

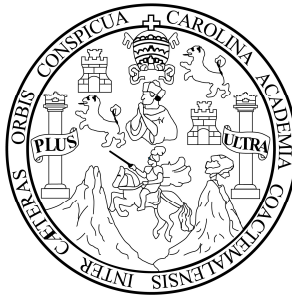
Universidad de San Carlos de Guatemala
Facultad de Ingeniería
Escuela de Ingeniería Mecánica

GUÍA PARA LA SELECCIÓN Y MANTENIMIENTO DE LOS GRUPOS ELECTRÓGENOS DE EMERGENCIA QUE LA EMPRESA ARMCO RENTA

Luis Eduardo Alvarez Rojas
Asesorado por el Ing. Alvaro Antonio Avila Pinzón

Guatemala, mayo de 2007

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

**GUÍA PARA LA SELECCIÓN Y MANTENIMIENTO DE LOS
GRUPOS ELECTRÓGENOS DE EMERGENCIA QUE LA
EMPRESA ARMCO RENTA**

TRABAJO DE GRADUACIÓN

PRESENTADO A LA JUNTA DIRECTIVA DE LA
FACULTAD DE INGENIERÍA
POR

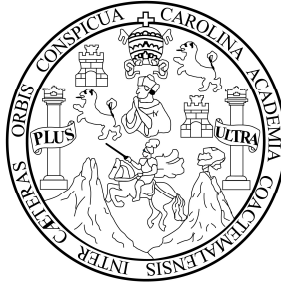
LUIS EDUARDO ALVAREZ ROJAS
ASESORADO POR EL ING. ALVARO ANTONIO AVILA PINZÓN

AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE

INGENIERO MECÁNICO

GUATEMALA, MAYO DE 2007

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERÍA



NÓMINA DE LA JUNTA DIRECTIVA

DECANO	Ing. Murphy Olympo Paiz Recinos
VOCAL I	Inga. Glenda Patricia García Soria
VOCAL II	Inga. Alba Maritza Guerrero Spinola
VOCAL III	Ing. Miguel Ángel Dávila Calderón
VOCAL IV	Br. Kenneth Issur Estrada Ruiz
VOCAL V	Br. Elisa Yazminda Vides Leiva
SECRETARIA	Inga. Marcia Ivónne Véliz Vargas

TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO

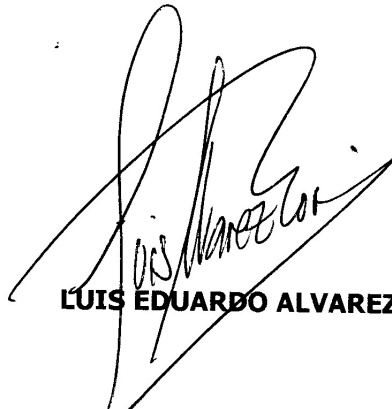
DECANO	Ing. Sydney Alexander Samuels Milson
EXAMINADOR	Ing. Alvaro Antonio Avila Pinzón
EXAMINADOR	Ing. Carlos Humberto Pérez Rodríguez
EXAMINADOR	Ing. Sergio Torres Hernández
SECRETARIO	Ing. Pedro Antonio Aguilar Polanco

HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR

Cumpliendo con los preceptos que establece la ley de la Universidad de San Carlos de Guatemala, presento a su consideración mi trabajo de graduación titulado:

GUÍA PARA LA SELECCIÓN Y MANTENIMIENTO DE LOS GRUPOS ELECTRÓGENOS DE EMERGENCIA QUE LA EMPRESA ARMCO RENTA,

tema que me fuera asignado por la Dirección de la Escuela de Ingeniería Mecánica, el 30 de Mayo de 2006.

A handwritten signature in black ink, appearing to read 'Luis Eduardo Alvarez Rojas', is written over a diagonal line that extends from the bottom left towards the top right.

LUIS EDUARDO ALVAREZ ROJAS

Guatemala 7 de Marzo de 2007

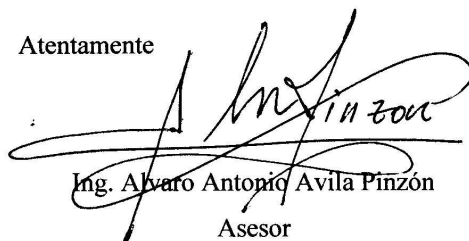
Ingeniero Fredy Mauricio Monroy Peralta
Director Escuela de Ingeniería Mecánica
Facultad de Ingeniería
Universidad de San Carlos de Guatemala
Presente

Señor Director:

Atentamente me dirijo a usted con el propósito de presentarle el trabajo de Graduación “GUÍA PARA LA SELECCIÓN Y MANTENIMIENTO DE LOS GRUPOS ELECTRÓGENOS DE EMERGENCIA QUE LA EMPRESA ARMCO RENTA” que fue elaborado por el estudiante Luis Eduardo Alvarez Rojas, con carné 96-16228.

En mi calidad de asesor, considero que el trabajo presentado por el estudiante Luis Alvarez, llena los objetivos planteados en el trabajo y me dirijo a usted para que se sirva de dar el visto bueno para que el presente trabajo sea presentado ante las máximas autoridades de la Facultad, a fin de que continúe con los trámites correspondientes para su aprobación

Atentamente



Ing. Alvaro Antonio Avila Pinzón

Asesor

Colegiado No. 2262

**UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS
DE GUATEMALA**



FACULTAD DE INGENIERIA

El Coordinador del Área Complementaria de la Escuela de Ingeniería Mecánica, luego de conocer el dictamen del Asesor y habiendo revisado en su totalidad el trabajo de graduación titulado **GUÍA PARA LA SELECCIÓN Y MANTENIMIENTO DE LOS GRUPOS ELECTRÓGENOS DE EMERGENCIA QUE LA EMPRESA ARMCO RENTA**, del estudiante **Luis Eduardo Alvarez Rojas** recomienda su aprobación.

Y ENSEÑAR A TODOS

Ing. Carlos Humberto Pérez Rodríguez
Coordinador de Área

Guatemala, marzo de 2007.

/behdei

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS
DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERIA

El Director de la Escuela de Ingeniería Mecánica de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, después de conocer el dictamen del asesor, con la aprobación del Coordinador del Área Complementaria al Trabajo de Graduación titulado GUÍA PARA LA SELECCIÓN Y MANTENIMIENTO DE LOS GRUPOS ELECTRÓGENOS DE EMERGENCIA QUE LA EMPRESA ARMCO RENTA, del estudiante **Luis Eduardo Alvarez Rojas**, procede a la autorización del mismo.

ID Y ENSEÑAD A TODOS

Ing. Fredy Mauricio Monroy Peralta
DIRECTOR



Guatemala, mayo de 2007.

/behdei

Universidad de San Carlos
de Guatemala



Facultad de Ingeniería
Decanato

Ref. DTG. 157.2007

El Decano de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer la aprobación por parte del Director de la Escuela de Ingeniería Mecánica, al trabajo de graduación titulado: **GUÍA PARA LA SELECCIÓN Y MANTENIMIENTO DE LOS GRUPOS ELECTRÓGENOS DE EMERGENCIA QUE LA EMPRESA ARMCO RENTA**, presentado por el estudiante universitario **Luis Eduardo Alvarez Rojas** procede a la autorización para la impresión del mismo.

IMPRÍMASE.

Ing. Murphy Olympo Paiz Recinos
DECANO

Guatemala, mayo de 2007



/gdech

AGRADECIMIENTOS

Gratitud infinita a Dios, quien ha sido mi protector y guía toda mi vida.

A mi Mamá, porque siempre estuvo a mi lado, por sus infinitas oraciones, cuidados y consejos.

Al Ing. Alvaro Antonio Avila Pinzón, por asesorar mi trabajo de graduación demostrando capacidad y profesionalismo.

A todo el claustro de catedráticos de la Escuela de Ingeniería Mecánica, especialmente a quienes en su momento, pusieron a prueba los conocimientos que obtuve a través de ellos.

ACTO QUE DEDICO A:

Dios	Fortaleza de toda mi vida.
MIS PADRES	Jorge Luis Alvarez Maltez: por enseñarme a seguir luchando por un sueño, manteniendo siempre mucho dinamismo, entusiasmo y calma. Ana Virginia Rojas Samayoa: por todos sus cuidados y por darme la vida.
MI HERMANITA	Luisa Fernanda: por brindarme su amor y mantenerse siempre pendiente de mí, sin condición alguna.
MIS HERMANOS	Erick (Q.E.P.D), Ana Luisa, Javier, Silvia María
MI FAMILIA	Rojas, por su apoyo y continuas oraciones
MIS CATEDRATICOS	Por dar su conocimiento desinteresado, para realizarme como profesional
AMIGOS Y COMPAÑEROS	Que en su momento me apoyaron y me motivaron a seguir adelante.
USTED	Especialmente.

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES	V
LISTA DE SIMBOLOS	IX
GLOSARIO	XI
RESUMEN	XIII
OBJETIVOS	XV
INTRODUCCIÓN	XVII
1. GENERALIDADES DE LOS GRUPOS ELECTRÓGENOS	1
1.1. Utilidad de los grupos electrógenos.....	3
1.2. Aplicaciones de los grupos electrógenos.....	4
1.3. Datos históricos.....	5
2. DEFINICIÓN DE MANTENIMIENTO	7
2.1. Mantenimiento preventivo.....	7
2.2. Mantenimiento correctivo.....	8
2.3. Mantenimiento predictivo.....	9
3. PARTES DEL GRUPO ELECTÓGENO	11
3.1. Motor	11
3.2. Generador.....	11
3.3. Sistema de enfriamiento.....	16
3.4. Sistema eléctrico.....	19
3.5. Sistema de Lubricación.....	21
3.6. Equipos de control y medición.....	25

3.7. Sistema de admisión de aire.....	27
4. ASPECTOS TÉCNICOS EN LA SELECCIÓN DE GRUPOS ELECTRÓGENOS.....	33
4.1. Tipo de generador.....	33
4.2. Conexiones eléctricas y voltajes requeridos.....	35
4.3. Cálculo de cargas.....	41
4.4. Obtención del generador equivalente a la carga.....	48
5. MANTENIMIENTO DEL GRUPO ELECTRÓGENO.....	51
5.1. Mantenimiento del motor.....	51
5.2. Mantenimiento del generador.....	54
5.3. Mantenimiento de las baterías.....	56
5.4. Mantenimiento general y limpieza.....	57
5.5. Períodos de mantenimiento.....	59
6. ARRANQUE DEL GRUPO ELECTRÓGENO.....	61
6.1. Precauciones iniciales.....	61
6.2. Arranque controlado.....	62
6.3. Arranque manual.....	62
6.4. Arranque automático	63
6.5. Aplicación progresiva de la carga.....	65
6.6. Control durante el funcionamiento.....	65
6.7. Posibles fallas.....	66

7. PARO DEL GRUPO ELECTRÒGENO.....	71
7.1. Precauciones iniciales.....	71
7.2. Paro manual.....	72
7.3. Paro automàtico.....	72
7.4. Paro de emergencia.....	74
7.5. Tiempos recomendados.....	75
8. CASO REAL.....	77
CONCLUSIONES.....	99
RECOMENDACIONES.....	101
BIBLIOGRAFÍA.....	103

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

FIGURAS

1. Principio fundamental de generación.....	01
2. Representación de la corriente alterna trifásica.....	02
3. Gráfico de la corriente alterna monofásica y trifásica.....	12
4. Partes importantes del generador.....	14
5. Partes importantes del generador.....	15
6. Posición del termostato del sistema de enfriamiento.....	18
7. Conexión de baterías en serie y paralelo.....	19
8. Diagrama del sistema de lubricación	22
9. Filtros de aceite	24
10. Resistencia de precalentamiento.....	27
11. Sistema de admisión de aire.....	28
12. Filtro de aire primario y secundario.....	30
13. Flujo de aire a través del filtro.....	31
14. Conexión Delta.....	38
15. Conexión Estrella.....	39
16. Conexión Estrella Alto Voltaje.....	40
17. Mangueras del sistema de enfriamiento.....	54
18. Botón de paro de emergencia	74
19. Dispositivos de saturación de aire de admisión.....	75
20. Generador G235 Ingersoll Rand.....	79
21. Revisión del nivel de aceite.....	80

