



**UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA
FACULTAD DE TECNOLOGIA DE LA INDUSTRIA
INGENIERIA MECANICA**

**Plan de Mantenimiento para Equipos Auxiliares de la Empresa
NIMAC**

AUTORES

Br. Eduardo Antonio Robleto Taleno

Br. David Gamaliel Montenegro Benavidez

Br. Denis Antonio Ruiz Borgen

TUTOR

Ing. Wilmer José Ramírez Velásquez.

Managua, 23 de marzo de 2020



UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA
Facultad de Tecnología de la Industria

DECANATURA

Managua, 28 de agosto de 2019

Brs. David Gamaliel Montenegro Benavidez
Eduardo Antonio Robleto Taleno
Denis Antonio Ruiz Borgen

Por este medio hago constar que el protocolo de su trabajo monográfico titulado **"Plan de Mantenimiento para equipos auxiliares de planta de la empresa NIMAC"**, para obtener el título de **Ingeniero Mecánico** y que contará con el **Ing. Wilmer José Ramírez Velásquez** como tutor, ha sido aprobado por esta Decanatura.

Cordialmente,

MSc. Lester Antonio Artola Chavarria
Decano



Managua, 22 de marzo 2020

**Ingeniero
Lester Artola Chavarría
Decano FTI**

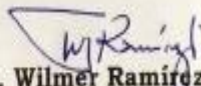
Estimado Ing. Artola:

Por medio de la presente me dirijo a usted, para hacer de su conocimiento que he revisado detalladamente el trabajo monográfico titulado, "**Plan de Mantenimiento para Equipos Auxiliares de la Empresa NIMAC**" Elaborado por los **Brs. Montenegro Benavides David, Robleto Taleno Eduardo y Ruiz Borgen Denis**, para optar al título de **Ingeniero Mecánica**.

El mencionado trabajo fue realizado cumpliendo los requisitos exigidos por la Universidad Nacional de Ingeniería y los formulados en su protocolo, presentado para ser evaluado por el jurado calificador que usted designe.

Sin otra razón, reciba usted mis respetuosas y atentos saludos.

Cordialmente,



**Ing. Wilmer Ramírez Velásquez
Docente UNI-RUPAP
Tutor**

C/c. archivo

NIMAC**CAT**

Nicaragua Machinery Company
Fundada en 1944

Oficina Principal: (505) 2263 1151 tel. (505) 2263 1541/1064 fax
Suc. Chinandega: (505) 2341 4413 tel. (505) 2341 4435 fax
Suc. C. Masaya: (505) 2279 9782 tel. (505) 2279 7149 fax

Managua, 12 de marzo de 2020.

Ing. Lester Antonio Artola Chavarría MSc.
Decano
Facultad de Tecnología de la Industria


Estimado MSc. Artola, reciba cordiales saludos.

Por este medio hago constar que los bachilleres abajo listados desarrollaron en el contexto de trabajo monográfico un plan de mantenimiento preventivo para los equipos auxiliares de NIMAC Plantel Central. Al cual la empresa en mención, da fe de haberlo concluido, aceptado y extiende su visto bueno para considerarse en el plan de mantenimiento general 2020-2021.

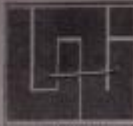
- David Gamaliel Montenegro Benavidez.
- Denis Antonio Ruiz Borgen.
- Eduardo Antonio Robleto Taleno.

Sin más a que hacer referencia, extendiendo la presente para los fines que la parte interesada estime conveniente.

Aterramente,


Ing. Marisser H. Álvarez Guevara MSc.
Jefe de Personal | Nicaragua Machinery Co.
Tel: +505 2263 1151 Ext:170 | Cel:8810-1636





Lider en Ciencia y Tecnología

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA
FACULTAD DE TECNOLOGÍA DE LA INDUSTRIA**

SECRETARÍA DE FACULTAD

F-8: CARTA DE EGRESADO

El Suscrito Secretario de la FACULTAD DE TECNOLOGIA DE LA INDUSTRIA hace constar que:

MONTENEGRO BENAVIDEZ DAVID GAMALIEL

Carne: 2011-36964 Turno Diurno Plan de Estudios 2015 de conformidad con el Reglamento Académico vigente en la Universidad, es EGRESADO de la Carrera de INGENIERÍA MECANICA.

Se extiende la presente CARTA DE EGRESADO, a solicitud del interesado en la ciudad de Managua, a los trece días del mes de septiembre del año dos mil diecisiete.

Atentamente,

Ing. Wilmer José Ramírez Velásquez
Secretario de Facultad





UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA
FACULTAD DE TECNOLOGÍA DE LA INDUSTRIA

Lider en Ciencia y Tecnología

SECRETARÍA DE FACULTAD

F-8: CARTA DE EGRESADO

El Suscrito Secretario de la FACULTAD DE TECNOLOGIA DE LA INDUSTRIA hace constar que:

RUIZ BORGÉN DENIS ANTONIO

Carné: 2011-37053 Turno Diurno Plan de Estudios 2015 de conformidad con el Reglamento Académico vigente en la Universidad, es EGRESADO de la Carrera de INGENIERÍA MECÁNICA.

Se extiende la presente CARTA DE EGRESADO, a solicitud del interesado en la ciudad de Managua, a los trece días del mes de septiembre del año dos mil diecisiete.

Atentamente,

Ing. Wilmer José Ramírez Velásquez
Secretario de Facultad





Lider en Ciencia y Tecnología

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA
FACULTAD DE TECNOLOGÍA DE LA INDUSTRIA

SECRETARÍA DE FACULTAD

F-8: CARTA DE EGRESADO

El Suscrito Secretario de la FACULTAD DE TECNOLOGIA DE LA INDUSTRIA hace constar que:

ROBLETO TALENO EDUARDO ANTONIO

Carne: 2011-37013 Turno Diurno Plan de Estudios 972A de conformidad con el Reglamento Académico vigente en la Universidad, es EGRESADO de la Carrera de INGENIERÍA MECANICA.

Se extiende la presente CARTA DE EGRESADO, a solicitud del interesado en la ciudad de Managua, a los siete días del mes de abril del año dos mil dieciseis.

Atentamente,

Ing. Wilmer José Ramírez Velásquez
Secretario de Facultad



Agradecimientos

En primer lugar, agradezco a mis padres, por ser a lo largo de este camino, mi principal fuente de inspiración, empeño y fortaleza para superarme, por confiar cada día en mi avidez de lograr esta meta y ser soporte absoluto en mi formación académica y profesional, es gracias a cada consejo, cada palabra de ánimo y cada esfuerzo de ellos que me motivó a luchar por este objetivo.

A mí apreciada alma mater, la Universidad Nacional de Ingeniería por haberme brindado el honor de formarme durante estos años de mi carrera en sus aulas y con sus fraternos docentes, por haberme transmitido los valores de la institución e instruirme como un excelente ser humano y profesional, gracias por este compromiso de formar mejores personas, haciéndome constar que haber estudiado en esta prestigiosa universidad, ha sido una de las mejores decisiones que he tomado en mi vida.

Finalmente, a todas y cada una de las personas que han acompañado y me han ofrecido desinteresadamente su ayuda durante estos años para alcanzar este peldaño, ya sea de manera directa o indirecta. Gracias a todos ustedes por haber sido participes de este proceso y del fruto de mi esfuerzo, que el día de hoy se verá reflejado en la culminación de esta etapa.

David Gamaliel Montenegro Benavidez

A Dios, porque en su infinita misericordia me ha permitido ir agotando etapas y conquistando logros.

A mi madre y a mi padre, por ser quienes han estado para mí aún antes del comienzo de mi vida en sentido formal, que con tesón han procurado formar un ciudadano correcto.

A mis hermanos, que en medio de sus dificultades siempre ha procurado apoyarme.

A todos esos compañeros, profesores y amigos que de una u otra manera influyeron en mi crecimiento académico, profesional y personal.

Gracias a todos, de todo corazón.

Eduardo Antonio Robleto Taleno

Dedico este logro principalmente a Dios, por ser el inspirador y darme fuerza para continuar en este proceso de obtener uno de los anhelos más deseados.

A todas las personas que me han apoyado y han hecho que el trabajo se realice con éxito en especial a aquellos que me abrieron las puertas y compartieron sus conocimientos.

De igual manera mis agradecimientos a la Universidad Nacional de Ingeniería, a toda la Facultad de Tecnología de la Industria, a mis profesores quienes con la enseñanza de sus valiosos conocimientos hicieron que pueda crecer día a día como profesional, gracias a cada uno de ustedes por su paciencia, dedicación, apoyo incondicional y amistad.

Denis Antonio Ruiz Borgen

Resumen Ejecutivo

Esta monografía consiste en el diseño de un plan de mantenimiento preventivo para los equipos Auxiliares de la empresa NIMAC los cuales están bajo la supervisión del área de servicios generales. En este documento encontrara información básica de cada equipo, datos técnicos, ciclos de trabajo, funcionamiento, técnicas de operación y tipos de mantenimientos que se deben de realizar para el buen funcionamiento de los mismos.

En el desarrollo de este trabajo se realiza una evaluación de los procedimientos establecidos por la empresa para la ejecución del mantenimiento, del control y recolección de información para el seguimientos de los futuros mantenimientos, posteriormente se presenta una propuesta de plan de mantenimiento la cual permitirá llevar un control histórico de los mantenimientos y reparaciones ejecutados en cada equipos, realizar actividades de mantenimiento que mejor convengan a cada equipo en dependencia de su uso y aplicación, equipos de seguridad con los que debe de contar el personal que estará encargado de realizar los servicios, así como también una lista básica de herramientas y misceláneos con lo que el área de Servicios Generales debe de contar para la buena ejecución del mantenimiento.

Por último se propone la creación de una área técnica la cual se encargue de supervisar el cumplimiento de las tareas encomendada a cada técnico, monitorear que los servicios de mantenimiento se ejecuten en el periodo establecido de acuerdo a su aplicación y ciclo de trabajo; esto con el objetivo de evitar mantenimientos pasados y llevar un control del historial de servicio para establecer futuras mejoras; tanto técnicas como económicas que aporten al buen funcionamientos de los equipos y del área respectivamente.

Tabla de contenido

Contenido

1. INTRODUCCION	1
2. ANTECEDENTES	2
3. JUSTIFICACION	3
4. OBJETIVOS	5
5. MARCO TEÓRICO	5
5.1. El Mantenimiento.....	5
5.1.1. Filosofía del Mantenimiento.....	5
5.1.2. Principios del mantenimiento.....	5
5.1.3. Objetivos del Mantenimiento	6
5.2. Tipos de mantenimientos	7
5.2.1. Mantenimiento Preventivo	7
5.2.2. Mantenimiento Correctivo.....	9
5.2.3. Mantenimiento Modificado.....	10
5.3. Costos del Mantenimiento.....	10
5.3.1. Costo Integral del Mantenimiento	10
5.4. Gestión del Mantenimiento.....	11
5.4.1. Planificación.....	11
6. DISEÑO METODOLÓGICO.....	19
6.1. Tipo de Investigación.....	19
6.2. Diseño de la Investigación	19
6.3. Población y Muestra.....	19
6.4. Técnicas e instrumentos para la recolección de datos	20
6.4.1. Observación Directa.....	20

6.4.2. Revisión de la Ficha Técnica.....	20
6.4.3. Entrevista.....	20
6.5. Procedimientos Administrativos	20
7. GENERALIDADES DE LA EMPRESA	22
8. AIRES ACONDICIONADOS CARRIER.....	24
8.1. Generalidades	24
8.2. Seguridad	24
8.3. Operación	25
8.3.1. Secuencia de operación y control	26
8.3.2. Funcionamiento del control	27
8.4. Eventuales anomalías.....	29
8.5. Calculo de Subenfriamiento y Recalentamiento	34
8.6. Rutina de mantenimiento.....	37
8.7. Control de mantenimiento.....	39
8.8. Población y Muestra	40
8.9. Ficha Maestra	41
9. SUB-ESTACION ELECTRICA.....	44
9.1. Seguridad	44
9.2. Conceptos	45
9.3. Mantenimiento.....	47
9.4. Procedimiento general de los tableros eléctricos.....	49
9.5. Equipos y Herramientas	50
9.6. Programa de Mantenimiento.....	51
9.7. Inspección periódica de centros de transformación	54
10. PLANTAS DE EMERGENCIA DE 250 KVA y 100 KVA	55

10.1. Seguridad	55
10.2. Ilustraciones y vistas del modelo	61
10.3. Descripción del motor	63
10.4. Conexiones del generador	65
10.5. Almacenamiento del producto	74
10.5.1 Motor	74
10.5.2. Generador	78
10.6. Población y Muestra	79
10.7. Ficha Maestra	79
10.8. Elaboración de la Rutina de Mantenimiento	81
11. CONCLUSIONES	84
12. RECOMENDACIONES	86
13. BIBLIOGRAFIA	88
14. ANEXOS	89

1. INTRODUCCION

El hombre al paso del tiempo y en su desarrollo como sociedad se ha visto en la necesidad de crear herramientas y equipos de trabajo que mejoren sus condiciones de vida, con el uso de diario de estas máquinas. La mayoría de las fallas que se experimentaban eran el resultado del abuso o del intenso uso al cual estaban sometidas, esto sigue sucediendo en la actualidad. Al principio sólo se hacía mantenimiento cuando ya era imposible seguir usando el equipo. A eso se le llamaba "Mantenimiento de Ruptura" y este comportamiento era repetitivo.

El mantenimiento, como todo proceso ha evolucionado, ha tenido un crecimiento y madurez, adaptándose a las distintas necesidades y exigencias de cada época, manteniéndose siempre vigente.

Anteriormente se esperaba que se produjera una avería en la máquina para hacerle mantenimiento correctivo, en el interés de mejorar el proceso se evaluaban los equipos e instalaciones que sufrían averías con mayor frecuencia. Se establecieron tiempos determinados (frecuencia) en dependencia de la aplicación de la máquina para implementar mantenimientos preventivos que logran disminuir tiempos muertos en los equipos, y se estaba pendiente de su desempeño. Con ello se establecieron sistemas de mejora continua de los planes de mantenimiento (preventivo, predictivo, correctivo).

Hoy en día las estrategias usadas son las que están encaminadas a aumentar la disponibilidad y eficiencia de los equipos que son importantes en la producción, reduciendo los costos de mantenimiento y manteniendo la seguridad del personal.

La empresa Nicaragua Machinery Company (NIMAC) no cuenta con un departamento de mantenimiento adecuado para el cuidado de sus equipos auxiliares de planta. Es más común en nuestro país el uso de mantenimiento correctivo y mantenimiento programado, los cuales resultan más baratos a corto plazo, pero no a largo plazo.

2. ANTECEDENTES

Nicaragua Machinery Company (NIMAC), es una empresa dedicada a la venta y renta de maquinaria de Construcción, Agrícola y Transporte, teniendo dentro de sus filas marcas reconocidas a nivel mundial como Caterpillar, John Deere, Mack, International, entre otras. Fundada en 1,944. NIMAC se ha caracterizado como una empresa vanguardista en planes de mantenimiento y programas de explotación de maquinaria, con el objetivo de brindarle un servicio de calidad a sus clientes y mantenerse como una empresa competitiva a nivel regional. Esfuerzo el cual la ha llevado a establecerse como empresa líder en su ramo en Nicaragua,

Industrias como el sector minero, los ingenios y construcción, ramos principales y motor económico en Nicaragua están en un constante mejoramiento en sus procesos de trabajo, en normas de seguridad y control de calidad en sus productos, mejora que se ha trasladado a sus principales proveedores por lo cual en el caso específico de Nimac ha llevado estandarizar y regular sus normas de seguridad y procedimientos de trabajo, para ello es necesario contar con un plan de mantenimiento preventivo en sus equipos auxiliares que contribuya al mejoramiento de los estándares de Higiene y seguridad establecidos por el código del trabajo.

Actualmente el organigrama laboral de Nimac que vela por el funcionamiento óptimo de los equipos está estructurada de la siguiente manera; Gerencia General, Gerencia Financiera, Servicio Generales. No existe como tal un área que este encargado de coordinar, ejecutar y monitoreas los servicios requeridos para cada equipo.

3. JUSTIFICACION

En la empresa NIMAC el tema de Higiene y Seguridad ha tomado una gran relevancia en los últimos dos años, motivo por el cual se han realizado auditorías y talleres prácticos para evaluar los procedimientos de ejecución de las actividades de servicio asignadas a cada área. En las evaluaciones obtenidas de estas auditorías la empresa ha visto la necesidad de tener su propio plan de mantenimiento preventivo para los equipos auxiliares de planta e ir dejando a un lado los servicios realizados por empresas subcontratistas. Lo que se busca con la realización del programa de mantenimiento es incrementar al máximo la confiabilidad y disponibilidad de los equipos, permitiendo que estos se encuentren en buen estado de funcionamiento la mayor parte del tiempo, cumpliendo más eficientemente el propósito para el cual han sido diseñados. NIMAC se verá beneficiado económicamente al no recurrir a fondos que no estén presupuestados en un mantenimiento correctivo inesperado.

1.1. ¿Por qué se realiza plan de mantenimiento preventivo y no correctivo?

Históricamente Nimac ha dependido de proveedores locales para la mantención técnica de los equipos auxiliares de la empresa, sin embargo, es debido al proceso de mejora continua a la que está sujeta la compañía (procesos que son establecidos por las distintas marcas a sus distribuidores como normas para poderlas representar, entre los cuales destacan certificaciones ISO o Six Sigma) A través de ello se detectó la necesidad no sólo de llevar un control cuantitativo de los gastos de servicio que ofrecen las empresas locales a Nimac para los equipos auxiliares, sino también de llevar un control técnico que permita la reducción de gastos, los paros no deseados, una proyección de la vida útil a corto y largo plazo, la optimización de los bienes y los distintos puntos que esto conlleva.

Siendo Nimac una empresa que ofrece reparaciones a máquinas, pequeñas y grandes, con mano de obra especializada y que cuenta con certificaciones internacionales, se atendió la necesidad de suplir internamente los requerimientos técnicos de los equipos auxiliares, “limitándose” solamente con

mantenimientos preventivos, con la meta de cubrir a futuro en su totalidad cualquier reparación de carácter correctiva. El objetivo se centra en que los técnicos de servicio designados con su experiencia vayan adquiriendo la pericia necesaria en los equipos auxiliares mediante van realizando los mantenimientos preventivos, si bien sabemos el mantenimiento preventivo se lleva a cabo para evitar daños en la máquina y siguiendo los pasos del manual se puede completar cada servicio, por el contrario el mantenimiento correctivo se realiza cuando algún sistema de la máquina dejó de funcionar y el primer paso a seguir es realizar un diagnóstico de falla que indique el motivo del desperfecto y posterior se establezca el plan de acción a tomar, no obstante resulta complicado poder hacer un diagnóstico de falla en un equipo con el cual no se tiene experiencia, a pesar de que en el equipo hayan sistemas eléctricos, hidráulicos, mecánicos, cada fabricante tiene sus particularidades de diseño, por lo cual para cumplir el objetivo de atender todos los requerimientos técnicos de los equipos auxiliares, el primer paso es ganar la experiencia necesaria mediante los mantenimientos preventivos, estudiar y documentar las fallas menores que vayan resultando y con toda la información que resulte establecer así un plan correctivo.

4. OBJETIVOS

4.1. Objetivo General

1. Diseñar un plan de mantenimiento preventivo para los equipos Auxiliares de Planta de la empresa NIMAC.

4.2. Objetivos Específicos

2. Evaluar la información existente, ficha maestra, historial de servicio, controles de mantenimiento, para los equipos auxiliares de planta de la empresa.
3. Determinar las necesidades de mantenimiento que mejor convengan a dichos equipo.
4. Realizar un inventario de repuestos, herramientas y equipos de seguridad con las que dispone actualmente el área de servicios generales de la empresa NIMAC para ejecutar los mantenimientos a los equipos auxiliares de planta.
5. Evaluar las normas de seguridad establecidas en la supervisión y ejecución de los mantenimientos para cada equipo.
6. Planificar el mantenimiento preventivo de los equipos auxiliares de planta, estandarizando los formatos de servicio, hojas de vida, tarjeta maestra.
7. Realizar una planeación de mantenimiento que permita organizar y programar el mantenimiento preventivo de los equipos auxiliares de planta en la empresa NIMAC.
8. Proponer la existencia del área de mantenimiento preventivo y correctivo la cual estará encargada, de monitorear, programar y ejecutar los servicios requeridos para cada equipo.

5.MARCO TEÓRICO

5.1.El Mantenimiento

5.1.1.Filosofía del Mantenimiento

El área de mantenimiento está estrechamente relacionada con la prevención de accidentes y lesiones en el trabajo ya que tiene la finalidad y responsabilidad de mantener en buenas condiciones y funcionamientos los equipos y herramientas de trabajo, esto contribuye a un mejor desenvolvimiento y seguridad en el trabajo. La filosofía del mantenimiento en sus inicios dependía más de la responsabilidad del personal que lo ejecutaba, del dueño y no meramente de un proceso o sistema de ejecución del mismo. Formando una imagen que el personal que labora en el mantenimiento es una persona tosca, con uniforme sucio y lleno de grasa, generando por mucho tiempo conflictos entre las áreas operativas y poca confianza en los servicios efectuados.

La necesidad de optimizar la disponibilidad de los equipos de producción, disminuir los costos de mantenimiento, alargar la vida útil de las maquinas, permitieron hace varias décadas la introducción de programas de mantenimiento, los cuales hoy en día se han convertido en todo un sistema de ejecución, programación, control y estandarización del proceso de mantenimiento. Permitiendo así y garantizado que el área de mantenimiento contribuya con el control de calidad de los productos, aumento en la productividad de la industria, reducir los costos y agilizar la producción aumentando considerablemente las ganancias.

5.1.2.Principios del mantenimiento

Conjunto de actividades destinadas a mantener o reestablecer un bien a un estado o a unas condiciones dadas de seguridad en el funcionamiento, para cumplir con una función requerida. Estas actividades suponen una combinación de prácticas técnicas, administrativas y de gestión.

El mantenimiento es un conjunto de acciones que llevan a conseguir prolongar el funcionamiento continuo de los equipos, reducir los costos de producción, alargar la vida útil de los equipos, evitar las pérdidas debido a paros inesperados y producción con mayor calidad.



