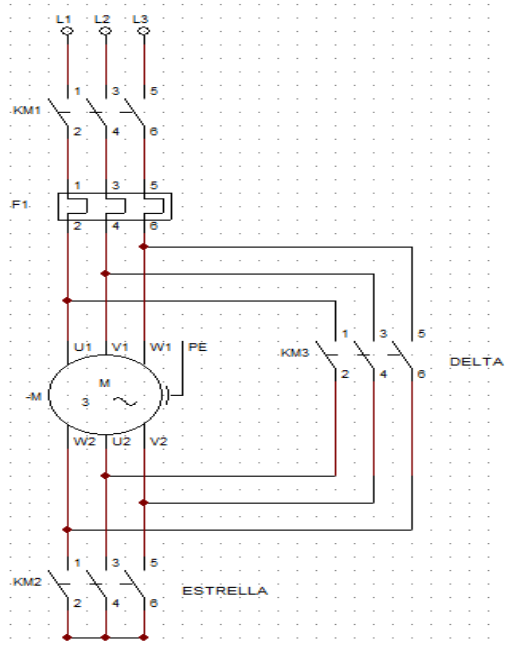


Figura 27. Circuito de fuerza maniobra arranque estrella delta motor trifásico  
 Fuente. Autore

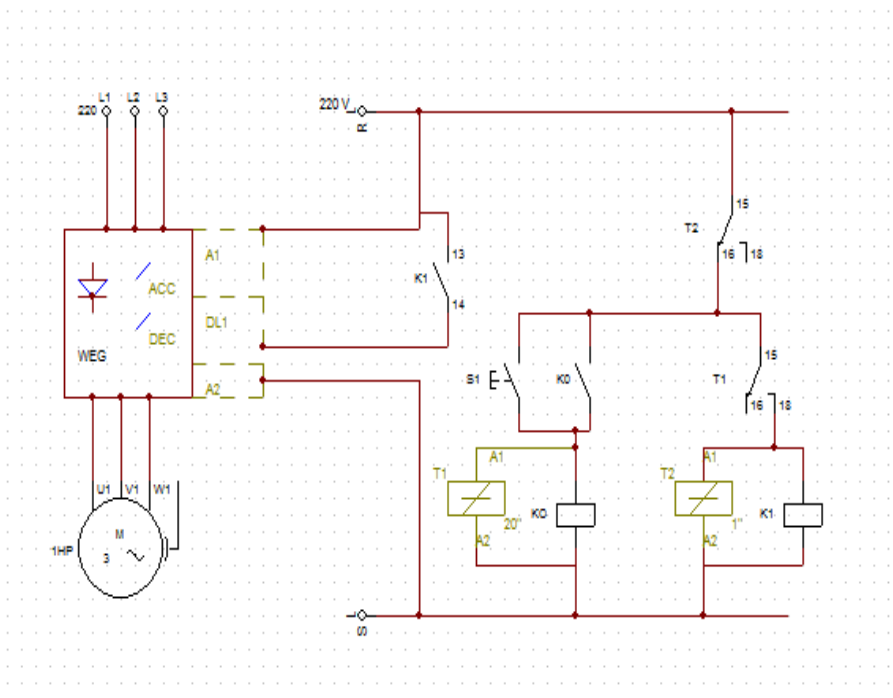


Figura 28. Circuito de fuerza maniobra arranque electrónico suave  
Fuente. Autores