22. Verificación del nivel de refrigerante, mangueras y conexiones.....	81
23. Revisión de fajas y tensión de las mismas.....	82
24. Revisión de la salida de humo del escape y buena ventilación.....	83
25. Revisión de conexiones eléctricas.....	84
26. Revisión de conexiones eléctricas.....	85
27. Verificación de la conexión requerida en el generador.....	86
28. Revisión de las baterías y terminales	87
29. Revisión de filtros de aire de admisión.....	88
30. Revisión de filtros de combustible, mangueras y conectores.....	89
31. Revisión de filtros de aceite.....	90
32. Estado general y limpieza.....	91
33. Revisión de horas acumuladas y tablero de control.....	92
34. Revisión del turbo cargador.....	93
35. Revisión de la bomba de inyección.....	94
36. Revisión del alternador y el actuador	95
37. Revisión del dispositivo de saturación de aire de admisión y múltiple de escape.....	96

TABLAS

I.	Largo máximo combinado de los cables de batería.....	20
II.	Tipos de motores de inducción.....	43
III.	Diseños Nema más comunes de motores.....	44
IV.	Fórmulas eléctricas comunes.....	50
V.	Períodos de mantenimiento.....	59
VI.	Períodos de mantenimiento.....	60
VI.	Posibles fallas y soluciones.....	66
VII.	Datos caso real.....	77

LISTA DE SÍMBOLOS

f.e.m	Fuerza eléctrica motriz
KVA	kilovoltio amperio
VCA	Voltaje en corriente alterna.
HZ	Unidad de frecuencia "Hertz".
°C	Temperatura en grados centígrados
c.c	Corriente continua
c.a	Corriente alterna
v	Voltios
in	pulgadas
m	Metros

GLOSARIO

Armco	Arrendadora, mecanizadora, comercializadora de maquinaria, equipos y servicios.
Monofásica	Una sola fase.
Trifásica	Tres fases; se refiere a corrientes de la misma intensidad, pero desfasadas 120 grados en un diagrama voltaje-tiempo.
Grupo electrógeno	Se refiere a un equipo que consta de una parte eléctrica "generador" y una parte mecánica "motor", que se acoplan en una sola unidad para producir energía eléctrica de reserva.
Frecuencia	Repetición de un ciclo por unidad de tiempo, en nuestro medio son 60 ciclos cada segundo y se expresa esta cantidad con hertz.
Intensidad	Se refiere a una cantidad expresada en voltios.

Precaldeo	Acción de calentar previo al arranque, el liquido refrigerante, recomendado para un arranque fácil y al instante.
Actuador	Dispositivo del grupo electrógeno que controla de forma automática la velocidad del motor, sin aceleraciones bruscas, generando la potencia de éste de forma continua.
Horómetro	Dispositivo eléctrico empleado para llevar un registro de las horas que cierto equipo ha funcionado, al momento de apagar el equipo éste detiene la cuenta, el registro lo lleva en horas y fracciones de hora.
Predictivo	Se refiere a la habilidad de poder predecir una falla antes que esta ocurra; regularmente se emplean pruebas del tipo no destructivo como el análisis de partículas en el aceite lubricante.
<i>Block</i>	Se refiere al cuerpo de cualquier motor en donde se alojan los pistones, las bielas el cigüeñal, entre otros.
Bornes	Se refiere a una pieza metálica ajustable en donde se pueden unir cables eléctricos con seguridad.

RESUMEN

Seleccionar adecuadamente un equipo es sumamente importante y debe tomarse en cuenta el tipo de conexión eléctrica, demanda, voltaje, aplicación, lugar de trabajo, ruido permisible, consumo de combustible, costo, horas de uso, modo de operación, entre otros; todo esto con la intención de seleccionar el equipo más adecuado que cumpla con los requerimientos solicitados por el contratista del equipo; es común que esté sólo de un valor en Kilovatios de su demanda, hay que verificar que este valor esté entre el 60% de la capacidad del grupo electrógeno; hay que solicitar toda la información que se pueda, de ser posible realizar una visita al lugar de operación para obtener toda la información que se requiere.

De la misma forma debe darse igual importancia al mantenimiento que se debe proporcionar a la maquinaria, ya que todo equipo tiene un tiempo de vida, el cual puede reducirse si no se le proporciona el mantenimiento adecuado.

El tener actividades de mantenimiento regulares hará que el equipo trabaje sin interrupciones, cumpliendo así con el trabajo que se requiere de él. Evitar el mantenimiento puede poner en riesgo vidas humanas, detener la producción o dañar los equipos a los que les está prestando el servicio.

La actividad de mayor importancia que se realiza en los grupos electrógenos es el mantenimiento preventivo, el cual se encarga de actividades tales como el cambio de accesorios, ajustes y revisiones periódicas, estas actividades involucran tanto al motor como al generador y todas éstas tienen un período de realización que depende del ambiente, la cantidad de horas y las recomendaciones dadas por el fabricante.

Cada situación que se presenta en la selección de estos equipos es única y representa un reto, para lo cual el encargado de elegir el equipo debe de tener una herramienta que le facilite esta selección, esta experiencia se puede adquirir luego del un tiempo empleando estos equipos, pero para las personas que por primera vez tienen contacto con estos equipos, es un reto, y genera muchas dudas al respecto, por eso la importancia en la realización de esta guía.

Es un método sencillo y podrá ser utilizado en las situaciones más frecuentes de aplicación, dará a conocer también las formas correctas de encendido y apagado, tanto de forma manual como automática, así como los tipos más comunes de conexiones eléctricas utilizadas en generadores de doce puntas, dando recomendaciones y soluciones para problemas que pueden ocurrir en estos equipos.

Al final se presenta un caso real de operación que ilustra la aplicación de esta guía.

OBJETIVOS

General

Crear una guía para la correcta selección y mantenimiento de los equipos electrógenos que la empresa Armco renta.

Específicos

1. Enfocar el mantenimiento a grupos electrógenos de emergencia.
2. Dar a conocer un método para la selección adecuada del equipo a utilizar considerando los aspectos más importantes.
3. Describir las partes que componen un grupo electrógeno.
4. Poner en práctica y dar como ejemplo un caso real de operación de uno de estos equipos.

INTRODUCCIÓN

La energía eléctrica es una de las formas de energía más usadas en la actualidad; la falta de ella no se puede considerar como una opción, es necesario que el suministro de ella sea sin interrupciones; los grupos electrógenos de emergencia proporcionan la energía a la hora que haga falta la suministrada por la red de servicio eléctrico. Por esa razón, estos equipos deben mantenerse en condiciones de operación óptimas, para evitar fallos al momento de ponerse en marcha.

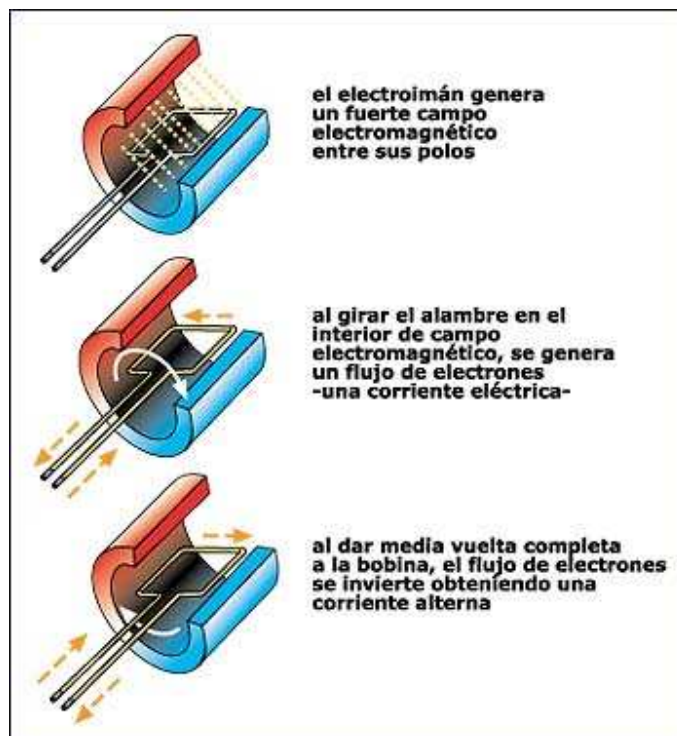
La guía que a continuación se presenta definirá y considerará aspectos básicos de mantenimiento enfocados a los grupos electrógenos, se hará mención de partes esenciales del grupo electrógeno como el motor, el generador, los controles electrónicos, el sistema de enfriamiento, sistema de admisión, entre otros.

Para poder operar adecuadamente estos equipos debe conocerse el funcionamiento de estos, logrando luego identificar causas de mal funcionamiento, o bien empleando el equipo adecuadamente según las condiciones requeridas sin excederse o quedar por debajo de ellas. Es necesario exponer las formas adecuadas de arranque y apagado, tanto de forma manual como de forma automática; la seguridad del operador y de los equipos conectados al equipo no se pueden dejar a la ligera; la guía proporcionará un método general de operación. Se presentará un caso real de operación, que podrá ser tomado como ejemplo en posteriores ocasiones.

1. GENERALIDADES DE LOS GRUPOS ELECTRÓGENOS

Partimos de la base de que si un conductor eléctrico corta las líneas de fuerza de un campo magnético, se origina en dicho conductor una corriente eléctrica. La generación de corriente trifásica tiene lugar en los alternadores, en relación con un movimiento giratorio.

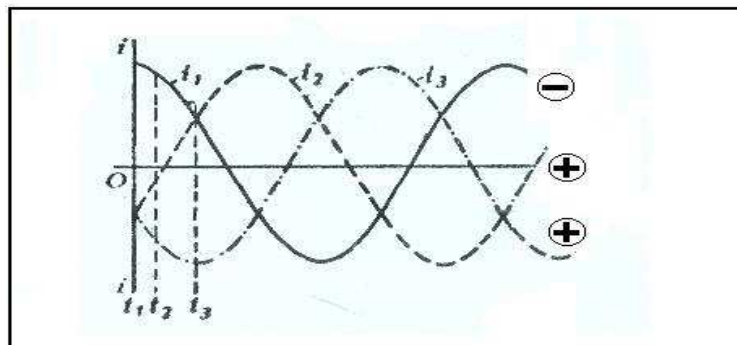
Figura 1. Principio fundamental de generación



Según este principio, existen tres arrollamientos iguales independientes entre sí, dispuestos de modo que se encuentran desplazados entre sí 120° .

Según el principio, de la inducción, al rotar el motor (imanes polares con devanado de excitación en la parte giratoria) se generan en los arrollamientos tensiones alternas senoidales y respectivamente corrientes alternas, desfasadas también 120° entre sí, por lo cual quedan desfasadas igualmente en cuanto a tiempo. De esa forma tiene lugar un ciclo que se repite constantemente, produciendo la corriente alterna trifásica. Todos los generadores trifásicos utilizan un campo magnético giratorio. Aunque las tres corrientes son de igual frecuencia e intensidad, la suma de los valores instantáneos de las fuerzas electromotrices de las tres fases, es en cada momento igual a cero, lo mismo que la suma de los valores instantáneos de cada una de las fases, en cada instante, como podemos ver en la siguiente figura

Figura 2. Representación de la corriente alterna trifásica



En otras palabras, si rotamos un campo magnético a través de una bobina entonces se produce un voltaje monofásico, en cambio, si colocamos tres bobinas separadas por ángulos de 120° se estarán produciendo tres voltajes con una diferencia de fase de 120° cada uno.

La energía trifásica se genera en unos sitios específicos llamados plantas generadoras en nuestro caso en particular en grupos electrógenos.

El funcionamiento de los grupos electrógenos se basa en el aprovechamiento de la energía mecánica proporcionada por un motor de combustión interna de combustible diesel en su mayoría de casos, que proporciona un movimiento mecánico de rotación que se transmite a un generador eléctrico.

Estos grupos electrógenos usan circuitos trifásicos, ya que es la mejor manera de producir, transmitir y consumir energía eléctrica. Estas son algunas razones por lo que la energía trifásica es superior:

1. La potencia en KVA de un motor trifásico es aproximadamente 150% mayor que la de un motor monofásico.
2. En un sistema trifásico balanceado los conductores necesitan ser el 75% del tamaño que necesitarían para un sistema monofásico con la misma potencia en KVA por lo que esto ayuda a disminuir los costos y por lo tanto a justificar el tercer cable requerido.
3. La potencia proporcionada por un sistema monofásico cae tres veces por ciclo. La potencia proporcionada por un sistema trifásico nunca cae a cero por lo que la potencia enviada a la carga es siempre la misma.