Fig. 1.1.- concepto de mantenimiento. Fuente: Autores

BOUCLY, Francis, Gestión de mantenimiento, editorial AENOR, Madrid, 1999

5.1.3. Objetivos del Mantenimiento

“El Mantenimiento tiene como objetivo principal garantizar la producción necesaria en el momento oportuno y con el mínimo costo integral.”

- Producir al máximo contando con la disponibilidad necesaria de los equipos para cumplir con las aspiraciones propuestas
- Reducir las averías para obtener costos mínimos en las actividades de mantenimiento

- Alcanzar la calidad exigida al mantener en perfecto estado los equipos que interviene en los procesos de producción.
- Conservar la energía mediante el correcto funcionamiento de los diferentes sistema y elementos de la maquinas.
- Asegurar que los sistemas de producción funcionen correctamente para salvaguardar la integridad de las personas y el buen estado de los equipos.

5.2.Tipos de mantenimientos

El mantenimiento para su estudio se divide en tres grandes grupos, que se describen a continuación:

5.2.1.Mantenimiento Preventivo

Comprende todas las acciones sobre revisiones, modificaciones y mejoras jurídicas, dirigidas a evitar averías que pongan en riesgo el buen funcionamiento de los equipos.

Es la actividad humana desarrollado en los recursos físicos con el fin de programar el mantenimiento, llevando controles periódicos de los diferentes sistemas de la máquina. Además, para llevar a cabo este tipo de mantenimiento es primordial el conocimiento de cada equipo.

Se programan inspecciones visuales de posibles anomalías superficiales, medición de temperaturas permitiendo tener un indicio del estado de los elementos que mayor desgaste tienen, y además se puede obtener un estimado de tiempo máximo de funcionamiento de un componente.

Ventajas del Mantenimiento Preventivo

1. Disminuir el número de paradas realizando varias reparaciones en un equipo.
2. Aprovechar el momento más oportuno sin interferir en el proceso de producción para realizar el mantenimiento.
3. Evitar averías mayores, producidas por pequeños fallos provocados con el paso del tiempo.

Tipos de Mantenimientos Preventivos

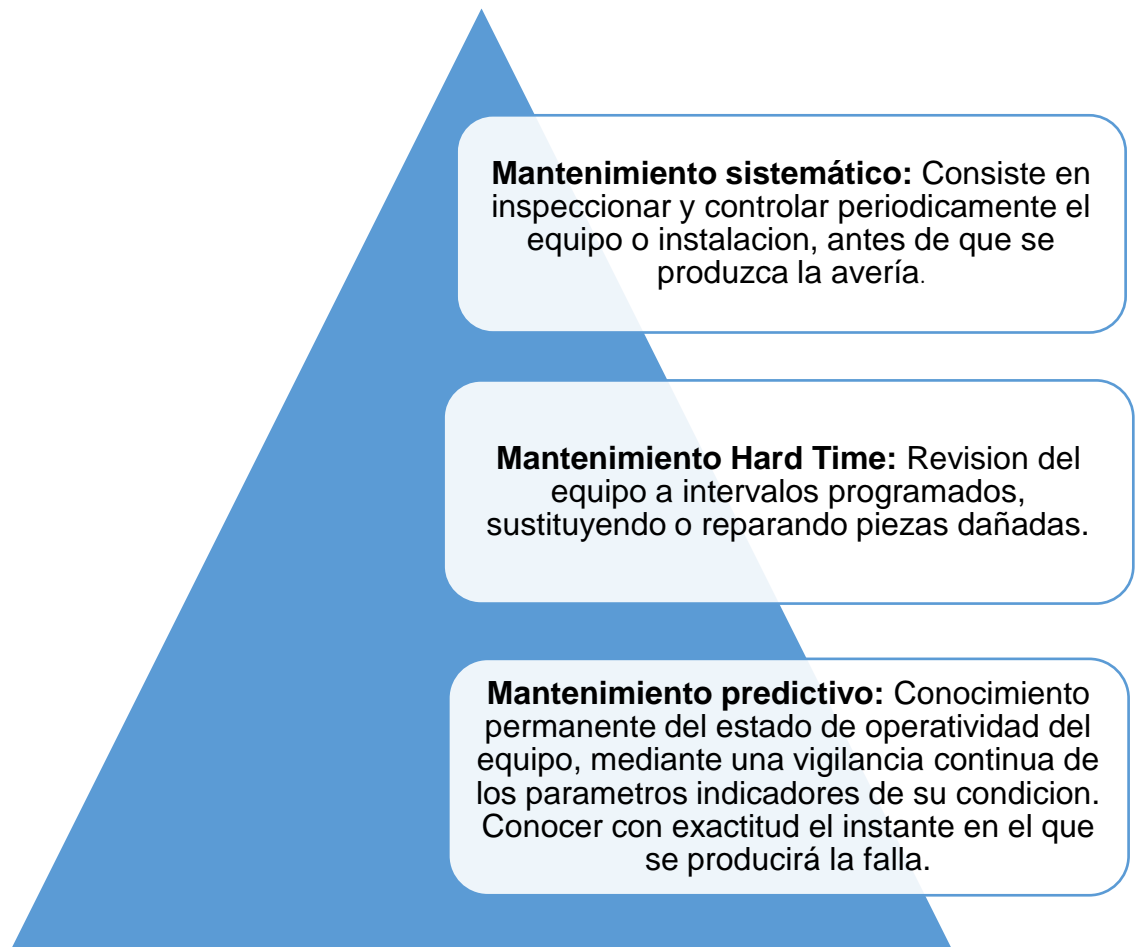


Fig. 1.2 – Tipos de Mantenimientos Preventivos. Fuente: Propia

5.2.2. Mantenimiento Correctivo

El conjunto de actividades realizadas tras el fallo o el deterioro de las funciones, componentes en los equipos. Para permitirle de una manera provisional o total, cumplir con las funciones requeridas.

Ventajas y desventajas del Mantenimiento Correctivo

Ventajas

- No se requiere una gran infraestructura técnica ni elevada capacidad de análisis.
- Máximo aprovechamiento de la vida útil de los sistemas.

Desventajas

- Las averías se presentan de forma imprevista y afectan a la producción.
- Riesgo de fallos en componentes vitales, de altos costos y difíciles de adquirir.
- Baja calidad del mantenimiento como consecuencia del poco tiempo disponible para reparar.

5.2.3. Mantenimiento Modificado

Conjunto de acciones que se llevan a cabo, que modifican las características de producción en los equipos. Con el fin de lograr un mayor fiabilidad o mantenibilidad de los equipos e instalaciones.

- Mantenimiento de Proyecto: Consiste en acondicionar una maquina estándar para adaptarse a un trabajo específico.
- Mantenimiento de Prevención: Modificar sistema y elementos para eliminar fallos más frecuentes.
- Mantenimiento de Reacondicionamiento: Reconstruir la máquina para mejorar la producción y facilitar el mantenimiento.

5.3. Costos del Mantenimiento

El costo de las reparaciones es una parte más del precio final del producto. Independientemente de la buena o mala gestión del mantenimiento, siempre será un gasto que debemos asumir. Dicho costo debe ser lo más bajo posible.

Dichos costos se pueden dividir:

5.3.1. Costo Integral del Mantenimiento

Este tiene en cuenta todos los factores relacionados con una avería y no solo los que están relacionados directamente con el mantenimiento. Relaciona los gastos con los beneficios que puede generar las actividades de mantenimiento.

- **Costos fijos:** Son independientemente del volumen de producción y ventas, asegurando el buen estado del equipo a mediano plazo.
- **Costos variables:** Son proporcionales a la producción realizada, consisten en la mano de obra y los materiales necesarios para el mantenimiento correctivo.
- **Costos Financieros:** Son dependientes del valor de los repuestos y las amortizaciones duplicadas de aquellas empresas que posean una máquina que trabaja en paralelo.
- **Costos de Fallo:** Producido por malas reparaciones, provocando pérdidas en materia prima, producción y recursos energéticos.

5.4. Gestión del Mantenimiento

5.4.1. Planificación

Al elaborar un plan de mantenimiento pueden cometerse toda una serie de errores que es necesario conocer anticipadamente para tratar de evitarlos. De todas formas, no hay que olvidar que un plan de mantenimiento con errores es mucho mejor que trabajar sin plan de mantenimiento, basando toda la actividad en la reparación urgente de averías.

La elaboración de un plan de mantenimiento puede hacerse de tres formas:

1. Recopilando las Instrucciones de los Fabricantes.

De los diferentes equipos que componen la planta, y agrupándolas en gamas de mantenimiento. Es una forma muy extendida de elaborar un plan de mantenimiento, y tiene ventajas e inconvenientes que se detallarán en el siguiente capítulo.

2. Realizando un Plan de mantenimiento Basado en Protocolos de Mantenimiento.

Que parten de la idea de que los equipos se pueden agrupar por tipos, y a cada tipo le corresponde la realización de una serie de tareas con independencia de quien sea el fabricante.

3. Realizando un plan basado en un Análisis de Fallas.

Que pretenden evitarse. Es sin duda el modo más completo y eficaz de realizar un plan de mantenimiento.

Mientras que los modos 1 y 2 son perfectamente abordables por el personal de planta con los conocimientos que poseen, el modo 3, es decir, el estudio detallado de todos los fallos que puede haber en la instalación estudiada y la determinación de las medidas preventivas para llevarla a cabo requiere tiempo y conocimientos especializados. Por esta razón, si se desea hacer un buen trabajo debe plantearse la realización del plan de mantenimiento en dos fases:

Fase 1: Realizar un plan inicial, basado en instrucciones de los fabricantes (modo más básico de elaborar un plan) o en instrucciones genéricas según el tipo de equipo, completados siempre por la experiencia de los técnicos que habitualmente trabajan en la planta, y las obligaciones legales de mantenimiento que tienen algunas instalaciones. Este plan puede elaborarse con rapidez. Hay que recordar que es mejor un plan de mantenimiento incompleto que realmente se lleva a cabo que un plan de mantenimiento inexistente.

Fase 2: Una vez elaborado este plan inicial y con él ya en funcionamiento (es decir, los técnicos y todo el personal se ha acostumbrado a la idea de que los equipos hay que revisarlos periódicamente), realizar un plan más avanzado basado en el análisis de fallos de cada uno de los sistemas que componen la planta. Este análisis permitirá no sólo diseñar el plan de mantenimiento, sino que además permitirá proponer mejoras que eviten esos fallos, crear procedimientos de mantenimiento o de operación e incluso seleccionar el repuesto necesario.

i. Protocolos del Mantenimiento

Un protocolo de mantenimiento es un listado de tareas a realizar en un tipo concreto de equipo. La metodología basada en la determinación de las tareas que componen el plan de mantenimiento a partir de las recomendaciones de los fabricantes tiene algunas ventajas, como la sencillez a la hora de determinarlas, pero también graves inconvenientes. Existe una segunda metodología para realizar el plan de mantenimiento, basada en el empleo de protocolos generales de mantenimiento por tipo de equipo.

En el protocolo de mantenimiento de un equipo debe incluirse al menos la siguiente información para cada tarea incluida en el protocolo:

- Especialidad del trabajo.
- Frecuencia con la que debe realizarse.
- Duración estimada de la realización de la tarea.
- Necesidad de un permiso de trabajo especial.
- Si el equipo debe estar parado o en marcha para la realización de la tarea.

ii. Gamas del Mantenimiento

Una gama de mantenimiento es un conjunto de tareas que tienen determinados elementos en común que permiten y justifican esta agrupación, y que dotan al conjunto de una facilidad para llevarlo a cabo y gestionarlo.

Los tres criterios que se emplean para agrupar las tareas en gamas de mantenimiento son los siguientes:

- Sistema al que pertenece el equipo al que se refiere la tarea.
- Especialidad del técnico que debe realizarlo.
- Frecuencia con la que es necesario llevarla a cabo.

De esta forma, la agrupación de tareas genera un conjunto de gamas de mantenimiento por cada sistema, que a su vez estarán divididos en gamas por especialidad, y dentro de estas, por frecuencias. Así, para el ciclo agua vapor se generan entre otras las siguientes gamas de mantenimiento:

Gama de operación diaria

- Gama mecánica mensual
- Gama mecánica anual distribuida
- Gama mecánica anual en parada
- Gama eléctrica mensual
- Gama eléctrica anual distribuida
- Gama eléctrica anual en parada
- Etc.

Esta agrupación de tareas primero por especialidad y después por frecuencia puede realizarse de forma manual, pero determinados programas informáticos sencillos permiten realizar esta agrupación de forma cómoda y rápida. Así, las hojas de cálculo y las bases de datos disponen de filtros que permiten realizar esta agrupación de forma muy eficiente, para obtener finalmente el conjunto de gamas que forman el plan.

Como cada tarea tiene asignado un tiempo de realización, por suma de los tiempos de las tareas que componen cada gama es posible estimar el tiempo que supone la realización de ésta. Así es posible determinar la carga de trabajo preventivo del plan de mantenimiento. Resulta sencillo conocer la carga de trabajo por áreas de la planta (es decir, por sistemas) y por especialidades, de forma que este dato puede servir para dimensionar la plantilla de mantenimiento o para chequear si con los recursos con los que cuenta la planta será suficiente para abordar el mantenimiento preventivo de ésta.

También resulta útil para fijar políticas de externalización, esto es para determinar qué trabajos preventivos se realizan con personal propio y cuales con contratistas externos.

Control del Mantenimiento

El desarrollo de un sistema de control de la calidad del mantenimiento es esencial para asegurar reparaciones de alta calidad, estándares exactos, máxima disponibilidad, extensión del ciclo de vida del equipo y tareas eficientes de producción del equipo. El control de calidad como un sistema integrado se ha practicado con mayor intensidad en las operaciones de producción y manufactura que en el mantenimiento. Aunque se ha comprendido el papel del mantenimiento en la rentabilidad a largo plazo de una organización, los aspectos relacionados con la calidad de los productos del mantenimiento no han sido adecuadamente formulados.

La calidad de los productos del mantenimiento tiene un enlace directo con la calidad del producto y la capacidad de la compañía, para cumplir con los programas de entrega. En general el equipo que no ha recibido un mantenimiento regular, o cuyo mantenimiento ha sido inadecuado fallara

periódicamente o experimentará pérdidas de velocidad, o una menor precisión, y en consecuencia, tenderá a generar productos defectuosos, lo que representa menor rentabilidad y un mayor descontento por parte del cliente.

Los gerentes de mantenimiento y los ingenieros necesitan estar conscientes de la importancia de controlar la calidad de los procesos y tareas del mantenimiento. El establecimiento de normas de pruebas e inspecciones en el mantenimiento y de niveles aceptables de calidad deberán ser desarrollados para todo el trabajo de mantenimiento.

iii. Responsabilidades del Control Calidad en el Mantenimiento.

Lograr la calidad del mantenimiento y los objetivos de confiabilidad son responsabilidad del personal del mantenimiento. El esfuerzo combinado y la dedicación del personal de control de calidad, los supervisores de mantenimiento y los técnicos son esenciales para garantizar un mantenimiento de alta calidad y una confiabilidad en el equipo.

De forma más específica, las responsabilidades de control de calidad incluyen las siguientes:

- Realizar inspecciones de las acciones, procedimientos, en el equipo y las instalaciones de mantenimiento.
- Conservar y mejorar los documentos, los procedimientos, el equipo y las normas de mantenimiento.
- Asegurar que todas las unidades estén conscientes y sean expertas en los procedimientos y normas de mantenimiento.
- Mantener un alto nivel de conocimiento experto, manteniéndose al día con la literatura referente a los procedimientos y registros de mantenimiento.
- Hacer aportaciones a la capacitación del personal de mantenimiento.
- Realizar análisis de deficiencias y estudios de mejora de procesos, empleando diversas herramientas para el control estadístico de procesos.
- Asegurar que los trabajadores se apeguen a todos los procedimientos técnicos y administrativos cuando realicen el trabajo real de mantenimiento.

- Revisar los estándares de tiempo de los trabajos para evaluar si son adecuados.
- Revisar la calidad y disponibilidad de los materiales y refacciones para asegurar su disponibilidad y calidad.
- Realizar auditorías para evaluar la situación actual del mantenimiento y prescribir remedios para las áreas con deficiencias.
- Establecer la certificación y autorización del personal que realiza tareas críticas altamente especializadas.
- Desarrollar procedimientos para las inspecciones de nuevos equipos y probar el equipo antes de aceptarlo de los proveedores.

iv. Programas de Inspección y Verificación

La división de control de calidad es responsable de desarrollar y conservar registros de inspección. La división de Control de Calidad deberá clasificar los diferentes tipos de inspecciones que realiza. Estas inspecciones se clasifican comúnmente de la siguiente manera:

- Inspección de aceptación: Este tipo de inspección se realiza para asegurar que el equipo esté en conformidad con las normas. Generalmente se realiza sobre equipo nuevo.
- Inspección de verificación de la calidad: Este tipo de inspección se realiza después de una tarea de inspección o reparación para verificar si esta se realizó de acuerdo con las especificaciones.
- Inspección documental o de archivo: Esta se realiza para revisar la norma y evaluar su grado de aplicación.
- Inspección de actividades: Esta inspección se realiza para investigar si las unidades de mantenimiento se están apegando a los procedimientos y a las normas.

Estos cuatro tipos de inspecciones son realizadas por el personal de Control de Calidad. Hay otros tipos de inspecciones que son realizadas por los supervisores de producción de mantenimiento. Estas incluyen inspecciones realizadas por los supervisores para asegurar que el material o la calidad del trabajo cumplen las normas prescritas.

La figura central en la mayoría de los programas de control de calidad del mantenimiento es el inspector técnico. Este es el individuo al que se le ha asignado la responsabilidad de evitar que se empleen técnicas deficientes de trabajo y superar las deficiencias de la organización, o reducir el reemplazo innecesario de componentes que todavía pueden dar un buen servicio. En consecuencia, la habilidad del inspector para diagnosticar debe ser satisfactoria para un programa de control de calidad con éxito. Las decisiones del inspector son críticas y pueden llevar a una catástrofe dependiendo sea el tipo de trabajo.

Control Estadístico de Procesos en el Mantenimiento

El control estadístico de procesos consiste en el empleo de técnicas con base estadística para evaluar un proceso o sus productos, para alcanzar o mantener un estado de control. Esta definición es lo suficientemente amplia para incluir a todos los métodos con base estadística, desde la recopilación de datos e histogramas, hasta técnicas complejas como el diseño de experimentos. Aun cuando no existe una lista única de estos métodos, hay un acuerdo general acerca de las siguientes 7 herramientas, las cuales requieren recopilación de datos como primer paso.

v. Recopilación de Datos

Hay que tener mucho cuidado en la recolección de los datos para que sean compatibles con el fin que se persigue y que además sean completos para la aplicación de la herramienta escogida.

Una guía para recolectar datos:

- Planifique todo el proceso de recolección de datos desde un comienzo.
- Aclare el propósito de la recolección de datos.
- Especifique claramente los datos necesitados.
- Use las técnicas correctas de ejemplificación.
- Diseñe los requerimientos de listas de chequeos por anticipado.

La obtención de datos debe ser un proceso continuo y debe ser parte del sistema de información. Ejemplos de los datos necesarios en el caso de la administración e ingeniería del mantenimiento son el tiempo muerto del equipo, productividad de la mano de obra, costos de mantenimiento, costo de

materiales y repuestos, fallas y reparación, ordenes atrasadas, y trabajos pendientes.

Lista de chequeo o verificación

Una lista de chequeo es un conjunto simple de instrucciones usados en la recolección de datos, donde los datos pueden ser compilados fácilmente usados y analizados automáticamente.

Las listas en mantenimiento pueden ser usadas para:

- Recolectar datos para construir un histograma.
- Ejecutar tareas de mantenimiento.
- Preparar antes y cerrar después los trabajos de mantenimiento.
- Revisión de las partes y piezas.
- Planificación de los trabajos de mantenimiento.
- Inspección de los equipos.
- Auditar un departamento de mantenimiento.
- Chequear las causas de un defecto.
- Diagnosticar los defectos de una máquina.
- Recolectar datos para efectuar un estudio de método

6. DISEÑO METODOLÓGICO

6.1. Tipo de Investigación

Investigación aplicada: Esta clase de investigación también recibe el nombre de práctica o empírica. Se caracteriza porque busca la aplicación o utilización de los conocimientos que se adquieren. La investigación aplicada se encuentra estrechamente vinculada con la investigación básica, que como ya se dijo requiere de un marco teórico. En la investigación aplicada o empírica, lo que le interesa al investigador, primordialmente, son las consecuencias prácticas.

El trabajo monográfico está basado en la Investigación Aplicada, puesto que necesitamos de los conocimientos adquiridos sobre mantenimiento, refrigeración y aire acondicionado, energía renovable, electricidad y electrónica. Conocimientos adquiridos durante el transcurso de la carrera Ingeniería Mecánica en la asignatura de refrigeración y aire acondicionado, optativa III, electrónica y optativa IV.

6.2. Diseño de la Investigación

El propósito de desarrollar el plan de mantenimiento está estrechamente ligado al interés de la empresa Nimac, por estandarizar sus procesos de ejecución y monitoreo de los mantenimientos efectuados actualmente en los equipos auxiliares de planta, ya que para dichos equipos no existe un plan de mantenimiento definido.

6.3. Población y Muestra

El departamento de servicios generales de NIMAC actualmente es el área que está a cargo de monitorear los equipos auxiliares de planta de la empresa, los cuales a su vez la empresa ha distribuido de la siguiente manera:

- 18 aires acondicionados de 60,000 BTU
- Un aire acondicionado de 40,000 BTU
- Dos plantas de Emergencia de 250 KVA y 100 KVA.
- Un parque solar.
- Una subestación Eléctrica.

6.4. Técnicas e instrumentos para la recolección de datos

6.4.1. Observación Directa

Establecer un panorama sobre el estado actual de los equipos, ubicación, función dentro del itinerarios de tareas diarias en la empresa, con el objetivo de establecer el plan de mantenimiento más adecuado de acuerdo con las características de cada equipo.

6.4.2. Revisión de la Ficha Técnica.

Se efectúa una recopilación de datos técnicos para cada equipo, características técnicas, modelos, capacidades, manuales de operación y mantenimiento en el caso que existan por parte del fabricante, con el fin de estandarizar de una manera más efectiva el plan de mantenimiento.

