



ESPE
UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA

Repotenciación de un grupo electrógeno Modasa MP-670 I, mediante la implementación de elementos eléctricos, electrónicos y mecánicos, para la puesta en marcha, perteneciente al CEE (Cuerpo de Ingenieros del Ejército), ubicado en la ciudad de Quito

Toapanta Cuenca, Wilmer Darío y Sinchiguano Cadena, Edgar Javier

Departamento de Eléctrica y Electrónica

Carrera de Tecnología en Electromecánica

Monografía, previo a la obtención del título de Tecnólogo en: Electromecánica

Ing. Chipugsi Calero, Freddy Julián

11 de septiembre del 2020



**DEPARTAMENTO DE ELÉCTRICA Y ELECTRÓNICA
CARRERA DE TECNOLOGÍA EN ELECTROMECAÁNICA**

CERTIFICACIÓN

Certifico que la monografía, **Repotenciación de un grupo electrógeno Modasa MP-670 I**, mediante la implementación de elementos eléctricos, electrónicos y mecánicos, para la puesta en marcha, perteneciente al CEE (Cuerpo de Ingenieros del Ejército), ubicado en la ciudad de Quito, fue realizada por los señores **Toapanta Cuenca Wilmer Darío** y **Sinchiguano Cadena Edgar Javier**, ha sido revisado en su totalidad y analizado por la herramienta de verificación de similitud de contenido; por lo tanto cumple con los requisitos teóricos, científicos, técnicos, metodológicos y legales establecidos por la Universidad de Fuerzas Armadas ESPE, razón por la cual me permito acreditar y autorizar para que lo sustente públicamente.

Latacunga, 11 de septiembre del 2020

**FREDDY JULIAN
CHIPUGSI
CALERO**

Firmado digitalmente por
FREDDY JULIAN CHIPUGSI
CALERO
Fecha: 2020.09.08 12:02:01
-05'00'

**ING. CHIPUGSI CALERO FREDDY JULIÁN
C.C. 0502943541**

REPORTE DE VERIFICACIÓN



Urkund Analysis Result

Analysed Document: TESIS TOAPANTA - SINCHIGUANO.pdf (D78737442)
 Submitted: 9/7/2020 8:13:00 PM
 Submitted By: sadavid@espe.edu.ec
 Significance: 5 %

Sources included in the report:

TESIS JACOME-MORENO Coompleta Urkur.docx (D54559474)
 14075-Venegas Morales, Mario Rafael_.pdf (D56154848)
 TESIS GENERADOR DE 10 KVA CON TABLERO AUTOMATICO DE TRANSFERENCIA (1).pdf
 (D18670933)
 submission.pdf (D73037392)
<http://dinatek.ec/wp-content/uploads/pdf/manual/MGV0-Generadores-VISA-Manual-Mantenimiento-General.pdf>
<https://docplayer.es/72473144-Instituto-politecnico-nacional-escuela-superior-de-ingenieria-mecanica-y-electrica-unidad-profesional-azcapotzalco-osiris-manuel-rojo-hughes.html>
<https://www.oocities.org/es/bfgnet/>
<https://docplayer.es/25022123-Universidad-veracruzana.html>

Instances where selected sources appear:

24

DAVID DE
 JESUS
 SARZOSA
 ANTE

Firmado digitalmente por
 DAVID DE JESUS
 SARZOSA ANTE
 Fecha: 2020.09.07
 14:12:44 -05'00'

FREDDY JULIAN
 CHIPUGSI
 CALERO

Firmado digitalmente
 por FREDDY JULIAN
 CHIPUGSI CALERO
 Fecha: 2020.09.07
 14:45:43 -05'00'



**DEPARTAMENTO DE ELÉCTRICA Y ELECTRÓNICA
CARRERA DE TECNOLOGÍA EN ELECTROMECAÁNICA**

RESPONSABILIDAD DE AUTORÍA

Nosotros, **Toapanta Cuenca Wilmer Darío** con C.I.180394791-8 y **Sinchiguano Cadena Edgar Javier** con C.I. 050334660-3 , declaramos que el contenido, ideas y criterios de la monografía: **Repotenciación de un grupo electrógeno Modasa MP-670 I, mediante la implementación de elementos eléctricos, electrónicos y mecánicos, para la puesta en marcha, perteneciente al CEE (Cuerpo de Ingenieros del Ejército), ubicado en la ciudad de Quito**, es de nuestra autoría y responsabilidad, cumpliendo con los requisitos teóricos, científicos, técnicos, metodológicos y legales establecidos por la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE, respetando los derechos intelectuales de terceros y referenciando las citas bibliográficas.

Latacunga, 11 de septiembre del 2020

**TOAPANTA CUENCA
WILMER DARÍO
C.I. 180394791-8**

**SINCHIGUANO CADENA
EDGAR JAVIER
C.I. 050334660-3**



**DEPARTAMENTO DE ELÉCTRICA Y ELECTRÓNICA
CARRERA DE TECNOLOGÍA EN ELECTROMECAÁNICA**

AUTORIZACIÓN DE PUBLICACIÓN

Nosotros Toapanta Cuenca Wilmer Darío y Sinchiguano Cadena Edgar Javier, autorizamos a la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE, publicar la monografía **Repotenciación de un grupo electrógeno Modasa MP-670 I**, mediante la implementación de elementos eléctricos, electrónicos y mecánicos, para la puesta en marcha, perteneciente al CEE (Cuerpo de Ingenieros del Ejército), ubicado en la ciudad de Quito, en el Repositorio Institucional, cuyo contenido y criterios son de mi responsabilidad.

Latacunga, 11 de septiembre del 2020

**TOAPANTA CUENCA
WILMER DARÍO
C.I. 180394791-8**

**SINCHIGUANO CADENA
EDGAR JAVIER
C.I. 050334660-3**

DEDICATORIA

El presente trabajo de titulación se lo dedico primeramente a Dios y la Virgen María que con su bendición me brindaron vida y salud para culminar una meta más en mi vida y a las personas que más han influenciado en mi vida como a mi amada esposa Pamela Quishpe, la cual es mi pilar fundamental y ha estado a mi lado apoyándome y motivándome a cumplir mis objetivos.

A mi amada madre Cecilia Cuenca la mujer que ha sido mi ejemplo a seguir muy valiente quien siempre me ha acompañado en mis logros profesionales, me protegió y guio para ser una persona honesta y de bien para siempre salir adelante a pesar de los obstáculos que se presentaran en mi vida.

A mi padre Toapanta Luis que no me dio riquezas, pero si la mejor herencia mi profesión con la que me puedo defender y salir adelante, a hermana Mireya que ha sido como una segunda madre, luchadora y perseverante y con un corazón generoso y mis hermanos menores Daniel y Jonathan que siempre compartimos juntos nuestro amor al futbol y me he dado cuenta de que soy un ejemplo a seguir para ellos y me motivan a nunca darme por vencido y cumplir mis metas y sueños.

TOAPANTA CUENCA WILMER DARÍO

CBOP. de TRP.

DEDICATORIA

El presente trabajo está dedicado a mi familia en especial a mi madre Carmelina que desde el cielo me acompaña siempre, a mi padre Secundino Sinchiguano, a mis hermanos Patricia, Margarita, Marco y a mi novia Gabriela quienes me motivan para seguir adelante y poder cumplir mi meta y propósito, por la comprensión que me brindan durante el tiempo que duro este proyecto.

También agradezco a mi cuñado patricio por el apoyo incondicional durante este trayecto de mis estudios ya mis sobrinos Josselin y Johao por ser siempre el motor de alegría en mi vida.

SINCHIGUANO CADENA EDGAR JAVIER

CBOP. De TRP.

AGRADECIMIENTO

Agradezco a Dios y la virgen María por permitirme compartir este logro profesional junto a mi amada familia que a pesar de la situación difícil que vive el mundo todos se encuentran bien y pueden compartir junto a mi esta nueva meta alcanzada.

Agradezco a mi esposa la bendición más hermosa que Dios le dio a mi vida que siempre me brinda su apoyo y su amor incondicional a pesar de los momentos difíciles que hemos pasado gracias mi amorcito por ser esa persona que decidió pasar el resto de su vida a mi lado y salir adelante juntos.

Agradezco a todos mis ingenieros quienes me compartieron sus experiencias profesionales y conocimientos en las aulas para en futuro poderlos poner en práctica en beneficio de las Fuerzas Armadas y poder tener una herramienta más para crecer profesionalmente además extenderle un grato agradecimiento al Sr. Ing. Chipugsi Freddy que con su experiencia profesional como docente nos impartió sus conocimientos y me supo guiar de la mejor manera para culminar este proyecto.

TOAPANTA CUENCA WILMER DARÍO

CBOP. de TRP.

AGRADECIMIENTO

Agradezco a dios por darme la vida y todas las oportunidades que me brinda cada día para poder ser mejor, por haberme dado una gran familia llena de valores y humildad, a mis amigos de la carrera por los momentos compartidos en el periodo de estudio dentro de la UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS – ESPE y conocer docentes mismos que gustosos impartieron sus conocimientos con el propósito de formar profesionales de calidad, además agradecer de manera especial al Sr. Ing. Chipugsi Freddy por su dedicación y tiempo invertido durante el desarrollo del proyecto.

SINCHIGUANO CADENA EDGAR JAVIER

CBOP. De TRP.

ÌNDICE DE CONTENIDOS

CARÀTULA	1
CERTIFICACIÒN	2
REPORTE DE VERIFICACIÒN.....	3
RESPONSABILIDAD DE AUTORÌA.....	4
DEDICATORIA	6
DEDICATORIA	7
AGRADECIMIENTO	8
AGRADECIMIENTO	9
ÌNDICE DE CONTENIDOS.....	10
ÌNDICE DE TABLAS.....	15
ÌNDICE DE FIGURAS	16
RESUMEN	19
ABSTRACT.....	20
CAPÌTULO I.....	21
1. PROBLEMA DE INVESTIGACIÒN.....	21
1.1. Tema de investigaciòn.....	21
1.2. Antecedentes	21
1.3. Planteamiento del problema.....	23
1.4. Justificaciòn.....	24
1.5. Objetivos.....	25

1.5.1. Objetivo general.....	25
1.5.2. Objetivos específicos.....	25
1.6. Alcance.....	26
CAPÍTULO II.....	27
2. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA.....	27
2.1. Introducción.....	27
2.2. Estado actual de los sistemas de generación eléctrica.....	28
2.3. Concepto de generación distribuida.....	30
2.4. El Generador Eléctrico.....	31
2.5. La forma como trabajan los generadores.....	31
2.6. Grupos Electrògenos.....	32
2.6.1. Clasificación de los Grupos Electrògenos.....	33
2.6.2. Descripción de sus partes y componentes.....	36
2.6.3. Motores diésel en vehículos industriales y maquinaria.....	37
2.6.4. Misión del motor térmico industrial.....	39
2.6.5. Clasificación de los motores diésel pesados.....	41
2.6.6. La sobrealimentación del motor diésel.....	48
2.6.7. Sistema de lubricación.....	49
2.6.8. Sistema de refrigeración.....	54
2.6.9. Sistema de alimentación de combustible.....	57
2.6.10. Sistema eléctrico del motor.....	60

2.6.11.	Sistema de escape y silenciador.	61
2.6.12.	Sistema de Control (módulo automático).....	62
2.6.13.	Sistemas de protección.	67
2.6.14.	La función del mantenimiento.....	72
CAPÍTULO III.....		78
3. INSPECCIÓN TÉCNICA DE LA CONDICIÓN ACTUAL DEL GRUPO		
ELECTRÓGENO MODASA MP-670 I, PERTENECIENTE AL CUERPO DE		
INGENIEROS DEL EJÉRCITO UBICADO EN LAS BODEGAS DEL CENTRO DE		
MANTENIMIENTO, ABASTECIMIENTO Y TRANSPORTE (CEMAT).		
		78
3.1.	Estado actual del grupo electrógeno Modasa MP-670 I.....	78
3.2.	Visualización del estado del motor diésel PERKINS 4006-23TGA2A y sus sistemas.	80
3.2.1.	Averías en el sistema de lubricación.....	80
3.2.2.	Averías en el sistema de refrigeración.	81
3.2.3.	Averías en el sistema eléctrico del motor PERKINS 4006-23TGA2A....	82
3.3.	Estado del alternador STAMFORD HCI 534F1.....	84
3.4.	Estado de los elementos de control y potencia.....	86
3.5.	Estado de la estructura metálica del grupo electrógeno	87
3.6.	Repotenciación de grupo electrógeno Modasa MP-670 I	88
3.6.1.	Mantenimientos realizados en el sistema de lubricación.....	88
3.6.2.	Mantenimientos realizados en el sistema de refrigeración	89
3.6.3.	Se Mantenimientos realizados en el sistema eléctrico del motor	91

3.6.4.	Mantenimientos realizados en el alternador STAMFORD HCI 534F1. ...	92
3.6.5.	Mantenimientos realizados en los elementos de control y potencia.	93
3.6.6.	Mantenimientos realizados en la estructura metálica del grupo eléctrico.	93
3.6.7.	Grupo eléctrico Modasa MP-670 I repotenciado.	95
3.7.	Plan de mantenimiento para el grupo eléctrico Modasa MP-670 I.	96
3.8.	Mantenimiento preventivo a realizar en el grupo eléctrico Modasa MP-670 I.	96
3.9.	Seguridad en el mantenimiento.	97
3.9.1.	Riesgo de incendio y quemaduras.	97
3.9.2.	Prevención de lesiones físicas humanas.	98
3.9.3.	Prevención de averías mecánicas.	98
3.10.	Instrucciones de mantenimiento para el motor.	99
3.10.1.	Sistema de lubricación del motor.	99
3.10.2.	Sistema de refrigeración del motor.	100
3.10.3.	Correas de elementos auxiliares, comprobación y ajuste.	100
3.10.4.	Sistema de combustible.	100
3.10.5.	Sistema eléctrico del motor.	101
3.11.	Instrucciones de mantenimiento del alternador.	101
3.11.1.	Estado de los devanados.	101
3.11.2.	Cojinetes o Rodamientos.	102

3.12. Programa de mantenimiento.....	102
CAPÍTULO IV.....	108
4. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	108
4.1. Conclusiones.....	108
4.2. Recomendaciones.....	109
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	110

ÌNDICE DE TABLAS

Tabla 1 <i>Datos técnicos del grupo electrógeno.....</i>	78
Tabla 2 <i>Datos técnicos del alternador STAMFORD HCI 534F1</i>	84
Tabla 3 <i>Mantenimiento diario</i>	103
Tabla 4 <i>Mantenimiento 50 horas de operación de un grupo electrógeno nuevo.....</i>	103
Tabla 5 <i>Mantenimiento 250 horas de operación o una vez cada 6 meses</i>	104
Tabla 6 <i>Mantenimiento 400 horas de servicio.</i>	105
Tabla 7 <i>Mantenimiento cada 500 horas de servicio o cada 6 meses.....</i>	105
Tabla 8 <i>Mantenimiento cada 2000 horas de servicio o cada 12 meses.....</i>	106
Tabla 9 <i>Mantenimiento cada 3000 horas de servicio o 2 años.....</i>	107

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 <i>Sistema convencional de energía eléctrica</i>	29
Figura 2 <i>Principio de funcionamiento de un generador</i>	32
Figura 3 <i>Principio de funcionamiento de un generador</i>	33
Figura 4 <i>Partes de un grupo electrógeno</i>	37
Figura 5 <i>Motor diésel</i>	38
Figura 6 <i>Ciclo de transformación de energía térmica a energía mecánica</i>	40
Figura 7 <i>Motor de combustión interna</i>	41
Figura 8 <i>Instalación de un motogenerador</i>	42
Figura 9 <i>Grupo electrógeno Modasa</i>	43
Figura 10 <i>Cadena cinemática en V</i>	44
Figura 11 <i>Motor diésel industrial de 6 cilindros en línea</i>	44
Figura 12 <i>Motor de inyección directa</i>	45
Figura 13 <i>Motor de inyección en precámara</i>	46
Figura 14 <i>Motor de inyección en cámara de turbulencia</i>	46
Figura 15 <i>Ciclos en motor de cuatro tiempos y 6 cilindros</i>	47
Figura 16 <i>El turbocompresor</i>	49
Figura 17 <i>Lubricación en motores diésel</i>	50
Figura 18 <i>Circuito de lubricación</i>	51
Figura 19 <i>Bomba de aceite de rotor</i>	52
Figura 20 <i>Filtrado del aceite</i>	53

Figura 21 <i>Refrigeraciòn con circulaciòn forzada de liquido</i>	55
Figura 22 <i>El radiador</i>	56
Figura 23 <i>Bomba de agua centrífuga</i>	57
Figura 24 <i>Sistema alimentaciòn diésel</i>	58
Figura 25 <i>Bomba de inyecciòn en línea</i>	59
Figura 26 <i>filtro de combustible</i>	60
Figura 27 <i>Sistema de encendido eléctrico para un motor de 6 cilindros</i>	61
Figura 28 <i>Sistema de escape de un grupo electrógeno</i>	62
Figura 29 <i>Control automático de transferencia</i>	63
Figura 30 <i>Tablero de transferencia automática</i>	64
Figura 31 <i>Panel frontal del módulo</i>	66
Figura 32 <i>Sistema de protecciòn</i>	69
Figura 33 <i>Partes de un interruptor magnetotérmico</i>	70
Figura 34 <i>Curva de disparo de un interruptor automático magnetotérmico</i>	71
Figura 35 <i>Interruptor magnetotérmico</i>	72
Figura 36 <i>Conducto canalizado de aire caliente</i>	77
Figura 37 <i>Grupo electrógeno Modasa MP-670 I</i>	79
Figura 38 <i>Manuales de operaciòn</i>	79
Figura 39 <i>Componentes del motor PERKINS 4006-23TGA2A</i>	80
Figura 40 <i>Drenaje de aceite del motor</i>	81
Figura 41 <i>Radiador del motor PERKINS 4006-23TGA2A</i>	82

Figura 42 <i>Interruptor de batería</i>	83
Figura 43 <i>Motor de arranque</i>	84
Figura 44 <i>Alternador</i>	85
Figura 45 <i>Tablero de transferencia automática</i>	86
Figura 46 <i>Ductos de canalización de aire.</i>	87
Figura 47 <i>Acoples del tubo de escape.</i>	88
Figura 48 <i>Llave de drenaje de aceite</i>	89
Figura 49 <i>Cambio de aceite del motor</i>	89
Figura 50 <i>Paneles del radiador</i>	90
Figura 51 <i>Depurador de aire</i>	90
Figura 52 <i>Baterías de motor</i>	91
Figura 53 <i>Módulo de control electrónico</i>	92
Figura 54 <i>alternador STAMFORD HCI 534F1</i>	92
Figura 55 <i>Tablero de transferencia automático</i>	93
Figura 56 <i>Ductos de ventilación aire</i>	94
Figura 57 <i>Codo del silenciador de los gases de escape</i>	94
Figura 58 <i>Grupo electrógeno Modasa MP-670 I repotenciado</i>	95

RESUMEN

El presente proyecto permitirá la repotenciación del grupo electrógeno Modasa MP-670 I, perteneciente al Cuerpo de Ingenieros del Ejército, mediante la implementación de elementos eléctricos, electrónicos y mecánicos, para la puesta en marcha. La repotenciación de este grupo electrógeno permite generar corriente alterna para el abastecimiento de plantas de asfalto, compañías de trabajo de pavimentación dentro de Las labores que realiza el Cuerpo de Ingenieros del Ejército (CEE), el equipo se encontraba fuera de servicio durante 3 años debido a la falta de mantenimiento tanto preventivo como correctivo, a la mala operación del equipo y desconocimiento general del grupo electrógeno. Para la recuperación del grupo electrógeno fue necesario realizar un mantenimiento preventivo del motor de combustión interna Perkins como: cambio de aceite, remplazo de filtros de aceite, filtro de combustible y liquido refrigerante. Así como también un mantenimiento correctivo de los elementos electromecánicos de acuerdo a su capacidad y modelo establecido como: cambio de piñón del motor de arranque y conexiones de marcha, cambio de borneras del alternador y conectores, remplazamiento del sensor de temperatura y marcha, cambio del sensor de presurización de gases, cambio de conductores de alimentación y puesta a tierra. Finalmente se implementa el plan de mantenimiento preventivo para el grupo electrógeno MODASA MP-670 I, detallando revisiones e inspecciones del motor Perkins, tablero de control y cuerpo del generador de corriente alterna, a fin de alargar la vida útil de los componentes del mismo.