Los grupos electrógenos requieren una serie de equipos suplementarios para protegerse, incluyen dispositivos diseñados para regular la tensión que se proporciona a los usuarios

1.1. Utilidad de los grupos electrógenos

El continuo crecimiento de la civilización y de la tecnología han venido acompañado siempre, por un incremento de la demanda de energía eléctrica. Las empresas e industrias existentes, actualmente no podrían funcionar sin una rentable fuente de electricidad. En el caso de los hospitales, estaciones de radio y otros servicios públicos, un constante suministro de electricidad puede marcar

la diferencia entre la vida y la muerte. En varios países el poder eléctrico es suministrado por empresas estatales que poseen plantas centrales de generación, las cuales, generalmente, están sujetas ocasionalmente a interrumpir este servicio por mal funcionamiento en sus equipos o por reparaciones. Para el usuario ese problema puede causar efectos graves si no está preparado con una fuente de energía de reserva para evitar estas interrupciones.

Una de las utilidades más comunes es la de generar electricidad en aquellos lugares donde no hay suministro eléctrico, generalmente son zonas apartadas con pocas infraestructuras y muy poco habitadas. Otro caso sería en locales de pública concurrencia, hospitales, fábricas, centros comerciales, hoteles, restaurantes, bancos de sangre, estadios, entre muchos que a falta de energía eléctrica de red, necesitan de otra fuente de energía para abastecerse.

1.2. Aplicaciones de los grupos electrógenos

En algunos casos donde los costos de operación de las plantas centrales generadoras aumentan el valor de la energía suministrada, especialmente en las horas de mayor demanda energética, el uso de un grupo electrógeno puede ser una aplicación para solucionar el problema de costos por suministro de energía. En áreas muy remotas, donde la energía de las centrales generadoras no está disponible del todo, debido a lo costoso y poco rentable del suministro, las ventajas de un grupo electrógeno son mucho más obvias. Sobre todo los grupos electrógenos se aplican para tener una fuente de energía de reserva, este grupo entrara en funcionamiento inmediatamente al faltar la energía eléctrica de red, en centros de pública concurrencia como hospitales, centros comerciales, industrias, estadios, centros de comunicación masiva, se emplean para que en ningún momento o bien en corto tiempo se reinicie las actividades u operaciones que necesitan de electricidad para su funcionamiento.

1.3. Datos históricos

Nikola Tesla, un inventor Serbio-Americano fue quien descubrió el principio del campo magnético rotatorio en 1882, el cual es la base de la maquinaria de corriente alterna.

El inventó el sistema de motores y generadores de corriente alterna polifásica que da energía al planeta. Sin sus inventos el día de hoy no sería posible la electrificación que impulsa al crecimiento de la industria y al desarrollo de las comunidades.

El descubrimiento del campo magnético rotatorio producido por las interacciones de corrientes de dos y tres fases en un motor fue uno de sus más grandes logros y fue la base para la creación de su motor de inducción y el sistema polifásico de generación y distribución de electricidad.

Gracias a esto, grandes cantidades de energía eléctrica pueden ser generadas y distribuidas eficientemente a lo largo de grandes distancias, desde las plantas generadoras hasta las poblaciones que alimentan. Aún en estos días se continúa utilizando la forma trifásica de el sistema polifásico de Tesla para la transmisión de la electricidad, además la conversión de electricidad en energía mecánica es posible debido a versiones mejoradas de los motores trifásicos de Tesla.

En mayo de 1885, George Westinghouse, propietario de la compañía de electricidad Westinhouse compró las patentes del sistema polifásico de generadores, transformadores y motores de corriente alterna de Tesla.

En octubre de 1893 la comisión de las cataratas del Niagara otorgó a Westinghouse un contrato para construir la planta generadora en las cataratas, la cual sería alimentada por los primeros dos de diez generadores que Tesla

diseñó. Dichos dinamos de 5000 caballos de fuerza fueron los más grandes construidos hasta el momento. General Electric registró algunas de las patentes de Tesla y recibió un contrato para construir 22 millas de líneas de transmisión hasta Buffalo. Para este proyecto se utilizó el sistema polifásico de Tesla. Los primeros tres generadores de corriente alterna en el Niagara fueron puestos en marcha el 16 de noviembre de 1896.

2. DEFINICIÓN DE MANTENIMIENTO

El mantenimiento consiste en tener y conservar en condiciones seguras de uso cualquier utensilio, dispositivo, herramienta, sistema, equipo o maquinaria. En nuestro caso, podemos definir el mantenimiento como todas las acciones encaminadas para que el grupo electrógeno funcione correctamente, respetando los tiempos establecidos por el fabricante. El mantenimiento se considera en muchos casos como un costo para la empresa, pero el beneficio que obtenemos al realizar actividades de mantenimiento es tan grande que es mejor considerar el mantenimiento como una buena inversión. No realizar mantenimiento puede ser sinónimo de pérdidas y estas pueden ser tan grandes que justifican el costo del mantenimiento.

2.1. Mantenimiento preventivo

Es hacer los ajustes, modificaciones, cambios, limpieza y reparaciones "generalmente sencillos" necesarios para mantener cualquier herramienta o equipo en condiciones seguras de uso, con el fin de evitar posibles daños al operador o al equipo mismo. Se refiere a todas las actividades que no requieren de gran especialización para poder realizarlas, puedo mencionar entre ellas el cambio de los filtros, limpieza general, chequeo de niveles, ajuste de las conexiones eléctricas, limpieza periódica del filtro de admisión, cambio de lubricantes, reapriete de tornillos, ajuste de fajas, limpieza externa del radiador, chequeo del voltaje de salida y amperaje de consumo, entre otras. Estas actividades van desde el chequeo diario hasta los chequeos que se realizan cada año, para llevar el control de este tipo de mantenimiento se emplea las horas que el equipo ha funcionado o bien el tiempo que ha pasado desde el último

servicio realizado, todo equipo tiene un horómetro y este lleva el registro de las horas que el equipo ha estado en funcionamiento. Todas las actividades de mantenimiento preventivo pueden resultar poco útiles pero en realidad el no realizarlas provocan fallas en el equipo que generan altos costos en la posterior reparación, provocan fallas que pueden resultar en la pérdida total del equipo. La realización de este mantenimiento será el de mayor interés en la elaboración de este guía, debido a su importancia, es necesario saber como realizarlo correctamente.

2.2. Mantenimiento correctivo

Es reparar, cambiar o modificar cualquier herramienta, maquinaria o equipo cuando se ha detectado alguna falla o posible falla que pudiera poner en riesgo el funcionamiento seguro de la herramienta o equipo y de la persona que lo utiliza. Este tipo de mantenimiento pone fuera de operación al equipo, este puede evitarse de gran manera si se aplica adecuadamente el mantenimiento preventivo. Las actividades mas comunes en el mantenimiento correctivo incluyen la limpieza de los inyectores de combustible, limpieza interna del radiador, cambio de fajas, reparación del alternador, cambio del empaque de la culata del motor, reparación del block, cambio de pistones y anillos, reparación del generador, cambio del regulador de voltaje, corrección del tiempo de inyección, calibración de válvulas, reparación del turbo cargador, limpieza de depósitos en el escape, entre muchos otros. Resultan ser actividades que generan grandes costos a la empresa sin mencionar el hecho de que el equipo estará fuera de operación hasta que este sea reparado por completo, este tipo de mantenimiento debe ser realizado por personal altamente capacitado y con suficiente experiencia en el tema, regularmente este mantenimiento se realiza en los talleres del distribuidor de estos equipos, para evitar llegar a realizar

mantenimientos correctivos es necesario que ejecute un correcto y regular mantenimiento preventivo. Esta guía no profundizara en el tema debido a su complejidad y haría que se extendiera mucho el contenido de esta guía.

2.3. Mantenimiento predictivo

Consiste en hacer revisiones periódicas "usualmente programadas" para detectar cualquier condición "presente o futura" que pudiera impedir el uso apropiado y seguro del dispositivo y poder corregirla, manteniendo de ésta manera cualquier herramienta o equipo en óptimas condiciones de uso. Se referiré a todo tipo de actividades que requieren equipos de control de alta tecnología, regularmente estos equipos están al alcance de pocas compañías debido a su gran valor, estos equipos requieren de personal altamente capacitado y la interpretación de los resultados ayudan al personal encargado del mantenimiento, programar o bien identificar el momento mas ideal para la realización del mantenimiento, este tipo de mantenimiento ayudara también a corregir o bien a modificar las rutinas de mantenimiento ya establecidas. Entre algunas actividades que conforman el mantenimiento predictivo puedo mencionar, termografía, análisis de vibraciones, radiografías, análisis de partículas en los lubricantes, análisis químicos de combustibles, análisis químicos de refrigerantes, análisis químicos de aceites, analizadores de nivel de ruido, entre otros.

3. PARTES DEL GRUPO ELECTRÓGENO

3.1. Motor

El motor de combustible diesel que acciona el Grupo Electrónico ha sido seleccionado por su fiabilidad y por el hecho de que se ha diseñado específicamente para accionar Grupos Electrónicos. La potencia útil que se quiera suministrar nos la proporcionará el motor, así que, para una determinada potencia, habrá un determinado motor que cumpla las condiciones requeridas.

El motor representa nuestra fuente de energía mecánica para que el alternador gire y genere electricidad. Generalmente los motores diesel son los más utilizados en los Grupos Electrónicos por sus prestaciones mecánicas, ecológicas y económicas.

El regulador de velocidad 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. La frecuencia establecida en nuestro medio es de 60 Hz, esto equivale a unas 1800 rpm del motor.

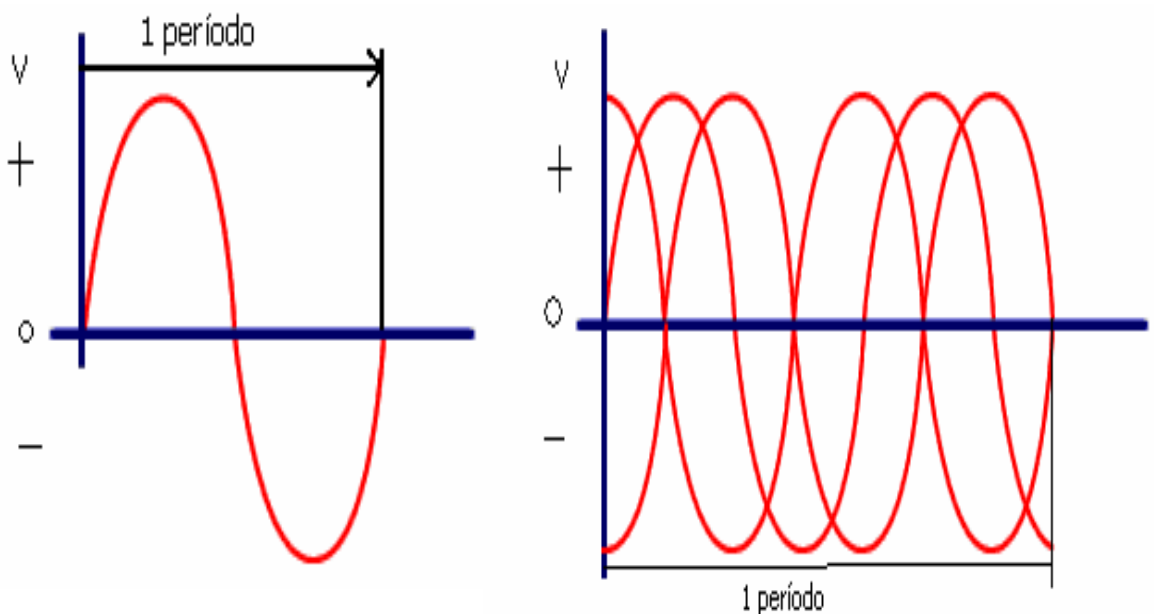
3.2. Generador

Si se hace girar una espira, cuyos extremos estén unidos a dos anillos, bajo la acción de un campo magnético Norte-Sur, se genera una f.e.m. alterna; el valor de la frecuencia dependerá de la velocidad de giro para un número

determinado de polos. Dado que el uso de los Grupos Electr6genos es la corriente trif6sica explicare su fundamento.