6.4.3. Entrevista.

Con el fin de establecer indicios que nos brinden información relevante sobre los procedimientos actuales de servicios, frecuencias de ejecución, tipos de mantenimientos, se entrevista al personal que ha llevado actualmente la ejecución y/o planificación de los mantenimientos para cada equipo.

6.5. Procedimientos Administrativos

Administración del Plan de Mantenimiento

El primer paso es reunir una fuerza de trabajo que inicie y ejecute el plan de mantenimiento planeado, el cual cumpla con los conocimientos técnicos necesarios para llevarlo a cabo.

Inventarios de los equipos

Se desarrolla un inventario de los equipos al cual se les va a aplicar el plan de mantenimiento, se elabora con el fin de identificación.

Identificación del Equipo.

Es esencial desarrollar un sistema mediante el cual se identifique en forma única a cada equipo, se deberá establecer un sistema de identificación estándar.

Registro de los equipos

Puede efectuarse de manera electrónica o en papel, contiene los detalles técnicos acerca de los equipos incluidos en el plan de mantenimiento. Estos datos son los primeros que deben alimentarse en el sistema de información del mantenimiento.

Elaboración del plan de Mantenimiento

Se elaborará un programa específico de mantenimiento para cada equipo, el programa es una lista completa de las tareas de mantenimiento que se ejecutaran en cada equipo.

Control del programa de mantenimiento

Debe realizarse según lo planeado. Es necesaria una vigilancia estrecha para observar cualquier desviación con respecto al programa.

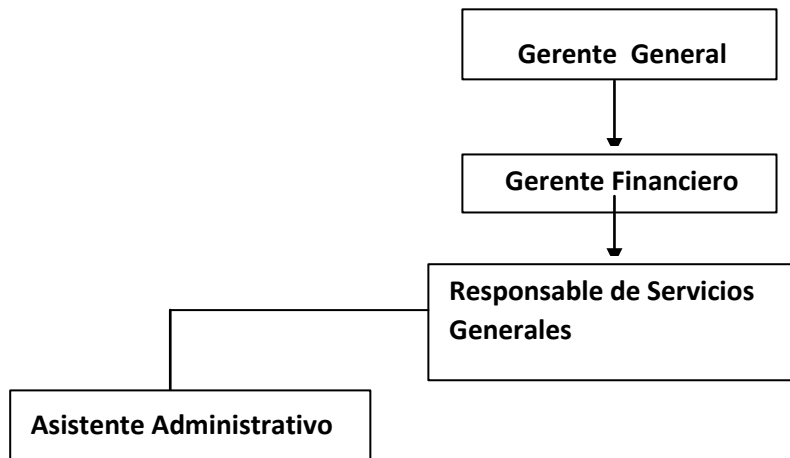
7. GENERALIDADES DE LA EMPRESA

La empresa Nicaragua Machinery Company (NIMAC) sobre la cual está orientado este estudio, tiene una participación de mercado desde el año 1944 en la industria de la construcción, generación eléctrica, agricultura, manejo de materiales y transporte.

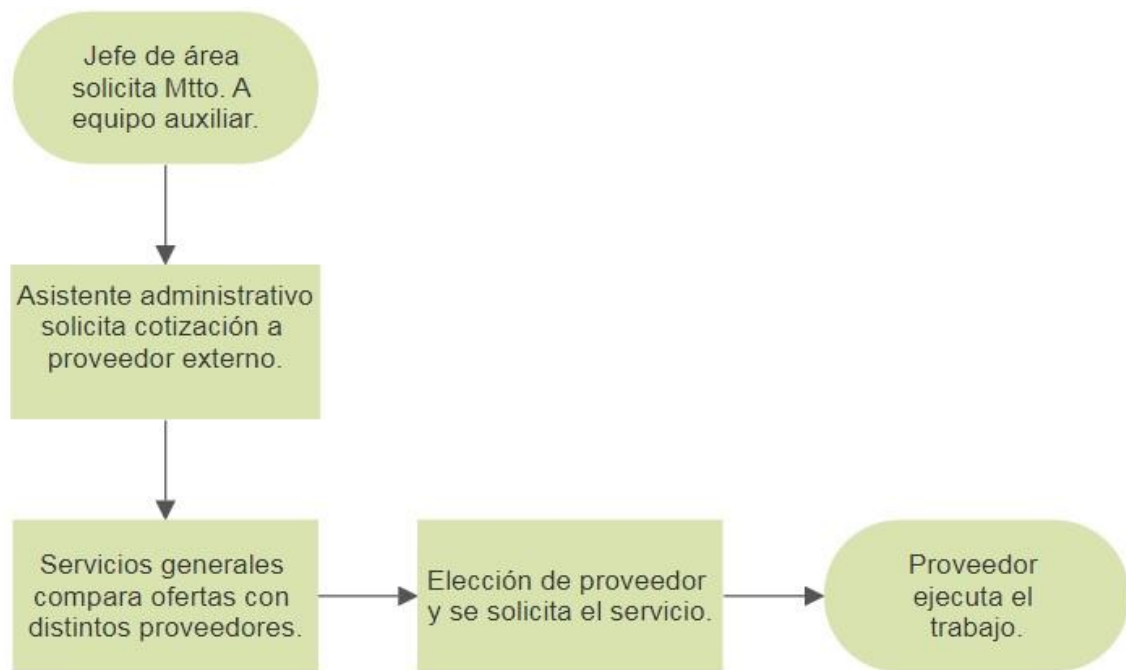
Con el pasar del tiempo la empresa ha experimentado muchos cambios en su infraestructura para poder brindar la atención y el confort que los clientes exigen, eventualmente esto ha traído como consecuencia la demanda de equipos de respaldo que garanticen la operación continua del desarrollo de las actividades internas, así como también la demanda de sistemas que minimicen los costos de servicios básicos como es el caso de la energía eléctrica.

Actualmente el área de mantenimiento de equipos auxiliares se encuentra muy generalizada y está a cargo de área de compras.

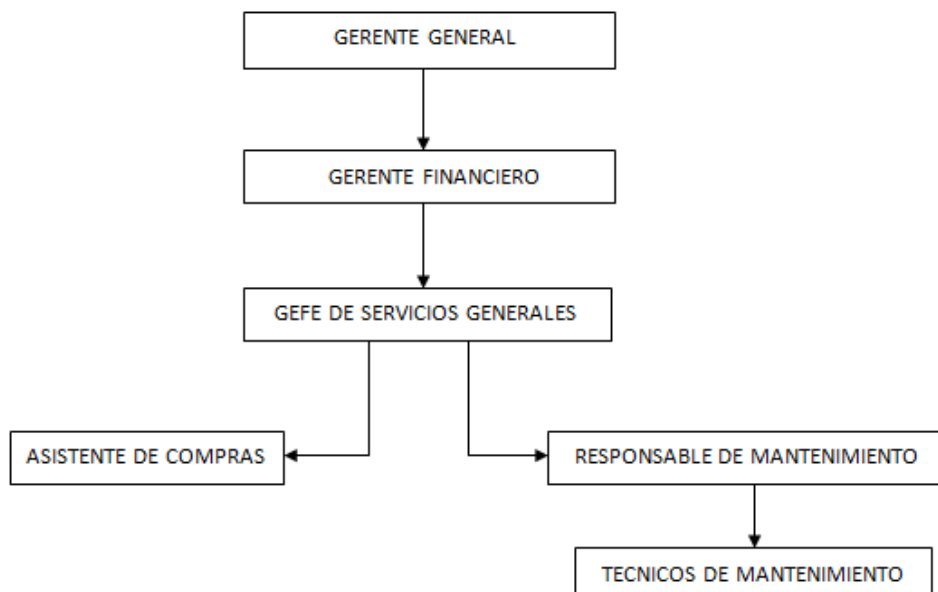
7.1. Organigrama



El proceso selección de proveedores de mantenimiento se lleva a cabo de la siguiente manera.



Propuesta de Nuevo Organigrama



8. AIRES ACONDICIONADOS CARRIER

8.1. Generalidades

Antes de la invención de los aires acondicionados modernos, las altas temperaturas significaban días de trabajos perdidos y largas noches sin dormir, el 17 de Julio de 1902. Willis Haviland Carrier, diseño el primer sistema de aire acondicionado moderno, lanzando una industria que mejoraría fundamentalmente la forma en que vivimos, trabajamos y jugamos.

El legado de Willis Carrier sigue vivo hoy en día, ya que la compañía que fundó continúa reinventando la industria y formando el mundo en el que vivimos. Carrier lidera la industria con productos y prácticas de fabricación que ahorran energía. Todos los días, Carrier aporta productividad y comodidad al mundo a través de nuevas innovaciones, todas basadas en la eficiencia energética y la sostenibilidad.

Actualmente la empresa NIMAC cuenta con 18 unidades Carrier con capacidad de 60,000 BTU y una unidad de 40,000 BTU, a los cuales se les realiza mantenimiento cuando se detecta alguna anomalía lo que provoca una disminución de la vida útil de los equipos, razón por la cual se identificó la necesidad de implementar un área interna capacitada para la ejecución de servicios preventivos.

8.2. Seguridad

Las unidades de aire acondicionado están diseñadas para ofrecer un servicio seguro y confiable cuando se las opera dentro de las especificaciones sugeridas. Sin embargo, debido a la presión del sistema, componentes eléctricos y movimiento de la unidad, deberán observarse algunos aspectos de la instalación, arranque inicial y mantenimiento de esos equipos.

Solamente instaladores autorizados deben instalar, arrancar y hacer el mantenimiento de este equipo. Cuando se esté trabajando en el equipo, es necesario observar todos los avisos de precaución de las etiquetas colocadas en la unidad, siguiendo todas las normas de seguridad aplicables y utilizando ropas y equipos de protección adecuados. Desconectar la alimentación de fuerza y comando antes de efectuar el mantenimiento o reparaciones en la unidad. Es

posible que ocurran descargas eléctricas que causen serios perjuicios personales.

Nunca coloque la mano dentro de la unidad mientras el ventilador esté funcionando. Apague la alimentación de fuerza antes de trabajar en la unidad. Remueva los fusibles y llévelos consigo para evitar accidentes. Deje un aviso indicando que la unidad está en reparación.

Verifique los pesos y tamaños de las unidades para tener la seguridad que sus aparatos de movimiento soportan el manejo del equipo con seguridad.

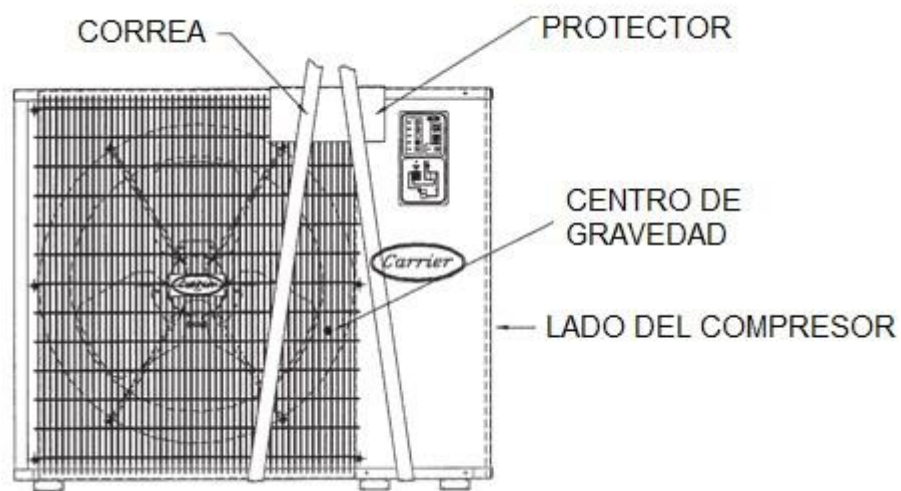


Fig. 2.1 - Visualización del equipo de Aire Acondicionado. Fuente: Manual de Operación.

Verifique si la alimentación de fuerza del local está de acuerdo con las características eléctricas del equipo, conforme lo especificado en la palca de identificación de la unidad.

8.3. Operación

Verifique la instalación y funcionamiento de todos los equipos auxiliares tales como bombas de circulación de agua, verifique la adecuada fijación de todas las conexiones eléctricas, confirme que no existe pérdida de refrigerante o de agua, confirme que el aprovisionamiento de la fuerza motriz es compatible con las características eléctricas de la unidad. Asegúrese que el compresor se mueve libremente sobre los aisladores de vibración. (Afloje los tornillos de fijación de los compresores).

Verifique si el sentido de rotación del ventilador está correcto.

Verifique si el sentido de giro del compresor está correcto.

8.3.1. Secuencia de operación y control

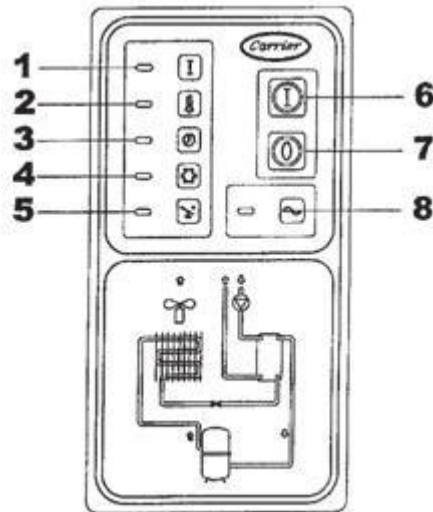


Fig. 2.2 - Panel de Control. Fuente: Manual de Operación Carrier

- 1)Indicador de equipo encendido
- 2)Indicador de compresor en marcha
- 3)Indicador de temporizador anti reciclo activado
- 4)Indicador de protector de congelamiento activado
- 5)Indicador de apertura de presostato
- 6)Pulsador de encendido
- 7)Pulsador de apagado
- 8)Indicador de alimentación eléctrica habilitada

8.3.2. Funcionamiento del control

Cuando la unidad tenga alimentación eléctrica, todos los indicadores luminosos del panel de control se quedarán encendidos durante 5 segundos. En este estado es posible accionar el modo de test.

Transcurrido los 5 segundos, se apagarán todos los indicadores, excepto el de Habilitación. Las salidas para compresores y válvula solenoide permanecerán desactivadas.

Cuando la temperatura de agua de retorno sea 1°C menor que el ajuste de temperatura. La válvula solenoide se desactivará siempre junto con el compresor, y se encenderá 3 segundos antes que este.

Toda detención del compresor provocará que se encienda el indicador de Antireciclo. Mientras este indicador se encuentre encendido, el compresor no arrancará, aunque la temperatura de retorno de agua así lo requiera. El indicador de Antireciclo permanecerá encendido durante 4 minutos luego de la parada del compresor. En los últimos 30 segundos este indicador comenzará a destellar, indicando la finalización del período de antireciclo.

El indicador de Congelamiento se encenderá si la temperatura medida por el sensor de agua de salida es menor de 2°C. Esto provocará la detención del compresor, la desactivación de la válvula solenoide y el encendido del indicador de Antireciclo. Mientras el indicador de Congelamiento esté encendido, el compresor no volverá a arrancar. Cuando la temperatura de salida de agua sea mayor que 4°C, el indicador se apagará, permitiendo el arranque del compresor.

Cuidados generales

Mantenga el gabinete y las rejillas así como el área alrededor de la unidad lo más limpia posible.

Periódicamente limpie la serpentina condensadora con un cepillo suave. Si las aletas están muy sucias, utilice, en el sentido inverso del flujo del aire, chorros de aire o de agua a baja presión. Tenga cuidado para no dañar las aletas, si están aplastadas se recomienda utilizar un peine de aletas adecuado para la corrección del problema.

Verifique el ajuste de las conexiones y otras fijaciones, evitando la aparición de vibraciones, pérdidas y ruidos. Asegúrese que las aislaciones de las piezas de chapa y tuberías estén en el lugar correcto y en buenas condiciones. Periódicamente verifique si la tensión y el desbalanceamiento entre fases se mantienen dentro de los límites específicos. Verificar limpieza del filtro y de la línea de alimentación de agua. Verificar funcionamiento de la válvula de flujo de agua fría.

Carga de refrigerante

Estas unidades están provistas de fábrica con carga completa de refrigerante. Caso que se constate la falta de refrigerante en algún equipo ya cargado, proceda conforme como se indica en el siguiente diagrama de flujo:

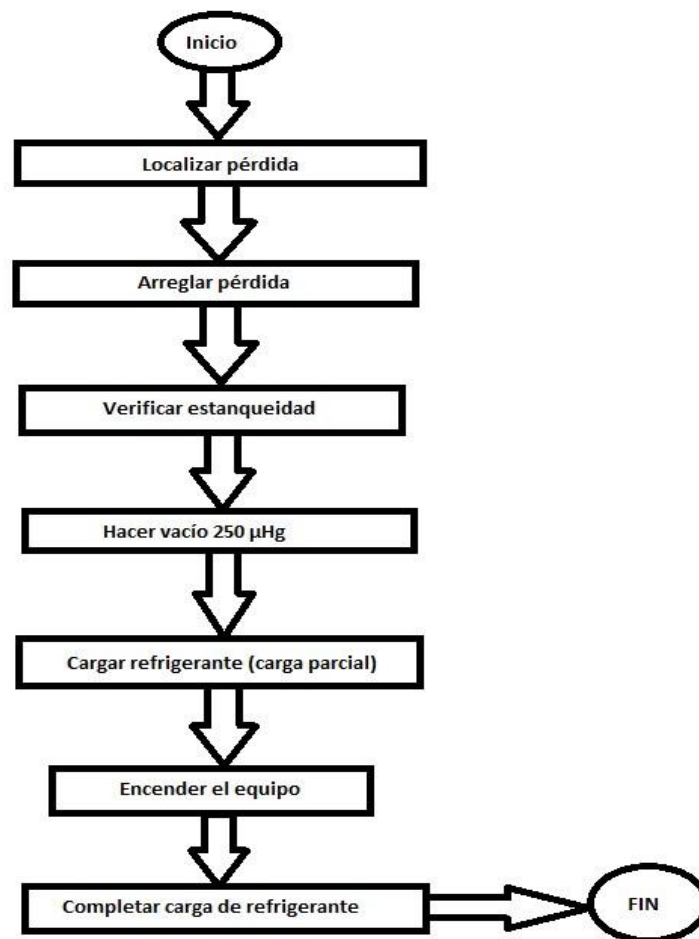


Fig. 2.3 - Procedimiento de carga del refrigerante. Fuente Manual de Operación Carrier

8.4. Eventuales anomalías

PROBLEMA	CAUSA PROBABLE	PROCEDIMIENTO
1. La unidad no arranca.	Fases R, S, T no están en la secuencia correcta.	* Invertir dos cables de alimentación en la conexión.
	Falta de alimentación eléctrica.	* Verificar aprovisionamiento de fuerza.
		* Verificar fusibles, llaves seccionadoras y disyuntores.
		* Verificar contactos eléctricos.
	Tensión inadecuada o fuera de los límites permisibles.	* Verificar y corregir problema.
	Fusibles de comando quemados.	* Verificar cortocircuito en el comando, conexión equivocada o componentes defectuosos. Corregir y sustituir fusibles.
	Dispositivos de protección abiertos.	* Verificar presostatos, válvulas, relés y contactos auxiliares.
Contactor, motor o compresor defectuosos.	* Probar y sustituir.	
2. Ventilador del condensador no opera.	Contactor o relé de sobrecarga defectuosos.	* Probar y sustituir.
	Motor defectuoso.	* Probar y sustituir.
	Conexiones eléctricas con mal contactos.	* Revisar y ajustar.
3. Compresor "gira" pero no arranca.	Baja tensión.	* Verificar y corregir problema.
	Motor del compresor defectuoso.	* Sustituir el compresor.
	Compresor atascado.	* Verificar y sustituir el compresor.
4. Compresor arranca, pero no mantiene su funcionamiento.	Compresor o contactor defectuosos.	* Probar y sustituir.
	Falta de refrigerante.	* Verificar y corregir pérdida. Adicionar refrigerante si es necesario.
	Carga térmica insuficiente	* Verificar condiciones de proyecto.
	Sobrecarga o calentamiento en el motor del compresor.	* Verificar actuación de los dispositivos de protección. Sustituir si es necesario.

5. Unidad opera continuamente pero con bajo rendimiento	Carga térmica excesiva.	* Verificar condiciones de proyecto.
	Falta de refrigerante.	* Verificar y corregir pérdida. Adicionar refrigerante si es necesario.
	Suciedad en los condensadores.	* Verificar y limpiar.
	Compresor defectuoso.	* Verificar presiones y corrientes del compresor, sustituir si es necesario.
	Insuficiente alimentación de refrigerante en el evaporador.	Verificar obstrucción en el filtro secador o en las líneas. Sustituir o corregir. Verificar obstrucción en la válvula de expansión. Sustituir si es necesario. Verificar posición del bulbo o del tubo ecualizador de la válvula de expansión. Corregir de acuerdo con especificación de fábrica.
	Aislamiento térmico deficiente.	* Repare o sustituya.
	Aire en el sistema de agua fría.	* Purgue el aire.
	Aceite en el evaporador.	* Verificar y drenar.
	Compresor opera con rotación invertida.	* Verificar las presiones de succión y descarga. En caso de verificar la inversión, invertir dos cables de alimentación de la bornera de la unidad. Verificar rotación del ventilador.

6. Presión de descarga elevada.	Bajo caudal de aire en el condensador.	Verificar rotación del ventilador. Ajustar si es necesario. Verificar funcionamiento del motor. Sustituir si es necesario. Verificar suciedad en la serpentina. Limpiar y hacer el filtrado adecuado.
	Condensador con suciedad.	* Verificar y limpiar.
	Temperatura elevada de entrada del aire de condensación.	Verificar cortocircuito del aire de condensación o toma de aire insuficiente. Corregir. Verificar componentes de la instalación de enfriamiento de agua. Corregir.
	Exceso de refrigerante.	* Verificar y retirar el exceso, ajustando el sub enfriamiento entre 8 y 11 °C.
7. Presión de descarga reducida.	Excesivo caudal de aire en el condensador.	* Verificar y ajustar.
	Falta de refrigerante.	* Verificar y corregir pérdidas. Adicionar refrigerante si es necesario.
	Compresor defectuoso.	* Verificar presiones de succión y de descarga. Sustituir si es necesario.
	Compresor opera con rotación invertida.	* Verificar presiones de succión y de descarga. En caso de verificar la inversión, invertir dos cables de alimentación de la bornera de la unidad.

