



UNIVERSIDAD JOSÉ CARLOS MARIÁTEGUI

VICERRECTORADO DE INVESTIGACIÓN

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA MECÁNICA ELÉCTRICA

TRABAJO DE SUFICIENCIA PROFESIONAL

MANTENIMIENTO PREVENTIVO DEL GENERADOR AUXILIAR

CATERPILAR MODELO 3304 DEL REMOLCADOR

TOQUEPALA

PRESENTADO POR:

BACHILLER DINO MARTÍN ZEVALLOS VILLACORTA

ASESOR

MGR. OSWALDO BRUNO FUENTES MENDOZA

PARA OPTAR TÍTULO PROFESIONAL DE

INGENIERO MECÁNICO ELÉCTRICO

MOQUEGUA – PERÚ

2021

ÍNDICE

	Pág.
ÍNDICE DE FIGURAS.....	iv
ÍNDICE DE ECUACIONES.....	vii
ÍNDICE DE TABLAS.....	viii
ÍNDICE DE ANEXOS.....	ix
RESUMEN.....	x
ABSTRACT.....	xi
INTRODUCCIÓN.....	xii
CAPITULO I: ASPECTOS GENERALES.....	1
1.1. Antecedentes.....	1
1.1.1. Ubicación.....	1
1.1.3. Gerente General.....	1
1.1.4. Situación Geográfica.....	1
1.2. Descripción de la Empresa.....	1
1.2.1. Servicio que otorga la institución.....	2
1.3. Contexto socioeconómico.....	2
1.3.1. Descripción del área.....	2
1.3.2. Instalaciones.....	3
1.4. Descripción de la experiencia	4
1.5. Cargo dentro de la empresa.....	4
1.5.1. Organigrama estructural.....	4
1.5.2. Funciones ejecutadas.....	5

1.5.3. Personal que labora.....	7
1.6. Objetivos del puesto de trabajo.....	7
1.6.1. Objetivo General.....	7
1.6.2. Objetivo Específico.....	8
1.6.3. Retos	8
1.7. Proceso del mantenimiento preventivo del generador auxiliar.....	8
1.8. Resultados concretos.....	14
CAPITULO II: FUNDAMENTACIÓN.....	15
2.1. Papel que jugaron la teoría con la practica.....	15
2.1.1. Generador eléctrico.....	15
2.1.2. Tipos de generadores.....	16
2.1.3. Ventajas de un generador síncrono.....	17
2.1.4. Propósito de mantenimiento.....	17
2.1.5. Objetivo del mantenimiento.....	17
2.1.6. Cantidad de mantenimiento.....	18
2.1.7. Tipos de mantenimiento industrial.....	18
2.2. Descripción de las acciones, metodológicas y procedimiento.....	20
CAPITULO III: APORTES Y DESARROLLO DE LAS EXPERIENCIAS.....	21
3.1. Aportes utilizando los conocimientos.....	21
3.2. Desarrollo de las experiencias.....	42
CONCLUSIONES.....	60
RECOMENDACIONES.....	60
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	61
ANEXOS.....	66

ÍNDICE DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1. Organigrama PSA Marine Perú.....	2
Figura 2. Instalaciones de la empresa PSA Marine Perú.....	3
Figura 3. Generador síncrono.....	3
Figura 4. Organigrama Estructural.....	4
Figura 5. Diagrama de flujo del plan de mantenimiento	10
Figura 6. Motor síncrono.	16
Figura 7. Grupo Electrónico Caterpillar serie 3304.	21
Figura 8. Filtro primario diesel.	23
Figura 9. Carcasa o cuerpo de motor.	24
Figura 10. Rotor o inducido.	24
Figura 11. Escobillas.....	24
Figura 12. Piñon.....	25
Figura 13. Estator.	25
Figura 14. Rele automático.	25
Figura 15. Carter.	27
Figura 16. Monoblock.....	28
Figura 17. Alternador.....	30
Figura 18. Filtro de combustible secundario.....	31
Figura 19. Switch de encendido.....	32
Figura 20. Boton de parada de emergencia.....	34
Figura 21. Indicador analogico.	35
Figura 22. Bomba lineal.....	36

Figura 23. Culata.....	38
Figura 24. Arrancador principal.....	45
Figura 28. Generador	46
Figura 29. Batería de arranque	47
Figura 30. Sistema de seguridad y control	48
Figura 31. Sistema de transferencia automática	48
Figura 32. Regulador de voltaje de la bobina excitatriz del generador Caterpillar Modelo 3304.....	49
Figura 33. Desacople parte mecánica y eléctrica del generador Caterpillar Modelo 3304	50
Figura 34. Parte eléctrica y mecánica del Generador Caterpillar Modelo 3304....	50
Figura 35. Rotor principal del generador Caterpillar Modelo 3304	51
Figura 36. Bobina del estator sin barnizar el generador Caterpillar Modelo	52
Figura 37. Rodaje del eje del rotor del generador Caterpillar Modelo 3304	52
Figura 38. Bobina del estator barnizada del generador Caterpillar Modelo	53
Figura 39. Rotor principal barnizado del generador Caterpillar Modelo 3304	53
Figura 40. Cama de estufado sistema eléctrico del generador Caterpillar Modelo 3304.....	54
Figura 41. Rodaje nuevo del rotor del generador Caterpillar Modelo 3304	54
Figura 42. Megado de la bobina del estator del generador Caterpillar Modelo	55
Figura 43. Acoplamiento del generador al motor, Caterpillar Modelo 3304	56
Figura 44. Rejillas del ventilador del generador Caterpillar Modelo 3304	56
Figura 45. Consola de instrumentación del generador Caterpillar Modelo 3304....	57
Figura 46. Calibración de válvulas de admisión y escape	57

Figura 47. Filtro de aire 4L-9851	58
Figura 48. Filtro de aceite 1R-0739	58
Figura 49. Filtro de combustible 1R-0750	59

ÍNDICE DE ECUACIONES

	Pág.
Ecuación 1. Ley de Faraday – Henry.....	16
Ecuación 2. Confiabilidad del Equipo	18

ÍNDICE DE TABLAS

	Pág.
Tabla 1. Personal que labora – remolcador Toquepala	7
Tabla 2. Ohnmiaje estator - rotor	55

ÍNDICE DE ANEXOS

	Pág.
Anexo 1	64
Anexo 2.....	65
Anexo 3.....	66

RESUMEN

El presente trabajo fue elaborado con el objetivo de describir las actividades realizadas en la empresa PSA Marine Perú. En la unidad de mantenimiento en el cargo de oficial de máquinas, desenvolviéndome eficientemente dentro del ambiente laboral en la empresa. La actividad desarrollada fue realizar el mantenimiento preventivo de los generadores auxiliares del Remolcador Toquepala, el cual consta de tres generadores de las mismas características y modelo. La función que fue realizada de atender al generador auxiliar, los servicios eléctricos del remolcador, con una tensión de 440 V ac, una frecuencia de 60Hz.

El informe describe del mantenimiento preventivo del generador auxiliar del “Remolcador Toquepala”, descripción de las piezas y técnica usada para el mantenimiento.

Palabras clave: Mantenimiento preventivo, generador auxiliar, remolcador.

ABSTRACT

This work was prepared with the objective of describing the activities carried out in the company PSA Marine Perú. In the maintenance unit in the position of machinery officer, working efficiently within the work environment in the company. The activity carried out is to carry out preventive maintenance of the auxiliary generators of the Toquepala tugboat, which consists of three generators with the same characteristics and model. The function of the auxiliary generators is to attend the electrical services of the tugboat, with a voltage of 440 V ac, a frequency of 60Hz. The work will describe the preventive maintenance of the auxiliary generator of the "Toquepala Tugboat", description of the parts and technique used for maintenance.

Keywords: Preventive maintenance, auxiliary generator, tugboat.

INTRODUCCIÓN

Los generadores eléctricos en el remolcador generan corriente eléctrica, para atender los servicios eléctricos, con una tensión de 440 V ac, con una frecuencia de 60Hz.

La red principal de distribución estará controlada a través de los cuadros principales, que a su vez son controlados desde la sala maquinas.

Uno de los componentes de los cuadros, son las barras las cuales soportan la carga máxima sin que se produzcan en ellas deformaciones ni calentamiento excesivos.

Se establecen subsecciones de potencia, por medio de interruptores divididas en secciones, el cuadro principal va dividido en secciones, subsecciones de potencia, por medio de un interruptor, lo normal es uno por cada subsección. De esta forma siempre tenemos suministro inmediato en caso falle una de ellas.

Por medio de transformadores, se obtiene la tensión de 220 v ac, a la que se conectan otros consumidores de como alumbrado, electrodomésticos. Etc

Para algunos equipos que se alimentan con corriente continua de 24 V cc, se instala rectificadores AC/CC.

CAPITULO I

ASPECTOS GENERALES

1.1 . Antecedentes

1.1.1. Razón social de la Empresa.

PSA Marine - Perú.

1.1.2. Ubicación.

Av. Paseo de la Republica Nro. 5895 Int. 501- Miraflores, Lima - Perú.

1.1.3. Gerente General.

Tarazona Soria Enrique Andres,

1.1.4. Situación Geográfica.

Los servicios brindados por PSA marine se efectúa mediante una red de sedes regionales ubicadas a lo largo de la costa peruana (PSA Marine, 2018).

1.2. Descripción de la Empresa

PSA MARINE PERÚ es un conjunto de compañías dedicadas al negocio portuario siendo propietario el Grupo Romero. fue fundada el 1 de febrero de 1994, en el puerto del Callao e inició sus operaciones el 01 de mayo de 1994 .

1.2.1 Servicio que otorga la Institución.

PSA MARINE PERÚ, se dedica al remolque de naves, carga e infraestructura marítima y portuaria y genera ganancias a través de servicios especializados e integrales, con personal calificado y motivado, convirtiéndose en colaboradores estratégicos de sus clientes, contribuyendo a su desarrollo donde opera con responsabilidad social (PSA Marine, 2018).

1.3. Contexto socioeconómico

PSA MARINE PERÚ, da prioridad a la coordinación de finanzas como los recursos gananciales, en el tiempo, en situaciones de incertidumbre, con la finalidad de crear valor para la empresa. Este desempeño económico depende de la adecuada gestión de todas las áreas de la compañía, tales como(PSA Marine, 2018).