PALABRA CLAVE:

- **REPOTENCIACIÓN DE GRUPO ELECTRÓGENO**
- **PUESTA EN MARCHA**
- **ELEMENTOS ELECTROMECAÑICOS**

ABSTRACT

This project will allow the repowering of the generator Modasa MP-670 I, belonging to the Army Corps of Engineers, through the implementation of electrical, electronic and mechanical elements, for the start up. The repowering of this generator allows the generation of alternating current for the supply of asphalt plants, paving work companies within the Army Corps of Engineers (CEE), the equipment was out of service for 3 years due to the lack of both preventive and corrective maintenance, the poor operation of the equipment and general ignorance of the generator. For the recovery of the generator set it was necessary to perform preventive maintenance on the Perkins internal combustion engine such as: oil change, oil filter replacement, fuel filter and coolant. As well as a corrective maintenance of the electromechanical elements according to their capacity and established model such as: change of the pinion of the starter engine and gear connections, change of the alternator terminals and connectors, replacement of the temperature and gear sensor, change of the gas pressurization sensor, change of the supply and grounding conductors. Finally, the preventive maintenance plan for the MODASA MP-670 I generator is implemented, detailing revisions and inspections of the Perkins engine, control panel and body of the alternating current generator, in order to extend the life of its components.

KEY WORD:

- **ELECTROGEN GROUP REPOWERING**
 - **START-UP OF THE PROJECT**
- ELECTROMECHANICAL ELEMENTS**

CAPÍTULO I

1. PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

1.1. Tema de investigación.

Repotenciación de un grupo electrógeno Modasa MP-670 I, mediante la implementación de elementos eléctricos, electrónicos y mecánicos, para la puesta en marcha, pertenecientes al CEE (Cuerpo de Ingenieros del Ejército), ubicado en la ciudad de Quito.

1.2. Antecedentes

La ingeniería militar en nuestro país se inició con el camino del Inca o Ingañán, más tarde con los Zapadores y Pontoneros. Luego, en la guerra de la independencia de Tarqui, ingenieros militares del Batallón Caracas y del Cauca pusieron a prueba su sapiencia, cuando adecuaron caminos y destruyeron un puente a fin de cortar el avance del enemigo, la siguiente en 1912, es decreto de creación del “Batallón de Zapadores Chimborazo” siendo la unidad precursora de las unidades del arma de ingeniería del Ecuador, a base de sacrificio, entrega y valor, a favor de nuestra patria. (Aguas Mosquera, 2006).

Considerando que uno de los principales objetivos del Estado, es promover el desarrollo socio-económico del país mediante la ejecución de obras de infraestructura el 4 de octubre de 1968 el visionario Dr. José María Velasco Ibarra, presidente de la república del Ecuador en aquella época, crea el CUERPO DE INGENIEROS DEL EJERCITO, en consecuencia de los planteamientos del Estado, teniendo el Cuerpo de Ingenieros del Ejército a su cargo la dirección, planificación, ejecución y supervisión de los trabajos de construcción vial, fundamentalmente en el oriente ecuatoriano. (Aguas Mosquera, 2006)

El Cuerpo de Ingenieros del Ejército – CEE, se encuentra certificado en un Sistema Integrado de Gestión- SIG, porque a más de cumplir con el compromiso de atención a las necesidades de los clientes, enfrenta presiones y exigencias con el mercado para satisfacer requerimientos y legislaciones de calidad, medio ambiente, seguridad y salud laboral, presiones que obligan a implementar prácticas de buen manejo de procesos y sus operaciones considerando la calidad de su producto y servicio, el buen manejo ambiental aportando a la protección del ecosistema y proporcionando un ambiente laboral seguro y saludable para el personal, aspectos que le permitirán competir en el mercado bajo Normas y estándares de calidad, medio ambiente y seguridad y salud ocupacional. (Aguas Mosquera, 2006).

Según (Sánchez Hugo & Bustos Cabezas, 2012) en el tema “Gestión de mantenimiento computarizado en el grupo electrógeno ALCO de la central termoeléctrica Lligua de la empresa eléctrica Ambato.” Se obtiene el siguiente resultado: Gracias a la implantación de la gestión de mantenimiento la empresa reduce significativamente tanto los costos de operación, como de mantenimiento, optimizando recursos para beneficio de la empresa y la sociedad ecuatoriana.

Según (Figuroa García, 2013) en el tema “Propuesta de repotenciación de generadores por medio del rediseño y cambio de aislante.” Se obtiene el siguiente resultado: Sirvió como guía de evaluación de la repotenciación, sin olvidarse que existen más parámetros por evaluar y así poder renunciar los generadores trifásicos síncronos como es el caso de los equipos mecánicos que este involucra.

Según (León Molina & López Simón, 2016) en el tema “Análisis de la repotenciación del generador eléctrico de la unidad de la central termoeléctrica Francisco Pérez Ríos.” Se obtiene el siguiente resultado: El proceso tardo cerca de tres meses y los resultados técnicos después del rebobinado, cambio de aislantes y del

calibre del conductor en el devanado del estator, todo esto para lograr así una repotenciación, fueron los esperados, cabe mencionar que la prueba de resistencias de aislantes y consecuentemente el índice de polarización fue inferior al mínimo establecido para su aceptación, sin embargo debe ser corregido y realizar las pruebas necesarias para confirmar que se encuentra en condiciones de operación.

1.3. Planteamiento del problema.

El Cuerpo de ingenieros del Ejecito, debido a la ejecución de trabajos de construcción de naturaleza militar y civil, cuenta con material y equipo especial de ingeniería, encontrándose como dotación esencial el grupo electrógeno MODASA MP-670 I, de gran capacidad para la generación eléctrica, estos equipos fueron adquiridos a partir del año 2014 para ser empleados en diferentes áreas de obra civil y vial asignadas al Cuerpo de Ingenieros del Ejército.

Los grupos electrógenos del cuerpo de ingenieros del ejército vienen teniendo un deterioro sistemático dado al área de empleo, teniendo como factores más relevantes las condiciones atmosféricas y el tiempo de trabajo prolongado, siendo también el modo de operación erróneo de los equipos por parte de los operadores una causa relevante para su deterioro por tal motivo los equipos se encuentran sin operar, necesitando de manera preferencial la implementación de un plan de mantenimiento y análisis de averías, así como la repotenciación del grupo electrógeno Modasa MP-670 I.

En la actualidad el grupo electrógeno Modasa MP-670 I. se encuentra paralizado su funcionamiento debido a las malas condiciones de operación y la falta de personal técnico especializado que realice un correcto plan de mantenimiento preventivo antes, durante y después de culminar los proyectos de obras asignadas al cuerpo de ingenieros del ejército. Por tal motivo surge la necesidad de repotenciar y realizar los

mantenimientos adecuados al grupo electrógeno Modasa MP-670 I con el fin de recuperar su capacidad operativa y que esté a disposición de los grupos de trabajo y de esta manera contribuir con los proyectos de construcción de interés nacional y militar que están a cargo del Cuerpo de Ingenieros del Ejército.

1.4. Justificación.

El presente proyecto tiene como finalidad la recuperación operativa del grupo electrógeno Modasa MP-670 I perteneciente al Cuerpo de Ingenieros del Ejército, mediante el análisis y la evaluación técnica se pretende llegar a la repotenciación de este equipo el mismo que será empleado en los diferentes grupos de trabajo de ingeniería civil y militares a cargo del CEE.

El principal beneficiario de este proyecto es el Cuerpo de Ingenieros del Ejército-CEE. Quien contribuirá al desarrollo nacional participando en la solución de desastres naturales, ampliación de la red vial a lo largo y ancho del territorio nacional y en apoyo a las Fuerzas Armadas a través de trabajos técnicos de ingeniería y actividades logísticas en forma permanente para cumplir la misión del Ejército, FF.AA. y el Estado Ecuatoriano.

Al finalizar el proyecto de repotenciación del grupo electrógeno MODASA MP-670 I se pondrá en operación al mismo, el cual se empleara satisfactoriamente en los diferentes grupos de trabajo a cargo del CEE, para desarrollar proyectos de interés nacional y aportar de energía eléctrica a los distintos equipos especiales con los que se los vaya a enlazar, y de esta manera el Cuerpo de Ingenieros del Ejército-CEE pueda mejorar su perfil empresarial ejecutando trabajos de construcción en los campos civiles y militares para satisfacer las necesidades de las Fuerzas Armadas y del Estado Ecuatoriano.

La importancia de aplicar los conocimientos adquiridos en la universidad durante la carrera en el ámbito eléctrico, electrónico y mecánico, ayudan al desarrollo profesional de los estudiantes con la finalidad de desenvolverse de una mejor en el campo laboral y fortalecer el mantenimiento de los equipos electrógenos en todos los grupos de trabajo como brazo operativo del CEE en las diferentes regiones del país.

1.5. Objetivos.

1.5.1. Objetivo general.

Repotenciar un grupo electrógeno Modasa MP-670 I, mediante la implementación de elementos eléctricos, electrónicos y mecánicos, para la puesta en marcha, pertenecientes al CEE (Cuerpo de Ingenieros del Ejército), ubicado en la ciudad de Quito.

1.5.2. Objetivos específicos.

- Investigar el funcionamiento de los elementos que componen el grupo electrógeno Modasa MP-670 I, mediante la recopilación de datos técnicos para conocer su funcionamiento y los rangos de desarrollo de trabajo óptimo de cada uno de ellos.
- Operacionalizar el grupo electrógeno Modasa MP-670 I, identificando las fallas existentes en los diferentes sistemas por la mala operación y falta de mantenimiento para un correcto funcionamiento del mismo.
- Implementar un plan de mantenimiento preventivo mediante las condiciones de operación y trabajo a las que está sujeto los grupos electrógenos para brindar la fiabilidad y eficiencia del régimen de trabajo de los mismos.

1.6. Alcance.

Este proyecto tiene como alcance la repotenciación del grupo electrógeno Modasa MP-670 I, pertenecientes al Cuerpo de Ingenieros del Ejército. Ubicado en la ciudad de Quito, mediante el remplazo de elementos eléctricos, electrónicos y mecánicos averiados, para la puesta en marcha, verificando posibles daños en los sistemas que conforman el generador.

En el desarrollo de este proyecto se realizará una valoración técnica y correctiva del grupo electrógeno, solucionando las posibles averías ocasionadas por los diferentes esfuerzos a los que fue sometido este equipo.

El mantenimiento preventivo de un grupo electrógeno debe basarse en un plan de mantenimiento bien definido y planificado, para lo cual se debe analizar diferentes métodos para detectar posibles fallas.

Finalmente, luego de realizar la repotenciación se pondrá en operación el grupo electrógeno y se desarrollará el respectivo plan de mantenimiento preventivo para garantizar la vida útil y pueda desempeñarse satisfactoriamente en nuevos proyectos de construcción de interés nacional y militar.

CAPÍTULO II

2. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA.

2.1. Introducción.

Hasta hace muy poco tiempo la mayor parte de la energía eléctrica consumida era generada por grandes instalaciones de producción de una forma totalmente centralizada, en las que las diferentes fuentes de energía generan electricidad, siendo esta transportada a grandes distancias hasta los consumidores. Todo esto implica la existencia de una gran infraestructura eléctrica para realizar esa función de transporte desde la generación hasta el consumo.

Actualmente, y poco a poco, la instalación de pequeñas fuentes de generación eléctrica, cerca de los consumidores, hace que se esté dando una nueva forma de generación, bajo el nombre de generación distribuida, va a dar lugar a un mejor aprovechamiento de la producción de energía eléctrica, esto está dando lugar a un nuevo funcionamiento del sistema eléctrico.

Ahora se va a ir sustituyendo por un sistema en el que cualquier consumidor podrá generar a su vez energía, convirtiéndose en un proconsumidor, generando electricidad y consumiéndola a su vez, por lo tanto, esta implantación progresiva de fuentes de generación de pequeño y mediano tamaño, complementario con el sistema utilizado hasta ahora, dará lugar a un nuevo paradigma de generación distribuida, en el que la eficiencia eléctrica sea la nota dominante.

Con todos estos conceptos se busca, por lo tanto, una nueva regulación del suministro de la energía eléctrica producida en el interior de la red de los consumidores, para su propio consumo, que incentive el autoconsumo, tradicionalmente, el concepto de autoconsumo o consumo propio de energía eléctrica (consumo por la misma persona física o jurídica que genera la energía) se ha venido aplicando en instalaciones de

cogeneración, dentro del régimen especial de producción de energía eléctrica.

(Colmenar Santos & Borge Diez, 2016, pág. 14)

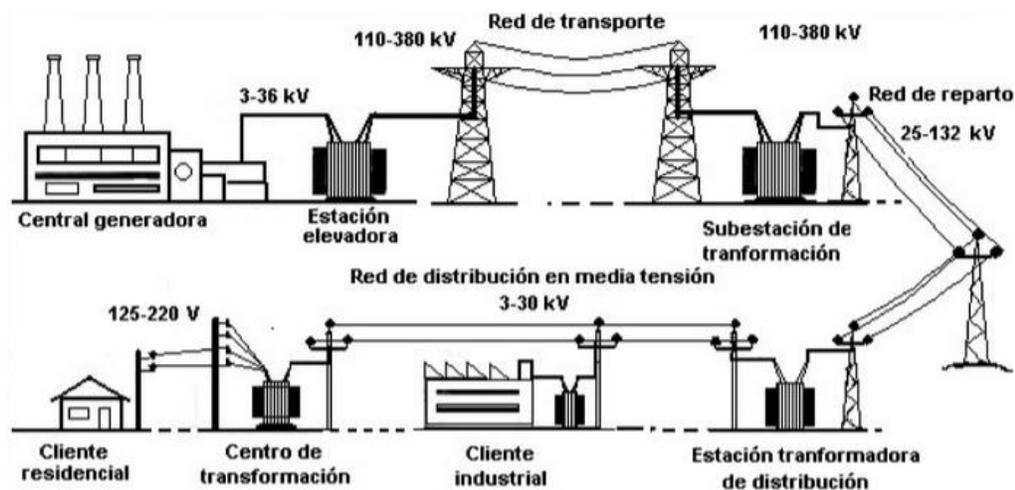
2.2. Estado actual de los sistemas de generación eléctrica.

El sistema de generación eléctrica, y en definitiva el sistema de suministro eléctrico, comprende el conjunto de instalaciones de generación, transporte y la distribución de la energía eléctrica, estando todo ello dotado de mecanismos de control, seguridad y protección, con los que se garantice una explotación racional de los recursos de generación y una calidad de servicio acorde con la demanda de los usuarios, compensando las posibles incidencias y o defectos producidos en la red.

La red de transporte, como las subestaciones asociadas a ellas, suelen ser propiedad de las empresas eléctricas y la distribución por las compañías distribuidoras, siendo, en el caso de las instalaciones de generación, operadas y gestionadas por las compañías propietarias de las centrales en la figura mostrada a continuación, se puede observar, en un diagrama esquematizado, las distintas partes, componentes del sistema de suministro eléctrico.

Figura 1

Sistema convencional de energía eléctrica



Nota: En el gráfico se representa un diagrama sintetizado de los componentes de un sistema de suministro eléctrico desde su generación en una central eléctrica hasta la distribución de energía eléctrica a los domicilios. Tomado de (Colmenar Santos & Borge Diez, 2016).

Con el paso del tiempo se han producido nuevos desarrollos que han cambiado el panorama con respecto a las ya referidas economías de escala, ya que el desarrollo económico y el progreso constantes de la tecnología han acelerado el hecho de que el tamaño óptimo de las unidades de generación disminuya, surgiendo condiciones en cuanto a la competencia en el mercado de generación de unidades de producción más pequeñas, con posibilidad de acercarse más a la demanda de grandes y pequeños consumidores.

Con este cambio acaecido (el tamaño menor de los nuevos generadores) no es necesario hacer grandes inversiones en los sistemas de transmisión de energía, por la clara posibilidad de conectarse de modo directo en el nivel de distribución, y así ;poder generar directamente desde donde se realiza el consumo de energía, llegando a ello al concepto conocido como “generación distribuida”, dando lugar a que la generación ya no sea una exclusiva del nivel de tensión de transporte del flujo de

potencia no se unidireccional, ya que pueden, a su vez, producirse aportaciones de la generación distribuida dentro de los niveles de distribución, ya sea en media o baja tensión.

Con estos cambios previstos, por parte de la energía demandada es proporcionada por los generadores centrales convencionales, mientras que otra es producida mediante generación distribuida. Otro de los conceptos que se introducen, con todas las afirmaciones anteriores, es el de autogeneración y autoconsumo de energía, es decir, aquellos casos donde un consumidor produce energía eléctrica para sí mismo, para su consumo total o parcial, aunque este tipo de generación también es considerado como generación distribuida. (Colmenar Santos & Borge Diez, 2016, págs. 16-17-18)

2.3. Concepto de generación distribuida.

La generación distribuida es aquella que está más cerca del consumidor, ya que incluso en muchos de sus casos es el propio consumidor el que la genera, adoptando el papel de << prosumidor >> (productor-consumidor), y que va a estar conectado a la red de baja o media tensión (distribución), también podrá utilizarse este concepto cuando se hable de generaciones con consumos aislados de la red eléctrica.

La generación distribuida, por lo tanto, se puede definir como generación en instalaciones relativamente pequeñas, en general inferiores a 10MW, que se sitúan cerca de los consumos y conectadas a la red de distribución en media y baja tensión normalmente, y que complementan a la generación tradicional de grandes unidades conectadas generalmente a la red de transporte. La generación distribuida además de acercarse al consumo, va a dar lugar a que en algunos casos generador(productor) y consumidor sean la misma entidad(prosumidor). (Colmenar Santos & Borge Diez, 2016, págs. 18-20-21)

Además (Mora, 2003) Afirmó lo siguiente:

En la generación de energía eléctrica a pequeña escala se emplean alternadores acoplados a motores de combustión interna, que se utilizan como equipos de emergencia en hospitales, aeropuertos, salas de ordenadores, centrales telefónicas, etc., y que entran en servicio en el momento que falta la tensión de la red. También se aplican estos grupos en el suministro de energía a instalaciones remotas o aisladas, alejadas de las redes de distribución, como es en el caso de ciertas aplicaciones rurales: riego por aspersión, granjas. (pàg.381)

2.4. El Generador Eléctrico.

Los generadores cambian la energía mecánica en energía eléctrica, en tanto que los motores cambian la energía eléctrica en energía mecánica; los generadores y motores eléctricos son muy parecidos, están contruidos de la misma forma general y ambos, dependen de los mismos principios electromagnéticos para su operación.

Al principio de **Acción de Generación** se le conoce también como de **Inducción**, el voltaje se puede inducir en un conductor que se encuentra dentro de un campo magnético, esto sucede cuando el flujo magnético se corta por el conductor. En algunos casos se mueve el alambre; en otros, se mueve el campo, y aun en otros, ambos se mueven, pero a distintas velocidades, este principio toma la energía mecánica para producir el movimiento, este produce la electricidad por ser generada. (Enriquez Harper, 2004, pág. 1)

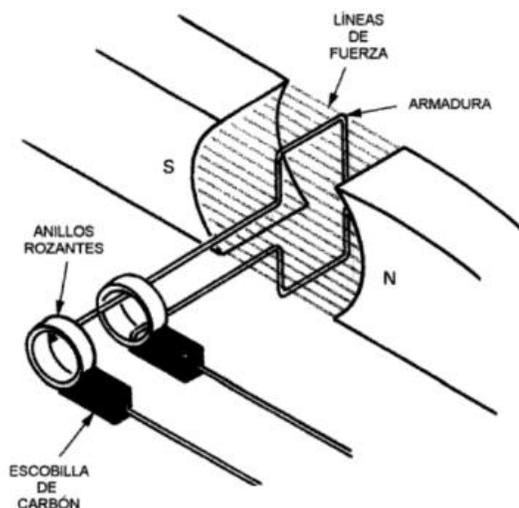
2.5. La forma como trabajan los generadores.

