

# MANTENIMIENTO PREVENTIVO Y PUESTA EN MARCHA DE VARIADOR DE VELOCIDAD DE 175HP/440V

## PREVENTIVE MAINTENANCE AND COMMISSIONING OF 175HP/440V VARIABLE SPEED DRIVE

**Autor:** Thania Pamela Onofre Pinta  
Ingeniería en automatización  
CIMATEC SAS  
Cra. 46 #171-65 Villa del prado- Bogotá  
gerencia@cimatec.com.co

### I. RESUMEN

Este proyecto fue desarrollado para una empresa de extracción de carbón que requería que su variador de velocidad fuera protegido en un tablero metálico con los más altos estándares de seguridad y protección, lo que permitiría alargar la vida útil del equipo, ya que por el carboncillo presente en el ambiente es necesario un nivel de protección superior al de IP55, pero sin dejar atrás un correcto sistema de ventilación que para este caso fue de 1000m<sup>3</sup>, lo que permitiría un adecuado flujo de aire al interior del tablero metálico para refrigerar los equipos. También se realizó un mantenimiento preventivo al equipo y sus elementos de protección ya que llevaban más de un año de instalación en la mina de carbón funcionando para un Malacate con un motor de 120HP; al destapar el equipo se encontró que las placas electrónicas, cintas de comunicación, conectores y demás componentes, estaban recubiertas de carboncillo, algunos tornillos presentaban corrosión, por lo que se desarmó el equipo completamente para realizar una limpieza completa y realizar el cambio de partes o piezas que se encontraban defectuosas o desgastadas.

Para completar el proyecto a satisfacción fue necesario establecer un desglose de las actividades a realizar en etapas, lo que permitió mitigar los riesgos y agilizar los tiempos muertos en el desarrollo de cada actividad. Este proyecto nos brindó la oportunidad de establecer unas plantillas para el diseño de futuros proyectos, plantillas para el cálculo de costos y plantilla para el cálculo del tiempo invertido por persona, también la adquisición de herramienta necesaria para realizar las actividades de manera más segura y eficaz, optimizando tiempos y recursos de futuros proyectos. Se entregó el proyecto, se realizó la parametrización de acuerdo de lo requerido en sitio, entregando a satisfacción al cliente.

**Palabras claves:** carbón, mantenimiento preventivo, protección, proyecto, variador de velocidad

This project was developed for a coal mining company that required its drive to be protected in a metal enclosure with the highest standards of safety and protection, which would extend

the life of the equipment, since the charcoal present in the environment requires a level of protection higher than IP55, but without leaving behind a proper ventilation system that in this case was 1000m<sup>3</sup>, which would allow adequate air flow inside the metal enclosure to cool the equipment. Preventive maintenance was also performed on the equipment and its protection elements since they had been installed in the coal mine for more than a year, working for a winch with a 120HP motor; when uncovering the drive it was found that the electronic boards, communication tapes, connectors and other components were covered with charcoal, some screws showed corrosion, so the equipment was completely disassembled for a complete cleaning and replacement of parts or pieces that were defective or worn out.

To complete the project to our satisfaction, it was necessary to establish a breakdown of the activities to be carried out in stages, which allowed us to mitigate risks and speed up downtime in the development of each activity. This project gave us the opportunity to establish templates for the design of future projects, templates for the calculation of costs and templates for the calculation of the time invested per person, as well as the acquisition of the necessary tools to carry out the activities in a safer and more efficient way, optimizing time and resources for future projects. The project was delivered, the parameterization was performed according to the requirements on site, delivering to the client's satisfaction.

**Keywords:** coal, preventive maintenance, protection, project, drive.

## II. INTRODUCCIÓN

Este proyecto se desarrollará para la empresa AHIMSAR MINERA SAS, que busca que nosotros como empresa que brinda soluciones industriales y automatizadas, podamos encerrar en un gabinete metálico autosoportado, un variador de velocidad de 175HP/440V con sus elementos de protección como lo es: interruptor general de 315A, fusibles ultrarrápidos de 250A y reactancia de línea de 250A, así como también la parte de control de variador( borneras, fusibles termomagnéticos bipolares, etc); con el objetivo de proteger estos elementos del carboncillo existente en el ambiente lo que puede dañar el equipo deteriorando los componentes internos o generando algún cortocircuito.