8. Presión de succión reducida, pudiendo o no ocasionar la apertura del presostato de baja.	Presión de descarga reducida.	* Ver item 7.
	Carga térmica insuficiente.	* Verificar condiciones de proyecto.
	Falta de refrigerante.	*Verificar y corregir pérdidas. Adicionar refrigerante si es necesario.
	Bajo caudal de agua en el evaporador.	* Verificar válvula de regulación de caudal de agua del evaporador. * Verificar regulación del registro de la bomba de agua fría. * Verificar filtro de agua fría.
	Insuficiente alimentación de refrigerante en el evaporador.	*Verificar obstrucción en el filtro secador o en las líneas. Sustituir o corregir. * Verificar obstrucción en la válvula de expansión. Sustituir si es necesario. * Verificar posición del bulbo y del tubo ecualizador de la válvula de expansión. Corregir de acuerdo con especificación de fábrica. * Verificar operación de la válvula solenoide.
9. Presión de succión elevada.	Carga térmica excesiva.	* Verificar condiciones del proyecto.
	Compresor defectuoso.	* Verificar presiones de succión y de descarga. Sustituir si es necesario.
	Compresor opera con rotación invertida.	* Verificar las presiones de succión y de descarga. En caso de verificarse la inversión, invertir los cables de alimentación de la bornera de fuerza de la unidad.
10. Pérdida de agua.	Conexiones de agua fría defectuosas.	* Verificar y corregir.
	Drenajes de condensado obstruidos.	* Verificar y limpiar bandejas y drenajes.
	Línea de drenaje instalada incorrectamente.	* Verificar conexiones y sifones. Corregir si es necesario.

11. Unidad con ruido.	Compresor con ruido.	* Verificar regulación de la válvula de expansión. * Verificar ruido interno. Sustituir si es necesario. * Verificar secuencia de fases correcta.
	Vibración en las tuberías de refrigerante o agua de condensación.	* Verificar y corregir.
	Paneles o piezas metálicas mal fijadas.	* Verificar y fijar.
12. La línea de líquido "suda" (Condensa agua en la superficie externa).	Filtro secador con pasaje restringido.	* Remover restricciones y/o cambiar filtros secadores.
13. La línea de succión "suda".	La válvula de expansión admite refrigerante en exceso.	* Ajustar la válvula de expansión.

8.5. Calculo de Subenfriamiento y Recalentamiento

Tabla de Presión manométrica (PSIG) y temperatura (°C) para el estado de Saturación:

°C	R 22	R 407c	R 410a	°C	R 22	R 407c	R 410a	°C	R 22	R 407c	R 410a
-46	6,5	11,2	5,0	-17	25,7	20,5	50,8	16	101,6	116,0	170,0
-44	4,2	10	6,1	-16	27,4	22,1	53,5	18	109,3	127,0	185,0
-43	3,2	8,9	7,2	-14	29,2	23,7	56,3	21	121,4	139,0	200,0
-42	1,8	7,6	8,3	-13	31,0	25,4	59,2	24	134,5	151,0	217,0
-41	0,9	6,3	9,5	-12	32,9	27,2	62,1	27	143,6	163,0	235,0
-40	0,5	4,9	10,8	-11	34,8	29,0	65,2	29	153,2	177,0	254,0
-39	1,3	3,5	12,1	-10	36,8	30,9	68,3	32	168,4	191,0	274,0
-38	2,1	2,0	13,4	-9	38,9	32,9	71,5	35	181,2	206,0	295,0
-37	2,8	0,4	14,9	-8	41,0	34,9	74,8	38	195,9	222,0	317,0
-36	3,7	0,6	16,3	-7	43,2	37,0	78,2	41	213,5	239,0	340,0
-34	4,7	1,4	17,8	-6	45,5	39,1	81,7	43	228,2	257,0	364,0
-33	5,8	2,3	19,4	-4	47,8	41,3	85,3	46	244,4	275,0	390,0
-32	6,8	3,2	21,0	-3	50,2	43,6	89,1	49	259,9	294,0	417,0
-31	7,8	4,2	22,7	-2	52,6	46,0	92,9	52	282,1	315,0	445,0
-30	8,9	5,2	24,5	-1	55,1	48,4	96,8	54	296,8	336,0	475,0
-29	10,0	6,2	26,3	0	57,7	50,9	101,0	57	314,6	358,0	506,0
-28	11,2	7,3	28,2	1	60,4	53,5	105,0	60	337,3	381,0	538,0
-27	12,4	8,4	30,1	2	63,1	56,2	109,0	63	356,1	405,0	573,0
-26	13,7	9,5	32,1	3	65,9	58,9	114,0	66	375,3	430,0	608,0
-24	15,0	10,7	34,2	4	68,7	61,7	118,0				
-23	16,4	12,0	36,4	6	71,7	64,6	123,0				
-22	17,8	13,3	38,6	7	74,7	67,6	127,0				
-21	19,3	14,6	40,9	8	77,8	70,7	132,0				
-20	20,8	16,0	43,3	9	81,0	73,8	137,0				
-19	22,4	17,4	45,7	10	84,2	77,1	142,0				
-18	24,0	18,9	48,2	13	94,3	106,0	156,0				

LOS VALORES SOMBREADOS INDICAN VACÍO EN PULGADAS DE MERCURIO

Sub-enfriamiento

Definición:

Diferencia entre temperatura de condensación saturada (TCS) y la temperatura de la línea de líquido (TLL).

$$SR = TCS - TLL.$$

Equipos necesarios para la medición:

- Múltiple
- Termómetro de bulbo o electrónico (con sensor de temperatura).
- Filtro o espuma aislante.
- Tabla de conversión Presión-Temperatura para R-22.

Pasos para medición:

- Coloque el bulbo o sensor del termómetro en contacto con la línea de líquido próximo al filtro deshidratador (solo tamaño 120). Cuide que la superficie esté limpia. Recubra el bulbo o sensor con espuma, de modo de aislarlo de la temperatura ambiente.

- b. Instale el múltiple en las líneas de descarga (manómetro de alta) y succión (manómetro de baja).
- c. Después que las condiciones de funcionamiento se estabilicen, lea la presión en el manómetro de la línea de descarga. NOTA: Las mediciones deben hacerse con el equipo trabajando dentro de las condiciones de naturales de la instalación para permitir alcanzar el desempeño deseado.
- d. De la tabla de R-22 obtenga la temperatura de condensación saturada.
- e. En el termómetro lea temperatura de la línea de líquido. Réstelo a la temperatura de condensación saturada; la diferencia es el sub-enfriamiento.
- f. Si el sub-enfriamiento está entre 8 a 11 °C, la carga está correcta. Si está por debajo, agregue refrigerante; si está por arriba, retire refrigerante.

Ejemplo de cálculo:

1. Presión de la línea de descarga (Manómetro) 260 psig.
2. Temperatura de condensación saturada (Tabla) 49°C.
3. Temperatura de la línea de líquido (Termómetro) 45°C.
4. Sub-enfriamiento (resta) 4°C.
5. Agregar refrigerante

Recalentamiento

Definición:

Diferencia entre temperatura de succión (Ts) y la temperatura de evaporación saturada (TEV).

$$SA = T_s - TEV$$

Equipos necesarios para la medición:

- Múltiple
- Termómetro de bulbo o electrónico (con sensor de temperatura).
- Filtro o espuma aislante.
- Tabla de conversión Presión-Temperatura para R-22.

Pasos para medición:

1. Coloque el bulbo o sensor del termómetro en contacto con la línea de succión, lo más cerca posible del bulbo de la válvula de expansión. Cuide que la superficie esté limpia. Recubra el bulbo o sensor con espuma, de modo de aislarlo de la temperatura ambiente.
2. Instale el múltiple en las líneas de descarga (manómetro de alta) y succión (manómetro de baja).
3. Después que las condiciones de funcionamiento se estabilicen, lea la presión en el manómetro de la línea de succión.
4. De la tabla de R-22 obtenga la temperatura de evaporación saturada (TEV).
5. En el termómetro lea temperatura de la línea de succión (T_s). Haga varias lecturas y calcule su promedio que será la temperatura adoptada.
6. Reste la temperatura de evaporación saturada a la temperatura de succión, la diferencia es el recalentamiento.
7. Si el recalentamiento está entre 4 y 6 °C, la regulación de la válvula de expansión está correcto. Si está por debajo, mucho refrigerante está siendo inyectado en el evaporador y es necesario cerrar la válvula (girar tornillo de regulación para la derecha, sentido horario). Si el recalentamiento está alto, poco refrigerante está siendo inyectado en el evaporador y es necesario abrir la válvula (girar tornillo de regulación para la izquierda, sentido anti horario).

Ejemplo de cálculo:

- Presión de la línea de succión (Manómetro) 75psig.
- Temperatura de la línea de succión (Termómetro) 15°C.
- Temperatura de evaporación saturada (Tabla) 7 ° C.
- Recalentamiento (resta) 8°C.
- Recalentamiento alto: abrir la válvula de expansión.

8.6. Rutina de mantenimiento.

Revisar el filtro de aire de la caldera o serpentín del abanico cada 3 o 4 semanas

Un filtro sucio ocasionará tensión excesiva en su caldera, acondicionador de aire o bomba de calor. Se debe reemplazar el filtro cuando sea necesario o limpiar si es del tipo de uso repetido. (Si se tiene un filtro de uso repetido, hay que asegurarse de que se encuentre completamente seco antes de reinstalarlo). El filtro y las celdillas recolectoras de un limpiador de aire electrónico deberán ser limpiados cuando menos dos o tres veces por año.

Limpiar el polvo del serpentín interior

Con una aspiradora y su aditamento de cepillo suave, se puede remover cualquier polvo que se encuentra arriba y debajo del serpentín. Esta operación se debe hacer únicamente cuando el serpentín esté seco.

Mantener libre de basura, la unidad exterior condensadora

La unidad exterior se debe mantener libre de recortes de zacate, hoja, arbustos y basura, éste requerirá únicamente cuidados mínimos para operar adecuadamente. Revisar la charola en la base (debajo de la unidad) y retirar la basura para que pueda escurrir correctamente

Si el serpentín exterior se ensucia, utilizar un cepillo o una aspiradora con cepillo suave para limpiar la superficie.

Asegurarse que la unidad exterior se mantenga nivelada

Si el soporte de la unidad exterior del sistema Split se desacomoda y la unidad se desnivela, hay que nivelar de inmediato para asegurarse que la humedad se escurra adecuadamente hacia fuera de la unidad. Si se acumula agua o hielo debajo de la unidad, eliminar de inmediato del equipo.

Limpiar el humidificador al comienzo de cada estación de calentamiento

Revisar el manual del usuario para que conocer el procedimiento apropiado para limpiar los componentes internos y externos de la unidad. La almohadilla del evaporador también deberá reponerse antes de cada estación de calentamiento.

Si el agua en su área es dura ó de alto contenido mineral, posiblemente será necesario limpiar o dar mantenimiento más frecuente al humidificador.

Limpiar el núcleo y los filtros de aire del ventilador cuando menos cada tres meses

Aspirar el núcleo de un ventilador recuperador de energía siempre y cuando esté seco y la temperatura exterior sea de entre 60 F (16 C) y 75 F (24 C). Los núcleos de los ventiladores recuperadores de energía pueden remojarse por tres horas en una solución de agua tibia y jabón suave y luego enjuagado. Los filtros de aire del ventilador son lavables; sólo se utiliza una aspiradora para remover la acumulación más densa de polvo y después se lavan en agua tibia. Posterior se colocan nuevamente cuando estén completamente secos.

8.7. Control de mantenimiento

La normativa europea” Reglamento de Instalaciones de Terminas de los Edificios (RITE)” clasifica los aires acondicionados según su potencia y asocia a cada intervalo una frecuencia diferente para llevar a cabo las tareas de mantenimiento.

A continuación, se muestra una tabla donde se puede ver claramente la frecuencia del mantenimiento de cada equipo, la cual también varía según el uso, bien para el hogar, comercios y locales.

Potencia	Vivienda	Otros
12 kw o menos	4 años	2 años
Entre 12 y 70 kw	2 años	anual
Más de 70 kw	mensual	mensual

Tabla 1. Frecuencia de revisiones para aires acondicionados. Fuente: Propia

Es imprescindible llevar un registro de mantenimiento digitalizado, ya sea a través de algún software o un formato sencillo en la computadora que nos permita identificar información del equipo, como serie y modelo (la cual se puede encontrar en la placa), fecha del próximo mantenimiento y comentarios que adicionar en cada servicio, esto ayudara a cumplir en tiempo y forma todos los mantenimientos para prolongar la vida útil de los equipos y evitar paros no programados.

8.8. Población y Muestra

El área de servicios generales tiene a su cargo 19 aires acondicionados, 18 unidades con una capacidad de 60,000 BTU y 01 unidad con una capacidad de 40,000 BTU los cuales están distribuidos en la empresa de la siguiente manera:

No	AREA	CAPACIDAD
1	Recepción área juguetes	60,000 BTU
2	Recepción Ventas	60,000 BTU
3	Pasillo Baños de Mujeres	60,000 BTU
4	Pasillo gerencia	60,000 BTU
5	Pasillo gerencia 2	60,000 BTU
6	Pasillo gerencia 3	60,000 BTU
7	Pasillo gerencia 4	60,000 BTU
8	Pasillo gerencia 5	60,000 BTU
9	Pasillo gerencia 6	60,000 BTU
10	Pasillo gerencia 7	60,000 BTU
11	Área Llantas	60,000 BTU
12	Repuestos	60,000 BTU
13	Gerencia de repuestos	60,000 BTU
14	Área de repuestos	60,000 BTU
15	Recepción área de ventas	60,000 BTU
16	Pasillo gerencia 2	60,000 BTU
17	Oficina de operaciones	60,000 BTU
18	Área de contabilidad	60,000 BTU
19	Sala de conferencia	40,000 BTU

Tabla 2. Población y Muestra. Fuente: Propia.

8.9. Ficha Maestra

Adjunto encontrara datos técnicos de referencia que proporcionaran una guía esencial para el desarrollo y planificación de los mantenimientos:

FICHA TECNICA AIRES ACONDICIONADOS CARRIER	
Modelo	38AKS044
Serial	2704F44527
Capacidad Nominal	(Kw) 127.0/35.8 Tons
Voltaje Designado	208/360-3-60
Fase Motora	3
Refrigerante	R22
Tonelaje	40
Evaporador	FV4CNB006
Condensador	ABC660A0030010



Tabla 3. Ficha Maestra. Fuente: Propia

Propuesta de Plan de Mantenimiento

La frecuencia del mantenimiento depende del tiempo real de funcionamiento del equipo y del sitio donde se encuentre instalado, pues la exposición del aire acondicionado a factores externos como el polvo y la grasa del ambiente, hacen que el mantenimiento tenga que realizarse en períodos más cortos. Es necesario hacer revisiones periódicas. Para dichos equipos ya que tiene un periodo de duración de 09 horas al día, tomaremos como promedio realizar un mantenimiento preventivo cada 02 meses.

Lista de actividades que deberán realizarse cada dos meses, las cuales podrán ser asignadas y distribuidas de acuerdo a su complejidad y duración para el personal:

Sistema eléctrico:

- Revisión de la alimentación eléctrica del tablero a la unidad, antes y después del servicio de mantenimiento.
- Revisión de llegada de alimentación eléctrica a los bornes del equipo, antes y después del servicio de mantenimiento.
- Limpieza de contactores y relevadores del tablero de control.
- Lubricación y limpieza del motor.

Sistema mecánico:

- Limpieza mensual de serpentines evaporadores y condensadores con líquido a presión.
- Limpieza de charolas de condensado.
- Limpieza de aspas de motores, condensadores y turbinas.
- Ajuste de carga de gas refrigerante.
- Limpieza de filtros del aire.
- Verificación de temperatura de las áreas acondicionadas.
- Verificación y en su caso corrección de fugas.
- Limpieza del termostato, verificando que opere correctamente.
- Verificación de bandas, poleas y chumaceras.
- Garantizar que el equipo funcione las 24 horas del día.

INFORME DE SERVICIO		
ORDEN DE TRABAJO	FECHA	UBICACION
EQUIPO	MODELO	SERIE

CONTROL DE CAMPO			
FECHA	HR. LLEGADA	HR. SALIDA	NOMBRE Y FIRMA DEL TECNICO
CAUSAS PROBABLES DE FALLA		D. NORMAL	M. OPERACION
			OTRA

DESCRIPCION DEL TRABAJO

CONTROL DE ENTREGA Y/O INSTALACION DE PARTES			
CANT	UNIDAD	No PARTE	DESCRIPCION

FIRMA DEL TECNICO

FIRMA DEL SUPERVISOR

9. SUB-ESTACION ELECTRICA

9.1. Seguridad

El mantenimiento en general de este equipo consiste en la limpieza de todos sus componentes, el apriete de la tortillería y la revisión física de sus elementos, lo más importante del servicio es la parte especializada del mismo ya que al trabajar con un equipo de alta tensión se deben tener las medidas de Seguridad adecuadas para realizarlo, nunca se iniciará un servicio sin haber previsto dichas medidas de seguridad.

Se programará con la Compañía de Luz y Fuerza del Centro para realizar una libranza del equipo (corte de energía eléctrica de alimentación al equipo) La libranza se realiza de la manera siguiente:

- Se desconecta la carga desde los tableros de distribución generales.
- Después se corta la energía de los transformadores abriendo las cuchillas que se encuentran dentro de la Subestación.
- Por último, se realiza el corte de la energía de alimentación externa.
- Al energizar el equipo se realiza el procedimiento anterior de forma inversa, para no sobrecargar las cuchillas de alimentación.
- Una vez que la Subestación está des-energizada, utilizando el equipo de seguridad dieléctrico correspondiente (botas, guantes y pértiga) se colocan cables que interconecten las líneas de distribución a tierra, esto con el fin de des energizar cualquier carga que pudiera haberse quedado en las líneas, así como para mantener durante todo el servicio una correcta protección para quienes lo van a desarrollar.
- Se deberán colocar Candados en los interruptores que están abiertos para que por ningún motivo se energice la Subestación mientras algún elemento de la cuadrilla de servicio se encuentre dentro de la Subestación y deberá ser este mismo personal quien conserve la llave para mayor protección.
- Se colocarán carteles que indiquen la realización del trabajo, para evitar que terceras personas ingresen al área de trabajo.

9.2. Conceptos

- **Sub estación eléctrica**

Una subestación eléctrica es una instalación destinada a modificar y establecer los niveles de tensión de una infraestructura eléctrica, para facilitar la transmisión y distribución de la energía eléctrica. Su equipo principal es el transformador.

- **Aislamiento.**

Técnica para impedir la propagación de un fenómeno o agente físico (frío, calor, humedad, electricidad, etc.).

- **Arco eléctrico.**

Canal conductivo ocasionado por el paso de una gran carga eléctrica, que produce gas caliente de una baja resistencia eléctrica y un haz luminoso.

- **Banco de condensadores.**

Los Bancos de Condensadores son aptos para su utilización en Subestaciones de baja y media tensión donde se desee compensar la Energía Reactiva (o Factor de Potencia) que consumen los motores eléctricos y las demás cargas. Los Bancos de condensadores pueden ser fijos o automáticos, dependiendo del diagrama de carga de energía reactiva, de la potencia a compensar, del nivel de tensión de la red eléctrica y del tipo de carga.

- **Barraje.**

Usualmente barra de cobre que permite la unión de dos o más equipos eléctricos distribuyendo en forma ordenada y adecuada la energía eléctrica.

- **Calidad.**

El mantenimiento debe tratar de evitar las fallas, restablecer el sistema lo más rápido posible, dejándolo en condiciones óptimas de operar a los niveles de producción y calidad exigida.

- **Cortocircuito.**

Fenómeno eléctrico causado por una unión accidental o intencional entre dos o más puntos de diferente potencial de un mismo circuito.

- **Disponibilidad.**

Es la proporción de tiempo durante la cual un sistema o equipo estuvo en condiciones de ser usado, depende de la frecuencia de las fallas y el tiempo que nos demande reanudar el servicio.

- **Electrocución.**

Paso de corriente eléctrica a través del cuerpo humano.

- **Equipo.**

Término general que incluye los materiales, accesorios, dispositivos, artefactos, utensilios, herrajes y similares, utilizados como parte de una instalación eléctrica, excepto alambre o cables.

- **Fiabilidad.**

Es la probabilidad de que las instalaciones, máquinas o equipos, se desempeñen satisfactoriamente sin fallar, durante un período determinado, bajo condiciones específicas.

- **Importancia de mantenimiento.**

En una instalación eléctrica, los paneles son elementos indispensables para el control de la distribución de electricidad. Contienen todas las medidas de protección necesaria para limitar las corrientes que circulan a través de él. Un buen diseño de la acometida eléctrica, define la cantidad de circuitos necesarios, al igual que las protecciones correctas que debe llevar cada circuito. La circulación de aire deber ser la adecuada y la rotulación debe ser precisa en todas las áreas cubiertas por cada protección.

El Mantenimiento correcto evita riesgos de incendios e incidentes eléctricos, entregando un nivel de seguridad apropiado a las personas y artefactos conectados al suministro eléctrico. También es de importancia que las protecciones se encuentren en buen estado, ordenadas y rotuladas para una fácil comprensión de los circuitos existentes en cada tablero eléctrico. Los circuitos

eléctricos deben ser separados para distintos tipos de consumos, de este modo no se deben mezclar circuitos de enchufes con circuitos de alumbrados, además al menos los circuitos de enchufes deben utilizar una protección diferencial adecuada para prevenir accidentes por contacto eléctrico.

Los Tableros Eléctricos deben estar bien señalizados para su pronta identificación y control de los servicios, también requieren un mantenimiento detallado y un monitoreo cuidadoso y continuo para evitar falsos contactos, cortos circuitos, sobrecargas y desbalanceo en las cargas, que pueden generar un daño a los interruptores o a los cables de distribución de energía o hasta al mismo equipo conectado a estos.