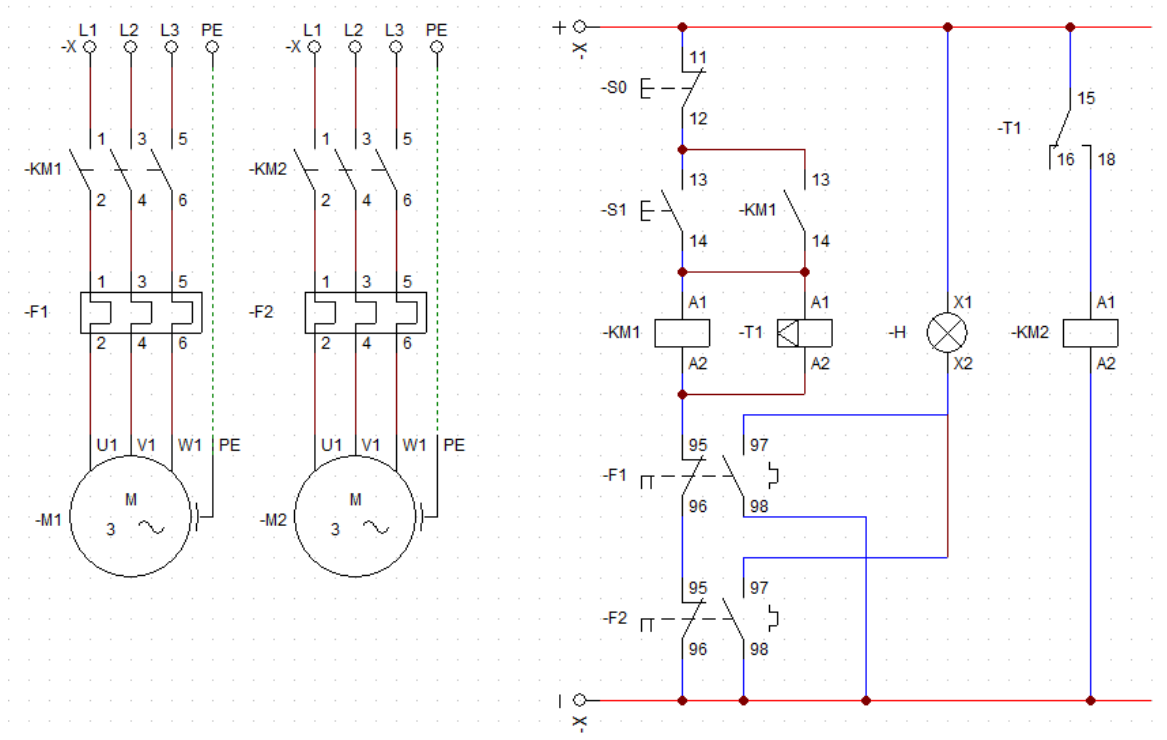


Figura 29. Circuito de fuerza y mando arranque dos motores trifásicos

Fuente. Autores

F-DC-125

INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO EN MODALIDAD DE PROYECTO  
DE INVESTIGACIÓN, DESARROLLO TECNOLÓGICO, MONOGRAFÍA,  
EMPREDIMIENTO Y SEMINARIO

