



UNIVERSIDAD NACIONAL DE LOJA

**ÁREA DE LA ENERGÍA, LAS INDUSTRIAS Y
LOS RECURSOS NATURALES NO RENOVABLES**

**CARRERA DE TECNOLOGÍA EN ELECTRICIDAD
Y CONTROL INDUSTRIAL**

TÍTULO:

**“DESCRIPCIÓN DE LOS PARÁMETROS DE FUNCIONAMIENTO
DEL GRUPO ELECTRÓGENO MIRRLEES BLACKSTONE DE LA
CENTRAL TÉRMICA CATAMAYO DE LA EMPRESA ELÉCTRICA
REGIONAL DEL SUR”**

INFORME TÉCNICO PREVIO A LA
OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE
TECNÓLOGO EN ELECTRICIDAD Y
CONTROL INDUSTRIAL.

AUTOR:

Alex Ramiro Peña Muñoz

DIRECTOR:

Ing. Julio César Cuenca Cunitana, Mg. Sc.

LOJA - ECUADOR

2015

CERTIFICACIÓN

Ing. Julio César Cuenca Tinitana, Mg. Sc.

DOCENTE DEL ÁREA DE LA ENERGÍA, LAS INDUSTRIAS Y LOS RECURSOS NATURALES NO RENOVABLES DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL DE LOJA; Y DIRECTOR DEL INFORME TÉCNICO.

CERTIFICA:

Que el trabajo de investigación titulado **“DESCRIPCIÓN DE LOS PARÁMETROS DE FUNCIONAMIENTO DEL GRUPO ELECTRÓGENO MIRRLEES BLACKSTONE DE LA CENTRAL TÉRMICA CATAMAYO DE LA EMPRESA ELÉCTRICA REGIONAL DEL SUR”**, desarrollado por el señor **Alex Ramiro Peña Muñoz**, previo a optar por el título de Tecnólogo en Electricidad y Control Industrial, ha sido realizado bajo mi dirección, mismo que cumple con los requisitos de grado exigidos en las Normas de graduación, por lo que autorizo su presentación ante el tribunal de grado.

Loja, 08 de enero del 2015



Ing. Julio César Cuenca Tinitana, Mg. Sc.
DIRECTOR DEL INFORME TÉCNICO

AUTORÍA

Yo **Alex Ramiro Peña Muñoz** declaro ser autor del presente trabajo de tesis y eximo expresamente a la Universidad Nacional de Loja y sus representantes jurídicos de posibles reclamos o acciones legales por el contenido de la misma.

Adicionalmente acepto y autorizo a la Universidad Nacional de Loja, la publicación de mi tesis en el Repositorio Institucional-Biblioteca Virtual.

Autor: Alex Ramiro Peña Muñoz

Firma: 

Cedula: 1102650445

Fecha: 08 de enero del 2015

CARTA DE AUTORIZACIÓN DE TESIS POR PARTE DEL AUTOR, PARA LA CONSULTA, REPRODUCCIÓN PARCIAL O TOTAL, Y PUBLICACIÓN ELECTRÓNICA DEL TEXTO COMPLETO.

Yo **Alex Ramiro Peña Muñoz** declaro ser autor de la Tesis titulada: “**DESCRIPCIÓN DE LOS PARÁMETROS DE FUNCIONAMIENTO DEL GRUPO ELECTRÓGENO MIRRLEES BLACKSTONE DE LA CENTRAL TÉRMICA CATAMAYO DE LA EMPRESA ELÉCTRICA REGIONAL DEL SUR**”, como requisito para optar el grado de: **TECNÓLOGO EN ELECTRICIDAD Y CONTROL INDUSTRIAL**; autorizo al Sistema Bibliotecario de la Universidad Nacional de Loja para que con fines académicos, muestre al mundo la producción intelectual de la Universidad, a través de la visibilidad de su contenido de la siguiente manera en el Repositorio Digital Institucional:

Los usuarios pueden consultar el contenido de este trabajo en el RDI, en la redes de información del país y del exterior, con las cuales tenga convenio la Universidad.

La Universidad Nacional de Loja, no se responsabiliza por el plagio o copia de la tesis que realice un tercero.

Para constancia de esta autorización, en la ciudad de Loja, a los dos días del mes de abril del dos mil quince, firma del autor.

Firma: 

Autor: Alex Ramiro Peña Muñoz

Cedula: 1102650445

Dirección: Av. 8 de diciembre y Lugo, de la ciudad de Loja

Fecha: 08 de enero del 2015 **Correo electrónico:** rampemu@gmail.com

Teléfono: 2613288

Celular: 0997631212

DATOS COMPLEMENTARIOS

Director de Tesis: Ing. Julio César Cuenca Tinitana, Mg. Sc.

Tribunal de grado: Ing. Juan Gabriel Ochoa Aldeán, Mg. Sc.

Ing. Edwin Bladimir Paccha Herrera, Mg. Sc.

Ing. José Fabricio Cuenca Granda, Mg. Sc.

DEDICATORIA

El presente trabajo investigativo lo dedico a Dios que me dio la capacidad, paciencia, fuerza e inteligencia para lograr culminar y alcanzar una de las metas anheladas.

A toda mi familia que estuvo en cada paso que daba y que fue mi apoyo primordial en todo momento.

También va dedicado a cada una de las personas que de una u otra forma estuvieron ahí presentes en el transcurso de mi vida académica.

AGRADECIMIENTO

Extiendo mis más sinceros agradecimientos a la Universidad Nacional de Loja, al Área de la Energía, la Industria y los Recursos Naturales no Renovables por haberme brindado la oportunidad de cursar una carrera universitaria y poder concluir con la respectiva graduación, agradecer también de manera especial al Ing. Julio Cuenca Tinitana, Director de Tesis que me brindó asesoramiento e incentivo a la culminación del mismo.

Finalmente agradezco a las autoridades, docentes, personal administrativo y a todos quienes en el transcurso de mi vida académica compartieron y contribuyeron con sus conocimientos para llegar a concretar mis aspiraciones y objetivos.

EL AUTOR

RESUMEN

El presente trabajo tiene por objeto explicar el principio de operación, funcionamiento, parámetros y sus rutinas de mantenimiento de los grupos Mirrlees Blackstone de la Central Térmica Catamayo de la EERSSA.

El parque termoeléctrico que dispone la Empresa Eléctrica Regional del sur, se encuentra concentrado en la Central Térmica Catamayo. Se dispone de 10 máquinas de combustión interna las mismas que utilizan diesel como combustible.

Esta central es considerada como punta ya que solo generan en las horas pico, para mejorar el voltaje del sistema y en tiempos de estiaje en la central hidroeléctrica Paute se genera todo el tiempo hasta que dure la emergencia.

Hemos escogido los grupos electrógenos Mirrlees Blackstone por ser los de mayor rendimiento, cuya potencia efectiva es de 2500 kW

Gracias a este trabajo los estudiantes y docentes de la Universidad Nacional de Loja del Área de la Energía, las Industrias y los Recursos Naturales No Renovables podrán realizar visitas técnicas o pasantías, conociendo la manera adecuada de operar un grupo electrógeno.

ABSTRACT

This paper aims to explain the principle of operation, operating parameters and maintenance routines Mirrlees Blackstone groups of Thermal Power Catamayo EERSSA.

The thermal facilities available to the Southern Regional Electricity Company is concentrated in the Central Thermal Catamayo. There are 10 internal combustion engines the same that have been designed to work with diesel fuel.

This central point is considered as only generated during peak hours to improve the system voltage and in times of low water at hydroelectric power station generates Advertise whole time until the emergency lasts.

We choose the generators Mirrlees Blackstone to be the highest performance, the effective power of 2500 kW

Through this work students and professors from the National University of Loja Area Energy Industries and Non-Renewable Natural Resources will conduct technical visits or internships, knowing the proper way to operate a generator.

INDICE

PORTADA	i
CERTIFICACIÓN.....	ii
AUTORÍA.....	iii
CARTA DE AUTORIZACIÓN.....	iv
DEDICATORIA.....	v
AGRADECIMIENTO.....	vi
RESUMEN.....	vii
ABSTRACT.....	viii
ÍNDICE GENERAL.....	ix
TEMA	1
1. INTRODUCCIÓN.....	1
Objetivo General	1
Objetivos Específicos.....	1
2. DESCRIPCIÓN TÉCNICA Y UTILIDAD.....	2
2.1. INTRODUCCIÓN A GRUPOS ELECTRÓGENOS.....	2
2.1.1. Grupo Electrónico.....	2
2.2. Descripción General.....	3
2.2.1. Motor.....	3
2.2.2. Regulador de Velocidad el Motor.....	4
2.2.3. Bomba de Inyección.....	4
2.2.4. Pre calentador de Block.....	5
2.2.5. Múltiple de Escape	6
2.2.6. Silenciador.....	7
2.2.7. Tubo de Salida	7
2.2.8. Sistema de Refrigeración.....	9
2.2.9. Depósito de Combustible.....	10
2.2.10. Bomba de Combustible.....	11
2.2.11. Aislamiento de Vibración.....	11
2.2.12. Sistema Eléctrico del Motor.....	12
2.2.13. Sistema de Control.....	13
2.2.14. Protecciones.....	14
2.2.15. Sensores del Motor.....	15
Sensor de Protección de Aceite	15
Sensor de Temperatura del Refrigerante del Motor.....	17
Sensor de Velocidad del Motor (PICK-UP).....	18
2.2.16. Alternador.....	19
Conexión en Estrella	20
Conexión en Triángulo.....	21
2.2.17. Regulador Automático de Voltaje (AVR).....	21
2.2.18. Sistema Eléctrico del Grupo Electrónico.....	23

Sistema Eléctrico del Motor.....	23
Sistema Eléctrico en el Alternador.....	25
Rotor.....	25
Estator.....	26
Puente Rectificador de Diodos.....	27
Carcasa.....	27
2.3. NORMAS DE SEGURIDAD MANTENIMIENTO.....	28
2.3.1. Mantenimiento del Motor.....	28
Controlar el Nivel de Aceite.....	29
Cambio de Aceite y Filtros.....	29
2.3.2. Filtro de Aire	31
2.3.3. Correas de Elementos Auxiliares	32
2.3.4. Sistema de Refrigeración.....	32
Radiador.....	33
2.3.5. Filtro de Combustible	34
2.3.6. Mantenimiento del Alternador.....	35
2.3.7. Mantenimiento de la Batería.....	37
3. MATERIALES Y MÉTODOS.....	40
3.1 MATERIALES.....	40
3.2 METODOLOGÍA.....	40
3.2.1. Motor del Grupo MIRRLEES BLACKSTONE.....	40
3.2.2. Descripción del Motor a Diesel.....	41
Motor de Cuatro Tiempos.....	41
a) Admisión.....	41
b) Compresión.....	41
c) Combustión.....	41
d) Escape.....	41
3.2.3. Componentes del Motor MIRRLEES BLACKSTONE.....	42
Turboalimentadores.....	42
Cabezotes.....	43
Bielas.....	44
Pistón.....	45
Cigüeñal.....	47
Block.....	48
Camisas.....	48
Árbol de Levas	49
Regulador de Velocidad del Motor (GOVERNOR).....	50
Múltiple de Escape	51
Silenciador.....	52
Sistema de Enfriamiento.....	53
Sistema de Combustible.....	55
Sistema de Protección Eléctrica.....	58

Sistema Motriz.....	58
Tablero de Control de la Máquina.....	58
Alternador o Generador.....	59
Sistema Generatriz.....	60
Relé de Sobrecorriente.....	60
Relé de Sobrevoltaje.....	60
Relé Diferencial.....	60
Relé de Falla a Tierra	60
Relé de Potencia Inversa	60
Tablero de Control del Generador.....	61
3.2.4. Parámetros de Operación.....	61
Parámetros Mecánicos.....	61
Temperatura de Aceite de la Máquina	61
Presión de Aceite de la Máquina	62
Presión de Aceite de los Filtros	62
Presión de Válvulas de Aceite	63
Temperaturas de Agua	63
Presiones de Agua Entrada y Salida al Filtro	64
Presión de Entrada de Agua en el Sistema de Camisas.....	64
Presión de Aceite	64
Presión de Agua	65
Temperatura de Gases de Salida	65
Registros del Motor.....	65
Horómetro.....	65
Velocidad.....	65
Parámetros Eléctricos del Generador.....	66
Potencia.....	66
Energía.....	66
Factor de Potencia	67
Corriente.....	67
Voltaje.....	67
Excitatriz.....	68
Funcionamiento del Grupo Mirrlees Blackstone.	69
Revisión del Tanque de Aire.....	69
Verificar Niveles de Aceite.....	70
Verificar el Nivel de Agua.....	71
Prelubricación.....	71
Arranque del Motor	72
Sincronización del Grupo.....	74
Salir de Línea	77
Disyuntor.....	77
Transformador de Potencia	78

Rutinas de Seguridad para el Mantenimiento del Grupo M. B.....	79
Mantenimiento del Motor.....	79
Rutina a las 3000 Horas de Trabajo	79
Rutina a las 6000 Horas de Trabajo	81
Rutina a las 12000 Horas de Trabajo	85
Mantenimiento del Generador.....	87
Mantenimiento de la Batería.....	88
Llenado	89
Rellenado	89
4. RESULTADOS.....	91
5. CONCLUSIONES.....	92
6. RECOMENDACIONES.....	93
7. BIBLIOGRAFÍA.....	94
8. ANEXOS.....	96
Anexo 1.....	97
Anexo 2.....	99

TEMA

DESCRIPCIÓN DE LOS PARÁMETROS DE FUNCIONAMIENTO DEL GRUPO ELECTRÓGENO MIRRLEES BLACKSTONE DE LA CENTRAL TÉRMICA CATAMAYO DE LA EMPRESA ELÉCTRICA REGIONAL DEL SUR

1.- INTRODUCCIÓN

El presente trabajo tiene por objeto explicar el principio de operación y funcionamiento del grupo motogenerador tipo térmico Mirrlees Blackstone de la Central Térmica Catamayo de la EERSSA.

Antes de conocer el funcionamiento del grupo térmico se definen algunos conceptos básicos sobre lo que son los grupos de generación eléctrica. En estos fundamentos se detallan elementos, circuitos y partes importantes para su operación y funcionamiento.

Para cumplir con el propósito de este trabajo se han planteado los siguientes objetivos:

OBJETIVO GENERAL

- Describir los parámetros de funcionamiento del grupo electrógeno Mirrlees Blackstone de la Central Térmica Catamayo.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Entender la operación de un motor electrógeno y cómo a través de su funcionamiento produce energía eléctrica.
- Conocer el uso, operación y funcionamiento general del grupo electrógeno.
- Describir las rutinas de mantenimiento preventivo.

2.- DESCRIPCIÓN TÉCNICA Y UTILIDAD

2.1 Introducción a grupos electrógenos

2.1.1 Grupo Electrónico

Un grupo electrónico es una máquina que mueve un generador de electricidad a través de un motor de combustión interna. Son comúnmente utilizados cuando no hay energía eléctrica, o cuando son frecuentes los cortes en el suministro eléctrico. En la actualidad hay leyes que obligan a instalar un grupo electrónico en lugares en los que haya grandes densidades de personas (Centros comerciales, restaurantes, cárceles, edificios administrativos. Hospitales, etc.) (Vaca Romo, 2011)



Figura 1.- Grupo Electrónico

El grupo electrónico es monitoreado por instrumentos de medida análogos los cuales suelen dañarse con facilidad por la vibración que existe en el chasis cuando un generador está encendido, ahora ya existen sistemas completos de

monitoreo y protección conectados directamente a los elementos más críticos de un generador.

2.2 Descripción general

Un grupo electrógeno consta de las siguientes partes principales:

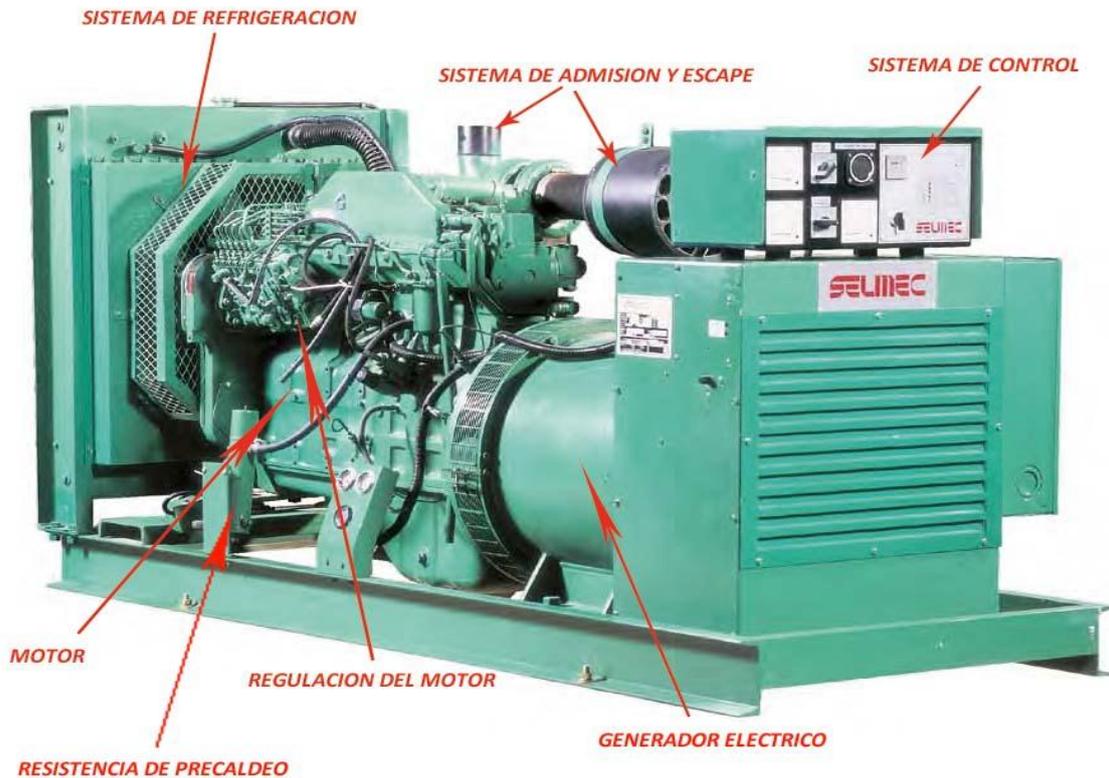


Figura 2.- Grupo Electrónico con sus partes principales

2.2.1 Motor.- El motor representa la fuente de energía mecánica para que el alternador gire y genere electricidad. Existen dos tipos de motores: Motores de gasolina y diesel. Generalmente los motores diesel son los más utilizados en los grupos electrógenos por sus prestaciones mecánicas, ecológicas y económicas.



Figura 3.- Motor a diesel

2.2.2 Regulador de velocidad del motor. El regulador del motor es un dispositivo mecánico acoplado a un sistema electrónico, diseñado para mantener una velocidad constante del motor con relación a los requisitos de carga. La velocidad del motor está directamente relacionada con la frecuencia de salida del alternador, por lo que cualquier variación de la velocidad del motor afectará la potencia de salida. (Climaco, 2014)

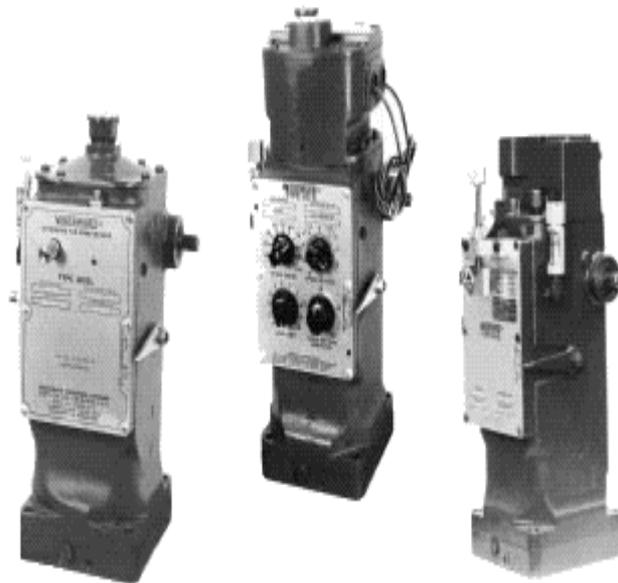


Figura 4.- Regulador de velocidad

2.2.3 Bomba de Inyección

Es el elemento del circuito de alimentación de combustible en los motores Diesel, cuya finalidad es la distribución de combustible a los distintos cilindros, a través de los inyectores, para la combustión.