9.3. Mantenimiento

El mantenimiento deberá realizarse de la siguiente forma:

1. Se realizará una inspección física corrigiendo el apriete de la tortillería, utilizando la herramienta adecuada para evitar dañar la cabeza de los tornillos. Se deberá tener cuidado en la fuerza del apriete con el torque adecuado para no dañar las cuerdas tanto de la tortillería como de la base. Siempre que se detecte algún tornillo dañado deberá ser remplazado en el momento.
2. Se debe tomar la lectura de los Amperajes y Voltajes que existen en todos los Circuitos, así como entre las fases de alimentación con el neutro. Esto nos indicara si existe algún problema de sobrecarga, sobre voltaje o desbalanceo en las fases.
3. Los interruptores que se detecten dañados o que sean de capacidad inferior a la que el circuito está consumiendo, deberán ser sustituidos de inmediato por interruptores nuevos y de la capacidad adecuada.
4. El balanceo de las Cargas se realizará de manera tal a que no exista una diferencia mayor al 10% entre cada una de las fases, todos los cambios de ubicación de circuitos deberán ser anotados en la tarjeta de identificación que se encuentra en la tapa de los tableros.
5. Se realizará el acomodo adecuado de los cables en el interior del tablero cuidando que no se raspen o se dañen los aislantes de los mismos.

6. Se realizará una limpieza interior de los tableros utilizando un solvente dieléctrico aplicado con una brocha, se limpiará el gabinete verificando que la señalización del tablero sea la adecuada.

Descripción del servicio

- **Cuchillas.**

Se realizará la limpieza y apriete de todas sus partes, se hará calibración y pruebas del cierre de las mismas, este será verificado con un sistema de lámparas, conectado a las cuchillas con el cual se podrá verificar que estas cierran al mismo tiempo.

- **Fusibles.**

Se realizará la limpieza y apriete de las bases y se probará la correcta continuidad de los mismos.

Se realizará la limpieza y apriete de toda la tortillería de la Subestación, así como la limpieza de las barras de distribución.

- **Transformadores.**

Se realiza un filtrado del aceite, alternamente se realizan pruebas de resistencia dieléctrica del aceite para garantizar su correcta operación.

Se realizan pruebas de resistencia a los devanados del transformador, al mismo tiempo se recomienda que la Compañía de Luz realice el Mantenimiento a las secciones que le corresponden.

Una vez terminado el Servicio se deberá quitar las tierras antes de energizar los equipos, dicha conexión se realizará utilizando el equipo de seguridad antes mencionado.

9.4. Procedimiento general de los tableros eléctricos.

1. Identificar las fases de los cables de alimentación.
2. Medir voltajes, corrientes, temperaturas y resistencia de puesta a tierra.
3. Verificar si es factible desenergizar el tablero antes de su mantenimiento.
4. Verificar que los cables conductores de tierra estén bien asegurados, correctamente conectados y que exista continuidad eléctrica entre los cables y la estructura del tablero.
5. Verificar que las características físicas del tablero corresponden a lo reportado en el diagrama unifilar.
6. Observar que no existan daños visibles o piezas flojas, si existen piezas flojas reajustar adecuadamente (Tornillería en interruptores o barrajes).
7. Verificar que no exista calentamiento anormal de los conductores de acometida.
8. Si hay elementos de potencia para conmutación (contactos para arranque de motores) desarmarlos y ver el estado de los platinos (contactos) así como limpiar el núcleo de la bobina de accionamiento, nunca lijar ni platinos ni núcleo, si los platinos están gastados es mejor cambiar el componente o los platinos.
9. Limpiar el tablero con una aspiradora o una brocha.
10. Revisar y hacer mantenimiento a todos los interruptores termo magnético.
11. Verificar la hermetización del tablero.
12. Verificar la hermetización de los transformadores de corriente.
13. Llenar los directorios de circuitos y leyendas.
14. Pegar las señales de peligro y seguridad.
15. Si se presenta ventilación forzada verificar que los abanicos giren libremente.
16. Retocar pintura de las puertas del tablero si es necesario.
17. Energizar el tablero y verificar el perfecto funcionamiento de este.
18. Conformidad del trabajo realizado por el personal de mantenimiento de la planta.

9.5. Equipos y Herramientas

- Multímetro.
- Medidor de secuencia.
- Pinza amperimétrica.
- Maletín de herramientas aisladas (Alicate, cortafríos, perillero, destornillador dieléctrico, llave brístol, etc.)
- Aspiradora o brocha.
- Tapabocas.
- Cinta adhesiva aislante.
- Limpia contacto eléctrico y electrónico.
- Guantes de cuero.
- Lentes protectores transparentes con filtro.
- Casco plástico



Fig. 3 - Equipos y Herramientas en servicio a Subestación Eléctrica. Fuente: Propia.

9.6. Programa de Mantenimiento.

La ejecución del programa se establece esencialmente en dos fases:

1. Ejecución anual
2. La frecuencia de fallas o exposición a agentes externos que puedan perjudicar la operación óptima de la subestación.

Tomando en consideración esos dos aspectos, se establece para la subestación de NIMAC, un periodo de ejecución de mantenimiento preventivo, semestral y anual. En el cual, para el caso del mantenimiento anual este deberá ser ejecutado por una empresa especializada en Mantenimiento de estaciones eléctricas.

Rutina de Mantenimiento:

Transformador de potencia.

Por ser el equipo más importante de la S/E, en él está centrada la atención del técnico especialista en su mantenimiento.

Las actividades a cumplir son:

- Pruebas de aislamiento.
- Prueba de humedad del aceite (acidez).
- Prueba de rigidez dieléctrica del aceite.
- Inspección del indicador de “Temperatura” e “Imagen térmica”.
- Inspección y mantenimiento del grupo motor-ventilador y bombas.
- Localización de posibles escapes de aceite.
- Inspección del estado de la Silica Gel.
- Limpieza y ajuste de conexiones.
- Ajuste de empaaduras.
- Pruebas de presencia de Gases (Bucholz).
- Limpieza de Bushings.
- Limpieza general.
- Para una operación en ambiente de 60°C, el aceite deberá cambiarse cada 20 años.

Equipos de maniobra y protección.

En el caso de los equipos de protección (reconectores y disyuntores etc) son muchas las actividades de rutina que se ejecutan. Las más significativas son:

- Pruebas de aislamiento.
- Pruebas de aceite (humedad y rigidez dieléctrica).
- Pruebas de apertura y cierre eléctrico y manual.
- Pruebas de inyección de corriente.
- Inspección, limpieza y ajuste de contactos.
- Inspección y limpieza de Bushings.
- Inspección del nivel de aceite.
- Limpieza y ajuste de conexiones.
- Limpieza general.

Equipos de maniobra (seccionadores, cortacorriente, baypass, etc) se ejecutan dos actividades fundamentales.

- Inspección minuciosa y detallada de conexiones, vástagos, barras, porcelana, etc.
- Prueba de cierre y apertura.

Tablero de control.

Este equipo conocido también como “Tablero de Mando” contiene principalmente los equipos que permiten la operación y protección de la S/E. (Dispositivos para cierre y apertura, mando del regulador, relés de protección, tensión DC y AC etc.) su mantenimiento requiere de pocas actividades y está fundamentalmente orientado a la “Prueba y ajuste de los diferentes relés de protección”, a través de la Prueba de “Inyección de corriente”.

Pórticos y estructuras.

En este caso las actividades a cumplir son:

- Inspección y limpieza de aisladores de paso y suspensión.
- Inspección de puentes.
- Inspección de barras de conexión de A y BT.
- Inspección de Pararrayos.
- Inspección de crucetas, platinas, postes y estructuras metálicas.

Mantenimiento del equipo rectificador.

En las Subestaciones que tienen incorporado este importante elemento se cumple las siguientes actividades.

- Inspección del equipo rectificador.
- Limpieza borne de conexión banco de batería.
- Pruebas de batería.
- Inspección del Nivel de agua de las baterías.
- Pruebas del grupo rectificador.
- Inspección luces de emergencia.

Mantenimiento del equipo de medición.

En este caso las actividades cumplidas se fundamentan principalmente en la inspección general del equipo y el reporte de cualquier anomalía encontrada.

- Inspección del medidor de KWH.
- Inspección del medidor de KVARH.
- Inspección del medidor de Demanda.
- Inspección y ajuste de las conexiones del lado de A.T. de los transformadores de Tensión y Corriente.
- Inspección del gabinete de medición.

Mantenimiento del sistema de tierra.

La actividad fundamental en el mantenimiento del sistema de tierra está determinada en la revisión y ajuste de cada una de los puntos de conexión del sistema de tierra con los equipos y estructuras de la subestación. Eventualmente se ejecuta la prueba de medición de tierra.

Mantenimiento de la cerca de protección.

Las actividades a cumplir en este caso son:

- Inspección de la malla de alambre.
- Inspección de los soportes.
- Inspección del portón de entrada.
- Limpieza interna y exterior de la maleza existente.
- Pintura general de la cerca de los avisos de Peligro y del aviso de identificación de la S/E.

9.7. Inspección periódica de centros de transformación

INSPECCION PERIODICA DE CENTRO DE TRANSFORMACION						
			B	M	NA	NOTA
LOCALES, PROTECCIONES Y CERRAMIENTOS						
No existe en la caseta humedad inadmisibile						
No existe orificio que permitan el paso de animales						
Puertas de caseta						
Abren hacia el exterior						
Cerramientos que impiden el acceso a personal no autorizado						
Disponen de place de peligro Homologa						
Pavimento no deslizante en proximidades de elementos en tensión						
Pasos y Accesos						
Inexistencia de obstáculos						
Distancias interiores reglamentarias						
Existen rejillas de ventilación reglamentarias						
Condiciones de limpieza en el interior						
Limpieza en zonas colindantes de transformadores existentes						
No hay objetos ajenos al C.T en el interior						
Inexistencias de instalaciones ajenas al C.T						
Baqueta aislante/alfombra, homologadas						
Guantes aislados homologados						
Instrucciones de primeros auxilios (legibles y visibles)						
Instrucciones de operación (legibles y visibles)						
Libro de mantenimiento						
Alumbrado de servicio protegido con I.D e I.M						
Alumbrado de emergencia protegido con I.D e I.M						
Sistemas de extinción de incendios						
Extintor de eficacia 89B con revisión actualizada						
Sistemas fijos de extinción de incendio (según volumen y dieléctrico con punto de inflamación < a 300°C						
Existe foso de recogida de aceite del transformador (> 50 l. Con dispositivo corta fuego eficaz (e.p..grava))						
Existe sistema de recogida estanco para tratos con infla. Líquido refrigerante > a 300°C						
Existe valla de protección de las celdas de A.T mayor de 1.8 m de altura y distante al suelo menos de 0.4 m.						
No existen elementos de tensión accesibles						
Existe placa de peligro en celdas y vallas de protección Homologadas						

10. PLANTAS DE EMERGENCIA DE 250 KVA y 100 KVA

10.1. Seguridad

Esta sección de seguridad indica las precauciones básicas de seguridad. Además, esta sección identifica situaciones peligrosas y de advertencia. Lea y entienda las precauciones básicas indicadas en la sección antes de operar o realizar las tareas de lubricación, mantenimiento y reparación de este producto.

Información general sobre peligros

Instale una etiqueta de advertencia "No operar" en el interruptor de arranque o en los controles antes de prestar servicio o reparar el motor. Estas etiquetas de advertencia están disponibles en el departamento de servicios de Nimac. Instale las etiquetas de advertencia en el motor y en la estación de control de cada operador. Si es necesario, desconecte los controles de arranque.

No permita que personal no autorizado trabaje en el motor ni en sus alrededores cuando se efectúe el servicio del motor.

El escape del motor contiene productos de combustión que pueden ser perjudiciales para su salud. Siempre arranque y opere el motor en un área adecuadamente ventilada. Si el motor está en un recinto cerrado, dirija los gases del escape del motor hacia el exterior.

Quite con cuidado las siguientes piezas. Para evitar el rociado o la salpicadura de fluidos presurizados, sujete un paño sobre la pieza que va a quitar.

- Tapas de tubo de llenado
- Conexiones de engrase
- Tomas de presión
- Respiraderos
- Tapones de drenaje

Tenga cuidado cuando quite las tapas. Sin quitarlos, afloje gradualmente los dos últimos pernos o tuercas ubicados en los extremos opuestos de la tapa o del dispositivo. Antes de quitar los dos últimos pernos o tuercas, afloje la tapa con una palanca para aliviar la presión de cualquier resorte o cualquier otra presión.



Fig. 4 - Uso de Equipo de Protección Personal (EPP). Fuente: Manual de Operación Cat 3306.

- Use un casco, anteojos de protección y cualquier otro equipo de protección que se requiera.
- Cuando trabaje alrededor de un motor en funcionamiento, use dispositivos de protección para evitar daños en los oídos.
- No use ropa holgada ni joyas que puedan engancharse en los controles o en otras piezas del motor.
- Asegúrese de que todos los protectores y todas las tapas estén firmemente sujetos en su lugar en el motor.
- No almacene nunca fluidos de mantenimiento en recipientes de vidrio. Los recipientes de vidrio pueden romperse.
- Utilice todas las soluciones de limpieza con cuidado.
- Informe acerca de todas las reparaciones que sean necesarias.

A menos que se proporcionen otras instrucciones, realice el mantenimiento bajo las siguientes condiciones:

- El motor debe estar parado. Asegúrese de que el motor no pueda arrancar.
- Las trabas o los controles de protección deben estar en la posición conectada.
- Desconecte las baterías cuando se efectúe el mantenimiento o cuando se efectúe el servicio del sistema eléctrico. Desconecte los cables de conexión a tierra de la batería. Cubra los cables con cinta para evitar que se produzcan chispas.
- Antes de arrancar un motor nuevo o un motor que no se ha arrancado desde que se le realizó el servicio, asegúrese de que pueda parar el motor si ocurre un exceso de velocidad. El motor puede apagarse suspendiendo el suministro de combustible o el suministro de aire al motor.
- No intente hacer reparaciones que no haya comprendido correctamente. Utilice las herramientas apropiadas. Reemplace o repare los equipos dañados.
- Arranque el motor con los controles del operador. Nunca ponga en cortocircuito los terminales del motor de arranque ni las baterías. Este método para arrancar el motor puede derivar el sistema de arranque en neutral del motor o puede ocasionar daños al sistema eléctrico.
- Algunos componentes de los gases de escape son reconocidos como causantes de cáncer, de defectos congénitos y de otros daños al sistema reproductivo humano

Aire y agua presurizados

El aire o el agua presurizados pueden hacer que la suciedad o el agua caliente salgan despedidas, lo que puede ocasionar lesiones personales.

Cuando se utilicen aire o agua presurizados para la limpieza, use ropa y zapatos de protección, así como protección para los ojos. La protección para los ojos incluye anteojos de seguridad o una máscara protectora.

La presión máxima de aire para la limpieza debe reducirse a 205 kPa (30 lb/pulg²) con la boquilla de aire tapada, y debe usarse con protectores eficaces contra astillas (si corresponde) y equipos de protección personal. La presión máxima del agua para limpieza debe ser menor que 275 kPa (40 lb/pulg²). Use siempre protección para los ojos cuando limpie el sistema de enfriamiento.

Penetración de fluidos

Utilice siempre una tabla o un cartón cuando revise para ver si hay fugas. El fluido que se fuga está bajo presión y puede penetrar el tejido del cuerpo. La penetración de fluidos puede causar lesiones graves o mortales. Una fuga minúscula puede ocasionar una lesión grave. Si el fluido penetra en su piel, debe obtener tratamiento inmediatamente. Acuda a un médico que esté familiarizado con este tipo de lesiones.

Contención de los derrames de fluido

Hay que tener cuidado para asegurarse que no derrama los fluidos durante la inspección, el mantenimiento, las pruebas, los ajustes y las reparaciones del producto. Antes de abrir cualquier compartimiento o desarmar cualquier componente que contenga fluidos, tenga a mano todo lo necesario para recoger el fluido en recipientes adecuados.

Consulte la Publicación Especial, "Catálogo de herramientas de servicio del distribuidor de Caterpillar" o consulte la Publicación Especial, "Catálogo de suministros y herramientas de taller Caterpillar" para obtener información sobre las herramientas y suministros apropiados para recoger y contener fluidos en los productos Caterpillar.

Deseche todos los fluidos de acuerdo con los reglamentos y ordenanzas locales.

Tuberías, tubos y mangueras

No doble ni golpee las tuberías de alta presión. No instale tuberías, tubos ni mangueras que estén dañados.

Repare las tuberías de combustible, las tuberías de aceite, las mangueras o los tubos que estén flojos o dañados. Las fugas pueden ocasionar incendios.

Inspeccione cuidadosamente todas las tuberías, los tubos y las mangueras. No use las manos sin protección para ver si hay fugas. Siempre utilice un trozo de madera o un cartón para ver si hay fugas en los componentes del motor. Apriete todas las conexiones al par recomendado.

Revise para ver si existen las siguientes condiciones:

- Conexiones de extremo dañadas o con fugas
- Cubierta exterior raída o cortada
- Alambres expuestos en una manguera reforzada
- Cubierta exterior abultado en algún punto
- Porciones flexibles de la manguera retorcidas o aplastadas
- Blindaje de refuerzo incrustado en la cubierta exterior

Asegúrese de que todas las abrazaderas, los protectores y los protectores térmicos estén instalados correctamente. La correcta instalación de estos componentes ayudará a evitar los siguientes efectos: vibración, roce contra otras piezas y calor excesivo durante la operación.

Inhalación

Escape

Tenga cuidado. Los vapores del escape pueden ser peligrosos para su salud. Si opera el equipo en un área encerrada, es necesario proporcionar la ventilación adecuada.

Los equipos y las piezas de repuesto de Caterpillar que se envían desde Caterpillar no contienen asbesto. Caterpillar recomienda que sólo se utilicen piezas de repuesto Cat originales. Use las siguientes pautas cuando manipule piezas de repuesto que contengan asbesto o cuando manipule basuras de asbesto.

Tenga cuidado. Evite la inhalación del polvo que puede generarse cuando se manipulen componentes que contengan fibras de asbesto. La inhalación de este polvo puede ser peligrosa para su salud. Los componentes que pueden contener fibras de asbesto son las pastillas de los frenos, las bandas del freno, el material de revestimiento, los discos de embrague y algunas empaquetaduras. El asbesto que se utiliza en estos componentes está normalmente mezclado con una resina o sellado de alguna forma. La manipulación normal no es peligrosa, a menos que se produzca polvo que contenga asbesto y que se transporte por el aire.

Si hay polvo que pueda contener asbesto, se deben seguir varias pautas:

- No utilice nunca aire comprimido para la limpieza.
- Evite cepillar materiales que contengan asbesto.
- Evite rectificar materiales que contengan asbesto.
- Utilice un método húmedo para limpiar los materiales que contengan asbesto.
- También se puede utilizar una aspiradora equipada con un filtro de Aire Particulado de Alta Eficiencia (HEPA).
- Utilice ventilación de escape en los trabajos de maquinado permanente.
- Use un respirador aprobado si no hay otra forma de controlar el polvo.
- Cumpla con las reglas y reglamentos correspondientes al lugar de trabajo. Use los requisitos de la Administración de Seguridad y Salud Ocupacional (OSHA). Estos requisitos de la OSHA se pueden encontrar en la norma "29 CFR 1910.1001".
- Obedezca las regulaciones ambientales para la eliminación de asbesto.
- Aléjese de las áreas que puedan tener partículas de asbesto en el aire.

Envoltura de protección suave

Mantenga la ventilación de la sala donde opera el motor a su capacidad máxima de funcionamiento. Use un respirador de protección contra materias particuladas aprobado por el Instituto Nacional de Seguridad y Salud Ocupacional (NIOSH). Use la ropa de protección apropiada para disminuir al mínimo el contacto directo. Use buenas prácticas de higiene y lávese las manos cuidadosamente después

de manipular la envoltura de protección suave. No fume después de manipular la envoltura de protección suave hasta que se haya lavado las manos cuidadosamente. Limpie la basura con una aspiradora o usando barrido húmedo. No utilice aire presurizado para limpiar la basura.

Elimine los desperdicios correctamente

La eliminación incorrecta de los desperdicios puede ser una amenaza para el ambiente. Los fluidos potencialmente nocivos se deben eliminar de acuerdo con las regulaciones locales.

Utilice siempre recipientes a prueba de fugas cuando drene los fluidos. No vierta los desperdicios en el suelo, en un drenaje o en una fuente de agua.

10.2. Ilustraciones y vistas del modelo

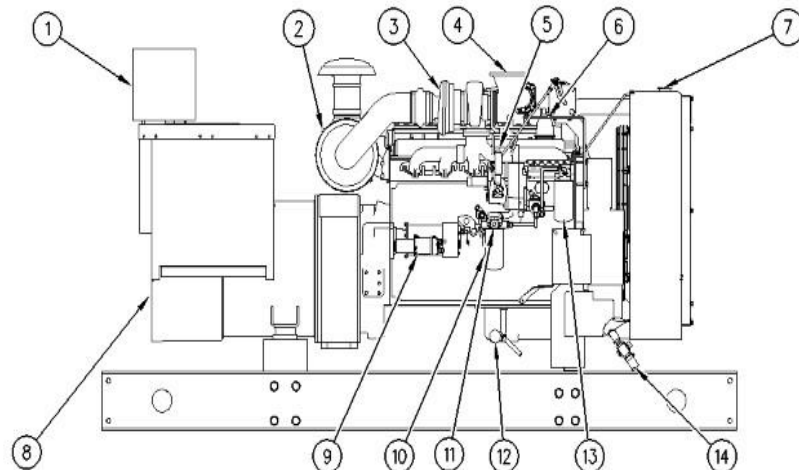


Fig. 5 - Vista lateral derecha. Fuente: Manual de Operación Cat 3306.

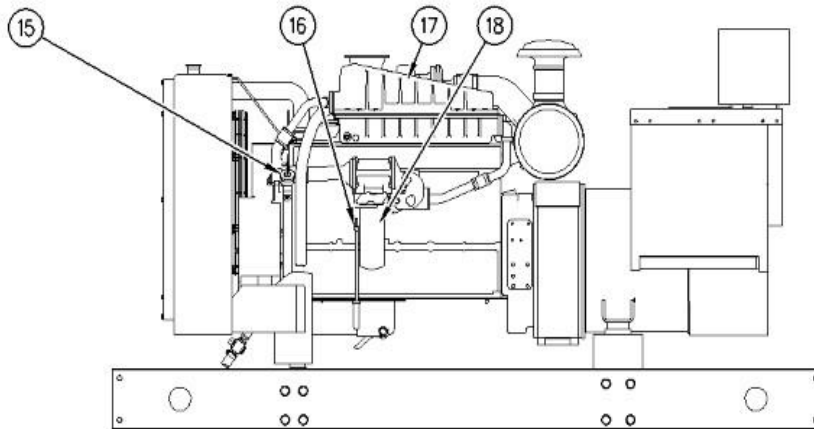


Fig. 6 - Vista lateral izquierda. Fuente: Manual de Operación Cat 3306.