Para estudiar la forma en como convierten los generadores la energía mecánica en energía eléctrica, como observamos en la (Figura 2) que representa un generador elemental, en donde el campo magnético principal viene de un par de imanes permanentes. Obsérvese que la cara del **polo norte** se encuentra enfrente de la cara

del **polo sur**, la forma curvada de los polos produce el campo más intenso. La bobina de la armadura esta devanada sobre el rotor, cada extremo de esta bobina esta fijo a su propia banda metálica, estas bandas se llaman **anillos rozantes** y es donde aparece el voltaje generado. (Enriquez Harper, 2004, pág. 3)

Figura 2

Principio de funcionamiento de un generador



Nota: En el gráfico observamos un generador eléctrico elemental, donde el campo magnético principal que se produce viene de un par de imanes permanentes. Tomado de (Enriquez Harper, 2004).

2.6. Grupos Electrógenos.

Un grupo electrógeno es un equipo que genera electricidad para abastecer una demanda definida y lo hace por medio de un motor de combustión independiente que hace girar un generador de electricidad (Figura 3).

Las razones para decidir instalar un grupo electrógeno son variadas, se puede entre ellas mencionar:

- La necesidad de suministrar energía eléctrica en forma voluntaria o por obligación reglamentaria parcial o totalmente a una edificación ante fallas en el

suministro entregado por una Distribuidora Eléctrica.

- La necesidad de contar con energía eléctrica en lugares donde no existe suministro por parte de una Distribuidora o el empalme existente no es suficiente para satisfacer la demanda.
- Por tener un contrato con la Distribuidora eléctrica que obliga a desconectarse de la red en horarios puntas establecidos, esto por razones económicas.
- Por tener un menor costo la generación propia. (Corporación de Desarrollo Tecnológico, 2018, pág. 7)

Figura 3

Principio de funcionamiento de un generador



Nota: En el gráfico observamos un grupo electrógeno dotado de un motor de combustión interna que hace girar un generador de electricidad de corriente alterna. Tomado de (Corporación de Desarrollo Tecnológico, 2018)

2.6.1. Clasificación de los Grupos Electrógenos.

Los Grupos Electrógenos se pueden clasificar de la siguiente forma:

a. Tamaño

- **Pequeños hasta 20 KVA.** Su uso está principalmente destinado a viviendas unifamiliares, edificios pequeños o en faenas.

- **Intermedios de 21 a 750 KVA.** - Su uso esta principalmente destinado a edificios habitacionales y de oficinas, a industrias pequeñas y a instalaciones de faenas, eventos.
- **Grandes sobre 750 KVA.** - Su uso esta principalmente destinado a industrias medianas y grandes, a instalaciones de faenas mayores y a la minería.

b. Movilidad:

- **Permanentes (Estacionarios).** - Instalados en un punto determinado de una faena, edificio u otro lugar de utilización en forma permanente.
- **Transitorios (Móviles).** - Instalados en forma transitoria, ya sea en terreno o sobre camión o rampa.

c. Finalidad:

- **Sistema de Emergencia.** - Para abastecer sistemas eléctricos que deben permanecer abastecidos cuando la red eléctrica no esté entregando energía.
- **Generación en Punta.** - Para abastecer sistemas Eléctricos que se desconectan de la red eléctrica en horarios de punta con el fin de eliminar o disminuir la demanda de potencia de una instalación en el horario mencionado.
- **Cogeneración.** - Para abastecer sistemas eléctricos en los cuales una parte de la demanda la suple la autogeneración, y la parte restante la entrega la red pública. Esto exige el funcionamiento en paralelo de la autogeneración y la red.
- **Generación Desconectado de la Red Eléctrica.** - Para abastecer sistemas eléctricos que no están conectados a la red, tales como lugares donde no existe red o casos donde no se cuenta con un empalme que pueda abastecer la demanda.

d. Combustible:

- **Diésel.** - El equipo funciona solo con diésel.
- **Gasolina.** - El equipo funciona solo con gasolina.
- **Gas.** – El equipo funciona solo con gas.
- **Bifuel.** - El equipo funciona con una mezcla de diésel y gas, debe contar con un kit dual, el costo de esta alternativa lo hace atractivo económicamente para equipos grandes y que funcionen muchas horas al año, en cada caso específico se debe verificar su conveniencia en la ficha técnica del equipo o con un especialista.

e. Tipo de Alimentación a la Red:

- **Monofásico.** - Entrega energía eléctrica monofásica.
- **Trifásico.** - Entrega energía eléctrica trifásica, pero tiene la alternativa de entregar energía monofásica.

f. Características Acústicas:

- **Descubiertos.** - Los ruidos generados por el equipo llegan directamente a su entorno.
- **Con Cabina de Protección Intemperie.** - Los ruidos generados por el equipo llegan directamente a su entorno, incluso pueden llegar amplificados, en este caso la cabina solo protege al equipo de los efectos de la intemperie.
- **Con Cabina De Insonorización.** - Los ruidos generados por el equipo se encuentran aislados y llegan atenuados a su entorno. Un equipo aislado debe considerar en su diseño una reducción en la circulación de aire de ventilación y una pérdida de potencia por un silenciador del sistema de escape con mayor reducción de ruidos. (Corporación de Desarrollo Tecnològic, 2018, págs. 8-9-10)

2.6.2. Descripción de sus partes y componentes.

El grupo electrógeno es una máquina destinada a la producción de energía eléctrica mediante un alternador que gira gracias a un motor diésel. La instalación, la conexión y el mantenimiento requieren una preparación adecuada debido a los riesgos intrínsecos de la máquina. Una instalación o un uso incorrectos pueden provocar daños graves a la máquina, a la instalación terminal y a las personas que tienen que ver con el funcionamiento del equipo. (Grupos Electrògenos VISA, 2012, pág. 6)

Además (MODASA, 2012) afirmó lo siguiente:

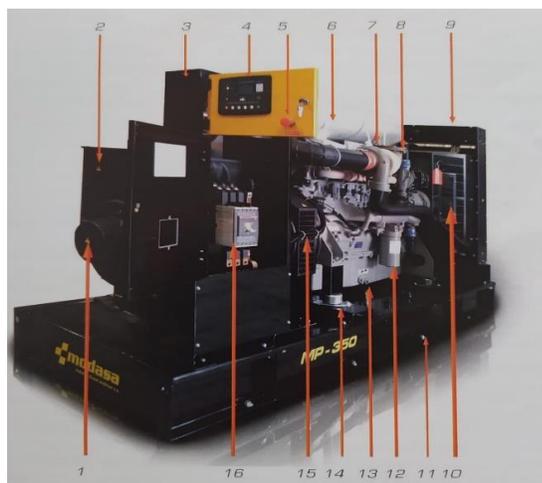
El Grupo electrógeno ha sido diseñado como una unidad autónoma, para proporcionar un rendimiento y fiabilidad excelentes a las exigencias del mercado, en la (Figura 4) representa un grupo electrógeno típico. Sin embargo, los grupos pueden presentar ligeras variaciones dependiendo del tamaño y configuración de los componentes principales. A continuación, se muestra una lista de los componentes principales del grupo electrógeno:

- 1) Sistema de excitación.
- 2) Generador.
- 3) Tablero eléctrico.
- 4) Modulo electrónico.
- 5) Parada de emergencia.
- 6) Silenciador.
- 7) Turbocompresores.
- 8) Salida de escape.
- 9) Radiador.
- 10) Rejilla de protección.
- 11) Bastidor.

- 12) Filtro de aceite.
- 13) Motor Diesel.
- 14) Aisladores de vibración.
- 15) Arnés eléctrico.
- 16) Interruptor termomagnético. (pàgs.10-11)

Figura 4

Partes de un grupo electrógeno.



Nota: En el gráfico se representa los componentes principales de un grupo electrógeno. Tomado de (MODASA, 2012).

2.6.3. Motores diésel en vehículos industriales y maquinaria.

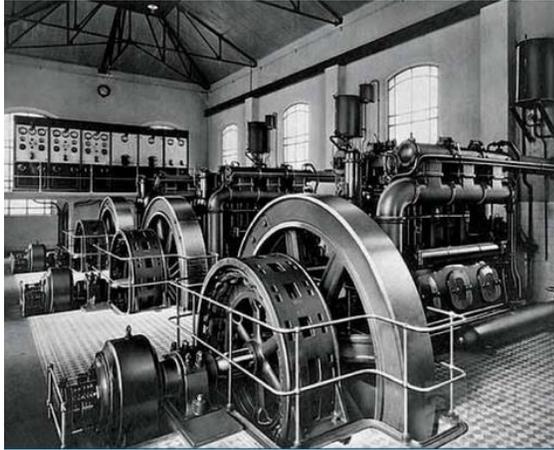
El motor diésel pesado, diseñado para vehículos industriales y maquinaria, ha hecho valer las ventajas derivadas de sus principios. Todas ellas son características muy valoradas en la actualidad:

- Elevado rendimiento
- Bajo consumo de combustible.
- Gran fiabilidad.
- Larga duración.

Los primeros motores diésel para automóviles fueron construidos para vehículos pesados como camiones o maquinaria industrial (Figura 5)

Figura 5

Motor diésel.



Nota: El gráfico representa un motor diésel de 3 cilindros creado por Franco Tosi en el año 1920. Tomado de (Escudero, 2011).

Aunque las piezas principales de este tipo de motores son de características constructivas diferentes a otro tipo de motores debido, fundamentalmente, al gran esfuerzo al que están sometidos, la construcción de un motor diésel industrial es similar a la de un motor diésel ligero e incluso a la de un motor a gasolina. Las principales diferencias del motor industrial diésel con el resto de motores son:

- Su mayor robustez.
- Su enorme precisión.
- Su alto rendimiento.

a. Robustez. Los componentes deben ser robustos y se fabrican con materiales de gran resistencia para soportar enormes esfuerzos mecánicos, esto hace que las piezas tengan mayor coste de fabricación.

b. Precisión. Para el correcto funcionamiento de este tipo de motores tan pesados es fundamental que todos sus componentes realicen su trabajo de forma precisa, para que el motor marche de forma segura, eficaz y fiable.

c. Rendimiento. El motor diésel industrial tiene un alto coeficiente de rendimiento, del 43% al 44% en motores de camión y autobuses, los motores diésel para turismo presentan un rendimiento ligeramente inferior. (Escudero, 2011, págs. 365-371)

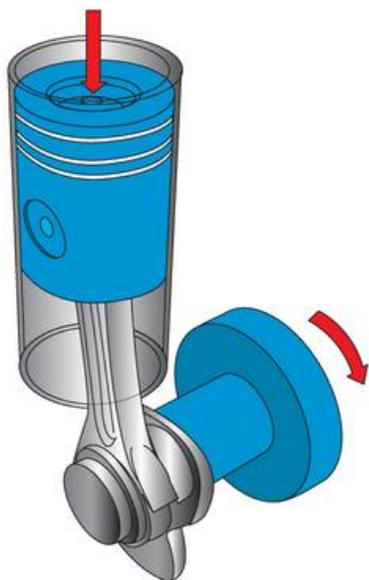
2.6.4. Misión del motor térmico industrial.

El motor del vehículo industrial y pesado es el encargado de transformar la energía química del combustible en energía térmica y, posteriormente, en energía mecánica que es utilizada por el vehículo para realizar un trabajo.

Como podemos ver en la (Figura 6), los motores son de combustión interna realizan la transformación de la energía en el interior del cilindro, en la cámara de combustión. La aportación del calor producido al quemarse el combustible y la presión de los gases de la combustión provocan el desplazamiento del pistón que, a través de la biela y el cigüeñal y se transforma en energía mecánica útil. (Escudero, 2011, pág. 366)

Figura 6

Ciclo de transformación de energía térmica a energía mecánica.

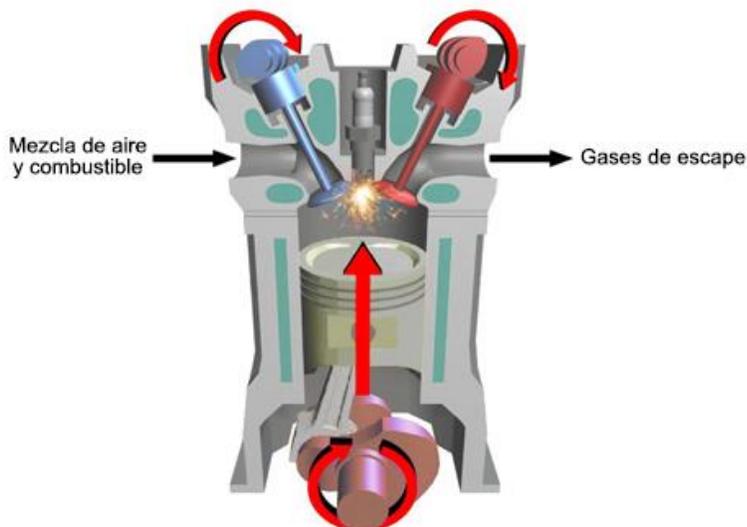


Nota: En el gráfico se observa la transformación del movimiento lineal del pistón en movimiento rotativo en el cigüeñal. Tomado de (Escudero, 2011).

Además (Kates & Luck, 2003) afirmó lo siguiente:

Los motores diésel son máquinas destinadas a producir energía a partir de la combustión de aceite pesado en masa de aire, la cual ha sido previamente comprimida hasta alcanzar una presión suficiente elevada, por el hecho de ser una máquina destinada a producir energía recibe el nombre de motor; por otra parte, como la combustión tiene lugar en el interior del motor se dice que se trata de un motor de combustión interna y lo podemos observar en la (Figura 7).

En contraste, en los motores de vapor se quema el combustible en el exterior de la máquina y por ello se llaman motores de combustión externa, en ambos casos, el calor es convertido en energía mecánica. (pàg.25)

Figura 7*Motor de combustión interna*

Nota: El gráfico representa el proceso de combustión dentro del cilindro de un motor de combustión interna.

Tomado de (blogspot.com, 2020).

2.6.5. Clasificación de los motores diésel pesados.

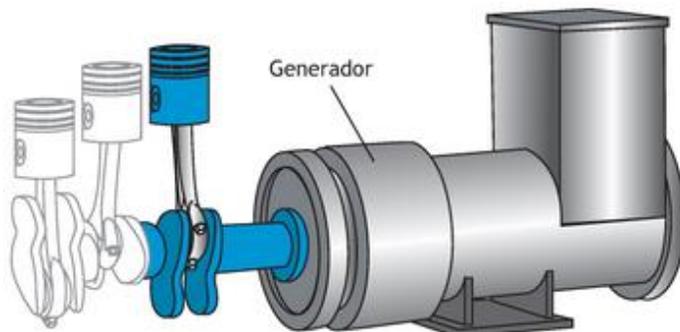
Los motores diésel pesados de combustión interna se pueden clasificar dependiendo de varios criterios, como pueden ser sus características técnicas, el uso para el que han sido creados o de funcionamiento. A continuación, se presenta una clasificación de estos motores.

a. Dependiendo del uso para el que han sido creados.

- **Motores estacionarios.** Cuando el motor se utiliza para trabajos en lugares fijos, como pueden ser los generadores de corriente. Si el motor hace funcionar una estación de trabajo, el cigüeñal va directamente acoplado a la misma como podemos ver en la (Figura 8).

Figura 8

Instalación de un motogenerador



Nota: El gráfico representa el funcionamiento de una estación de trabajo en donde el cigüeñal del motor va acoplado al generador. Tomado de (Escudero, 2011).

Además (Kates & Luck, 2003) expresa lo siguiente:

Los motores diésel que se utilizan para instalaciones fijas suelen montarse sobre bases que descansan en el suelo y, por lo tanto, su peso no es cuestión primordial, tampoco es tema de preocupación el espacio que ocupen, aunque puede haber excepciones, como en el caso de un grupo electrógeno que haya de instalarse en un espacio reducido en el sótano de un edificio de dimensiones modestas, o cuando los apoyos de la base deban ser a prueba de vibraciones.

Como podemos ver en la (Figura 9), una aplicación muy corriente de los motores estáticos es accionar generadores eléctricos que producen suministro ininterrumpido de energía eléctrica, ejemplos característicos de este caso son las centrales eléctricas, tanto públicas como privadas, aquí interesa especialmente una gran confiabilidad, un consumo de combustible reducido, reparaciones baratas, una vida prolongada y una buena regulación.

La razón para ello es que tales motores deben funcionar muchas horas al día, durante muchos años, por lo que deben ser de confiabilidad absoluta, ya que la parada imprevista puede interrumpir un suministro eléctrico de importancia, estos motores,

como funcionan casi todo el tiempo, consumen gran cantidad de combustible y por lo tanto su rendimiento ha de ser lo más alto posible. (pàg.19)

Figura 9

Grupo electrógeno Modasa

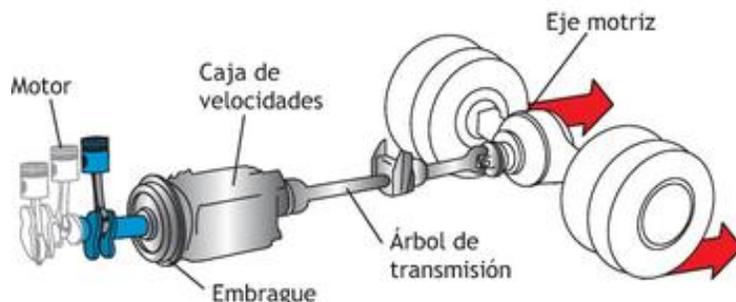


Nota: El gráfico representa un motor estático para accionar un generador eléctrico. Tomado de <https://www.google.com/url?sa=i&url=http%3A%2F%2Fwww.nts.com.co%2Fequipos%2Fplantas-electricas%2Fplantas-electricas-modasa%2F&psig=AOvVaw0sx0Qg9KLdNEL-LIIs4Hep&ust=1591466188608000&source=images&cd=vfe&ved=0CA0QjhxqFwoTCMje4eCf6-kCFQAAAAAdAAAAABAT>.

Motores para ser instalados en vehículos industriales. En estos casos, el par de cigüeñal pasa a las ruedas motrices a través de los órganos de la transmisión, como podemos ver en la (Figura 10), esta transmisión de movimiento es conocida como cadena cinemática.

Figura 10

Cadena cinemática en V.

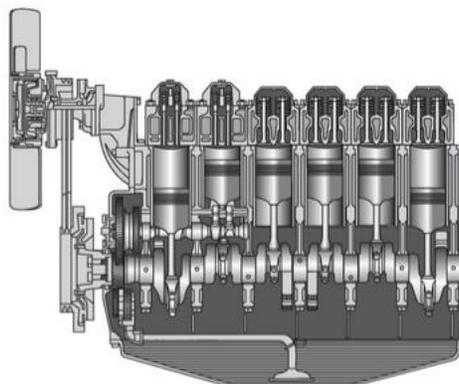


Nota: El gráfico representa los componentes principales para transmitir la energía mecánica del motor a las ruedas de un vehículo industrial. Tomado de (Escudero, 2011).

b. Dependiendo a la disposición de los cilindros. En motores utilizados en vehículos industriales se disponen los cilindros principales en línea o en V, prevaleciendo los motores en línea como podemos ver en la (Figura 11), a consecuencia de una serie de ventajas técnicas.

Figura 11

Motor diésel industrial de 6 cilindros en línea.



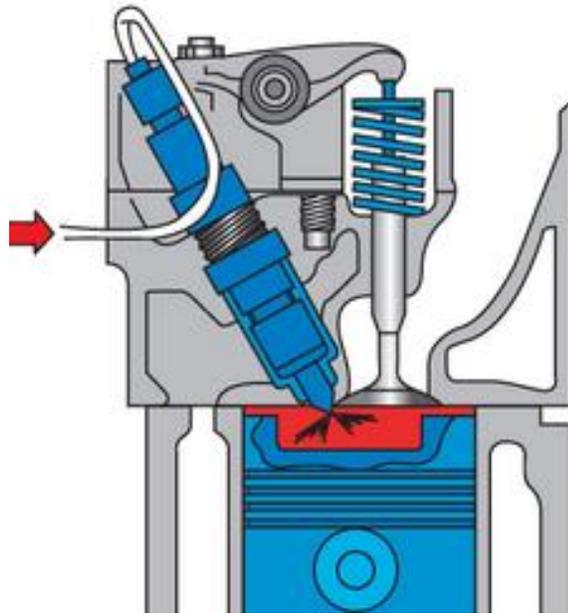
Nota: El gráfico representa la Sección longitudinal de un motor diésel industrial de 6 cilindros en línea. Tomado de (Escudero, 2011).

c. Según el tipo inyección del motor. El combustible se puede inyectar bien directamente en la cámara de combustión o bien en una antecámara contigua a la cámara de explosión, dependiendo de la opción elegida, podemos hablar de:

- **Motores de inyección directa.** El inyector lanza el chorro de combustible directamente en la cámara de combustión, son los más utilizados en la actualidad por el sector industrial como podemos ver en la (Figura 12).