1.3.1. Descripción del área.

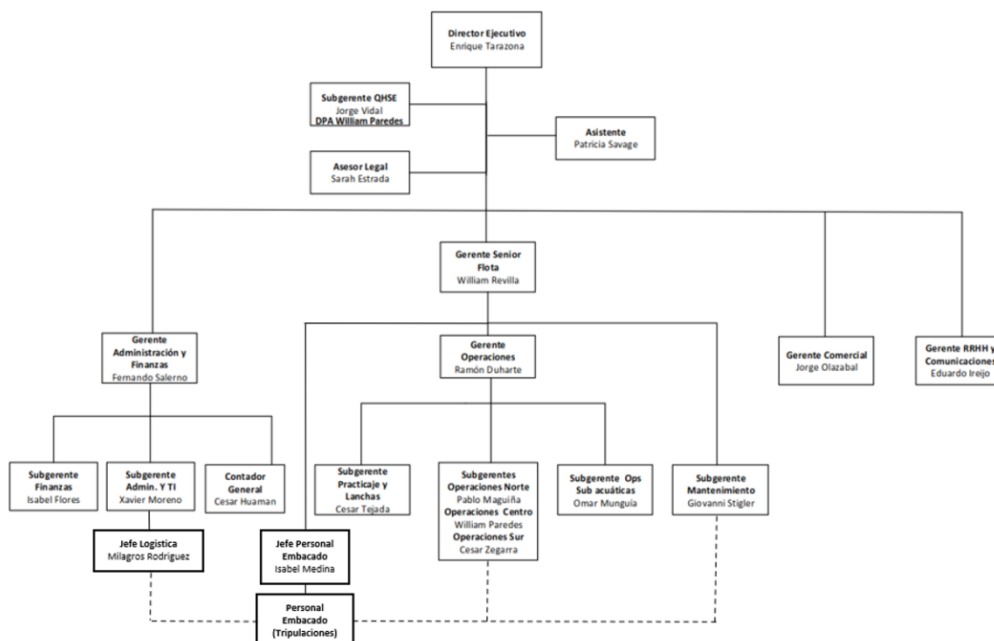


Figura 1. Organigrama PSA Marine Perú.

Fuente: PSA Marine, 2018.

1.3.2. Instalaciones.



Figura 2. Instalaciones de PSA Marine – Perú.
Fuente: PSA Marine, 2018.



Figura 3. Generador síncrono.
Fuente: PSA Marine, 2018.

1.4. Descripción de la experiencia.

PSA Marine – Perú, ofrece servicios especializados de atención de naves, carga e infraestructura marítima y portuaria, generando valor y convirtiéndose en colaboradores estratégicos de sus clientes, contribuyendo a su desarrollo y al de las áreas de influencia donde opera con responsabilidad social(PSA Marine, 2018).

Viene ofreciendo las siguientes soluciones marítimas y portuarias.

- Agenciamiento.
- Estiba y Desestiba.
- Operación de terminales.

PSA Marine - Perú Cuenta con la más completa flota de remolcadores (07) posicionados en los más importantes puertos del país.

1.5. Cargo dentro de la empresa

Oficial de máquinas en el remolcador Toquepala pertenece a PSA Marine - Perú.

1.5.1. Organigrama Estructural.

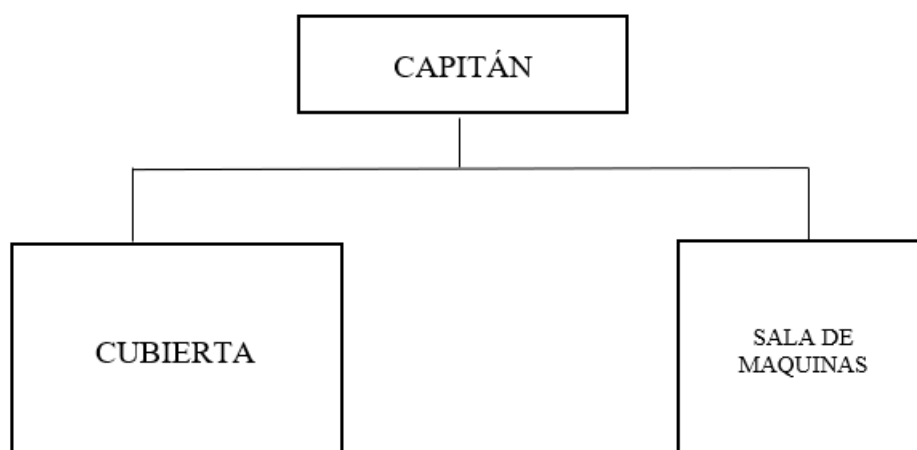


Figura 4. Organigrama Estructural

1.5.2. Funciones ejecutadas.

- El Oficial de Máquinas es el jefe de la Sala de Máquinas, y depende directamente del Capitán.
- Releva al Capitán en su ausencia.
- Tiene a su cargo: La máquina principal, máquinas auxiliares, sistema de propulsión y todo equipo y sistema eléctrico del remolcador, incluidas las estructuras del casco y maquinaria auxiliar de cubierta, especialmente cuando se encuentre involucrada la seguridad de la tripulación, la protección de la nave, o la preservación del medio ambiente.
- Responsable por la operación segura, eficiente y económica del motor principal y todos los equipos auxiliares, prestando particular atención a los requerimientos que le solicite el Capitán desde el puente durante la navegación o durante las maniobras.
- Velar por la salud ocupacional, la seguridad de la vida humana y de los bienes materiales.
- Tomará las medidas necesarias para prevenir la contaminación del ambiente, en especial del medio marino, por vertimiento de petróleo u otras sustancias contaminantes.
- En ausencia del Capitán, asume el comando en casos de emergencia como: Lucha contra incendio, hombre al agua, abandono de nave, etc.; por lo que minimizará todos los riesgos que pudieran ocasionar emergencias.

- Deberá poner especial atención para que las situaciones de riesgo de incendio, explosión u otros accidentes sean reducidas al máximo; y en particular, cuando las máquinas se encuentren en operación ó cuando se esté ejecutando faenas de combustible, faenas de agua potable, otros.
- Responsable de la faena de combustible, faena de aceite, faena de agua potable, se realizará de tal manera que no afecte las condiciones de estabilidad del remolcador y de proveer energía eléctrica al remolcador.
- Responsable de la limpieza, mantenimiento y buen orden de todos los espacios y equipos asignados; así, por ejemplo: Tanques de combustible, tanques de agua, tanques de lubricantes, manguera para faena de combustible, entre otros.
- Es el responsable de familiarizar, evaluar y supervisar al personal en prácticas.
- Es responsable de mantener vigente sus documentos personales.
- Mantener una carpeta con planos, manuales, especificaciones técnicas, y otras publicaciones editadas por los fabricantes de las máquinas a su cargo.
- Dará cumplimiento y reportará mensualmente al Programa de Mantenimiento de Rutina actualizado.
- Promover una cultura de prevención de riesgos laborales.
- Fallas y Desperfectos de la Maquinaria.- Al primer indicio de algún desperfecto de un equipo principal o auxiliar que afecte la operación del remolcador o interfiera con los equipos de navegación, el Oficial de Máquinas deberá adoptar las medidas necesarias para solucionarlo y así evitar mayores daños; debiendo informar los hechos de inmediato al Capitán del remolcador, asimismo, se comunicará con el Superintendente (o Coordinador de Remolcadores en caso

no se ubique al Superintendente) para que le brinde asistencia técnica, de ser necesario.

➤ **Inspecciones en Sala de Máquinas**

En Navegación o Maniobra: Efectuará inspecciones frecuentes y prestará especial atención a todos los instrumentos e indicadores (termómetros, manómetros, niveles de tanques de petróleo, nivel de lubricantes, revoluciones, nivel de sentinas, etc.).

En Puerto: Comprobará continua y cabalmente el correcto funcionamiento y la operatividad de toda la planta, las pruebas a la máquina se realizarán con previa autorización del Capitán. El Oficial de Máquinas deberá efectuar las pruebas y mantenimiento de las máquinas de acuerdo a las indicaciones del fabricante

1.5.3. Personal que labora.

Tabla 1

Personal que labora – remolcador Toquepala

Cargo	Nombre
Capitán mercante	Walter Camarena Guerrero
Oficial de Maquinas	Dino Martin Zevallos Villacorta
Marineros de cubierta	Victo Rojas Anticona Félix Angulo Camasca
Marinero de maquinas	Niesen Enrique Rodríguez

1.6. Objetivos del puesto de trabajo

1.6.1. Objetivo General.

Preparar el Mantenimiento Preventivo del Generador Auxiliar Caterpillar Modelo 3304 del Remolcador Toquepala.

1.6.2. Objetivo Específico.

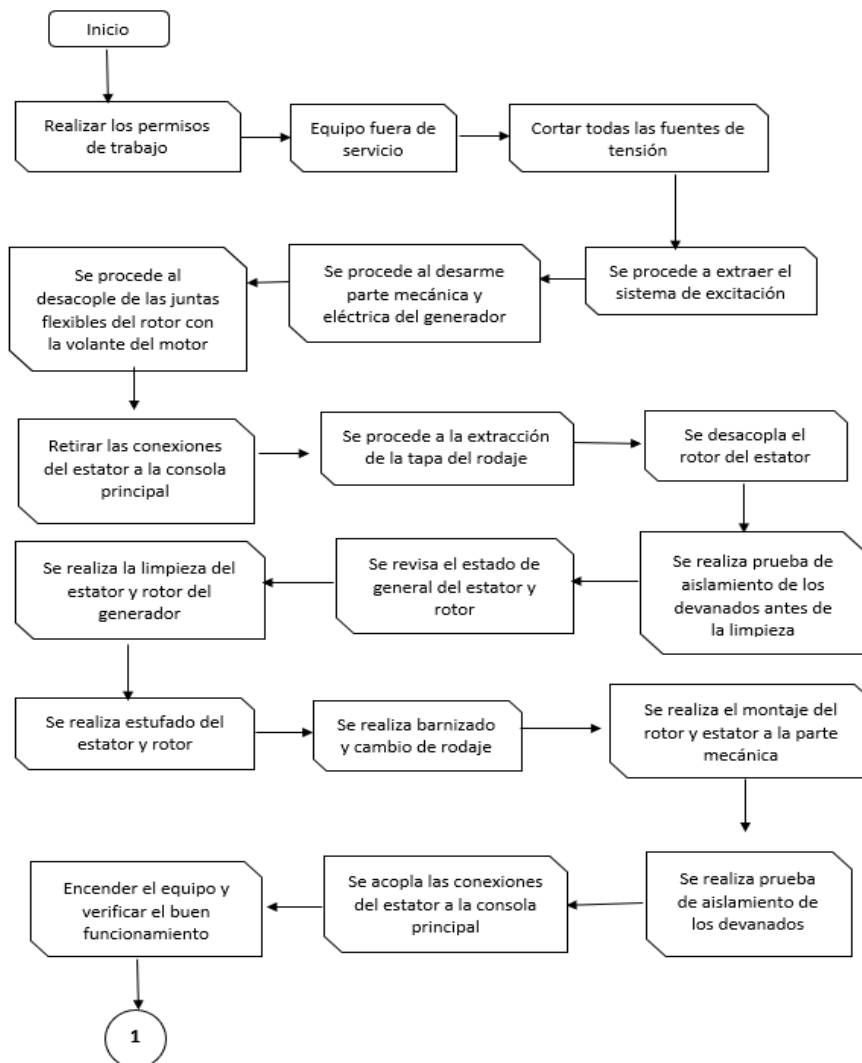
- Describir los pasos a seguir para el mantenimiento preventivo de los generadores auxiliares del remolcador Toquepala.
- Describir los distintos componentes del generador auxiliar del remolcador Toquepala.