VERSIÓN: 2.0

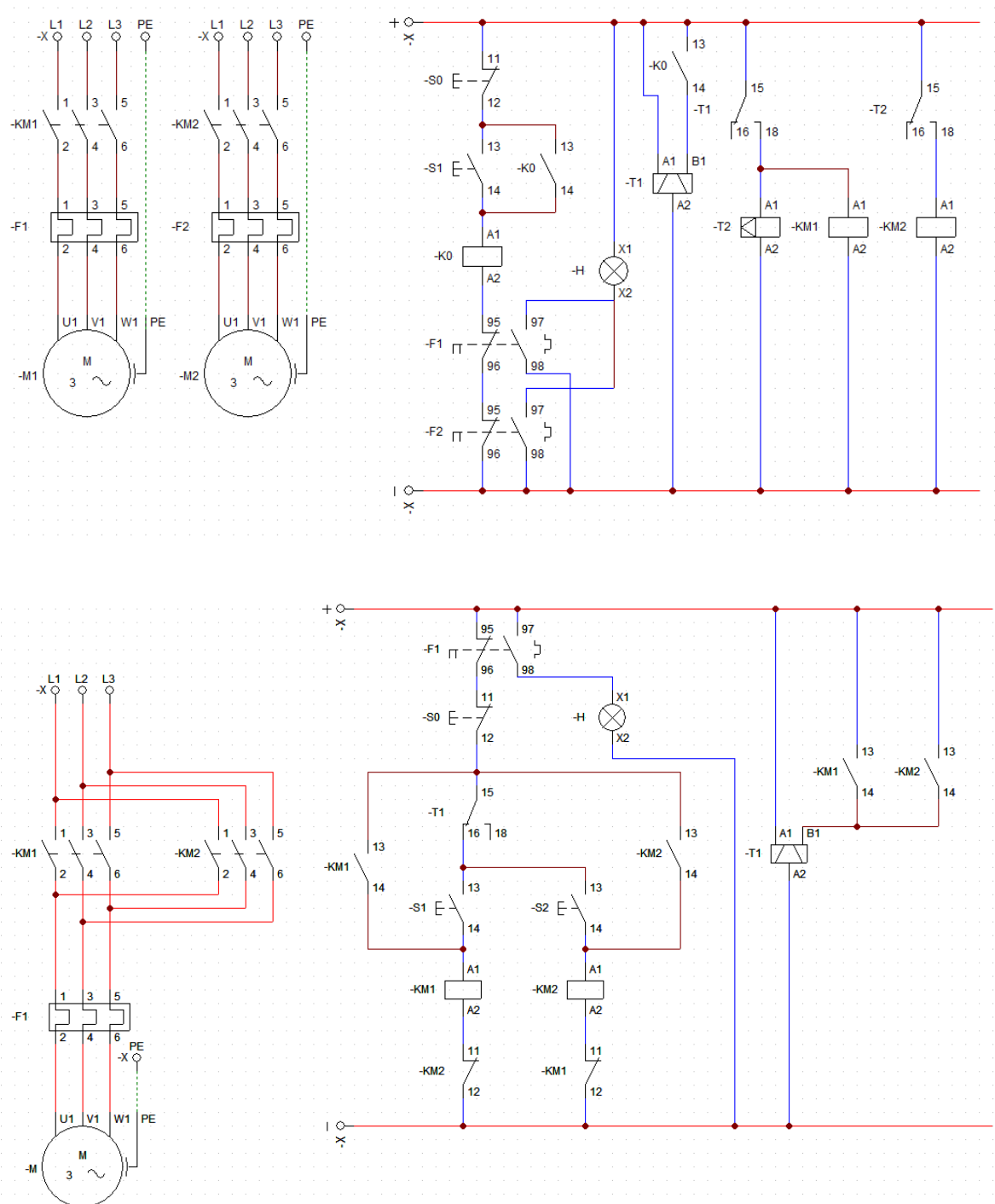


Figura 30. Circuito de fuerza inversión giro con control de velocidad cero

Fuente. Autores

ELABORADO POR:  
Docencia

REVISADO POR:  
Sistema Integrado de Gestión

APROBADO POR: Líder del Sistema Integrado de Gestión  
FECHA APROBACIÓN: Octubre de 2023

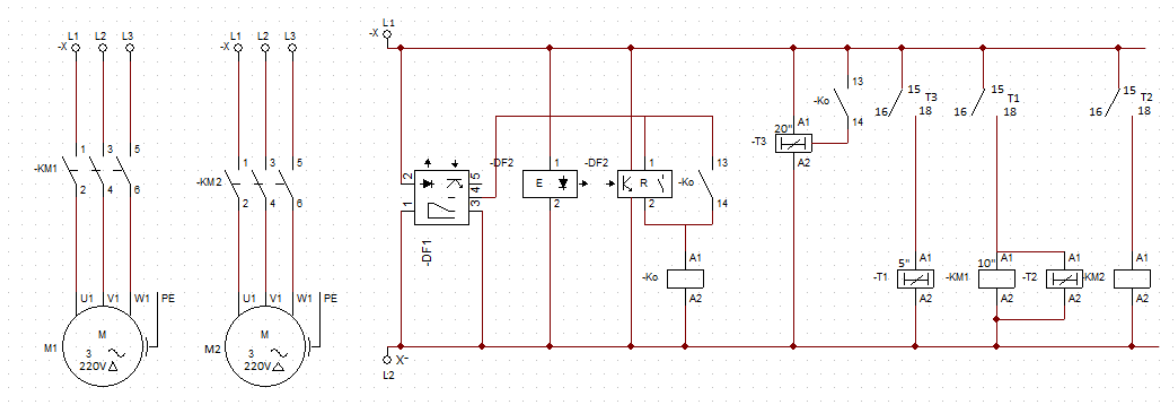


Figura 32.