Figura 12

Motor de inyección directa.

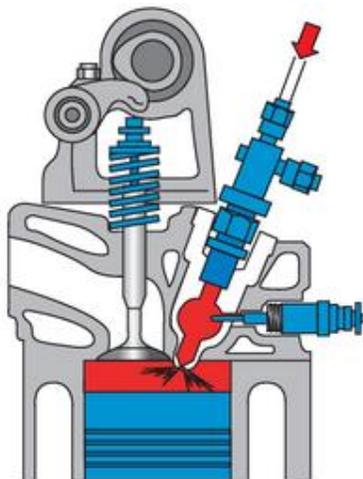


Nota: El gráfico representa la pulverización de combustible directamente al cilindro del motor para que se produzca la combustión. Tomado de (Escudero, 2011).

Motores de inyección directa con cámara de pre combustión. Se inyecta el gasóleo en una precámara, que tiene un tamaño aproximado del 25% de la cámara de combustión como podemos ver en la (Figura 13).

Figura 13

Motor de inyección en precámara

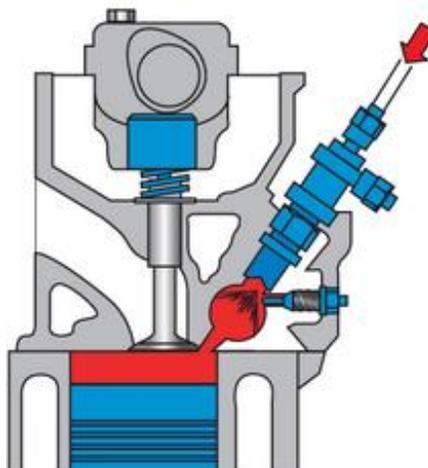


Nota: El gráfico representa la combustión producida en una precámara antes de ingresar al cilindro del motor. Tomado de (Escudero, 2011).

- **Motores de inyección indirecta con cámara de turbulencia.** Se inyecta el combustible en la cámara de turbulencia, que tiene mayor volumen que la precámara como podemos ver en la (Figura 14).

Figura 14

Motor de inyección en cámara de turbulencia.



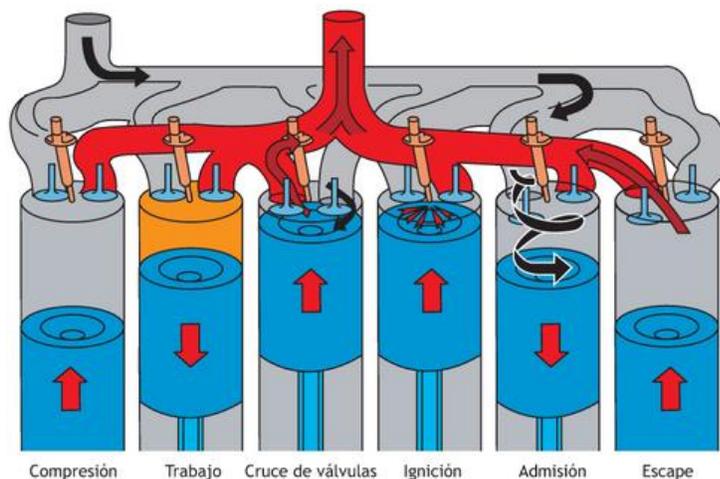
Nota: El gráfico representa el proceso de combustión en una cámara de turbulencia antes de ingresar al cilindro del motor. Tomado de (Escudero, 2011).

d. Según los tiempos en un ciclo de trabajo. En función del número de carreras que realiza el pistón por cada ciclo de trabajo puede ser:

- **Motores de dos tiempos.** EL pistón completa un ciclo de trabajo en dos carreras, desde el PMS al PMI y desde el PMI al PMS, y el cigüeñal gira una vuelta. Estos motores se utilizan en los barcos y en motores estacionarios.
- **Motores de Cuatro tiempos.** El pistón completa en ciclo de trabajo en carreras, dos descendentes y dos ascendentes, y el cigüeñal gira dos vueltas. Son los motores que más se utiliza en vehículos industriales. En los motores diésel industriales de 6 cilindros y 4 tiempos que podemos observar en la (Figura 15), la ignición y trabajo tiene lugar en un orden determinado, conocido como orden de ignición. En los motores de 6 cilindros en línea generalmente el orden es: 1-5-3-6-2-4 (Escudero, 2011, págs. 366-367-368-369-370)

Figura 15

Ciclos en motor de cuatro tiempos y 6 cilindros.



Nota: El gráfico representa los ciclos de funcionamiento de un motor de cuatro tiempos y seis cilindros.

Tomado de (Escudero, 2011).

2.6.6. La sobrealimentación del motor diésel.

Prácticamente la totalidad de los motores diésel industriales actuales son turboalimentados, un turbocompresor introduce mayor cantidad de aire del que pueden aspirar los pistones por sí solos en el tiempo de admisión.

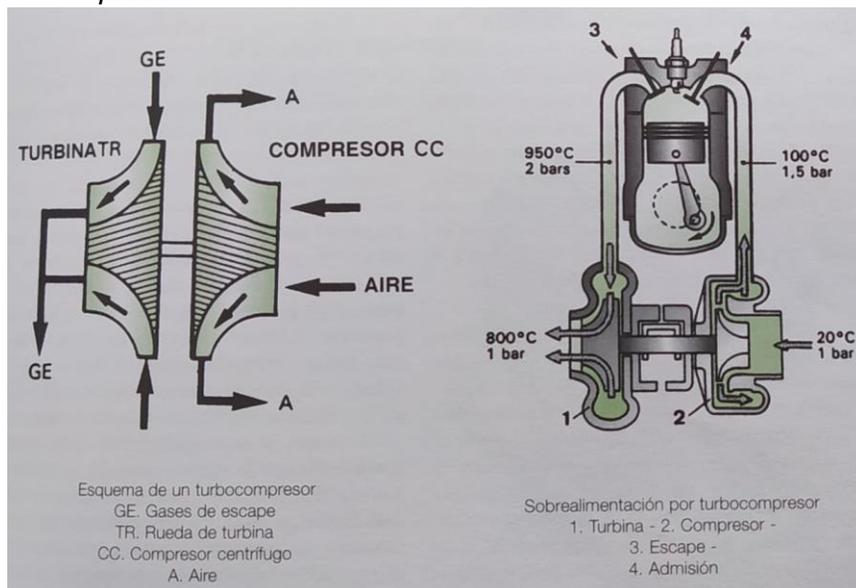
El turbocompresor tiene múltiples ventajas en el motor diésel, principalmente porque no le resta potencia al ser accionado por los gases de escape, el turbocompresor incrementa la potencia del motor al facilitar el llenado del cilindro en el tiempo de admisión, es un elemento significativo en el motor diésel, cuanto mejor sea la combustión, mayor es la potencia de rendimiento y menos la contaminación, la potencia del motor sobrealimentado se puede aumentar en un 45% sobre la del mismo motor con aspiración natural. (Escudero, 2011, pág. 384)

a. Turbocompresor. En el caso de los motores diésel, los problemas que pueden derivarse de la utilización de la sobrealimentación son menores que en los de gasolina, la mayor presión de entrada de aire favorece la expulsión de los gases de escape y el llenado del cilindro con aire fresco, con lo que consigue un aumento del rendimiento volumétrico. La forma de conseguir el aumento de presión del aire necesario para la sobrealimentación es mediante la utilización de compresores: estos a su vez pueden ser turbocompresores (accionados por los gases de escape). Los turbocompresores o simplemente llamados “turbo”, trabaja como una bomba centrífuga originada por la velocidad de giro, el aire es expulsado hacia la periferia de la rueda, lo cual crea una depresión en su centro provocando una aspiración del aire. En la (Figura 16) podemos ver el esquema de funcionamiento de un motor con turbocompresor. Mediante la fuerza ejercida por los gases de escape es accionada la turbina que se encuentra comunicada directamente con la rueda del compresor mediante un eje que los une. La alta velocidad a que es sometida (más de 100000 vueltas) permitirá elevar la

presión del aire de admisión para que de esta forma se mejore la alimentación del motor. (Gil Martínez, 2001, págs. 112-113).

Figura 16

El turbocompresor.



Nota: El gráfico representa un esquema de funcionamiento de un motor a diésel con turbocompresor.

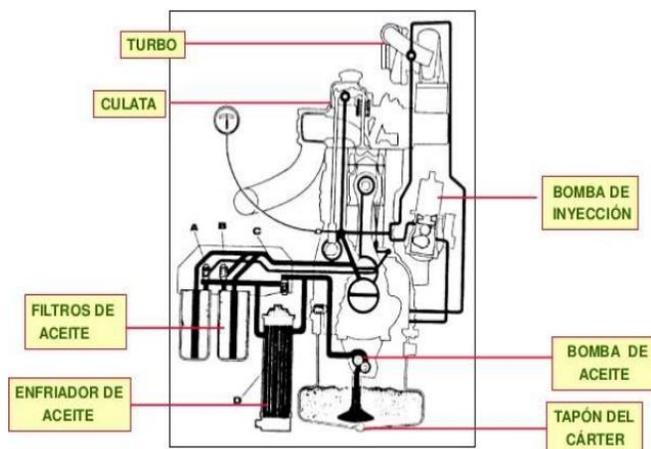
Tomado de (Gil Martínez, 2001).

2.6.7. Sistema de lubricación.

Cualquiera que sea el sistema de lubricación, este debe asegurar el suministro de la cantidad de aceite suficiente a todas las partes móviles del motor como podemos ver en la (Figura 17), con el fin de realizar la lubricación de todo el sistema.

Figura 17

Lubricación en motores diésel.



Nota: El gráfico representa los componentes que conforman un circuito de lubricación de un motor de combustión interna a diésel. Tomado de (SLIDESHARE, 2020)

La finalidad es reducir al mínimo el desgaste de las piezas móviles del motor, que se produce por su rozamiento, y evitar su agarrotamiento por el exceso de calor, se consigue por la interposición de una fina película de lubricante entre las piezas o superficies metálicas que pudieran llegar a entrar en contacto, bien sea a presión o por deslizamiento, evitando con ello el desgaste de las piezas del motor, con una lubricación óptima se obtiene, además:

- Refrigerar las partes móviles y aquellas a las que no tienen acceso y aquellas a las que tienen acceso el circuito de refrigeración.
- Amortiguar y absorber choques entre elementos sometidos a presión.
- Efectuar una limpieza de los órganos lubricados mediante el arrastre de impurezas. (Gil Martínez, 2001, págs. 122-132)

a. lubricación forzada por presión. En los motores actuales se hace imprescindible una excelente lubricación de todas las partes móviles debido a las importantes solicitaciones mecánicas a las que están sometidas. Esto se consigue con la lubricación forzada por una bomba, movida por el cigüeñal, que se encarga de

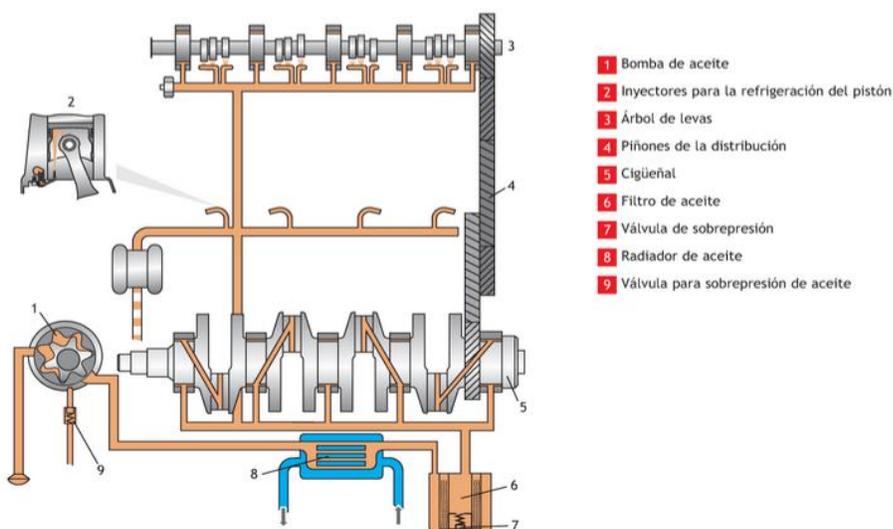
generar presión y caudal suficientes para hacer llegar el lubricante a través de canalizaciones especiales a todas las partes del motor que necesiten lubricación, esta lubricación puede ser:

- De cárter húmedo, es la más extendida.
- De cárter seco. Utilizada en motocicletas, todoterrenos y vehículos de competición. (Escudero, 2011, pág. 304)

b. Lubricación forzada por cárter húmedo. En la lubricación forzada por cárter húmedo existe un circuito como podemos observar en la (Figura 18) que comienza con una bomba que conduce el lubricante a presión a todas las partes a lubricar. El motor dispone de un depósito, situado en la parte baja del motor, llamado cárter, que almacena el lubricante, en este depósito va sumergida una bomba, accionada por el cigüeñal, que coge el lubricante a través de una rejilla, para evitar coger impurezas grandes, y posteriormente enviado a presión a un filtro, la bomba lleva una válvula de regulación de presión máxima. (Escudero, 2011, pág. 304).

Figura 18

Circuito de lubricación.

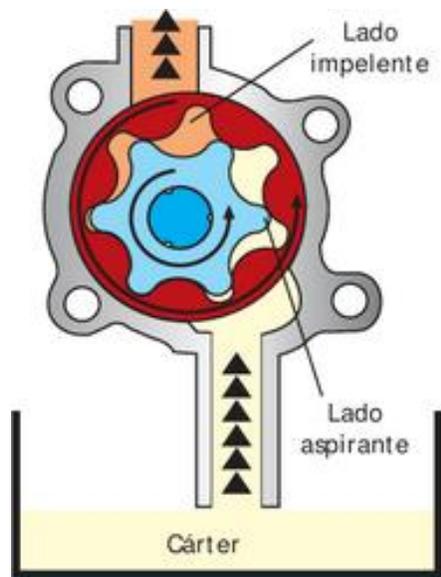


Nota: El gráfico representa los principales componentes que forman parte del circuito de lubricación forzada. Tomado de (Escudero, 2011).

c. Bomba de aceite de rotor. La bomba de rotor consta de un rotor accionado a través de una varilla como podemos ver en la (Figura 19) que gira arrastrando un anillo circular en la parte exterior y con lóbulos en el interior, el anillo tiene un lóbulo más que dientes tiene el rotor. La bomba de rotor es la más utilizada actualmente debido a su gran capacidad de generar presión, aunque es algo más sensible a la suciedad, por lo que el filtrado debe ser el mejor que otro tipo de bombas. (Escudero, 2011, pág. 309)

Figura 19

Bomba de aceite de rotor.



Nota: El gráfico representa el esquema de funcionamiento de una bomba de aceite de rotor. Tomado de (Escudero, 2011).

d. Filtro de aceite. El lubricante se llena de residuo debido a

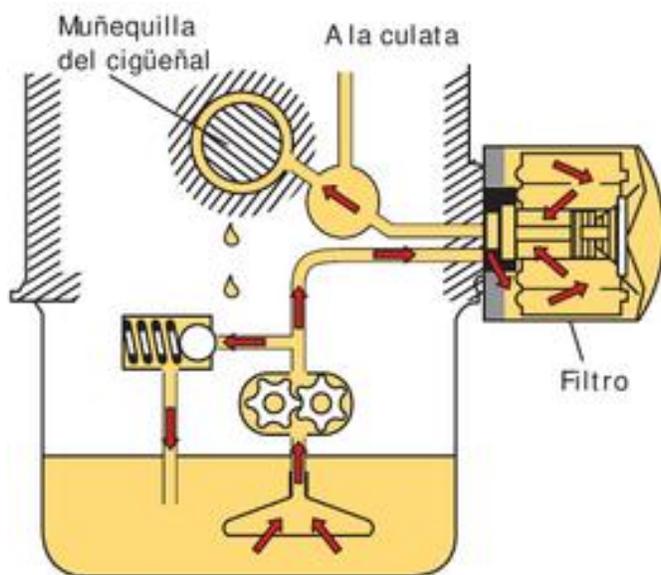
- La degradación propia por aumento de temperatura, cizallamiento, etc.
- Residuos de la combustión.
- Partículas metálicas procedentes del motor debido a rozamientos, polvo, etc.

Los vehículos sobrealimentados deterioran y ensucian más rápidamente el aceite porque el eje del turbo está a altas temperaturas y el aceite se carboniza fácilmente, todos estos residuos y partículas se encuentran en suspensión en el lubricante, afectando negativamente a la eficiencia del mismo y produciendo desgastes en la bomba de aceite y en el propio motor.

Para evitar esto se usa un filtro de aceite como podemos ver en la (Figura 20), que limpie de impurezas el lubricante, alargando la vida de este y, por lo tanto, la vida de la bomba de aceite, del turbo propio y del propio motor, debe sustituirse periódicamente para eliminar las impurezas filtradas que se van acumulando dentro del filtro. (Escudero, 2011, pág. 311)

Figura 20

Filtrado del aceite.



Nota: El gráfico representa el ciclo de filtrado del aceite del motor. Tomado de (Escudero, 2011).

2.6.8. Sistema de refrigeración.

El objetivo del sistema de refrigeración es mantener una temperatura óptima durante el funcionamiento del motor. Para un buen funcionamiento del motor es imprescindible disipar parte del calor liberado a la atmósfera. En el caso de que la refrigeración no funcione correctamente, puede ocurrir que:

- El aceite se degrade y se vuelva excesivamente fluido. Esto último ocurre a partir de los 300°C.
- Que el metal se dilate, y las piezas en movimiento se agarroten ocasionando el gripaje completo del motor.

Los sistemas de refrigeración han de extraer del 25% al 30% del calor generado en la combustión para mantener el motor entre los 90 y 95 ° y de esta manera obtener el máximo rendimiento sin ocasionarle daños. (Escudero, 2011, pág. 323)

Además (Gil Martínez, 2001) afirmó lo siguiente:

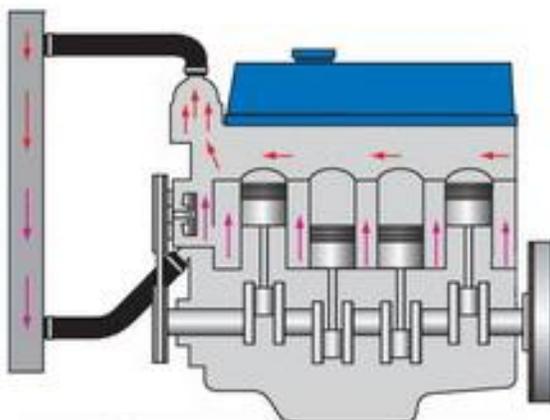
Si el diseño del circuito es el apropiado, el mantenimiento del sistema se limitará a controlar el nivel del líquido refrigerante del sistema y prestar atención al indicador de temperatura o de calentamiento excesivo, en un sistema cerrado una buena práctica es verificar el nivel del líquido en el vaso expensor el cual posee unas marcas de máximo y mínimo nivel de refrigerante, es de destacar que no solo por fuga del circuito podemos tener una pérdida de nivel. Aun en un sistema “sellado”, se producen pérdidas de nivel por evaporación, por lo que, sobre todo en motores de altas prestaciones, de uso severo o temperatura ambiente altas, la verificación del nivel ha de hacer se imprevistamente. (pág. 175)

- a. Método de refrigeración con circulación forzada de agua.** Según (Escudero, 2011) expresa que “en el sistema de circulación forzada una bomba obliga al líquido a circular desde los conductos del motor al radiador, la bomba gira sobre el

eje que mueve una polea accionada por el cigüeñal mediante una correa”
(pàg.327) como podemos ver en la (Figura21)

Figura 21

Refrigeraciòn con circulaciòn forzada de liquido.

