

ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DEL LITORAL

Instituto de Tecnologías



**Programa de Especialización Tecnológica
En Electricidad, Electrónica y Telecomunicaciones
(PROTEL)**

**Proyecto de Graduación
"Mantenimiento y diseño de planos de tableros eléctricos en
la Empresa SODERAL"**

Informe de Proyecto de Graduación

Previa a la Obtención del Título de:
Tecnólogo en Electricidad y Control Industrial

PRESENTADO POR

**Daniel Muñoz Alvarado
Robin Robinson Castillo**

**Guayaquil - Ecuador
2012 - 2013**

ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL

Instituto de Tecnologías



**Programa de Especialización Tecnológica
En Electricidad, Electrónica y Telecomunicaciones
(PROTEL)**

Proyecto de Graduación

**“Mantenimiento y diseño de planos de tableros eléctricos en la Empresa
SODERAL”**

INFORME DE PROYECTO DE GRADUACION

Previa a la obtención del Título de:

TECNÓLOGO EN ELECTRICIDAD Y CONTROL INDUSTRIAL

**Presentado por
Daniel Muñoz Alvarado
Robin Robinson Castillo**

**Guayaquil - Ecuador
2012-2013**

AGRADECIMIENTO

Quienes realizamos este proyecto estamos y estaremos siempre agradecidos en primera instancia con DIOS por darnos la vida cada día, con nuestros familiares por estar presente en este logro, también a los compañeros de aulas, por esas grandes anécdotas y en especial por la paciencia, dedicación y entusiasmo que tuvieron nuestros profesores, forjadores de nuestro futuro como profesionales. A ellos y a todos quienes conforman PROTEL, que nos acogieron y nos colaboraron en todo momento como lo hace una familia.

Agradecemos de forma especial al Ing. Edison López quien fue nuestra guía en lo académico y en lo espiritual, dando siempre una respuesta a todo cuanto quisiéramos saber. Al Lcdo. Camilo Arellano un Tecnólogo que siempre nos enseñó a valorar lo que somos y seremos –unos buenos TECNOLOGOS- gracias por todos sus consejos y por inculcar el amor por lo que hacemos, gracias a todos y a INTEC.

DEDICATORIA

Le dedico este trabajo a lo más hermoso que tengo, mi familia, que estuvieron siempre apoyándome, guiándome, y en ocasiones reprendiéndome, fueron y siempre serán mis cimientos para seguir creciendo en mi vida profesional y personal. A mi amada madre la Sra. Alba Castillo, muchas gracias por cada palabra, por cada abrazo, y por su gran amor de madre, el más sincero de todos, -este logro es tuyo- y gracias a sus ejemplos y consejos me inspiro en cada momento de dificultad o de angustia, hoy puedo decir "Lo Logramos".

A mi padre el Sr. Félix Robinson, quien pulió mi vocación de ser un Eléctrico, con sus experiencias me guio en cada instante de mi vida estudiantil, sintiendo siempre su apoyo incondicional, como el de un buen amigo. También a mis hermanas Russell y Yamilex esto es por ustedes y espero siempre poder ser su guía y también ser partícipe de sus futuros logros, teniendo siempre en mente los consejos de nuestros padres.

Le dedico con mucho afecto a mis hermanos Stiven y Vlady, tíos y tías, primos y primas en especial a Sara Castillo y Elvira Pavón por soportarme en su casa por mucho tiempo gracias y esto es el fruto de esas noches de no dejarlas dormir. Y simbólicamente a la memoria de mi hermano Randy Robinson -me hubiese gustado compartir esto contigo-.

Finalmente te lo dedico a ti Beidy Reinado, mi amor que desde mi ingreso a ESPOLESTUVO estuvo a mi lado, nunca se alejó y siempre me apoyó, te dedico esto con mucho cariño y te agradezco por soportarme esos días en los que mi prioridad fue mi "U" . Hoy culmino una etapa y comienzo otra con la voluntad del Todopoderoso espero sea de la mano contigo y con el apoyo de todos.

*"Estoy convencido de que muchas cosas en el mundo cambiarán **solamente** cuando los jóvenes se atrevan a perseguir sus anhelos con fe y coraje"*

-Carlos Cuauhtémoc Sánchez-

ROBIN ROBINSON CASTILLO

DEDICATORIA

En primer lugar y antes que nada quiero agradecer al creador de mi vida, al que con sus manos me formó. Todo el esfuerzo que haya podido hacer y todo lo que haya podido lograr se lo debo y se lo dedico al Dios de Israel que nos da la sabiduría, la inteligencia y la fuerza necesaria, para realizar toda buena obra; y como no agradecerle si ha cambiado mi vida, cada día me da vida, llena de paz mi alma y cuida de mí y de mi familia.

En segundo lugar quiero dedicar mi esfuerzo a mi hermosa madre Rocío Alvarado ya que su sabiduría, amor y paciencia es lo que me motiva y me alienta a seguir cada día para adelante. Y con su ejemplo de vida y sus consejos me ha enseñado el valor y respeto verdadero a las personas, a no rendirme ni vender mis ideales y a no doblegarme ante ningún simple hombre ni problema.

También este trabajo es dedicado a mi padre José Muñoz ya que se ha convertido en la principal pieza para que me haya sido posible llegar a este nivel académico, su ejemplo de esfuerzo y dedicación me han permitido aprender que en la vida todo lo bueno que anhelemos tiene su precio, y que no es fácil pero tampoco imposible.

Para mis hermanos José y Giovanna por quererme y comprenderme y en los momentos más difíciles estar ahí dispuestos a darme su ayuda; también gracias a mi tía Manuela y a mi tío Oscar por abrirme las puertas de su hogar y las de su corazón ya que ha sido de incalculable ayuda para mi desarrollo académico.

A mis demás familiares, amigos, compañeros y profesores por ser parte de mis vivencias y recuerdos y ser partícipes de tantos buenos momentos en los que juntos hemos aprendido algo nuevo en cada oportunidad.

Daniel Muñoz Alvarado

TRIBUNAL DE SUSTENTACIÓN



Camilo Arellano Arroba, Lcdo.
Tutor del proyecto



Edmundo Duran La Mota, Tcnlgo.
Vocal del proyecto



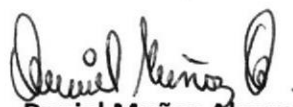
Eloy Moncayo Triviño, Msc.
Director de intec

DECLARACIÓN EXPRESA

"La responsabilidad del contenido de este informe de proyecto de graduación, nos corresponde exclusivamente; y el patrimonio intelectual de la misma a la **Escuela Superior Politécnica del Litoral**".



Robin Robinson Castillo



Daniel Muñoz Alvarado

Resumen

El presente proyecto de graduación cuyo tema: "Mantenimiento y diseño de planos de tableros eléctricos en la empresa SODERAL" surge de la necesidad de dicha Empresa, de mejorar su sistema de almacenamiento de CO₂.