Fuente. Autores

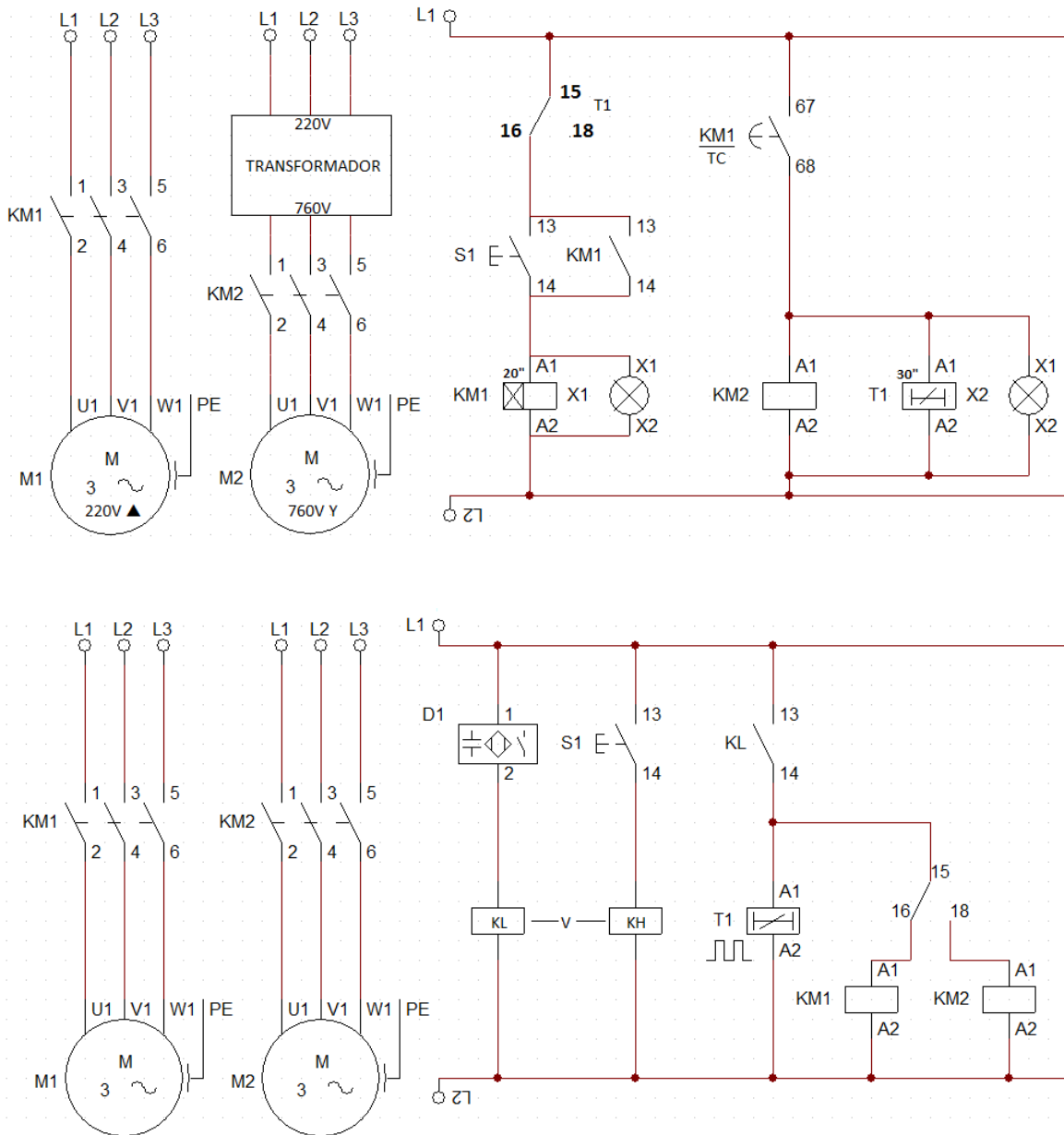


Figura 33.