Si se montan tres bobinas, desfasadas 120 grados entre s3, y se les hace girar dentro de un campo magn6tico Norte-Sur, se crea una f.e.m. alterna en cada una de ellas desfasadas 120 grados, como indica el diagrama de corrientes trif6sicas en funci3n del tiempo. Los alternadores reales disponen, en el inducido de bobinas, las cuales pueden ser empleadas con corriente alterna monof6sica o trif6sica, seg3n se generen 1 6 3 f.e.m.s. Cada bobina, por ser abierta tiene un principio y un final; en las bobinas que generan corrientes trif6sicas, el inicio de estas se le designan con las letras **U, V, W** y los finales con **X, Y, Z**. En las bobinas que generan corrientes monof6sicas el principio es **U** y el final es **X**.

Figura 3. Gr6fico de la corriente alterna monof6sica y trif6sica



Existen dos tipos fundamentales de conexión de un alternador:

1. **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 Voltios entre dos fases y 220 Voltios entre fase y neutro.
2. **Conexión en Delta.** En la conexión en delta se une el final de cada fase con el principio de la siguiente **X** con **V**, **Y** con **W** y **Z** con **U**. La diferencia de potencial que existe entre fase y fase es de 220 voltios.

Existen generadores con 12 cables de salida para permitir diferentes valores de tensión (230, 400, 460, 800 voltios). Los generadores deben ser siempre conectados a tierra física, con un conducto de sección adecuada "normalmente de la mitad de sección de los cables principales de alimentación", utilizando uno de los dos bornes "interno/externo" previstos para la misma. La potencia suministrada por un alternador trifásico ya esté conectado en estrella o delta: $P=1.73 \cdot I \cdot V$, "I" es la corriente en amperes y "V" es la tensión en voltios.

De forma general y para potencias más o menos elevadas se utilizan alternadores auto excitados sin escobillas que eliminan el mantenimiento relacionado con las escobillas y los anillos colectores. El sistema de control consta de un regulador automático del voltaje, circuitos de protección y los instrumentos necesarios para poder controlar la salida del Grupo Electrónico.

La energía eléctrica producida por el grupo electrónico proviene de un sistema de bucle cerrado que consiste principalmente en el rotor inductor, el campo de inducción giratorio y el regulador automático. El proceso comienza

cuando el motor empieza a girar los componentes internos del alternador. El magnetismo remanente en el rotor principal produce un pequeño voltaje alternante en el estator principal. El regulador automático de voltaje (AVR [RAV]) rectifica este voltaje y lo aplica al estator de excitación. Esta corriente continua en el estator de excitación crea un campo magnético que, a su vez, induce un voltaje en corriente alterna en el rotor de excitación. Este voltaje en C.A se convierte otra vez en C.C por medio de los diodos giratorios. Cuando este voltaje de C.C aparece en el rotor principal, se crea un campo magnético más fuerte que el campo remanente original lo que induce un voltaje mayor en el estator principal. Este mayor voltaje circula a través del sistema induciendo más voltaje de vuelta al rotor principal, este voltaje es en corriente continua. Este ciclo se repite para acumular un voltaje próximo al nivel de salida adecuado del grupo electrógeno. En este punto el regulador automático de voltaje comienza a limitar el voltaje que pasa al estator de excitación que, a su vez, limita la potencia total de salida del alternador.

Figura 4. Partes importantes del generador

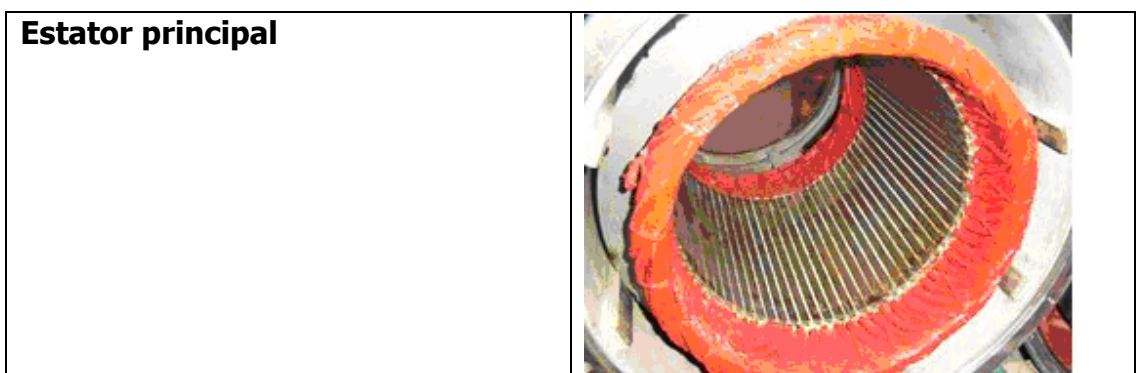
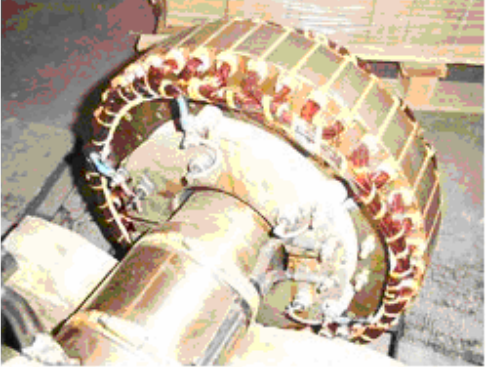
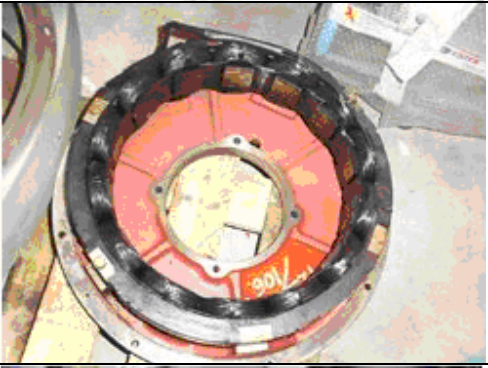
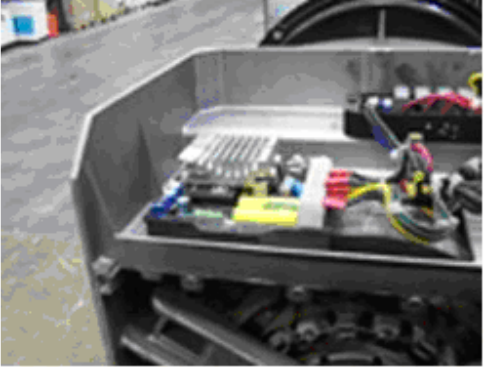
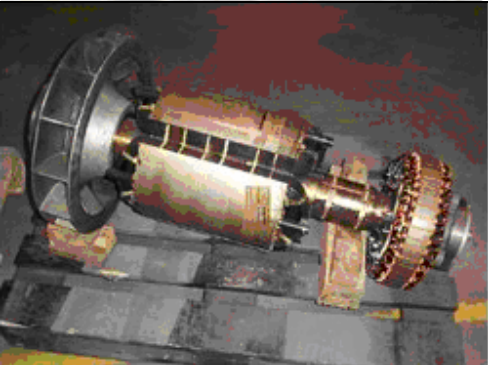


Figura 5. Partes importantes del generador

<p>Diodos giratorios</p>	
<p>Inductor estator</p>	
<p>Regulador del voltaje "AVR"</p>	
<p>Rotor principal y rotor inductor</p>	

Los generadores controlados por transformador funcionan de la siguiente forma, el estator principal proporciona energía para excitar el campo de excitación por medio del transformador rectificador. El transformador combina elementos de tensión y corriente derivados de la salida del estator principal para formar la base de un sistema de control de circuito abierto, el cual es autorregulable. El propio sistema compensa las magnitudes de intensidad y factor de potencia, mantiene la corriente de cortocircuito y tiene adicionalmente buenas características de arranque de motores eléctricos. Los alternadores trifásicos suelen estar controlados por un transformador trifásico para mejorar el comportamiento con cargas desequilibradas. Esta versión es de una tensión trifásica. Opcionalmente se puede suministrar con un transformador monofásico para facilitar la reconexión a varias tensiones trifásicas y monofásicas.

3.3. Sistema de enfriamiento

La función principal del sistema de enfriamiento es mantener una temperatura de operación estable en el motor. El sistema emplea el líquido refrigerante y luego al aire como medio para transferir el calor generado por el motor.

Dentro del *block* del motor hay canales en donde circula el líquido refrigerante, el calor es transferido al líquido refrigerante, luego el calor es transportado por el líquido refrigerante hacia el radiador donde el calor es transferido al aire, el aire que circula a través del radiador es forzado por un ventilador que gira a unas 1800 rpm. De esta manera el calor generado en el interior del motor puede liberarse al medio ambiente.

Los refrigerantes sufren desgaste y pérdida de sus propiedades al igual que el aceite lubricante, se debe mantener la química apropiada del refrigerante, de

ser así el refrigerante protegerá al sistema contra la cavitación, la corrosión, los depósitos, la gelatinización y en ambientes fríos del congelamiento.

Verifique el nivel de refrigerante diariamente, o cada vez que vaya a utilizar el grupo electrógeno. Los sistemas de enfriamiento de los motores diesel requieren protección durante todo el año con un refrigerante de uso pesado, adecuado para este tipo de motor. Utilizar agua provocará problemas en el sistema de enfriamiento y en el motor se dañara rápidamente.

Es muy importante que los componentes del motor trabajen a una temperatura determinada, de tal manera que al trabajar el motor a la temperatura correcta, se obtendrá un mejor rendimiento asegurando que las partes del motor no sufran daños prematuros. Precisamente el Termostato es el elemento que garantiza que el refrigerante llegue a la temperatura de operación del motor en un corto tiempo.

Si el motor no trabaja a la temperatura correcta, se presentará un choque térmico entre las paredes de la camisas de cilindros calientes por el calor generado en la cámara de combustión y el refrigerante frío, esto se va a reflejar en que las camisas se van a endurecer o cristalizar y se presenta un problema de desempeño a corto plazo. Este proceso se aplica cuando en forma deliberada se quiere endurecer el acero, es decir se calienta y luego se enfría con lo que se obtiene un endurecimiento en el material, en este caso en particular, no es recomendable que las camisas de cilindros sufran este proceso ya que perderán sus propiedades específicas y van a presentar problemas para que se obtenga un correcto sellado con los anillos.

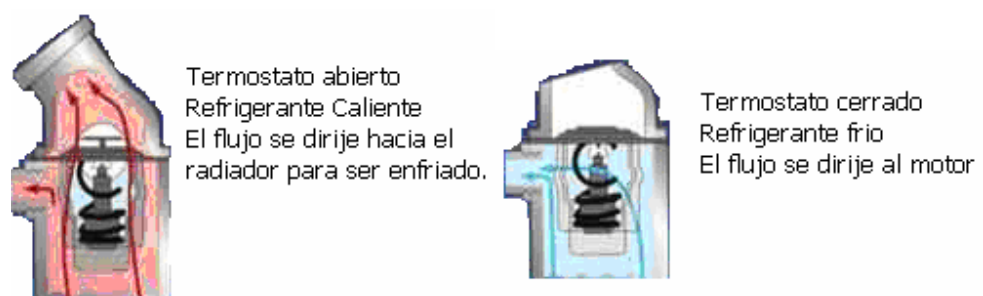
Otra situación que es necesario mencionar es que los pistones no son completamente cilíndricos, sino que están diseñados de tal manera que al calentarse en el trabajo normal, tomen su forma cilíndrica correcta, al dilatarse debido al calor disipado por la combustión realizada en la cámara de

combustión, este proceso ayuda a sellar con su parte superior de los pistones con lo que se obtiene un mejor desempeño en el motor.

Considerando lo que se ha mencionado, es normal que el motor trabaje a una temperatura determinada, por lo que es un error muy grande el remover el Termostato para evitar el calentamiento del motor. En el caso de que se caliente el motor es necesario buscar la causa de esta situación y entre las pruebas que se deben de realizar es precisamente que el Termostato esté abriendo a su temperatura especificada.