La finalidad de realizar los planos son para coordinar los respectivos mantenimiento y posibles soluciones a imperfectos o fallas generadas. Todo esto sumando una mejor estética y un mejor control de seguridad, tanto para los operadores como para la Empresa.

Inicialmente se reconoció el lugar donde están ubicados los tableros y los equipos, que en este caso se trataba de un compresor de 150 hp. Luego de esto se tomó los datos del equipo; es decir, se verificó las condiciones en las que estaba operando normalmente, para lo cual se aprovechó una parada que se había programado para esos días; ya que se planificó trabajar con todas las barras desenergizadas para seguridad.

En dicho proyecto tuvimos la oportunidad de aplicar varios de los conocimientos adquiridos en el transcurso de los años que hemos sido estudiantes de la Escuela Superior Politécnica del Litoral tales como diagramación de planos eléctricos, levantamiento y seguimiento de líneas eléctricas, diseño gráfico en AutoCAD, entre otros.

El desarrollo de éste trabajo, como todo trabajo técnico, requiere un reconocimiento del sistema a tratar, un estudio de antecedentes, y sobre todo una planificación estructurada que refiere a tiempo y tareas a tratar, para no excederse ni causar retrasos ni inconvenientes en el área de trabajo.



INDICE

Contenido	Paginas
Anexos.....	1
Introducción	2
Capítulo 1	3
Objetivos del proyecto	3
Justificación del proyecto	3
Capítulo 2	4
Reconocimiento del área de trabajo	4
Elaboración de un plan de trabajo	5
Reconocimiento de las normas de seguridad	6
Capítulo 3	7
Mantenimiento general e identificación de los elementos del tablero	7
Equipos a utilizar.....	10
Capítulo 4	12
Levantamiento del plano y seguimiento de las líneas.....	12
Elaboración del plano a mano alzada.....	13-14
Elaboración de diagramas en AutoCAD 2012	15
Métodos de etiquetado y su importancia	16
Capítulo 5	19
Revisión de las conexiones antes y después.....	19
Revisión de las variables eléctricas (corriente, voltaje).....	20
Comportamiento de los equipos y entrega de los planos	22-23
Conclusión y Recomendación	24
Bibliografía	25





Anexos

Figura 1: Reconocimiento del área de trabajo	4
Figura 3: tablero CO2	7
Figura 2: tablero MDT.....	7
Figura 4: A, B, C, materiales y accesorios usados en los tableros.....	8
Figura 5: Equipos de medición.....	10
Figura 6: Equipos de calibración	10
Figura 7: Equipo de Etiquetado	11
Figura 8: Crimpado o ponchado	11
Figura 9: Peinado de cables en elementos de fuerza	13
Figura 10: diagrama a mano alzada enfriamiento CO2.....	14
Figura 11: AutoCAD 2012.....	15
Figura 12: etiquetas y nomenclaturas	16
Figura 13: estandarizaciones del cableado estructurado.....	17
Figura 14: Tablero de fuerza y control del proceso MDT	19
Figura 15: Revisión de voltaje.....	20
Figura 16: Corriente del Arrancador no estabilizado.....	21
Figura 17: Verificando la Corriente de línea	21
Figura 18: Compresor de 150 Hp área CO2	22
Figura 19: Motor del compresor de 150 Hp	22

INTRODUCCIÓN

Este tema consistió en actualizar los sistemas de control de los procesos que se realizan para obtener el CO2 y los diferentes tipos de Alcohol. La empresa como tal cuenta con más de 20 años de funcionamiento, dichos años son los que varios tableros llevan operando.

Nuestro informe se desarrolló con 5 capítulos con los cuales se describe todo el trabajo realizado.

En el capítulo 1 se presentan los objetivos y las justificaciones por lo cual se realizó este proyecto.

En el capítulo 2 nos enfocamos en el área de seguridad, reconociendo el área donde laboramos y las normas vigentes de seguridad.

Mientras que en el capítulo 3 describimos el mantenimiento de los equipos corregir diseños o actualizarlos, utilizando las herramientas y equipos apropiados.

Por consiguiente el capítulo 4 plasmamos los diseños que se realizaron y la tomas de datos para poder realizar los planos en primera instancia a mano alzada y luego digitalizarlos con el AutoCAD.

Para finalizar el capítulo 5 tenemos las conexiones y mediciones, los estados de los equipos luego de la actualización o del mantenimiento.



CAPÍTULO 1

1. Generalidades

1.1. Objetivos del proyecto.

Efectuar el mantenimiento, el levantamiento de planos y la actualización de los tableros utilizando autómatas o controladores acorde a las normas eléctricas y empleando para los diseños gráficos el AutoCAD 2012 como herramienta principal.

El proyecto como ya lo mencionamos se basaba en:

- Hacer el levantamiento de las diferentes conexiones que se encontraban en los tableros de control.
- En caso de requerirlo, podíamos sugerir al cliente la actualización de los elementos de los tableros como por ejemplo: contactores, relés entre otros, ya que por su edad de funcionamiento eran obsoletos.
- Estructurar de una forma estandarizada los diferentes conductores que conformaban los tableros, para que de este modo al momento de cambiar algún elemento en el tablero, no se pierda el orden.

1.2. Justificación del proyecto.

Como justificación para realizar este proyecto fueron los siguientes:

- Equipos que estaban paralizado debido a falta de mantenimiento.
- Nomenclaturas que nos guiarán.
- Instalaciones realizadas empíricamente.
- Elementos que habían pasado su vida útil.
- Actualizaciones como HMI.

Todo esto motivó a la empresa a realizar las actualizaciones de forma técnica para mejorar sus instalaciones en sus respectivos procesos.

CAPÍTULO 2

2. Reconocimiento del área de trabajo

Una de las primeras acciones antes de empezar a realizar el trabajo es reconocer el lugar donde este se llevará a cabo, saber cómo distribuir el personal que va a colaborar con el mismo, y coordinar con los ingenieros de planta los diversos métodos que se utilizarán en caso de no llegar a la posible solución de un problema.

En este caso al dar el mantenimiento ya sea este preventivo, correctivo o de ampliación tecnológica a dicho tablero podría ocurrir que se paralice un proceso, para lo cual se deberá tener un plan bien estructurado para poder compensar esa paralización. En base a esto el reconocer el área de trabajo es indispensable para realizar una obra sin contratiempos y respetando los protocolos de calidad, seguridad, salud ocupacional y medio ambiente. (Ver figura1)