Fuente. Autores

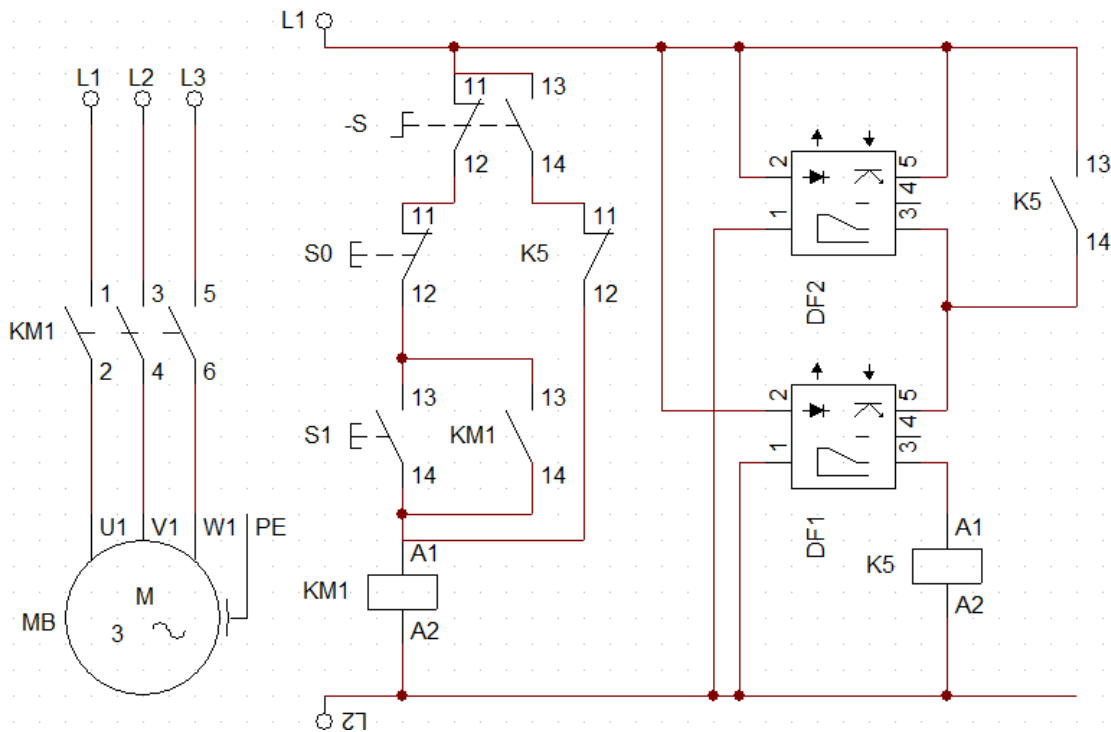


Figura 34.