Nosotros ofrecemos una solución de ingeniería brindando una alternativa con una alta calidad en los productos y materiales pensando en la necesidad de los clientes, es así como realizando una visita técnica, nos dimos cuenta de las condiciones ambientales y de los requerimientos del cliente y ofrecemos la siguiente alternativa:

Un tablero autosoportado desmontable norma IP 66 | TIPO 4, con pintura electrostática estructurada RAL 7035; con las siguientes dimensiones: marco: acero pintado de 1.5 mm. Puerta: acero pintado de 2 mm. paneles laterales, traseros y de techo: acero pintado de 1.5 mm. placa de montaje: acero galvanizado de 3 mm. placas inferiores: acero galvanizado de 1 mm.

En cuanto los materiales, se utilizó cableado totalmente nuevo de la marca CENTELSA, para la parte de control se utilizó cable AWG #18 TFF 600V 60°C, cable apantallado AWG 12x18 THHN/THWN-2 600V 90°C y cable AWG 2/0 SOLDAFLEX HF 600V 105°C para la parte de potencia; así como: terminales, marquillas, bases adhesivas; nuevas y en perfectas condiciones.

AHIMSAR MINERA SAS es una empresa constituida por la ley como una mina que extrae carbón, ubicada en Peñas de Cajón en el municipio de Cucunubá – Cundinamarca; los variadores de velocidad que se usan en esta mina son empleados en Malacates principalmente, que son elementos utilizado para la movilización de cargas, para este caso en específico trasportan personas o material (carbón) a más de 500 metros de profundidad.

Para el sitio donde se encuentra ubicada la mina, se deben tener en cuenta factores externos que pueden influir en las condiciones de servicio de los variadores de velocidad, como lo es la calidad de la energía, ya que los equipos no van a funcionar adecuadamente o se pueden dañar si no se tienen presente estos factores.

### **III. MARCO INSTITUCIONAL**

El proyecto se ejecutó en las instalaciones de CIMATEC SAS, empresa que se dedica al desarrollo de proyectos de ingeniería, especializados en automatización y control industrial de equipos como variadores de velocidad, arrancadores suaves, PLC, HMI y Panel PC's, así como también se dedica al servicio técnico especializado, mantenimiento preventivo y correctivo, actividades económicas implementadas en este proyecto

### **IV. OBJETIVO GENERAL**

**[1]** Ejecutar el proyecto de acuerdo a los requisitos y atendiendo las necesidades del cliente, respetando los estándares y normas bajo los que se rige la industria colombiana donde prevalezca la integridad de las personas sobre los equipos.

### **V. OBJETIVOS ESPECIFICOS**

**[1]** Planear el desarrollo del proyecto de ingeniería, con la finalidad de conocer los costos, la utilidad total del proyecto, etapas y tiempos de ejecución.

**[2]** Diseñar los planos all built mecánicos y eléctricos para mitigar los riesgos y errores que pueden presentarse durante la ejecución del proyecto.

**[3]** Determinar un listado de materiales y herramienta necesaria para desarrollar el proyecto sin contratiempos.

## VI. METODOLOGÍA

Se implemento la herramienta de diagrama de procesos, para organizar las actividades en etapas, diagrama dispuesto a continuación:

Tabla 1. Etapa de planeación






DESARROLLO DEL PROYECTO							
PLANEACIÓN							
OPERACIÓN						HERRAMIENTAS	OBSERVACIONES
Visita técnica al sitio					●	Flexómetro	Uso de EPPS
Recopilación de información, fichas técnicas, especificaciones de producto, normas y estándares, etc.		●				Acceso a internet, contacto a proveedores	Validar y verificar la normatividad a implementar
Realizar planos a mano alzada	●					Lapiz y papel	Tener en cuenta la información recopilada.
Elaboración de propuesta	●					Acceso a computador	Determinar el tiempo requerido para desarrollar el proyecto
Supervisión y verificación		●				-	-
Establecer acuerdos de pago para la implementación del proyecto				●		-	-
Elaboración de planos AS Built	●					AutoCAD	Validar la normativa para el diseño de planos
Supervisión y verificación		●				-	-
Obtener listado de los elementos y materiales requeridos			●			-	Tener en cuenta las especificaciones técnicas de los materiales y elementos a implementar
Compra				●		-	Garantiar que los materiales sean de buena calidad