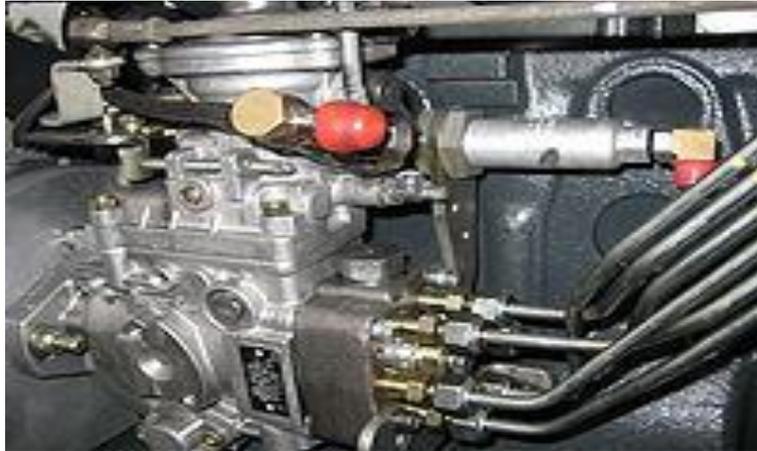


Figura 5.- Bomba de Inyección

Al comenzar a girar el árbol de levas se empiezan a mover los impulsadores y los émbolos, que están ubicados en los cilindros de la bomba mientras se oprime el acelerador, que acciona la cremallera haciendo girar el helicoidal y suministrando más cantidad de combustible a los cilindros de la bomba por medio de los émbolos, que envían el carburante a los inyectores mediante la cámara de combustión del motor. (Granell, 2014)

2.2.4 Pre calentador de Block

Cuando las condiciones de frío en el ambiente son intensas se dispone de un dispositivo calefactor denominado resistencia de pre calentador que ayuda al arranque del motor.

Los **pre calentadores** para grupos electrógenos, son dispositivos que tienen como objetivo mantener calefaccionado adecuadamente el motor, mientras no se encuentra en funcionamiento. El sistema en sí es muy simple, ya que se trata de una resistencia que eleva la temperatura del líquido refrigerante para calentar el motor. (Cramelectro, 2014)

Esta resistencia dispone de un termostato ajustable; en él seleccionamos la temperatura adecuada para que el grupo arranque en segundos.



Figura 6.- Pre calentador del Block

2.2.5 Múltiple de Escape

El Múltiple de Escape es el encargado de recolectar los gases de escape que produce la cámara de combustión, para expulsarlos por el escape. Recibe también el nombre de colector de escape.

Es muy importante ya que gracias a esté, los gases pueden salir del motor, y más importante es en los motores Turbocargador ya que el Turbo funciona gracias a los gases que recolecta el Múltiple de Escape (Ramírez , 2011).



Figura 7.- Múltiple de Escape

2.2.6 Silenciador. El silenciador, tal y como lo indica su nombre es un elemento en el sistema de escape, que se encarga de reducir el ruido producido por los gases. Reducen la emisión de ruidos producidos por el motor en un 30% al 50% de decibeles en su salida. Este elemento es una cámara atravesada por un tubo perforado envuelto en una lana de roca que actúa como aislante acústico.

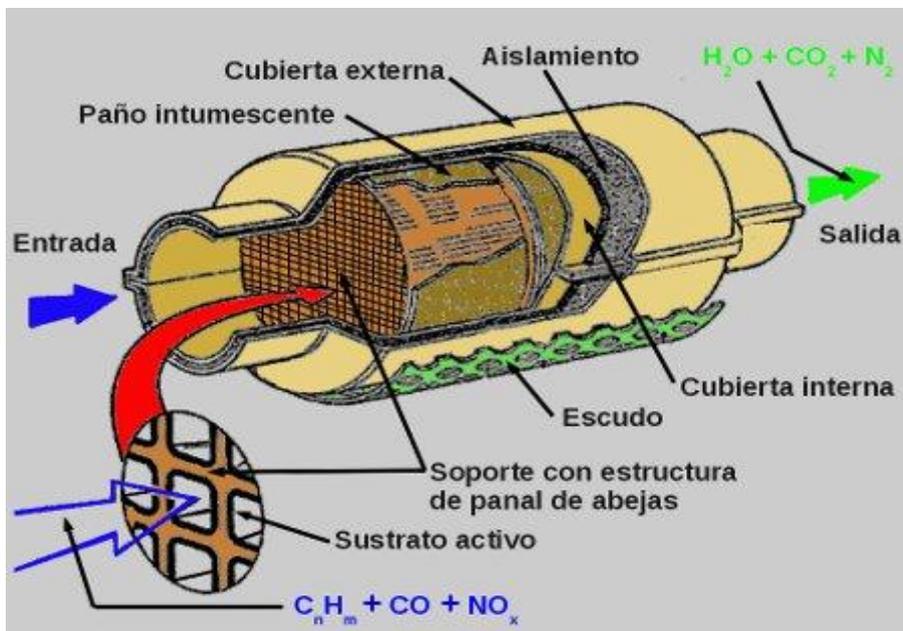


Figura 8.- Silenciador

2.2.7 Tubo de salida. Es un tubo encargado de conducir los gases desde el múltiple de escape a la atmósfera. Cuenta con sujeciones y placas para afirmarlo al generador y conectarlo entre sus secciones. Este tubo se debe instalar alejado de la carrocería y / o chasis. Debe estar en buen estado en toda su extensión, ya que de lo contrario dejará escapar gases peligrosos. (Rojas, 2001)

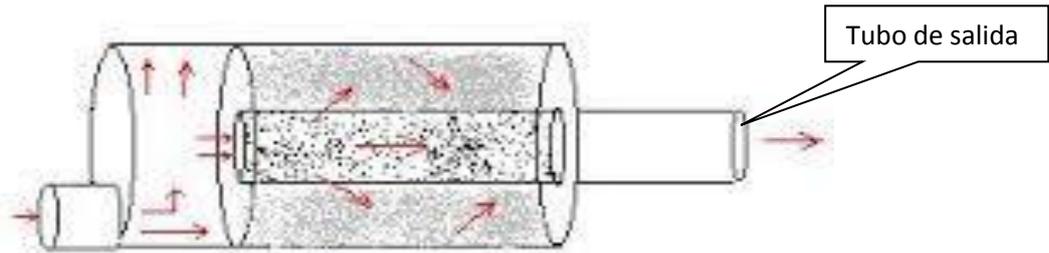


Figura 9.- Tubo de Salida

En la figura 10 analizamos el funcionamiento de un turbo cargador.

Cuando, el giro de la turbina excede los requerimientos especificados, se abre la Los gases de escape, hacen girar la turbina, a más aceleración más revoluciones.

Cuando, el giro de la turbina excede los requerimientos especificados, se abre la compuerta de descarga para aligerar la presión en la turbina.

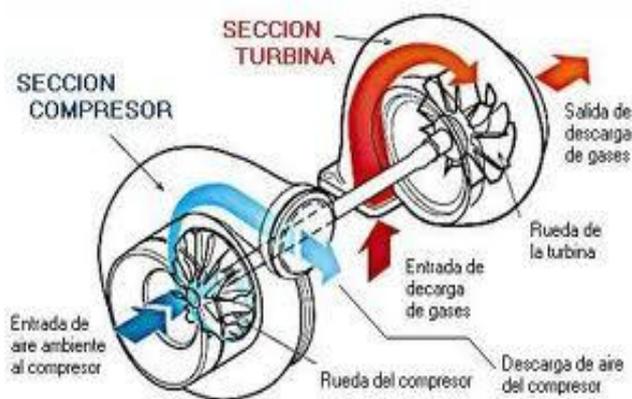


Figura 10.- Forma de ingreso y salida de gases

El giro de la turbina del cargador, hace girar, la flecha o eje, que mueve el compresor, dando como consecuencia, que la turbina del compresor, empuje la mezcla, que viene del carburador, hacia el múltiple de admisión.

2.2.8 SISTEMA DE REFRIGERACIÓN

La refrigeración en motores de combustión interna es necesaria para eliminar el calor generado por la quema del combustible (superior a 2000°C), y no transformado en energía mecánica, durante el funcionamiento de éstos. La principal función de la refrigeración es mantener todos los componentes dentro del rango de temperaturas de diseño del motor evitando su destrucción por deformación y agarrotamiento.

El sistema de refrigeración del motor puede ser por medio de agua, refrigerante, aceite o aire. El sistema de refrigeración por aire consiste en un ventilador de gran capacidad que hace pasar aire frío a lo largo del motor para enfriarlo.

El sistema de refrigeración por agua-aceite consta de un radiador, un ventilador interior para enfriar sus propios componentes (Climaco, 2014).

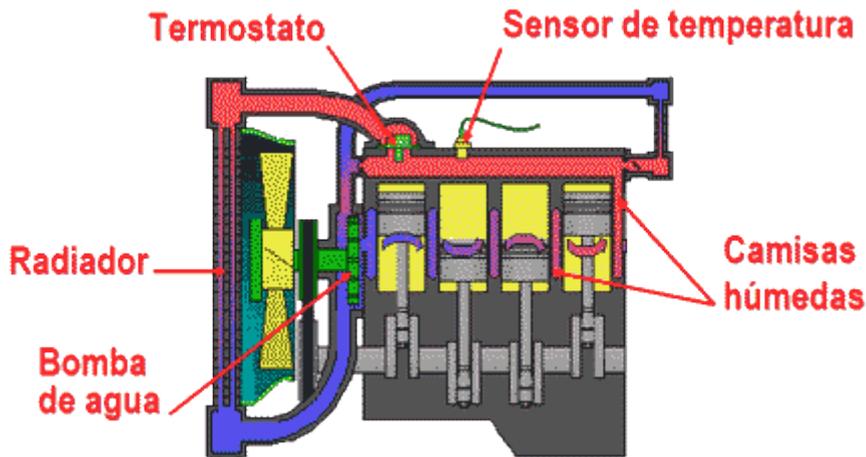


Figura 11.- Sistema de refrigeración de motor

2.2.9 DEPÓSITO DE COMBUSTIBLE El depósito de combustible o tanque de combustible es un contenedor seguro para líquidos inflamables, que suele formar parte del sistema del motor, y en el cual se almacena el combustible, que es propulsado o liberado en un motor.



Figura 12.- Tanque de Combustible

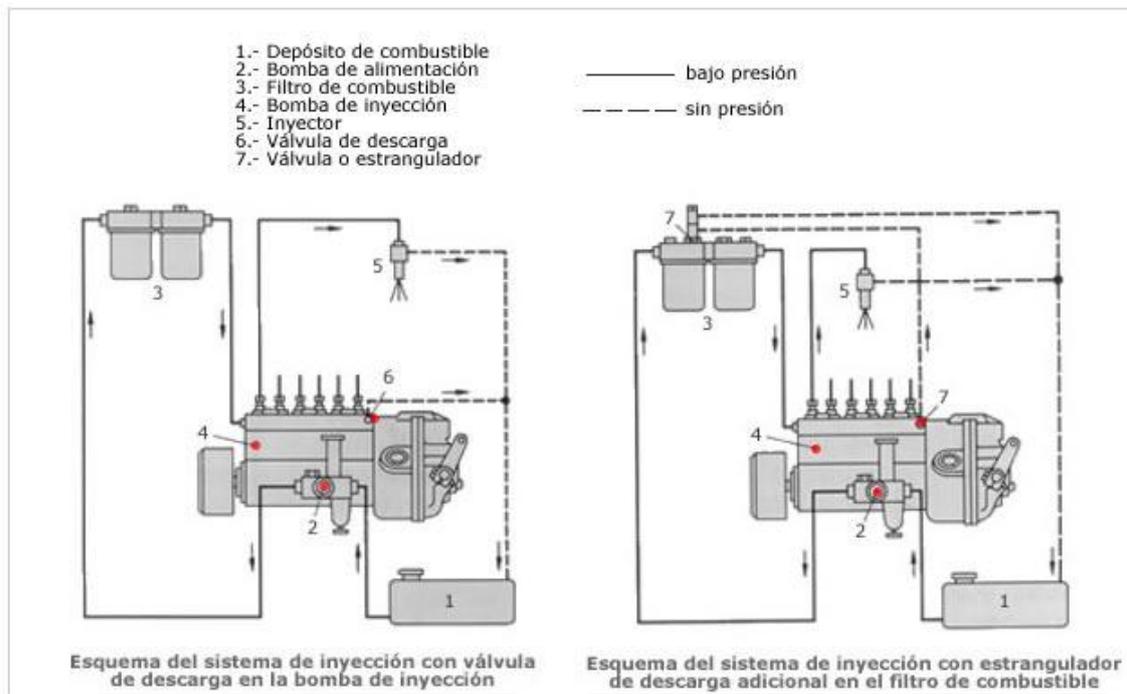


Figura 13.- Esquema funcionamiento del sistema de combustible

2.2.10 BOMBA DE COMBUSTIBLE

Es un motor eléctrico de 12 VCC en el que va acoplado una bomba que es la encargada de suministrar el combustible al depósito.

La bomba aspira el combustible del tanque y lo envía a través del filtro hasta las válvulas de inyección. El regulador de presión controla, (regula) la presión necesaria para la perfecta pulverización del combustible en las válvulas de inyección. A través de un diafragma y un resorte calibrado, el regulador controla la presión producida por la bomba que es de 1 hasta 5 bares, dependiendo del sistema de inyección (BOSCH, 2014)



Figura 14.- Bomba de Combustible

2.2.11 AISLAMIENTO DE VIBRACIÓN

Los grupos eléctricos están dotados de tacos antivibrantes diseñados para reducir las vibraciones transmitidas por el grupo Motor-Alternador.

Estos aisladores estan colocados entre la base del motor, del alternador, del cuadro de mando y la bancada y cada uno soporta alrededor de 1 tonelada de peso arriba de él. Existe mucha vibración al momento del encendido y apagado del grupo electrógeno.



Figura 15.- Tacos anti vibrantes

2.2.12 SISTEMA ELÉCTRICO DE PROTECCIÓN DEL MOTOR

El sistema eléctrico del motor es de 12 VCC, excepto aquellos motores los cuales son alimentados a 24 VCC. El sistema incluye un motor de arranque eléctrico, unas baterías libres de mantenimiento (acumuladores de plomo), sin embargo se pueden instalar otros tipos de baterías si así se especifica, y los sensores y dispositivos de alarmas de los que disponga el motor.

Normalmente, un motor dispone de un medidor de presión de aceite, un medidor de temperatura y de un contacto en el alternador de carga del motor para detectar un fallo de carga en la batería. (Castillo, 2014)

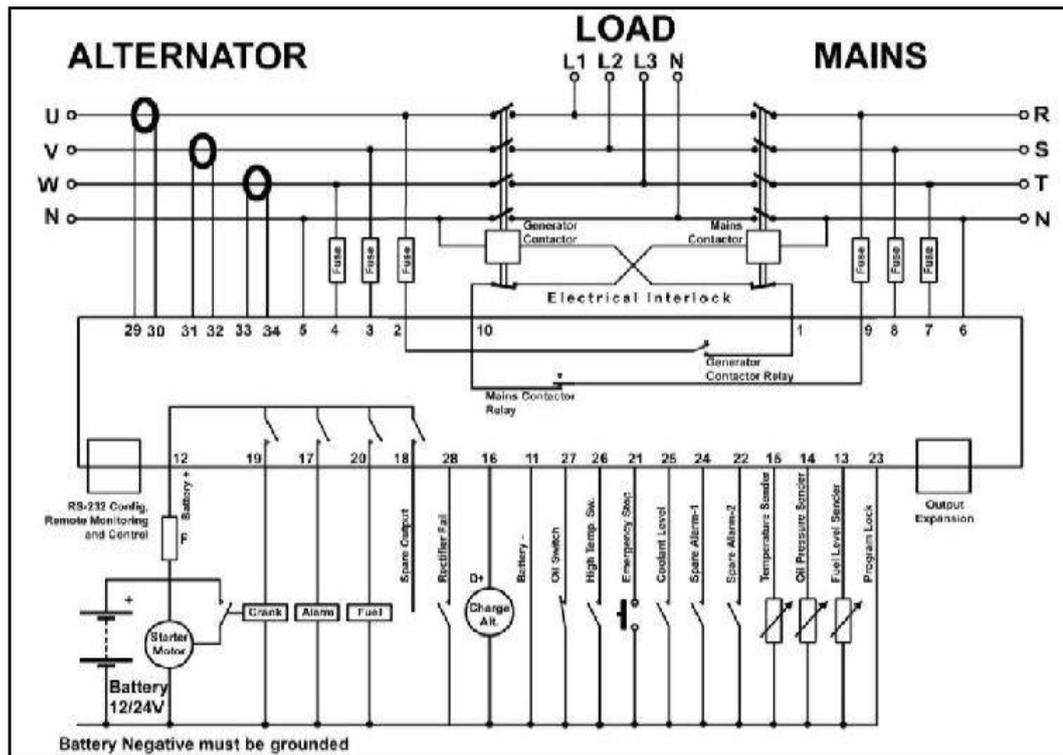


Figura 16.- Sistema Eléctrico de un Módulo Electrónico

2.2.13 SISTEMA DE CONTROL

Existen centrales automáticas que funcionan tanto en forma manual o automático; estos módulos electrónicos detectan una falla en la red de suministro eléctrico, obligando el arranque inmediato del grupo electrógeno. Normalmente en los grupos automáticos se instalan cajas predispuestas que contienen básicamente un relé de paro y otro de arranque, además de tener instalados en el conector todos los sensores de alarma y reloj de los que disponga el grupo electrógeno instalado. Aparte un tablero de transferencia automática en el que van instalados los accionamientos de cambio de red.



Figura 17.-.Módulo electrónico

2.2.14 PROTECCIONES

Como protección principal del equipo se tiene el interruptor automático de salida que sirve para proteger el alternador, se suministra un interruptor automático de salida adecuado para el modelo del grupo electrógeno con control manual. Para grupos electrógenos con control automático se protege el alternador mediante contactores adecuados para el modelo adecuado.

A la izquierda tenemos un breaker trifásico de protección solo de sobrecarga eléctrica, a la derecha tenemos otro breaker donde se puede regular la corriente y la capacidad de sobrecarga que pasa por él.



Figura 18.- Tipos de breaker trifásicos

2.2.15 SENSORES DEL MOTOR

En un grupo electrógeno existen tres tipos de sensores principales que ayudan a obtener parámetros del equipo estos son:

Sensor de protección de aceite.

Sensor de temperatura del refrigerante del motor.

Sensor de velocidad del motor.

SENSOR DE PROTECCIÓN DE ACEITE

En los generadores como en motores a diesel el sensor más utilizado es el sensor de presión de rail el funcionamiento constituye una membrana, de capas gruesas que encierra una presión de referencia de 0,1 bares. La curvatura de la membrana varía en función del nivel de la presión a medir. Tiene cuatro elementos piezorresistivos montados en el puente de la membrana, Dos elementos piezorresistivos activos, cuya conductibilidad varía bajo el efecto de un esfuerzo mecánico (presión), se encuentran en el centro de la membrana. Y los dos elementos restantes piezorresistivos pasivos de referencia se encuentran sobre el borde de la membrana; actúan en primer lugar como resistencias complementarias del puente para la compensación térmica y apenas participan en la generación de la señal de salida. (Sensorica, 2014)

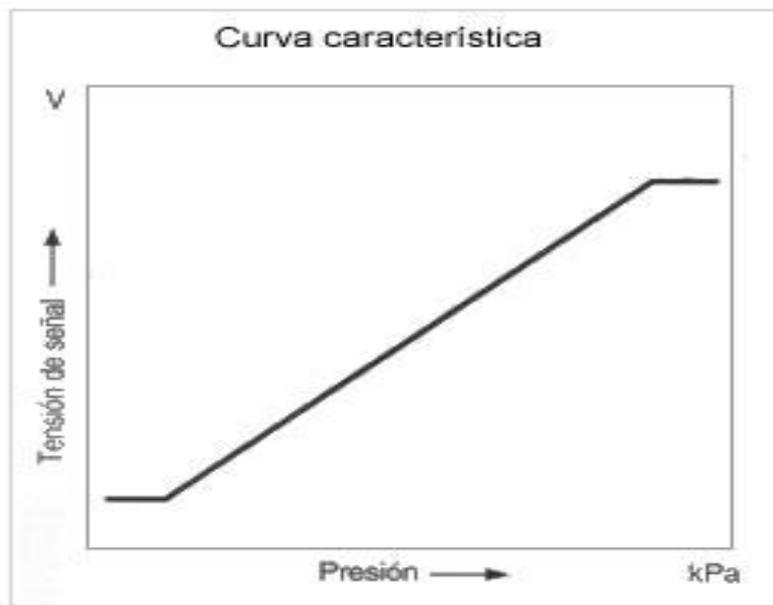


Figura 19.- Curva característica del sensor de presión

La presión a medir atraviesa el racor y actúa sobre un lado de la membrana, el valor de resistencia de los elementos piezorresistivos varía a causa de la deformación de la membrana (aprox. 1500bares).