Fuente. Autores

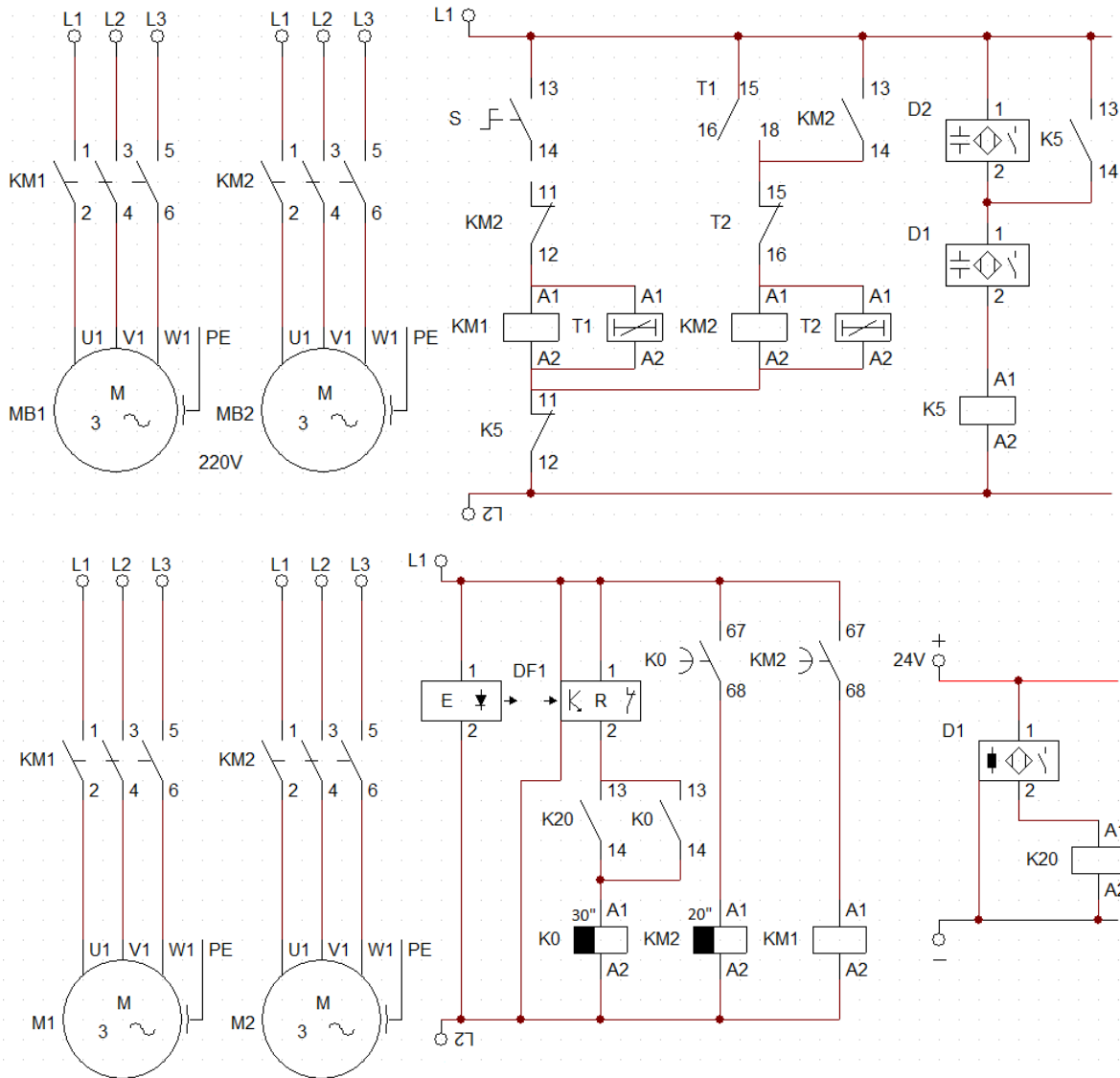


Figura 35.

Fuente. Autores

## 5 RESULTADOS

- La continuidad de una práctica se refleja en el estado de cada cableado interno del módulo y de las conexiones eléctricas ya sea por soldadura o por tornillo, siendo esta situación un punto crítico, debido al movimiento de cables y ambientes corrosivos del laboratorio por cambios contenidos de temperatura.
- Se puede disminuir la realización de mantenimiento preventivo y correctivo, revisando periódicamente el estado de cada equipo respecto a su condición de funcionamiento; de igual manera como en nuestro caso son equipos eléctricos que llevan conexiones, es necesario revisar el estado continuo de los conectores.
- Un plan de mantenimiento preventivo conlleva algunos costos iniciales de implementación, pero a través del tiempo sus resultados reflejan la buena inversión y que es recuperada totalmente.
- Es necesario para cualquier plan de mantenimiento, poseer un inventario de dispositivos y equipos que sean críticos en la maquina o instalación; esto garantiza una solución inmediata en situaciones imprevistas que no se haya tenido en cuenta en el plan de mantenimiento, evitando que las maquinas se detengan para realizar reparaciones o reacondicionarlos, al tener un programa de mantenimiento se pueden identificar los componentes a reemplazar con exactitud y programar las tareas con anticipación..

- Un programa de mantenimiento preventivo bien estructurado, e incluido mantenimiento predictivo, mejorar el rendimiento operativo y la disponibilidad de los equipos.
- Según estadísticas del IPS, más de la mitad de los accidentes laborales son causados por el contacto entre los trabajadores y los equipos, objetos o máquinas. El plan de mantenimiento preventivo debe ir acompañado de un manual de prevención y seguridad laboral que capacite a los empleados en el uso correcto de maquinarias.

## 6. CONCLUSIÓN

El desarrollo del proyecto **“Montaje de estación práctica para el laboratorio de accionamientos eléctricos de las UTS, utilizando lógica cableada y programada en el contexto de la maniobra y control de motores eléctricos”** constituye un aporte significativo al fortalecimiento de los procesos de enseñanza – aprendizaje en la asignatura de accionamientos eléctricos. La implementación de una estación de prácticas que integra lógica cableada y lógica programada permite acercar a los estudiantes a escenarios reales de la industria, favoreciendo el desarrollo de competencias técnicas relacionadas con la maniobra, protección, control y automatización de motores eléctricos.

Asimismo, esta propuesta contribuye a reducir la brecha existente entre los conocimientos teóricos y su aplicación práctica, proporcionando un entorno didáctico que facilita la comprensión del funcionamiento e integración de dispositivos como contactores, relés térmicos, variadores de velocidad, sensores y controladores programables. De esta manera, los estudiantes podrán fortalecer sus habilidades para el análisis, montaje, operación y mantenimiento de sistemas de control eléctrico bajo criterios de seguridad y buenas prácticas industriales.