Descripción

1. Control y tablero de potencia
2. Admisión de aire
3. Turbocompresor
4. Escape
5. Palanca de control del regulador
6. Respiradero del cárter
7. Tapa de llenado del radiador
8. Generador
9. Motor de arranque
10. Filtro primario del combustible
11. Bomba de cebado de combustible
12. Válvula de drenaje de aceite
13. Filtro final de combustible
14. Válvula de drenaje del radiador
15. Tapa del tubo de llenado de aceite del motor
16. Medidor del nivel de aceite del motor
17. Pos-enfriador
18. Filtro de aceite del motor

10.3. Descripción del motor

El motor del Grupo electrógeno 3306B es un motor de 6 cilindros. Este motor de inyección directa tiene un ciclo de cuatro tiempos. Cada cilindro tiene dos válvulas de admisión y dos de escape. Los balancines y las válvulas están accionados por el árbol de levas. La función la realizan varillas de empuje y levantaválvulas mecánicos.

Un regulador hidromecánico controla la salida de la bomba de inyección de combustible. El operador mantiene los rpm del motor. Hay una bomba de inyección de combustible por cada cilindro. La bomba de inyección de combustible dosifica y bombea el combustible. El combustible gasificado a alta presión se bombea a los inyectores de combustible. El avance automático de la sincronización proporciona la mejor sincronización de la inyección de combustible en la gama completa de velocidades del motor.

Se proporciona un regulador electrónico como equipo estándar. El regulador electrónico funciona con el regulador hidromecánico para proporcionar control isócrono de velocidad. El control de la relación de combustible se encuentra en el regulador. El control de la relación de combustible restringe el movimiento de la cremallera de combustible. Sólo se permite la inyección de la cantidad apropiada de combustible en los cilindros durante la aceleración. Esto minimiza el humo de escape. El motor está equipado con un grupo de protección del sistema de combustible. El grupo de protección del sistema de combustible hace que sea difícil interferir con el ajuste del control de la relación de combustible. Los pernos normales se han reemplazado por pernos resistentes a alteraciones. El aire de admisión es filtrado por el filtro de aire. El aire es comprimido por el turbocompresor antes de entrar a los cilindros. El escape del motor impulsa el turbocompresor.

El sistema de enfriamiento consta de los siguientes componentes:

- Una bomba centrífuga accionada por engranajes
- Un termostato del refrigerante que regula la temperatura del motor
- Un enfriador de aceite
- Un radiado que incorpora un sistema de derivación

El aceite lubricante del motor es enfriado y filtrado. El aceite es suministrado por una bomba de engranajes. Si la viscosidad del aceite es alta, o si se han obstruido el enfriador de aceite y los elementos de filtro, las válvulas de derivación permiten el libre flujo de aceite lubricante al motor.

La eficiencia y el rendimiento del motor dependen del cumplimiento de recomendaciones apropiadas de operación y mantenimiento. Use el combustible, el aceite lubricante y el refrigerante recomendados. Se debe prestar especial atención al mantenimiento del filtro de aire, sistemas de combustible, lubricación y de enfriamiento. Refiérase al Manual de Operación y Mantenimiento, "Programa de intervalos de mantenimiento" para obtener más información sobre los componentes que requieren mantenimiento.

Especificaciones del motor 3306B

Cilindros y configuraciones	Bloque de 6 cilindros en línea
Calibre	121 mm (4,76 in)
Carrera	152 mm (6,0 in)
Aspiración	T ⁽¹⁾ Posenfriador del agua de las camisas
Cilindrada	10,5 L (641 in ³)
Orden de encendido	1-5-3-6-2-4
Rotación (extremo del volante)	Hacia la izquierda

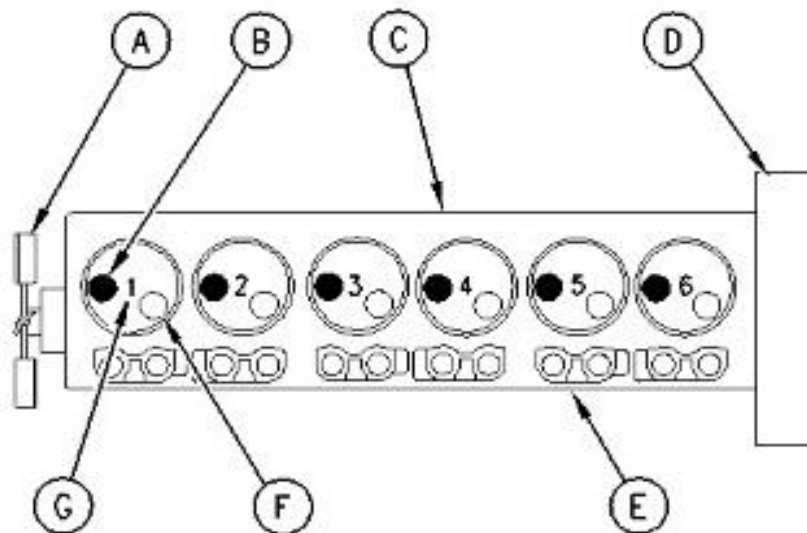


Fig. 7 - Vista superior del bloque de motor. Fuente: Manual de Operación Cat 3306.

- a. Parte delantera de motor
- b. Válvulas de escape
- c. Lado derecho del motor
- d. Volante del motor
- e. Lado izquierdo del motor
- f. Válvulas de admisión
- g. Número del cilindro

10.4. Conexiones del generador

Numeración de los conductores

Las configuraciones de conexión en estrella y en delta son las conexiones de conductores más comunes en los generadores. Los siguientes diagramas de conexiones trifásicas ilustran la conexión apropiada y la identificación de los conductores.

Las conexiones se numeran hacia la derecha desde la parte superior y desde el exterior hacia el interior. Los diagramas muestran la numeración de los conductores para los generadores de seis y de doce conductores.

Diagramas de configuración en estrella

Los terminales T4, T5 y T6 se convierten en la conexión neutra cuando se conectan juntos 12 conductores.

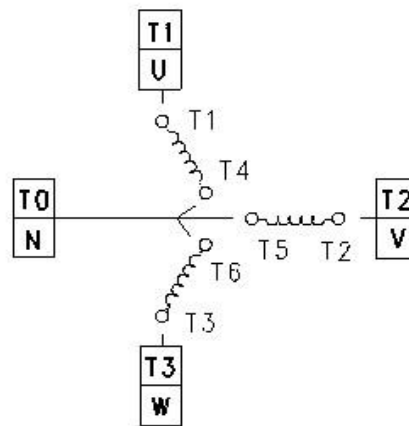


Fig. 8 - Configuración en estrella de 6 conductores. Fuente: Diagrama Eléctrico. Cat 3306

Los terminales T10, T11 y T12 se convierten en la conexión neutra cuando se conectan juntos.

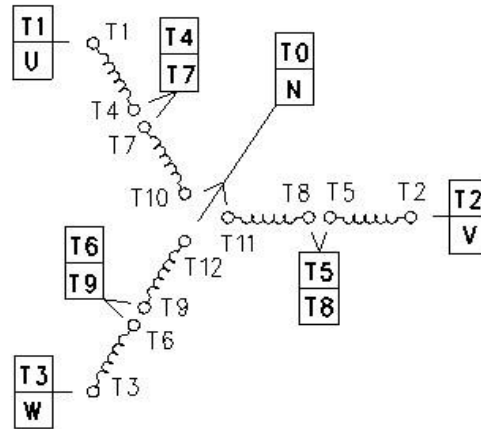


Fig. 9 - Configuración en estrella de 12 conductores - Alto voltaje. Fuente: D.E. Cat 3306.
 Los terminales T10, T11 y T12 se convierten en la conexión neutra cuando se conectan juntos.

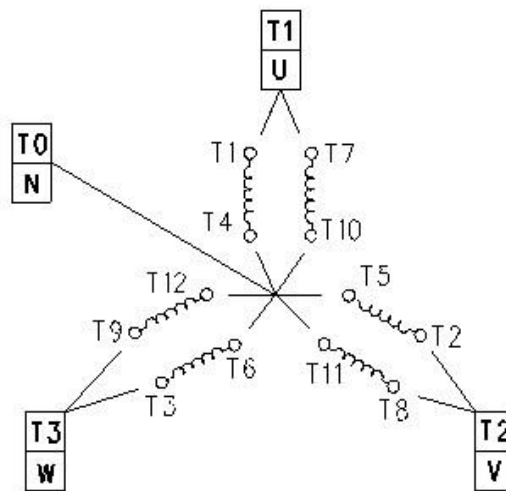


Fig. 10 - Configuración en estrella de 12 conductores - Bajo voltaje. Fuente: D.E. Cat 3306.

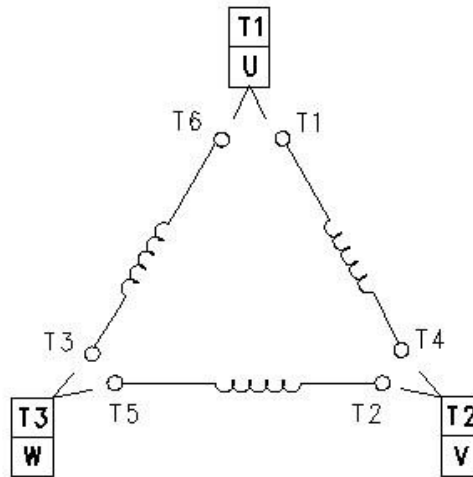


Fig. 11 - Diagrama de configuración en delta con 6 conductores. Fuente: D.E. Cat 3306.

Los terminales T6 y T9 se convierten en la conexión neutra cuando se conectan juntos y están conectados a tierra. La ilustración muestra el terminal T2 y la conexión T10 como la fase alta.

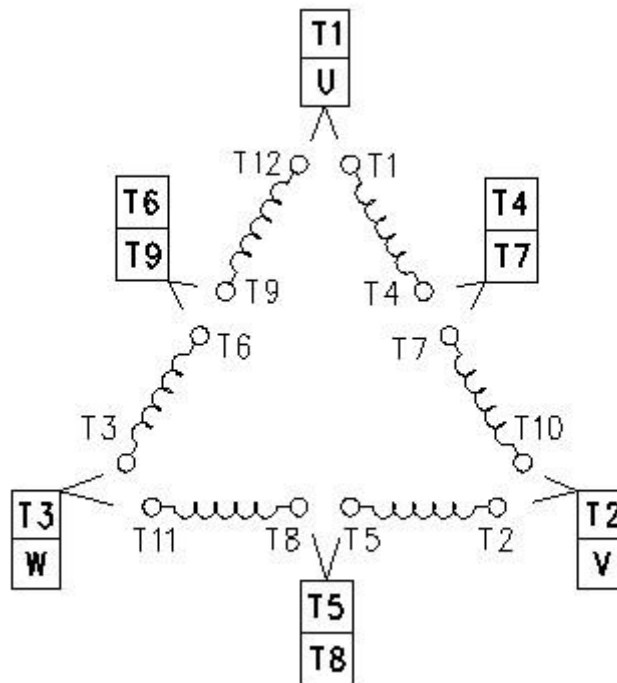


Fig. 12 - Configuración en delta con 12 conductores. Fuente: D.E. Cat 3306.

Conexión a tierra del armazón

En cualquier instalación de grupo electrógeno, el armazón del generador debe estar positivamente conectado a tierra. Esta conexión es la primera que se hace durante la instalación. Esta conexión es también la última que se quita. La conexión a tierra debe ser flexible para evitar roturas durante la operación posterior.

El cable o correas de conexión a tierra deben tener como mínimo la capacidad de transporte de corriente del conductor más grande a la carga conectada. Los empalmes en los cables o correas deben estar limpios, no tener resistencia eléctrica y estar protegidos contra la oxidación. Los empalmes de conexión a tierra empernados se oxidan con el tiempo. Los empalmes son con frecuencia fuentes de interferencia de radiofrecuencia (RFI). Los empalmes empernados y soldados con plata son eléctrica y mecánicamente seguros.

Conexiones neutras

Por lo general, los generadores que tienen la configuración de conexión a tierra tienen el cable neutro conectado a tierra cuando se instale el generador. No obstante, hay casos en que se pueden tomar medidas definitivas para evitar fallas de conexión a tierra en el lado de la carga. El propósito de la conexión a tierra del cable neutro es el de evitar daños al equipo en el lado de la carga. Otro propósito es el de evitar lesiones al personal.

Si el cable neutro está conectado a tierra y uno de los conductores de fase llega a ser conectado a tierra, la corriente excesiva abrirá un disyuntor del circuito de carga para aislar la falla. La corriente excesiva producirá el colapso del voltaje del generador, si no se dispara primero el disyuntor. El resultado depende de las características eléctricas particulares del generador, el tipo de falla y la clasificación de disparo del disyuntor. Un dispositivo de bajo voltaje puede ser necesario para proporcionar protección adecuada contra cortocircuitos.

Hay casos en los que no se recomienda conectar a tierra el cable neutro. Un generador en el que el cable neutro no está conectado a tierra es aceptable en aplicaciones en las que se han tomado medidas especiales para evitar la conexión a tierra de los cables de fase. Un ejemplo de tales medidas es el uso de circuitos de protección contra conexiones accidentales a tierra. La protección contra conexiones accidentales a tierra requiere que se estudie todo el grupo de circuitos de distribución y se trate como un sistema. El propietario debe contratar a un consultor certificado y registrado si se está desarrollando un nuevo sistema de distribución. El propietario debe también contratar a un consultor certificado y registrado si se está modificando un sistema existente para dotarlo de protección contra conexiones accidentales a tierra.

Se pueden agregar reactores y resistores neutrales al sistema por dos razones: para proporcionar protección durante fallas y para limitar las corrientes neutrales.

Unidades sencillas

En un sistema trifásico y de cuatro cables, el cable neutro se debe conectar a tierra de acuerdo con los códigos locales de conexiones de cables. En aplicaciones en las que se han tomado medidas especiales para evitar la conexión a tierra de los conductores de carga, se puede usar un neutro que no esté conectado a tierra. Asegúrese de verificar los códigos locales de conexiones de cables.

Unidades múltiples

La operación de múltiples generadores en paralelo, con todos los neutros conectados a tierra, puede hacer que la corriente circule por las conexiones neutras. Para eliminar la posibilidad de corrientes parásitas, conecte a tierra solamente el neutro de un generador. Si se alternan múltiples generadores en serie, se debe instalar un interruptor en el circuito neutro de conexión a tierra de cada generador. En este caso, se pueden abrir todos los circuitos neutros de conexión a tierra menos uno. Asegúrese de que uno de los circuitos neutros de conexión a tierra esté cerrado.

Conexión en paralelo con la red eléctrica

Si se va a operar un generador de conexión en estrella en paralelo con una red eléctrica (barra colectora infinita) y si el secundario del transformador reductor de la red eléctrica es también una conexión en estrella, lo siguiente puede ocurrir. La conexión a tierra de los neutros de ambas estrellas puede producir corrientes parásitas por los neutros. Además, la coordinación de una protección contra conexiones accidentales a tierra requiere una investigación completa del sistema. La investigación debe ser efectuada por una persona certificada y registrada que está familiarizada con los sistemas de generadores. Los resultados de esta investigación determinarán el método de conexión a tierra que se debe utilizar.

Conexiones de voltaje

Conexiones de voltaje trifásico

En los diagramas siguientes se muestran la configuración de conexión en estrella para un generador de 480 V y la configuración de conexión en delta para un generador de 240 V.

Los terminales deben estar firmemente conectados. Los terminales deben estar también aislados con una cinta aisladora eléctrica de calidad.

Si se usa una configuración en delta, los generadores con armazones de tamaño 590 y más grandes requieren un paso del devanado de dos tercios. Si el paso del devanado del generador no es de dos tercios, las terceras armónicas producirán una corriente circulante elevada. Será necesario reducir la potencia del generador. Esta corriente puede exceder la clasificación de la corriente del devanado, resultando en el recalentamiento del generador y en daños que puedan ocasionar incendios. Un generador de conexión en estrella puede requerir un devanado con paso de dos tercios si el neutro está firmemente conectado a tierra. Un neutro flotante no requiere que el paso del devanado sea de dos tercios.

Diagramas de configuraciones en estrella

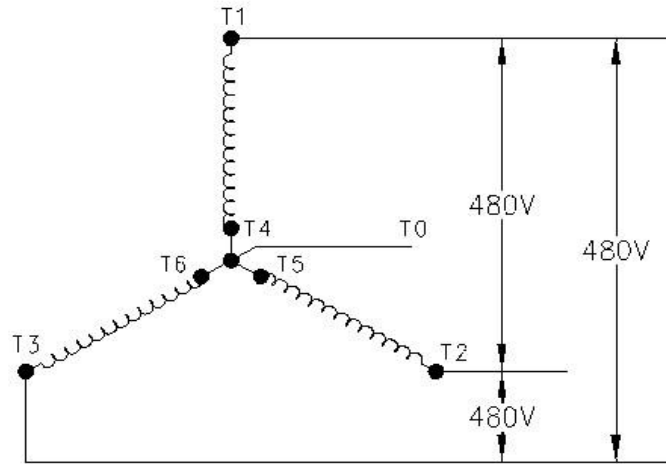


Fig. 13 - Generadores con 6 conductores, Configuración en estrella típica (60 Hz, 6 conductores). Fuente: D.E. Cat 3306.

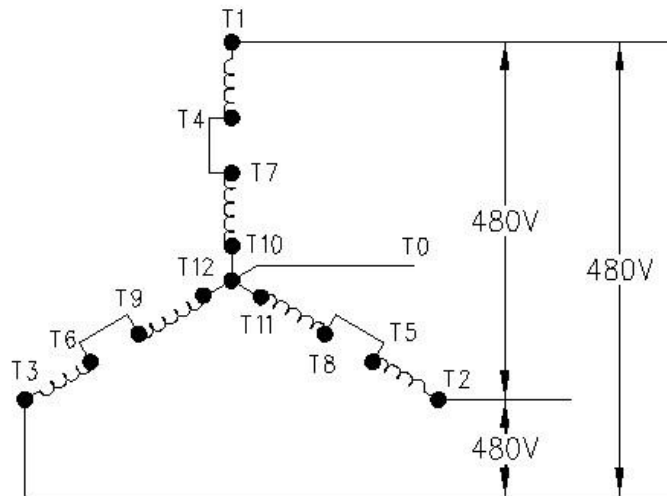


Fig. 14 - Generadores con 12 conductores, Configuración en estrella típica (60 Hz, 12 conductores) Esta es una conexión típica de alto voltaje. Fuente: D.E. Cat 3306.

Diagramas de configuración en Delta

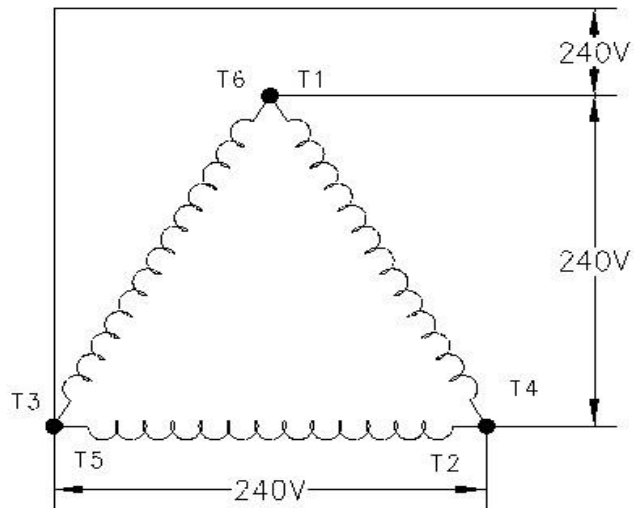


Fig. 15 - Generadores con 6 conductores, Configuración de conexión en delta típica (60 Hz, 6 conductores). Fuente: D.E. Cat 3306.

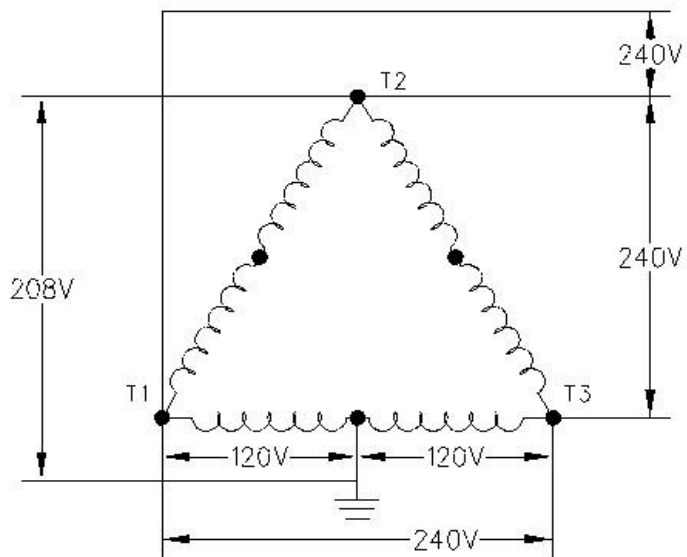


Fig. 16 - Generadores con 12 conductores, Configuración de conexión en delta típica (60 Hz, 12 conductores). Fuente: D.E. Cat 3306.

Corriente monofásica de un generador trifásico

Se puede tomar simultáneamente corriente trifásica y corriente monofásica de un generador que está conectado para servicio de tres fases. En la configuración en estrella, conecte la carga a los conductores trifásicos (dos de los tres conductores). En la configuración en delta, conecte la carga a los conductores trifásicos (dos de los tres conductores). En ambas configuraciones, esto proporcionará voltaje monofásico al mismo voltaje que el voltaje trifásico.

Conecte la carga a cualquier conductor de fase y a cualquier conductor neutral de la configuración en estrella. Esto producirá un voltaje igual al 58% del voltaje trifásico.