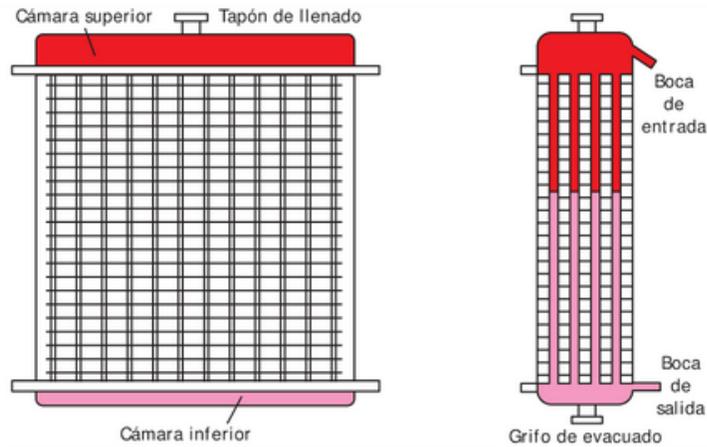


Nota: El gráfico representa el ciclo de circulación del líquido refrigerante dentro del motor de combustión interna. Tomado de (Escudero, 2011).

- b. El radiador.** El radiador es el elemento del circuito de refrigeración que actúa como intercambiador de calor entre el líquido refrigerante y el aire de la atmosfera, por su parte el radiador se une por medio de los manguitos a la culata con interposición del termostato, el radiador se encuentra situado en la parte delantera del motor para facilitar la incidencia del aire que proviene del exterior o para dirigir el aire hacia el motor gracias al ventilador. Como podemos ver en la (Figura22), el radiador consta de dos cámaras, una superior y otra inferior, en las que se acoplan los manguitos de entrada y salida del líquido en la cámara superior existe una boca de llenado, cerrada con un tapón de seguridad. (Escudero, 2011, págs. 328-329)

Figura 22

El radiador.

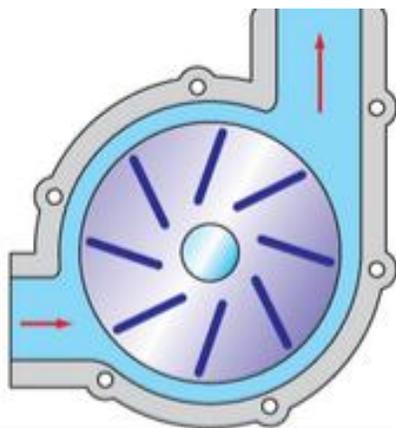


Nota: El gráfico representa la constitución principal de un radiador. Tomado de (Escudero, 2011).

- c. Bomba de agua.** La bomba fuerza la circulación del líquido refrigerante para garantizar la evacuación del calor del interior del motor al radiador mediante conducción, cuanto más revolucionado gira el motor, mayor es la temperatura alcanzada en el mismo. Al girar la bomba, arrastrada por el motor, imprime mayor velocidad de circulación al líquido, por lo tanto, será mayor la evacuación del calor. Las bombas utilizadas son de tipo centrífugo como podemos ver en la (Figura 23), fabricadas en fundición o aluminio, están diseñadas para aportar el suficiente caudal de líquido en función de la potencia del motor y las calorías a evacuar, diferenciándose en forma y tamaño de unos motores a otros, sobre todo, de los de gasolina al diésel. (Escudero, 2011, pág. 330)

Figura 23

Bomba de agua centrífuga.

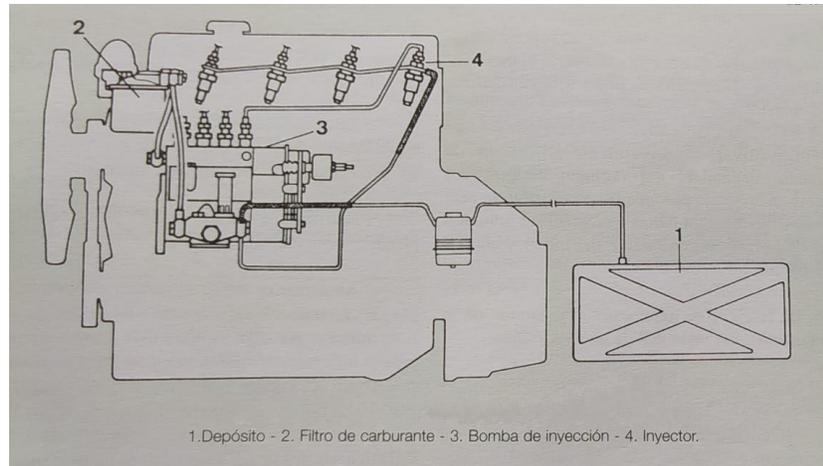


Nota: El gráfico representa el esquema de funcionamiento de una bomba de agua centrífuga. Tomado de (Escudero, 2011).

2.6.9. Sistema de alimentación de combustible.

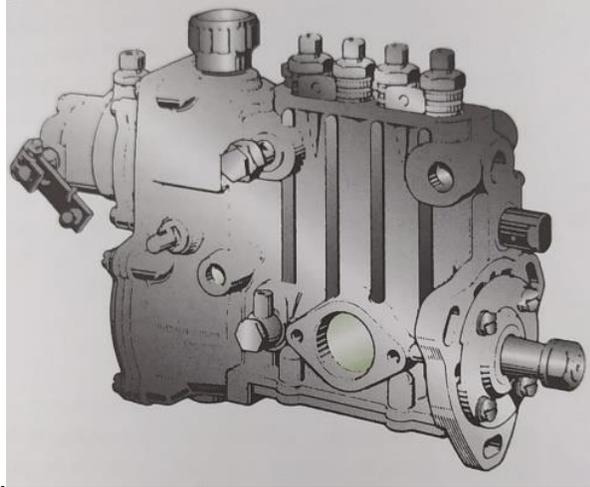
Es un sistema que posibilita que la combustión se realice de modo más favorable, consiguiendo el máximo rendimiento del motor; es decir, que los gases no quemados sean mínimos a la salida del motor, el combustible debe inyectarse en la cámara de combustión, en las condiciones propicias y en cantidades perfectamente dosificadas de todo ello se encarga el sistema de alimentación como podemos ver en la (Figura 24), para garantizar un óptimo rendimiento en el motor diésel, ha de cumplirse que:

- Cada cilindro reciba, en su momento del ciclo y atendiendo a las condiciones de régimen y carga del motor, la cantidad precisa de combustible.
- Que la pulverización, la presión y la penetración del combustible con la uniformidad de este en el interior de la cámara sea tal que halle el aire necesario para su perfecta combustión. (Gil Martínez, 2001, pág. 13)

Figura 24*Sistema alimentación diésel.*

Nota: El gráfico representa un esquema principal de alimentación de combustible para un motor básico a diésel. Tomado de (Gil Martínez, 2001).

- a. La bomba de inyección.** El corazón del sistema de alimentación lo constituye la bomba de inyección como podemos ver en la (Figura 25), y tiene la misión de mandar el combustible suficiente, en el momento apropiado, a la presión necesaria y en el orden establecido en el interior de la cámara de combustión en las mejores condiciones de combustión y por tanto de optimización del rendimiento térmico del motor. (Gil Martínez, 2001, pág. 17)

Figura 25*Bomba de inyección en línea.*

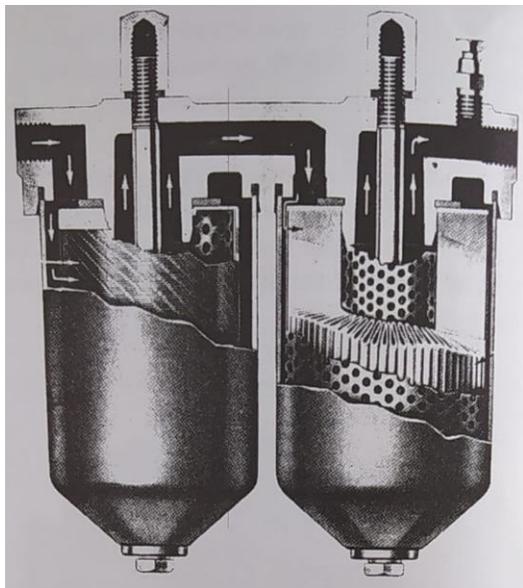
Nota: El gráfico representa la pieza fundamental de un sistema de alimentación a diésel que dosifica la cantidad adecuada de combustible y a la presión óptima para su combustión dentro del cilindro del motor.

Tomado de (Gil Martinez, 2001).

- b. Elementos filtrantes.** Unos de los capítulos más exigentes para el perfecto funcionamiento del motor diésel lo representa el filtrado del combustible como podemos ver en la (Figura 26), comprenderemos que las menores partículas pueden provocar depósitos, erosiones y en definitivas deterioraciones capaces de perjudicar sensiblemente al equipo de inyección y consecuentemente al buen funcionamiento del motor, pero no solamente las partículas sólidas perturban el sistema. El agua además de provocar la oxidación de los elementos de inyección, en invierno pueden congelarse y consecuentemente provocar la obstrucción de los conductos de alimentación en paradas prolongadas del motor. (Gil Martinez, 2001, pág. 15)

Figura 26

filtro de combustible.



Nota: El gráfico representa un conjunto de filtros de combustible que evitan que el combustible ingrese con impurezas al sistema de alimentación del motor. Tomado de (Gil Martinez, 2001).

2.6.10. Sistema eléctrico del motor.

Según (MODASA, 2012) expresa: “El sistema eléctrico del motor del grupo electrógeno Modasa es negativo a masa y de 12 o de 24 VDC dependiendo del tamaño del grupo” (pàg.14).

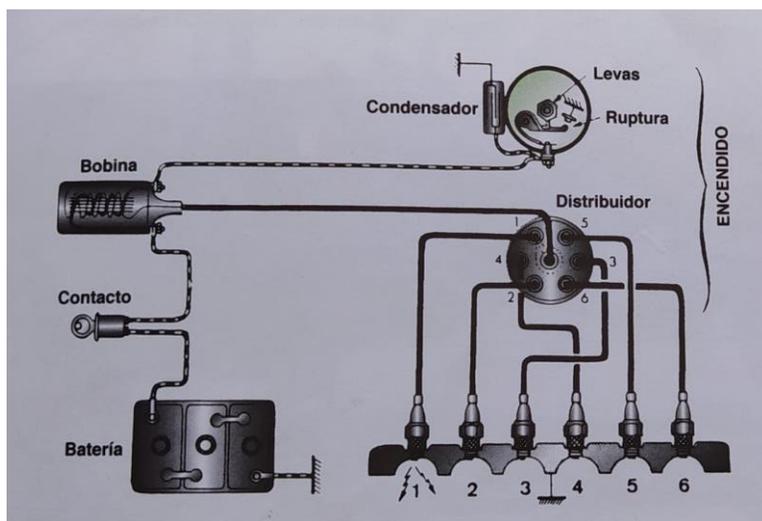
a. Encendido del motor. Los sistemas de encendido tienen como objetivo generar un arco eléctrico entre los electrodos de una bujía como podemos ver en la (Figura 27), este arco es el encargado de iniciar la combustión de la mezcla aspirada por los pistones dentro de los cilindros del motor y comprimida dentro de la cámara de volumen reducido llamada cámara de combustión.

El motor está equipado por un dispositivo de encendido compuesto por un generador de alta tensión (bobina), el ruptor, el distribuidor, la bujía y la batería como fuente de energía, la brusca ruptura de la corriente que se establece entre la batería y el

primario de la bobina anula el flujo magnético en el núcleo de hierro dulce, induciéndose una alta tensión en el secundario, esta alta tensión producirá una chispa en la bujía correspondiente a la fase de encendido, iniciando la combustión en dicho cilindro. (Gil Martinez, 2001, págs. 190-191)

Figura 27

Sistema de encendido eléctrico para un motor de 6 cilindros.



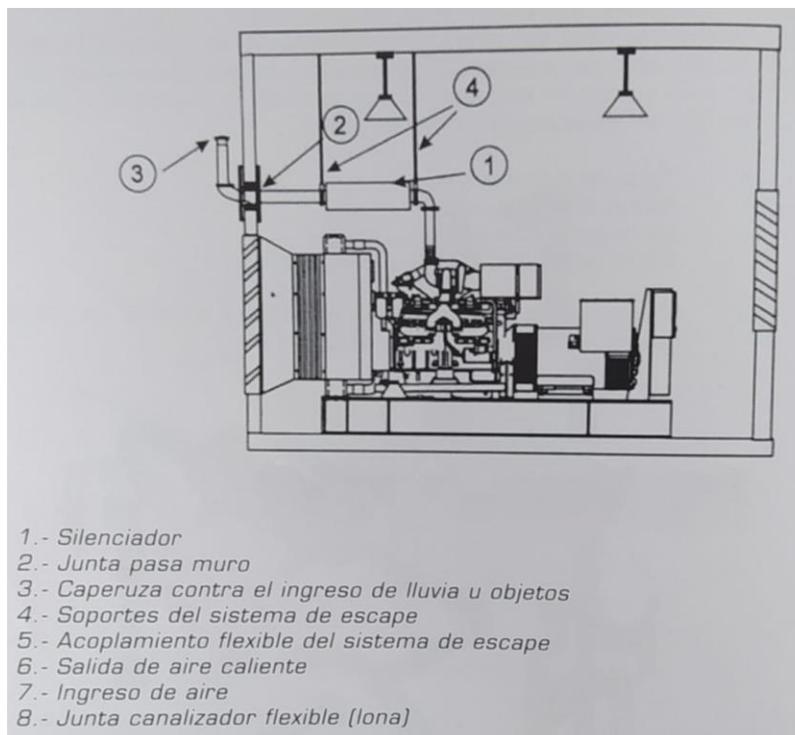
Nota: El gráfico representa un esquema básico de un circuito de encendido clásico a ruptor, para 6 cilindros. Tomado de (Gil Martinez, 2001).

2.6.11. Sistema de escape y silenciador.

El silenciador y el sistema de escape reducen la emisión de ruidos producidos por el motor, conduciendo los gases de escape hacia las salidas que no produzcan peligro, extinguen flamas de combustión, en los grupos electrógenos encapsulados insonorizados, el silenciador se encuentra instalado dentro de la cabina o capsula del grupo, en la (Figura 28) se puede observar el diagrama de instalación de un grupo electrógeno en caseta con sistema de escape instalado. (MODASA, 2012, págs. 15-38)

Figura 28

Sistema de escape de un grupo electrógeno.



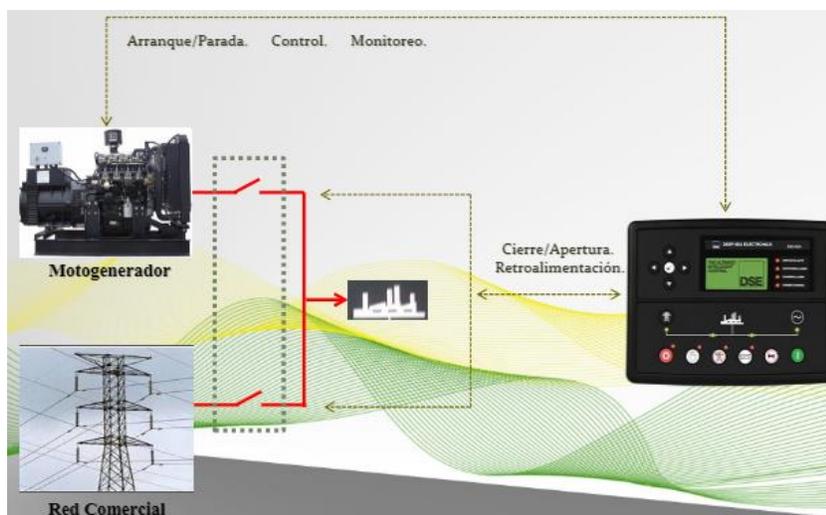
Nota: El gráfico representa un esquema de instalación del sistema de escape de un grupo electrógeno Modasa y sus componentes principales. Tomado de (MODASA, 2012).

2.6.12. Sistema de Control (módulo automático).

Según (MODASA, 2012) expresa: “El sistema de control que se suministran en el grupo electrógeno Modasa es un módulo 7320 como podemos ver en la (Figura 29), el mismo que permiten la operación autónoma del equipo, monitoreando continuamente el comportamiento del motor y alternador” (pág. 15).

Figura 29

Control automático de transferencia.



Nota: El gráfico representa un módulo automático 7320 que permite la operación autónoma del grupo electrógeno. Tomado de <https://docplayer.es/4909202-Automatizacion-de-grupos-electrogenos-con-modulos-deep-sea-electronics-presentado-por-ing-carlos-di-martino.html>.

a. Características principales del módulo 7320. El grupo electrógeno cuenta con las siguientes características:

- Protección por alta temperatura de refrigerante con LED
- Protección por baja presión de aceite con LED
- Protección por baja velocidad con LED.
- Protección por sobre velocidad con LED.
- Tres intentos de arranque
- Arranque automático mediante dos hilos contactos NC y NA
- Alarma general
- Voltaje de la batería del motor
- Horas de funcionamiento del motor
- Temperatura de aceite.

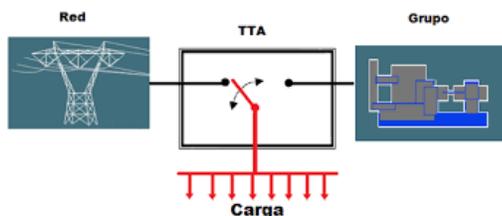
- Temperatura de agua.
- Presión de aceite
- Nivel de refrigerante.
- Nivel de combustible.
- Voltaje del generador
- Factor de potencia del generador.
- Corriente del generador.
- Carga del generador (kW).
- Sensores auxiliares (si son instalados y configurados). (MODASA, 2012, págs. 15-16)

b. Tablero de transferencia automática con módulo DSE 7320. El tablero de transferencia automática viene incorporado en la cabina insonora, tipo modular para facilitar el mantenimiento, está diseñado para transferir la carga desde la red comercial hacia el grupo electrógeno y viceversa como podemos ver en la (Figura 30). El tablero de transferencia está compuesto por dos partes principales:

- La parte de fuerza
- La parte de control.

Figura 30

Tablero de transferencia automática.



Nota: El gráfico representa un esquema de un tablero de transferencia automática que permite transferir la carga eléctrica desde la red comercial al grupo electrógeno. Tomado de (modasa Motores Diesel Andinos S.A., 2015).

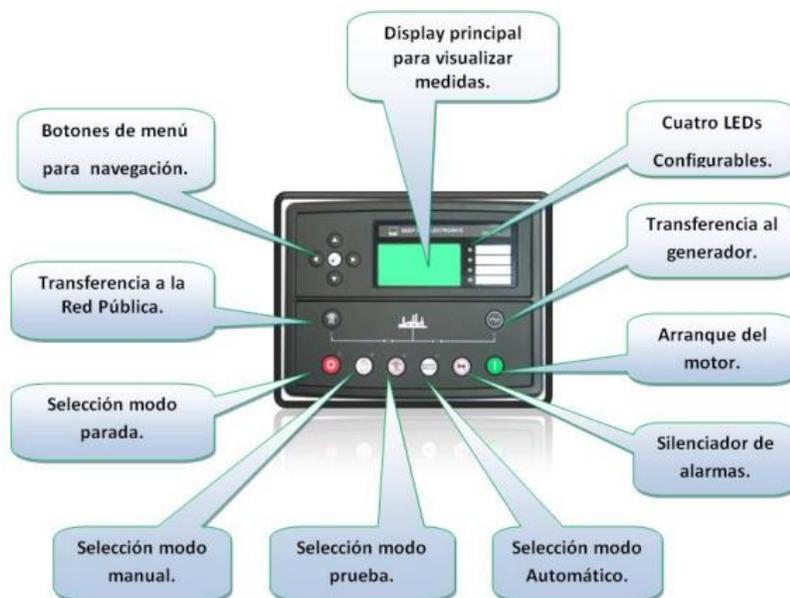
La parte de fuerza es la parte encargada de controlar el paso de la energía de la red comercial o la generada por el grupo electrógeno hacia las cargas. En la parte de fuerza del tablero de transferencia automática podemos encontrar los siguientes accesorios:

- Mando del motor.
- Mecanismos de enclavamiento mecánico.
- Conmutador motorizado.
- Transformador de corriente de medición.
- Transformador de voltaje.
- Aisladores.
- Platinas de cobre (fases, neutro, y tierra). (modasa Motores Diesel Andinos S.A., 2015, pág. 2)

c. Características básicas de un módulo de control digital DSE 7320. Este módulo de control permite monitorear el suministro de red normal y transferir la carga hacia el generador o desde el generador hacia la red. Es operado mediante los botones de START, STOP, AUTO y MANUAL ubicados en el panel frontal. También incluye un botón de prueba. En la (Figura 31) se describen las características del panel frontal del módulo. (modasa Motores Diesel Andinos S.A., 2015, págs. 3-4)

Figura 31

Panel frontal del módulo.