Finalmente, el proyecto representa una estrategia de actualización tecnológica para el laboratorio de accionamientos eléctricos de las UTS, al ofrecer un recurso de formación alineado con las necesidades del sector productivo y con las tendencias actuales de la automatización industrial. Su implementación no solo beneficia el proceso académico de los estudiantes, sino que también fortalece la calidad de la formación ofrecida por la institución, contribuyendo a la preparación de tecnólogos con mayores competencias para enfrentar los retos del entorno laboral.

## 7 RECOMENDACIONES

- Inicialmente asignar personal responsable de esta tarea, los cuales ejecutarán los planes de mantenimiento acorde con la programación.
- Consignar informes mensuales de las diferentes actividades del plan de mantenimiento.
- Por más sencilla o básica sea la tarea de la actividad de mantenimiento, ejemplo una inspección, una revisión o una sustitución, que se realice como parte de un plan programado, y no como respuesta a una avería, puede considerarse mantenimiento preventivo y debe registrarse.
- Para lograr este objetivo, El personal de mantenimiento deben realizar inspecciones, mantenimiento y reparaciones rutinarias de cada uno de los dispositivos eléctricos y cableados que compone cada módulo y así garantizar su funcionamiento.
- Un plan de mantenimiento preventivo eficaz requiere hacer un inventario, planificar cuidadosamente, analizar y establecer una rutina de mantenimiento que sea fácil de entender.

## 8 REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Caicedo, M. A. (Septiembre de 2006). Repositorio Universidad Autónoma del Occidente .  
Obtenidode<https://red.uao.edu.co/bitstream/handle/10614/6078/T04084.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- colohua, A. B. (19 de Abril de 2018). Repository Universidad Tecnologica del Centro de  
VeracruzObtenidode[http://reini.utcv.edu.mx/bitstream/123456789/639/1/IMI\\_ABRAHAM\\_BRAVO\\_COLOHUA.pdf](http://reini.utcv.edu.mx/bitstream/123456789/639/1/IMI_ABRAHAM_BRAVO_COLOHUA.pdf)
- Cuartas, A. B. (2008). Repositorio Universidad EAFIT escuela de ingenieria, departamento  
de  
ingenieriamecanicademedellin.Obtenidode[https://repository.eafit.edu.co/bitstream/handle/10784/4360/Alejandro\\_BoteroCuartas\\_2008.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://repository.eafit.edu.co/bitstream/handle/10784/4360/Alejandro_BoteroCuartas_2008.pdf?sequence=1&isAllowed=y)
- Franco, M. d. (2016). Repositorio Universidad Tecnologica de Pereira. Obtenido de  
<http://repositorio.utp.edu.co/dspace/bitstream/handle/11059/7659/6200046V252.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Garza, J. (16 de Mayo de 2016). analitek. Obtenido de <http://blog.analitek.com/5-razones-para-dar-mantenimiento-preventivo-a-tu-equipo-de-laboratorio>
- pedrozo, C. E., & montiel, C. A. (30 de Mayo de 2002). Repositorio corporacion universitaria  
tecnologica de bolivar. Obtenido de  
<https://biblioteca.utb.edu.co/notas/tesis/0001031.pdf>
- PROGRAMAS DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO. (21 de noviembre de 2015).  
TECNOMAN. Obtenido de <https://www.tecnomanmex.mx/que-es-y-en-que-consisten-los-programas-de-mantenimiento-preventivo/>
- Raya, J., & D'Addario, M. (17 de agosto de 2016). Wikipedia enciclopedia libre. Obtenido  
de [https://es.wikipedia.org/wiki/Mantenimiento\\_preventivo](https://es.wikipedia.org/wiki/Mantenimiento_preventivo)
- Saclemente, J. P., & Alvarado, L. G. (Febrero de 2010). Repositorio Universidad Politecnica  
Salesiana Sede Guayaquil. Obtenido de  
<https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/2119/15/UPS-GT000156.pdf>
- USER, S. (28 de septiembre de 2020). aner.Obtenidode  
<https://www.aner.com/blog/mantenimiento-correctivo.html>

F-DC-125

INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO EN MODALIDAD DE PROYECTO  
DE INVESTIGACIÓN, DESARROLLO TECNOLÓGICO, MONOGRAFÍA,  
EMPREDIMIENTO Y SEMINARIO