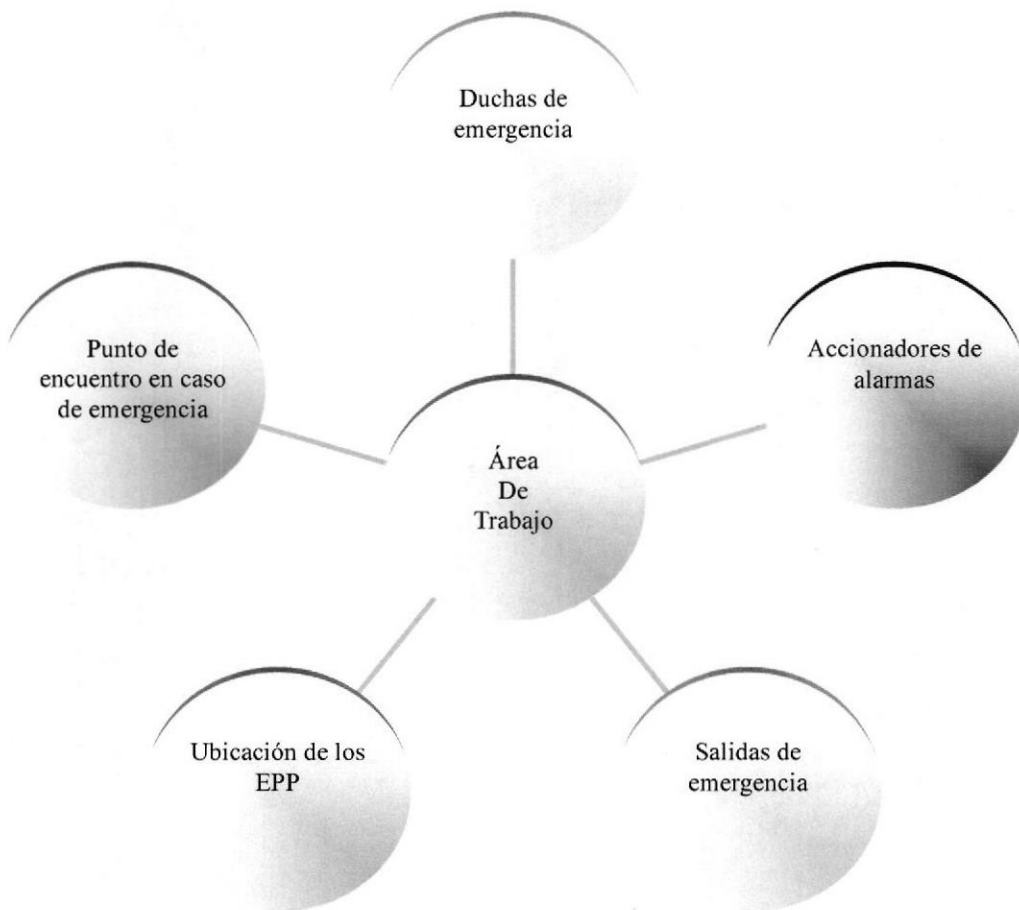


Figura 1: Reconocimiento del área de trabajo



2.1. Elaboración del plan de trabajo

Los requerimientos mínimo para realizar un plan de trabajo es tener en claro el problema a resolver y la solución para el mismo. En este caso el problema es la estética y la dificultad para reconocer los conductores de los sistemas de control y fuerza ya que al incrementar la demanda los conductores deberían ser cambiados y con un debido etiquetado se podría reconocer con más rapidez dichos conductores, es decir esta sería una posible solución.

Los sensores son otro inconveniente en los tableros, ya que estos sensores al ser monitoreados desde un SCADA deben ingresar al sistema por medio de un PLC con su respectivo módulo analógico o digital los cuales también deben ser identificados y ser ubicados en paneles donde no tengan ninguna interferencia de algún medio externo.

Para ambos caso nuestro plan principal es:

- Distinguir el problema.
- Buscar los medios para su solución.
- El tiempo que se empleará en resolver este problema.
- La cantidad de personas a cargo de este problema.
- La utilización de una estandarización o la creación de una para esta empresa.
- Optimizar los recursos de la empresa.
- Presentar los informes finales al concluir dicha obra.

En nuestro caso, este plan de trabajo nos sirve tanto para este tablero como para los demás que están por revisar, debido a que el problema es el mismo y las soluciones por consiguiente, es decir es repetitivo, es por eso que al revisar nuestro plan de trabajo, el quinto enunciado (la utilización de una estandarización o la creación de una para esta empresa), nos sería de gran utilidad ya que esta se mantendría así por un buen tiempo o al menos por tiempo prudente, puesto que es de conocimiento general el saber que la tecnología crece a pasos agigantados .

Una ayuda para presentar el informe final sería, el ir documentando con fotografías el avance de la obra por ejemplo, capturar en una imagen la apariencia que tenía el tablero y sus elementos al momento de nuestra llegada, [Cabe recalcar que como una empresa privada que compra tecnología e invierte recursos en equipos, la toma de fotos es limitada así como también la publicación de diagramas u otros elementos confidenciales] nos fue de gran utilidad ya que no se pierde información al contrario se gana.

2.2. Reconocimiento de las normas de seguridad

Conocer las normas de seguridad es indispensable para la salud e integridad del trabajador esto va de la mano con el saber o el reconocer el área de trabajo, el uso de los EPP y los centros de reunión o salidas de emergencias.

En nuestro caso el área donde estábamos operando, era el área de compresores de CO2 donde el ruido podría aturdir, en caso de no portar los respectivos EPP, a más de esto la utilización de cascos, que también sirven para distinguir la jerarquía en la empresa por ejemplo nosotros como trabajadores contratados, utilizábamos cascos color verde, mientras que los jefes de planta usan los cascos de color blanco, esto pareciera no tener importancia, pero de hecho es tan importante como saber dónde queda la salida de emergencia. ¿Porque?, pues un operador de la planta podrá distinguir que nuestro equipo de trabajadores no está familiarizado a 100% con los sistemas de la planta y nos podría brindar alguna guía técnica [1]*.

Nuestro proyecto al ser un mantenimiento de tableros y diseño de planos de dichos tableros tuvimos que hacer en ocasiones trabajos en caliente (energizado), donde se manejaban voltajes como 220-440 Vac y corrientes considerables por lo que el uso de guantes dieléctricos fue indispensable al momento de realizar el seguimiento de las líneas de fuerza, que eran las de mayor voltaje.

Las botas son otro EPP importante y se recomienda usar siempre las que contienen punta de acero. En las normas de seguridad no solo se habla de los EPP también debemos saber los horarios de mayor movimiento en la empresa. A quien le debemos referir si deseamos interrumpir un proceso, o quien nos podría guiar en esta actividad, un buen reconocimiento nos facilitará el desempeño del trabajo y nos ahorrará mucho tiempo.



CAPÍTULO 3

3. Mantenimiento general e identificación de los elementos del tablero

Luego de reconocer el lugar donde vamos a laborar, las normas de seguridad que debemos seguir y qué podemos hacer en caso de existir algún inconveniente, procedemos al mantenimiento de los primeros tableros el cual consiste en:

- Limpieza en general interna y externa del tablero.
- Limpiar los elementos de control y de fuerza.
- Verificar el estado de los componentes del tablero (contactores, relés, temporizadores, etc.).
- Revisar el estado de los conductores, de control y fuerza.
- Analizar la demanda para dichos conductores.
- Revisar el estado del tablero, (case).

Esto previamente documentado con una fotografía para ver el estado actual del tablero, como se muestra en la figura 2.a y 2.b respectivamente.