Nota: El gráfico representa las características principales del panel de control del módulo que permite monitorear correcto funcionamiento del grupo electrógeno. Tomado de (modasa Motores Diesel Andinos S.A., 2015).

d. Mediciones del módulo. Según (modasa Motores Diesel Andinos S.A., 2015) expresa: “El módulo provee facilidades avanzadas de medida, desplegando la información en una pantalla con caracteres alfanuméricos. Como podemos ver en la (Figura 31), la información puede ser accedida usando el botón de desplazamiento ubicado en la parte superior izquierda de la pantalla” (pàg.4).

e. Mediciones del sistema. Las mediciones que podemos realizar son las siguientes:

- Voltaje del grupo 3-fases, Línea -Línea y Línea- Neutro.
- Corriente del grupo – red: 3 fase y neutro.
- Frecuencia.
- Voltaje de red, 3 fases, Línea – Línea y Línea – Neutro.

- Voltaje de la batería.
- Horas de funcionamiento. (modasa Motores Diesel Andinos S.A., 2015, pág. 4)

f. Indicadores del módulo. En el módulo podemos observar lo siguiente:

- Falla en la parada.
- Baja o sobre velocidad
- Bajo o sobre voltaje.
- Parada de emergencia.
- Falla al conectar el voltaje de carga.
- Falla al conectar la frecuencia de carga.
- Sobre corriente (aviso, corte eléctrico).
- Bajo voltaje DC.
- Indicación de falla de red. (modasa Motores Diesel Andinos S.A., 2015, pág. 5)

2.6.13. Sistemas de protección.

Las instalaciones de los de los consumidores y de los productores de energía eléctrica tienen que estar diseñados y contar con los elementos necesarios para proteger la propia red ante averías o faltas, tanto internas como externas, y para evitar la transferencia de las averías internas a las redes públicas.

Los sistemas de protección son los elementos que se emplean para proteger las instalaciones y las redes eléctricas ante averías. Los sistemas de protección no impiden las fallas, sino que lo que hacen es reducir los efectos negativos que estas pueden ocasionar. Para ello, los sistemas de protección detectan las fallas o las condiciones anormales que se producen en la red y dan la orden de disparo a los interruptores con lo que se aíslan los elementos en falta del resto de la red. (Bayod Rùjula, 2008, pág. 333)

Además (Cornejo Navarro, 2007) nos dice en su libro:

Las instalaciones y las redes de media y baja tensión se ven afectadas de forma esporádica por perturbaciones que hacen que las corrientes, las tensiones o la frecuencia alcancen valores fuera de los rangos permitidos. Las contingencias que pueden modificar la operación normal de las instalaciones son provocadas por causas diversas como: envejecimiento de los aislamientos, acciones animales (aves en las líneas aéreas y roedores en las instalaciones subterráneas), rotura de los conductores (caída de árboles, corrosión, máquinas excavadoras), maniobras incorrectas, conexión de una demanda excesiva a una línea o a un transformador, descargas atmosféricas, etc. Estos fenómenos se pueden agrupar en las siguientes categorías:

- **Sobretensión.** Aumento de la tensión por encima de la tensión normal que puede dar lugar a la perforación del aislamiento y al establecimiento de arcos eléctricos.
- **Sobrecarga.** Aumento de la corriente por encima de la corriente nominal del conductor. Las sobrecargas producen calentamientos indeseables que reducen la vida útil de los aislamientos y de los propios circuitos.
- **Cortocircuito.** Conexión accidental directa entre dos o más conductores de distintas fases o entre un conductor y tierra que, generalmente, provoca una sobre corriente de valor hasta varias veces superior a la corriente nominal de los conductores.

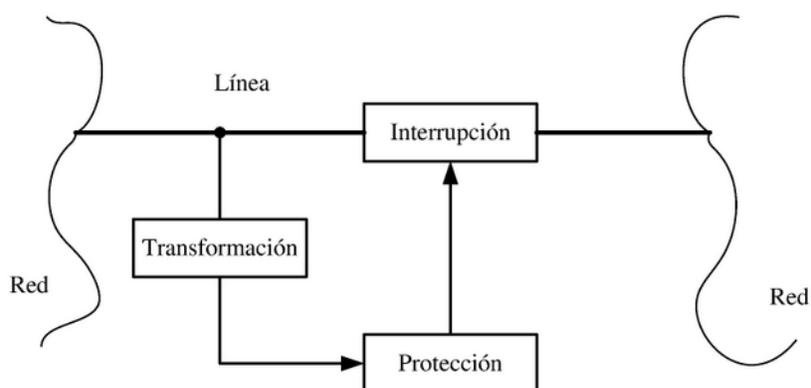
Como podemos ver en la (Figura 32), en general los sistemas de protección están formados por:

- Aparata de protección, que usa las variaciones de tensión, corriente o frecuencia para detectar los defectos y producir señales de alarma o de disparo de interruptores.

- Aparata de maniobra y corte (seccionadores, interruptores, fusibles), que aíslan la parte de la red afectada.
- Transformadores de protección (de corriente y/o de tensión), que convierten las magnitudes medidas en valores apropiados para los relés y que aíslan las partes de alta y baja tensión. (pàgs.165-166).

Figura 32

Sistema de protección



Nota: El gráfico representa la estructura general básica de un sistema de protección. Tomado de (Cornejo Navarro, 2007).

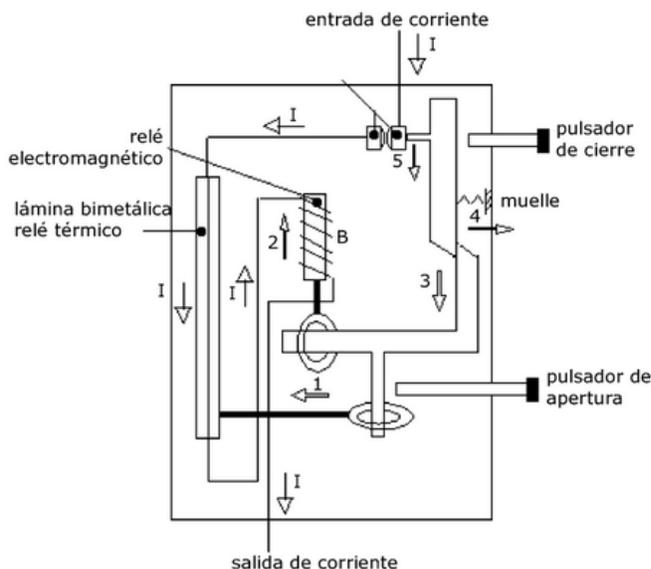
a. Interruptor de protección del grupo electrógeno. Según (MODASA, 2012) afirmó lo siguiente: “Para proteger al grupo electrógeno, se instala un interruptor térmico, adecuado para el modelo y potencia eléctrica del grupo electrógeno, su función es la apertura del sistema eléctrico cuando exista una sobrecarga o cortocircuito en las redes eléctricas conectadas” (pág. 6).

- **Interruptor magnetotérmico.** Estos dispositivos también llamados interruptores magnetotérmicos, tienen la capacidad de cortar (primero detectan y posteriormente eliminan) las sobreintensidades no admisibles y cortocircuitos, si es el caso de una sobreintensidad admisible no cortan el circuito, así ocurre por

ejemplo, en el arranque de los motores, su función y constitución se puede apreciar con detalle en la (Figura 33) y se define a continuación: (Moreno, Zubiaurre, & Miralles, 2014, pág. 82)

Figura 33

Partes de un interruptor magnetotérmico



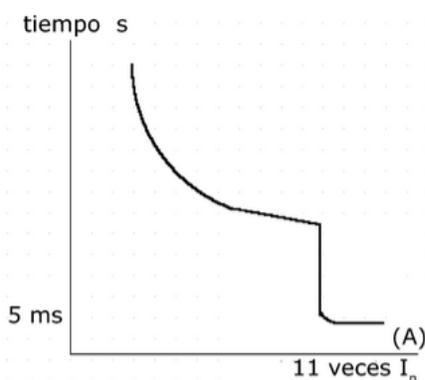
Nota: El gráfico representa la constitución interna de un interruptor magnetotérmico. Tomado de (Moreno, Zubiaurre, & Miralles, 2014).

- Desconexión por cortocircuito.** Actúa por principio de funcionamiento magnético. Una bobina magnética B como podemos ver en la (Figura 33) crea una fuerza de sentido (2), esta, por un sistema de palancas, trasmite una fuerza sucesivamente de sentido (3), (4) y finalmente (5); esta última fuerza se encarga de abrir el contacto móvil (entrada de corriente). Si la corriente que atraviesa el interruptor automático supera la intensidad nominal varias veces, su abertura tiene lugar en un tiempo inferior a 5ms. (Moreno, Zubiaurre, & Miralles, 2014, pág. 82)
- Desconexión por sobrecarga.** En este caso actúa por principio de funcionamiento térmico. Un bimetálico de la forma indicada como podemos ver en

la (Figura 33) al curvarse cuando es atravesado por una sobreintensidad no admisible origina una fuerza de sentido (1) y esta trasmite igualmente un sistema de palancas unas fuerzas sucesivas (3), (4) y finalmente (5) desconectando el contacto móvil, el tiempo de apertura del contacto será en función de la corriente que lo atraviesa. Como podemos ver en la (Figura 34) Las dos formas de funcionamiento de los magnetotérmicos dan lugar a una curva de disparo.

Figura 34

Curva de disparo de un interruptor automático magnetotérmico



Nota: El gráfico representa el tiempo que se demora en activarse un interruptor automático magnetotérmico cuando se produce un cortocircuito o sobrecarga. Tomado de (Moreno, Zubiaurre, & Miralles, 2014).

Como podemos ver en la (Figura 35), se aprecia el aspecto de diversos interruptores magnetotérmicos para elevadas potencias, hasta una intensidad de aproximadamente 11 veces la intensidad nominal, el dispositivo actúa por sobrecarga. A partir de esa intensidad la actuación se produce por cortocircuito. (Moreno, Zubiaurre, & Miralles, 2014, págs. 82-83)

Figura 35

Interruptor magnetotérmico.



Nota: El gráfico representa los diferentes modelos de interruptores magnetotérmicos utilizados para altas potencias. Tomado de (Moreno, Zubiaurre, & Miralles, 2014).

2.6.14. La función del mantenimiento.

a. ¿Qué es el mantenimiento? Según (García Garrido, 2004, pág. 1) afirmó lo siguiente: “Es conjunto de técnicas destinado a conservar equipos e instalaciones en servicio durante el mayor tiempo posible (buscando la más alta disponibilidad) y el máximo rendimiento” (pàg.1).

Además (García Palencia, 2012) afirmó en su libro lo siguiente:

Son todas las actividades que deben ser desarrolladas en orden lógico, con el propósito de conservar en condiciones de operación segura, efectiva y económica, los equipos de producción, herramientas y demás activos físicos, de las diferentes instalaciones de una empresa. A medida que transcurre el desarrollo tecnológico las instalaciones se vuelven cada vez más complejas y automatizadas, con grandes cadenas de producción, cuya parálisis representa grandes pérdidas económicas. La importancia del mantenimiento se deriva, por tanto, de la necesidad de contar con una estructura que permita restablecer rápidamente las condiciones de operación ideal, para reducir al mínimo las pérdidas de producción. (pàg23)

b. Misión de mantenimiento. El mantenimiento industrial como parte integral de la producción, tiene como propósito garantizar el óptimo funcionamiento de los equipos, y demás infraestructura empresarial, mediante programas de prevención y predicción de fallas, reparación de daños y mejoramiento continuo de sus condiciones operativas con la política de cero defectos. (García Palencia, 2012, pág. 24)

c. Tipos de mantenimientos. En la práctica real del mantenimiento industrial solo existen dos tipos o formas fundamentales de hacer mantenimiento:

- **El mantenimiento reactivo.** Es el conjunto de actividades desarrolladas en los sistemas, equipos, maquinas, instalaciones, o edificios, cuando a causa de una falla, se requiere recuperar su función. Como su nombre lo indica, las acciones de mantenimiento reaccionan a las fallas y se ejecutan para corregirlas.
- **El mantenimiento Proactivo.** Es el sistema opuesto del sistema reactivo, es decir, las acciones de mantenimiento se realizan antes de presentarse la falla del equipo. En la operación proactiva la prevención de las fallas se hace a través de inspecciones y de acciones preventivas y predictivas. El objetivo del mantenimiento proactivo es, por tanto, anticiparse a la probabilidad de ocurrencia de las fallas.

Por su mayor utilización sobresalen principalmente tres, que se han establecido como los sistemas básicos de hacer mantenimiento son:

- **Mantenimiento Correctivo.** El mantenimiento correctivo son todas las actividades para corregir las causas de las fallas, ejecutadas en los equipos, maquinas, instalaciones o edificios, cuando a consecuencia de una falla, han dejado de prestar la calidad del servicio para lo cual fueron diseñados. La actividad principal que desarrolla es la reparación no planificada que resulta debido a la falla imprevista: antes que se realice la reparación propiamente dicha

es necesario examinar el tipo y la causa el daño; esto suele llamarse comprobación del daño y mediante esta constatación se permite ver concretamente cuales son las operaciones que hay que efectuar, este tipo de mantenimiento se aplica solo cuando el sistema no puede seguir en operación.

- **Mantenimiento Preventivo.** Es el conjunto de actividades programadas a equipos en funcionamiento que permiten en la forma más económica, continuar su operación eficiente y segura, con tendencia a prevenir las fallas y paros imprevistos. El mantenimiento preventivo surge con la necesidad de reducir el monto del mantenimiento correctivo y todo lo que representa. Pretende reducir las reparaciones por medio de una rutina de inspecciones periódicas y la renovación de elementos dañados. Su meta es reducir a niveles mínimos y convertir las fallas que se presentan en experiencias de aprendizaje para mejorar. En síntesis, un sistema de mantenimiento preventivo cubre todos los mantenimientos programados a la planta, los cuales son llevados a cabo con el objeto de prevenir la ocurrencia de las fallas, o para detectar fallas prematuras antes de que desarrollen una parada inesperada de la máquina, o de los sistemas de control.

- **Mantenimiento Predictivo.** Es el conjunto de actividades, programadas para detectar las fallas de los activos físicos, por relevación antes de que sucedan, con los equipos en operación y sin perjuicio de la producción, usando aparatos de diagnóstico y pruebas no destructivas. (García Palencia, 2012, págs. 51-53-57)

d. Instalación y mantenimiento de grupos electrógenos. Según (MODASA, 2012) expresa: "Si no se respetan las especificaciones o principios fundamentales, se expone el conjunto de la instalación a un desgaste anormal afectando el correcto

funcionamiento del grupo electrógeno, el procedimiento descrito recoge los principales imperativos de instalación de un grupo electrógeno” (pàg.27).

Además (Zubiaurre Lusa & Miralles Pèrez, 2014) en su libro afirmó lo siguiente:

La instalación de grupos electrógenos exige una estrecha colaboración entre diversas áreas técnicas, como son la eléctrica, la de construcción, la de los procesos industriales de fabricación y la mecánica. Cuando se estudia la instalación de grupos electrógenos hay que tener presentes las siguientes consideraciones.

- **Emplazamiento.** Es conveniente que el emplazamiento del grupo este próximo al lugar de utilización para reducir las caídas de tensión y las pérdidas en los cables, al estudiar el transporte e instalación hay que proveer también el espacio necesario para el mantenimiento, incluido el desmontaje completo del grupo y disponer del equipo necesario encima del mismo para poder levantarlo, el fabricante del grupo deberá indicar todas las exigencias que se refieren a las necesidades de espacio y de accesibilidad.
- **Entrada de aire y sistema de escape.** Al definir la potencia del grupo electrógeno es importante tener en cuenta las condiciones de la entrada de aire y de salida de humos de escape, hay que prestar atención también a que la entrada de aire este suficientemente alejada de humos. Los grupos electrógenos de emergencia deben ser capaces de funcionar en diversas condiciones, en ciertas regiones donde son frecuentes las tormentas de arena, la entrada de aire debe estar equipada de un filtro de aire para filtrar las impurezas. (pàgs.141-142)
- **Admisión de aire para la combustión.** El aire para la combustión debe ser limpio y lo más frío posible, normalmente este aire es aspirado de la zona que rodea el grupo electrógeno a través del filtro de aire del motor. En algunos casos, sin embargo, debido al polvo, suciedad o calor, el aire que se encuentra

alrededor del grupo no es adecuado. En estos casos debe instalarse una conducción de entrada de aire. Esta conducción debe venir desde la fuente de aire limpio (fuera del edificio, desde otra sala, etc.) hasta el filtro de aire del motor. No desmontar el filtro de aire del motor para montarlo en otro lugar apartado ya que esto aumentaría el riesgo de que se introduzca suciedad en el conducto de aire y de allí al motor. Para asegurar que este tipo de instalación no tenga efectos perjudiciales en el funcionamiento el grupo electrógeno, el diseño del conducto de entrada de aire debe ser aprobado por fabrica. (MODASA, 2012)

- **Refrigeración y ventilación.** Un motor térmico genera cierta cantidad de calor, que se debe evacuar al exterior del local para que el funcionamiento del grupo sea correcto, la cantidad de Julios que libera el grupo tiene orígenes diversos:
 - Refrigeración de los cilindros
 - Radiación del bloque motor y del conducto de escape.
 - Refrigeración del alternador.

Por ello es necesario equipar el local con aberturas de entrada y salida adaptadas a las condiciones de uso al sistema de refrigeración, una ventilación insuficiente provoca un aumento de la temperatura ambiente que a su vez ocasiona desde una pérdida de potencia del motor hasta la parada del grupo electrógeno, el aire deberá circular en el local que albergue el grupo en el sentido.

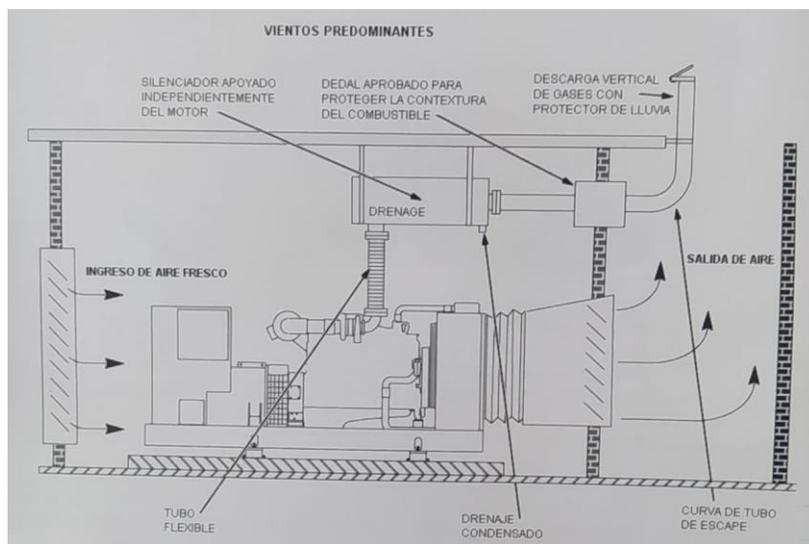
ALTERNADOR ► MOTOR ► RADIADOR

Esta circulación permite, evacuar el calor liberado, además conseguir la cantidad de aire fresco necesario para la combustión, un flujo de aire correcto es el que se muestra en la (Figura 36) donde el aire entra por el extremo del alternador, pasa a lo

largo del motor y atravesando el radiador sale al exterior a través de un conducto de aire.