Tabla 2. Etapa de mantenimiento






MANTENIMIENTO PREVENTIVO							
OPERACIÓN						HERRAMIENTAS	OBSERVACIONES
Recepción de los elementos en las instalaciones de CIMATEC					●	-	Verificar el estado de los elementos cuando se reciban
Identificación de los elementos a realizar el mantenimiento preventivo		●				-	-
Alistamiento de materiales y herramientas necesarias para realizar el mantenimiento			●			Limpiacircuitos, alcohol isopropílico, crema disipadora, sopladora, cepillos, trapos	Garantizar tener los materiales y herramientas necesarias para desempeñar bien la labor
Desmontar los elementos de la bandeja	●					Destornilladores, juego de copas, rache	Garantizar el uso de los EPP'S, marcar y tomar registro fotográfico, de como estaban armados los elementos
Desarmar los elementos	●					Destornilladores, juego de copas, llaves allen, llaves thor, rache	Garantizar el uso de los EPP'S
Aplicar agua y jabón a las partes plásticas	●					Cepillo, jabón, trapos	Garantizar que queden limpios y secos en su totalidad.
Sopletear los elementos	●					Sopladora	Garantizar que no se vayan a desprender elementos o piezas pequeñas
Limpiar con alcohol isopropílico las tarjetas electrónicas	●					Alcohol isopropílico, trapos, cepillos	-
Añadir crema disipadora a elementos necesarios	●					Crema disipadora	Hacer uso adecuado de este elemento
Armar los dispositivos nuevamente			●			Destornilladores, juego de copas, llaves allen, llaves thor, rache	Guiarse de los planos técnicos del fabricante y del registro fotográfico tomado con anterioridad.
Verificación y supervisión		●				-	Repasar el ajuste de tornillos, verificar la conexión de cables.

Tabla 3. Etapa de Montaje













MONTAJE							
OPERACIÓN						HERRAMIENTAS	OBSERVACIONES
Garantizar un sitio adecuado para trabajar						-	Despejar el sitio en el que se va a trabajar
Alistamiento de materiales y elementos a montar en la bandeja del tablero						Escuadra, flexómetro, lápiz, marcador, cegueta, caladora, juego de limas, taladro eléctrico, brocas, centropunto	-
Realizar el conexionado de los elementos						Planos	Garantizar una curvatura adecuada entre los mismos
Verificar las especificación y recomendaciones del fabricante						Manual de usuario de los equipos, datasheet	Garantizar el flujo adecuado de aire acorde a las especificaciones técnicas de los equipos.
Realizar las perforaciones en el tablero para los elementos de mando						Copasierra de 22mm, Ttaladro, lima para metal	Que queden a una distancia apropiada de cualquier persona, por ser elementos de emergencia
Instalar los elementos de mando y ventilación en el tablero						Destornilladores	-
Verificar que espacialmente los elementos se encuentren bien ubicados						Normas y estandares aplicados, planos, nivel	Verificar que los elementos se encuentren a nivel y bien sujetos de la bandeja

Tabla 4. Etapa de cableado
























CABLEADO							
OPERACIÓN						HERRAMIENTAS	OBSERVACIONES
Alistamiento de materiales y herramientas						-	Despejar el sitio en el que se va a trabajar
Corte de cable con cizalla y/o cegueta para la parte de potencia						Cizalla, palacable	-
Ponchar los cables de potencia						Ponchadora neumática	Colocar unos terminales adecuados y marcar con termoencogible según normativa
Cablear la parte de control						Pelacable, cortafrio, ponchadora para terminal tubular	Verificar que no se vea el cobre expuesto y apretar bien los tornillos de conexión
Cablear los elementos externos a la bandeja						Pelacable, cortafrio, ponchadora para terminal tubular, ponchadora para terminal tipo U	Garantizar un peinado de cable adecuado con bases adhesivas y amarres plásticos
Equipotencializar todos los elementos que conforman el tablero						Pelacable, cortafrio, ponchadora para terminal tubular, ponchadora para terminal tipo U	Aterrizar todos los equipos con carcasa metálica y las partes del tablero al barraje de tierras
Verificar buenas prácticas en cableado						Normas y estándares aplicados, planos	Verificar, el peinado del cableado, la conexión con los terminales, que no se observe el cobre a la vista