La tensión de salida de generada por el puente es conducida por líneas de unión de un circuito de evaluación del sensor. Este circuito amplifica la señal emitida por el puente a un valor entre 0 y 5 V y lo transmite a la unidad de control, que partiendo de él calcula la presión con la ayuda de una característica memorizada.



Figura 20.- Sensor de presión de Aceite

SENSOR DE TEMPERATURA DEL REFRIGERANTE DEL MOTOR

Un termistor es un sensor resistivo de temperatura. Su funcionamiento se basa en la variación de la resistividad que presenta un semiconductor con la temperatura.

Existen dos tipos de termistor:

- NTC (Negative Temperature Coefficient) coeficiente de temperatura negativo.
- PTC (Positive Temperature Coefficient) coeficiente de temperatura positivo.

Su funcionamiento se basa en la variación de la resistencia de un semiconductor con la temperatura, debido a la variación de la concentración de portadores. Para los termistores NTC, al aumentar la temperatura, aumentará también la concentración de portadores, por lo que la resistencia será menor, de ahí que el coeficiente sea negativo. Para los termistores PTC, en el caso de un semiconductor con un dopado muy intenso, éste adquirirá propiedades metálicas, tomando un coeficiente positivo en un margen de temperatura limitado.

Cuando esta conectado el generador a un módulo electrónico la medición es a través de un convertidor analógico-digital y es una medida de la temperatura del sensor. La unidad electrónica del motor tiene almacenada una curva característica

que indica la temperatura correspondiente a cada valor de resistencia o tensión de salida.

Este sensor esta montado en el circuito del líquido refrigerante con el fin de determinar la temperatura del motor a partir de la temperatura del refrigerante (campo de medición 0°C...100°C).

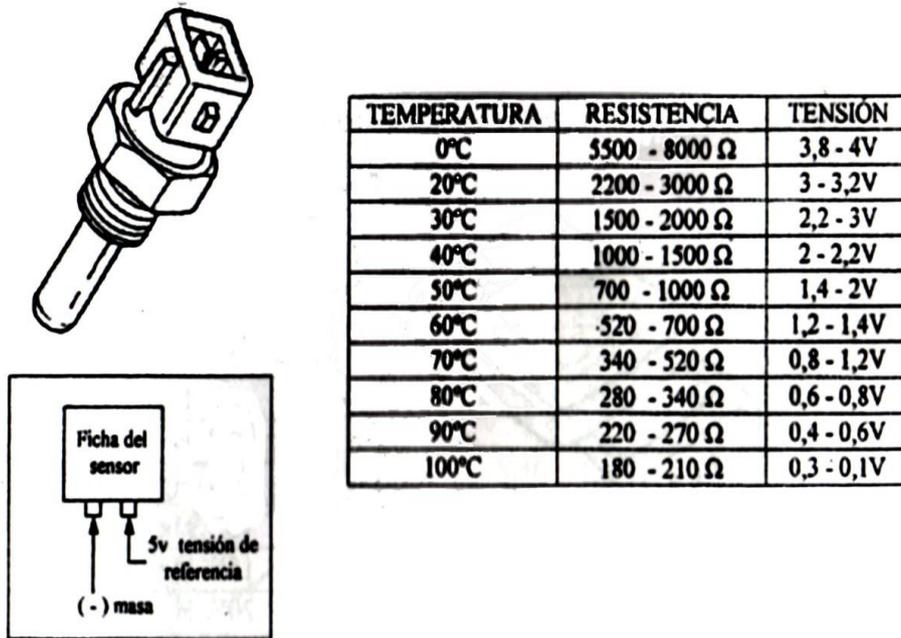


Figura 21.- Sensor de temperatura del líquido refrigerante

SENSOR DE VELOCIDAD DEL MOTOR (PICK- UP)

Es un dispositivo que nos ayuda a controlar y mantener, de forma automática, el correcto funcionamiento del motor, para la regulación automática de la velocidad del motor se emplean una tarjeta electrónica de control para la señal de entrada “pick-up” y salida del “actuador”.

A la derecha tenemos la foto de un sensor PICK-UP y a la izquierda se presenta como se debe conectar un sensor inductivo o PICK-UP. El pick-up es un dispositivo magnético que se instala justo en el engranaje situado en el motor, y éste a su vez esta acoplado al engranaje del motor de arranque. El pick-up detecta la velocidad del motor, produce una salida de voltaje debido al movimiento del engranaje que se mueve a través del campo magnético de la punta del pick-up y el engranaje del motor.

Por medio del sensor PICK-UP el módulo cuenta el número de dientes del volante del eje del motor y si es necesario envía la señal a un aumento de las revoluciones por minuto del mismo. (Vaca Romo, 2011)

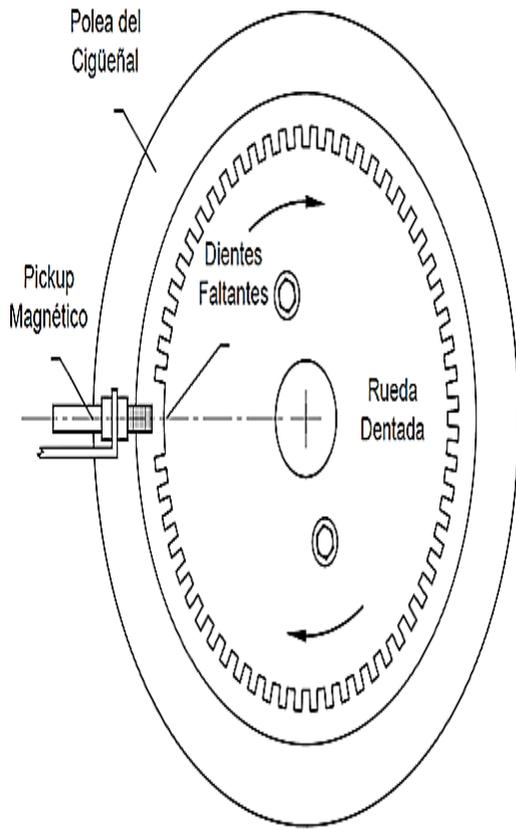


Figura 22.- Sensor PICK-UP

El actuador sirve para controlar la velocidad del motor en condiciones de carga. Cuando la carga es muy elevada la velocidad del motor aumenta para proporcionar la potencia requerida, y cuando la carga es baja la velocidad disminuye, es decir el fundamento del actuador es controlar de forma automática el régimen de velocidad del motor sin aceleraciones bruscas, generando la potencia del motor de forma continua. Normalmente el actuador se acopla al dispositivo de entrada del fuel-oil del motor.

2.2.16 ALTERNADOR (fuente de energía eléctrica)

Un alternador es una máquina capaz de transformar energía mecánica en energía eléctrica, generando una corriente alterna mediante inducción electromagnética.

Esta transformación se consigue por la acción de un campo magnético sobre los conductores eléctricos dispuestos sobre una armadura (denominada estator). Si se produce mecánicamente un movimiento relativo entre los conductores y el campo, se generará una fuerza electromotriz (f.e.m.). Este sistema está basado en la ley de Faraday.

Aunque la corriente generada es corriente alterna, puede ser rectificadas para obtener una corriente continua. El proceso inverso sería el realizado por un motor eléctrico, que transforma energía eléctrica en mecánica.

Un alternador es un generador de corriente alterna que funciona cambiando constantemente la polaridad para que haya movimiento y genere energía. En Ecuador se utilizan alternadores con una frecuencia de 60 Hz, es decir, que cambia su polaridad 60 veces por segundo. (Genera Dor, 2014)



Figura 23.- Alternador de un grupo electrógeno

Existen dos tipos fundamentales de conexión de un alternador:

CONEXIÓN EN ESTRELLA .- Para conectar el bobinado en estrella se unen los finales XYZ de las tres fases formando un punto común que es el neutro, dejando libre los tres principios UVW. Con esta conexión se consigue 380 V entre dos fases y 220 V entre fase y neutro.

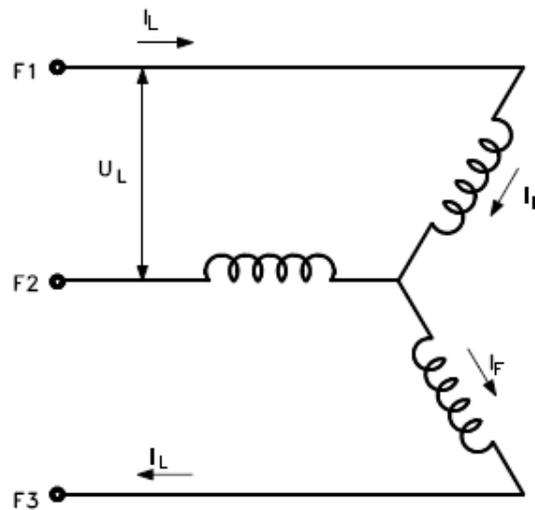


Figura 24.- Conexión en Estrella

CONEXIÓN EN TRIÁNGULO.- En la conexión en triángulo se une el final de cada fase con el principio de la siguiente manera: X con V, Y con W y Z con U. la diferencia de potencial que existe entre fase y fase es de 220 V.

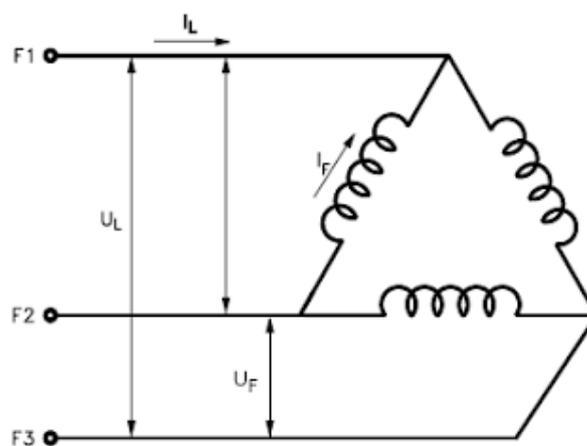


Figura 25.- Conexión en Triángulo

2.2.17 REGULADOR AUTOMÁTICO DE VOLTAJE (AVR)

La función básica de un regulador automático de voltaje, (AVR) es la de alimentar al circuito de excitación. De tal manera de mantener constante la tensión de salida del generador dentro de ciertos rangos de frecuencia y carga.

El regulador automático de voltaje proporciona una excitación al rotor, el rotor debe tener un campo magnético constante en cuanto a la dirección de sus líneas magnéticas (no en cuanto a intensidad del campo) y esto se logra excitándolo con corriente directa (alterna rectificada) la corriente alterna generada por el generador, debe ser de una frecuencia constante de 60hz; y para eso el rotor siempre gira a la misma velocidad independientemente de que carga esté produciendo, como los requerimientos de carga.

Este dispositivo controla una corriente de baja intensidad que alimenta los devanados del estator de una excitatriz, la que induce en su rotor una diferencia de potencial que se llevará a un sistema de rectificación. Este llamado puente de rectificación rotativo, se encarga de recoger, del devanado trifásico del rotor de la excitatriz una corriente de alto amperaje, para enviarlo al rotor principal del generador rectificadora es decir, una corriente bipolar (+) y (-), el AVR en el momento del arranque deberá excitar el generador a partir de las pequeñas tensiones generadas por el magnetismo remanente, del arranque o la parada del motor primario, esto debe realizarlo manteniendo baja la tensión de salida mientras la frecuencia esté por fuera del valor nominal.

En los casos de sobrecargas transitorias en los que el motor primario tiende a disminuir su velocidad, el AVR disminuye la tensión de salida proporcionalmente a la pérdida de velocidad, disminuyendo la potencia de salida para dar posibilidad al motor de recuperarse rápidamente.

Los AVR deben permitir el ajuste remoto de la tensión de salida del generador, como también censar la potencia reactiva generada a través de un transformador, produciendo una caída de tensión proporcional a los AVR (Acuña J., 2014)

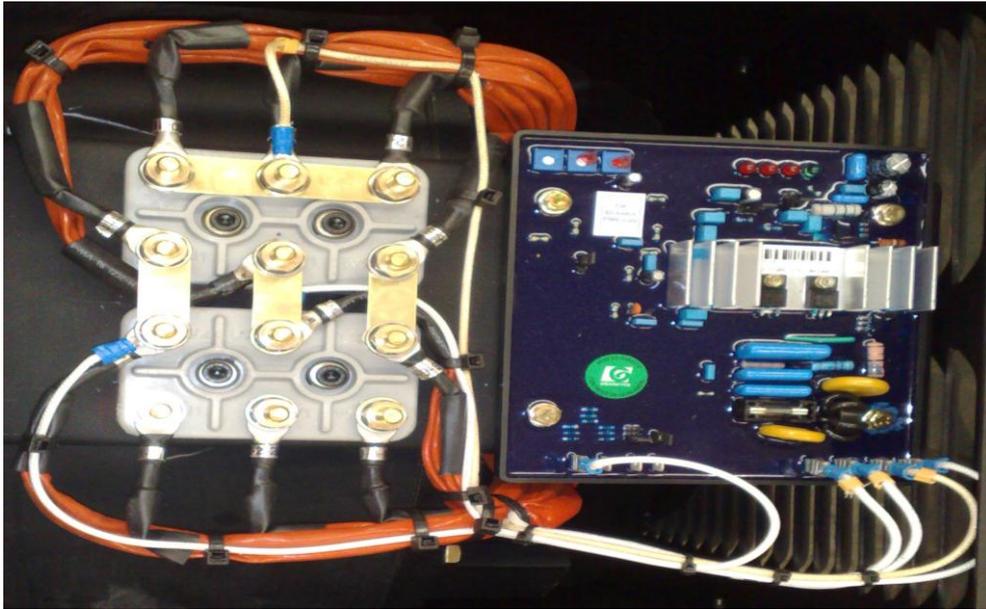


Figura 26.- Regulador Automático de voltaje

2.2.18 SISTEMA ELÉCTRICO DEL GRUPO ELECTRÓGENO

SISTEMA ELÉCTRICO EN EL MOTOR

El arranque manual se produce a voluntad, esto quiere decir que cuando se necesita disponer de la electricidad generada por el grupo electrógeno se lo arranque de forma manual. Generalmente el accionamiento de arranque se suele realizar mediante una llave de contacto o pulsador de arranque.

El sistema de arranque está constituido por el motor de arranque, el interruptor, la batería y el cableado. El motor de arranque es activado con la electricidad de la batería cuando se gira la llave de puesta en marcha, cerrando el circuito y haciendo que el motor gire. El motor de arranque conecta con el cigüeñal del motor de combustión por un piñón conocido como piñón bendix de pocos dientes con una corona dentada reductora que lleva incorporada el volante de inercia del motor térmico. Cuando el volante gira más rápidamente que el piñón, el bendix se desacopla del motor de arranque mediante rueda libre que lo desengrana. (Garcia, 2014)

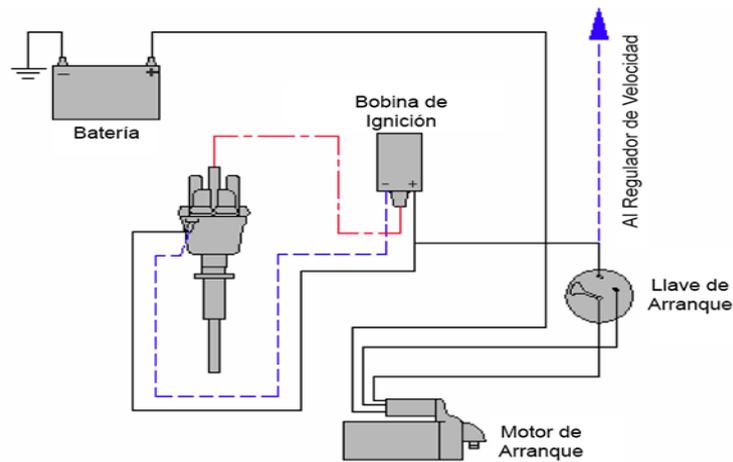


Figura 27.- Sistema eléctrico del motor



Figura 28.- Motor de arranque

Existen dos tipos de inyección de combustible que son:

Directa e indirecta. En los motores de gasolina es indirecta si se pulveriza el combustible en el colector o múltiple de admisión en vez de dentro de la cámara de combustión, o sea en el cilindro. En los motores diesel, en cambio, se denomina directa si se inyecta dentro de una precámara que se encuentra conectada a la cámara de combustión o cámara principal que usualmente en las inyecciones directas se encuentran dentro de las cabezas de los pistones.



Figura 29.- Inyección directa

SISTEMA ELÉCTRICO EN EL ALTERNADOR

El alternador está constituido por los siguientes elementos:

- Un conjunto inductor que forman el rotor o parte móvil del alternador.
- Un conjunto inducido que forman el estator o parte fija del alternador.
- El puente rectificador de diodos.
- Carcasas, ventilador y demás elementos complementarios de la máquina.

Rotor

El rotor o parte móvil del alternador, es el encargado de crear el campo magnético inductor el cual provoca en el bobinado inducido la corriente eléctrica que suministra después el alternador. El rotor está formado a su vez por un eje o árbol sobre el cual va montado el núcleo magnético formado por

dos piezas de acero forjado que llevan unos salientes o dedos entrelazados sin llegar a tocarse, que constituyen los polos del campo magnético inductor. Cada uno de las dos mitades del núcleo llena 6 salientes. Con lo que se obtiene un campo inductor de 12 polos, en el interior de los polos, va montada una bobina inductora de hilo de cobre aislado y de muchas espiras, bobinada sobre un carrete material termoplástico. (Aficionados a la Mecánica, 2014)

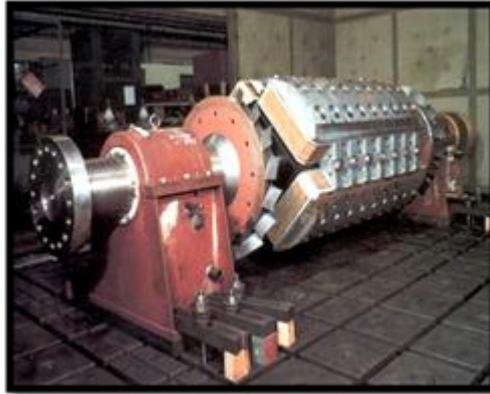


Figura 30.- Rotor

Estatore

El estator es la parte fija del alternador la que no tiene movimiento y es donde están alojadas las bobinas inducidas que generan la corriente eléctrica.

El estator tiene una armazón que está formado por un paquete ensamblado de chapas magnéticas de acero suave laminado en forma de corona circular, troqueladas interiormente para formar en su unión las ranuras donde se alojan las bobinas inducidas.



Figura 31.- Estator

Puente rectificador de diodos

Como se sabe la corriente generada por el alternador trifásico no es adecuada para la batería ni tampoco para la alimentación de los consumidores del grupo. Es necesario rectificarla. Una condición importante para la rectificación es disponer de diodos de potencia aptos para funcionar en un amplio intervalo de temperatura. El rectificador esta, formado por un puente de 6 o 9 diodos de silicio, puede ir montado directamente en la carcasa lado anillos rozantes o en un soporte (placa) en forma de "herradura", conexiados a cada una de las fases del estator, formando un puente rectificador, obteniéndose a la salida del mismo una tensión de corriente continua. Los diodos se montan en esta placa de manera que tres de ellos quedan conectados a masa por uno de sus lados y los otros tres al borne de salida de corriente del alternador, también por uno de sus lados. El lado libre de los seis queda conectado a los extremos de las fases de las bobinas del estator. (Aficionados a la Mecánica, 2014)

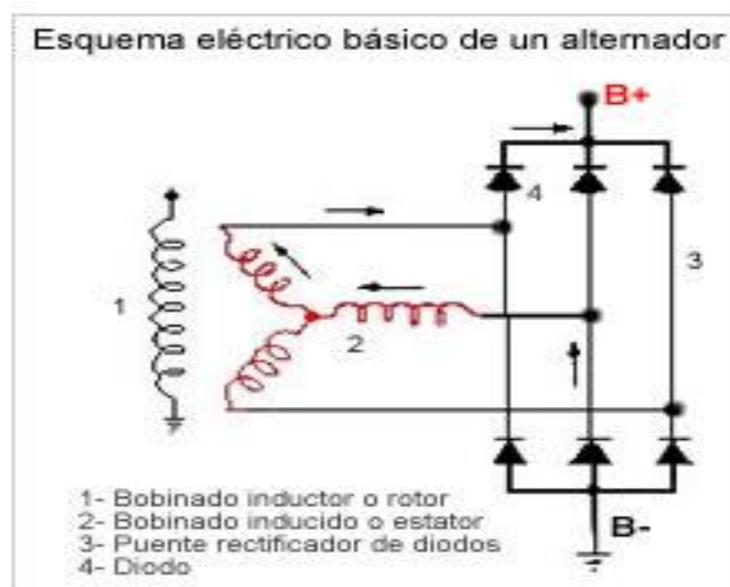


Figura 32.- Esquema de un puente rectificador

Carcasa

Material de fundición de acero que recubre al estator y rotor.