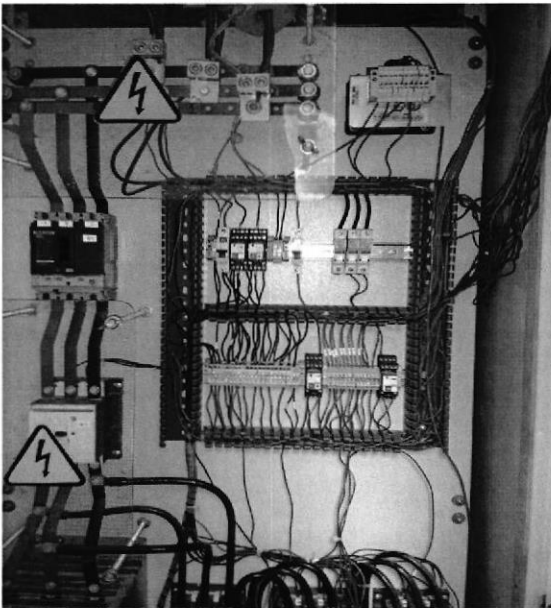


Figura 2: tablero CO2

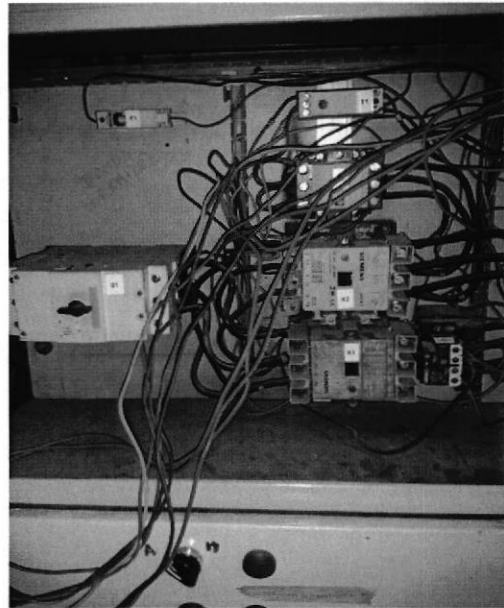


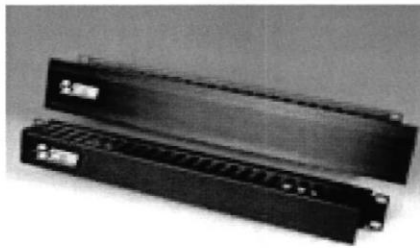
Figura 3: tablero MDT

Un mantenimiento es tan necesario en una empresa como, la presencia de un bombero cuando se incendia un inmueble, este puede ser preventivo, correctivo, predictivo, como ya lo mencionamos antes, en este caso podríamos emplear los 3 tipos de mantenimiento.

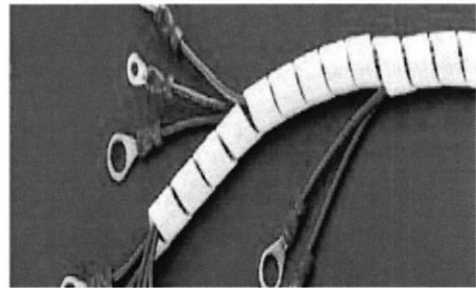
A manera de ejemplo citaremos el preventivo, el cual es un mantenimiento rutinario, de solo limpieza, cuando el equipo, está funcionando en un estado aparentemente normal, en el cual podremos realizar el monitoreo de: ruido, corrientes, voltajes, temperatura, etc.; para asegurarnos que realmente el sistema se encuentre en buenas condiciones desde un punto de vista más técnico y detallado.

En el mantenimiento entra el cableado estructurado el cual nos sirve para tener una buena integración de todos los equipos tales como PLCs, Actuadores, Transmisores Etc. Para tal caso en el tablero deberán ir los respectivos ORGANIZADORES, estos nos ayudaran a la estética y como su nombre lo indica a organizar mejor el cableado de los tableros.

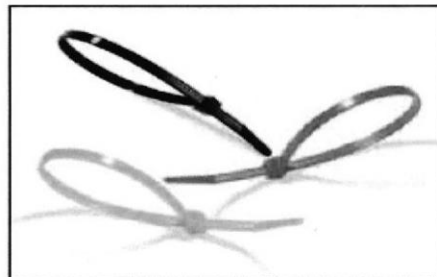
También utilizamos amarras plásticas, fundas helicoidales, etc. Como las figuras siguientes.



A: Canaletas o rieles para el cableado



B: Funda helicoidal para el cableado



C: Amarras plásticas

Figura 4: A, B, C, materiales y accesorios usados en los tableros



Identificación de los elementos del tablero

Los elementos utilizados en este tablero en particular son varios tipos de contactores, arrancadores, luces pilotos, pulsadores.

En el caso de los arrancadores y los contactores, provienen de la casa comercial SCHNEIDER, con la marca TELEMECANIQUE, con un amperaje de 250AMP y 460V en ambos casos.

En otros casos por la vetustez de los elementos se tuvo que recurrir al equipo en este caso el motor para relacionar los elementos existentes y actualizarlos.

En base a esto pudimos constatar que dichos elementos satisfacen las necesidades de Potencia, Corrientes, Voltajes, de este sistema.

3.1. Equipos a utilizar.

Los equipos con los cuales se trabajó fueron principalmente herramientas de medición, ponchado, etiquetado, calibración, tal como se muestran en la figura 4 a 7, respectivamente:

- Herramientas de medición: en este grupo de equipos que utilizamos están las pinzas amperimétricas las cuales nos permiten visualizar las corrientes de las maquinarias y el comportamiento de ellos; dichas corrientes son las de Arranque y las nominales de funcionamiento. También se utilizó voltímetros, para verificar los rangos de voltaje y verificar junto con las corrientes los calibres de los conductores que acompañan los demás elementos de los tableros.



Figura 5: Equipos de medición

- Calibración: la calibración de algunos sensores que acompañan los elementos de los tableros también se hizo presente, por lo que se debió emplear al calibrador. El cual nos proporcionaba un lazo de corriente para poder calibrar algunos transductores que llegaban al panel de los PLCs. Este lazo de corriente da un rango de corriente de 4-20mA, este rango estandarizado es el más utilizado en algunos procesos de calibración por su poca presencia de errores.



Figura 6: Equipos de calibración



- Etiquetado: para distinguir los elementos, y tener una secuencia entre tableros y algunos sistemas, se procede al etiquetado, y para ello se usa una máquina especial en la que escribimos las marcas y las imprimimos. Lo cual se detalla en el capítulo 4 de este informe.



Figura 7: Equipo de Etiquetado

- Crimpadora: Es una máquina que permite fijar de forma segura los terminales a los conductores, estos tienen gran importancia al momento de instalar en los equipos o maquinarias eléctricas, ya que mantiene todos los hilos del conductor unidos sin peligro que pueda existir un cortocircuito y además los fija mejor a las borneras de los elementos eléctricos.