Tabla 5. Etapa de puesta en servicio

PUESTA EN MARCHA							
OPERACIÓN						HERRAMIENTAS	OBSERVACIONES
Entrega de tablero en sitio							Uso adecuado de EPP'S
Garantizar la correcta instalación del tablero en sitio						-	-
Revisar las condiciones eléctricas de instalación						Multímetro, pinza amperimétrica	Tener claro las condiciones mínimas de seguridad; puestas a tierra, impedancias, etc.
Garantizar que haya un operario para la puesta en servicio						-	-
Parametrizar el variador acorde a las necesidades de la empresa						-	Tener en cuenta la resistencia de frenado y las las condiciones técnicas del sitio, como lo es la calidad de la energía, que puede determinar que el variador presente fallas muy recurrentes
Diligenciar el formato de servicio técnico						-	Describir las actividades realizadas, entregando a conformidad al cliente

## VII. RESULTADOS

### [1] Diseño de planos

Se realizó el diseño de planos eléctricos y mecánicos, según como se observa a continuación:



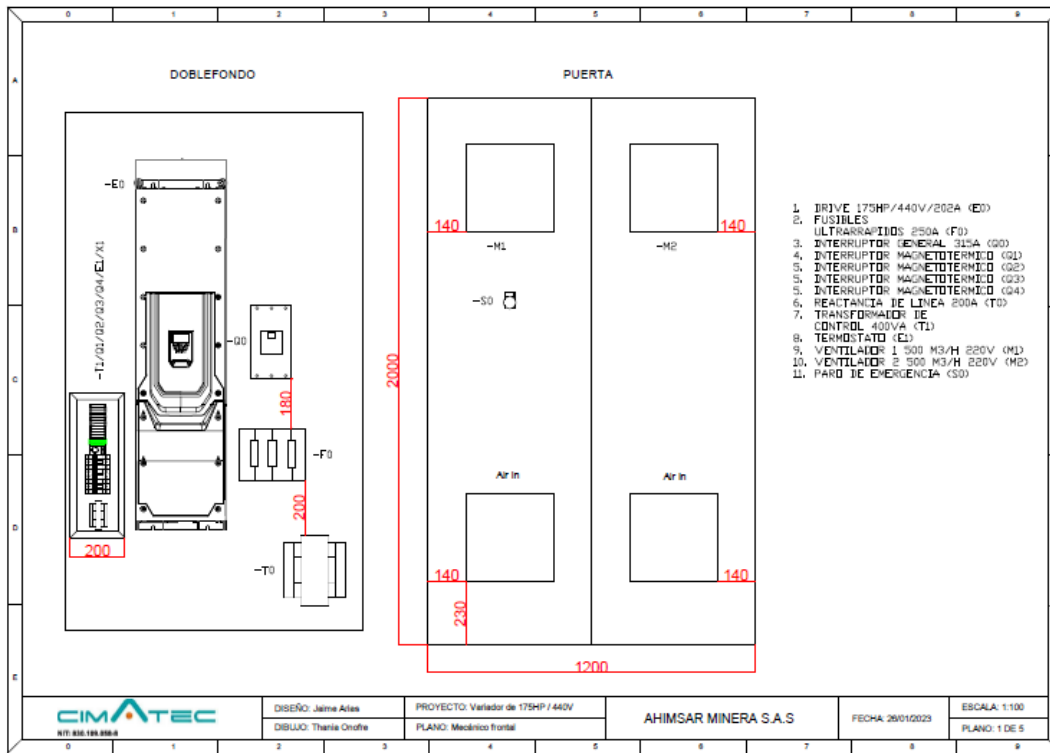


Fig.1 Diagrama mecánico vista frontal

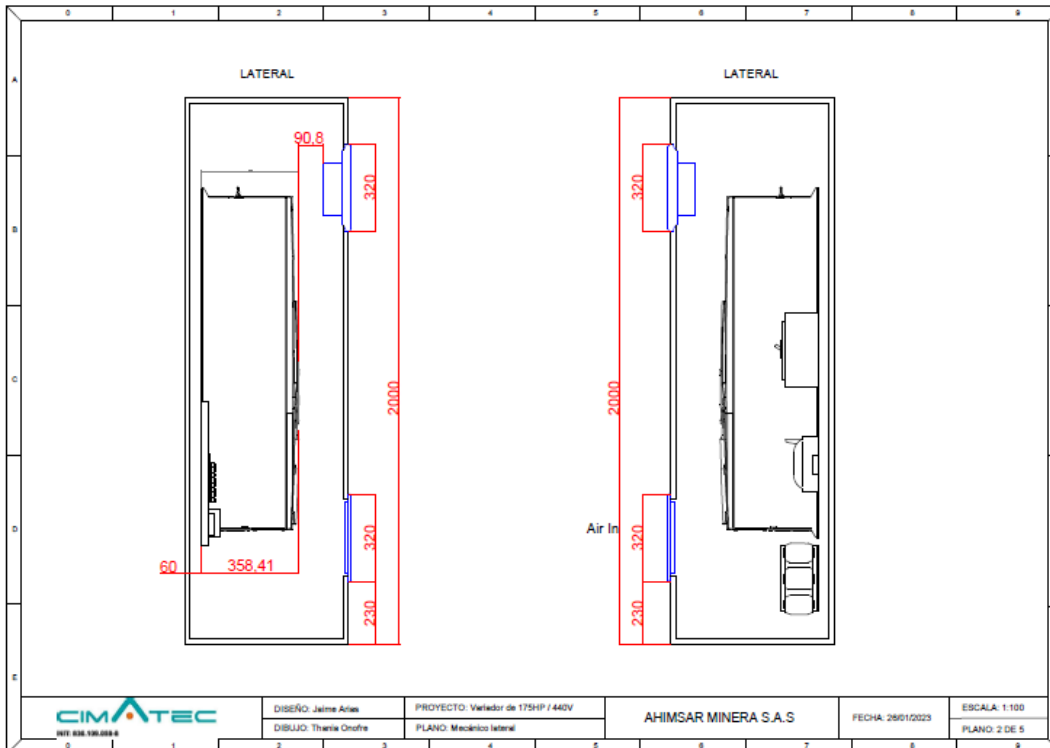


Fig. 2 Diagrama mecánico lateral

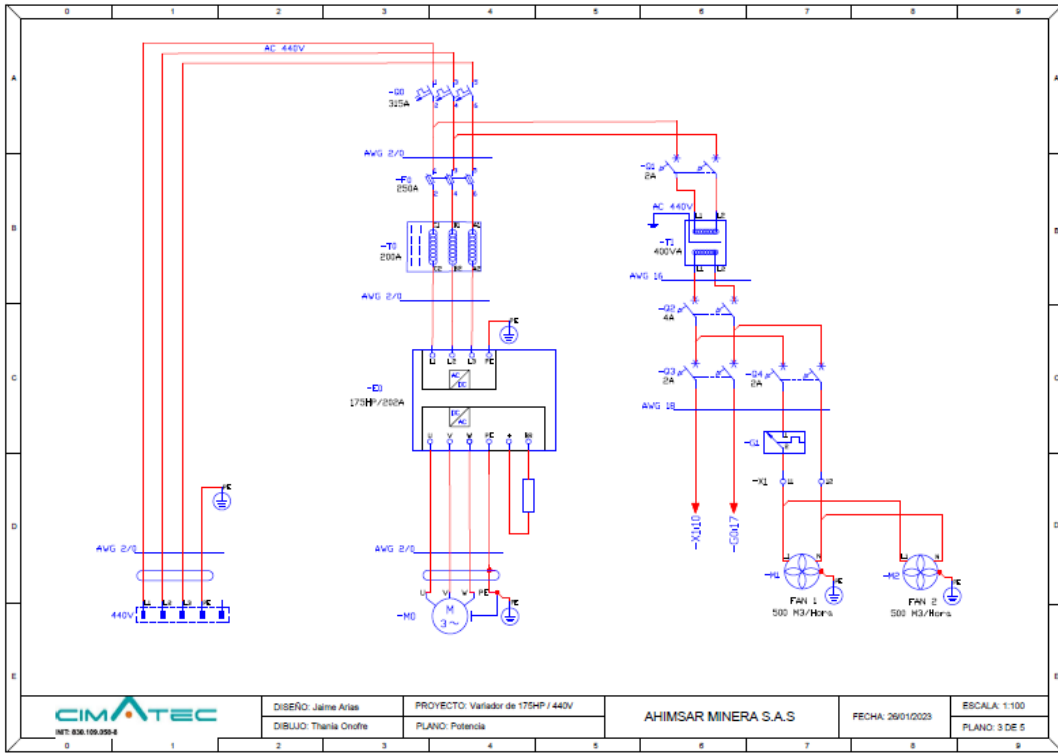


Fig. 3 Diagrama eléctrico de potencia

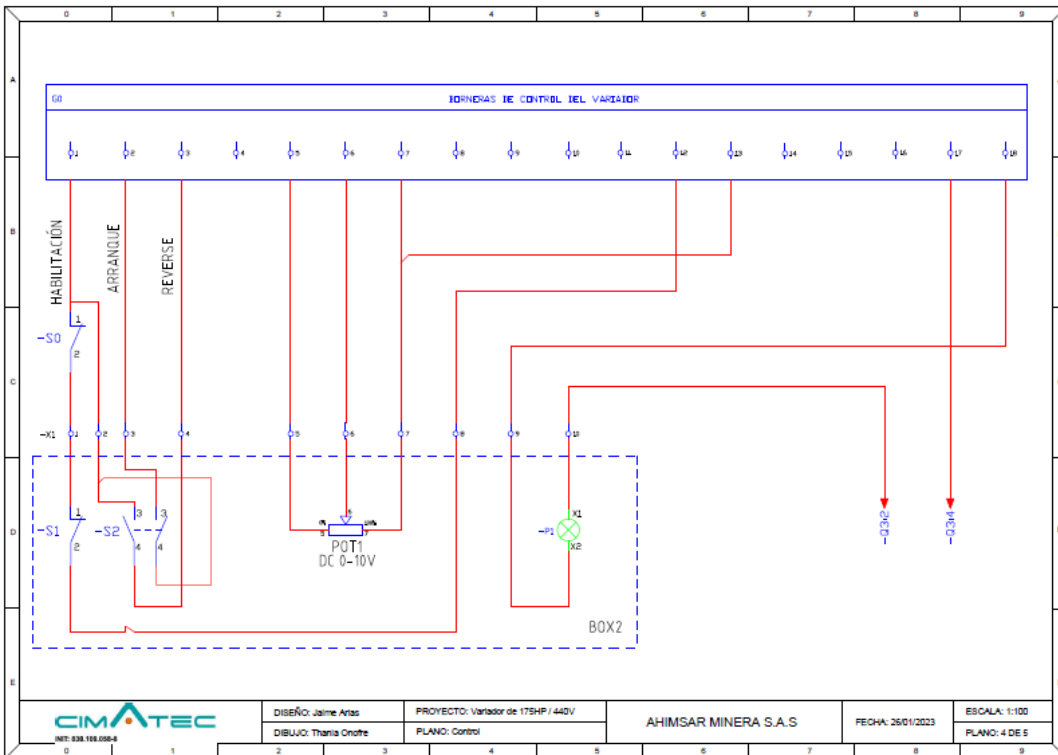


Fig.4 Diagrama eléctrico de control

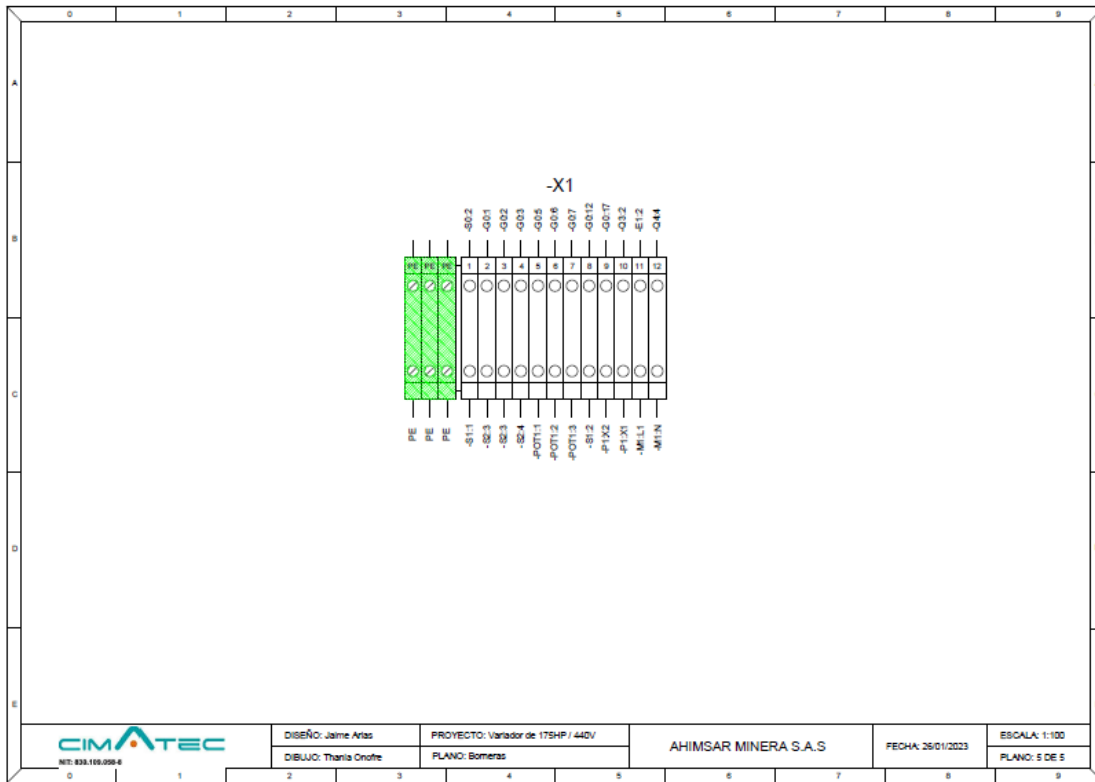


Fig. 5 Borneras de conexión

Esto nos permitió obtener el listado de materiales necesarios para realizar el montaje y cableado del tablero:

Tabla 6: Listado de materiales

Cantidad	Unidad	Elemento	Descripción
6	Metro	Cable AWG #2/0	Cable SOLDAFLEX HF 600V 105°C.
1	Rollo x 100 Mts	Cable AWG #18	Cable AWG #18 TFF 600V 60°C, color: rojo.
4	Metro	Termoencogible	Termoencogible calibre 14mm, color: naranja, amarillo, marrón y verde.
1	Bolsa x 100 und	Terminales	Terminal tipo pin tubular para cable AWG #18.
1	Bolsa x 100 und	Terminales	Terminal de ojo, para cable AWG #8.

1	Bolsa x 100 und	Terminales	Terminal de ojo, para cable AWG #12.
Varios	Paquete x 20 und	Marquillas	Marquillas para los cables de diferentes letras y números.
1	Caja x 100 und	Bases adhesivas	Caja de bases adhesivas de 20x20mm.
1	Bolsa x 100 und	Amarres	Amarre plástico de 100mm, color: blanco.
2	Metro	Canaleta plástica	Canaleta plástica ranurada de 40x40mm, color: gris.
1	Metro	Riel	Riel din perforado de 40mm.
1	Bolsa x 100 und	Tornillo	Tornillo autoperforante de 1/2".
1/2	Metro	Barra de cobre	Barra de cobre de 1" capacidad de 300A.
1	Bolsa x 100 und	Tuercas arandelas y	Tuercas y arandelas para tornillo de 1/2".

Se realizó el mantenimiento preventivo del equipo con sus elementos de control y protección.

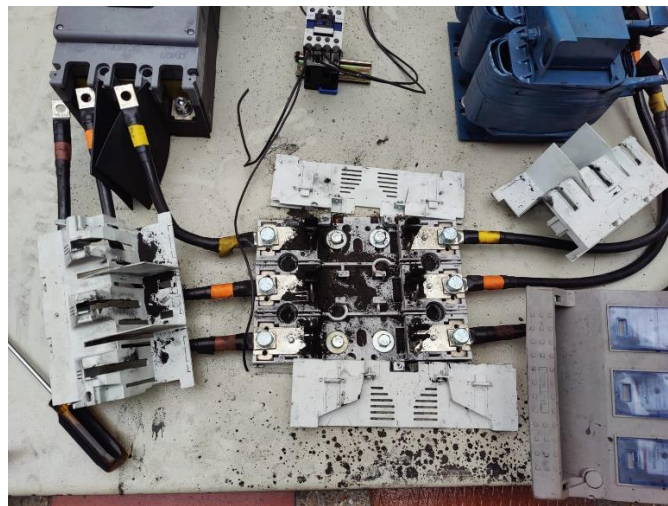


Fig. 6. Elementos de protección



Fig.7 Bandeja con los elementos



Fig. 8 Carboncillo encontrado al interior del variador de velocidad.

Después de realizado el mantenimiento preventivo, empezamos a realizar el montaje de los elementos y el cableado de los mismos.