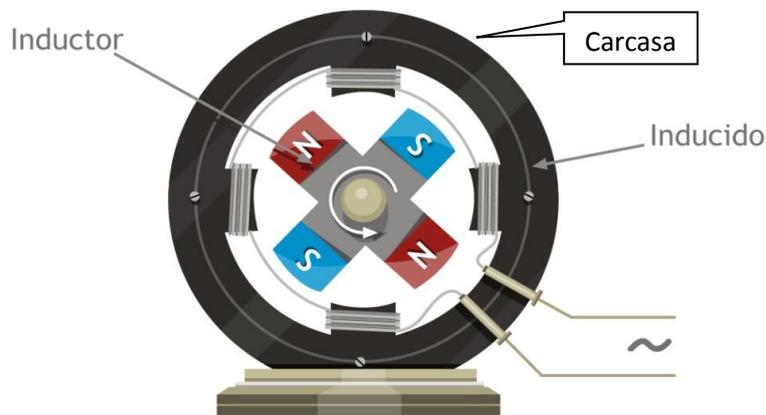


Figura 33.- Carcasa

2.3 NORMAS DE SEGURIDAD PARA EL MANTENIMIENTO

En un grupo electrógeno dependerán de una serie de factores, incluidos el uso del grupo electrógeno, el ambiente donde funciona y la carga porcentual que lleva. Normalmente, los fabricantes de generadores recomiendan, en el caso de uso de Emergencia, realizar inspecciones y mantención preventiva motor-alternador cada tres meses, mientras que si es de uso Continuo, cada 250 ó 500 horas, dependiendo de la marca y las recomendaciones de cada fabricante.

Un mantenimiento preventivo completo incluye para el motor cambio de filtros y de aceite lubricante, revisión de niveles de agua, aceite, combustible y revisión de la carga de la batería, además de limpieza y chequeo del motor en general. Respecto al alternador, se recomienda una limpieza y chequeo de parámetros, los cuales se revisarán al momento de arrancar el generador para realizar pruebas y rangos de carga.

2.3.1 MANTENIMIENTO DEL MOTOR

Aunque cada motor incluye un manual de operación para su correcto mantenimiento, dentro de los aspectos principales para un buen mantenimiento del motor, destacan los siguientes:

CONTROLAR EL NIVEL DE ACEITE

El motor debe estar nivelado horizontalmente, se debe asegurar que el nivel esté entre las marcas MIN y MAX de la varilla.

- Verifique el nivel de aceite diariamente, o cada vez que vaya a utilizar su motor.
- El análisis del aceite puede prevenir fallas potenciales, ya que detecta desgaste de piezas clave y verifica el estado del aceite.
- Es normal que el motor consuma cierta cantidad de aceite.
- Refiérase a su manual de operación para más información, no todos los aceites y filtros son iguales, utilice el que recomienda el fabricante de su motor.



Figura 34.- Aceite 15W-40 recomendado por el fabricante

CAMBIO DE ACEITE Y FILTROS DE ACEITE.

Una lubricación adecuada es esencial, para mantener el desempeño y vida del motor. Es esencial utilizar el aceite y los filtros diseñados por el fabricante

- Quitar el tapón del cárter y dejar que fluya el aceite del motor, hacia el depósito que se elijé para el aceite usado.
- Quitar los filtros sucios de aceite y dejar escurrir.
- Poner el tapón del cárter
- Agregar aceite nuevo, que cumpla con las especificaciones, tipo y que sea la cantidad adecuada .
- Arrancar el motor por unos minutos y apagarlo, esperar 15 minutos para que se escurre el aceite de las partes móviles y paredes del cárter.

Los filtros se cambian cada que se realiza el cambio de aceite, (de acuerdo a las horas de operación del grupo electrógeno.

- Limpiar la zona alrededor de los filtros.
- Usar una llave especial para retirar el filtro de aceite.
- Llenar el filtro nuevo con aceite (del mismo con el que se hizo el cambio).
- Aplicar una capa delgada de aceite lubricante a la empaquetadura antes de instalar el filtro.
- Girar el filtro a mano hasta que este apretado y no tenga fugas.



Figura 35.- Filtros de aceite

2.3.2 FILTRO DE AIRE.- Un filtro de aire sucio restringirá el flujo de aire al motor, reduciendo el rendimiento del mismo. Si utiliza el motor en lugares muy polvorientos limpie el filtro de aire con mayor frecuencia de la que se especifica en el programa de mantenimiento. Es importante mencionar que si se pone en funcionamiento el motor sin el filtro de aire, o con un filtro dañado, la suciedad se introducirá en el motor, ocasionando su rápido desgaste.



Figura 36.- Filtros de aire

2.3.3 CORREAS DE ELEMENTOS AUXILIARES.

Comprobación de ajuste. La inspección y ajuste deben realizarse después de haber funcionado el motor, cuando las correas están calientes. Los tornillos antes de tensar las correas del alternador. Las correas deberán ceder 10 mm entre las poleas. Las correas gastadas que funcionan por pares deben cambiarse al mismo tiempo. Las correas del ventilador tienen un tensor automático y no necesitan ajuste. Sin embargo el estado de las correas debe ser comprobado. (Enerco, 2014)

2.3.4 SISTEMA DE REFRIGERACIÓN.

El mantenimiento del sistema de refrigeración de los motores diesel, requieren además de la verificación de funcionamiento de sus componentes; la limpieza periódica del sistema y la utilización de una mezcla adecuada en la composición del líquido refrigerante, que permita transferir adecuadamente la temperatura generada por la combustión y que brinde protección a todos los elementos del sistema. La mayor parte de los fabricantes de equipo original recomiendan generalmente para sus motores con camisas reemplazables (camisas húmedas), utilizar una mezcla en una proporción de 50/50 de agua destilada y un anticongelante, adicionalmente se debe agregar aditivos suplementarios para el control de la acidez con un promedio de 3 a 6 % de acondicionador para prevenir la corrosión. Esta proporción puede variar cuando las condiciones climáticas lo ameriten. (Federal-Mogul , 2014)



Figura 37.- Refrigerante

RADIADOR

El radiador es concretamente parte fundamental en el complejo sistema de refrigeración de un motor. Una polea accionada por el cigüeñal hace que gire un ventilador que hace que pase el flujo del aire a través del radiador que es básicamente un depósito formado por diferentes “láminas” por las cuales circula el agua que tiene, como función primordial refrigerar el motor.

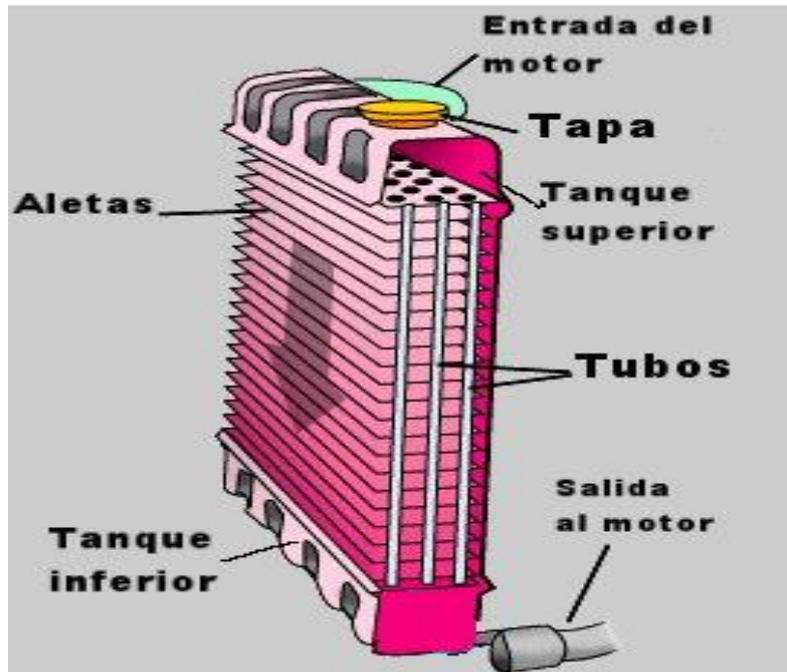


Figura 38.- Partes de un radiador

2.3.5 FILTRO DE COMBUSTIBLE.

En un motor diesel, la bomba de combustible y los inyectores son especialmente sensibles al agua. Por ello, el filtro de combustible de los motores diesel tiene la función principal de separar el agua del combustible para prevenir, gracias a un correcto funcionamiento, la corrosión y el desgaste prematuro del motor.

La función del filtro de combustible diesel es la de proteger el sistema de inyección en los motores diesel. Los filtros diesel eliminan las impurezas presentes en el combustible que pueden proceder de diferentes fuentes:

- Contaminación durante la producción, el transporte, el almacenamiento, las reparaciones, etc.
- Entrada de las partículas a través del sistema de ventilación del depósito de combustible.
- Contaminación con las impurezas y la oxidación presentes en el depósito o en los conductos de combustible.

- Condensación de agua en el depósito de combustible debido a las variaciones de temperatura. (Federal-Mogul , 2014)



Figura 39.- Filtro de combustible

2.3.6 MANTENIMIENTO DEL ALTERNADOR.

En general, la caída de resistencia del aislamiento es un proceso gradual. Si realizamos medidas periódicas con un Megger diseñado para mantenimiento predictivo o analizador de aislamiento, podremos reaccionar a tiempo y realizar una mantención planificada. De no hacerlo, las pérdidas de aislación, ponen en riesgo a las personas y al equipo, el cual puede quemarse. Entonces, podríamos concluir diciendo que "lo que era un buen aislamiento pasa a ser un conductor peligroso".

El AVR (regulador automático de voltaje) debe estar desconectado en el caso de que el generador sea del tipo auto excitado. Para que las medidas tengan su valor exacto la máquina debe estar parada.

Para realizar la medición se utilizan megohmetros. Los megohmetros más sencillos suelen tener solamente 2 terminales. Con una punta se hace contacto con el bobinado a medir y con la otra a tierra (comprobar primero que la tierra es buena). El generador debe estar previamente desconectado y prestar atención a remover puentes que haya antes

de realizar la medición. Es suficiente aplicar 500V. Si con 500V tenemos dudas porque nos da un valor medio a bajo, aplicamos 1000V, que es lo más exigente y tomamos como definitivo el dato a esta tensión. Tratar de no utilizar 1000V, solamente en los casos de duda porque la aislación puede dañarse. Hay que tener en cuenta también que el valor de aislamiento varia con la temperatura. A mayor temperatura nos dará valores más bajos.

Entre los elementos que deterioran el aislamiento, podríamos mencionar daños mecánicos, vibraciones, calor, frío excesivo, suciedad, aceite, polvo, y humedad. En distintos grados, estos elementos son enemigos del aislamiento, y se combinan con el esfuerzo eléctrico existente. Conforme se desarrollen picaduras o grietas en el aislamiento, la humedad y materiales extraños penetran provocando un camino más fácil para la fuga de corriente, ocasionando en ese punto una menor resistencia (Federal-Mogul , 2014)

En motores y generadores, su resistencia debe ser al menos de un (1) Mega-ohmio por cada mil voltios (1 KV.) más un (1) Mega-Ohmio. Por ejemplo, en el caso de un motor que opera a 4.160 volts (4.16 KV), su Resistencia de aislamiento debe ser mayor o igual a cinco (5) Mega-ohmios.

Todos los rodamientos son de engrase permanente para un funcionamiento libre de mantenimiento. Sin embargo, durante una revisión general se recomienda comprobarlos por desgaste o pérdida de aceite y reemplazarlos si fuese necesario. Los rodamientos deben ser reemplazados después de 25.000 horas en servicio, dependiendo necesariamente de la recomendación que entreguen los fabricantes de los alternadores.



Figura 40.- Mantenimiento de un Alternador

2.3.7 MANTENIMIENTO DE LA BATERÍA.

La batería es un conjunto de “celdas” que contiene cierto número de placas sumergidas en un electrolito. La energía eléctrica de la batería proviene de las reacciones químicas que se producen en las celdas, estas reacciones son de tipo reversibles, lo que significa que la batería puede cargarse o descargarse repetidamente, el electrolito es una mezcla, de agua destilada con ácido sulfúrico.

El uso normal y la carga de la batería tienen, como efecto una evaporación del agua. Por lo tanto, se tendrá que rellenar la batería de vez en cuando.

Lo único que de ella se evapora es el agua, por lo que solo debes rellenarla con agua destilada. No poner agua corriente, pues contiene minerales que reaccionarán con otros componentes de las placas internas y el propio ácido sulfúrico, aparte de aportar impurezas acumuladas con el tiempo ayudará, en mayor o menor grado a "cortocircuitar" las placas entre sí, mermando su efectividad.

El dispositivo más común para medir la densidad específica es el densímetro. Al comprimir la perilla de hule e introducir el densímetro en el electrólito y luego

soltarla, el líquido sube. La cápsula calibrada flotará a diferentes alturas dependiendo de la densidad del electrólito. Para leer la densidad, observar el nivel del electrólito sobre la cápsula. Asegurarse que el flotador no toque las paredes del tubo de vidrio para que no resulte una lectura falsa.

Las baterías que se encuentran totalmente cargadas tienen una densidad de 1,28 g/ml, y 1,14 g/ml si se encuentran descargadas. Cuando las baterías se sequen, llene cada elemento de la batería con agua destilada hasta alcanzar la indicación de nivel máximo (Kanon, 2014)

Para su mejor conservación, se debe realizar lo siguiente:

- Compruebe si los terminales de la batería están firmes en los bornes y reapriételos en caso de ser necesario.
- Verifique que la carcasa de la batería no esté hinchada, rota o agrietada. En caso contrario sustitúyala.
- Compruebe y verifique que no existan pérdidas de electrólito por la tapa de los vasos ni por la carcasa de la batería.
- Asegúrese que los cables de los terminales no estén reseco o tengan la funda aislante deteriorada, corríjalo en caso de necesitarlo.
- Compruebe si el sistema de sujeción presenta algún defecto, ya que la batería debe quedar firme e inmóvil en su alojamiento.
- Procure mantener bien limpia la zona de montaje de la batería. (Kanon, 2014)



Figura 41.- Densímetro y Bateria

3.- MATERIALES Y MÉTODOS

3.1 MATERIALES

- Megger BM 25
- Computadora
- Cámara Fotográfica

3.2 METODOLOGÍA

DESCRIPCIÓN DE LOS PARÁMETROS DE FUNCIONAMIENTO DEL GRUPO ELECTRÓGENO MIRRLEES BLACKSTONE DE LA CENTRAL TÉRMICA CATAMAYO DE LA EMPRESA ELÉCTRICA REGIONAL DEL SUR

El grupo Electrónico Mirrlees Blackstone está ubicado en la Central Térmica Catamayo de la EERSSA y sirve para suplir la demanda energética en las horas de mayor consumo y para mejorar la tensión de la red eléctrica.

El grupo Mirrlees Blackstone es el más despachado por parte del Centro Nacional de Control de Energía (CENACE), por su eficacia y mejor rendimiento con respecto a los demás grupos.

A continuación se describen cada uno de los elementos que conforman este grupo generador:

3.2.1 MOTOR DEL GRUPO MIRRLEES BLACKSTONE

Un motor de combustión interna, motor a explosión o motor a pistón, es un tipo de máquina que obtiene energía mecánica directamente de la energía química de un combustible que arde dentro de la cámara de combustión. Su nombre se debe a que dicha combustión se produce dentro de la propia máquina.

3.2.2 DESCRIPCIÓN DEL MOTOR DIESEL

Explicación de los componentes de un motor diesel

MOTOR

Representa nuestra fuente de energía mecánica para que el alternador gire y genere electricidad. Estos grupos son de cuatro tiempos:

a.-) ADMISIÓN.- Cuando el pistón desciende desde el punto muerto superior hasta el punto muerto inferior se abre la válvula de admisión para permitir el paso de aire hacia el interior del cilindro.

b.-) COMPRESIÓN.- El pistón sube desde el punto muerto inferior hacia el superior, con las válvulas tanto de admisión como de escape cerradas. Se comprime el aire encerrado en la cámara, elevando su temperatura sobre el punto de inflamación del combustible hacia el final de la carrera de compresión, la válvula de inyección de combustible se abre e inyecta un chorro de combustible pulverizado, mezclándose con el aire caliente.

c.-) COMBUSTIÓN.- La elevada temperatura producida por la rápida compresión del aire en el cilindro inflama el combustible. Esto origina una repentina elevación de la presión y el pistón retrocede mientras continúa la combustión. Cerca del final de la carrera se abre la válvula de escape

d.-) ESCAPE.- La fuerza viva que las partes móviles han adquirido durante la fase de combustión obliga al pistón avanzar hacia el punto muerto superior, expulsando los productos de dicha combustión. Hacia el final de la carrera de

esta fase la válvula de escape se cierra y se abre la válvula de admisión para empezar el nuevo ciclo de funcionamiento del motor. Ver fig. 42



Figura 42.- Motor grupo electrógeno Mirreles Blackstone

3.2.3 COMPONENTES DEL MOTOR MIRRLEES BLACKSTONE

TURBOALIMENTADORES

La potencia útil de un motor diesel es proporcional a las cantidades de aire y combustible consumidas. Para incrementar dicha potencia se usa el turboalimentador el mismo que introduce una gran cantidad de masa de aire a la máquina.

El turboalimentador consiste en una turbina a gas accionada por los gases de escape y acoplada directamente a un compresor rotativo. El turbo se ajusta automáticamente a la velocidad del motor, a más velocidad del motor, éste necesita mayor cantidad de aire y viceversa fig. 43



Figura 43.- Turbo Alimentador del grupo Mirrlees

CABEZOTES.- Es la parte superior del motor, que cubre el bloque de cilindros. En la estructura del cabezote están instaladas las válvulas de admisión y de escape la característica principal del cabezote es soportar el calor generado por las explosiones, consecuentes de la combustión.

Los cabezotes pueden ser individuales, cuando existe uno para cada cilindro, o múltiples, cuando un mismo cabezote cubre más de un cilindro.

En el cabezote también se encuentran alojados elementos auxiliares como los balancines, válvulas adicionales de seguridad y el dispositivo para el montaje del inyector fig. 44



Figura 44.- Cabezotes del grupo Mirrlees

BIELAS.- La biela es el elemento del motor encargado de transmitir la presión de los gases que actúa sobre el pistón al cigüeñal, o lo que es lo mismo, es un eslabón de la cadena de transformación del movimiento alternativo (pistón) en rotativo (cigüeñal).

Debido a los grandes esfuerzos que tiene que soportar, ya que es un elemento de lubricación difícil, la biela es una parte crítica del motor, y su correcto diseño y fabricación son muy importantes, la biela está dividida en tres partes:

El pié.- Es la parte que une la biela al pistón con un pasador o bulón.

El cuerpo.- Es la zona central de la biela, que debe soportar la mayor parte de los esfuerzos, pero al estar en continuo movimiento también debe de ser ligero, por ello se suele construir con forma de doble T.

La cabeza.- Es la encargada de entrar en contacto con el codo del cigüeñal, que a su vez tiene dos partes, la superior y la inferior denominada tapa de la biela, sujeta ésta con tornillos de presión o espárragos.

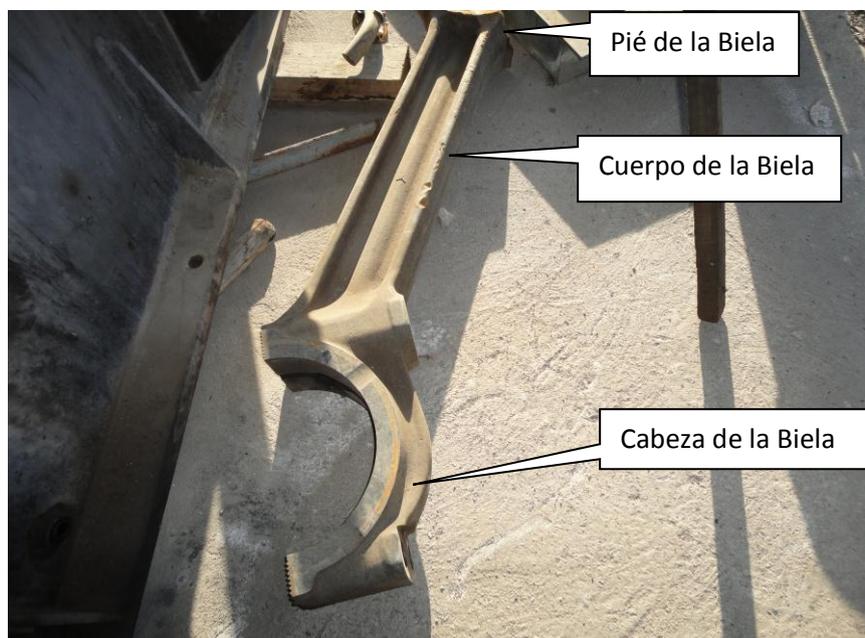


Figura 45.- Biela del grupo Mirrlees Blackstone

PISTÓN.- Es uno de los elementos básicos del motor de combustión interna, es un cilindro abierto en la parte inferior y cerrado en la parte superior en su parte intermedia va sujetado a la biela por medio del bolón. El movimiento del pistón es hacia arriba y abajo en el interior del cilindro comprime la mezcla, transmite la presión de combustión al cigüeñal a través de la biela, fuerza la salida de los gases resultantes de la combustión en la carrera de escape y produce un vacío en el cilindro que “aspira” la mezcla en la carrera de aspiración.