Figura 36

Conducto canalizado de aire caliente



Nota: El gráfico representa un esquema del flujo de aire correcto que debe ingresar y salir del grupo electrógeno para una correcta refrigeración y ventilación. Tomado de (MODASA, 2012).

Sin este conducto que canaliza y extrae al aire caliente de la habitación, el ventilador enviara el aire alrededor del radiador, expulsándolo sin orientación, produciendo recirculación de aire caliente, reduciendo de este modo la eficacia de la refrigeración, elevando la temperatura de la sala, reduciendo de este modo la eficacia de la refrigeración, elevando la temperatura de la sala, ocasionando perdida de potencia y falla por alta temperatura. (MODASA, 2012).

- **Sistema de escape.** El propósito del sistema de escape del motor es dirigir el escape hacia un lugar y una altura donde no produzca molestias ni peligro, reduciendo al mismo tiempo el ruido producido por el motor, debe incorporarse un silenciador adecuado en el tubo de escape para reducir el nivel de ruido del motor. (MODASA, 2012)

CAPÍTULO III

3. INSPECCIÓN TÉCNICA DE LA CONDICIÓN ACTUAL DEL GRUPO ELECTRÓGENO MODASA MP-670 I, PERTENECIENTE AL CUERPO DE INGENIEROS DEL EJÉRCITO UBICADO EN LAS BODEGAS DEL CENTRO DE MANTENIMIENTO, ABASTECIMIENTO Y TRANSPORTE (CEMAT).

3.1. Estado actual del grupo electrógeno Modasa MP-670 I

Mediante una inspección visual técnica del grupo electrógeno localizamos averías mecánicas y eléctricas que puedan existir en el grupo electrógeno y luego de analizarlas proceder a su reparación y remplazo de piezas en mal estado que afecten su funcionamiento.

El grupo electrógeno Modasa cuenta con motor diésel de combustión interna de seis cilindros en línea cuyos datos técnicos se puede observar en la siguiente tabla.

Tabla 1

Datos técnicos del grupo electrógeno.

GRUPO ELECTRÓGENO	
Modelo	MP-670 I
Motor	PERKINS 4006-23TGA2A
Número de cilindros	6 en línea
Combustible	diésel
Alternador	STAMFORD HCI 534F1
Módulo de control	Electrónico
Fases	trifásico
Frecuencia	60hz

Nota: Esta tabla muestra las características principales del grupo electrógeno.

Figura 37

Grupo electrógeno Modasa MP-670 I

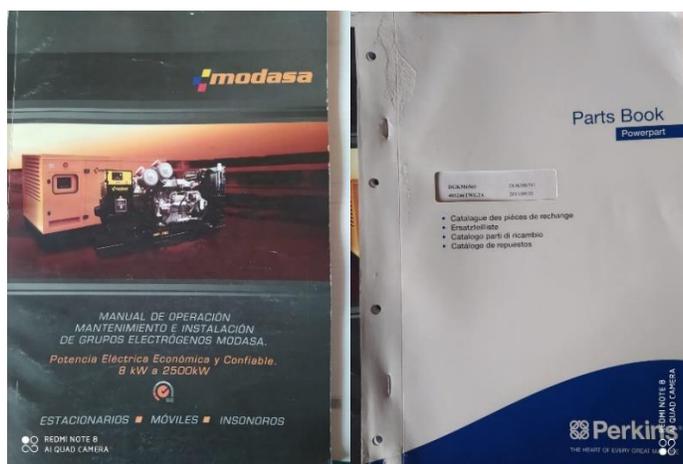


Nota: En el gráfico observamos que el grupo electrógeno se encontraba ubicado junto a vehículos y maquinaria que presentan averías de consideración para en un futuro ser publicados a remate.

Con la ayuda del sr. Militar encargado de la bodega se procedió a buscar los manuales de operación del grupo electrógeno para guiarnos y tener una idea más clara del funcionamiento del grupo electrógeno los cuales muy amablemente se nos facilitó para leerlos y analizarlos.

Figura 38

Manuales de operación.



Nota: En el gráfico observamos los manuales de operación y mantenimiento del grupo electrógeno

3.2. Visualización del estado del motor diésel PERKINS 4006-23TGA2A y sus sistemas.

Para tener conocimiento del estado del motor se realizó un análisis técnico del estado actual de sus respectivos sistemas de funcionamiento para analizar piezas averiadas y conexiones eléctricas desconectadas que impidan el correcto funcionamiento, mediante el cual se dedujo lo siguiente:

- El motor se encuentra con cableados desconectados y sudando aceite adiciones recubierto de polvo de cemento.

Figura 39

Componentes del motor PERKINS 4006-23TGA2A



Nota: En el gráfico observamos las partes del motor que se encuentran averiadas y posibles fugas de fluidos.

3.2.1. **Averías en el sistema de lubricación**

Se realizó una inspección del circuito de lubricación y de sus componentes que lo conforman para verificar posibles fugas y piezas en mal estado que afecten al normal funcionamiento del motor observando las siguientes novedades:

- Según el manual de funcionamiento debemos realizar un mantenimiento cada 200 horas de uso del grupo electrógeno.
- Por el tiempo prolongado que no se lo ha encendido al motor es recomendable

realizar el cambio de aceite.

- Observamos que existe sudoración de aceite por la llave que ayuda al drenaje del aceite del motor.
- Una vez realizada una inspección minuciosa del sistema de lubricación no se observaron más fugas de aceite y daños que impidan el funcionamiento del motor.

Figura 40

Drenaje de aceite del motor



Nota: En el gráfico observamos que existe filtración de aceite por la cañería de la llave de drenaje de aceite del motor.

3.2.2. Averías en el sistema de refrigeración.

Se realizó una inspección visual del sistema de refrigeración del motor para verificar el estado de sus componentes y se encontró las siguientes novedades:

- Por el trabajo al que fue sometido y por el tiempo prolongado que no se lo ha encendido al grupo electrógeno el radiador se encuentra lleno de partículas de cemento lo que podría producir obstrucciones de los paneles del radiador y

afectar la correcta refrigeración del grupo electrógeno.

- Se debe realizar una limpieza de los paneles del radiador.
- Por el prolongado tiempo que no se lo ha utilizado el grupo electrógeno se debe revisar que el líquido refrigerante se encuentre en los niveles recomendados y verificar que no existan fugas de refrigerante y asegurar sus mangueras y cañerías para evitar un recalentamiento del motor al momento de encenderlo ocasionando el aumento de su temperatura que podrían accionar problemas graves el motor y sus componentes.
- Los filtros de aire se encuentran sucios y llenos de polvo de cemento.
- El conjunto de bandas se encuentra en buen estado y no afectarían al buen funcionamiento del motor.

Figura 41

Radiador del motor PERKINS 4006-23TGA2A.



Nota: En el gráfico podemos observar que se encuentra con partículas de polvo de cemento.

3.2.3. Averías en el sistema eléctrico del motor PERKINS 4006-23TGA2A.

Se realizó un análisis de las causas por las que se paró el funcionamiento del grupo electrógeno con la ayuda del sr. militar encargado y mediante inspección técnica

de las conexiones y componentes eléctricos del motor observamos las siguientes novedades.

- El cableado eléctrico externo del motor de arranque se encuentra desconectados.
- No se dispone de baterías y sus bornes de conexión se encuentran sulfatados y con corrosión.
- Revisar si el alternador del motor se encuentra funcionando correctamente.
- Sensor de temperatura y corte no se encuentra funcionado.
- Sensor de presión de agua se encuentra averiado.
- Limpieza interior del ECM (módulo de control electrónico).
- El interruptor que pone en contacto las baterías, el motor y panel de control al accionarlo no se permite el paso de corriente.

Figura 42

Interruptor de batería



Nota: en el gráfico podemos observar que no se dispone de baterías, su interruptor y cables se encuentran con corrosión.

Figura 43*Motor de arranque*

Nota: En el gráfico podemos observar que los cables externos del motor de arranque se encuentran desconectados.

3.3. Estado del alternador STAMFORD HCI 534F1.

Este generador ha sido utilizado en los diferentes proyectos de obras civiles a cargo del Cuerpo de Ingenieros del Ejército cuyos datos técnicos podemos observar en la siguiente tabla.

Tabla 2*Datos técnicos del alternador STAMFORD HCI 534F1*

ALTERNADOR	
Marca	STAMFORD HCI 534F1
Serie	M12F268451
Potencia	818.8 KVA – 655KW – 1074.4 A
Frecuencia	60 Hz
RPM	1800
Voltaje	440
Fases	03

ALTERNADOR

Factor de potencia	0.8
--------------------	-----

Nota: Esta tabla muestra las características principales del alternador STAMFORD HCI 534F1.

Por el trabajo al que fue sometido y el tiempo que el grupo electrógeno no ha estado en funcionamiento, mediante una inspección visual obtuvimos las siguientes novedades.

- La estructura exterior del alternador se encuentra recubierta por una capa de polvo de cemento.
- el terminal de conexión a tierra del estor se encuentra sulfatado y con presencia de partículas de cemento.
- Los devanados del estator y rotor no presentan daños en su estructura solo una fina capa de polvo de cemento.
- Los elementos de protección se encuentran en buenas condiciones.

Figura 44

Alternador



Nota: En el gráfico podemos observar que los la estructura y devanados del alternador se encuentran cubiertos de partículas de cemento.

3.4. Estado de los elementos de control y potencia

El sistema de control del grupo electrógeno nos permite la operación del equipo para comprobar el funcionamiento del motor y alternador mientras que el tablero de transferencia nos permite transferir la carga eléctrica desde el grupo electrógeno a la red o viceversa, para conocer operación y funciones de estos elementos recurrimos al manual de operación del grupo electrógeno luego de analizarlo y realizar una inspección visual encontramos las siguientes novedades.

- El tablero de transferencia se encontraba lleno de partículas de cemento y sus bornes de conexión oxidados y con los pernos de sujeción en las diferentes líneas de transmisión de energía incompletos y oxidados.
- El módulo de control digital no presentaba ninguna avería de consideración que dificulte su funcionamiento.
- El cableado de conductores de energía eléctrica no presenta daños de consideración solo están cubiertos de partículas de cemento.

Figura 45

Tablero de transferencia automática



Nota: En el gráfico podemos observar los bornes y pernos del tablero con óxido y partículas de cemento.

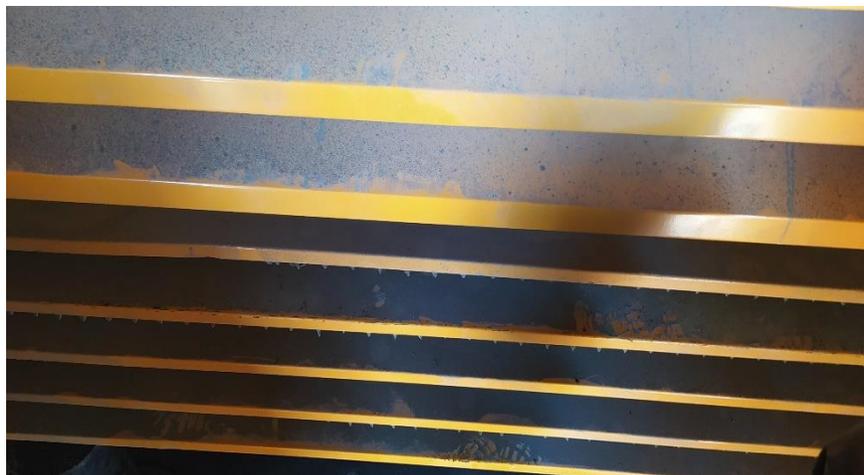
3.5. Estado de la estructura metálica del grupo electrógeno

Se puede observar que por las condiciones de operación a las que fue empleado el grupo electrógeno, su tiempo prolongado de no funcionamiento y el lugar en donde se encuentra localizado actualmente por las condiciones climatológicas a las que se encuentra expuesto se pudo observar las siguientes novedades.

- Los ductos de canalización de aire tanto de entrada como salida se encuentran sucios con partículas de cemento y polvo lo que dificultaría el flujo correcto aire para evacuar el calor liberado por el grupo electrógeno cuando está en funcionamiento y conseguir aire fresco para la combustión y evitar que en la cabina se eleve su temperatura.
- Los acoples superiores tipo codo del silenciador de los gases de escape no se encuentran armados.

Figura 46

Ductos de canalización de aire.



Nota: En el gráfico podemos observar que los conductos de canalización se encuentran con partículas de cemento.

Figura 47

Acoples del tubo de escape.



Nota: en el gráfico podemos observar que los silenciadores de los gases de escape del grupo electrógeno no se encuentran colocados.

3.6. Repotenciación de grupo electrógeno Modasa MP-670 I

Repotenciar es poner en operación el grupo electrógeno que por diferentes averías y falta de mantenimientos necesarios no se encontraba el equipo funcionando, por lo que tuvimos que adquirir elementos faltantes y realizar el cambio de piezas en mal estado así como también efectuar mantenimientos necesarios para su funcionamiento óptimo, a continuación detallaremos todos los trabajos que se realizaron en el grupo electrógeno Modasa MP-670 I una vez analizado y enunciado con anterioridad las fallas existentes en el equipo.

3.6.1. *Mantenimientos realizados en el sistema de lubricación*

- Basándonos en el manual de funcionamiento se debe realizar un mantenimiento cada 200 horas de uso del grupo electrógeno y por el tiempo que no ha sido encendido el generador procedimos a realizar el drenado del aceite del motor y realizar el cambio de aceite, se usó un aceite SAE 15W40 recomendado para motores a diésel.
- Se procedió a la colocación de teflón y ajustar la llave de drenaje de aceite del motor para evitar la sudoración de aceite por la cañería.

Figura 48

Llave de drenaje de aceite



Nota: En el gráfico se observa la llave de drenaje de aceite reparada.

Figura 49

Cambio de aceite del motor



Nota: En el gráfico se observa el drenaje y colocación del aceite nuevo en el motor.

3.6.2. Mantenimientos realizados en el sistema de refrigeración

- Se procedió a la limpieza de los paneles de ventilación del radiador removiendo las partículas de cemento y basura.
- Se verificó que el líquido refrigerante en el radiador se encuentre en el nivel correcto.

- Se revisó minuciosamente las mangueras y cañerías por el que circula el líquido refrigerante y se constató que no existen fugas que afecten el funcionamiento del motor.
- Se revisó el conjunto de bandas y se encontraban en buen estado por lo que no se necesitó su remplazo.
- Se procedió a limpiar el depurador de aire y se cambió los filtros de aire.

Figura 50

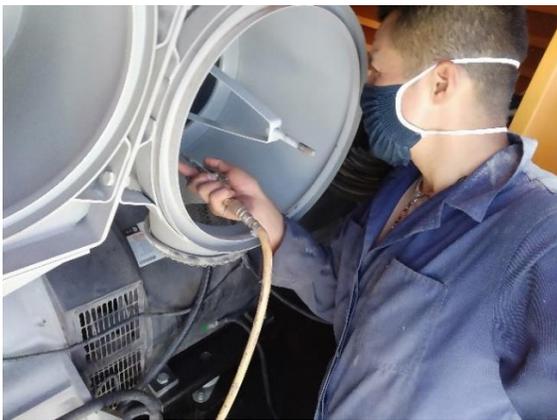
Paneles del radiador



Nota: En el gráfico podemos observar los paneles del radiador y sus cañerías limpias.

Figura 51

Depurador de aire



Nota: En el gráfico de observa la limpieza del depurador de aire para posterior colocar los filtros de aire nuevos

3.6.3. *Se Mantenimientos realizados en el sistema eléctrico del motor*

- Se investigó el funcionamiento y conexiones del motor de arranque del motor y se procedió a su correcta conexión.
- Adquirimos dos baterías de 24V y para conectarlas procedimos a limpiar la corrosión y sulfato de los bornes de las baterías.
- Se revisó que el alternado se encuentre funcionando correctamente comprobando su voltaje de carga en las baterías el cual no presentó ninguna falla.
- Se procedió a cambiar el sensor de temperatura y corte.
- Se cambió el sensor de presión de agua.
- Con precaución se procedió a la limpieza interior del ECM (módulo de control electrónico) que se encontraba con polvo.
- Se limpio los bornes que conectan al interruptor de la batería en vista que se encontraban sucios y oxidados.

Figura 52

Baterías de motor



Nota: En el gráfico podemos observar las baterías conectadas correctamente.

Figura 53

Módulo de control electrónico



Nota: En el gráfico se observa el módulo de control electrónico limpio de impurezas.

3.6.4. Mantenimientos realizados en el alternador STAMFORD HCI 534F1.

- Se realizó la remoción de partículas de cemento de la parte exterior del alternador, así como también la limpieza en los devanados del estator y rotor.
- Se limpió el óxido y sulfato del terminal de conexión a tierra y se lo conectó nuevamente.

Figura 54

alternador STAMFORD HCI 534F1.



Nota: En el gráfico se observa el alternador y sus devanados del rotor limpios de partículas de cemento.

3.6.5. *Mantenimientos realizados en los elementos de control y potencia.*

- Se procedió a la remoción de partículas de cemento en el interior y exterior del tablero de transferencia.
- Se procedió a la limpieza del óxido en los bornes de conexión de las diferentes fases de energía y se colocó nuevos pernos de sujeción.

Figura 55

Tablero de transferencia automático



Nota: En el gráfico se puede observar la limpieza de partículas de cemento y posterior resultado del tablero de transferencia automático.

3.6.6. *Mantenimientos realizados en la estructura metálica del grupo electrógeno.*

- Se realizó la limpieza y remoción de partículas de cemento de los ductos de canalización de aire tanto de entrada como salida y de esta manera exista un flujo correcto de los gases que produce el grupo electrógeno.
- Se colocó los acoples superiores tipo codo del silenciador de los gases de escape que se encontraban desarmados y de esta manera evitar que por las condiciones climáticas ingrese el agua de lluvia o algún objeto extraño a los ductos de los gases de escape del grupo electrógeno y produzca daños considerables al equipo.

Figura 56

Ductos de ventilación aire



Nota: En el gráfico se observa la limpieza de los ductos de aire y posterior resultado.

Figura 57

Codo del silenciador de los gases de escape



Nota: En el gráfico se observa la colocación de los acoples de los silenciadores de los gases de escape.

3.6.7. Grupo electrógeno Modasa MP-670 I repotenciado.

Una vez realizado todos los mantenimientos antes mencionados se ha culminado con la repotenciación y se lo ha vuelto a poner en funcionamiento al grupo electrógeno el mismo que será de gran utilidad en los diferentes grupos de trabajo a cargo del Cuerpo de Ingenieros del Ejército.

Figura 58

Grupo electrógeno Modasa MP-670 I repotenciado.



Nota: En el gráfico se observa el grupo electrógeno repotenciado y listo para ser utilizado en los nuevos proyectos que emprenda en Cuerpo de Ingenieros del Ejército.

3.7. Plan de mantenimiento para el grupo electrógeno Modasa MP-670 I

El plan de mantenimiento se lo realizó con el fin de mantener en condiciones operables el grupo electrógeno para que al momento que se requiera su utilización en los diferentes proyectos de obras civiles que emprende el Cuerpo de Ingenieros del Ejército pueda ser empleado en las mejores condiciones de funcionamiento y cumpla su misión correctamente.

3.8. Mantenimiento preventivo a realizar en el grupo electrógeno Modasa MP-670 I

Mediante una inspección técnica y el estudio de las posibilidades de fallos que pueden darse en el equipo sean producto de causas propias del equipo o por mala manipulación personal en la operación, desarrollaremos los mecanismos para evitarlos elaborando detallando las actividades que debemos cumplir para garantizar el correcto funcionamiento del grupo electrógeno dentro de los parámetros marcados.

Debemos tener en cuenta que así realicemos un plan de mantenimiento perfecto por sí solo no reducirá a cero las averías. Un buen plan de mantenimiento empieza en el instante del diseño de la instalación en donde vamos a ocupar el equipo y en tomar la mejor decisión al momento de comprar el equipo, porque un equipo o una instalación mal diseñada por más correcto mantenimiento que se le dé siempre tendrá más posibilidades de sufrir fallos que una instalación con un diseño adecuado.