1.6.3. Retos.

- Los retos es aplicar la inteligencia artificial para realizar las funciones de mantenimiento de manera oportuna y eficaz.
- Cero incidentes de seguridad en el trabajo.

1.7. Proceso del mantenimiento preventivo del generador auxiliar

Se explicará el proceso para preparar el “Mantenimiento Preventivo del Generador Auxiliar Caterpillar Modelo 3304 del Remolcador Toquepala.



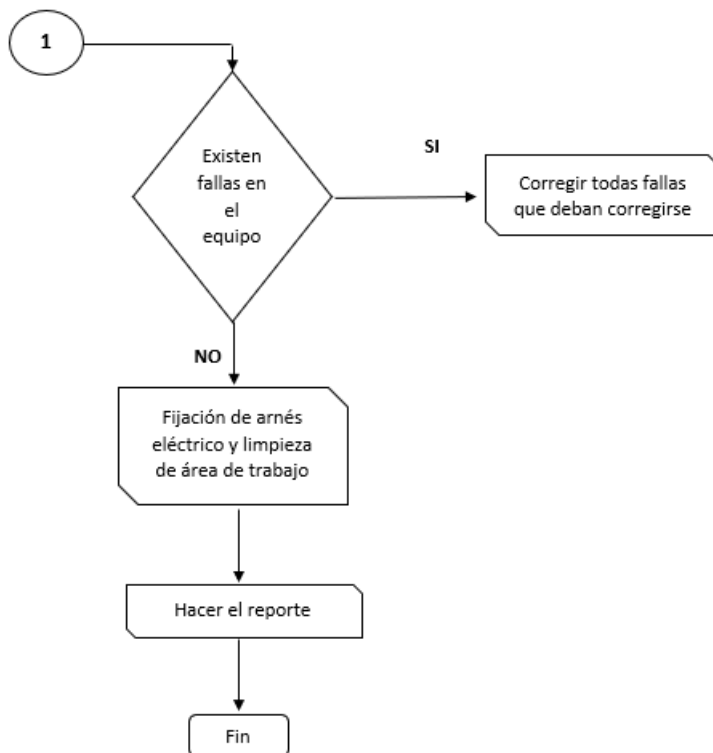


Figura 5. Diagrama de flujo del diseño del plan de mantenimiento

1.- Realizar los permisos de trabajo:

Se realiza los permisos de trabajos y los análisis de riesgo antes de realizar el mantenimiento, se realiza una charla de 5 min, al personal involucrado y también se delimita el área de trabajo.

2.- Equipo fuera de servicio.

Al equipo se le coloca su bloque y etiquetado de inhabilitado por mantenimiento.

3.- Cortar todas las fuentes de alimentación.

Se cortan todas las fuentes de alimentación de desconexión del sistema eléctrico, corte de combustible y bloqueo de la parada de emergía.

4.- Se extrae sistema de excitatriz.

Se procede a extraer el sistema de excitatriz, se deben marcar los cables y desconectar, deben ser protegidas en un lugar aislado para que no sufran daños debido a su fragilidad.

5.- Proceso de desarme de la parte eléctrica y mecánica del generador.

En el proceso de desarme se extrae los pernos de anclaje del alternador principal de la parte mecánica, utilizando llaves mixtas, dados y destornilladores, se utilizan teclas para el izado y desacople fijan las bases de la parte mecánica.

6.- Se procede al desacople de las juntas flexibles del rotor con la volante del motor. Se procede a desacoplar los pernos de anclaje del rotor a la volante del motor, ordenando los pernos según su orden.

7.- Retirar las conexiones del estator a la consola principal.

El procede a brequear el interruptor y marcar los cables según conexión de fases, se retiran los pernos de fijación con mucho cuidado para no generar grietas en los terminales de acople.

8.- Se procede a la extracción de la tapa del rodaje.

Se coloca el extractor mecánico, para poder desacoplar la tapa de la base del alternador principal.

9.- Se desacopla el rotor del estator.

Se procede a fijar los teclas en la estructura de la embarcación, se revisan las eslingas para izar el equipo y colocarlo sitio seguro, se realizan maniobras para poder extraer el rotor del generador.

10.- Se realiza prueba de aislamiento de los devanados antes de la limpieza.

Las pruebas de realizan con el MEGOMETRO, se conecta el terminal positivo del megger a una fase del devanado y el terminal negativo a tierra, aplicar 1000 vdc

durante 10 min y anotar los valores. Repetir los dos pasos anteriores para las otras fases.

11.- Se revisa el estado de general del estator y rotor.

Se efectúa una inspección visual en los devanados para poder detectar evidencia flojedad, sobre calentamiento, deterioro eléctrico, polvo, daños mecánicos, corrosión por ficción, la inspección visual tiene que ir acompañado de controles mecánicos simples, tales como golpes ligeros o a la aplicación de presión física.

12.- Se realiza la limpieza del estator y rotor del generador.

La limpieza se realiza a través de un solvente dieléctrico llamado SS-25 ecológico CHEMSEARCH compuesto por un solvente que tiene componentes de hidrocarburos alifáticos y colorados, los cuales disuelven rápidamente la grasa y la suciedad, no es corrosivo, lo cual permite una limpieza sin afectar la estructura.

13.- Se realiza estufado del estator y rotor.

El estufado se realiza a través de un horno portátil, de mantas de fibras de cerámica Nutec Ibar esta compuesta de fibras flexibles entrelazadas y tienen un alto coeficientes de aislamiento térmico.

Se comienza a calentar el motor a una temperatura que no exceda los 90 grados centígrados, hasta la resistencia de aislamiento se mantenga en un valor constante.

14.- Se realiza barnizado y cambio de rodaje.

El barniz dieléctrico que se utiliza es de secado al horno 3BSI de clase F, es un producto base de solvente a partir de resinas alquídicas libre de metales pesados.

Se aplica manualmente a través de una brocha asegurando una adecuada adherencia de todas las superficies deben estar limpias, secas y exentas de contaminación.

Para colocar el rodaje nuevo se calienta el rodaje a través de un inductor de calor para expandir el aro interior del rodaje, a una temperatura de 100 grados centígrados, para luego colocarlo al eje que medida que se enfría mayor es el ajuste.

15.- Se realiza el montaje del rotor y estator al motor.

Se procede a izar a través de tecles y eslingas el generador con el rotor en el interior para colocarlo en su base y unirlo a la parte mecánica colocando sus pernos de sujeción.

Primero se fija el flexible del rotor a la volante del motor, luego se fija la carcasa del generador a la parte mecánica a través de sus pernos de anclaje.

16.- Se realiza prueba de aislamiento de los devanados.

Las pruebas se realizan con el MEGOMETRO, se conecta el terminal positivo del megger a una fase del devanado y el terminal negativo a tierra, aplicar 1000 vdc durante 10 min y anotar los valores. Repetir los dos pasos anteriores para las otras fases.

17.- Se acopla las conexiones del estator a la consola principal.

Se procede a conectar los terminales del estator al sistema de alimentación de la consola principal según la fase que le corresponde.

18.- Encender el equipo y verificar el buen funcionamiento.

Se procede a poner en funcionamiento el generador se comprueban parámetros de la parte eléctrica y mecánica

19.- Hacer el reporte.

Se procede a realizar un reporte sobre el trabajo de mantenimiento realizado al generador.

1.8. Resultados concretos

Como parte de mi función como oficial de máquinas, hasta la fecha, es de dar mantenimiento preventivo al generador auxiliar caterpillar modelo 3304 del remolcador Toquepala según cronograma.

El grupo electrógeno caterpillar serie 3304, genera energía eléctrica a todo el sistema eléctrico del remolcador con una salida de potencia de 120 KW, estando en funcionamiento las 24 horas del día. Cabe mencionar que en el remolcador existe tres generadores Caterpillar serie 3304. Estando operativo siempre el primer generador , al entrar en falla el primer generador, entra en su remplazo el segundo generador. Si en caso se necesita mayor demanda de potencia el primer generador se lanza el segundo generador que se conecta en sincronización con el primero entrando a barras. El tercer generador se mantiene en reposo para el caso que falle uno de los otros dos generadores que están operando.

CAPITULO II

FUNDAMENTACIÓN

2.1. Papel que jugaron la teoría con la practica

Según Álvares (2012), en una relación teórico-practico que propone dos planteamientos existentes: El primero llamado científico-tecnológico y otro denominado hermenéutico-interpretativo.

La relación teórico-practico se define como un modelo “de ciencia aplicada”, concepto que debe ser aplicado en los casos prácticos. El principal objetivo es de establecer una metodología sobre la realidad.

Los conocimientos que se emplearon fueron los siguientes:

2.1.1. Generador eléctrico.

Maquinas que se usan para transformar la energía mecánica en energía eléctrica, su funcionamiento está basado en el principio físico de inducción electromagnética.

Con la ley de Faraday-Henry explica el fenómeno de inducción electromagnética(Mondragon et al., 2015).

$$\varepsilon = - \frac{d\phi_B}{dt} \dots \dots \dots [\text{Ecuación 1}]$$

Donde:

ε = Campo Magnético, (t).

$d\phi_B$ = Flujo de campo magnético, (wb).

dt = Tiempo variable, (seg).