VERSIÓN: 2.0

Vásquez, G. (15 de septiembre de 2017). Electro Industria. Obtenido de  
<http://www.emb.cl/electroindustria/articulo.mvc?xid=1441&srch=&act=>

**ELABORADO POR:**  
Docencia

**REVISADO POR:**  
Sistema Integrado de Gestión

**APROBADO POR:** Líder del Sistema Integrado de Gestión  
**FECHA APROBACIÓN:** Octubre de 2023

## 9 ANEXOS

PLAN DE MANTENIMIENTO									
ODULO 1 DE ACCIONAMIENTOS ELECTRIC	ELEMENTOS A REVISAR			PARÁMETROS A CONTROLAR			PRUEBAS A EJECUTAR		
	Enumerar Elementos	Periodicidad de Revisión	Periodicidad de Informe	Enumerar Parámetros	Periodicidad de Revisión	Periodicidad de Informe	Enumerar Pruebas	Periodicidad de Pruebas	Periodicidad de Informe
PROTECCION ELECTROMAGNETICA	cableado y contactos	Semanal	Semestral	continuidad - limpieza	Semanal	Semestral	prueba media tension	Semanal	Semestral
FUSIBLES	contactos	Semanal	Semestral	continuidad - limpieza	Semanal	Semestral	prueba media tension	Semanal	Semestral
CONTACTORES	bobina	Quincenal	Semestral	inductancia y frecuencia resonant	Quincenal	Semestral	prueba de manobra	Quincenal	Semestral
PILOTOS	contactos	Semanal	Semestral	continuidad - limpieza	Semanal	Semestral	prueba de encendido	Semanal	Semestral
ARRANCADOR ELECTRONICO	arrancador	Quincenal	Semestral	corriente nominal	Quincenal	Semestral	prueba de arranque	Quincenal	Semestral
CONVERTIDOR DE FRECUENCIA	pastas disipadoras	Semanal	Semestral	semiconductores de potencia	Semanal	Semestral	prueba de conversion de frecuencia	Semanal	Semestral
PLC	cableado	semestral	Semestral	continuidad in - out	semestral	Semestral	prueba de comunicación in - out	semestral	Semestral
TEMPORIZADOR ELECTRONICO	contactos y bobina	Quincenal	Semestral	continuidad - temporizado	Quincenal	Semestral	prueba de temporizacion	Quincenal	Semestral
RELE CONTROL DE NIVEL LIQUIDOS	rele - contactos	Semanal	Semestral	conductividad - retardos	Semanal	Semestral	prueba de nivel inferior y superior	Semanal	Semestral
SENSOR CAPACITIVO	cableado - contactos	Semanal	Semestral	campo de accion	Semanal	Semestral	prueba de proximidad	Semanal	Semestral
SENSOR INDUCTIVO	cableado - contactos	Semanal	Semestral	campo de accion	Semanal	Semestral	prueba de proximidad	Semanal	Semestral
PULSADOR TIPO MULETILLA	cableado - contactos	Semanal	Semestral	continuidad - limpieza	Semanal	Semestral	prueba de pulso	Semanal	Semestral
PULSADOR NC	cableado - contactos	Semanal	Semestral	continuidad - limpieza	Semanal	Semestral	prueba de pulso	Semanal	Semestral
PULSADOR NO	cableado - contactos	Semanal	Semestral	continuidad - limpieza	Semanal	Semestral	prueba de pulso	Semanal	Semestral
SENSOR FOTOELECTRICO TIPO ESPEJO	cableado - contactos	Semanal	Semestral	campo de accion	Semanal	Semestral	prueba de proximidad	Semanal	Semestral
MOTOR ELECTRICO	enbobinado	Quincenal	Semestral	magnetizacion de campo	Quincenal	Semestral	prueba de corto circuito	Quincenal	Semestral

Tabla 2. Plan de mantenimiento  
Fuente. Autor.

**F-DC-125**

**INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO EN MODALIDAD DE PROYECTO  
DE INVESTIGACIÓN, DESARROLLO TECNOLÓGICO, MONOGRAFÍA,  
EMPRESARIADO Y SEMINARIO**

**VERSIÓN: 2.0**

**ELABORADO POR:**  
Docencia

**REVISADO POR:**  
Sistema Integrado de Gestión

**APROBADO POR:** Líder del Sistema Integrado de Gestión  
**FECHA APROBACIÓN:** Octubre de 2023