La potencia monofásica que se toma de una fuente trifásica puede ser un problema. Asegúrese de que la carga monofásica se distribuya igualmente.

No exceda la clasificación de corriente indicada en la placa de identificación en ninguna de las fases.

Diagramas de la configuración en estrella

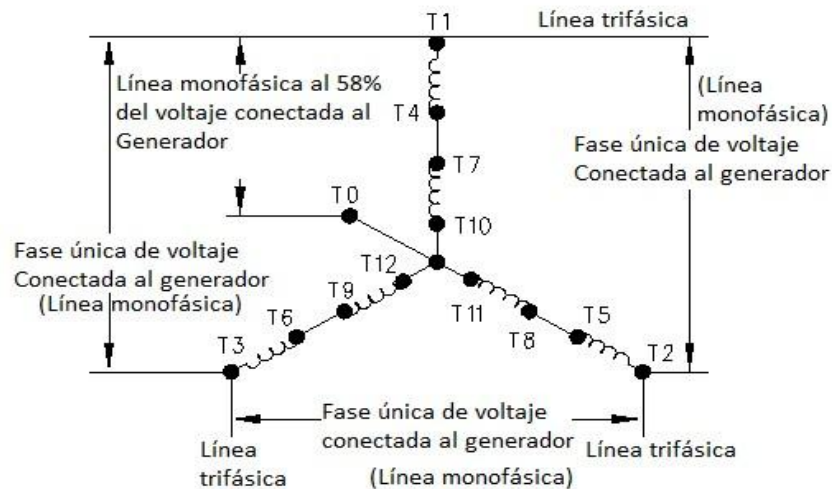


Fig. 17 - Generadores con 6 conductores, diagrama de voltaje monofásico con configuración de conexión en estrella de 6 conductores. Fuente: D.E. Cat 3306.

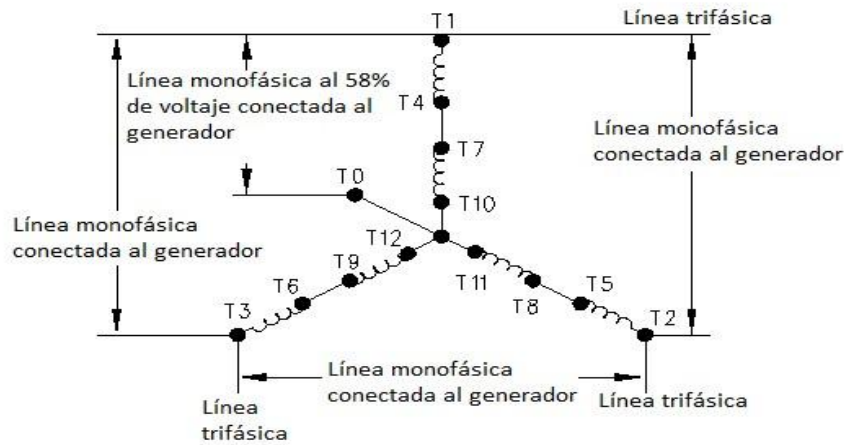


Fig. 18 - Generadores con 12 conductores, Diagrama de voltaje monofásico con configuración de conexión en estrella de 12 conductores. Fuente: D.E. Cat 3306.

10.5. Almacenamiento del producto

10.5.1 Motor

Si un motor no se utiliza, puede escurrirse el aceite de las siguientes piezas que normalmente reciben lubricación: paredes de cilindros, anillos de pistón, cojinetes de bancada, cojinetes de biela, cigüeñal y engranajes. Esta falta de lubricante permite que comience a aparecer corrosión en el metal. Esta condición es peor en zonas muy húmedas.

Cuando se vuelve a arrancar el motor, el contacto de metal con metal produce desgaste antes de que las superficies reciban aceite. Para minimizar este desgaste, use el motor de arranque para hacer girar el motor con el acelerador en la posición SIN SUMINISTRO DE COMBUSTIBLE. Cuando se muestre la presión del aceite en el manómetro, arranque el motor.

Limpie toda suciedad, herrumbre, grasa y aceite que haya en el motor.

Pautas a seguir en el almacenamiento correcto de motor:

1. Quite los residuos de los filtros de aire. Revise todos los sellos, las empaquetaduras y el elemento de filtro para ver si hay daños.
2. Aplique lubricante a todos los puntos que se incluyen en este Manual de Operación y Mantenimiento, "Programa de intervalos de mantenimiento".
3. Drene el aceite del cárter. Reemplace el aceite del cárter y cambie los filtros de aceite. Para conocer el procedimiento correcto, consulte este Manual de Operación y Mantenimiento.
4. Si el motor tiene un motor de arranque neumático, llene el depósito con la mezcla siguiente: 50% de aceite con inhibidor de corrosión volátil y 50% de aceite del motor.
5. Añada aceite VCI al aceite del cárter. El volumen de aceite VCI en el aceite del cárter debe ser del 3% al 4%.
6. Nota: Si el cárter del motor está lleno, drene suficiente aceite del motor para que se pueda añadir la mezcla.
7. Quite los elementos de filtro de aire. Haga girar el motor a la velocidad de puesta en marcha del motor con el control del acelerador en la posición SIN SUMINISTRO DE COMBUSTIBLE. Use un rociador para añadir una mezcla de 50% de aceite VCI y 50% de aceite del motor en la admisión de aire o en la admisión del turbocompresor.
8. Nota: La mezcla de aceite VCI se puede añadir en la admisión al quitar el tapón que se utiliza para revisar la presión de refuerzo del turbocompresor. El régimen de aplicación mínimo para la mezcla de aceite VCI es de 5,5 mL por L (3 oz por cada 1.000 pulgadas cúbicas) de cilindrada del motor.
9. Use un rociador para aplicar una mezcla de 50% de aceite VCI y 50% de aceite del cárter en las aberturas de escape. El régimen de aplicación mínimo para la mezcla de aceite es de 5,5 mL por L (3 oz por cada 1.000 pulgadas cúbicas) de cilindrada del motor. Selle el tubo de escape y cualquier orificio de drenaje en el silenciador. Quite el combustible de la caja del filtro de combustible secundario. Alternativamente, vacíe y vuelva

a instalar el elemento del filtro del combustible enroscable para quitar toda la tierra y el agua. Drene todas las bombas dosificadoras de combustible de manguito.

10. Limpie el filtro primario de combustible. Llene con fluido de calibración o queroseno. Instale el filtro de combustible primario y opere la bomba de cebado. Este procedimiento envía aceite limpio al filtro secundario y al motor.
11. Abra la válvula de drenaje del tanque de combustible para drenar el agua y la tierra que haya en el tanque de combustible. Aplique un rociado de fluido de calibración o queroseno a un régimen de 30 mL por cada 30 L (1 oz por cada 7,50 gal EE.UU.) de capacidad del tanque de combustible para evitar la formación de herrumbre en el tanque. Añada al combustible 0,15 mL por L (0,02 oz por gal EE.UU.) de biocida comercial, como Biobor JF.
12. Aplique una pequeña cantidad de aceite a las roscas del cuello de llenado del tanque de combustible e instale la tapa. Selle todas las aberturas del tanque como método de conservación y para evitar la evaporación del combustible.
13. Quite las boquillas de combustible o las bujías de encendido. Aplique 30 mL (1 oz) de la mezcla de aceites (50% de aceite VCI y 50% de aceite del motor) a cada cilindro.
14. Use una barra o una herramienta de giro para hacer girar el motor lentamente. Este procedimiento lleva el aceite a las paredes de los cilindros. Instale todas las boquillas de combustible o las bujías de encendido y apriete al par correcto.
15. Rocíe una ligera cantidad de una mezcla de 50% de aceite VCI y 50% de aceite del motor en los componentes siguientes: volante, dientes de la corona y piñón del motor de arranque. Instale las tapas para evitar la evaporación del aceite VCI.

16. Aplique una gran cantidad de grasa de uso múltiple (MPGM) Cat a todas las piezas exteriores móviles, como roscas de varillas, articulaciones de rótula o varillaje

Nota: Instale todas las tapas. Asegúrese de que se haya colocado cinta en todas las aberturas, las admisiones de aire, las aberturas de escape, la caja del volante, los respiraderos del cárter y los tubos de varilla de medición.

Asegúrese de que todas las tapas estén selladas herméticamente e impermeabilizadas. Use una cinta impermeable resistente a las condiciones climáticas, como Kendall No. 231 o una similar. No use cinta para conductos. La cinta para conductos solo sella durante un lapso corto.

1. En la mayoría de los casos, el mejor procedimiento es quitar las baterías. Como procedimiento alternativo, almacene las baterías. Según sea necesario, cargue periódicamente las baterías mientras estén almacenadas.
2. Si no se quitan las baterías, lave las partes superiores de estas hasta que queden limpias. Aplique una carga eléctrica a las baterías para obtener una densidad de 1,225.
3. Desconecte los terminales de las baterías. Coloque una tapa de plástico sobre las baterías.
4. Afloje todas las correas.
5. Coloque una tapa impermeable sobre el motor. Asegúrese de que la tapa del motor esté sujeta firmemente. La tapa debe estar lo suficientemente holgada como para permitir que circule aire alrededor del motor y evitar daños por condensación.
6. Pegue una etiqueta en el motor con la fecha de almacenamiento.
7. Quite la tapa impermeable a intervalos de 2 o 3 meses para revisar el motor y ver si hay corrosión. Si el motor presenta signos de corrosión, repita el procedimiento de protección.

10.5.2. Generador

Cuando un grupo electrógeno está almacenado, la humedad se condensa en los devanados. Para minimizar la condensación, siempre ubique el grupo electrógeno en un área de almacenamiento seco. Selle todas las aberturas con cinta.

Si se está almacenando un grupo electrógeno del tipo de escobilla (SRCR), levante las escobillas del anillo colector para evitar el daño químico en el anillo colector. Coloque una etiqueta al grupo electrógeno que indique que las escobillas se han levantado.

Efectúe una revisión de resistencia de los devanados. Registre esta lectura. Se realiza esta revisión para proporcionar una línea básica para determinar si ocurre deterioro por humedad o devanado durante el almacenamiento.

Remoción del almacenamiento

Quite todas las tapas protectoras. Vuelva a asentar las escobillas en el anillo colector para los grupos electrógenos SRCR.

Antes de arrancar el grupo electrógeno, utilice un mega ohmímetro para revisar la resistencia del material aislante a la humedad o materia extraña. Si se obtiene una medida de 1 mega ohmio o menos, el devanado ha absorbido demasiada humedad.

Utilice uno de los siguientes métodos para secar el grupo electrógeno para quitar la humedad causada por alta humedad:

1. Ubique el grupo electrógeno en un horno que no esté a una temperatura superior a 85 °C (185 °F) durante 4 horas.
2. Use una cabina de lona alrededor del grupo electrógeno y lámparas de calentamiento para aumentar la temperatura. Proporcione una abertura en la parte superior de la lona para liberar la humedad.
3. Haga pasar una corriente de bajo voltaje a través de los devanados para aumentar la temperatura de los devanados a 85 °C (185 °F)

10.6. Población y Muestra

El área de servicios generales tiene a su cargo dos generadores de 100 y 250 KVA respectivamente, los cuales están distribuidos de la siguiente manera:

- Generador de 100 KVA está asignado como planta de emergencia para el edificio del centro de capacitación NIMAC.
- Generador de 250 KVA está asignado como planta de emergencia para el edificio de taller de servicio.

10.7. Ficha Maestra

Nicaragua Machinery Company cuenta con un registro digital de los datos técnicos del equipo de generación, a continuación, proporcionamos ficha técnica para las unidades de 150 KVA y 250 KVA.

FICHA TECNICA GENERADOR 250 KVA	
Modelo	3306B
Serial	B8D01357
Conexión	120/240 Monofásico
Aplicación	Stand by
Capacidad N	125 KVA
Capacidad Neta	100 KW
Motor	CAT
Serie	EPS01439
No. de Cilindros	6
Orden de Tiempo	1-5-3-6-2-4
Carrera	152.4 mm - 6 in
Calibre	12.7 mm - 4.75 in
Aceite de Motor	15W40
Capacidad de Llenado	7 gal
Refrigerante	ELC Larga Duración
Capacidad de Llenado	13 gal



Tabla 4. Ficha Maestra. Fuente: Propia

FICHA TECNICA GENERADOR 100 KVA	
Modelo	GEP 110-4
Serial	LEW00839
Conexión	120/240 Monofásico
Aplicación	Stand by
Capacidad N	125 KVA
Capacidad Neta	100 KW
Motor	Perkins
Serie	B504238W
No. de Cilindros	4
Orden de Tiempo	1-3-4-2
Carrera	127 mm - 5 in
Calibre	105 mm - 4.1 in
Aceite de Motor	15W40
Capacidad de Llenado	4 gal
Refrigerante	ELC Larga Duración
Capacidad de Llenado	4 gal



Tabla 5. Ficha Maestra. Fuente: Propia

10.8. Elaboración de la Rutina de Mantenimiento

Este programa se establece de acuerdo a la aplicación y ciclos de operación de los generadores, los cuales para estos equipos se establece de la siguiente manera:

- Aplicación: Stand By
- Ciclos de operación: Debido a la aplicación de estos equipos sus ciclos de trabajos se reducen al mínimo de horas en periodos largos de tiempo, debido a que solo entran a trabajar cuando no hay energía comercial.
- Se tomará como parámetro de ejecución de servicios cada seis meses (250 hrs) y así sucesivamente, es decir los próximos seis meses luego de dicho servicio se ejecutará uno de 500 hrs.

GENERADORES									
INFORMACION GENERAL									
MODELO:		CLIENTE:		OT:					
SERIE:		TIPO DE PM:		FECHA:					
HOROMETRO:		UBICACIÓN:		MARCA:					
ACTIVIDADES A REALIZAR	INTERVALOS								RECOMENDACIONES/OBSERVACIONES
	250 Hrs	OK	500 Hrs	OK	1000 Hrs	OK	2000 Hrs	OK	
SISTEMA ELECTRICO									
Conectar herramienta para revisar, registrar y limpiar codigos			*		*				
Revisar batería y terminales			*		*				
Resocar soporte de batería			*		*				
Revisar calentadores			*		*				
Revisar caja de fusibles			*		*				
Funcionamiento de motor de arranque			*		*				
Funcionamiento de luces			*		*				
Inspeccionar visual y conexión de sensores			*		*				
Revisar alternador			*		*				
Revisar cableado general			*		*				
CABINA									
Revisar/Limpiar filtro de aire acondicionado									
Reemplazar filtro de aire acondicionado									
Verificar funcionamiento del aire acondicionado									
Verificar funcionamiento de controles			*		*				
Inspeccionar indicadores de servicio y alarmas			*		*				
Revisar panel de instrumentos			*		*				
Revisar vidrios, puertas y empaques			*		*				
MOTOR									
Calibrar holguras de válvulas del motor							*		
Reemplazar empaque de tapa de válvula							*		

INFORME DE SERVICIO					
ORDEN DE TRABAJO			FECHA	UBICACION	
EQUIPO		MODELO		SERIE	
CONTROL DE CAMPO					
FECHA	HR. LLEGADA	HR. SALIDA	NOMBRE Y FIRMA DEL TECNICO		
CAUSAS PROBABLES DE FALLA			D. NORMAL	M. OPERACION	OTRA
DESCRIPCION DEL TRABAJO					
CONTROL DE ENTREGA Y/O INSTALACION DE PARTES					
CANT	UNIDAD	No PARTE	DESCRIPCION		
FIRMA DEL TECNICO			FIRMA DEL SUPERVISOR		

11. CONCLUSIONES

El mantenimiento se considera como una actividad sin mayor relevancia para equipos auxiliares, pues solo llama la atención cuando ocurren fallos, dichos fallos a su vez, suponen un gasto y es por ello por lo que el mantenimiento lleva consigo la idea errónea de ser un coste para la compañía, cuando realmente debería considerarse como una inversión a largo plazo.

Una buena planificación del mantenimiento de los equipos, conjunto a una buena ejecución del servicio lleva consigo un incremento en la vida útil de las máquinas, reduciendo así la necesidad de tener que renovar los bienes activos.

El Mantenimiento preventivo constituye una actividad esencial para alcanzar altos grados de eficacia en los sistemas productivos de la empresa y así garantizar la ventaja competitiva tanto en los productos como en los servicios ofrecidos. Esa ventaja competitiva supone un valor añadido a la empresa ya que contar con los mejores recursos garantiza ese plus de confort y seguridad tanto a los clientes como a los colaboradores de que las actividades o trámites se vayan a desarrollar de manera fluida y sin interrupciones, además de lo que supone en ahorro el hecho de mantener las condiciones mecánicas de los equipos al 100%, un mantenimiento a tiempo evita gastos considerables en reparaciones correctivas y paros no programados.

Los equipos e instalaciones de una industria están sometidos a varios tipos de mantenimiento, que pueden ser correctivo, predictivo o preventivo, cada uno de estos son aplicables en la proporción que este lo requiera, NIMAC, como tal ha dado el primer y más importante paso, que es abrir la puerta a un programa de mantenimiento, en este caso preventivo por la razón que se explica en el apartado número 4, en el presente se habla de modelos de mantenimiento que se aplican a los diferentes equipos; estos modelos proponen metas claras y precisas, enfocados a los ejes funcionales de la empresa, la planeación y programación del mantenimiento tiene la finalidad de trazar un proyecto que contenga las acciones a realizarse para el desempeño de la industria; es fundamental saber hacia dónde se va como empresa, es por esto que se

programa incluyendo las tareas según el desempeño de cada elemento y se documenta con el propósito de analizar cuanto mantenimiento se realiza.

El análisis de fallas y su criticidad dan luz al planeador para tomar decisiones que contribuyan al buen funcionamiento, rendimiento y más que todo que minimice el costo al aplicar el mantenimiento a tal o cual elemento.

12. RECOMENDACIONES

1. Evaluar la información facilitada permitirá establecer las pautas y el principio de un buen mantenimiento preventivo. Nimac cuenta con ficha maestra para cada equipo en la cual se detallada todas las especificaciones técnicas de los mismo, archivos de los mantenimientos realizados, sin embargo. No hay un registro historio de dichos servicios que permita establecer los periodos de ejecución y anticipar mantenimientos de relevancia que eviten poner en riesgo la operatividad de los equipos, de modo que será vital desarrollarlo cuanto antes.
2. La información encontrada les permite establecer las pautas para la implementación de un mantenimiento preventivo, en el cual se podrá llevar un registro y control efectivo de las actividades y ciclos de mantenimiento para cada equipo.
3. Actualmente el área de servicios generales de la empresa NIMAC no cuenta con inventario de herramientas para la ejecución de mantenimiento preventivo, por lo cual se les proporciona una lista de herramientas e insumos a utilizar para la ejecución de este servicio, tomando en cuenta las características técnicas de cada equipo.
4. Establecer normas de seguridad: uniforme, calzado, gafas de seguridad, áreas previamente establecidas para la ejecución de los servicios, rotular puntos específicos y de acceso restringidos para el caso de la subestación, serán indispensable para la buena ejecución de los servicios y seguridad del técnico, actualmente el área de servicio generales no tiene establecido un control de seguridad para este servicio, es por ello que en este documentos se detallan los equipos que deberá utilizar el técnico de servicio para la realización del mantenimiento.
5. La planeación del mantenimiento preventivo para la recolección de información se basó en el informe de servicio, tomando en consideración especificaciones técnicas de cada equipo, ciclos de trabajo y el periodo de mantenimiento establecido. Se trabajará con la Ficha maestra y hoja de vida

establecidas por el área de servicios generales, los cuales le facilitan un mejor control financiero de los equipos.

6. La planeación del mantenimiento preventivo se programa tomando en consideración la aplicación de cada equipo, para los generadores la aplicación (stand by) se establece un periodo de mantenimiento de: cada seis meses. Para los aires acondicionados, ciclo de trabajo de ocho horas diarias, se establecerá un periodo de mantenimiento de cada dos meses. Para la subestación eléctrica se establecerá el programa de periodos de mantenimiento recomendado por ENATREL (Semanal, Mensual, Semestral y Anual)
7. La creación del área de mantenimiento preventivo en Servicios Generales, la cual se encargará de ejecutar y monitorear los servicios programados para cada equipo propuesto en este documento, permitirá tener control absoluto de las actividades establecidas, y un mejor manejo de los recursos tanto económicos – mano de obra para cada equipo.

13. BIBLIOGRAFIA

BOUCLY, F. (1999). Gestión de mantenimiento. Madrid: AENOR.

Everett E. Adam Jr, E. R. (1991). Administración de la Producción y las Operaciones. Mexico: Pearson Educación.

Pastor Tejedo, A. C. (1997). Gestión Integral del Mantenimiento. Marcombo: Boixareu Editores.

Sacristan Rey, F. (2001). Manual del Mantenimiento Integral en la Empresa. Madrid: Fundación Confemetal.

14. ANEXOS

Aires acondicionados.

Datos técnicos				
Número de serie	0715E00724		Modelo	24ABC636A300
Carga de Fábrica	6.75 lb		Refrigerante	R140A 3.06 Kg
Sub-enfriador interior	10 F		Motor de ventiladores	Al aire libre
Compresor	1		Voltaje	208/230
PH	3		HZ	60
RLA	147.5		LRA	690
Medidor de presión de prueba				
Hi	480	PSI	(3310 Kpa)	
Lo	225	PSI	(1620 Kpa)	
Apto para uso al aire libre				
Sistema de carga por instrucciones de instalación				

Aires Acondicionados



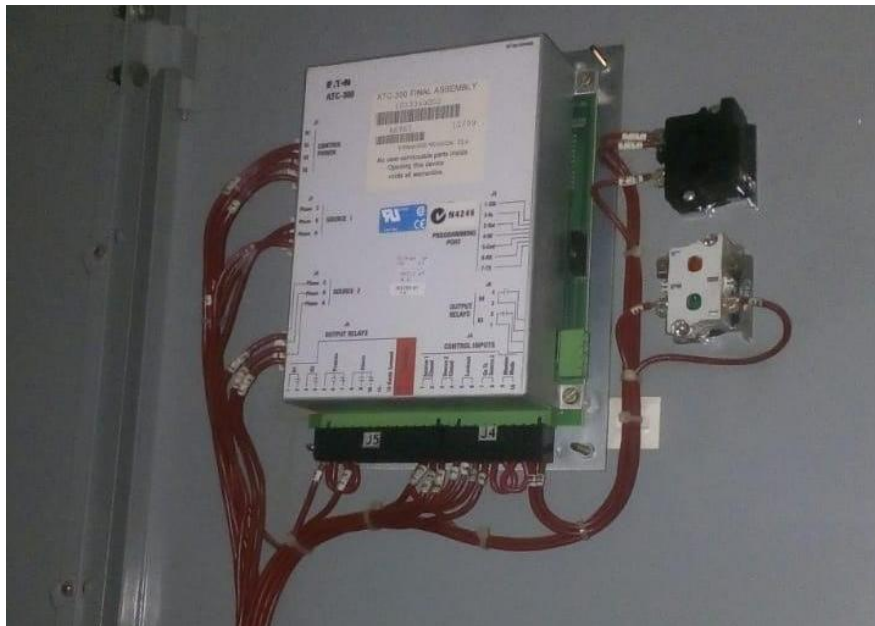
Sub Estación eléctrica



Transformador de 500 KVA, conexión estrella delta



Trasferencia ATS 800A



Banco de capacitor para rectificar la salida de voltaje



Dos bloques de tres entradas y un bloque de tres salidas. El segundo bloque de entrada es cuando se va la energía comercial, hace el cambio de fase y entra a trabajar la planta de emergencia.