Se distingue por dos grandes partes que son: la cabeza del pistón y la falda.

Cabeza del pistón.- Tiene en su extremo superior una parte que cierra al pistón, conocido como corona del pistón, en esta corona van asentados los anillos o rines.

Falda.- En esta parte va un agujero que permite conectar a la biela ver fig. 45

Anillos o Rines

La función de los anillos de seguimientos es la de vedar en dos sentidos, tanto la presión de la compresión como el pasaje de aceite lubricante para la cámara de combustión, con la ayuda del propio lubricante. El primer anillo de fuego es hecho de una liga de hierro hundido revestido con cromo, ofreciendo mayor resistencia al desgaste y al calor. El segundo anillo raspador es hecho también de una liga de hierro hundido revestido con cromo solamente en el lado de contacto con la pared del cilindro. El anillo de aceite también es de liga de hierro hundido con algunas aberturas hechas para acumular aceite. La función del anillo de aceite es la de controlar la lubricación de las paredes del cilindro, del émbolo y de los anillos.



Figura 46.- Anillos o Rines



Figura 47.- Pistón del Mirrlees Blackstone



Figura 48.- Conjunto de Potencia

CIGÜEÑAL.- es un eje acodado, con codos y contrapesos que aplicando los principios del mecanismo biela transforma el movimiento rectilíneo alternativo en movimiento circular uniforme y viceversa. Ver fig. 49

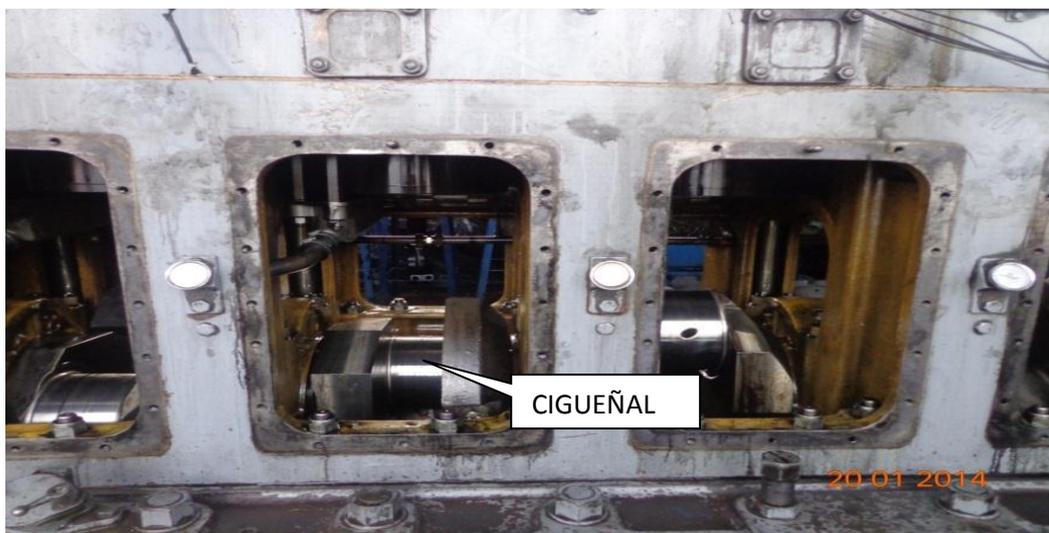


Figura 49.- Cigüeñal del grupo Mirrlees Blackstone

BLOCK.- Es la estructura básica del motor, en el mismo van alojados los cilindros, cigüeñal, árbol de levas, etc. Todas las demás partes del motor se montan en él. Generalmente son de fundición de hierro o aluminio. Lleva una serie de aberturas o alojamientos donde se insertan los cilindros, varillas de empuje del mecanismo de válvulas, conductos del refrigerante, los ejes de levas, y apoyos de los cojinetes de bancada. Ver fig. 50

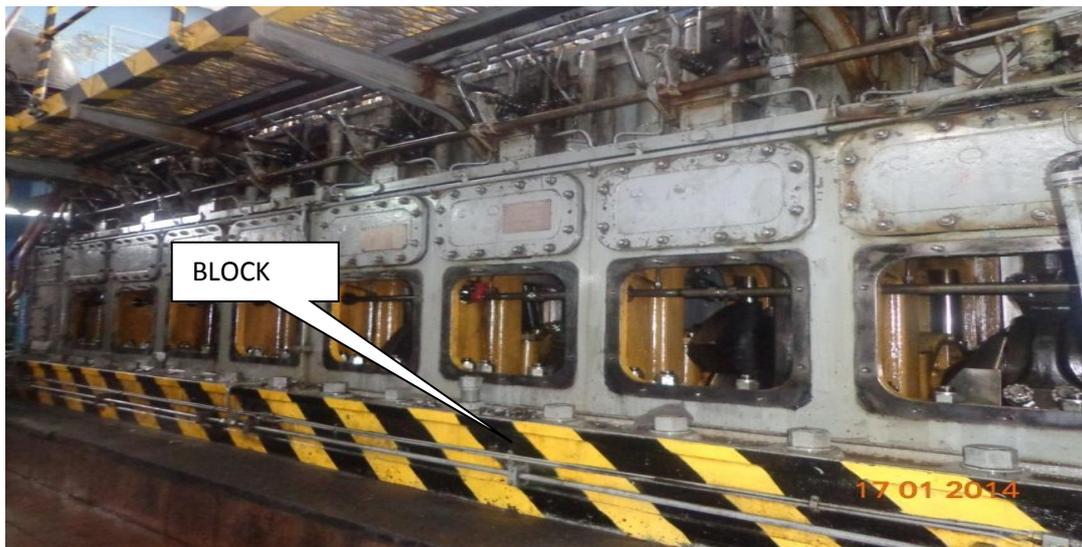


Figura 50.- Block del grupo Mirrlees Blackstone

CAMISAS.- Son los cilindros por cuyo interior circulan los pistones. Suelen ser de hierro fundido y tienen la superficie interior endurecida por inducción, la camisa es una pieza hecha con metal fuerte porque debe soportar a lo largo de su vida útil un trabajo a alta temperatura con explosiones constante de combustible, lo que lo somete a un trabajo excesivo bajo condiciones extremas. Ver fig. 51



Figura 51.- Camisa del Grupo Mirrlees Blackstone

ÁRBOL DE LEVAS.- Se conoce como árbol de levas a la barra de un motor que sirve para recibir las vueltas del cigüeñal, esta parte se encuentra instalada en la cabeza (culata) o en el bloque del motor y su función principal, es la de abrir y cerrar las válvulas de admisión y de escape. Para hacer esto solo necesita dar vueltas sincronizadas con el cigüeñal. El árbol de levas está diseñado con muñones o jorobas que al dar vueltas empujan las válvulas contra la resistencia de sus resortes. El árbol de levas cumple la misma función en todo tipo de motor, equipado con cualquier tipo de encendido. La conexión árbol de levas con el cigüeñal se hace por medio de engranes, cadenas, piñones, bandas o correa de distribución. Ver fig. 52

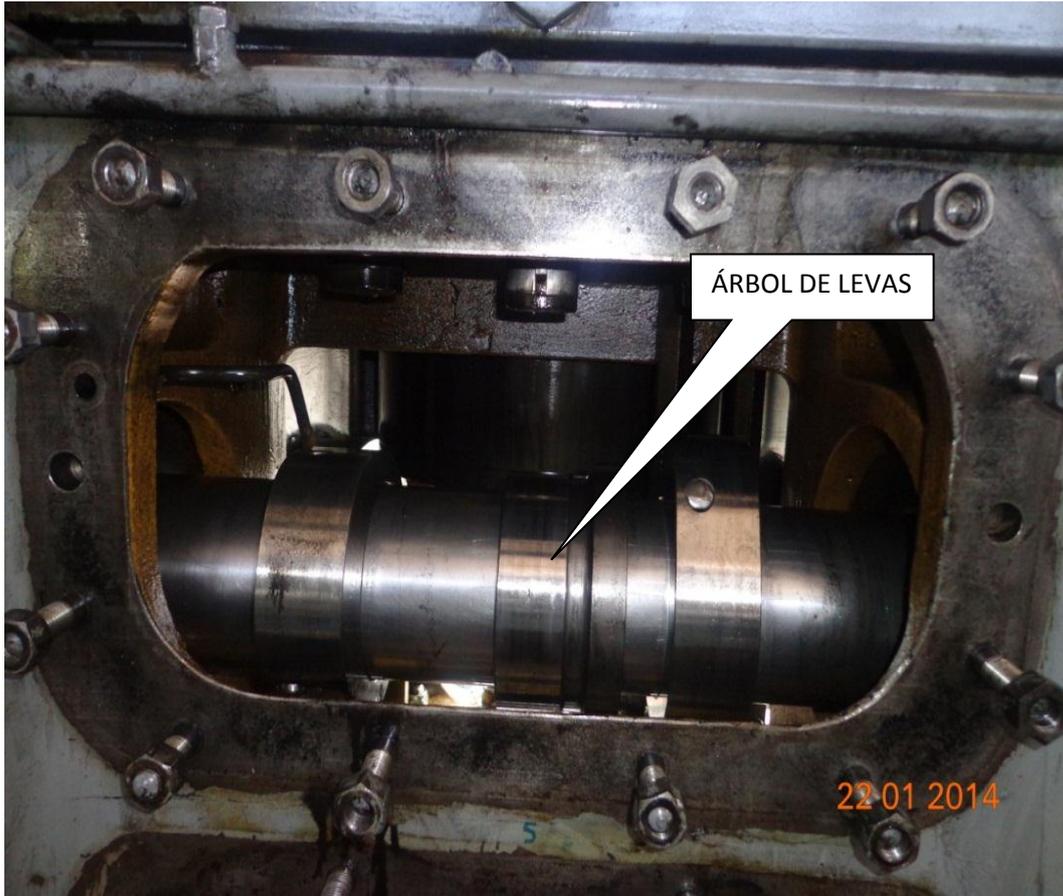


Figura 52.- Árbol de levas del grupo Mirrlees Blackstone.

REGULADOR DE VELOCIDAD DEL MOTOR (GOVERNOR).- El regulador del motor es un dispositivo mecánico diseñado para mantener una velocidad constante del motor con relación a los requisitos de carga. La velocidad del motor está directamente relacionada con la frecuencia de salida del alternador, por lo que cualquier variación de la velocidad del motor afectará a la frecuencia de la potencia de salida. Ver fig. 53

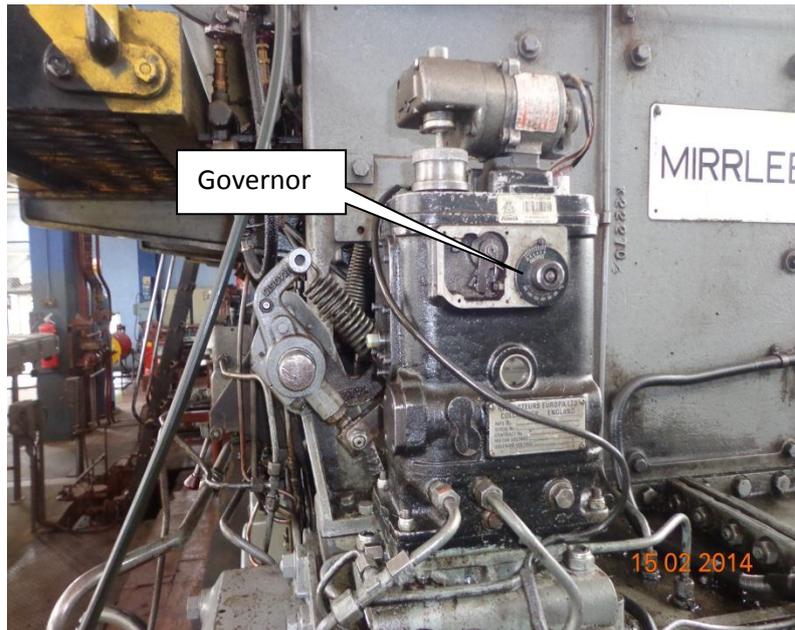


Figura 53.- Governor del grupo Mirrlees Blackstone.

MÚLTIPLE DE ESCAPE.-Es aquel dispositivo auxiliar que absorbe directamente los gases que se producen en la cámara de combustión de los motores de combustión interna para ser conducidos por el escape, podemos indicar que gracias a estos gases que recolecta el múltiple de escape funciona el turbocargador ver. Fig. 54

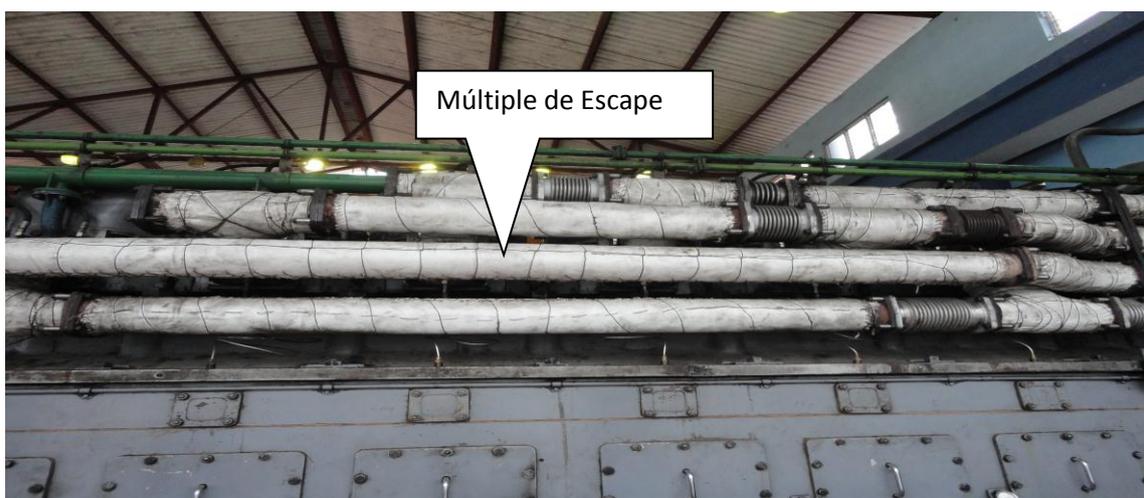


Figura 54.- Múltiple de Escape del grupo Mirrlees Blackstone

SILENCIADOR.- El silenciador en un sistema de escape tiene como objeto básico absorber los sonidos que se producen en el interior de las cámaras de combustión de cada uno de los cilindros. El silenciador es un cilindro de mayor diámetro y longitud cuyo interior está dividido por trampas laterales en toda su longitud.

Además este elemento está compuesto por sistemas aislantes anti fuego para evitar el deterioro inmediato de este cilindro y para esto se utiliza un elemento llamado lana de vidrio que es un sistema aislante de fuego, reducen la emisión de ruidos producidos en el motor en un 30% al 50% de decibeles en su salida.

Ver fig. 55



Figura 55.- Silenciador del grupo Mirrlees Blackstone.

SISTEMA DE ENFRIAMIENTO

El sistema de refrigeración del motor puede ser por medio de agua, refrigerante, aceite o aire.

El sistema de refrigeración por Aire consiste en un ventilador de gran capacidad que hace pasar aire frío a lo largo del motor para enfriarlo.

Consta de un motor eléctrico, un ventilador y un radiador. Ver fig. 56

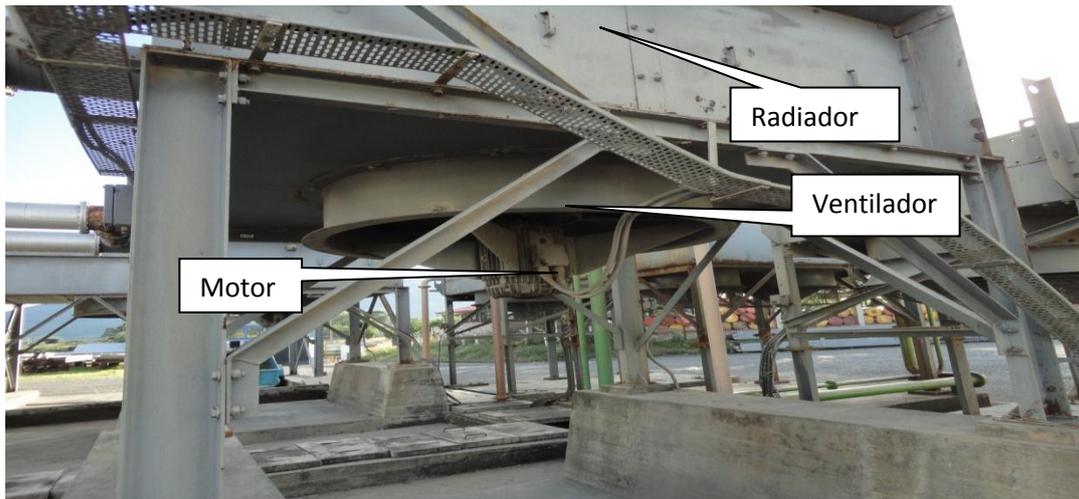


Figura 56.- Enfriamiento por aire

El sistema de refrigeración por Agua consta de un radiador, un ventilador interior, y un motor eléctrico para enfriar sus propios componentes. Ver fig. 57



Figura 57.- Enfriamiento por Agua

El agua es otro elemento fundamental para el normal funcionamiento del motor. Esta máquina dispone de dos tanques de expansión porque tiene dos sistemas de refrigeración; el de camisas y el de jaulas de válvulas igualmente disponen de un nivel mínimo y máximo. El agua de este motor contiene aditivos químicos que sirven para neutralizar el pH del agua fig. 58



Figura 58.- Tanque de Jaulas y Camisas

El sistema de refrigeración por Aceite consta de un radiador, un ventilador interior, y un motor eléctrico para enfriar sus propios componentes. Ver fig. 59

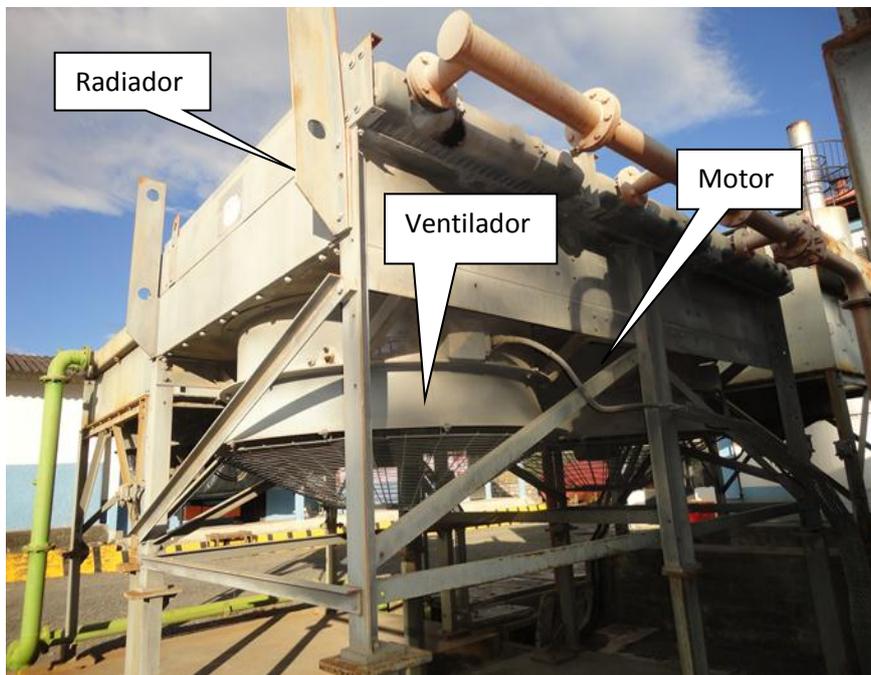


Figura 59.- Enfriamiento por Aceite

SISTEMA DE COMBUSTIBLE

En la Central Catamayo se ha implementado un sistema de alimentación de combustible automático.