En esta ilustración se muestra las posiciones del termostato así como su efecto en el flujo del refrigerante. Se puede prescindir del termostato, sólo en casos especiales y por un corto tiempo. Reemplace el termostato sólo con partes originales y que cumplan con las especificaciones del producto y recuerde cambiarlo cada 2 años.

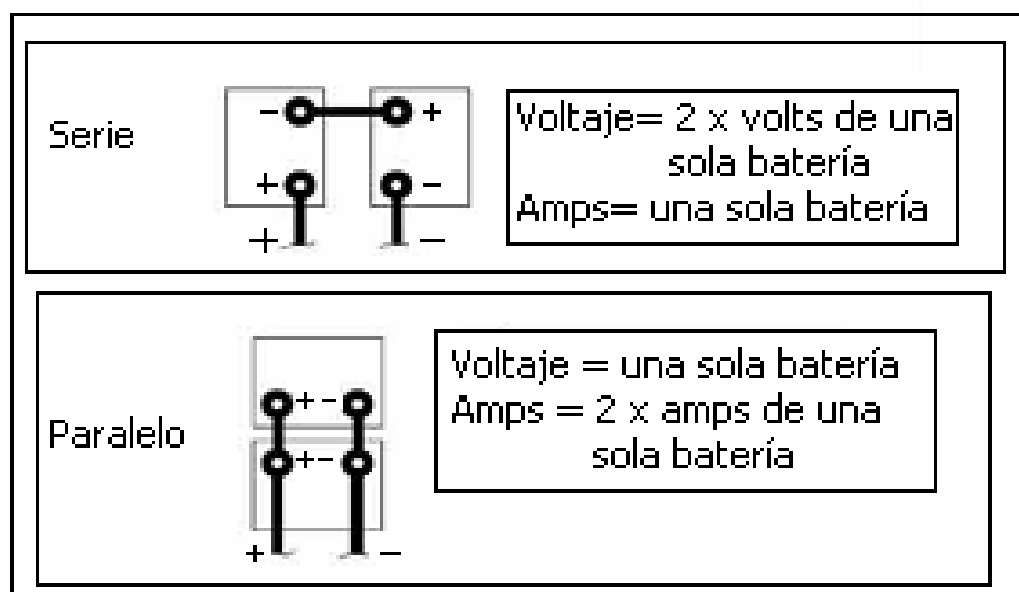
Figura 6. Posiciones del termostato del sistema de enfriamiento



3.4. Sistema eléctrico

La función principal del sistema eléctrico es el proveer la energía necesaria para el arranque y el correcto funcionamiento de los accesorios como las luces y la instrumentación. Proveer energía para el arranque en las peores condiciones de operación es usualmente la consideración principal durante el diseño de un sistema eléctrico básico. Los sistemas de 12 voltios son los más comunes y los menos costosos, pero los sistemas de 24 voltios pueden transmitir más corriente y son más eficientes. La temperatura ambiente, cargas parasitas y la velocidad de arranque requerida son los factores a considerar para seleccionar un motor de arranque o marcha. La selección de la batería depende de muchos factores, incluyendo la temperatura ambiente, cargas parásitas y el consumo de corriente del motor de arranque. Para incrementar la capacidad, se pueden conectar varias baterías en serie o en paralelo como se muestra en la figura anexa. Como podrá observar el voltaje y el amperaje son afectados. Si se requiere se pueden conectar más de dos baterías.

Figura 7. Conexión de baterías en serie y paralelo



El tamaño de los cables de las baterías debe considerarse buscando limitar la caída del voltaje, de manera tal que la diferencia entre el voltaje del motor de arranque y el voltaje de la batería durante el arranque no sea mayor a 0.8 voltios para un sistema de 12 voltios. La mayoría de los motores de arranque no requieren de conexión eléctrica hacia el neutro de la batería, estos están acoplados junto al motor. El cable negativo de la batería está conectado al motor en uno de los tornillos del montaje, así que todo el motor tiene conexión directa al negativo. Si el motor tiene aisladores de vibración de hule, la tierra de la batería debe estar conectada al motor o un cable del mismo tamaño debe aterrizar el motor al chasis. El tamaño mínimo recomendado de los cables, basados en el consumo de corriente de la marcha y largo máximo "combinado, para todos los cables positivos y negativos" se muestran en la tabla anexa.

Tabla I. Largo máximo combinado de los cables de batería

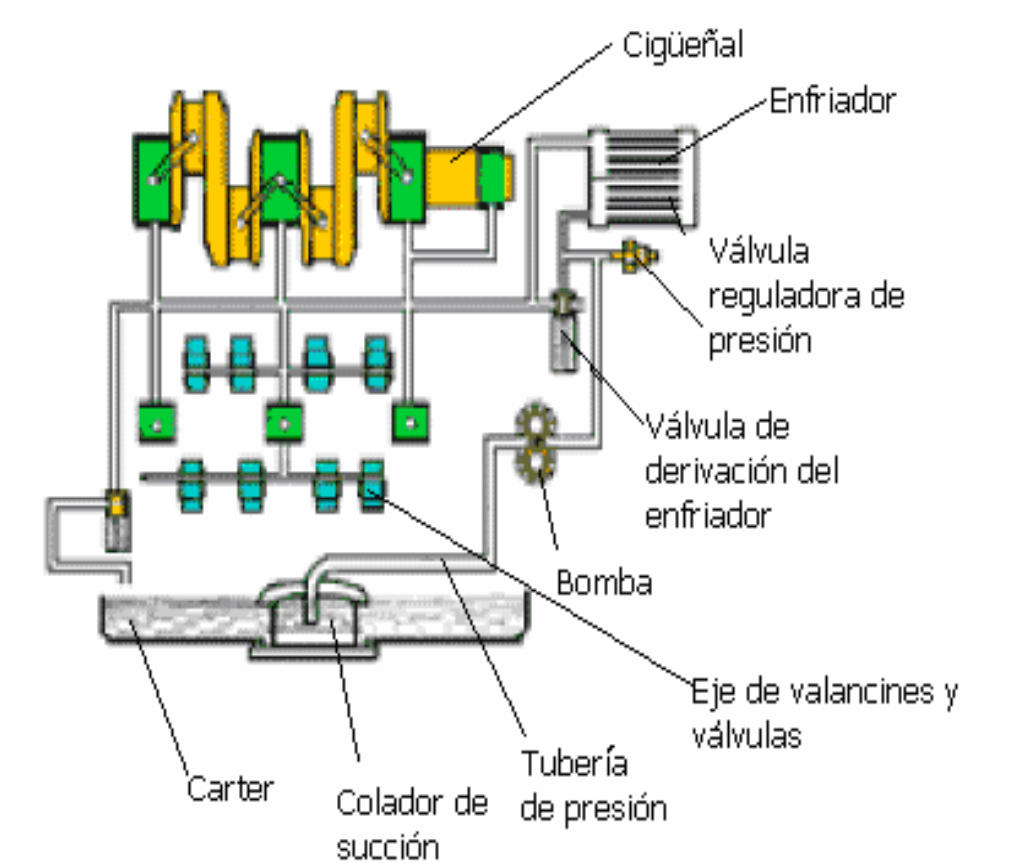
Motor	Voltios	Largo máximo combinado de los cables de batería	Largo máximo combinado de los cables de batería
		2.54 m (100 in)	5.08 m (200 in)
2.4L & 3.0 L	12	# 0	# 000 (ó 2 # 0)
2.9L & 4.5 L	12	# 0	# 000 (ó 2 # 0)
6.8L & 8.1 L	12	# 00	# 0000 (ó 2 # 00)
10.5L & 12.5 L	12	# 000	2 # 000
2.9L & 4.5 L	24	# 4	# 2
6.8L & 8.1 L	24	# 2	# 0
10.5L & 12.5 L	24	# 1	# 000

3.5. Sistema de Lubricación

El sistema de lubricación tiene como función mantener y renovar de forma continua una película de aceite evitando así el contacto directo entre dos piezas que se mueven una respecto a la otra, reduciendo la fricción, lo cual se consigue interponiendo una fina película de lubricante entre estas piezas y además refrigerar mediante el propio lubricante las partes del motor a las que no puede acceder el sistema de refrigeración. Los lubricantes comúnmente empleados son aceites que provienen del refinado del petróleo, debiendo cumplir una serie de requisitos, principalmente relativos a su viscosidad, de acuerdo con la severidad de las condiciones de operación del motor.

Para la lubricación de un motor se deben tener en cuenta dos factores importantes, La temperatura del motor y la distribución adecuada del aceite. La temperatura tan alta que se alcanza en ciertos órganos del motor, pese al sistema de refrigeración, exige que el aceite no pierda sus propiedades lubricantes hasta una temperatura aproximada de 200°C y que el punto de inflamación sea superior a 250°C. La distribución adecuada del aceite en los primitivos motores se hacía por el barboteo o salpicado, esto tenía el inconveniente de que al descender el nivel de aceite por el consumo del mismo, el motor perdía poco a poco su lubricación, llegando a faltarle en algún momento. Estos inconvenientes dieron origen a la adopción del sistema de lubricación forzada a presión, mediante el empleo de bombas instaladas en el cárter.

Figura 8. Diagrama del Sistema de Lubricación



Lo que hace fluir el aceite es la bomba, la cual es de engranajes. Se pueden distinguir varias partes del sistema de lubricación:

- **Colador de succión.** Es el lugar por donde la bomba aspira el aceite del carter. Lleva una rejilla metálica que impide que entren en la bomba restos o impurezas que arrastre el aceite.
- **Eje motriz.** Va unido por un piñón al sistema de distribución del motor que hace funcionar la bomba. Arrastra una bomba de piñones que aspira por el colador de succión y envía el aceite por la tubería de presión.
- **Tubería de presión.** Es la que lleva la presión de aceite al motor.

- **Válvula reguladora de presión.** Su misión es limitar la presión máxima de aceite en el motor. Cuando el aceite está muy frío y viscoso, se puede producir una sobre presión en las líneas de aceite que podría afectar algún componente del motor. Solamente lleva un muelle ajustado a la presión nominal del sistema, que cuando es vencido por un exceso de presión, envía parte del aceite de nuevo al cárter sin pasar por el sistema.
- **Válvula de derivación del enfriador.** Cuando se arranca un motor en frío el enfriador de aceite, debido a la cantidad de aceite que contiene, provoca un aumento del tiempo necesario para que el circuito consiga su presión nominal, con esta válvula conseguimos que el aceite no pase por el enfriador mientras el aceite no alcanza una cierta temperatura.
- **Filtro de aceite.** Es el encargado de quitar las impurezas que el aceite arrastra en su recorrido a través del motor, dependerá del tamaño del motor la cantidad de filtros que este tenga, regularmente son dos, se les conoce como el primario y el secundario, estos filtros no son de igual tamaño, el primero de ellos tiene una entrada mucho más grande, este es el encargado de filtrar las partículas más grandes que el aceite lubricante arrastra, el segundo es un elemento de seguridad que filtra de nuevo el aceite quitando las partículas más pequeñas que contiene el aceite lubricante.

Figura 9. Filtros de Aceite



- **Válvula de derivación del filtro.** Cuando el filtro está muy sucio provoca una restricción de aceite en el circuito que podría dar lugar a una falta de lubricación en el motor. Esta válvula evita el paso de aceite por el filtro en el caso de que este se ensucie demasiado.
- **Válvula de lubricación del turbo cargador.** El turbo necesita con urgencia aceite en cuanto el motor comienza a girar por lo que, para que no se deteriore, la válvula de derivación que lleva en su circuito le da prioridad en el sistema de lubricación.
- **Engrase del eje cigüeñal.** El cigüeñal recibe aceite por los cojinetes de bancada que viene de las líneas de aceite de la bomba a través del bloque del motor, parte de este aceite lubrica los cojinetes de bancada y luego cae al cárter y otra parte se va por el interior del cigüeñal al cojinete de biela para lubricarlo. El cigüeñal por salpicadura lubrica también segmentos y camisas.