Un buen mantenimiento se lleva a cabo con una correcta operación del equipo por parte de las personas encargadas cumpliendo con especificaciones que detallaremos en el plan de mantenimiento.

3.9. Seguridad en el mantenimiento

La mayoría de accidentes que se producen al momento de realizar el mantenimiento del equipo se debe al incumplimiento de parámetros de operación, procesos o precauciones de seguridad impartidas por las empresas.

A continuación, se detalla las principales precauciones de seguridad para prevenir y evitar accidentes con lesiones personales:

- Antes de realizar cualquier intervención mecánica sobre el grupo electrógeno debemos presionar el pulsador de parada de emergencia o elegir el modo estop en el módulo de control.
- Cuando se realice operaciones mayores de mantenimiento o remplazo de piezas apague el cargador de baterías y seguidamente desconecte la batería.
- Se debe usar el botón de parada de emergencia solo en situaciones de emergencia y no para la parada normal del motor.
- Después de la parada de emergencia no arrancar el motor hasta que se haya corregido el problema o falla.

3.9.1. Riesgo de incendio y quemaduras.

- No use combustibles para limpiar piezas, es recomendable utilizar disolventes de buena calidad, no inflamables o tóxicos.
- No llene el depósito de combustible con el grupo electrógeno encendido.
- Se debe llenar el tanque de combustible con el motor apagado y frío.
- Debe estar siempre alerta ante posibles fugas de combustible o aceite.
- Si existiera fugas en el grupo electrógeno mientras está en funcionamiento el motor se apagará por falta de combustible lo que puede ocasionar pérdidas o daños en el equipo y los componentes eléctricos conectados.
- No cambiar el aceite ni el refrigerante cuando el motor esté en funcionamiento,

tampoco inmediatamente después de apagar el motor.

- Revisar el nivel de aceite, refrigerante y combustible después de haber detenido el motor y haberse enfriado, retirando la tapa de llenado del radiador cuando el motor este a temperatura ambiente.

3.9.2. *Prevención de lesiones físicas humanas.*

- Debemos mantenernos apartados de todas las piezas móviles y rotativas mientras el grupo electrógeno esté en funcionamiento.
- Nunca retire la tapa del radiador cuando el motor este caliente.
- Usar lentes y guantes protectores para manipular el ácido (electrolito) de las baterías porque es peligroso para la piel.
- Manipule con cuidado el anticongelante.
- Utilice siempre ropa adecuada para el trabajo.
- Evite el uso de cadenas, relojes y ropa ancha.
- Los alternadores en funcionamiento producen calor y se eleva en función de la potencia generada, por lo que no debemos tocar la maquina sino se posee guantes protectores, después de esperar un periodo de tiempo de haber apagado el grupo electrógeno.

3.9.3. *Prevención de averías mecánicas.*

- No desconecte el interruptor de batería mientras en motor esté funcionando porque ocasionaría daños en los diodos y transistores del alternador del motor, provocando que los instrumentos no funcionen bien.
- Se debe evitar que el agua llegue al grupo electrógeno pues puede terminar dañando el mismo.
- La penetración de polvo y suciedad en el motor puede provocar el desgaste prematuro de las piezas móviles, lo que ocasionaría pérdida de potencia,

consumo de aceite, problemas de arranque y otras fallas.

- Nunca remueva el filtro de aire cuando el motor este encendido.
- Si el grupo electrógeno se encuentra trabajando a plena carga, no se lo debe apagar inmediatamente porque puede haber un aumento excesivo de temperatura del refrigerante y el agarrotamiento de las piezas que están en movimiento.
- Si se rompe por alguna razón la banda del ventilador, apague inmediatamente el motor, si se lo sigue haciendo funcionar el motor con la banda rota puede ocasionar un sobrecalentamiento del motor.

3.10. Instrucciones de mantenimiento para el motor

- Debemos guiarnos en el manual de operación del grupo electrógeno para un correcto mantenimiento.
- Se debe usar combustible, aceite, refrigerante y repuestos indicados por el fabricante. El uso de otro tipo de lubricantes, refrigerantes y combustibles ocasionaría altos costos de mantenimiento y acortara la vida del motor.
- Se debe revisar diariamente el grupo electrógeno en busca de piezas defectuosas o que falten y repárelas con brevedad porque aún los defectos de poca importancia pueden provocar averías muy serias.

3.10.1. Sistema de lubricación del motor.

- Controlar diariamente el nivel de aceite del motor.
- El grupo electrógeno debe estar en una superficie plana.
- Si el motor está caliente se deberá esperar entre 3 a 5 min después de para el motor.
- Debemos respetar siempre el intervalo de cambios de aceite recomendados en el manual.

- Añadir el aceite hasta el nivel correcto sin sobrepasar el nivel de la marca MAX.

3.10.2. Sistema de refrigeración del motor.

- Utilizar un refrigerante que proteja el motor contra la corrosión interna y contra la congelación si el clima lo amerita nunca tenemos que utilizar solo agua.
- El agua que puede emplearse en el sistema de refrigeración deberá ser blanda con un bajo índice de posibles minerales que puedan ocasionar escamas o corrosión.
- La calidad del refrigerante que se utilizará puede afectar enormemente a la eficacia y vida útil del sistema de refrigeración

3.10.3. Correas de elementos auxiliares, comprobación y ajuste.

- Se debe realizar una inspección y ajuste después de haber funcionado el motor cuando las correas están calientes.
- Aflojar los tornillos antes de tensar las correas del alternador.
- Las correas gastadas que funcionan por pares se deben cambiar al mismo tiempo.
- Las correas del ventilador poseen un tensor automático por lo que no necesitan de ajuste, pero se debe comprobar su estado.

3.10.4. Sistema de combustible

- Se debe evitar que ingrese suciedad o contaminantes al sistema de inyección de combustible.
- El llenado de combustible se lo debe realizar con el motor frío para evitar el riesgo de incendio causado por derrames de combustible sobre superficies calientes.
- El tiempo de duración del filtro depende de la limpieza del diésel.

3.10.5. Sistema eléctrico del motor

- El uso normal y la carga de baterías produce efectos de vaporación del agua, por este motivo se debe llenar la batería hasta el nivel adecuado de vez en cuando con agua destilada.
- Las baterías contienen ácido sulfúrico y despiden gases combustibles que pueden quemar la piel y la ropa por tal motivo es recomendable que al trabajar las baterías o estar cerca de ellas use ropa de protección y máscara.
- Revisar los mecanismos de arranque que se encuentren conectados correctamente.
- Comprobar si el alternador del motor se encuentra en buenas condiciones lo podemos realizar con la ayuda de un multímetro colocándolo en los bornes de la batería y si este obtiene un voltaje mayor al de la batería el alternador se encuentra funcionando correctamente.
- Comprobar que los sensores de temperatura y de presión de agua arrojen una medida en el panel de control.

3.11. Instrucciones de mantenimiento del alternador

Durante el mantenimiento rutinario es recomendable la atención periódica al estado de:

3.11.1. Estado de los devanados

- Podemos determinar el estado de los devanados midiendo la resistencia de aislamiento a tierra, quiere decir la resistencia óhmica que ofrece la carcasa de la máquina respecto a tierra.
- La resistencia óhmica de la carcasa del equipo se altera cuando hay humedad o suciedad en los devanados, por lo tanto, la medición de aislamiento del generador nos indicará el estado actual del devanado.

- El aparato que podemos utilizar para medir aislamientos es el megòhmetro o megger.
- Podemos llevar a cabo el secado dirigiendo aire caliente procedente de un ventilador calentador o aparato similar a través de las rejillas de entrada y salida del aire del generador.
- El ambiente de trabajo degrada rápidamente el nivel de aislamiento y tiene como consecuencia el cortocircuito en el generador.

3.11.2. Cojinetes o Rodamientos

- Todos los cojinetes son de engrase permanente para un funcionamiento libre de mantenimiento.
- Durante una inspección general se recomienda comprobarlos por desgaste o pérdida de aceite reemplazarlos si fuese necesario.
- Comprobar periódicamente si se recalientan los cojinetes o si producen un ruido extraño durante su funcionamiento.
- En el caso de existir vibraciones excesivas después de un cierto tiempo sería debido al desgaste del cojinete y conviene examinarlo por defectos o pérdida de grasa y reemplazarlo si es necesario.
- Se debe reemplazar los cojinetes después de 20000horas de servicio.

3.12. Programa de mantenimiento

En las tablas se detalla los intervalos de tiempo para realizar los respectivos mantenimientos preventivos con el fin de evitar que los fallos suscitados en el grupo electrógeno no se vuelvan a repetir por el descuido de los operadores o por no ejecutar un mantenimiento a tiempo produciendo que el equipo pare su funcionamiento por tiempos prolongados.

Tabla 3*Mantenimiento diario*

Intervalo	Operación	Observaciones
Diariamente	Revisar nivel de aceite.	
	Revisar presión de aceite.	
	Revisar nivel de refrigerante.	
	Revisar nivel de combustible.	
	Revisar ajuste externo de componentes.	
	Limpiar o vaciar el colector de polvo del filtro de aire (ambientes con mucho polvo).	Ejecutar: operador inspección previa al arranque del grupo electrógeno.
	Comprobar si hay agua en el prefiltros.	
	Revise y repare los cables eléctricos.	
	Comprobar la suciedad en el intercooler y en el radiador refrigerante.	
	Drenar agua y sedimentos del filtro primario de combustible.	

Nota: Esta tabla muestra las tareas de mantenimiento que debemos realizar cada día antes de encender el grupo electrógeno.

Tabla 4*Mantenimiento 50 horas de operación de un grupo electrógeno nuevo*

Intervalo	Operación	Observaciones
	Cambio de aceite.	Emplear aceite SAE 15W40.

Intervalo	Operación	Observaciones
	Cambio de elementos del filtro de aceite.	
50 primeras horas de un motor nuevo	Comprobar cantidad de refrigerante. Limpiar y vaciar el colector de polvo filtro de aire (ambientes con mucho polvo).	Ejecutor: Operador.

Nota: Esta tabla muestra las tareas de mantenimiento que debemos realizar después de las 50 horas de funcionamiento de un motor nuevo.

Tabla 5

Mantenimiento 250 horas de operación o una vez cada 6 meses

Intervalo	Operación	Observaciones
	Cambio de aceite. Cambio de elemento del filtro de aceite. Drenar agua y sedimentos del filtro primario de combustible.	
250 horas de servicio o cada 6 meses	Limpiar o vaciar el colector de polvo del filtro de aire. Comprobar el nivel de electrolito de la batería. Comprobar concentración del refrigerante	Ejecutor: Operador

Nota: Esta tabla muestra las tareas de mantenimiento que debemos realizar cada 250 horas de funcionamiento o una vez cada 6 meses.

Tabla 6*Mantenimiento 400 horas de servicio.*

Intervalo	Operación	Observaciones
	Cambiar los elementos de filtros de combustible.	
	Comprobar la concentración del refrigerante.	
Cada 400 horas de servicio	Comprobar el nivel de acondicionamiento del refrigerante y ajustarlo si es necesario.	Ejecutor: Operador
	Limpiar y sustituir el elemento del filtro de aire.	

Nota: Esta tabla muestra las tareas de mantenimiento que debemos realizar cada 400 horas de funcionamiento o una vez cada 6 meses.

Tabla 7*Mantenimiento cada 500 horas de servicio o cada 6 meses*

Intervalo	Operación	Observaciones
	Comprobar el nivel de electrolito de la batería.	
	Limpiar y sustituir el elemento del filtro de aire.	
Cada 500 horas de servicio o Cada 6 meses	Cambio de aceite.	Ejecutor: Operador
	Cambio del elemento del filtro de aceite.	
	Reemplazar el elemento del filtro primario de combustible.	

Intervalo	Operación	Observaciones
Cada 500 horas de servicio o cada 6 meses	Reemplazar el elemento del filtro secundario de combustible.	Ejecutor: Operador
	Inspeccionar y reemplazar mangueras y abrazaderas.	
	Inspeccionar y limpiar la conexión a tierra.	
	Inspeccionar y limpiar las abrazaderas y mangueras.	
	Inspeccionar y limpiar el radiador	
	Drenar agua y sedimentos del tanque de combustible.	

Nota: Esta tabla muestra las tareas de mantenimiento que debemos realizar cada 500 horas de funcionamiento o una vez cada 6 meses.

Tabla 8

Mantenimiento cada 2000 horas de servicio o cada 12 meses.

Intervalo	Operación	Observaciones
2000 horas de servicio o 12 meses	Cambiar los elementos de filtros de combustible.	Consultar manual de taller
	Revisar y ajustar la presión de inyección.	
	Revisar las bujías de precalentamiento.	
	Reajustar pernos y tuercas.	
	Limpiar el sistema de ventilación del motor.	
	Revisar el alternador y motor de arranque.	

Intervalo	Operación	Observaciones
	Inspeccionar la bomba de combustible y /o cambiar.	Ejecutor: Operador
Caso de emergencia	Cambio de refrigerante.	

Nota: Esta tabla muestra las tareas de mantenimiento que debemos realizar cada 2000 horas de funcionamiento o una vez cada 12 meses.

Tabla 9

Mantenimiento cada 3000 horas de servicio o 2 años

Intervalo	Operación	Observaciones
	Cambiar el refrigerante	
	Revisar el sistema de protección	
	Comprobar el rendimiento de los inyectores.	
	Reemplazar el termostato en el sistema de enfriamiento.	
3000 horas de servicio o 2 años (24 meses)	Inspeccionar y limpiar el sistema de gobernanación electrónica.	Solo personal autorizado
	Inspeccionar y limpiar el impulsor del turbo alimentador y la carcasa del compresor del turbo alimentador.	

Nota: Esta tabla muestra las tareas de mantenimiento que debemos realizar cada 3000 horas de funcionamiento o una vez cada 2 años (24 meses).

CAPÍTULO IV

4. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

4.1. Conclusiones.

Basándonos en diversas fuentes bibliográficas se recopiló información y se constató que el grupo electrógeno MODASA MP-670 I posee un funcionamiento, elementos y rangos de trabajo son similares a todos los grupos electrógenos cuya función primordial es la de transformar la energía mecánica en energía eléctrica y abastecer de electricidad a lugares en donde no existe suministro por parte de una red pública de energía eléctrica.

Una vez realizado los mantenimientos necesarios y el remplazo de piezas averiadas se completa con la repotenciación del equipo, procediendo a poner nuevamente en operación el grupo electrógeno Modasa MP-670 I, mismo que cumple con todos los parámetros de funcionamiento normales y está nuevamente en condiciones de ser utilizado en los diferentes proyectos de obra civil que emprende el Cuerpo de Ingenieros del Ejército.

Luego de realizar un análisis técnico de las averías suscitadas en el grupo electrógeno Modasa MP-670 I por una mala operación del equipo y falta de un mantenimiento adecuado se realizó un plan de mantenimiento para determinar medidas preventivas que ayuden a evitar efectos de los fallos en el equipo y mantenga un óptimo funcionamiento cumpliendo de forma eficiente los trabajos encomendados.

4.2. Recomendaciones

Continuar la investigación científica de nuevas tecnologías utilizadas en los grupos electrógenos actuales para tener una noción de sus características y funcionamiento sugiriendo su empleo en los proyectos que desempeña el Cuerpo de Ingenieros del Ejército.

Capacitar al personal de operadores de los grupos electrógenos para que se realice un manejo adecuado de los equipos y se observe los parámetros de funcionamiento apropiados para un trabajo óptimo y de esta manera evitar que vuelvan a suscitarse las averías solucionadas en la repotenciación.

Para que los grupos electrógenos que dispone el Cuerpo de Ingenieros del Ejército se mantengan en óptimas condiciones de operación y su vida útil se prolongue es recomendable efectuar un cronograma de mantenimientos preventivos y correctivos con personal capacitado.

REFERENCIAS BIBLIOGRÀFICAS

- Gil Martínez, H. (2001). *MANUAL DEL AUTOMOVIL Reparacion y Mantenimiento, El motor diesel*. Madril- España: CULTURAL,S.A.
- Aguas Mosquera, D. (2006). <http://bibdigital.epn.edu.ec>. Recuperado el 25 de JUNIO de 2020, de <http://bibdigital.epn.edu.ec/handle/15000/2437>
- Bayod Rùjula, À. (2008). *Fundamentos de sistemas elèctricos*. Zaragoza- España: Prensas de la Universidad de Zaragoza.
- blogspot.com. Recuperado el 26 de JUNIO de 2020, de 4.bp.blogspot.com.
<https://4.bp.blogspot.com/-5Vh07YPggO4/WONmFXawGUI/AAAAAAAAACAU/GLbFy-DAH-c70ukZIE3z7kJBceieyCgBACLcB/s1600/01.jpg>
- Colmenar Santos, A., & Borge Diez, D. (2016). *Generaciòn distribuida autoconsumo y redes inteligentes*. Madriz- España: UNED- Universidad Nacional de Educacion a Distancia.
- Cornejo Navarro, A. (2007). *Instalaciones elèctricas*. Madrid - España: McGraw-Hill España.
- Corporaciòn de Desarrollo Tecnològico. (07 de 2018). *biblioteca.cchc.cl*. Recueperado el 28 de JUNIO de 2020, de <http://biblioteca.cchc.cl/datafiles/40827-2.pdf>
- Enrìquez Harper, G. (2004). *EL LIBRO PRÀCTICO DE LOS GENERADORES, TRANSFORMADORES, Y MOTORES ELECTRICOS*. Mèxico: EDITORIAL LIMUSA, S.A. de C.V. GRUPO NORIEGA EDITORES
 BALDERAS95,MEXICO,D.F.C.P. 06040.
- Escudero, S. (2011). *MOTORES*. Madrid: Macmillan Iberia, S.A. Recuperado el 10 de JULIO de 2020, de <https://elibro.net/es/ereader/espe/101844?page=5>

- Figueroa García, D. A. (2013). *Propuesta de repotenciación de generadores por medio del rediseño y cambio de aislante*.
- García Garrido, S. (2004). *Organización y gestión integral de mantenimiento*. Madrid-España: Ediciones Diaz de Santos, S.A.
- García Palencia, O. (2012). *Gestión moderna del mantenimiento industrial*. Bogota - Colombia: Ediciones de la U.
- Grupos Electrògenos VISA. (14 de 06 de 2012). *dinatek.ec*. Recuperado el 05 de JULIO de 2020, de <http://dinatek.ec/wp-content/uploads/pdf/manual/MGV0-Generadores-VISA-Manual-Mantenimiento-General.pdf>
- Kates, E., & Luck, W. (2003). *Motores Diesel y de gas de alta compresión*. Barcelona - España: REVERTÈ, S. A.
- León Molina, L. J., & López Simón, G. (2016). *Análisis de la repotenciación del generador eléctrico de la unidad de la central termoeléctrica Francisco Pérez Ríos*.
- MODASA. (2012). *Manual de operación, mantenimiento e instalación de grupos electrògenos MODASA*. Peru-Lurin: Rev.160712.
- modasa Motores Diesel Andinos S.A. (2015). *Manual de tablero transferencia automática con módulo electrónico DSE 7320*. Peru: MODASA.
- Mora, J. F. (2003). *Màquinas Elèctricas*. España: McGRAW W-HILL/INTERAMERICANA DE ESPAÑA. S.A.U.
- Moreno, F., Zubiaurre, J., & Miralles, J. (2014). *Instalaciones eléctricas interiores*. Barcelona - España: Cano Pina, S.L.- Ediciones Ceysa.
- Sánchez Hugo, O. S., & Bustos Cabezas, E. R. (2012). *Gestión de mantenimiento computarizado en el grupo electrògeno ALCO de la central termoeléctrica Lligua de la empresa eléctrica Ambato*.

SLIDESHARE. Recuperado el 30 de JUNIO de 2020, de

https://www.google.com/url?sa=i&url=https%3A%2F%2Fwww.slideshare.net%2FJordan2009%2Flubricacion-en-motores-diesel&psig=AOvVaw1hoUb7IaRn7T8lOdkhuDVG&ust=1594224744466000&source=images&cd=vfe&ved=0CAIQjRxqFwoTCOji25TEu-oCFQAAAAAdAAAAABA_

Zubiaurre Lusa, J., & Miralles Pèrez, J. (2014). *Electricista de mantenimiento*. Barcelona - España: CANO PINA, S.L. EDICIONES CEYSA.