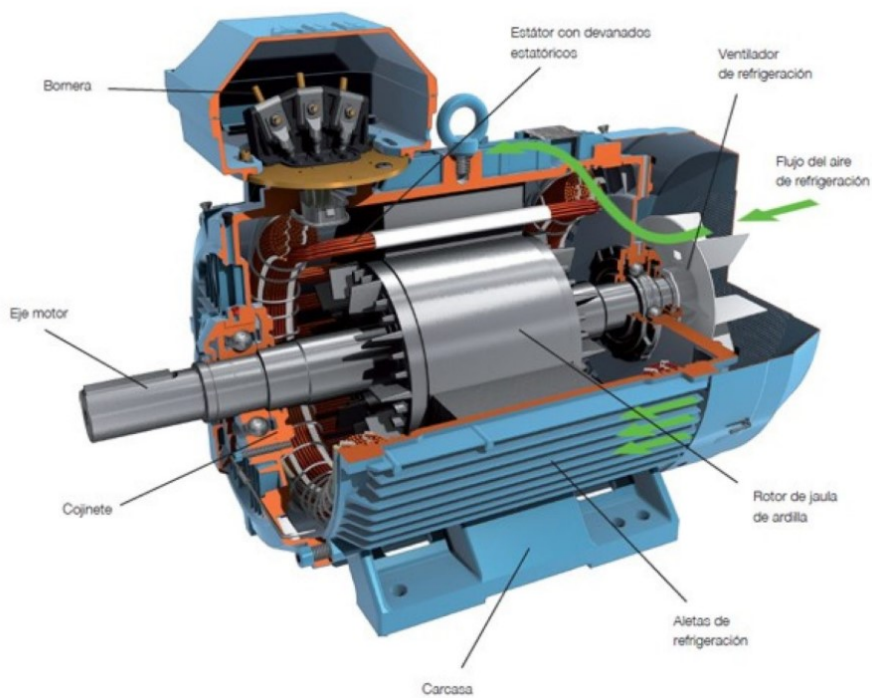


Figura 6. Motor síncrono
Fuente: Méndez, 2018

2.1.2 Tipos de generadores.

Se clasifican en síncronos y asíncronos, todos los generadores tienen un estator y un rotor. La diferencia entre motores síncronos y asíncronos se fija en el rotor.

El rotor de los generadores síncronos está conformado por un imán o electroimán, el rotor de motores asíncronos es de de jaula de ardilla o de bobinado(Mendez, 2018).

En ambos tipos de motores, el giro del campo magnético es definida como velocidad de síncrono, el motor síncrono gira a igual velocidad que el campo magnético, el generador asíncrono el rotor es un electroimán, compuesto con núcleo de hierro y un devanado de jaula de ardilla, en los generadores síncrono la turbina mueve el rotor.

2.1.3 Ventajas de un generador síncrono.

Las ventajas más importantes son las siguientes.

- El motor síncrono puede emplearse en amplia gama de velocidades.
- No usa transformadores se conecta directamente a la red eléctrica.
- Funcionan con el aumento de factor de potencia de la red.
- La velocidad de un generador síncrono es siempre constante.
- Las aplicaciones más frecuentes de los generadores síncronos es en los variadores de frecuencia.

2.1.4 Propósito del Mantenimiento.

Es mantener en operatividad con un grado de eficiencia y eficacia un activo, para mantener el equipo en funcionamiento con alta eficiencia, poner en marcha el funcionamiento del equipo; Por lo que podríamos decir que el mantenimiento es muy importante en la cantidad y calidad de la producción (Planificado, 2018).

2.1.5 Objetivo del Mantenimiento.

La disponibilidad del equipo al 100 % empleando menos recursos dentro del plazo de la garantía, cumpliendo normas de seguridad con responsabilidad.

En la definición la confiabilidad del equipo es evaluada por el tiempo medio entre fallas consecutivas (MTTF), el tiempo de paradas (MDT) cuando estas se producen por falta de mantenimiento. El tiempo de paradas incluye el tiempo

efectivo de reparación (Mantenibilidad), el tiempo de espera (MWT), soporte que es función de la organización (Planificado, 2018).

$$\begin{aligned} \text{Disponibilidad} &= \frac{MTTF}{MTTF + MDT} \\ &= \frac{MTTF}{MTTF + (MTTR + MWT)} \dots \dots \dots [Ecuación 2] \end{aligned}$$

MTTF : Tiempo medio entre fallas consecutivas, (hrs).

MDT : Tiempo de paradas, (hrs).

MWT: El tiempo de espera, (hrs).

MTTR: Tiempo Medio de Reparación, (hrs).

2.1.6 Cantidad de mantenimiento.

El mínimo periodo aplicado a las propiedades cualitativas de cada elemento el tiempo de operatividad durante el cual las propiedades cualitativas reducen en nivel, también se considera el desgaste que causa perdidas de propiedades cualitativas, por lo que podemos concluir que la cantidad de mantenimiento está relacionada con el uso de los equipos en el tiempo.

El mantenimiento como teoría es el control de condición de los equipos que lo podemos realizar mediante inspección de los sentidos y el empleo de procedimientos técnicos (Darmawan, 2019).

El mantenimiento constituye una metodología dentro de toda industria con la finalidad de corregir, remplazar o modificar, el mantenimiento significa eficiencia, calidad, reducción de costos y perdidas (Planificado, 2018).

2.1.7 Tipos de mantenimiento industrial

Según AEN, (2014), Los tipos de mantenimiento industrial son:

- a. Mantenimiento correctivo.
- b. Mantenimiento predictivo.
- c. Mantenimiento preventivo.

2.1.7.1 Mantenimiento correctivo.

Su fin es aquel es arreglar cualquier inconveniente que presente el activo y se divide en:

- a. *Mantenimiento industrial correctivo no planificado.*

Su fin es cuando se presenta un imprevisto y se realizan acciones para que la maquina regrese a su operación al 100 %.

- b. *Mantenimiento industrial correctivo planificado.*

Nos referimos al mantenimiento del que tenemos planificado con antelación, preparando con anticipación al personal técnico, accesorios, equipos, técnicos, documentación técnica.

2.1.7.2 Mantenimiento predictivo.

Requiere un plan de mantenimiento. Realiza un diagnóstico constante del equipo para analizar las variables que puedan alterarse y así poder predecir futuras averías, las mediciones tomadas son vibración, consumo de energía, temperatura comparando los valores normales de estos y evitar una avería (Termowatt, 2018).

El mantenimiento preventivo se puede dividir en:

- a. *Análisis por parámetros eléctricos.*

Mide las variables eléctricas en una maquina industrial o instalación mediante sensores, detecta las desviaciones de las fases.

- b. *Análisis de temperatura.*

Las termografías miden la radiación infrarroja de los elementos de la instalación eléctrica, los puntos de calientes pueden detectar deterioros mecánicos, sobrecargas debemos planificar inspecciones cualitativas y cuantitativas.

c. Análisis de vibraciones.

Mide la vibración de la máquina, una maquina vibra porque perdió energía, desgaste, fatiga de materiales, etc. Se presenta en maquinarias rotatorias (Predictive-sigma, s.f.).

2.1.7.3 Mantenimiento preventivo.

Consiste en auditorias calendarizadas, para la limpieza de piezas, lubricación, calibración a condiciones normales de operación para minimizar y prevenir las averías en activos, por lo que este tipo de mantenimiento se debe de calendarizar.

La metodología empleada es por recomendaciones de los fabricantes (Francor, 2018).

2.2 Descripción de las acciones, metodología y procedimiento

Para realizar el Mantenimiento Preventivo del Generador Auxiliar Caterpillar Modelo 3304 del Remolcador Toquepala, se emplean los manuales proporcionados por el fabricante del generador, que describe un procedimiento de 27 pasos.

CAPITULO III

APORTES Y DESARROLLO DE LAS EXPERIENCIAS

3.1. Aportes utilizado los conocimientos

Al llevar a cabo el mantenimiento preventivo, nos proporcionan ,un plan de mantenimiento. Este plan de mantenimiento mejoró los indicadores de tiempo de parada, tiempo de funcionamiento del equipo, en base a los historicos.Descripcion de las partes “Grupo Electrónico Caterpillar serie 3304”.Se describe cada parte del Grupo Electrogeno.

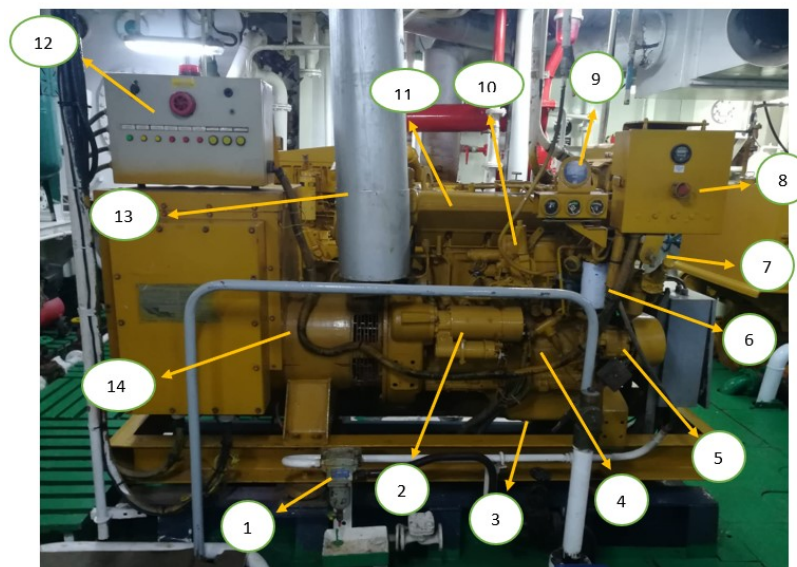


Figura 7. Grupo Electrónico Caterpillar serie 3304.

1.- Filtro primario Diesel.

El filtro de combustible FS500FG separador de agua GFC turbina serie FG equivalente a racor 500FG/500FH caudal 60 GPH para motores hasta 300 HP incluye elementos de 10 mic FS2010tm.

Logra una eficiencia de 98% de remoción de agua, y contaminantes A 2,10 o 30 micrones.

1.1. Función de la Serie gfc fs500fg.

Lo filtros tipo turbina ofrecen 3 etapas de filtración:

- a. **Separación.** La turbina separa los sólidos más pesados y el agua mediante centrifugación. Aunque la turbina no tiene ninguna parte móvil, 30% de los contaminantes con removidos en este punto.
- b. **Coalescencia.** Gotas de agua microscópicas y minúsculos contaminantes sólidos, son aglomerados mediante el efecto de coalescencia, en el deflector cónico, y son depositados en el tazón plástico.
- c. **Filtración.** Los inyectores y bombas, se benefician de casi 100% de separación de agua y filtración de contaminantes mediante la media filtrante.

1.2. Especificaciones.

Tipo: Filtro de combustible separador de agua, incluye 1 elemento FS2010TM

Elemento de Reemplazo: Utiliza un elemento tipo cartucho.

- FS2010TM 10mic (Azul) (Equivalente a Racor 2010 TM).
- FS2010TM 30mic (Rojo) (Equivalente a Racor 2010 PM).
- FS2010TM 2mic (Marron) (Equivalente a Racor 2010 SM).

Utilizar: Combustible Diesel / biodiesel 20.

Caída de presión inicial (Bar): 0.03 Bar / 0.05 Psi.

Numero de puertos:2

Conexiones: $\frac{3}{4}$ " – 16 Unf (SaeJ1926)



Figura 8. Filtro primario diesel.

2.- Arrancador.

Para iniciar una puesta en marcha el generador, por medio de un motor de arranque.