- **Lubricación de pistones y camisas.** En ciertos motores existen unos surtidores de aceite que inyectan en la parte inferior de los pistones un chorro de aceite para lubricarlos y refrigerarlos. En otros tipos de motores la propia biela esta perforada y recoge aceite del cigüeñal y lo lleva hasta el bulón del pistón para lubricarlo y a su salida hacer lo mismo con las camisas.
- **Lubricación del árbol de levas y eje balancines.** Pueden ser lubricados por salpicadura de aceite o bien tener un conducto interno que va repartiendo el aceite en cada uno de los cojinetes de apoyo.
- **Respiradero del carter.** Es un filtro que deja escapar al exterior una pequeña cantidad de gases de combustión que se fuga a través de los pistones.
- **Varilla de nivel.** Sirve para comprobar el nivel de aceite en el cárter del motor.

3.6. Equipos de control y medición

Los Grupos Electrógénos tienen un panel de control, este controla el funcionamiento de este en todo momento, lo protege contra posibles fallos durante el funcionamiento. El manual del sistema de control proporciona información detallada del sistema que está instalado en el Grupo Electrógéno.

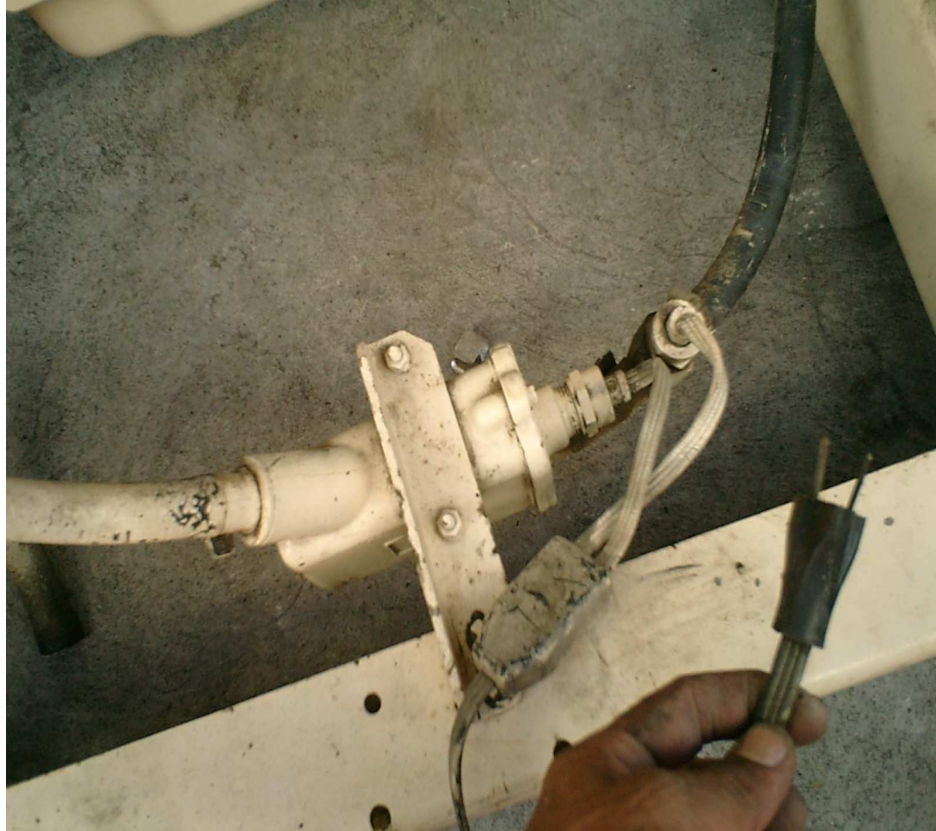
El Interruptor automático de salida esta diseñado para proteger al alternador, se debe tener un interruptor automático de salida adecuado para el modelo y régimen de salida del Grupo Electrógéno con control manual. Para Grupos Electrógénos con control automático se protege el alternador mediante contactores adecuados para el modelo adecuado y régimen de salida.

Existen dispositivos que ayudan a controlar y mantener, de forma automática, el correcto funcionamiento del Grupo Electrógéno. 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". El pick-up es un dispositivo magnético que se instala justo en el engranaje situado en el motor, y éste, a su vez, está 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, por lo tanto, debe haber una correcta distancia entre la punta del pick-up y el engranaje del motor. 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 combustible diesel del motor.

Cuando las condiciones de frío en el ambiente son intensas se dispone de un dispositivo calefactor denominado resistencia de precalentamiento, que ayuda al arranque del motor. Los Grupos Electrónicos refrigerados por aire suelen emplear un radiador eléctrico, el cual se pone debajo del motor, de tal manera que mantiene el aceite a una cierta temperatura. En los motores refrigerados por agua la resistencia de precalentamiento va acoplada al circuito de refrigeración, ésta resistencia se alimenta de 220 VCA y calienta el agua de refrigeración para calentar el motor. Ésta resistencia dispone de un termostato ajustable; en él seleccionamos la temperatura adecuada para que el grupo arranque en breves segundos.

Figura 10. Resistencia de Pre calentamiento



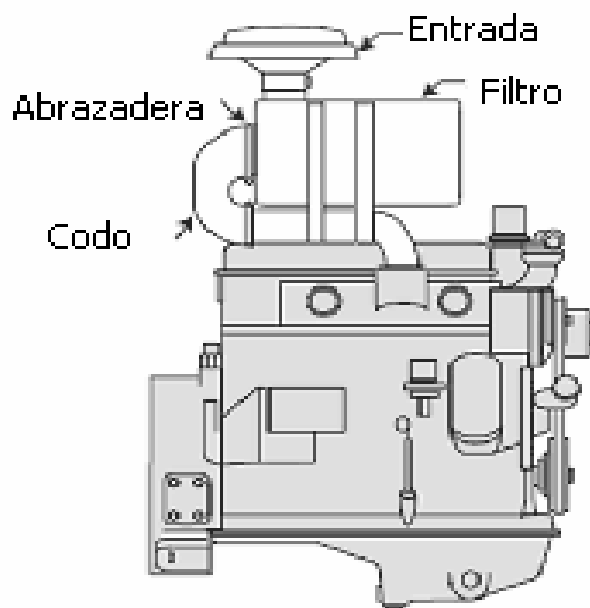
El regulador del motor es un dispositivo mecánico diseñado para mantener una velocidad constante del motor con relación a los requisitos de carga. La velocidad del motor está directamente relacionada con la frecuencia de salida del alternador, por lo que cualquier variación de la velocidad del motor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

3.7. Sistema de admisión de aire

El sistema de admisión consiste de la caja de filtros "si se utiliza", filtro de aire, tubería y conexiones al múltiple de admisión o turbocargador. Un sistema de admisión efectivo provee al motor de aire limpio a una temperatura y

restricción razonables. Remueve del aire los materiales finos como el polvo, arenas, entre otros. También permite la operación del motor por un periodo de tiempo razonable antes de requerir servicio

Figura 11. Sistema de admisión de aire



Un sistema de admisión ineficiente afectará de manera adversa el desempeño, las emisiones y la vida útil del motor.

La restricción de un sistema de admisión con un solo filtro de aire nuevo (limpio) no debe de ser mayor a 12 in. H₂O (3 kPa), valores de restricción de hasta 17 in. H₂O H₂O (4.2 kPa) son aceptables únicamente para filtros con pre-limpiadores.

Las cajas de filtros y filtros en los motores a diesel deben de ser revisados y/o cambiados cuando la restricción en admisión alcanza 25 in. H₂O (6.2 kPa)

Las cajas de filtros de aire de tipo seco son recomendadas para la mayoría de los motores, debido a su tamaño, eficiencia y periodos largos para el mantenimiento. Filtran el aire a través de un elemento reemplazable construido con un papel de alta calidad.

Las cajas de filtros son dimensionadas de acuerdo a los requerimientos de flujo de aire y periodos de mantenimiento deseados. El flujo de aire a máxima potencia y velocidad nominal para cada modelo de motor se debe de verificar en las Curvas de Desempeño del motor.

Para que el motor tenga una vida útil satisfactoria, el elemento filtrante debe de tener una efectividad del 99.9 % al remover las partículas de suciedad del aire, los filtros del tipo húmedo tienen una efectividad del 95%.

Se recomienda las cajas de filtros de dos pasos con pre-limpiadores y elementos de seguridad para motores que se encuentran a la intemperie y/o en ambientes sucios.

Cajas de filtros con un solo elemento, sin elementos de seguridad o pre-limpiadores pueden usarse en motores instalados en un cuarto o en ambientes relativamente libres de polvo, como algunas plantas de generación.

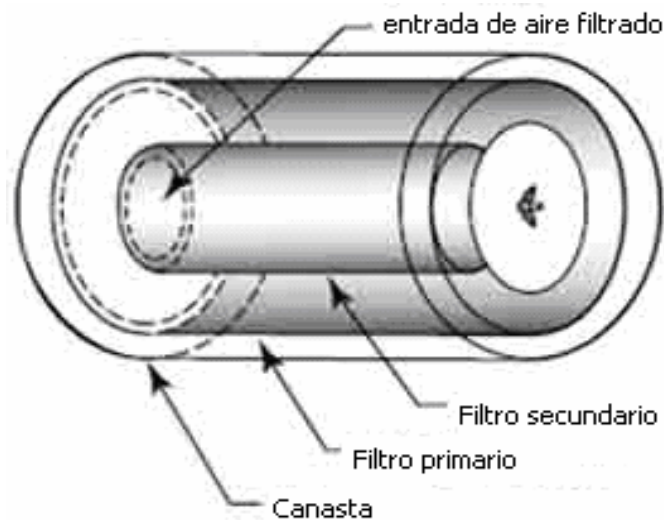
Todas las cajas de filtros usadas fuera de un cuarto deben de estar equipadas con mallas de protección para prevenir la entrada de roedores o insectos que pudieran dañar el papel de los filtros.

Un pre-limpiador incrementa la capacidad de tolerancia a ambientes adversos de un sistema de admisión mediante la remoción de un alto porcentaje del polvo antes de que éste entre al elemento filtrante. Un diseño común de pre-limpiador utiliza unas aletas o algún otro sistema para dirigir el aire y de manera centrífuga separar el polvo del aire de admisión antes de llegar al filtro primario. El polvo y contaminación recolectadas por el pre-limpiador generalmente son expulsadas de manera manual.

Algunos diseños de pre-limpiadores, más caros, expelen automáticamente el contaminante a través de un tubo aspirador conectado al sistema de escape.

Las cajas de filtros con dos elementos, que contienen un filtro de seguridad "filtro secundario" dentro del filtro principal "filtro primario", son recomendadas para la mayoría de las aplicaciones. El filtro de seguridad se mantiene sin cambiar durante varios cambios de filtros y asegura que el polvo no entre al múltiple de admisión.

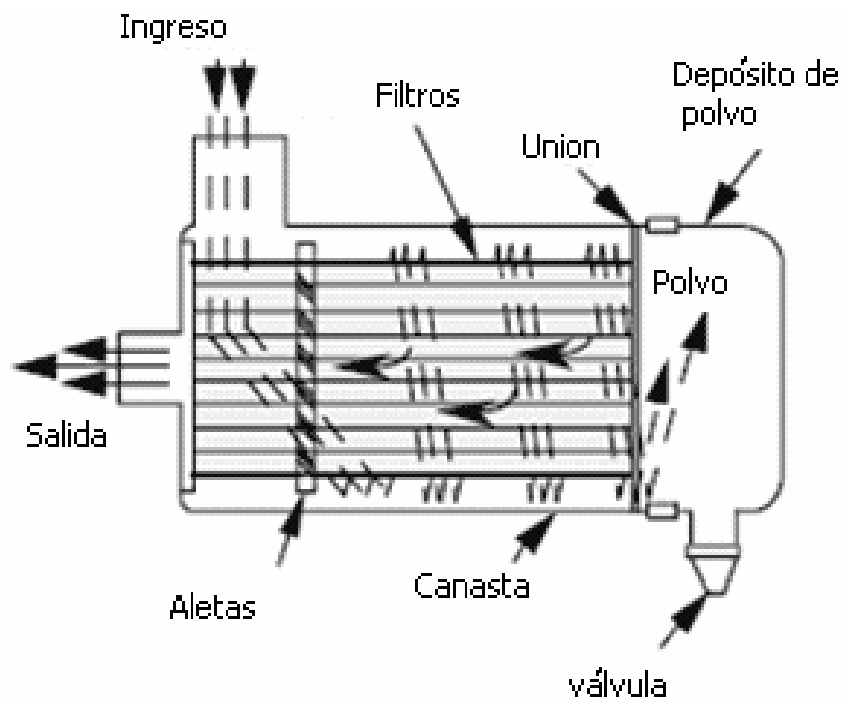
Figura 12. Filtro de aire primario y secundario



La pre-limpieza del aire se logra dirigiendo el aire de admisión a través de un tubo de entrada forzándolo a que tenga un movimiento centrífugo a alta velocidad mediante unas aletas anguladas. Algunos

filtros crean el movimiento centrífugo poniendo el tubo de entrada descentrado. Conforme el aire circula alrededor del filtro, el 80 ó 90% del polvo es llevado a través de una ranura hasta el deposito de polvos. En este punto el polvo es removido a través de una válvula.