Figura 8: Crimpado o ponchado

- Peladora, pinza, playo, destornilladores: Estas herramientas básicas son muy útiles para el tratamiento de los conductores ya que hubo que cambiar ciertos conductores de control y en otros casos reducir el tamaño de unos conductores muy largos. Usamos de varios tipos y tamaños desde pequeños de borneras hasta los grandes para los bornes de los breakers de 250Amperios.

Todos estos equipos nos facilitan el monitoreo, los cálculos y la ejecución del trabajo que se pudieran hacer en ausencia de ellos o de al menos uno. Es decir son indispensables para realizar un buen mantenimiento.

Capítulo 4

4. Levantamiento del plano y seguimiento de líneas

Uno de los principales requerimientos de la empresa era la obtención de planos eléctricos de los diversos tipos de control que poseen en sus tableros, ya que al ir actualizando sus equipos y aumentando la carga de los tableros, se han modificado considerablemente con relación a los planos originales.

Estos planos son de suma importancia ya que en caso de que haya una falla, el personal de mantenimiento tendrá la guía necesaria para identificar y corregir el problema, además que en caso de una futura ampliación igualmente se tiene las pautas para poder realizarla, y así como también en cualquier tipo de mantenimiento teniendo los planos se puede hacerlo con más eficiencia ahorrando tiempo.

Así mismo para este procedimiento primeramente hicimos una planeación para coordinar la labor a realizarse en un orden específico para la optimización del trabajo y tiempo.

Seguimiento de líneas de fuerza y control

El primer paso que adoptamos fue seguir las líneas de control y fuerza, ya que los planos los hicimos a partir de nada, es decir que los hicimos totalmente para que no haya confusiones o falsas estimaciones si en caso nos hubieran dado planos anteriores del tablero que no hayan estado actualizados.

En este paso nos fue de gran valor la ayuda de los operadores del área de CO2 ya que nos indicaron donde se encontraban los motores y otros elementos como sensores y actuadores, por lo que nos involucramos en el ambiente laboral de la empresa interactuando con los responsables de operación y mantenimiento de las diversa áreas de trabajo en las que fuimos asignados.

Este también fue uno de los pasos más difíciles ya que al hacer este seguimiento aprovechamos el tiempo y aprovechamos que estaban haciendo mantenimiento en los compresores y procedimos a hacer el peinado de los cables de control dentro de los tableros; empezamos a desconectarlos, desenredarlos, recortarlos si era necesario, cambiarlos si era necesario, ponerles terminales y volverlos a conectar.

Una vez hecho esto, el tablero ya se veía mucho mejor, entonces procedíamos con las líneas de fuerza ya que habían algunas que se encontraban cruzadas, entonces procedíamos a sacarlas y dejarlas de forma recta para que se vea mejor, teniendo en cuenta que si invertíamos en la parte superior del elemento, también debíamos hacerlo en la parte inferior para no invertir ningún giro de algún motor lo cual hubiera ocasionado

problemas. En resumen lo podemos ver con un gráfico de la siguiente manera. (Ver figura 9).

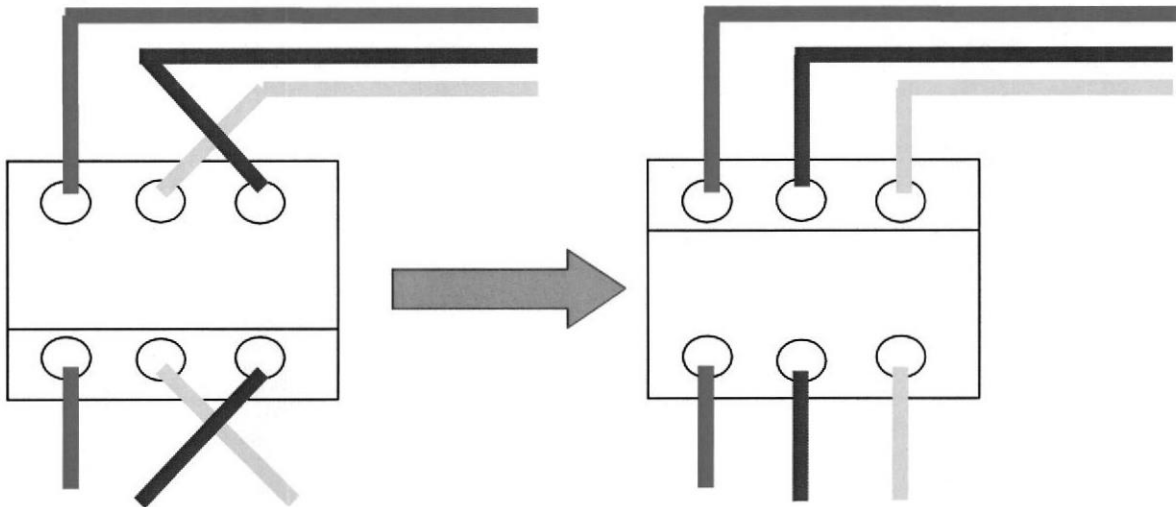


Figura 9: Peinado de cables en elementos de fuerza

Así lo hicimos con varios breakers que tenían cruzadas las líneas, todo esto para mejorar la estética de los tableros.

4.1. Elaboración de diagramas a mano alzada

Para hacer los planos de cada tablero es necesario hacer un bosquejo que nos permita hacer correcciones al ir verificando las líneas de cada elemento eléctrico.

Esto lo hicimos al ir peinando cada cable, por ejemplo dibujamos el contacto auxiliar de bornes 13 y 14, seguimos el cable del borne 14 y nos encontramos que llega hasta el borne A1 del mismo contactor, por lo que ya podemos ir trazando un dibujo a mano alzada de lo que tenemos en el campo de trabajo para luego detenidamente hacer el diagrama de forma ordenada.

Todo este proceso del levantamiento de plano se nos hizo posible de realizar aplicando los conocimientos adquiridos en el aula de estudio y en los laboratorios de nuestro instituto, ya que fue ahí donde aprendimos a hacer este tipo de trabajos.

Con todo este levantamiento de planos a mano alzada pudimos ganar bastante experiencia para futuros trabajos que se puedan presentar; también nos sirvió para familiarizarnos más con los elementos que se usan en las empresas y saber las normas que se deben

seguir cuando uno realiza planos para una empresa. La siguiente figura 9 muestra un ejemplo básico de un plano a mano alzada.

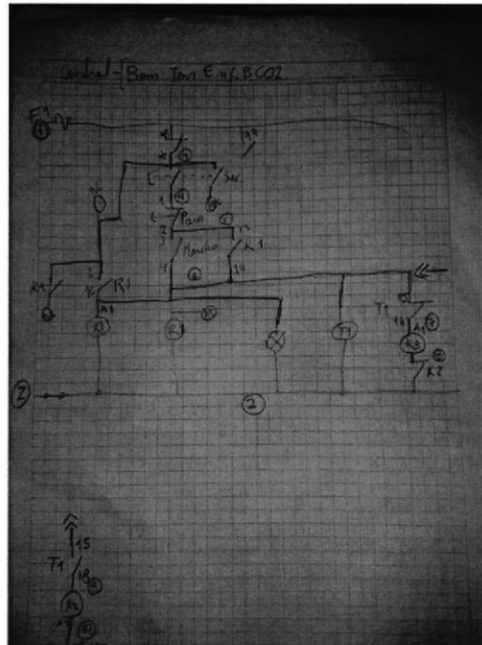


Figura 10: diagrama a mano alzada enfriamiento CO2



4.2. Elaboración de diagramas en Auto CAD2012

Luego de revisar y tomar todos los datos posibles de cada tablero, se procedió a la digitalización de los bosquejos a mano alzada como se muestra en la imagen anterior.