El motor de arranque se configura como receptor de la corriente del circuito a través de la batería, transformando la energía en movimiento mecánico en su propio eje, produciendo un torque de giro y se produzca el arranque del mismo.

Es una de las principales piezas para que el generador pueda funcionar y va incorporado en la carcasa. El motor de arranque proporciona un torque gracias a la corriente eléctrica y esta conectada a una fuente de 12 voltios para que así reciba la mínima tensión para su funcionamiento.

Al tener un cable se encarga de alimentar un relé que lleva incorporado cuando encendemos el contacto para arrancar.

Cuando giramos el contacto se alimenta completamente el motor de arranque, de esta mera gira el motor interno activando al mismo tiempo un piñón

que va armar con el volante de inercia, el cual hará que el generador gire y se produzca la marcha en cuatro tiempos (admisión, compresión, explosión y escape) (Auto facil, 2016).

2.1 Partes del Arrancador.

- Carcasa o cuerpo de motor.

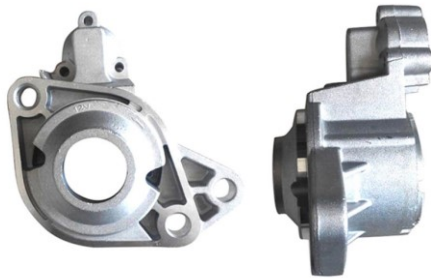


Figura 9. Carcasa o cuerpo de motor.

- Rotor o inducido.



Figura 10. Rotor o inducido.

- Escobillas.



Figura 11. Escobillas.

- Piñon.



Figura 12. Piñon.

- Estator.



Figura 13. Estator.

- Relé automático.



Figura 14. Relé automático.

3.- Carter

El Carter, es un componente cuya función es tapar para cerrar el bloque motor en la parte inferior, también protege algunas partes del motor como el cigüeñal, bielas y demás componentes.

Es utilizado como depósito para el aceite de lubricación del motor, tiene aspecto de cubeta o de una mini bañera que va sujeta al bloque motor.

Su estructura interior es fabricada de manera que cuando nuestro generador haga movimientos bruscos, el aceite que contiene el Carter va estar en constante movimiento de un lado al otro, buscando mantener el aceite al alcance de la succión de la bomba.

Las funciones que cumple son básicas, siendo la primera almacenar el aceite del motor para su lubricación de esta manera garantiza el suministro del mismo, de esta manera la bomba de lubricación succiona una cantidad de aceite necesaria para lubricar el motor correctamente.

La otra función es que se utiliza como tapa protectora y sellante para componentes importantes del motor como el cigüeñal, bielas y pistones, para evitar contaminaciones que entren del exterior al motor (Plaza, 2019).

3.1. Tipos de Carter.

Existen dos tipos de Carter en general.

a. Carter Húmedo o Convencional: Lo encontramos en una bomba de aceite que se encuentra en la parte más baja del motor, de esta manera succiona el aceite necesario para la lubricación del motor, se crea un círculo de lubricación que se repite constantemente.

b. Carter Seco: Este tipo de Carter recauda el aceite del tanque adicional, este tanque se evita que el aceite vibre en exceso por las fuerzas producidas por el

movimiento del generador gracias a las placas deflectoras. La bomba de aceite succiona el aceite del cárter con mas fuerza de la que se inyecta en el generador. De esta manera, el tanque siempre tiene todo el aceite disponible.

Una de las principales diferencias es el funcionamiento, mientras se manda húmedo el aceite directo al motor, el seco lo manda hacia un deposito auxiliar para luego mandarlo hacia el motor(CARROS.INFO, 2016).

Un sistema de cárter seco suprime el problema de suministro de aceite.



Figura 15. Carter.

4.- Monoblock

El Monoblock o bloque de motor es una de las piezas mas grandes del generador, es la pieza principal, donde se encuentran la mayoría de componentes, piezas mecánicas, trabajando en conjunto para un buen funcionamiento.

Es una pieza que viene fundida en hierro, como se indicó la pieza fundamental del motor, se encuentra entre la culata y el cárter. Este bloque debe ser sumamente rígido; Se encarga de soportar la fuerza que ejerce la combustión, la corrosión, soporta parte del calor.

En su interior tiene agujeros que se les denomina cilindros, que es donde los pistones ejercen su movimiento. El monoblock se encuentra en el chasis; está

fijado mediante soportes, en la parte superior con la culata, formando un cuerpo con los cilindros (Como Funciona, 2020).

4.1. Funcionamiento del Monoblock.

En el Monoblock lo encontramos en el cigüeñal, los pistones y la biela, a este trio se le conoce como tren alternativo. Cuando un motor trabaja por refrigeración líquida, dentro de este bloque podemos encontrar agujeros de los cilindros, orificios por donde circula el líquido refrigerante.

Encontramos un filtro de aceite adherido al bloque, además un conjunto de orificios para la circulación del lubricante.

En el monoblock encontramos, tuberías, conexiones y demás aperturas que van conectadas directamente al bloque. Como la bomba de aceite, bomba de agua, bomba de combustible y el distribuidor. Este dependiendo del modelo, también los sensores irían conectados a este bloque(Como Funciona, 2020).

4.2. Tipo de Monoblock.

El tipo de Bloque que trabaja el generador es en Línea, este tipo de bloque lo podemos encontrar en cilindros ubicados unos detrás de otro, este tipo de bloque están en generadores de gama media, la desventaja es que cuando se emplean muchos cilindros, el motor resulta muy largo, siendo poco práctico porque al juntarse con los demás componentes del motor en general se vuelve muy angosto para la reparación (Como Funciona, 2020).



Figura 16. Monoblock.

5.- Alternador

El alternador es el principal elemento del circuito eléctrico. Su función es transformar la energía mecánica en energía eléctrica de esta manera carga la batería y proporciona el suministro eléctrico al generador cuando está en operación.

Cuando funciona el generador la bobina del rotor comienza a girar y pasa de recibir energía a generarla. Siendo así la forma de autoabastecerse y proporcionar la energía necesaria que necesitan los sistemas (Autofácil, 2020).

5.1. Partes de un Alternador.

Según Autofácil (2020). Las partes de un alternador estándar están constituido por un rotor, estator, puente de rectificadores y escobillas, regulador.

a. La Polea, junto con la correa auxiliar recibe la fuerza mecánica que genera el generador con la polea del cigüeñal.

Esta unidad con el eje del alternador tiene como finalidad mover el rotor los alternadores de nueva generación, existe ventilador que ayuda a refrigerarse y este es movido a su vez por una polea.

b. El Rotor, está formado por un electroimán este produce un campo magnético inducido por la corriente que recibe desde el regulador a través de los anillos rozantes ubicados en el eje.

Cuando este campo magnético este operativo, las bobinas del estator producen la corriente eléctrica necesaria.

c. Regulador del alternador, la corriente generada por el alternador es proporcional a las revoluciones del motor, por lo tanto, necesita de un regulador de voltaje. Si no existiese este último, podría excederse de voltaje deteriorando la batería .

El voltaje del regulador depende de lo cargado que este ya la batería, y de la temperatura. Es decir, existen varios parámetros para un cuidado adecuado de la batería.

d. Estator, es el inducido y fijo del alternador. Donde se encuentra el bobinado trifásico que permite la generación de corriente eléctrica. Pudiendo ser en triangulo.

e. Puente Rectificador de Diodos, configuración encargada de transformar la corriente alterna del alternador a corriente continua (que es la necesita la batería y emplean los diferentes sistemas del generador).

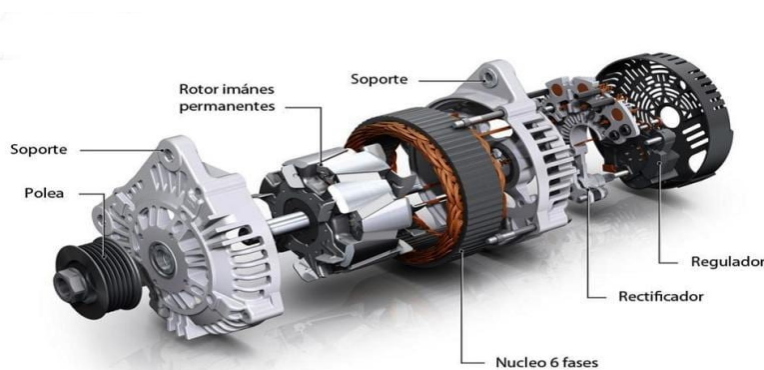


Figura 17. Alternador.

6.- Filtro de combustible secundario

El filtro secundario 1R-0750 CAT, es un filtro de eficiencia avanzada están diseñados para eliminar las partículas contaminantes pequeñas que causan el mayor daño. Con todos los filtros de combustible, se pueden eliminar algunas partículas abrasivas, pero varios filtros de la competencia no son eficaces a la hora de capturar o retener las partículas que causan el mayor daño a los componentes sensibles de los sistemas de combustible. En las pruebas de Caterpillar, se demuestra que los filtros de combustible Cat proporcionan una protección superior.

Con el filtro no solo se mejora el rendimiento, sino también que se protegen los componentes vitales, lo que resulta en una vida útil prolongada, para sumar la protección adicional, se pueden utilizar los filtros de combustible de eficiencia avanzada en lugar de los elementos de eficiencia estándar (CAT, 2016).

Los filtros de combustible Cat están fabricados con un diseño sólido de una sola pieza y un tubo central no metálico que es más limpio y más resistente que el metal, y con estos se protegen los sistemas de combustibles y los resultados finales.

Atributos:

Con los medios de filtro únicos, se ofrece una protección inigualable.

Perlas de acrílico para evitar la acumulación.

Con el trenzado en espiral, se proporciona una mejor estabilidad del pliegue y una capacidad máxima para retener la suciedad.

Con el tubo central de nailon, se previene la contaminación del metal.

Con las tapas de extremo moldeadas, se previene las fugas.



Figura 18. Filtro de combustible secundario.

7.- Switch de encendido

Este sistema descrito encontramos el Switch de ignición o también conocido como el interruptor de encendido, el cual permite encender el generador y el paso de energía a diferentes accesorios del generador se conforma de dos partes principales (ActualidadMotor, 2019).

- Accionamiento mecánico, es un registro como una chapa conformada por pines que se ajustan a la llave y otro que hace girar el mecanismo. Hay que resaltar que hoy en día muchos generadores no utilizan este accionamiento mecánico de registro, pues ahora el encendido es electrónico, lo que permite que el encendido del generador se realice a través de un botón o pulsador de encendido.
- El accionamiento eléctrico o pastilla del Switch es el contactor que permite hacer correr en sus diversas posiciones la corriente que se necesita para el funcionamiento de los diferentes componentes del generador.