Figura 13. Flujo del aire a través del filtro



4. ASPECTOS TÉCNICOS EN LA SELECCIÓN DEL EQUIPO ELECTRÓGENO

4.1. Tipo de generador

El tipo de generador se seleccionara tomando en consideración la demanda requerida, si esta es inferior a los 10 kilovatios el generador debe de ser monofásico pero si la demanda es mayor a los 10 kilovatios este tendrá que ser trifásico. También deberá de tomarse en cuenta el equipo que hará funcionar, si por ejemplo se requiere para motores que tengan giro hacia ambos sentidos se deberá emplear un generador de tipo trifásico, aun con este requerimiento los generadores trifásicos suelen construirlos en capacidades superiores a los 10 kilovatios. Todos los generadores trifásicos tienen la posibilidad de cambiarse de configuración eléctrica, así que se podrá conectar el generador en varios tipos de conexiones y voltajes utilizados en el medio, este será otra factor a considerar en la selección del tipo de generador, en ocasiones el equipo se requiere para equipos de audio e iluminación, estos por su gran demanda de carga requieren un equipo de tipo trifásico, los equipos de iluminación requieren 240 voltios para su funcionamiento, pero los controladores de estos requieren solo 120 voltios para funcionar, al igual que los equipos de audio funcionan nominalmente con 120 voltios de intensidad, pero estos últimos no deben de mezclarse con cargas de iluminación, por eso se requiere balancear la carga, evitando que ruidos producidos por el encendido constante de las luces se introduzcan a la pista de audio, regularmente estos se conectan así, una fase al equipo de audio y las dos fases restantes al equipo de iluminación, entonces se empleara una conexión estrella de bajo voltaje en el generador.

Cuando se requiere hacer funcionar muchos equipos rotativos como motores, estos requieren un tipo de conexión en delta, esta conexión entrega

un voltaje de referencia para facilitar el arranque de los motores, el voltaje que se entrega en las tres fases no es igual, en una de las fases, la de referencia suele ser de 180 voltios, hay que tener cuidado al momento de conectar los equipos monofásicos a esta fase. En este tipo de conexión el voltaje entre líneas es de 240 voltios, así que esta conexión se recomienda para equipos que funcionen con este voltaje, se pueden conectar equipos que trabajen con 120 voltios pero solo en las líneas de los extremos.

Ya que el generador de doce puntas reconectable nos da la ventaja de elegir el tipo de conexión mas adecuada para cada uso, es el generador mas empleado en el medio, existen otros tipos de generadores un ejemplo de ello son los de seis puntas, estos suelen venir en voltajes altos y vienen contruidos así desde la fabrica, estos no pueden ser reconectados y hay que utilizar bancos de transformadores para reducir el voltaje. Estos generadores de 6 puntas vienen en capacidades por arriba de los 800 kw, son equipos muy grandes y pesados, esto dificulta su traslado, en la empresa Armco las capacidades de los equipos están en el rango de 3.5 kw hasta los 300 kw, son equipos acondicionados para poder ser trasladados para cualquier lugar con cierta facilidad, las demandas solicitadas por los clientes suelen ser por debajo de 500 kw, así que no se tomara en cuenta otro tipo de generador que no sea el trifásico reconectable o el monofásico por debajo de los 10 kw. Los generadores no importando su marca viene contruidos con muchas similitudes y cada uno de ellos en su interior tienen indicaciones, diagramas, y rangos de operación, los cuales hay que tomar en consideración al momento de utilizarlos. Sin embargo como referencia general se darán a conocer a continuación las conexiones mas comunes en los generadores, y aunque las puntas estén identificadas de otra en manera en los generadores servirá como referencia básica.

4.2. Conexiones eléctricas y voltajes requeridos

Todos los grupos electrógenos de 12 terminales son reconectables. Las conexiones que a continuación se mostraran son las más utilizadas, el voltaje de salida cambiara de acuerdo a la conexión elegida por el usuario. El voltaje se podrá ajustar dentro del rango de frecuencia en que se encuentre, en nuestro medio la frecuencia utilizada es de 60 hertz, pero hay ocasiones en donde la maquinaria trabaja en una frecuencia de 50 hertz regularmente los equipos Europeos trabajan a esta frecuencia. El voltaje también puede regularse en el potenciómetro de ajuste fino que ese encuentra en el panel de control, en este potenciómetro se puede ajustar el voltaje entre el rango de -5% a +5% del voltaje de salida. Al momento de realizar el cambio de configuración del generador hay que cambiar también en el panel de control el indicador de bajo y alto voltaje, es importante para el usuario saber cual de las dos escalas de los medidores esta en funcionamiento en ese momento. Suele ser que los paneles de control tienen dos escalas en cada uno de los medidores de corriente y de voltaje, así que se emplea un dispositivo luminoso en este mismo panel para saber cual de las dos escalas esta en funcionamiento. Hay generadores que no emplean este tipo de indicadores, y el cambio de rango lo hacen de forma automática, o bien los controladores son de tipo electrónico y no requieren dichos cambios.

Nótese que en cada diagrama existen doce terminales identificadas con la letra T, estas están acompañadas de un numero de uno a doce, el diagrama indica cual de ellas tiene que ser conectada entre si, El punto negro en los diagramas indica que existe conexión eléctrica fija.

En los diagramas se puede observar una dona identificada con las letras CT estos son los controladores de corriente del generador, existen tres de estos y se emplean en cada una de las líneas. Se puede notar en el diagrama que el alambre los atraviesa por en medio y en la práctica hay que hacerlo de esa forma, ya que estos emplean el campo magnético que se genera alrededor del conductor cuando este es atravesado por una corriente para medir esta.

Hay en los diagramas cuatro salidas identificadas con la letra L estas van numeradas desde el cero hasta el tres, estas son las líneas y tres de ellas son vivas y una se le conoce como neutra, estas puntas deben de conectarse luego al Flip-On que cada equipo posee, el neutro se conectara a un punto sólido en el chasis o bien a una Terminal plenamente identificada para este uso.

Hay que tener sumo cuidado al momento de identificar las terminales, el error mas común a la hora de reconectar los generadores es confundir el número seis con el número nueve, para evitar esto los fabricantes han colocado una línea en la parte inferior de cada uno de estos números. No hay forma de evitar el daño, si estas puntas están equivocadas, al momento de arrancar el equipo sufriría daños muy graves. Se recomienda revisar estas conexiones tres veces y mejor si lo hacen dos personas simultáneamente con diagrama en mano.

Las conexiones de las puntas tienen que estar adecuadamente aisladas y protegidas, se recomienda utilizar pernos en la unión de estas terminales, las doce puntas deben de tener una Terminal de cobre con agujero para ayudar la conexión de estas. Como estos generadores son reconectables se recomienda utilizar cintas de hule de aproximadamente 1 pulgada de ancho y como de dos pies de largo para aislar las puntas, luego de colocar esta cinta de hule se

recomienda rematarlo con cinta aislante, esta tiene que estar bien ajustada y debe de cubrir todo el hule y parte del cable.

Recuerde colocar a través de los CT los conductores indicados en el diagrama, elija con cuidado la conexión a utilizar, revise con mucho detalle los diagramas y luego de haber realizado todos los cambios y aislar bien las conexiones, que alguien revise nuevamente los cambios hechos, puede resultar fastidioso, pero el realizarlo de esta manera le puede evitar muchos problemas.

Antes de realizar cualquier modificación tiene que desconectarse la batería del equipo, empezando por el borne negativo, esto evitara que por error o de forma automática este pueda arrancarse.

Figura 14. Conexión Delta

240/120 voltios tres fases, 4 líneas.

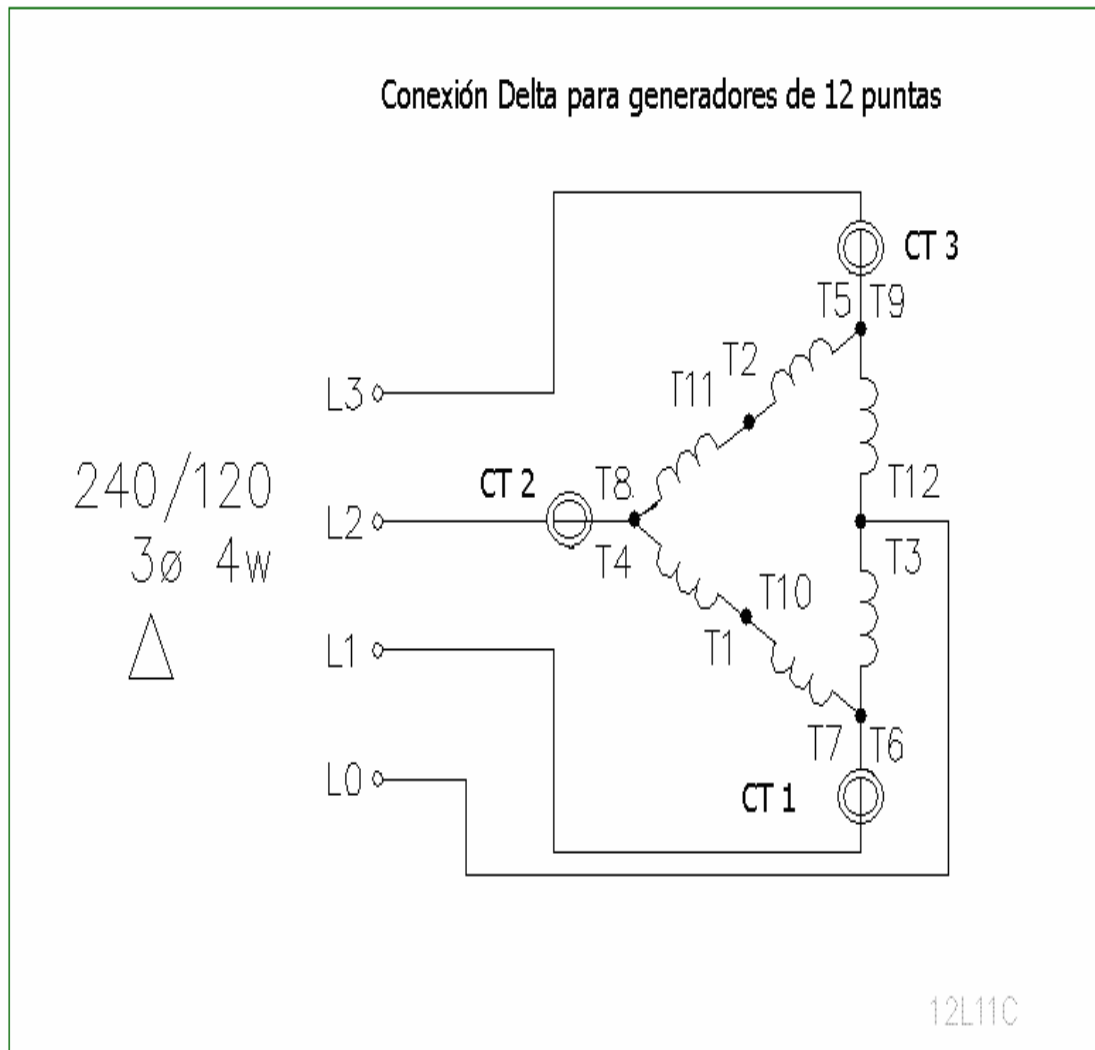


Figura 15. Conexión Estrella

208/120 voltios en tres fases, 4 líneas.