Por ende la parte final de nuestro diseño de planos eléctricos en la empresa SODERAL consistía en realizar todo el trabajo en el software, por lo que recurrimos a la herramienta profesional de diseño llamada Auto CAD2012. Ver figura 10.

Esta herramienta que permite dibujar de una manera rápida, sencilla y eficiente nos brindó gran ayuda con sus diferentes librerías, tanto para lo eléctrico, como para lo estructural, para el caso de los gabinetes donde van montado los elementos de control.



Figura 11: AutoCAD 2012

Cabe recalcar que nuestra carrera no se especializa en el dibujo en Auto CAD, mas sin embargo nuestra destreza y lo aprendido en las aulas de con los respectivos profesores nos sirvió de mucha ayuda para finalizar esta labor, con éxito.

4.3. Métodos de etiquetado y su importancia

Como ya vimos en capítulos anteriores, existen maquinas que nos ayudan hacer esta actividad, para este caso utilizamos la etiquetadora marca BRADY. Esta herramienta es útil al momento de realizar un cableado estructurado por ejemplo. Tiene varias medidas y colores en sus etiquetas —como se ve en la figura 11—, lo cual es muy útil para tener mejor identificado cada elemento o incluso un proceso.

Así los colores que se utilizaron fueron:

- Rojo
- Verde
- Amarillo
- Blanco

Siendo las medidas de $\frac{3}{4}$ " y $\frac{3}{8}$ ". Algo importante el material del cual están hechas dichas etiquetas, ya que la vida útil depende principalmente de esto, para tal caso se utilizó etiquetas de vinyl auto laminable, y en ocasiones de poliéster de excelente captación de temperatura y ambientes adversos[4]*.

Otros materiales que pueden encontrarse en el mercado para etiquetar son pupillos que se ajustan a los conductores.

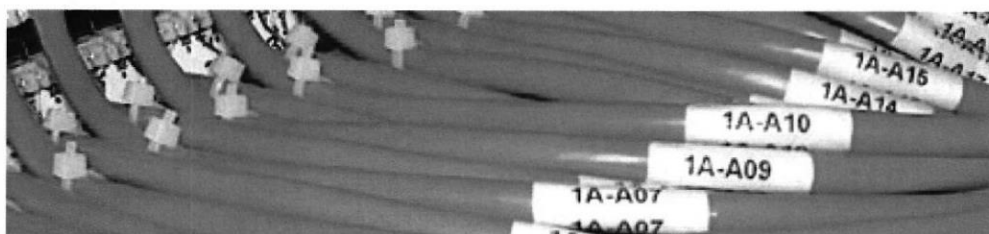


Figura 12: etiquetas y nomenclaturas

Métodos de etiquetado

Los métodos de etiquetados que aplicamos en este trabajo fueron guiados por las estandarizaciones del cableado estructurado utilizado en telecomunicaciones. Figura 12. [2]*.

En base a esto utilizamos un etiquetado que quedara estandarizado al menos en la empresa como ejemplo para los futuros tablero que se deseen diseñar. Las ventajas de esto es que los operadores se familiarizaran con una sola forma de etiquetas en los conductores, mientras que en los elementos de fuerza y control se mantiene la identificación conforme se realiza en el diseño original.

Algunas estandarizaciones:

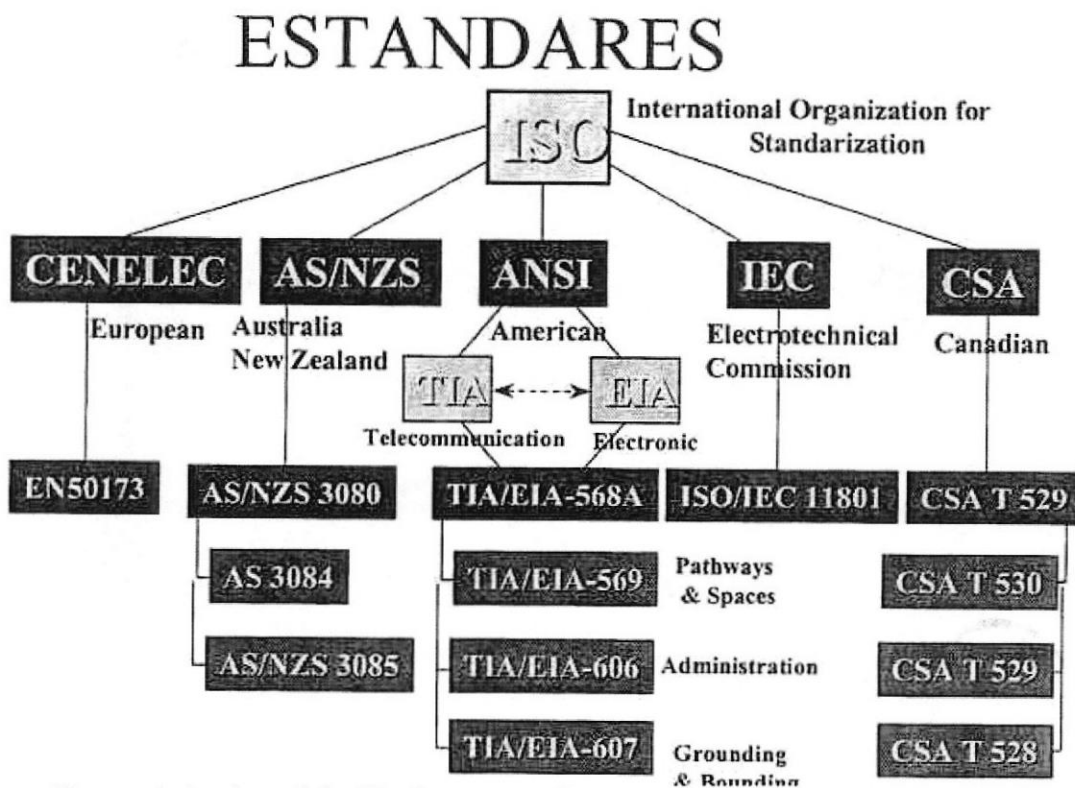


Figura 13: estandarizaciones del cableado estructurado

- **Desempeño de Sistemas de Cableado [2]***

ISO: International Organization for Standardization
IEC: International Electrotechnical Commission.
CENELEC: Estandar Europeo.
ANSI: Asociación nacional standarlization
TIA: Telecommunication Industry Association
EIA: Electronics Industries Association

- **Seguridad [2]***

NFPA: Nacional Fire Protection Agency [3]*
UL: Underwriters Laboratories Association

Importancia del etiquetado

El etiquetado cumple un papel importante en esta actividad, ya que con el identificamos o nos guiamos al momento de realizar un mantenimiento, una analogía de esto sería: cuando deseamos llegar a un lugar específico necesitamos una dirección, así mismo en este campo si deseamos cambiar o reemplazar algún elemento en el tablero debemos guiarnos por una dirección o etiqueta específica.