Esta máquina se encuentra equipada con un tanque para el suministro de combustible diario. Este tanque está provisto de sensores de nivel, quienes se encargan de encender o apagar las bombas de alimentación. Ver fig. 60



Figura 60.- Tanque diario de combustible del grupo Mirrlees Blackstone

Existe una caja de pulsantes junto a la máquina para alimentar manualmente al grupo. Ver fig. 61



Figura 61.- Pulsador manual

Además antes de llegar al tanque diario el combustible pasa a través de un Contador que registra el consumo diario de galones de diesel. Ver fig. 62



Figura 62.- Contador de Combustible del Grupo Mirrlees Blackstone

Antes de llegar al tanque diario de combustible también pasa por una Válvula Solenoide eléctrica, la misma que se encuentra normalmente cerrada y se abre cuando recibe la orden de los niveles o del operador ver fig. 63



Figura 63.- Válvula solenoide eléctrica

SISTEMA DE PROTECCIÓN ELÉCTRICA

Este tipo de máquinas están construidas por el sistema de protección en dos parámetros que tienen sus controles distribuidos tanto en el sistema Motriz como el sistema Generatriz.

SISTEMA MOTRIZ

El sistema motriz tienen todos los circuitos auxiliares de la máquina que están divididos de la siguiente manera:

Sistema de Aceite lubricante, Agua refrigerante en los dos circuitos que utilizan estos motores camisas y jaulas de válvulas, Aire de admisión para el sistema de potencia y para el sistema de arranque. Todos estos elementos que hemos mencionado tienen como objeto primordial dar señales en el tablero de control de la máquina cuando desciende o aumenta algún parámetro de los sistemas antes anotadas ver fig. 64

TABLERO DE CONTROL DE LA MÁQUINA



Figura 64.- Tablero de Control del Grupo Mirrlees Blackstone

ALTERNADOR O GENERADOR

Un alternador es una máquina eléctrica capaz de transformar energía mecánica en energía eléctrica generando una corriente alterna mediante inducción electromagnética.

Los alternadores están fundados en el principio de que en un conductor sometido a un campo magnético variable se crea una tensión eléctrica inducida cuya polaridad depende del sentido del campo y el valor del flujo que lo atraviesa.

Un alternador es un generador de corriente alterna que funciona cambiando constantemente la polaridad para que haya movimiento y genere energía. En Ecuador se utilizan alternadores con una frecuencia de 60 Hz, es decir que cambia su polaridad 60 veces por segundo. Ver fig. 65



Figura 65.- Generador del Grupo Mirrlees Blackstone

SISTEMA GENERATRIZ

El sistema del Generador está protegido por relés de protección cuando alguno de estos relés aumenta o disminuye dentro de los parámetros eléctricos dan la orden para abrir el disyuntor en plena carga.

RELÉ DE SOBRECORRIENTE.- Este relé permite la protección del generador de una sobre corriente debido a problemas en la línea de distribución.

RELÉ DE SOBREVOLTAJE.- En un aumento de voltaje, de muy corta duración, medido entre dos conductores, o entre conductor y tierra. Puede deberse a:

- Descargas eléctricas atmosféricas (rayos).
- Procesos de conmutación o de averías (contacto a tierra o cortocircuito)

RELÉ DIFERENCIALES.- Es usado para corrientes de fuga, se aplica para proteger el generador, contra cortos circuitos que se originan en el devanado del estator, cortocircuitos fase – fase y fase tierra. Cuando sucede esto el relé manda abrir el disyuntor

RELÉ DE FALLA A TIERRA.- Lo protege al generador cuando se produce una falla a tierra producida por el desbalance de corrientes en el neutro del generador

RELÉ DE POTENCIA INVERSA.- El relé de potencia inversa ópera, cuando la potencia activa fluya desde el sistema de potencia hacia el generador, intentando hacerlo trabajar como motor; esté fenómeno ocurre cuando el generador no entrega la suficiente potencia activa para cubrir las pérdidas eléctricas en el generador.

TABLERO DE CONTROL DEL GENERADOR

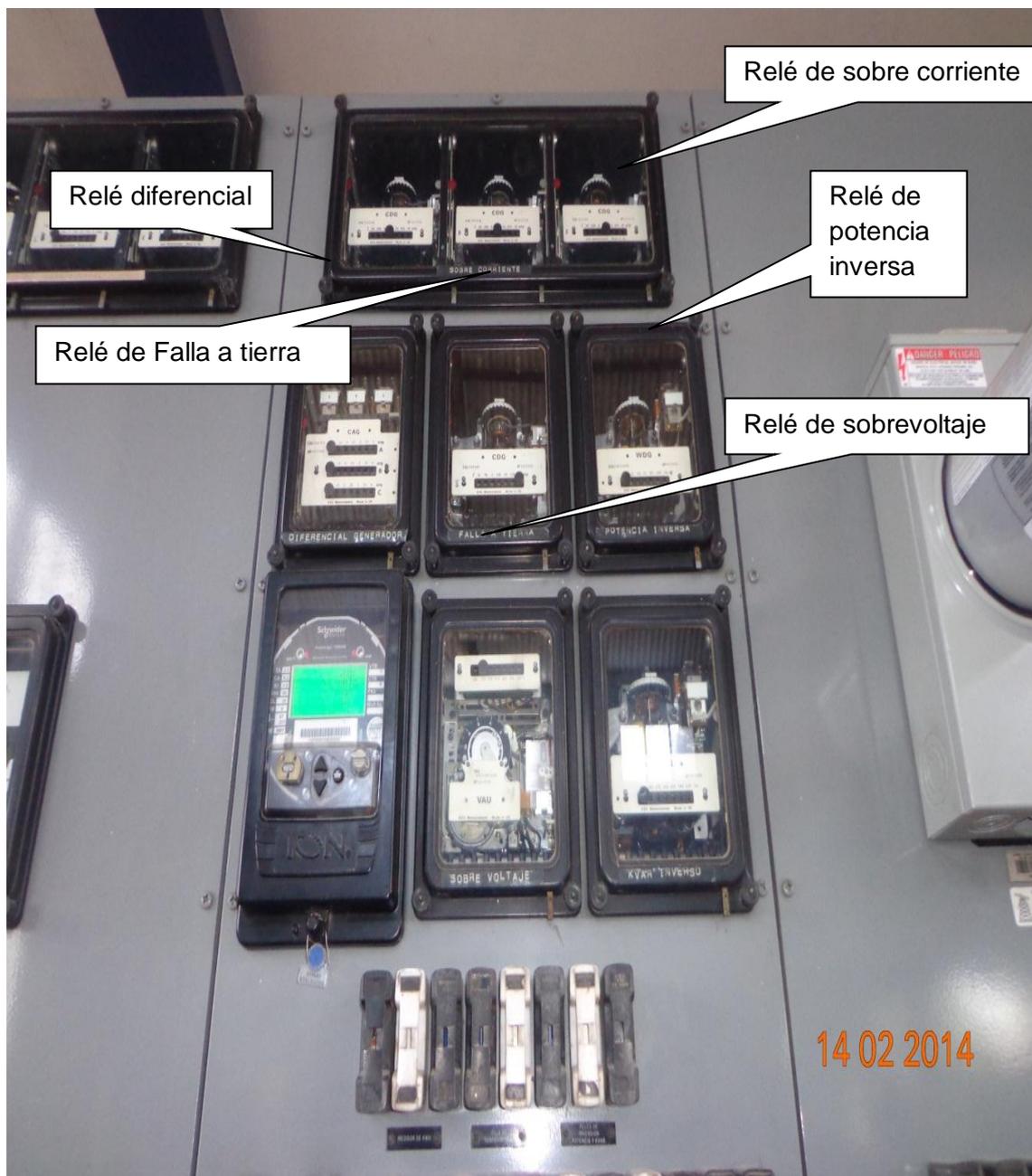


Figura 66.- Tablero de Control del Generador del Grupo Mirrlees Blackstone.

3.2.4 PARÁMETROS DE OPERACIÓN

PARÁMETROS MECÁNICOS

TEMPERATURAS DE ACEITE DE LA MÁQUINA

Entrada a la máquina 160°F mínimo y máximo 168°F ver fig. 67

Salida de la máquina 172°F mínimo y máximo 178°F ver fig. 68



Figura 67.- Entrada a la máquina



Figura 68.- Salida de máquina

PRESIÓN DE ACEITE DE LA MÁQUINA

Presión de Salida de máquina 60 psi mínimo ver fig. 69



Figura 69.- Presión de Aceite

PRESIÓN DE ACEITE DE LOS FILTROS

Entrada al filtro 70 psi mínimo y máximo 75 psi ver fig. 70



Figura 70.- Presión de los filtros de aceite

PRESIÓN DE VÁLVULAS DE ACEITE

Válvulas 1.2 bar esta presión varía de acuerdo a la carga. Ver fig. 71



Figura 71.- Presión de Válvulas

TEMPERATURAS DE AGUA

Salida de la máquina 70°F mínimo y máximo 90°F ver fig.72

Entrada a la maquina 70°F mínimo y máximo 80°F ver fig.73



Figura 72.- Salida de Agua



Figura 73.- Entrada de Agua

PRESIONES DE AGUA ENTRADA Y SALIDA AL FILTRO

Entrada al filtro válvulas 80 psi mínimo y máximo 90 psi y salida del Filtro de

Válvulas 60 psi mínimo y máximo 80 psi ver fig. 74



Figura 74.- Presión de entrada y salida de Jaulas de Válvulas

PRESIÓN DE ENTRADA DE AGUA EN EL SISTEMA DE CAMISAS

Entrada a Camisas 30 psi mínimo y máximo 40 psi ver fig. 75

PRESIÓN DE ACEITE.- Este manómetro indica la presión del aceite con la cual está trabajando el grupo. Una baja presión puede significar que las bombas de aceite estén fallando. Incluso se podría llegar a perder el motor si la presión es demasiado baja lo normal se trabaja con 70 psi. Fig. 75

PRESIÓN DE AGUA.- La presión del Agua se la lectura en el manómetro de camisas se trabaja con 38 a 40 psi ver fig. 75

TEMPERATURA DE GASES DE SALIDA.- Este selector de temperatura, nos indica la temperatura de combustión de cada cilindro del motor, estas lecturas deben ser anotadas cuidadosamente, pues le servirán al mecánico para saber si un cilindro deja de trabajar. Fig. 75

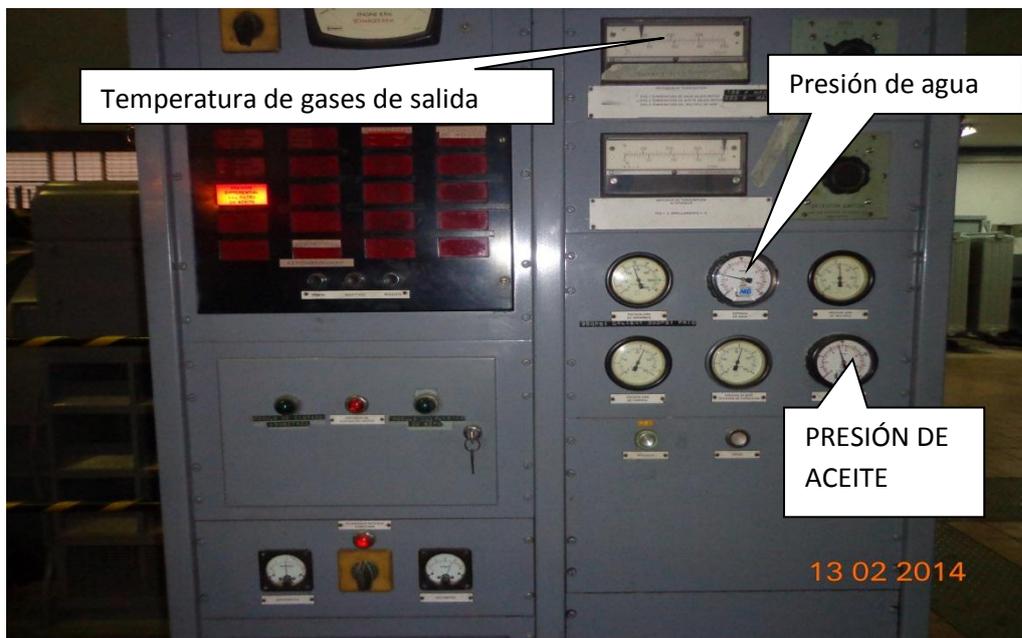


Figura 75.- Tablero de la máquina del grupo Mirrlees Blackstone

REGISTRO DEL MOTOR

HORÓMETRO.- En esta casilla se registran las horas de funcionamiento del grupo. Es importante llevar este registro porque de ello depende saber cuándo puede realizarse un mantenimiento preventivo, un cambio de aceite, etc.

VELOCIDAD

Este grupo arranca con la velocidad nominal de funcionamiento de 514 rpm.

PARÁMETROS ELÉCTRICOS DEL GENERADOR

POTENCIA.- En el tablero de control existe un kilowatímetro el mismo que mide la potencia activa que el generador está entregando, esto nos servirá de referencia para tomar o no más carga. fig. 76



Figura 76.- Kilowatímetro

ENERGÍA.- Cada grupo generador dispone de un medidor de energía kWh, el mismo que nos indica la producción económica y su rendimiento razón por la cual es indispensable tener las lecturas más precisas del kilowatihorímetro. Fig.

77



Figura 77.- Contador de energía

FACTOR DE POTENCIA.-La medición del factor de potencia es a través del cosfímetro nos indica saber la potencia reactiva entregada por el generador. Ver fig. 78



Figura 78.- Cosfímetro

CORRIENTE.-El tablero del generador tiene tres amperímetros, uno para cada fase, en esta casilla se pone el promedio de las corrientes porque están balanceadas fig. 79

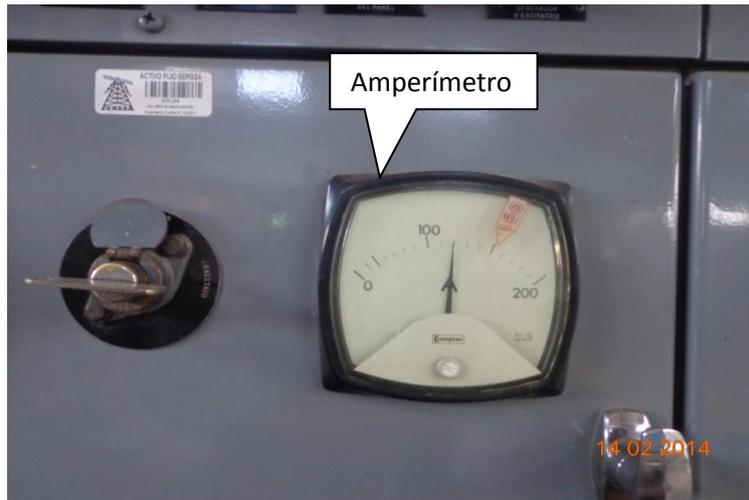


Figura 79.- Amperímetro

VOLTAJE.-En esta casilla anotamos el voltaje fase-fase del generador, estos generadores son de 13800 voltios fig. 80



Figura 80.- Kilovoltímetro

REGISTROS DE LA EXITATRIZ

EXITATRIZ.- La excitatriz es un generador de corriente continua, que aprovecha el movimiento del motor para generar el campo magnético que necesita el generador. La excitatriz aprovecha el voltaje alterno del generador y se lo rectifica para obtener la corriente continua necesaria para el generador.

fig. 81

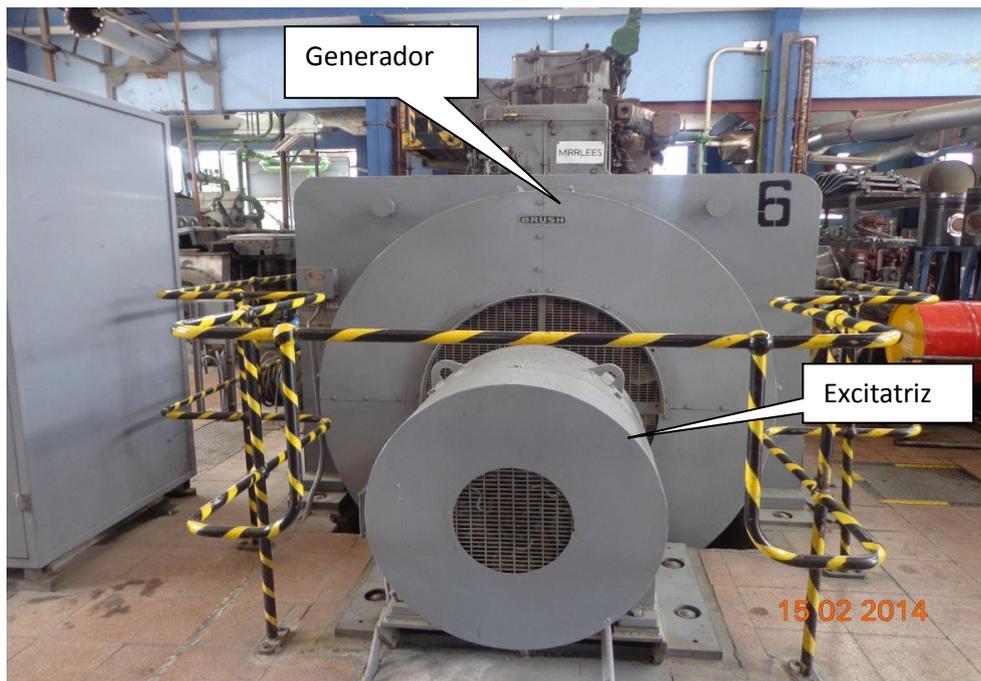


Figura 81.- Excitatriz

VOLTAJE.- El voltímetro marca el voltaje generado por la excitatriz, su parámetro normal es de 13800 V

CORRIENTE.- mide el consumo de corriente continua que tiene el generador, no sobrepasarse de 150 A

Factor de Potencia.- varía según el voltaje de 0.8 a 0.99

Kilowatímetro.- La potencia mínima es de 1800 kW y la máxima de 2300 kW

FUNCIONAMIENTO

Para poder arrancar este grupo tenemos que cumplir con las siguientes normas.

➤ REVISIÓN DEL TANQUE DE AIRE

El sistema de arranque de los grupos es neumático (con aire a presión) por lo cual cada grupo dispone de un tanque de aire. Estos tanques son llenados mediante el accionamiento de compresores

Cada compresor esta implementado con un sistema automático de encendido, de tal forma que cuando la presión descienda de un valor determinado el motor del compresor se encienda automáticamente y cuando se llega a una presión máxima preestablecida se apague automáticamente.

Es indispensable que los tanques de aire sean drenados periódicamente, para eliminar el agua que se condensa debido al contenido de humedad del ambiente. Si no se cumple con esta práctica, pudiera llegar a existir corrosión no solo del tanque sino de todas las partes que estén en contacto con ese aire humedecido.

Para arrancar este grupo se necesita tener una presión de 400 psi. Ver fig. 82



Figura 82.- Tanque de Aire

➤ **VERIFICAR NIVELES DE ACEITE**

El aceite cumple las funciones de lubricar toda parte en movimiento, si una máquina llegare a funcionar con una deficiencia en su nivel de aceite podría llegar a destruirse en el peor de los casos.

El grupo tiene una varilla graduada con un máximo y mínimo nivel de aceite que deba tener el motor. Ver fig. 83



Figura 83.- Varilla nivel de aceite

➤ **VERIFICAR EL NIVEL DE AGUA**

El agua es otro elemento fundamental para el normal funcionamiento del motor. Esta máquina dispone de dos tanques de expansión porque tiene dos sistemas de refrigeración; el de camisas y el de jaulas de válvulas igualmente disponen de un nivel mínimo y máximo.

➤ **PRELUBRICACIÓN**

El grupo MIRRLEES BLACKSTONE dispone de una bomba de prelubricación la misma que tiene la finalidad de llevar el aceite desde el Carter hacia el sistema de balancines y al turbo.