Figura 19. Switch de encendido.

8.- botón de parada emergencia

Un pulsador de paro es un dispositivo de seguridad de color rojo de forma de cabeza de árbol (cabeza de seta), el cual podría ser presionado de manera manual solo cuando se presente escenarios de peligro en una maquina o sistema automatizado.

Los botones de paro tienen que ser visibles y fácilmente accesible donde puedan ser manipulados fácilmente por el operario(Paco, 2015).

De todos los botones de emergencia son los más grandes (más visibles), al ser presionados (pulsados) abren un contacto normalmente cerrado, quedando enclavado (abierto).

Los botones de paro de emergencia solo deben activarse en condiciones anormales de funcionamiento, y tienen como misión detener de manera inmediata el equipo que está en operación.

No es recomendable utilizar los paros de emergencias como paros normales en equipos automatizados, ya que estos cuentan con un sistema de botones de paro que detienen parte del proceso y un paro de emergencia detendrá de manera

inmediata golpeando los fino mecanismos de precisión perdiendo la confiabilidad de generador.

La parada del equipo debe producirse en condiciones normales de funcionamiento una vez finalizado un trabajo o una maniobra, así como en condiciones anormales de funcionamiento, cuando se presenta escenarios de peligro (emergencia) tanto para el operario como para la máquina. Los primeros antes mencionados se definen como dispositivo de parada normal, y los segundos, como dispositivo de parada de emergencia.

La función del pulsador de parada de emergencia será la interrupción (en caso de peligro) el suministro de las fuentes de alimentación de energía (corriente eléctrica, aire a presión, etcétera) de manera inmediata.

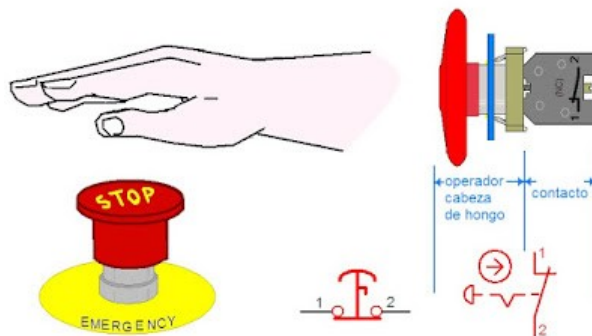


Figura 20. Botón de parada de emergencia.

9.- Indicadores analógicos

Un dispositivo analógico es aquel cuya salida varía de forma proporcional y mantiene una relación con la entrada.

Se utilizan los instrumentos analógicos en la actualidad de manera cotidiana en la industria, a pesar de que los instrumentos digitales son los más preferidos de

manera exponencial, gracias a su versatilidad y aplicaciones. Los instrumentos analógicos seguirán utilizándose durante los próximos años.

El principal funcionamiento de un indicador analógico está determinado por el tipo de sistema que utilizan al realizar la medición, usando el sistema ferromagnético para medir en corriente alterna o bien el sistema magnetoeléctrico para medir en corriente continua. , la mayoría miden en corriente alterna.

La instrumentación analógica generalmente es utilizada porque es visual, fotográfica y rápida de interpretación de los parámetros eléctricos y mecánico, por la determinación de la aguja sobre la escala, que la interpretación de una cifra numérica en un equipo digital(UNIANDDES, 2015).



Figura 21. Indicador analógico.

10.- Bomba de inyección

La bomba de inyección es un componente parte del sistema de alimentación del generador y su función es suministrar el combustible a los cilindros produciendo la combustión en el motor.

En los motores diésel, Informe la bomba de inyección es un elemento esencial se puede definir como la parte principal del motor diésel.

Para que el ciclo de combustión se realice en los motores diésel, el combustible es inyectado en la cámara en una proporción y de forma precisa para que la ignición sea eficiente y el motor pueda operar con alta eficiencia.

Funciones principales:

Su función es racionalizar el combustible en la cantidad necesaria en base a velocidad del motor en el tiempo, condiciones de carga, régimen de vueltas y en resumen dependiendo de la necesidad del motor en cada circunstancia concreta.

Como segunda función es proveer una cantidad de combustible exacta a los inyectores para que puedan procesar el combustible en la cámara de combustión.

Cualquier descalibración en la bomba implica que el motor (sobre todo en el diésel) no funcione eficientemente ya que cualquier pequeña variación de cantidad de combustible o no enviarlo en el momento adecuado provocaría que la combustión no se realice correctamente.

El generador tiene una bomba de inyección lineal, que tienen como sistema un elemento de bombeo y un embolo por cada cilindro, entonces, la bomba tendrá tanto elemento de bombeo como cilindros tenga el motor.

El elemento de bombeo y el embolo comprimen el combustible para que se inyecte a una determinada presión. Los émbolos suben y bajan por la acción del árbol de levas.

Para poder brindar la cantidad de combustible a suministrar dependiendo del momento el embolo tiene unas ranuras inclinadas y mediante un sistema que

hace girar el embolo permite variar la cantidad de combustible a suministrar dependiendo de la necesidad del motor.

Las bombas de inyección lineal consta de una válvula de descarga que está situada entre el elemento de bombeo y la tubería de alta presión que conduce el combustible a cada inyector, lo que hacen esas válvulas es cortar la inyección rápidamente, esto es fundamental ya que hay circunstancias en las que es necesario cortar la inyección bruscamente(Autonoción, 2020).



Figura 22. Bomba lineal.

11.- Culata

La culata es una carcasa que cierra las cámaras de combustión por arriba, en motores de última generación es donde se alojan las válvulas y las levas. Siendo una pieza importante de la mecánica del coche.

Es parte de las tres partes básicas de las que se componen un motor de combustión de pistones, son: la bancada, que es donde se aloja el cigüeñal movido por las bielas que van hasta pistones, el bloque motor, que es la parte media donde están las cámaras de combustión y suben y bajan dichos pistones, y por último la culata, que cierra el motor por arriba.

Partes de culata:

- Tapa de la culata: parte superior que cubre la culata y mantiene el aceite.
- Junta de la tapa de la culata: es la encargada de mantener la estanqueidad entre la tapa y la culata.

- Culata: es donde se ubican los arboles de levas, las válvulas.
- Junta de la culata: es la encargada de mantener la estanqueidad entre la culata y el bloque.
- Refrigeración de la culata.

Existen diferentes tipos de culata según el modelo de cada generador. Se pueden diferenciar según si el motor es refrigerado por aire, si tienen unas aletas para este fin y que se encuentran en algunos generadores. Si el generador es refrigerado por líquido, cuyo diseño es mucho más complejo para que el anticongelante fluya y disipe el calor homogéneamente.

Los materiales de fabricación de una culata pueden ser diversos. Las más empleadas son las culatas de acero, aluminio o de aleación.

Las culatas de acero pesan más inercia térmica. También son más baratas y resistentes al desgaste a lo largo del tiempo.

Averías.

En conjunto el bloque y la bancada, la culata constituye una estructura que tiene que aguantar las enormes presiones y temperaturas que se generan en el interior. Están unidas entre si mediante unos tornillos de gran resistencia y juntas que aseguran de que no haya ninguna fisura.

Cuando el motor se sobrecalienta, se deforma la culata perdiendo de estanqueidad por la junta de la culata. Al ser la culata sellada las cámaras de combustión por arriba es la que más sufre el exceso de calor. Por eso las culatas tienen que estar muy firmemente sujetas para que no haya problemas de estanqueidad nunca(Motor, 2019).



Figura 23. Culata.

12.- Panel de alarmas

Según la configuración del sistema de alarma, el panel de control tendrá un tamaño, una presentación determinada.

Las funciones de panel de control son de controlar, la protección y el monitoreo del motor y el alternador, las funciones básicas que son comunes a todos los sistemas son.

- Recibir información de los sensores y detectores de alarma
- Comunicación constante con la central receptora alarma, para detectar intentos de inhibición.
- En las condiciones de trabajo más extremas tiene que garantizar el control de la energía suministrada por el grupo electrógeno, aun en condiciones de trabajo más extremas.
- Detendrá el equipo y activará una alarma con un mensaje en pantalla y desactivará el interruptor por estas razones: (baja o alta tensión de generación, parada de emergencia, alta temperatura de motor, baja frecuencia, sobre velocidad, baja presión de aceite, falla de carga de batería, bajo nivel de combustible, sobre carga eléctrica del generador).
- Envío de notificaciones a la central receptora de toda la información recibida de los sensores y detectores durante un muestreo(Verisure, 2019).

13.- Múltiple de escape

El colector de escape es un complemento de tubos que recoge los gases de escape de un o más cilindros de un motor, a la salida de la culata del motor, se agrupan en un solo tubo. El colector de admisión que abastece la mezcla de aire a cada uno de los pistones.

La función del colector de escape es el flujo libre de los gases de escape, que podrían disminuir el rendimiento del motor, forzando el efecto de vacío que se produce en el instante de cierre/apertura de las válvulas de escape/admisión, el final de salida del escape atrae el aire fresco de la admisión al cilindro por los efectos de inercia, vacío, el efecto resonancia (ya que la presión dentro de la cámara de combustión se ve influida por la velocidad transmisión del sonido en el gas, que son ondas de presión , ya $\frac{1}{4}$ de onda en resonancia se tendría la mínima presión dentro de la cámara a máxima presión en el colector o tubo de escape).

Básicamente un colector de escape debe estar diseñado para aumentar el efecto de depresión que se produce cuando los gases poscombustión lo atraviesan y así favorecer la salida del cilindro de los mismos, permitiendo que ingrese más aire fresco mejorando el llenado del cilindro(Verisure, 2019).

14.- Alternador Principal

Es una máquina eléctrica rotativa que convierte energía mecánica en energía eléctrica. Gracias a la interacción de sus componentes principales: el rotor (parte giratoria) y el estator (parte estática). El generador eléctrico en operación, una parte genera un flujo magnético (inductor) para que se transforme en electricidad (inducido) (ENDESA, 2021).

Principio de funcionamiento.

Establece que el voltaje inducido en un circuito es directamente proporcional al cambio del flujo magnético en un conductor o espira. Esto significa que si tenemos un campo magnético generando un flujo magnético, genere la fuerza electromotriz (f.e.m.).

Faraday también ideó el primer generador electromagnético: el disco de Faraday. Que consiste, en un disco de cobre que giraba impulsado por una manivela situada entre los extremos de un imán con forma de herradura. El disco de Faraday demostró que se podía generar electricidad usando magnetismo. Además, abrió la puerta a los conmutadores, dinamos de corriente continua y a los alternadores de corriente.