Todas estas etiquetas deberán ir descritas en una memoria técnica la cual es un expediente que integra la documentación técnica completa y actualizada sobre los trabajos de cableado realizados y las pruebas del funcionamiento de este. Cuenta con el detalle de cada elemento, trayectoria de cableado, ubicación en la planta o el proceso que realiza, pruebas de transmisión y rendimiento hechas a los servicios instalados.

La intención de entregar esta memoria técnica al cliente es que cuente con la documentación necesaria para facilitar futuras modificaciones, cambios o adhesiones y para garantizar la correcta transmisión de pulsos de corriente, voltajes e inclusive datos en cada uno de los servicios instalados aún sin tener un equipo en uso en cada salida. Esta documentación se entrega al final de cada proyecto, lo cual permite obtener una documentación técnica completa y actualizada al momento que permite tanto a la empresa como a nosotros conocer en detalle cada elemento, trayectoria y ubicación dentro del proyecto.



Capítulo 5

5. Revisión de las conexiones antes y después

Este capítulo es breve y solo denotamos la correcta conexión de las líneas en los tableros donde hubo que realizar desconexiones, estos procedimientos también van en la memoria técnica que se le hace entrega a la empresa o al responsable del área eléctrica.

Dichas conexiones no solo relacionan las conexiones en los tableros o en el equipo a controlar, sino que junto con los diseños de los planos corroborar la salida y llegada de cada señal de control, como se muestra en la figura.

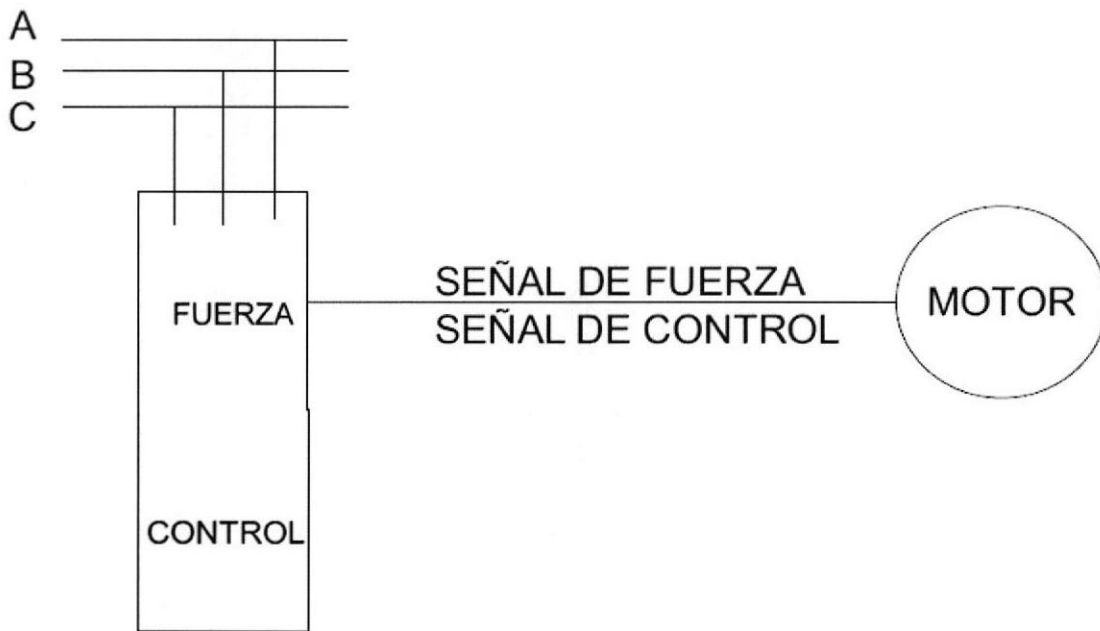


Figura 14: Tablero de fuerza y control del proceso MDT

El buen funcionamiento dependerá de dicha revisión ya que, el equipo podría no funcionar, como antes del mantenimiento o funcionar pero con inconvenientes.

5.1. Revisión de las variables eléctricas (corriente, voltaje)

Una vez revisada las conexiones y al dar arranque se comparara los voltajes y corrientes con los que el equipo está apto para trabajar, y los valores con los que se encontraba trabajando antes del mantenimiento. En este caso nos servirá de mucho los datos tomados antes de iniciar la tarea del mantenimiento. Como se indica en la figura 13 a 15 respectivamente.



Figura 15: Revisión de voltaje



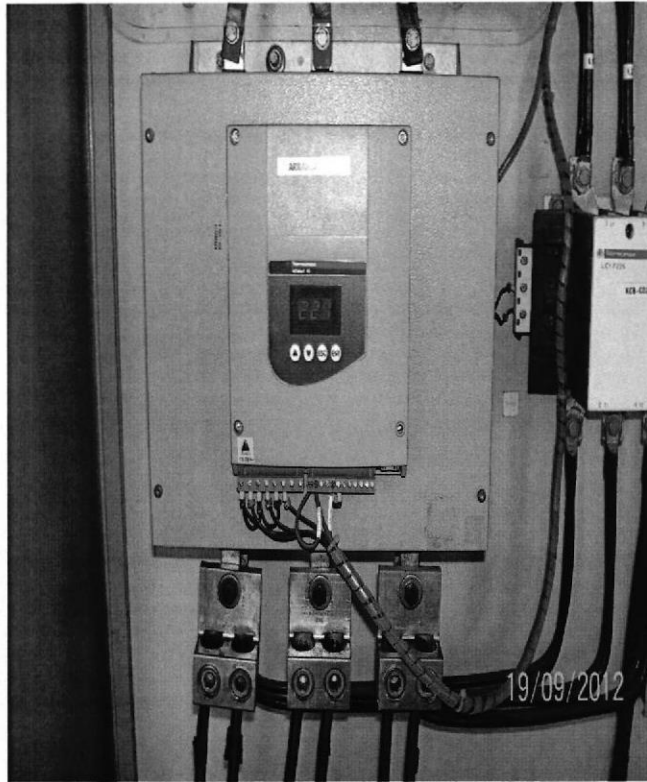


Figura 16: Corriente del Arrancador no estabilizado.