Main principal de entrada y dos interruptores de salida.



Main del panel solar es completamente independiente y trabaja en bajo voltaje 110V para luminarias y toma corrientes de oficina.

Plantas de Emergencia de 250 KVA y 100 KVA

Datos técnicos

Description
VENTA DE GRUPO ELECTROGENO
MARCA: OLYMPIAN
NO ID: NAAI12042
SERIE NO: LEW00839
MODELO: GEP110-4
SERIE MOTOR: B504238W
MOTOR: 2634
VENTA DE INTERRUPTOR DE TRANSFERENCIA AUTOMATICA
MARCA: ASCO
NO ID: NZZI05019
SERIE NO: 309605-006
MODELO: ATS-400
INVOICE TOTAL



Grupo de Paneles Solares



Banco de Baterías por celdas del panel solar

Símbolos

Symbol	Description	Symbol	Description	Symbol	Description	Symbol	Description
	ALARM SILENCE		SERVICE HOURS		SYSTEM AUTO ENGINE START		HOT SURFACE
	RAISE		STARTING AID - ETHER		OVERSPEED		NO SERVICE READ MANUAL
	LOWER	AUT	AUTOMATIC		FAIL TO START, OVERCRANK		ENGINE COOLANT PRESSURE HOT SURFACE
	ON	MAN	MANUAL		AMMETER VOLTMETER PHASE SELECTOR SWITCH		
	OFF		SYSTEM NOT IN AUTOMATIC START MODE		GENERATOR SYNCHRONIZING INDICATOR		
	ENGINE STOP		ENGINE RPM, ENGINE START, OR ENGINE RUN		HIGH VOLTAGE		

Symbol	Description	Symbol	Description	Symbol	Description	Symbol	Description	Symbol	Description
	WARNING		OIL FILTER		LOW FUEL LEVEL		LOW COOLANT TEMP		ENGINE INTAKE AIR DAMPER CLOSED
	DO NOT LIFT		OIL PRESSURE		FUEL FILTER		LOW COOLANT LEVEL		SYSTEM BATTERY VOLTAGE
	LIFTING		LOW OIL PRESSURE		DIESEL FUEL		ENGINE COOLANT FILL		LOW BATTERY VOLTAGE
	LAMP TEST		LOW OIL LEVEL		DIESEL FUEL FILL		COOLANT DRAIN		BATTERY CHARGER MALFUNCTION
	PANEL ILLUMINATION LIGHT		OIL DRAIN		COOLANT TEMPERATURE		COOLANT FILTER		ADJUSTABLE LOW-HIGH
	AC VOLTS		EMERGENCY STOP		HIGH COOLANT TEMP		REVERSE POWER		ALARM

Glosario

Accionar - El accionamiento se refiere a poner algo en movimiento.

Corriente alterna (CA) - La corriente alterna es una corriente eléctrica que invierte la dirección a intervalos regulares. Los intervalos son (50 veces por segundo en 50 Hz o 60 veces por segundo en 60 Hz).

Ánodo - Un ánodo es el extremo positivo de un diodo o el extremo positivo de un rectificador.

Rectificador de bloqueo - Un rectificador de bloqueo permite el flujo de corriente continua en un solo sentido.

Empernado - Un dispositivo empernado usa un perno para sujetar dos o más piezas juntas.

Puente - Un puente es un circuito que se usa para medir valores pequeños de corriente, voltaje o resistencia.

Rectificador de puente - Un rectificador de puente es un circuito que se usa para cambiar corriente alterna (CA) a corriente continua (CC).

Acumulación - Una acumulación es un aumento gradual de voltaje.

Cátodo - Un cátodo es el extremo negativo de un diodo o el extremo negativo de un rectificador.

Capacitancia - Capacitancia es la capacidad de almacenar una carga eléctrica.

Capacitor - Un capacitor es un dispositivo que almacena una carga eléctrica.

Disyuntor - Un disyuntor es un interruptor automático que se usa para abrir un circuito.

Corriente circulante - Corriente circulante es el flujo de corriente entre dos o más generadores que están funcionando en paralelo. Corriente circulante es también el flujo de corriente entre dos o más generadores que están conectados en paralelo por una línea de la compañía eléctrica.

Conducir - Conducir se refiere a permitir el flujo de corriente.

Regulación de voltaje constante - Regulación de voltaje constante es uno de los dos métodos de regulación de voltaje. Para mantener el voltaje de línea, los reguladores de voltaje constante permiten que el campo se fuerce hasta el punto

de saturación. Esto permite que se sobrecargue el motor. En aplicaciones de carga grande en bloque, es posible que el motor no se recupere.

Continuidad - La continuidad proporciona una ruta para el flujo de corriente.

Control - Un control es un dispositivo que controla otro dispositivo. Un control es también un circuito que controla un dispositivo.

Compensación de corriente cruzada - Compensación de corriente cruzada es un método que se usa para igualar la potencia reactiva.

Transformador de Corriente (CT) - Un transformador de corriente se usa para reducir una corriente de línea más alta.

Corriente continua (CC) - Corriente continua es el flujo de corriente que se mueve en sólo un sentido en un circuito dado.

Amortiguar - Amortiguar se refiere a disminuir la amplitud de una señal.

DEAC - Refrigerante/anticongelante para motor diesel

Des energizada - Una entrada des energizada se refiere a parar la corriente que va a un componente.

Devanado de distribución - Los devanados de distribución van de un extremo a otro extremo del núcleo. Estos devanados están dispuestos en grupos ubicados en varias ranuras.

Caída - La caída se refiere a una reducción.

Carga electrostática - Carga electrostática es la electricidad causada por el voltaje inducido y la carga almacenada.

Energizada - Una entrada energizada se refiere a activar un dispositivo.

Factor de carga del motor - Se utiliza para leer y programar un porcentaje de carga del motor a la velocidad actual del motor. El cálculo se basa en el régimen actual del combustible, el régimen de combustible a velocidad en vacío (sin carga) y el régimen nominal de combustible.

Constante de - Un excitador proporciona corriente continua (CC) a los devanados inductores del generador.

Excitación - Excitación es la corriente continua controlada (CC) que se usa para producir un campo magnético.

Campo - Un campo es una línea de fuerza magnética que rodea un conductor. El flujo de corriente en el conductor causa esta fuerza.

Devanados inductores - Devanados inductores son muchas vueltas de cable enrolladas alrededor de un núcleo de hierro. Cuando la corriente continua (CC) fluye a través de los devanados inductores, se produce un campo magnético. Este campo magnético es comparable al campo magnético de un imán de barra.

Destello - El centelleo es el proceso de poner corriente continua desde una fuente externa a los devanados de campo. Este proceso hace que el generador produzca un voltaje de salida.

Flujo - Flujo se refiere a las líneas de fuerza magnética.

Frecuencia - Frecuencia es el número de ciclos que se completan en un segundo. La unidad de frecuencia es el hercio (Hz). 1 Hz es igual a 1 ciclo por segundo.

Régimen de combustible según el factor de carga del motor - Este parámetro se usa para medir la carga del motor según el consumo de combustible. Esta carga del motor indica la carga total en el motor. Cuando el motor está funcionando en modalidad solamente diésel a la velocidad nominal, el factor de carga del motor será igual al factor de carga del motor de porcentaje basado en el régimen de combustible.

Rectificador de onda completa - Un rectificador de onda completa cambia la fase positiva y la fase negativa de corriente alterna a corriente continua.

Ganancia - La ganancia se refiere a la relación entre la magnitud de entrada y la magnitud de salida.

Compuerta - Una compuerta es un componente electrónico de un rectificador controlado (tiristor).

Generar - La producción de electricidad.

Factor de carga del generador - La relación entre la carga promedio y la carga máxima en un período especificado. La carga promedio se divide por la carga máxima.

Potencia aparente total del generador - El producto del voltaje multiplicado por el flujo de corriente total que se expresa en términos de VA o kVA.

Potencia real total del generador - El producto del voltaje multiplicado por el componente de la corriente total que está en fase con el voltaje se expresa en W o kW.

Conectado a tierra - Un dispositivo está conectado a tierra haciendo una conexión a tierra. Un dispositivo se puede conectar también a tierra haciendo una conexión a un componente que esté conectado a tierra.

Hercios (Hz) - El hercio es la unidad de frecuencia. 1 Hz es igual a 1 ciclo por segundo.

Humedad - Humedad es el contenido de agua que hay en el aire.

Impedancia - Impedancia es la resistencia a la corriente alterna.

Modulación de impulsos - La modulación de impulso cambia las siguientes características de una onda: amplitud, frecuencia y fase. La modulación de impulso se logra imprimiendo una onda sobre otra que tenga propiedades constantes.

Inducir - Esto se refiere a la transmisión de corriente de un dispositivo a otro dispositivo. La transferencia se hace por medio de un campo magnético o eléctrico.

Interferencia - Interferencia es una mezcla indeseada de señales eléctricas. La interferencia se asocia con el ruido eléctrico.

Internamente Excitado (IE) - Se trata de un sistema de excitación basado en dos devanados auxiliares integrados en el devanado del estator principal que suministran corriente únicamente al regulador de voltaje.

Instrumentación - Instrumentación es un grupo de instrumentos que se usan para medir una función del sistema.

Aislado - Un dispositivo aislado es un dispositivo que está cubierto por un material no conductor.

KVA - Abreviatura de kilo voltamperios. KVA es un término que se usa en la clasificación de dispositivos eléctricos. Para calcular la clasificación de KVA de un dispositivo, se multiplica la salida nominal (amperios) por el voltaje de operación nominal.

KVAR - Kilo voltamperios reactivos se abrevia como KVAR. Los KVAR están relacionados con la potencia reactiva que fluye por un sistema de energía eléctrica. La potencia reactiva no carga el motor del grupo electrógeno. La potencia reactiva causará una pérdida térmica en el generador.

Regulación de KVAR - La regulación de KVAR es uno de los dos métodos que se usan para regular la salida de potencia reactiva. Independientemente de cuál sea la salida de potencia real del generador, el regulador de voltaje hace que el generador produzca un valor constante de KVAR. En este caso, el factor de potencia del generador cambiará cuando cambie la salida de potencia real. La regulación de KVAR se usa cuando el generador se conecta en paralelo con un bus infinito (suministro). La regulación de KVAR se usa cuando no es posible cambiar el voltaje del sistema.

Kilovatios (kW) - Kilovatio es la clasificación eléctrica del generador. 1 kW es igual a 1.000 W. La potencia real se mide en kilovatios.

Conductor - Un conductor es un cable.

Voltaje de línea - El voltaje de línea es el voltaje de salida del generador que se mide entre los conductores de generador (fases).

Bloqueo - Ocurre un bloqueo cuando un contacto se cierra para mantener un dispositivo en un estado energizado.

Desconexión - Ocurre una desconexión cuando un contacto se abre para mantener un dispositivo en un estado des energizado.

Magnético - Un dispositivo magnético es un dispositivo que tiene las características de un imán.

Magnificación - La magnificación se refiere al agrandamiento de un artículo.

Módulo - Un módulo es un conjunto de componentes y circuitos electrónicos.

Humedad - Es la presencia de agua.

Ventilación Abierta del Cáster (OCV) - Se trata de un método para eliminar la neblina de aceite que generan los vapores del motor y hacer regresar el aceite líquido al cáster. Para la OCV se usa un tipo específico de filtro

Oscilación - Oscilación es el flujo de electricidad que cambia periódicamente de sentido o magnitud.

Imán Permanente (PM) - Un imán permanente proporciona el magnetismo inicial que se requiere para arrancar un generador de Imán Permanente y Excitación Piloto (PMPE).

Imán Permanente de Excitación Piloto (PMPE) - Un generador PMPE recibe potencia para el regulador de voltaje de un excitador piloto. Un generador PMPE consta de un imán permanente y un excitador piloto.

Regulación de PF - La regulación de PF es una de las dos formas de regular la salida de potencia reactiva. La regulación de PF se usa cuando el generador se conecta en paralelo con un bus infinito (suministro). La regulación de PF se usa cuando no es posible controlar el voltaje del sistema.

Devanado de fase - Un devanado de fase es un grupo de bobinas del estator del generador. La energía eléctrica para una fase de la carga se induce en el devanado de fase.

Polaridad - Polaridad se refiere a las características positivas o negativas de dos polos.

Factor de Potencia (PF) - Factor de potencia es la relación de potencia aparente (kVA) a potencia total (kW). El factor de potencia representa la porción de la corriente que está haciendo trabajo útil. El factor de potencia se expresa como un número decimal entre 0 y 1.

Pulsante - Pulsante se refiere a las características de corriente que son similares a la vibración mecánica.

Supresión de radio - La supresión de radio reduce la amplitud de la interferencia de radiofrecuencia.

Compensación de caída reactiva - La compensación de caída reactiva es uno de los dos métodos que se usan para igualar la potencia reactiva. En compensación de caída reactiva, el regulador de voltaje hace que la salida de un generador individual cambie en proporción a la corriente reactiva. Esta corriente reactiva se mide con un transformador de corriente.

Potencia reactiva - La potencia reactiva fluye entre los devanados inductivos del generador. Estos devanados forman parte de la carga eléctrica. La potencia

reactiva no realiza ningún trabajo útil en la carga eléctrica. La potencia reactiva aplica carga solamente al generador que limita la capacidad del generador.

Alternio - Un movimiento alternio es un movimiento que se mueve primero en una línea recta en un sentido. El sentido de este movimiento varía después 180 grados.

Rectificador - Un rectificador es un circuito de diodo que convierte corriente alterna (CA) en corriente continua (CC).

Potencia regenerativa - La potencia regenerativa funciona en oposición a la potencia primaria.

Restablecer - Un reajuste vuelve a poner un interruptor en condición de actuar. Además, un reajuste vuelve a poner un circuito en condición de actuar.

Magnetismo residual - Magnetismo residual es una cantidad pequeña de magnetismo que permanece en un dispositivo después de eliminar la excitación.

RFA - Un RFA es un conjunto inductor giratorio.

Rectificador giratorio - Un rectificador giratorio está montado en una placa de un eje del generador. Esta placa gira con el eje del generador.

Rotor - Un rotor son los devanados giratorios de un generador.

Reactor saturable - El reactor saturable tiene características similares a las de una válvula. A medida que cambia la carga, se abre una válvula para proporcionar más corriente a la salida. Una válvula se cierra para proporcionar menos corriente a la salida.

Saturado - Se ha saturado un dispositivo cuando el dispositivo se ha magnetizado en exceso. Cuando se produce la saturación, un aumento grande de corriente causa un aumento pequeño de fuerza magnética.

SCR - Un SCR es un rectificador controlado por silicio. Un SCR es un semiconductor.

SE - Un generador SE es un generador auto excitado. Un generador auto excitado usa una parte pequeña de la salida del generador para proporcionar corriente de excitación de vuelta al generador. Un generador auto excitado usa el campo magnético residual para arrancar.

Semiconductor - Un semiconductor es un componente, como uno de los siguientes: un transistor, un diodo y un tiristor. Los semiconductores tienen características eléctricas que están entre un conductor y material aislante.

Refuerzo en serie - Un refuerzo en serie es un accesorio que permite que la potencia del generador continúe funcionando por un corto tiempo durante una falla de línea. Este proceso permite que el disyuntor se active de forma secuencial.

Cortocircuito - Un cortocircuito es una conexión eléctrica indeseada entre dos o más componentes.

Parada - Ocurre una parada cuando se para el motor. La parada puede ocurrir manual o automáticamente.

Simultánea - Una acción simultánea se refiere a dos acciones que ocurren al mismo tiempo.

Estado sólido - Un componente de estado sólido es un componente eléctrico que no tiene piezas móviles.

Estator - Un estator son los devanados de un generador que no giran.

Aumento repentino - Un aumento repentino es una subida repentina de voltaje o corriente.

Toma - Una toma es una conexión en el punto medio de un circuito. Desde esta toma, se absorbe potencia del circuito.

Transfer (Transferencia) - Una transferencia se refiere a mover algo de un punto a otro. Una transferencia se refiere también a convertir algo de un estado a otro.

Voltaje máximo transitorio - Un voltaje máximo transitorio es una condición de alto voltaje de duración limitada.

Activación - Cuando se activa un dispositivo, se activa o se arranca el dispositivo.

Varistor - Un varistor es un dispositivo que pierde resistencia a medida que aumenta el voltaje.

Resistencia de caída de voltaje - Una resistencia de caída de voltaje es una resistencia variable. Esta resistencia se usa para controlar el cambio de voltaje.

El cambio de voltaje puede ocurrir cuando haya un generador en paralelo con otro generador. También puede ocurrir un cambio de voltaje cuando el generador esté en paralelo con una red eléctrica.

Reóstato de nivel de voltaje - Un reóstato de nivel del voltaje da una gama de control que se usa cuando se ajusta el nivel de voltaje de salida.

Regulador de voltaje - El regulador de voltaje es un circuito que detecta la salida de voltaje del generador. Se ajusta automáticamente la corriente de la bobina de campo para mantener la salida deseada.

Cresta de voltaje - Una cresta de voltaje es un valor breve de alto voltaje.

Regulación de voltios por hercio - En condiciones de carga en bloque, la regulación de voltios por hercio permite una recuperación rápida. Esta regulación mantiene un control preciso de voltaje por encima de la gama de carga normal. Esta regulación produce también una respuesta rápida del grupo electrógeno. Este control se mantiene adaptando la salida del generador al rendimiento del motor.

Devanados - Devanados son capas de cable sobre un núcleo.

Cableado - El cableado se refiere a los cables de un circuito.

Arrollado - Arrollado se refiere a estar enrollado.

Número de pieza	Herramienta	Descripción
225-8266	Grupo de amperímetro	Amperímetro de mordaza, gama de 0 a 500 amperios, CA y CC
155-5175	Sonda de CA	Sonda de CA, gama de 0 a 1.000 amperios con Multímetro 146-4080
146-4080	Grupo de multímetro digital	Digital; salida RS-232; rms reales; se usa para medir voltaje, corriente y resistencia
7X-1710	Sonda de Multímetro	Se usa con multímetro digital
4C-6500	Termómetro digital	Para medir temperatura en grados Celsius
142-5055	Grupo de prueba del material aislante	Megóhmetro, para medir la resistencia del material aislante
1H-3110	Grupo de Extractor de Cojinetes	Extractor de cojinetes/excitador, para cambiar el inducido del excitador y los cojinetes
9U-7330	Multímetro Digital	Digital; de servicio pesado; se usa para medir voltaje, corrientes, resistencia, continuidad, etc
6V-7070	Multímetro Digital	Digital; de servicio pesado; se usa para medir voltaje, corrientes, resistencia, continuidad, etc
1U-7050	Juego de llaves	Trece piezas, combinación de extremo abierto de 1/4 a 1 pulgada (estándar)
1H-3107	Grupo de herramienta empujadora arrastradora	Extractor de cojinetes/excitador, para cambiar el inducido del excitador y los cojinetes

Número de pieza	Herramienta	Descripción
N/C	Puente resistivo	Para medir resistencia de devanados
N/C	Guantes de protección	Para trabajos eléctricos, de goma, 13.800 V
		Herramientas estándar
6V-3001	Herramienta rebordeadora	Para rebordear conectores Sure Seal
8S-1075	Herramienta rebordeadora	Para rebordeado y pelado de cables de servicio pesado
1U-7322	Linterna	Según sea necesario.
8F-9866	Pistola de engrase	Para lubricar cojinetes
1S-0258	Martillo de plástico	Blando
4C-6477	Luz fluorescente	Luz de seguridad
1U-7248	Llave	Ajustable, 12 pulgadas
1U-5804	Herramienta rebordeadora	Para rebordear conectores Deutsch
1U-7230	Grupo de herramientas de mano	Destornilladores tanto Phillips como estándar, del tamaño que se necesite

8T-9293	Llave Dinamométrica	Dinamométrica, 40 a 250 pies-lb, impulsor de 1/2 pulgada
1U-7460	Juego de llaves	Allen, 1/8 a 1/2 pulgada
1U-7160	Juego de receptáculos	Nueve piezas, 3/8 a 7/8 pulgadas con montador de 3/8 de pulgada
1U-8030	Juego de receptáculos	Doce piezas, 7/16 a 1 1/8 pulgadas con montador de 1/2 pulgada
1U-7830	Juego de receptáculos	Doce piezas, 8 a 19 mm con montador de 3/8 de pulgada
1U-7880	Juego de receptáculos	Diez piezas, 16 a 26 mm con montador de 1/2 de pulgada
N/C	Aspiradora	Eléctrica con boquilla no metálica
		Materiales
4C-5522	Guantes	Para protección contra productos químicos
1U-8803	Detergente	Según sea necesario para limpieza, Hydrosolv 67
N/C	Plástico	Protección para almacenamiento prolongado
N/C	Trapos	Según sea necesario.
N/C	Agua	Para limpieza
N/C	Aire	Comprimido y seco
SEHS7332	"Etiquetas DO NOT OPERATE (No operar)"	Para proporcionar advertencias y avisos visuales