Cuando dentro de un campo magnético tenemos una espira por donde circula una corriente eléctrica aparecen un par de fuerzas que provocan que la espira gire alrededor de su eje. De esta manera, si dentro de un campo magnético introducimos una espira y la hacemos girar provocaremos la corriente inducida. Esta corriente inducida es la responsable de la fuerza electromotriz y será variable en función de la posición de la espira y el campo magnético. La cantidad de corriente inducida f.e.m. dependerá de la cantidad de flujo magnético (también llamado líneas) que la espira pueda cortar, cuando mayor sea el número, mayor variación de flujo generará y, por lo tanto, mayor fuerza electromotriz.

El grupo electrógeno marino 3304, sin escobillas se utiliza para diversas aplicaciones marinas, la eliminación de las escobillas en el circuito de campo reduce el mantenimiento con un aumento de confiabilidad, además la eliminación de las escobillas proporciona un mayor grado de protección en atmósferas potencialmente peligrosas. Los conjuntos de grupos electrógenos se pueden utilizar para la

generación de energía eléctrica principal o para la generación de energía eléctrica auxiliar.

Especificaciones del generador

- Marca alternador Caterpillar SR 4.
- Excitado por separado del devanado auxiliar para proporcionar corriente de cortocircuito del 300% hasta 10 segundos.
- Paso 2/3.
- Numero de conductores reconectable de 12.
- Material aislante clase H.
- Clasificación IP, protección de agua IP23 (IP44 disponible para ciertos modelos)
- Regulador de voltaje de estado sólido con potenciómetro de ajuste de voltaje integral.
- Factor de potencia $\cos 0.8$.
- Conexión estrella .
- Voltaje 440 y frecuencia 60Hz.
- Velocidad 1500 a 1800 Rpm.



Figura 24. Arrancador principal.

3.2. Desarrollo de las experiencias

Al fallar cualquier componente del grupo eléctrico se solicita al almacén dicho repuesto del componente en falla, pero cuando se realiza un Overhaul programado todo el generador es llevado a las instalaciones de Caterpillar, según lo detallado a continuación.

1. Revisión de los componentes del sistema de refrigeración para encontrar cualquier fallo, se debe drenar el sistema para realizar el cambio del líquido del mismo y agregar un líquido refrigerante el cual contiene un inhibidor de corrosión, actualmente se está utilizando solo agua como líquido refrigerante, lo que no es recomendable, acelerando el proceso de corrosión y sedimentación interna del motor, se toma muestras del agua del equipo para realizar un análisis del estado actual del sistema.
2. Se cambia el filtro de agua y el filtro de combustible, el filtro del combustible es muy importante, se consulta las posiciones del filtro final y de la bomba de cebado, se purga el sistema de aire una vez reemplazado el filtro de combustible, se limpian las entradas alrededor de las entradas del filtro, se instala el filtro nuevo, se gira el filtro de combustible en la base hasta que la empaquetadura haga contacto con la misma, se aprieta el filtro $\frac{3}{4}$ de vuelta más a mano.



Figura 25. Sistema de combustible

3. Se reemplaza el aceite y los filtros, a medida que el aceite se enfría las partículas se depositan en el fondo del cárter o del colector de aceite, se drena el cárter con motor parado y aceite caliente, este procedimiento permite drenar las partículas suspendidas en el aceite.

Se abre la válvula de drenaje del cárter, se quita los tapones de drenaje del cárter, se debe de quitar los tapones de las partes más profundas y menos profundas del colector de aceite para drenar el aceite en ese instante se obtiene una muestra de aceite para realizar un análisis S.O.S del aceite en laboratorio.



Figura 26. Sistema de lubricación

4. Se verifica que el sistema de arranque no presente fallas de accionamiento, se verifica que no tenga deficiencias serias respecto al control del mismo, o carece de automatismo de arranque y paro automático y la tarjeta que opera la maquina no permite el apagado de emergencia ni tiene puerto para una señal remota de forma que se pueda acoplar con el control eléctrico de la transferencia, se cambia por un sistema fiable y automatizado. La operación de la planta debe permitir el accionamiento de forma automática y manual, el tablero de control debe monitorear los parámetros de funcionamiento del motor, generador y protecciones contra altas temperaturas de refrigerante, baja presión de aceite, controles de manufactura dudosa.

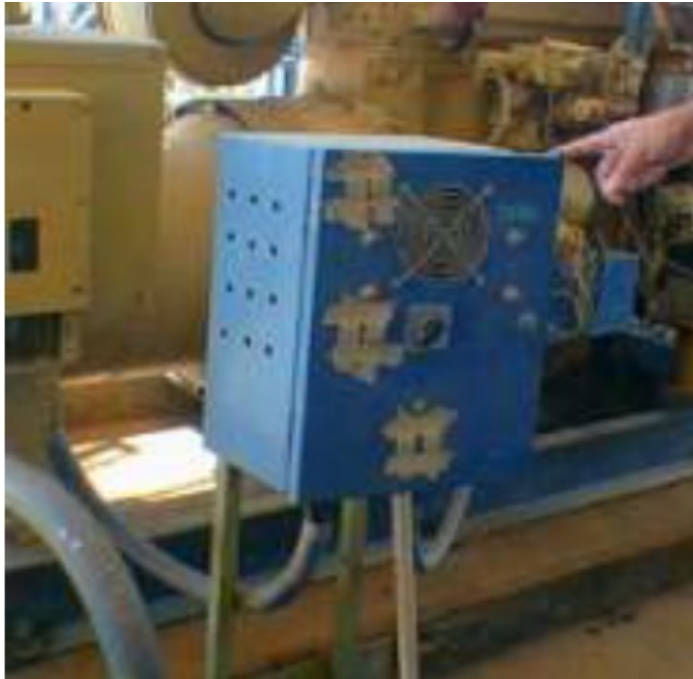


Figura 27. Sistema de control de arranque

5. Si el funcionamiento del generador no es ideal, ya que el regulador automático de voltaje no es original, y está ubicado fuera de la máquina, el cableado de salida del generador al breaker de protección no tiene terminales, o así mismo necesita un cambio de cableado de control, ya que el existente está muy recalentado, no existe parámetros de medida de los parámetros de generación en el tablero de control de la máquina, se suelta los tornillos de sujeción por deterioro de las gomas de amortización, o no tiene los transformadores de corriente para la imagen de consumo de carga, se procede una instalación de un tablero de control que pueda monitorear los parámetros de generación como los de funcionamiento del motor, y cubra todo el requerimiento de seguridad del motor y del generador y permita el accionamiento de forma automática.

Se deben revisar los niveles de aislamiento, las conexiones de cables de salida del generador deben estar debidamente estañados y poncharlos con terminales apropiados y los tornillos ajustados a las cajas de conexión.

Se tiene que verificar que la corriente total de fase no exceda la intensidad nominal, cada fase debe de soportar la misma carga, permitiendo que el motor trabaje en su capacidad nominal, un desequilibrio eléctrico puede provocar una sobrecarga eléctrica y recalentamiento si la corriente de fase excede la capacidad nominal.



Figura 28. Generador

6. Se limpia y comprueba el nivel de electrolito de las baterías de arranque, para ello se quita las tapas de los tubos de llenado, mantener el nivel de electrolito en la parte inferior de las aberturas del tapón de llenado. Si es necesario añadir agua destilada, se debe usar limpio de bajo contenido de minerales, la velocidad de carga nominal de las baterías no deben necesitar más de 30cc de agua por elemento a la semana.

Se deben conservar las baterías limpias para ello debemos limpiar los bornes de las baterías, los cables desde la batería hasta el motor de arranque y el chasis. Comprobar que exista cargador de baterías, la lectura del amperímetro de carga debe ser muy próximo a cero si las baterías están debidamente cargadas.



Figura 29. Batería de arranque

7. Se comprueban los controles de alarma y corte para ver si funcionan bien a fin de asegurar la protección del motor, se comprueban los dispositivos los dispositivos de corte manual. Se inspecciona visualmente el estado de todos los sensores y cables. Se observa que no haya cables y componentes flojos, rotos o dañados, debe señalizarse las alarmas para que el operador pueda darse cuenta de las fallas en curso, los indicadores de presión del aceite y temperatura del motor se deben localizar en un sitio en donde la vibración no sea alta y permita la lectura.



Figura 30. Sistema de seguridad y control

8. Se efectúa una prueba de ausencia de tensión de red para verificar el funcionamiento de su accionamiento automático, el control electrónico existente debe tener un puerto de salida de señal para conectarse con un módulo remoto automático de arranque y paro.



Figura 31. Sistema de transferencia automática

Fotos realizando el mantenimiento del Generador Auxiliar Caterpillar Modelo 3304.

9. En esta figura muestra el proceso de etiquetado de cables de conexión entre la bobina de la excitatriz y la bobina del estator del motor para identificar los terminales correctos para proceder y así proceder a su desconexión.

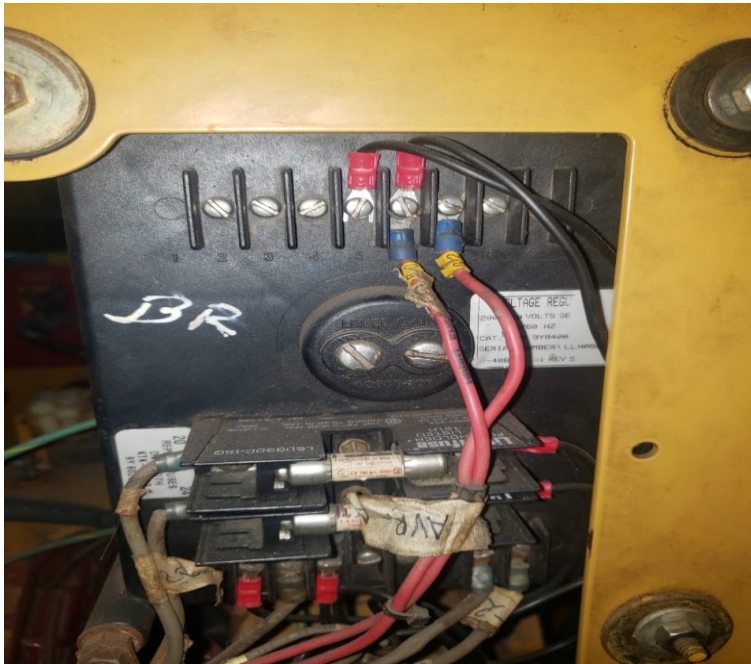


Figura 32. Regulador de voltaje de la bobina exitatriz del generador Caterpillar Modelo 3304

10. En este proceso se muestra el desacoplamiento de la parte mecánica y eléctrica del generador y colocación de respectivas bases, para realizar el mantenimiento al generador.