La bomba de prelubricación debe ser encendida por lo menos unos 10 minutos antes de arrancar el grupo; después de arrancar el grupo apagarla manualmente, luego de 30 minutos fig. 84



Figura 84.- Bomba y Botonera del Grupo Mirrlees Blackstone

ARRANQUE DEL MOTOR

Una vez que se hayan cumplido todos y cada uno de los pasos anteriores se puede energizar el tablero de control del motor. Ver fig. 85

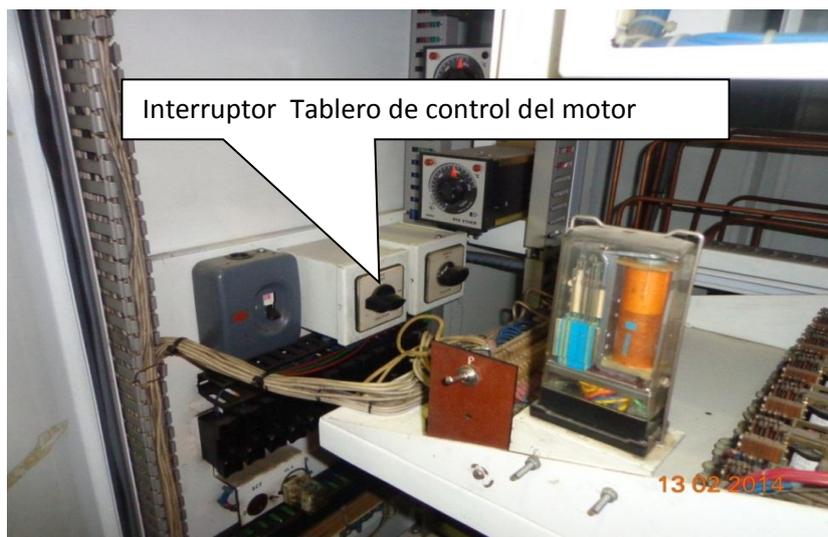


Figura 85.- Interruptor del tablero

En estas condiciones el grupo está listo para arrancar luego de abrir la válvula de paso de aire. Ver fig.86

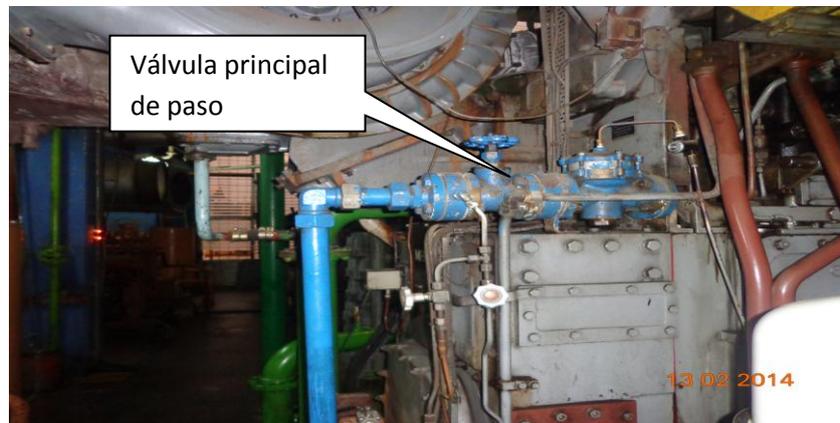


Figura 86.- Válvula principal

En los grupos Mirrlees Blackstone el arranque se produce al introducir el aire a presión directamente en los cilindros al presionar el botón de arranque. Ver fig. 87

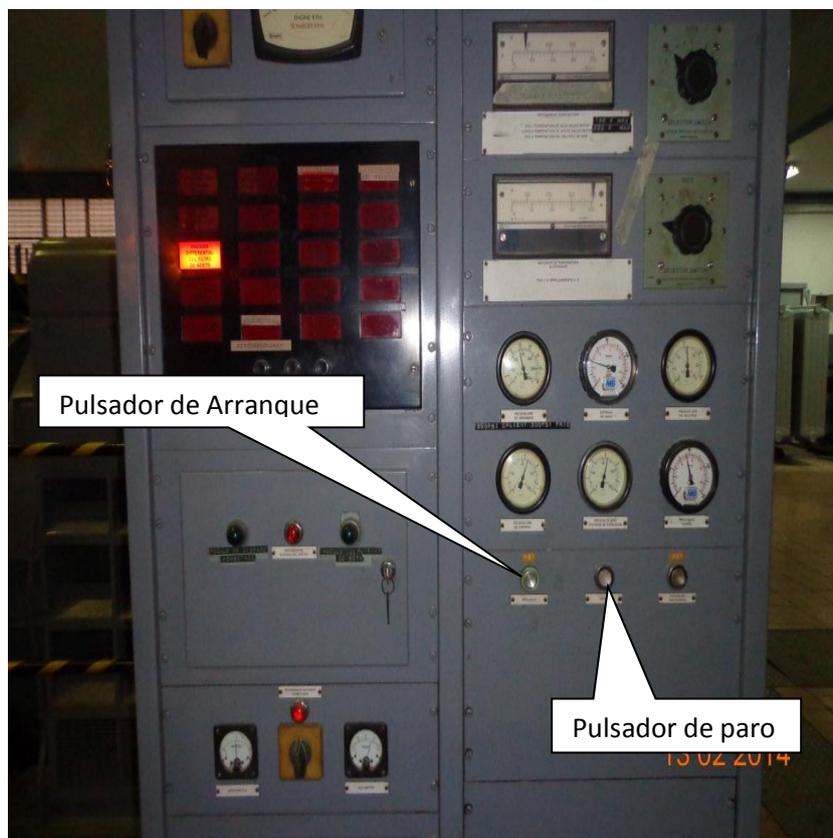


Figura 87.- Pulsador de arranque del grupo Mirrlees Blackstone

SINCRONIZACIÓN DEL GRUPO

Una vez que el motor se encuentra en marcha procedemos a:

1.- Se coloca el interruptor de excitación en manual hasta conseguir tomar un voltaje de aproximadamente del 95% del nominal (13600 voltios) manipulando el reóstato de campo. Ver fig. 88



Figura 88.- Reóstato de campo e Interruptor de excitación en manual

2.- Pasamos el interruptor de excitación a automático y el reóstato de campo se regresa a su posición inicial. En estas condiciones el regulador de voltaje controla que la máquina se estabilice en el 95% del voltaje nominal ver fig. 89



Figura 89.- Interruptor de excitación en Automático

3.- Se acciona el interruptor del Sincronoscopio fig. 90



Figura 90.- Interruptor del sincronoscopio

4.- Igualar la tensión de entrada con la tensión de salida girando el reóstato de voltaje. fig. 91



Figura 91.- Reóstato de voltaje

De esta manera el sincronoscopio empieza a girar lentamente en el sentido de las manecillas del reloj. En el momento que el sincronoscopio pase por cero (centro) y solamente en ese momento se puede cerrar el disyuntor. Fig. 92



Figura 92.- Sincronoscopio

Una vez que se cierra el disyuntor se va tomando carga lentamente hasta llegar a 1200kW, luego de cinco minutos tomamos la potencia efectiva que es de 2500kW, nos damos cuenta en el kilowatimetro ver fig. 93



Figura 93.- Kilowatímetro

SALIR DE LÍNEA

- Bajar la carga lentamente hasta 100 kW, controlando el factor de potencia.
- Abrir el disyuntor para salir de línea.
- Presionar el botón para apagar el tablero del generador
- Encerar el reóstato de voltaje.
- Cambiar de automático hasta apagado el interruptor de excitación.
- Esperar 15 minutos para apagar la máquina.

DISYUNTOR.- Es un dispositivo electromecánico que sirve para unir o transmitir la potencia de un generador hacia la red general de distribución.

Este elemento al momento de realizar sus contactos de transferencia a través de sus mecanismos mecánicos y eléctricos, deben estar protegidos para altas tensiones; una vez enganchado el disyuntor del generador a la red de distribución, tiene como objetivo llevar esta energía al transformador de potencia que está en el patio de 13.8 kV de la subestación para su elevación de tensión. Ver fig. 94

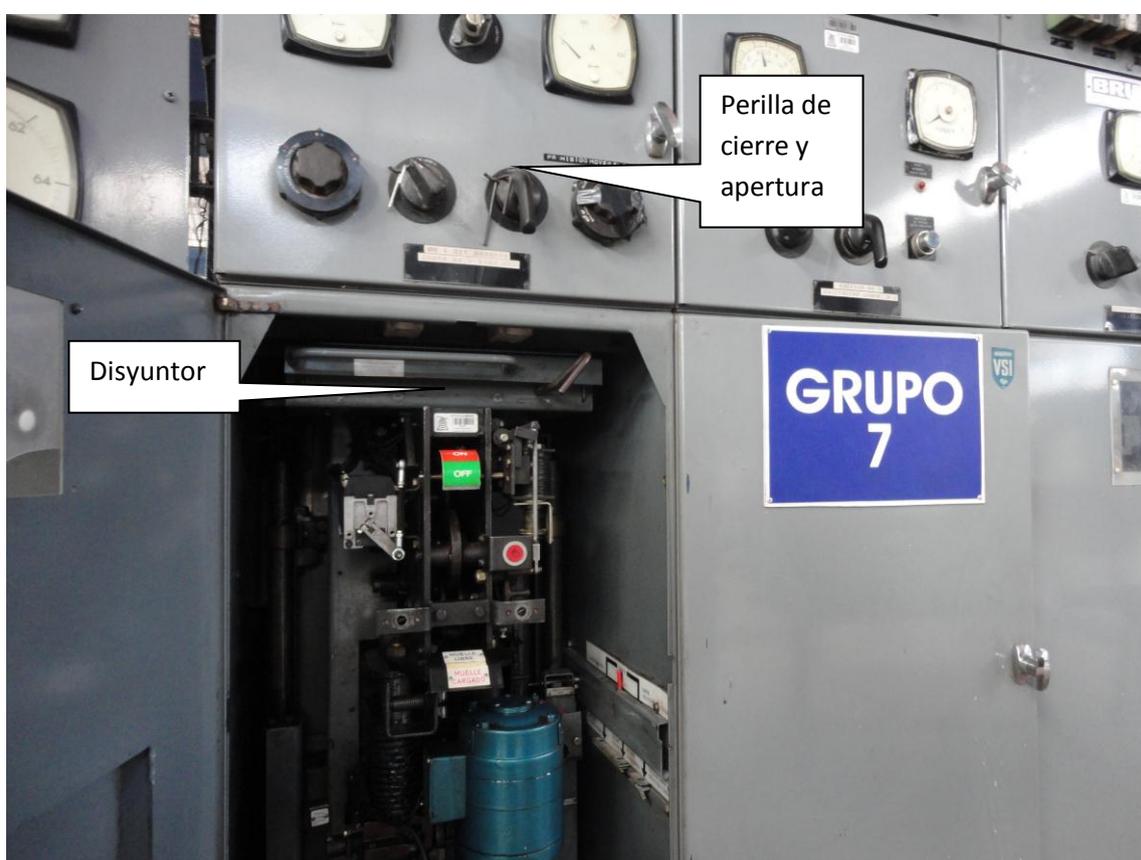


Figura 94.- Disyuntor del grupo Mirrlees Blackstone

TRANSFORMADOR DE POTENCIA

Generalmente estos transformadores están instalados en subestaciones para la distribución de la energía eléctrica. Efectuando la tarea intermediadora entre las grandes centrales de generación y los usuarios domiciliarios o industriales; que consiste en reducir los altos niveles de voltaje [con el cual es transmitida la energía] a magnitudes de voltaje inferiores, que permiten derivar circuitos a los usuarios en medias o bajas tensiones.

También se da una aplicación similar, en las grandes centrales de generación, donde los transformadores de potencia, elevan los niveles de voltaje de la energía generada a magnitudes de voltaje superiores, con el objeto de transportar la energía eléctrica en las líneas de transmisión. Ver fig. 95



Figura 95.- Transformador de Potencia

RUTINAS DE SEGURIDAD PARA EL MANTENIMIENTO DEL GRUPO MIRRLEES BLACKSTONE.

Este motor Mirrlees tiene 8 cilindros en línea con una fuerza de 5700 HP.

Consume 110 galones de diesel por hora a plena carga (2500 kw).

Aceite lubricante 0.92 galones- Hora.

Aire comprimido para ejercer el tiempo motor para una buena función de trabajo a las cámaras de combustión debe ingresar a través de las turbinas de alimentación de 16 a 20 psi de aire comprimido por segundo.

MANTENIMIENTO DEL MOTOR

Rutina a las 3000 horas de trabajo

- Cambio de filtros en el sistema de combustible fig. 96

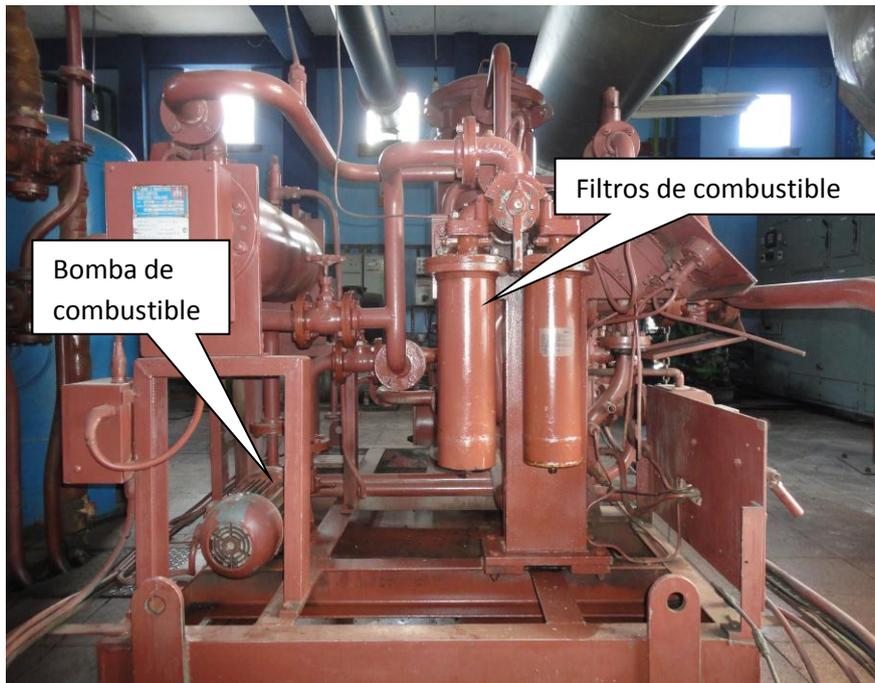


Figura 96.- Módulo de combustible del grupo Mirrlees Blackstone

- Revisión general y calibración del conjunto de balancines de cada una de las válvulas (tanto en admisión como de escape) fig. 97

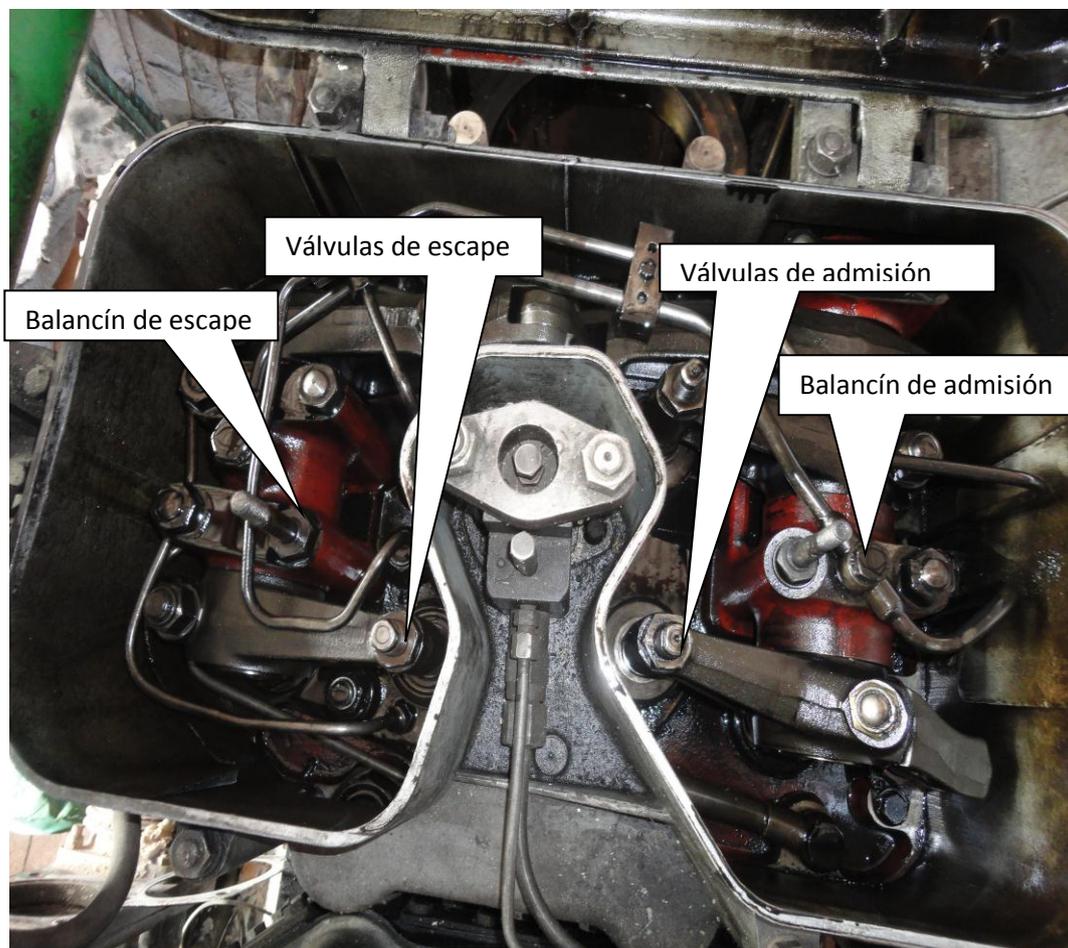


Figura 97.- Conjunto de balancines y válvulas

RUTINA A LAS 6000 HORAS DE TRABAJO

- Cambio de Aceite lubricante cantidad que se utiliza 14 tanques de Aceite Argina T 30 de 55 galones cada uno para un total de 770 galones de Aceite fig. 98



Figura 98.- Tanque de Aceite Argina T 30

- Cambio de Filtros de Aceite, se emplean 12 filtros de aceite contruidos y fabricados en la misma casa de fabricación de este grupo fig. 99

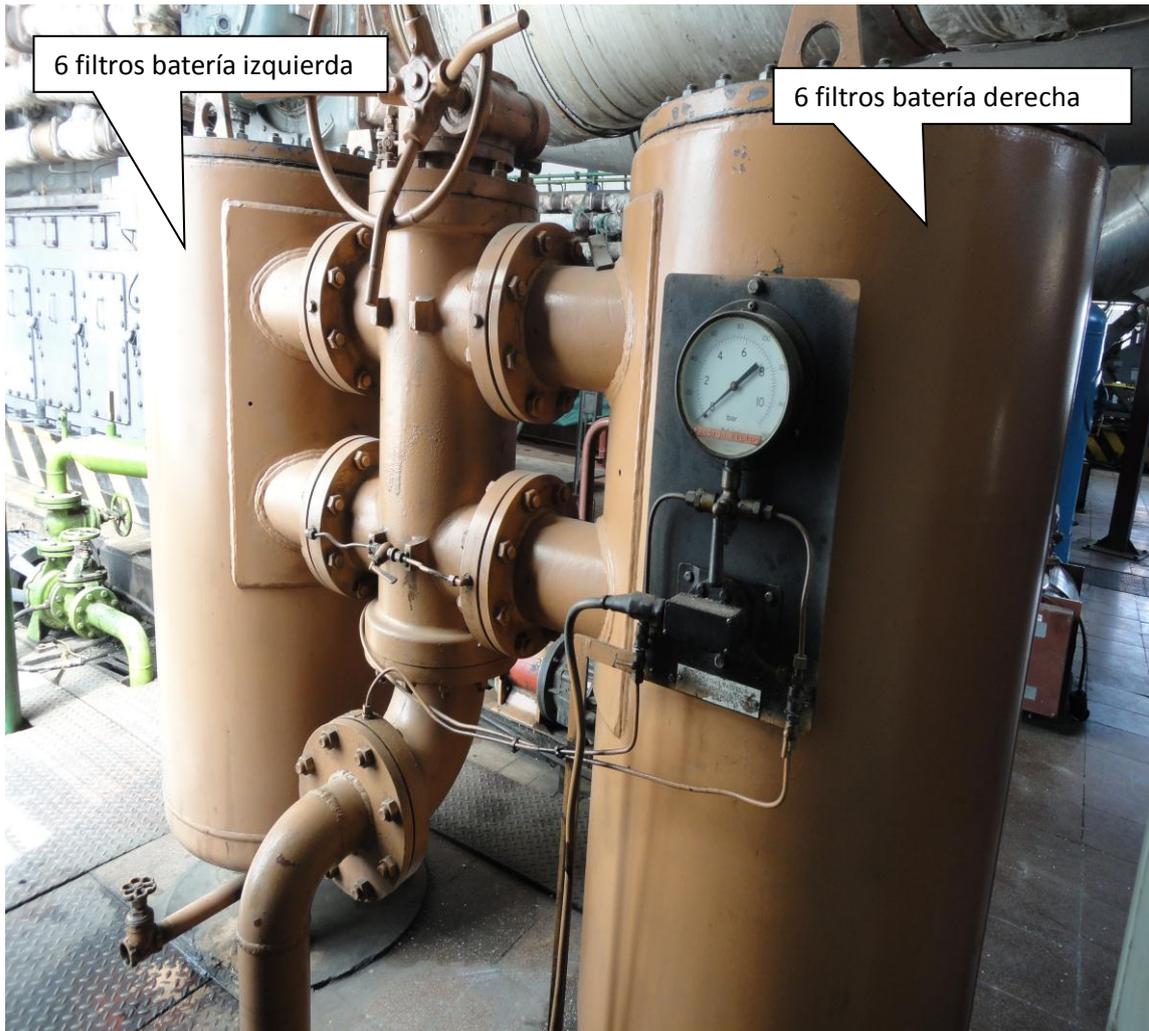


Figura 99.- Batería de filtros

- Desmontaje, limpieza y calibración del conjunto de inyectores, la presión de cada inyector no debe ser menor a 3000 psi; dado que a esta presión de calibración, el combustible que es en forma líquida se convierte en un sistema de espray que ingresa a la cámara de combustión para producir la mezcla con el aire comprimido fig. 100



Figura 100.- Inyector del grupo Mirreles Blackstone

- Limpieza y Verificación de todo el conjunto auxiliar. Bombas de Agua, Motores de inducción para los diferentes radiadores. Aire, Aceite, Agua, que deben permanecer con las temperaturas normales de trabajo indicados por los fabricantes de esta unidad.