Fig. 9 Montaje de los elementos en la bandeja (doble fondo).

Se realizó la entrega del proyecto en sitio y según lo solicitado por el cliente se realizó la parametrización del equipo acorde a las especificaciones técnicas del motor y lo requerido según la aplicación.

## [2] Discusión

Al finalizar este proyecto se deben tener varios aspectos a mejorar con el objetivo de realizar proyectos futuros de manera más rápida y eficiente; aspectos que voy a mencionar a continuación:

Cuando se realizó el montaje de equipos en la bandeja del tablero, los elementos no quedaron posicionados acordes a las medidas de los planos iniciales, esto debido a que como se debía conexas los elementos con un cable demasiado grueso (AWG 2/0) era complicado curvar los cables, por los que se debía tener una distancia mayor entre los elementos de acuerdo a los planos iniciales, por lo que al finalizar el proyecto al cliente se le entregaron los planos finales.

Durante el cableado de potencia, se tuvo que adquirir herramienta especializada para pelar y cortar cable mayor o superior al diámetro AWG #6, esto permitirá en futuros proyectos trabajar de manera más segura y eficiente.

Cuando se realizó el cableado, en un principio estaba contemplado realizarlo con cable vehicular AWG #18, pero por temas de interferencia entre la parte de potencia y control se tuvo que cambiar para utilizar cable apantallado lo que generó un retraso, este contratiempo pudo haberse evitado con una supervisión más adecuada y contemplada en la planeación.

Entre las lecciones aprendidas debo mencionar que nunca había cableado un calibre tan grueso de cable, como lo fue la parte de potencia, lo que implicó que me demorara más tiempo de lo contemplado y tuviese que reajustar algunos detalles en el desarrollo de la actividad. Aprendí que no se está exento de que suceda algún percance, pero hay que comunicarlo a tiempo con la finalidad de tomar decisiones rápidamente mitigando la falla o el problema.

## **VIII. CONCLUSIONES**

**[1]** Este proyecto me permitió aprender las diferentes actividades que se pueden constituir en etapas del proyecto con el objetivo de organizar y planear las actividades a realizar, optimizando tiempos y recursos.

**[2]** Tuve que instruirme bastante de normas y estándares a la hora de realizar la propuesta y el diseño, ya que debe prevalecer la seguridad de las personas en sitio, así como la seguridad y vida útil de los equipos instalados.

**[3]** Aprendí a organizar mi tiempo con relación a las actividades a realizar, a seguir un plano y un paso a paso para llevar a cabo el proyecto, que si bien la metodología me permite mitigar riesgos, no los evita al 100%, por lo que hay que aprender a solucionar rápidamente durante la marcha.

## **IX. RECOMENDACIONES**

**[1]** A la empresa le recomendaría que documentara mayormente sus proyectos y organizarlos con el objetivo de dejarlos estipulados como propiedad de la empresa.

**[2]** Contratar más personal para el área de servicio técnico, ya que todo recae sobre una única persona y eso puede generar retrasos, situaciones inseguras, esta única persona no puede dedicarse únicamente a realizar el proyecto, por que debe estar pendiente de otras actividades y cuando el proyecto es muy complejo necesariamente se requieren más de dos personas para optimizar el tiempo de ejecución de los proyectos.

**[3]** Adquirir herramienta más especializada que ayuden a realizar las actividades de mantenimiento, montaje y cableado de manera más segura y eficiente.

## **X. AGRADECIMIENTOS**

**[1]** Un agradecimiento especial a Jaime Arias, gerente de la empresa CIMATEC SAS, por brindarme la oportunidad de afianzar mis conocimientos, darme la confianza de poner en práctica mi corta experiencia y brindarme las herramientas necesarias para desarrollar las actividades propuestas.

## **XI. BIBLIOGRAFÍA**

**[1]** Nexans. Cables flexibles (1era edición) [online]. Available: <https://centelsa.com/cables-flexible/>

**[2]** Hoffman. MCS HP, Versión combinable de acero dulce, armario de puerta simple (1era edición) [online]. Available: [https://www.eldon.com/184367\\_MCS\\_HP-es\\_ES-Version\\_combinable\\_de\\_acero\\_dulce\\_armario\\_de\\_puerta\\_simple.aspx](https://www.eldon.com/184367_MCS_HP-es_ES-Version_combinable_de_acero_dulce_armario_de_puerta_simple.aspx)