Figura 33. Desacople de la parte mecánica y eléctrica del generador Caterpillar Modelo 3304

11. En esta figura se muestra el proceso de desacople entre el rotor y el estator para realizar el barnizado y estufado.



Figura 34. Parte eléctrica y mecánica del Generador Caterpillar Modelo 3304

12. En esta figura se muestra el proceso de lavado del rotor con disolvente dieléctrico (solv-50), de esta manera se retiran las impurezas como polvo, grasa y sarro.



Figura 35. Rotor principal del generador Caterpillar Modelo 3304

13. En esta figura se muestra el proceso de izaje de la bobina del estator para proceder a realizar el lavado con disolvente dieléctrico (solv-50).



Figura 36. Bobina del estator sin barnizar el generador Caterpillar Modelo 3304

14. En esta figura se procede a sacar el código de rodaje y extraerlo para ser cambio por uno nuevo.



Figura 37. Rodaje del eje del rotor del generador Caterpillar Modelo 3304

15. En esta figura muestra cómo queda el estator principal y el estator de la

excitatriz después del proceso de barnizado.

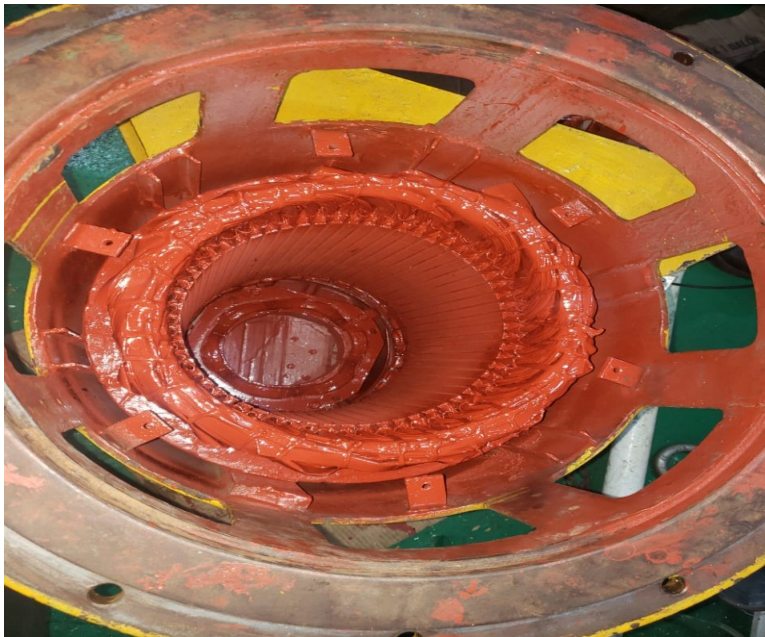


Figura 38. Bobina del estator barnizada del generador Caterpillar Modelo 3304

16. En esta figura muestra cómo queda después de barnizar el rotor principal y el rotor de la excitatriz.



Figura 39. Rotor principal barnizado del generador Caterpillar Modelo 3304.

17. En esta figura muestra el proceso de estufado del estator y rotor del generador a través de resistencias eléctricas que entregan calor y logran calentar a 80 C, para sacar la humedad y se impregne el barnizado.



Figura 40. Cama de estufado para el sistema eléctrico del generador Caterpillar Modelo 3304

18. En esta figura se muestra la colocación del nuevo rodaje del rotor 6309 SKF.



Figura 41. Rodaje nuevo del rotor del generador Caterpillar Modelo 3304

19. Esta figura muestra el proceso de megado de la bobina del estator del generador, para saber la medida del megado que generalmente es de:

Tabla 2

Ohmiaje estator – rotor

	Estator principal	Rotor principal	Estator excitatriz	Rotor excitatriz
61	3.10 G Ω	2.78 G Ω	2.20 G Ω	2.32 G Ω
Seg				
I-	1.95	1.90	2.0	2.1
DAR				

Fuente: Electrónicos, 2014.

Si no cumpliera dichos rangos de megados establecidos en la tabla x, se procede al bobinado del estator principal o del rotor principal o del estator de la excitatriz o rotor de la exitatriz.



Figura 42. Megado de la bobina del estator del generador Caterpillar Modelo 3304

20. Esta figura muestra el acoplamiento de la parte eléctrica y mecánica, para verificar el alineamiento entre la parte eléctrica y mecánica y así verificar el torque a los pernos de acople.



Figura 43. Acoplamiento del generador al motor, Caterpillar Modelo 3304

21. En esta figura se muestra la colocación de la rejilla de protección del ventilador para proteger al operador de posibles atrapamientos.



Figura 44. Rejillas del ventilador del generador Caterpillar Modelo 3304

22. En esta figura se muestra los instrumentos de medición como voltaje, frecuencia, amperaje y potencia del generador, cuando se está realizando pruebas con carga.



Figura 45. Consola de instrumentación del generador Caterpillar Modelo 3304

23. Calibración de válvulas de admisión y escape de la parte mecánica del generador.



Figura 46. Calibración de válvulas de admisión y escape

24. Filtro de aire 4L-9851 de la parte mecánica del generador.



Figura 47. Filtro de aire 4L-9851

25. Filtro de aceite 1R-0739 de la parte mecánica del generador.



Figura 48. Filtro de aceite 1R-0739

26. Filtro de combustible 1R-0750 de la parte mecánica del generador.



Figura 49. Filtro de combustible 1R-075

CONCLUSIONES

Primera. Para preparar el Mantenimiento Preventivo del Generador Auxiliar Caterpillar Modelo 3304 del Remolcador Toquepala se sigue el protocolo sugerido por el fabricante del equipo, se describe herramientas utilizadas y personal.

Segunda. Se describe los 27 pasos a seguir para realizar el mantenimiento preventivo del generador auxiliar del remolcador Toquepala.

Tercera. Se describe los 14 componentes del generador auxiliar del remolcador Toquepala .

RECOMENDACIONES

Primera. Seguir el plan de mantenimiento que involucre un examen visual.

Segunda. El personal involucrado en el mantenimiento preventivo debe de capacitarse periódicamente.

Tercera. Optimizar el tiempo de mantenimiento preventivo para lo cual debe haber sinergia entre el personal.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ActualidadMotor. (2019). *¿Cómo funciona el sistema de encendido de un coche?*
Actualidad Motor. Recuperado de
<https://www.actualidadmotor.com/funcionamiento-del-sistema-de-encendido-primera-parte/>
- AEN. (2014). *Tipos de Mantenimiento Industrial: Ventajas y Desventajas* | *AEN.MX*. Recuperado de <https://aen.mx/tipos-de-mantenimiento-industrial-ventajas-y-desventajas/>
- Álvarez, C. (2012). ¿Qué sabemos de la relación entre la teoría y la práctica en la educación? *Revista Iberoamericana de Educación*, 60(2), 12.
<https://doi.org/10.35362/rie6021326>
- Auto facil. (2016). *Para qué sirve el motor de arranque y cómo funciona - Autofácil*. Recuperado de <https://www.autofacil.es/tecnica/funciona-motor-arranque/197251.html>
- Autofacil. (2020). *Alternador de coche: para qué sirve y cómo funciona el alternador del coche*. Recuperado de <https://www.autofacil.es/tecnica/alternador-coche-como-funciona/61097.html>
- Autonoción. (2020). *Inyección en Motores Diésel: Todo lo que tienes que saber*. Recuperado de <https://www.autonocion.com/inyeccion-diesel-motor/>
- CARROS.INFO, M. (2016). *Cárter del motor, funcionamiento, partes, fallas, tipos y diferencias*. Recuperado de <https://mundocarros.info/carter-del-motor/>
- CAT. (2016). *Filtro de combustible* | *Tienda de repuesto Cat*. Recuperado de

<https://parts.cat.com/es/catcorp/1R-0753>

Como Funciona. (2020). *BLOQUE DE MOTOR | Qué es, tipos, partes y funcionamiento*. Recuperado de <https://como-funciona.co/un-bloque-de-motor/>

Darmawan, D. (2019). Mantenimiento Industrial. In *Journal of Chemical Information and Modeling* (Vol. 53, Issue 9). <https://doi.org/10.1017/CBO9781107415324.004>

Electrónicos, I. de I. E. y. (2014). *IEEE SA - The IEEE Standards Association - Home*. Recuperado de <https://standards.ieee.org/>

ENDESA. (2021). *El generador eléctrico fundacionendesa* (pp. 1–1). Recuperado de <https://www.fundacionendesa.org/es/educacion/endesa-educacion/recursos/generador-electrico>

Francor. (2018). *Mantenimiento Preventivo Industrial | Francor*. Recuperado de <https://francor.com.mx/mantenimiento-preventivo-industrial/>

Mendez. (2018). *Las diferencias entre generadores asíncronos y generadores síncronos*. Recuperado de <https://www.comercialmendez.es/las-diferencias-entre-generadores-asincronos-y-generadores-sincronos/>

Mondragon, V., Pineda, W., & Trejo, C. (2015). *Generacion de Energia Electrica por Imanes de Neodimo* (Tesis de pregrado) Instituto Politecnico Nacional, México, D.F. Recuperado de <https://tesis.ipn.mx/handle/123456789/14915>.

Motor, A. (2019). *Conoce la culata de tu coche*. Recuperado de <https://www.actualidadmotor.com/la-culata-del-motor/>

Paco. (2015). *Botón paro de emergencia*. Recuperado de <https://coparoman.blogspot.com/2015/08/boton-de-paro-de->

emergencia.html

Planificado, M. (2018). *Gestion mantenimiento - Mantenimiento Planificado para empresas y software para Mantenimiento de maquinaria*. Recuperado de <http://www.mantenimientoplanificado.com/gestion-mantenimiento>

Plaza, D. (2019). *¿Qué es el cárter? Funcionamiento y partes*. Recuperado de <https://www.motor.es/que-es/carter>

Predictive-sigma. (s.f.). *Tipos de mantenimiento predictivo industrial | predictive-sigma*. 2017. Recuperado Setiembre 20, 2020. Recuperado de <https://www.predictive-sigma.com/2018/11/27/blog-tipos-de-mantenimiento/>

PSA Marine, P. (2018). PSA Marine. *Psa Marine (Pte) Ltd General Operating Conditions, August*. Recuperado de <https://www.psamperu.com/es>

Termowatt. (2018). *¿Cuáles son los tipos de mantenimiento industrial?* Recuperado de <https://www.termo-watt.com/blog-actualidad/82-cuales-son-los-tipos-de-mantenimiento-industrial>

UNIANDÉS. (2015). *Medidores analógicos*. Recuperado de <https://sites.google.com/site/ptimerosistemasuniandes2011/assignaturas/electronica/articulacion-1/1-2-medidores-analogicos>

Verisure. (2019). *Panel de control y cuál es su función dentro un sistema de alarma*. Recuperado de <https://www.verisure.pe/consejos-y-ayuda/preguntas-frecuentes/que-es-panel-control>