RUTINA A LAS 12000 HORAS DE TRABAJO

Cuando este grupo alcanza estas horas de trabajo se repite todos los trabajos ejecutados a las 3000 – 6000 horas y se incluye otros ítems que a continuación enumeramos:

- Limpieza del Filtro Máster con cambio de aceite, que cuando el turbo absorbe el aire del medio ambiente se queden las impurezas como por ejemplo: polvo, insectos, etc. fig. 101

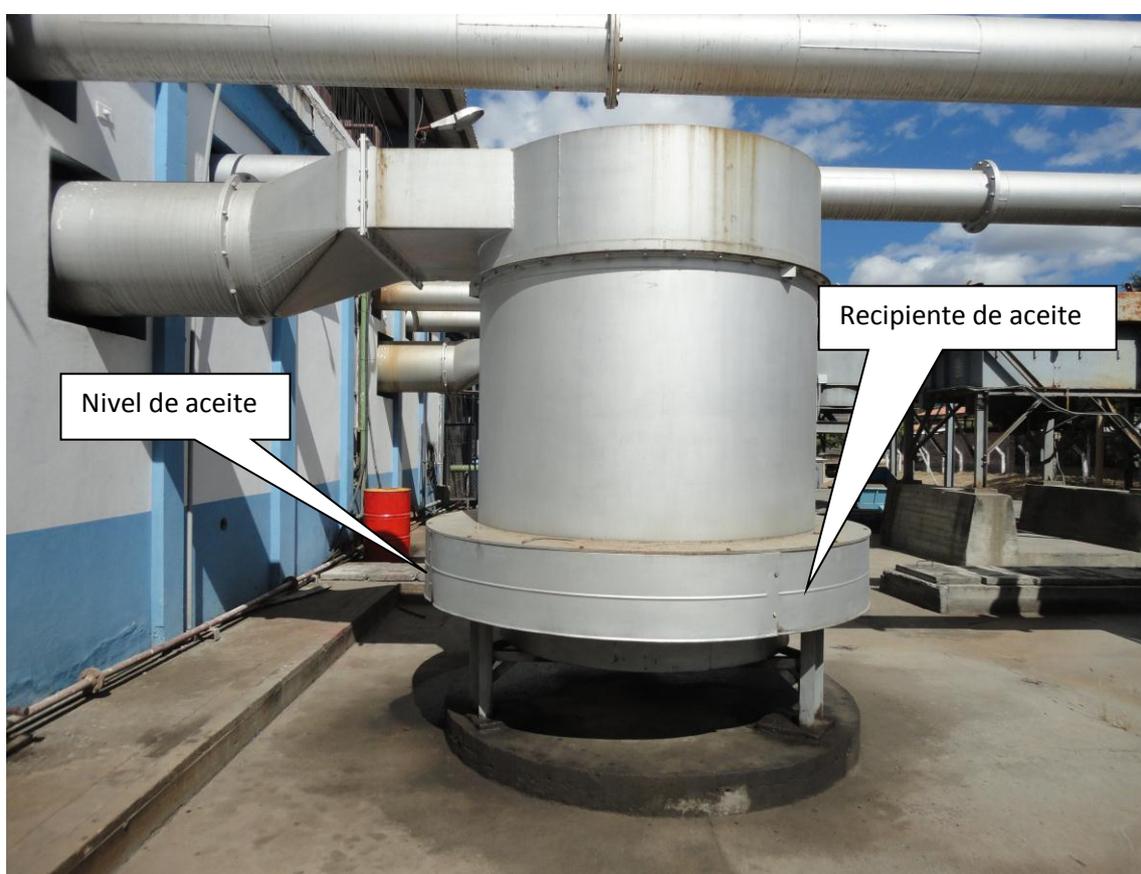


Figura 101.- Aspirador o Filtro Máster de Aire del grupo Mirrlees Blackstone

- Limpieza total del sistema de bombas de Inyección fig. 102



Figura 102.- bomba de Inyección del grupo Mirreles

- Revisión del ajuste y pasadores de seguridad del conjunto de pernos de biela fig. 103

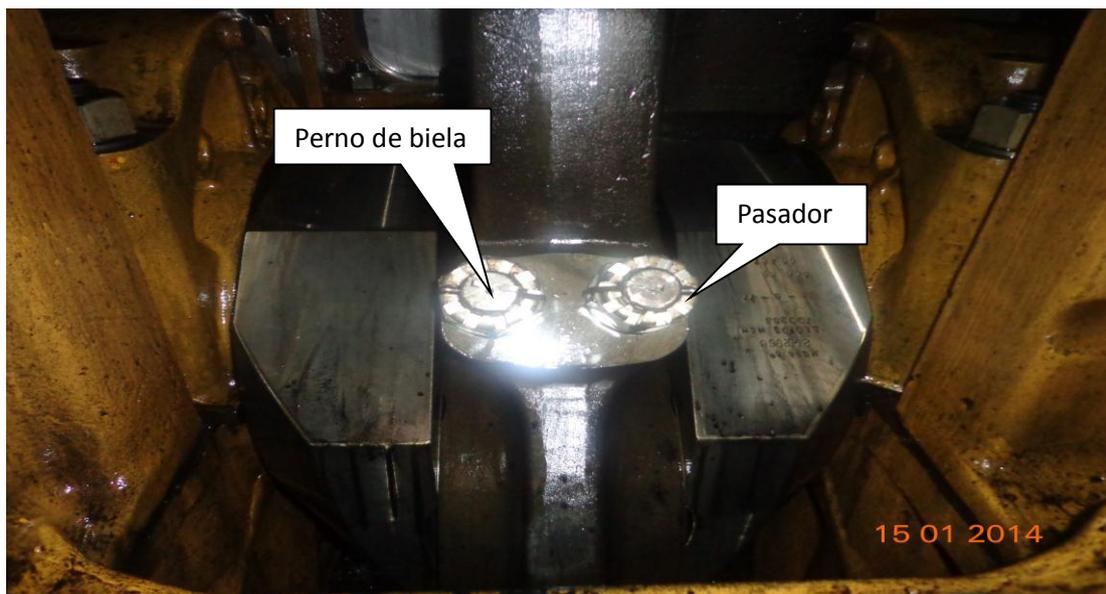


Figura 103.- Pernos de biela con su respectivo pasador

- Revisión general de los rodillos excéntricos de la barra de levas que se utiliza para el impulso de las barras propulsoras de los balancines en admisión y escape fig. 104

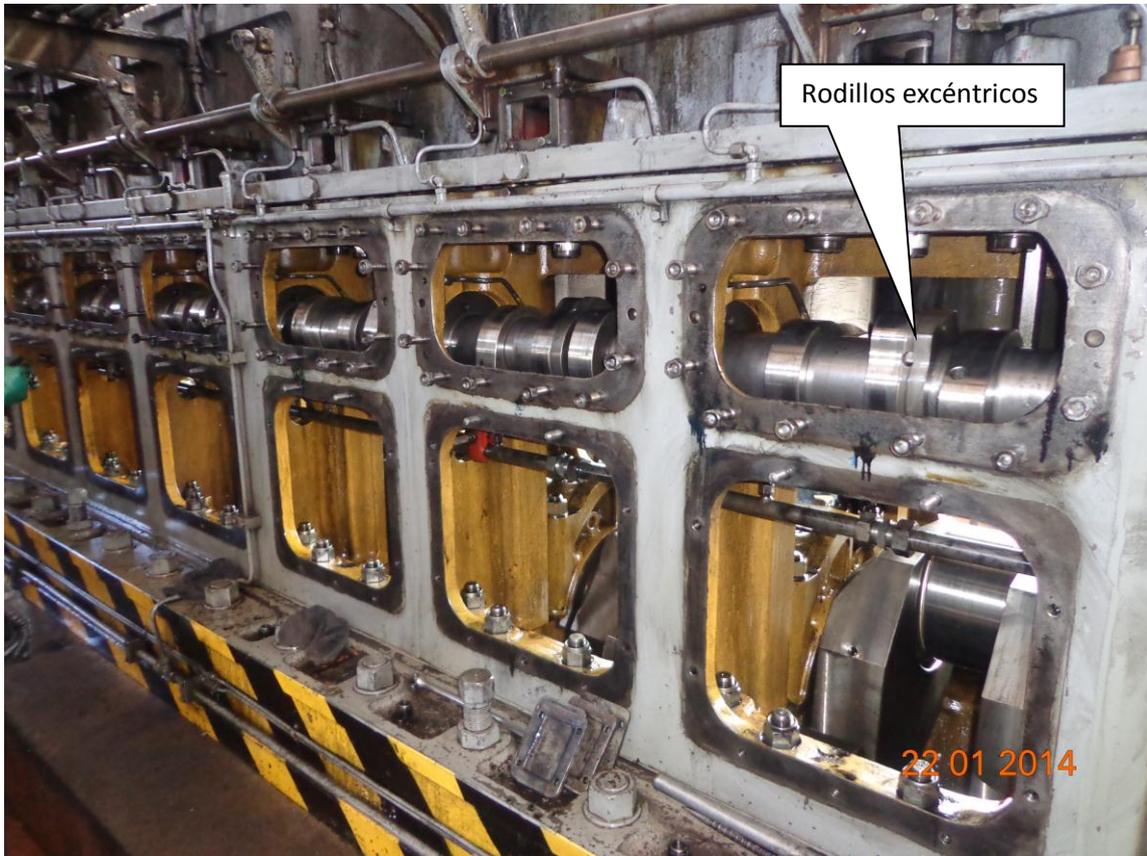


Figura 104.- Rodillos excéntricos del grupo Mirrlees Blackstone

- Limpieza de los radiadores de Agua, Aceite y Aire.

MANTENIMIENTO DEL GENERADOR

Este generador tiene 12 polos, bobinas estáticas y rotativas para el mantenimiento rutinario se debe seguir en el siguiente orden:

- Limpieza total de todo el sistema de bobinas, estáticas y rotativas utilizando dieléctrico y aire comprimido seco 100% sin humedad.
- Prueba de resistencia de Aislamiento del devanado estático y rotativo.

Para medir la resistencia de aislamiento se conecta el polo positivo del megger a uno de los bornes del motor, y el negativo a la carcasa el aparato, nos da la lectura correcta de aislamiento en cada fase ver fig. 105



Figura 105.- Megger

MANTENIMIENTO DE LA BATERÍA

En estos grupos electrógenos la corriente continua está compuesta por 20 celdas individuales de 1.2 Voltios cada una, son de Níquel – Cadmio, obteniendo un voltaje total de 24 Voltios para el aviso de las alarmas visuales del tablero de la máquina. Fig. 106



Figura 106.- Celdas de batería

LLENADO

Estas celdas tienen un mínimo y un máximo, hay que estar pendiente periódicamente de estos niveles y llenar con electrolito las celdas que estén por debajo del nivel.

RELLENADO

El uso diario de estas celdas lleva a la evaporación del agua. Por lo tanto hay que estar pendientes para llenar con agua destilada.

Sus bornes de salida positivo y negativo, siempre deben de permanecer en un buen estado de limpieza ya que por el ácido que emanan estas celdas sus bornes suelen sulfatarse y llevar a la destrucción de dichas celdas.

NUNCA rellene los vasos o celdas de la batería con agua corriente del grifo, pues el agua que llega hasta nuestros hogares contiene gran cantidad de sales minerales. Esas sales al combinarse químicamente con el electrolito aceleran el proceso de deterioro de las placas de plomo que tienen internamente las baterías o las ponen en corto circuito. El agua del grifo reduce en gran medida el tiempo de servicio y vida útil de las baterías, o las deja inservibles. Tampoco se pueden emplear recipientes sucios o grasientos para depositar el agua destinada al uso en las baterías, pues contaminarían igualmente el electrolito, acortando así el tiempo de vida útil.

4.- RESULTADOS

- Se describió el funcionamiento del grupo motogenerador de combustión interna Mirrlees Blackstone de la Central Térmica Catamayo, con sus componentes principales mecánicos y eléctricos con su debido mantenimiento del motor y del generador.

- Se describió todos los pasos para la entrada y salida de sincronía del grupo electrógeno con el Sistema Nacional Interconectado, una vez este grupo sea requerido por el CENACE.

- Se realizó el levantamiento eléctrico del diagrama unifilar de la Central Térmica Catamayo y el esquema eléctrico de alimentación de combustible del grupo Mirrlees Blackstone. Para saber cómo están distribuidos los grupos con sus respectivos auxiliares en la central, como llega la energía a los transformadores de potencia y ser distribuida por la sud estación Catamayo.

Con el diagrama de combustible, podemos tener un abastecimiento seguro y exacto.

- Se describió las rutinas de seguridad para el mantenimiento del grupo Mirrlees Blackstone, rutinas a las 3000 horas – 6000 horas – 12000 horas de trabajo, para su buen funcionamiento y seguridad.

- Se describió el mantenimiento de la Batería del grupo Mirrlees Blackstone , llenado y rellenado.

5.- CONCLUSIONES

- Se describe la operación del grupo electrógeno Mirrlees Blackstone y como su movimiento mecánico se lo convierte en energía eléctrica por medio del generador.

- Se conoció el uso y cuando son requeridas estas unidades de generación, su operación de entrada y salida de línea con el Sistema Nacional Interconectado y su funcionamiento con los componentes principales del motor, sus auxiliares, sus parámetros mecánicos, alarmas y protecciones en la parte eléctrica se describe los parámetros eléctricos, relés de protección del generador, entre otros.

- Se describe las rutinas de mantenimiento del grupo electrógeno ya sea para cambio de aceite, filtros de aceite, filtros de combustible, filtros de aire, producto químico en el sistema de refrigeración, mantenimiento del generador, mantenimiento de la batería, etc.

6.- RECOMENDACIONES

- Se recomienda a las autoridades de la E.E.R.S.S.A. que cumplan con la compra de los repuestos de cada grupo motogenerador de la Central Térmica Catamayo, para cumplir con el plan de mantenimiento que anualmente se lo realiza por parte del personal de la Central.
- Darle el mantenimiento adecuado a las horas correspondientes, ya que por la vetustez del grupo necesita más cuidado.
- Cuando visiten estas Centrales Térmicas usar casco y protección auditiva, ya que estas máquinas trabajando con toda la carga sobre pasan los 120 decibeles de ruido.
- Concientizar a la ciudadanía ahorrar energía ya que esta generación resulta muy cara.

7.- BIBLIOGRAFÍA

- Acuña J., J. (29 de 09 de 2014). Obtenido de LOS AVR REGULADORES AUTOMATICOS DE TENSIÓN:
<http://stmeu.com/capacitacion/los-avr-reguladores-automaticos-de-tension/>
- Aficionados a la Mecánica. (29 de 09 de 2014). Obtenido de Aficionados a la Mecánica: <http://www.aficionadosalamecanica.net/alternador-funcionam.htm>
- Aficionados a la Mecánica. (20 de Noviembre de 2014). *Aficionados a la Mecánica*. Obtenido de <http://www.aficionadosalamecanica.net/sensores4.htm>
- BOSCH. (05 de 09 de 2014). Obtenido de Bombas Eléctricas de Combustible y Pre Filtros Bosch:
<http://www.boschecuador.com/assets/tecnova/Bombas%20de%20gasolina%20y%20prefiltros.pdf>
- Castillo, V. (20 de 09 de 2014). *El Norte de Castilla*.
- Castro, C. (1996). *Manual de operación y funcionamiento de los grupos de la Central Térmica Catamayo*. Loja.
- Climaco, N. (01 de 09 de 2014). *Academia.edu*. Obtenido de http://www.academia.edu/9251248/Sistemas_de_Energ%C3%ADa_en_telecomunicaciones
- Cramelectro. (05 de 09 de 2014). *cramelectro.com*. Obtenido de <http://www.cramelectro.com/wordpress/index.php/concepto/>
- Cuenca, J. F. (24 de Enero de 2014). Frecuencia de revisión de aceite. (A. R. Peña, Entrevistador)
- Enerco. (29 de 09 de 2014). Obtenido de Enerco.es:
http://www.enerco.es/grupos_electrogenos_motor.html
- Federal-Mogul . (29 de 09 de 2014). Obtenido de Información Técnica Automotriz: <http://www.itacr.com/Mantenimiento-del-Sistema-de-Enfriamiento-en-Motores-Diesel.html>
- Garcia, k. (29 de 09 de 2014). Obtenido de Prezi:
<https://prezi.com/b9vksy4eza6j/el-arranque/>

- Genera Dor. (20 de 09 de 2014). Obtenido de <http://es.scribd.com/doc/250169051/Genera-Dor#scribd>
- Granell, A. (01 de 09 de 2014). *Red Operativa de Desguaces Españoles*. Obtenido de <http://www.ro-des.com/mecanica/bomba-de-inyeccion-diesel-que-es-y-como-funciona/>
- Kanon. (29 de 09 de 2014). Obtenido de MANTENIMIENTO A PLANTAS ELÉCTRICAS DE EMERGENCIA: <https://kanon69.wordpress.com/2012/12/18/mantenimiento-a-plantas-electricas-de-emergencia/>
- Martínez D., E. (1996). *Manual grupos electrógenos diesel Editorial Barsa*.
- Ramírez , A. J. (2011). *ESTUDIO DESCRIPTIVO Y ANALÍTICO DE UNA PLANTA DE CICLO COMBINADO*. Xalapa: UNIVERSIDAD VERACRUZANA.
- Rojas, L. (2001). *Mecanica Automotriz Libro Inacap*. INACAP Capacitación.
- Sensorica. (20 de 09 de 2014). Obtenido de Scribd.: <http://es.scribd.com/doc/235758104/sensorica#scribd>
- Vaca Romo, P. O. (2011). *Diseño e implementación de un sistema de monitoreo inalámbrico para transmisión de datos de un grupo electrógeno a una pc*. Cuenca: UPS.

8.- ANEXOS

Anexo 1

Esquema Eléctrico de Alimentación de Combustible de los Grupo Mirrlees Blackstone 6 y 7.

Anexo 2

Diagrama Unifilar de la Central Diesel Catamayo

CERTIFICACIÓN

Daniela Elizabeth Guamán Oliveros
ESTUDIANTE DEL FINE TUNED ENGLISH LOJA

CERTIFICA:

Que el resumen de tesis titulada “**DESCRIPCIÓN DE LOS PARÁMETROS DE FUNCIONAMIENTO DEL GRUPO ELECTRÓGENO MIRRLEES BLACKSTONE DE LA CENTRAL TÉRMICA CATAMAYO DE LA EMPRESA ELÉCTRICA REGIONAL DEL SUR**” realizado por el señor **ALEX RAMIRO PEÑA MUÑOZ**, de la carrera de **TECNOLOGÍA EN ELECTRICIDAD Y CONTROL INDUSTRIAL** de la Universidad Nacional de Loja, ha cumplido con la traducción al idioma inglés del resumen empleando las reglas gramaticales y así dar cumplimiento con la sección Summary.

Es todo cuanto puedo certificar en honor a la verdad, pudiendo al interesado hacer uso del presente en lo que estime conveniente.

Loja, 1 de abril del 2015



Daniela Elizabeth Guamán Oliveros
ESTUDIANTE DE INGLES