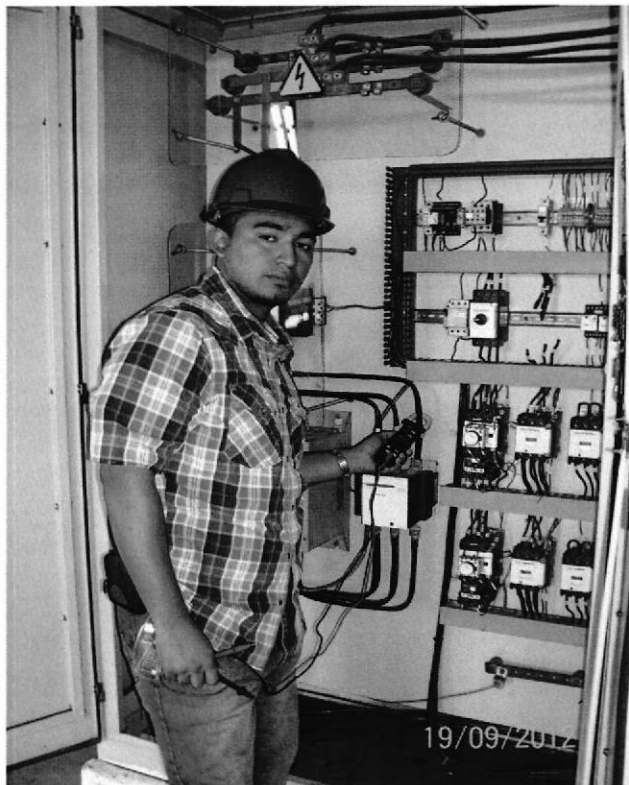


Figura 17: Verificando la Corriente de línea

Una vez corroborado los valores de las variables descritas anteriormente podremos dar como positivo el mantenimiento.

5.2. Comportamiento de los equipos y entrega de planos

Los equipos tuvieron un comportamiento acorde al proceso que se encuentran realizando por ejemplo los motores del compresor deben mantener una velocidad constante el cual al dar arranque, y luego de varios minutos de monitoreo se comprobó que no había error alguno, se comprobó la temperatura del motor, y la operatividad del compresor como tal. Para tal caso se muestra en la figura 16 y 17 que se ven a continuación.

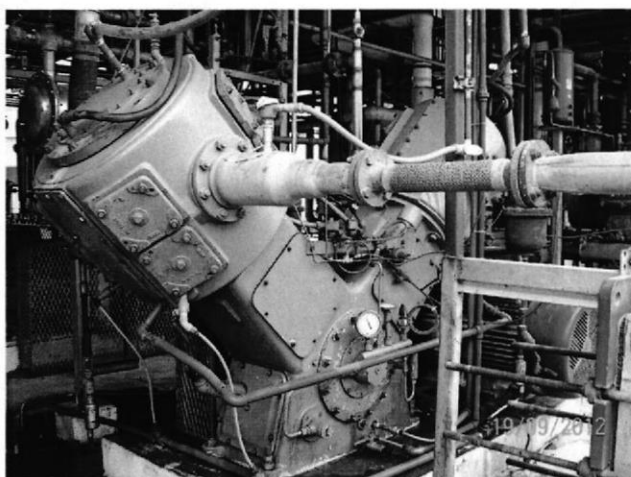


Figura 18: Compresor de 150 Hp área CO2

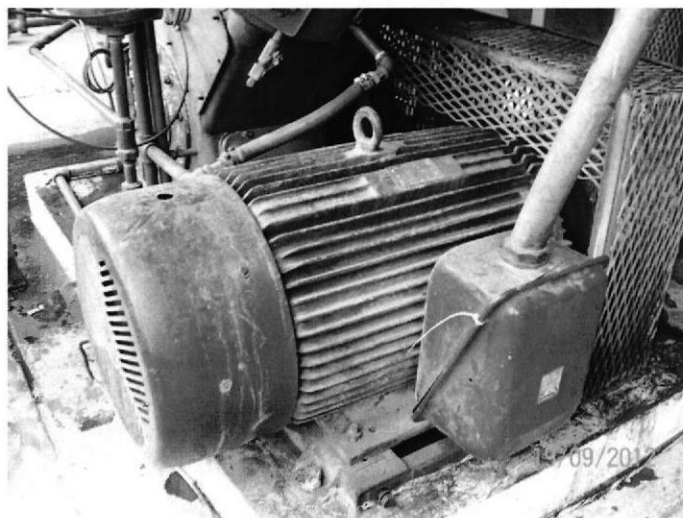


Figura 19: Motor del compresor de 150 Hp

Entrega de los planos eléctricos a los operadores de los equipos

Una vez concluido todos los procesos de monitoreo o revisión, de los equipos que constituyen el tablero de control y fuerza se entrega todo los planos a los operadores, u a los encargados del área eléctrica, ellos darán el uso adecuado para continuar con el proceso de mantenimiento de los elementos que hacen funcionar todo en perfecto estado, obviamente precautelando el mantenimiento de los motores y los elementos que van con ellos, como por ejemplo en el compresor; las bandas y los acopladores como las poleas que hacen funcionar estas maquinaria.

Las recomendaciones y sugerencias se las dará al final de este informe con el fin de que la empresa tenga la certeza de que nuestro trabajo fue un compromiso tanto con ellos, con nuestros profesores, y con nuestra institución.

Ellos se podrán guiar con dichos planos, en el reemplazo, o inclusión de un nuevo elemento en el tablero o en el proceso, en base a la memoria técnica.

CONCLUSION Y RECOMENDACIONES

Uno de los problemas que se resolvió fue la pérdida de energía debido a terminales mal ponchado, conductores debilitados, y la poca estructuración en los tableros dando paso a las confusiones. Además, se recomendó la instalación de una central de aire en el cuarto de tableros ya que por la potencia desperdiciada se genera gran cantidad de calor que a la larga podrían afectar los equipos electrónicos, como los arrancadores o los módulos analógicos de PLCs.

La confianza por parte de la empresa al saber que proveníamos de una institución de prestigio como es la ESPOL, en especial PROTEL, fue uno de los mejores recursos que nos pudieron brindar.

La Empresa cuenta con grandes operadores que por experiencia han adquirido muchos conocimientos, consideramos que capacitaciones en el área de seguridad y electrotecnia, le sería de gran utilidad para la Empresa.

El grado de satisfacción es muy alto al saber que la confianza de los operadores al utilizar el HMI es muy aceptable, además se consideró una mejora en la producción y almacenamiento de CO₂, y el funcionamiento en los elementos u equipos que controlan dichos procesos. Siendo esta: mejora técnica, de seguridad, de producción, humana. Poder concluir con un proyecto de este tipo nos motiva a seguir adelante en nuestro crecimiento como Tecnólogos, nos sentimos satisfechos por lo logrado, aunque consideramos que siempre se puede hacer algo más.



INSTITUTO TECNOLÓGICO
E ESCUELA DE INGENIERÍA Y TECNOLOGÍAS

Bibliografía

- *[1] Plaza V., Héctor. *Clases de seguridad industrial*, Guayaquil, Espol, 2010
- *[2] Ruiz, Iván. *Clases de cableado estructurado*, Guayaquil, Espol, 2012
- *[3] NFPA 70. *National Electrical Code*, United State, 2005
- *[4] Manual Brandy. *Brandy brand*, Italia, 2008



RECTORIA
DE LA ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE LOJA