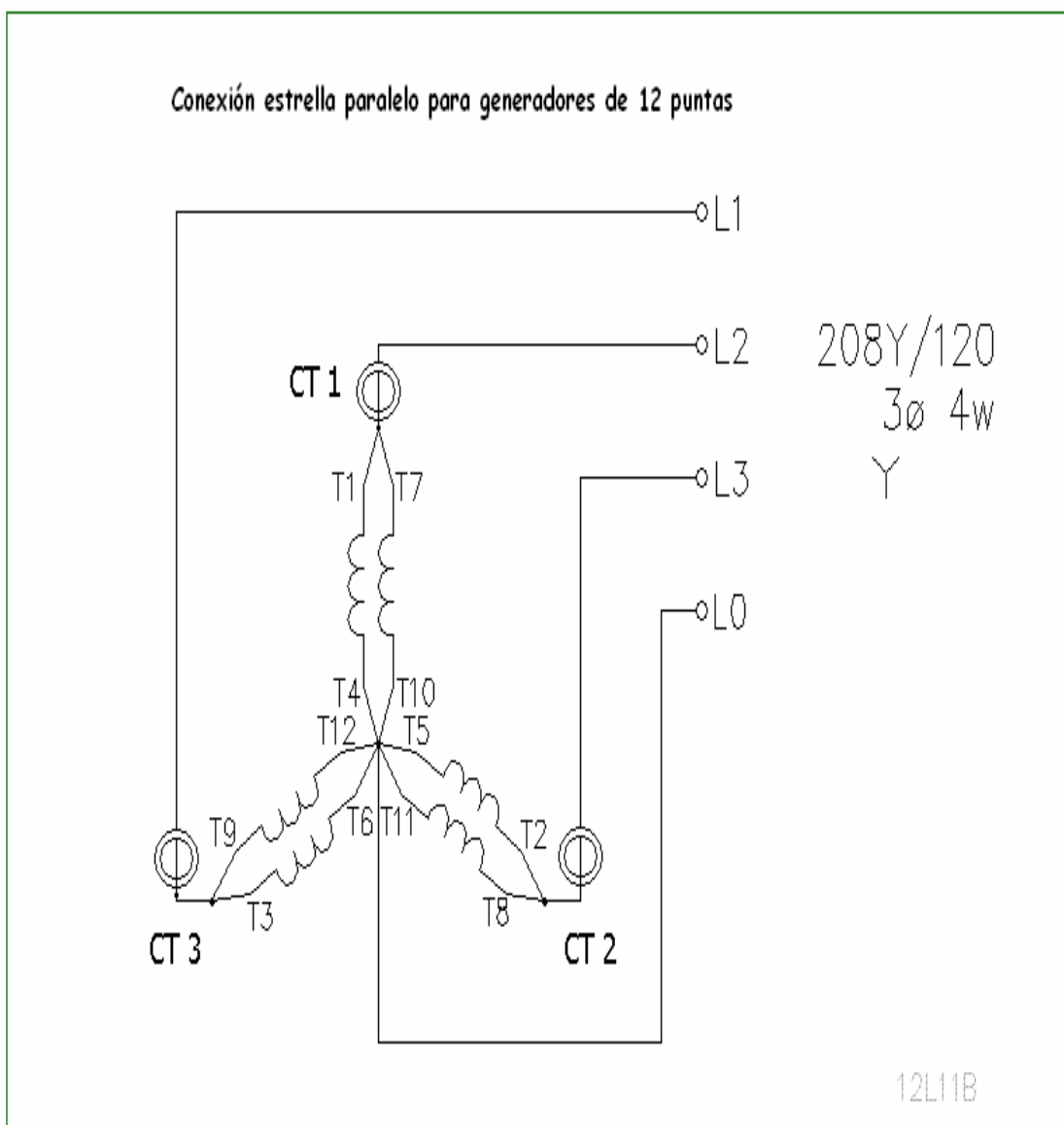
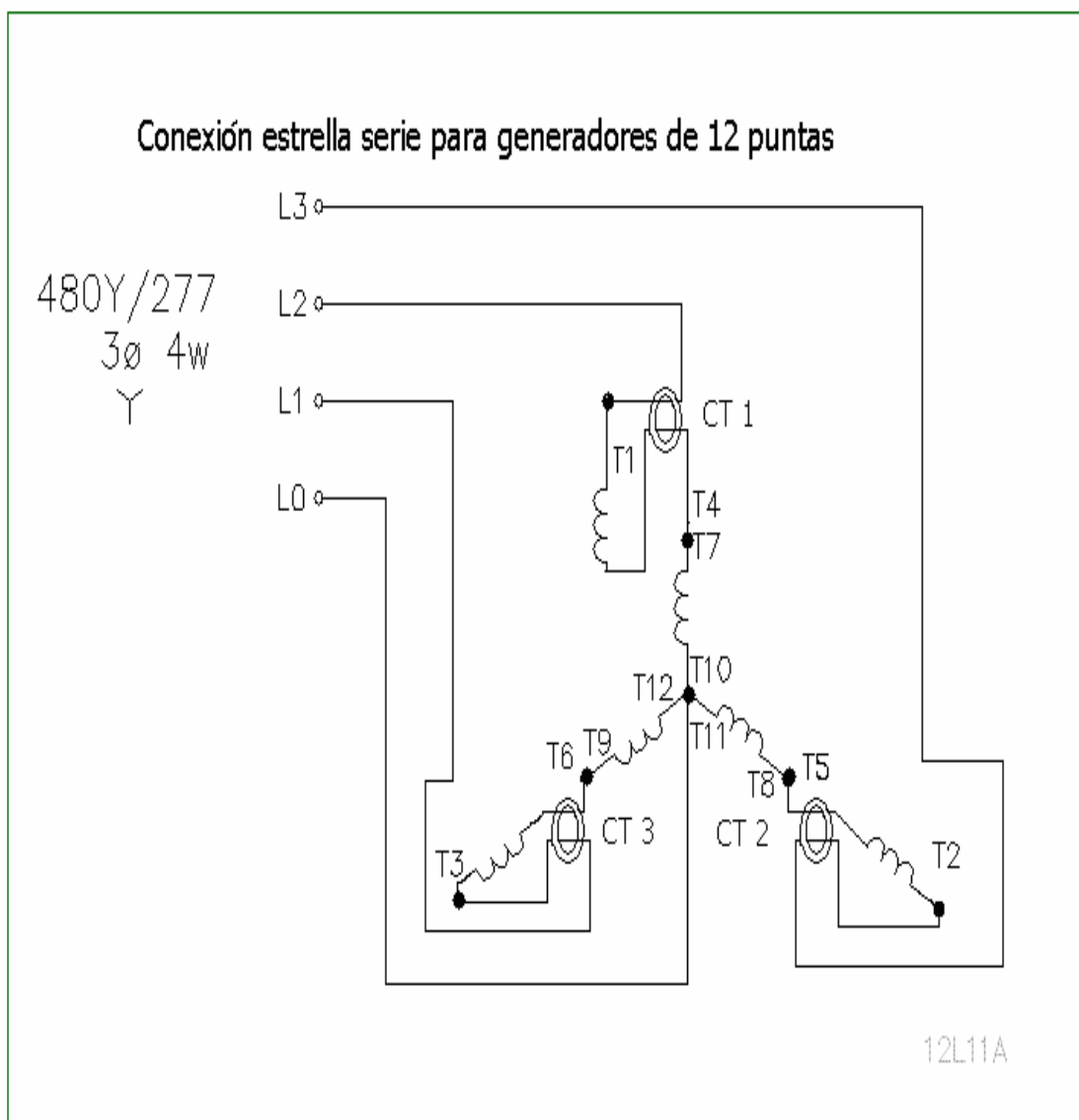


Figura 16. Conexión Estrella Alto Voltaje
480/277 voltios tres fases, cuatro líneas.



4.3. Cálculo de cargas

Factor de potencia

El factor de potencia lo determina la carga conectada. EL factor de potencia indicado en las placas de los generadores relaciona simplemente los kilovoltioamperios nominales del generador con los kilovatios nominales del motor.

$$\mathbf{kW = pf \times kVA}$$

$$\mathbf{kW (motor) = \frac{hp (motor) \times 0.746}{\text{Eficiencia del generador}}}$$

Eficiencia del generador

De esta manera, la potencia en kilovatios del motor es igual a la potencia del motor en caballos multiplicada por 0.746 y la eficiencia del generador.

Matemáticamente, el factor de potencia es igual al coseno del ángulo de desfase de la corriente. Si por el ejemplo el desfase de la corriente con respecto a la tensión fuera de 60°, el coseno de ese ángulo es de 0.50, el factor de potencia en este caso sería igual al 50%.

La NEMA "*National Electric Manufactures Association*" sugiere un factor de potencia nominal de 0.8 para generadores estándar. Las aplicaciones comerciales combinan las cargas del motor con las cargas de la calefacción y alumbrado, por ello, se pueden suponer un factor de potencia comprendido entre 0.8 y 0.9.

Cargas trifásicas / monofásicas

Los generadores trifásicos suministran, a menudo, corriente trifásica y monofásica simultáneamente. Los sistemas de distribución se compensan si las tres fases del generador suministran la misma corriente. Añadiendo cargas monofásicas se crea un desequilibrio, a menos que éstas se distribuyan equitativamente en las fases del generador.

Puede que no sea práctico compensar cargas monofásicas pero, el desequilibrio no es perjudicial si no se excede la corriente nominal. La compensación de cargas monofásicas dentro del 10% entre las tres fases permite utilizar la potencia nominal total. Los generadores conectados en estrella pierden un 58% de las kilovatios nominales cuando la carga consiste en una carga monofásica conectada línea a línea; y un 33% cuando se conecta línea neutro. El desequilibrio total aumenta la tolerancia de tensión constante en un $\pm 5\%$.

Alumbrado

Las características nominales de las lámparas de luz incandescentes son la tensión y la potencia y operan con corriente alterna o continua ya que el factor de potencia es la unidad. La intensidad que circula por una de estas lámparas se calcula dividiendo la potencia por la tensión especificada se entrada.

$$A = W/V$$

Las lámparas fluorescentes también se clasifican según su voltaje ó tensión y potencia en watts. A causa de su transformador elevador, estas lámparas tienen un factor de potencia ligeramente más bajo de 0.95 a 0.97.

Motores

Los motores eléctricos de corriente alterna representan cargas inductivas con factores de potencia entre 0.5 y 0.95, según el tamaño, tipo y carga. La excepción son los motores síncronos porque tienen factores de potencia iguales a uno. Los motores absorben corrientes de arranque dos a ocho veces mayor que la corriente normal de funcionamiento. La carga mecánica en el motor no cambia la corriente máxima de arranque, pero si determina el tiempo necesario para que el motor alcance la velocidad nominal y para que la corriente disminuya a su valor normal de funcionamiento. Si se aplica demasiada carga a los motores, es posible que no puedan arrancar o funcionen a menos velocidad. Se deber tomar en cuenta la corriente de arranque y funcionamiento al analizar los Kilo volts-amperios "KVA" totales.

Motores de Inducción

Los motores de inducción son los más comunes. Se usan en aplicaciones tanto monofásicas como trifásicas. Por lo general, se especifican los motores trifásicos cuando las cargas exceden 1 hp debido al costo, simplicidad, eficiencia y gastos de servicio que éstos representan.

Los motores con una potencia nominal de un 1 hp o menos son, por lo general, monofásicos de varios diseños. Hay cuatro tipos generales:

Tabla II. Tipos de motores de inducción

Tipo	Caballos	Kva/hp *
Fase dividida	Hasta 1/3	12.5
Repulsión - Inducción	Hasta 2	6
Arranque del capacitor	Hasta 2	7.5
Arranque y marcha del capacitor	Hasta 2	7.5

*Nota. Estos valores se aplican al operar con generadores monofásicos o cuando la carga esta repartida en generadores trifásicos. El desequilibrio de las cargas de generadores trifásicos debe evitarse en lo posible. Siempre que sea práctico, los motores monofásicos deben colocarse en la fase o fases reguladas del generador.

Motores tipo jaula de Ardilla

La mayoría de los motores trifásicos son del tipo jaula de ardilla. La *National Electric Manufacturers Association* "**NEMA**" utiliza dos métodos de identificación: por diseño y por código. Las placas de los motores, normalmente, llevan estas dos designaciones. Los diseños de NEMA más comunes son los siguientes:

Tabla III. Diseños NEMA más comunes de motores

Diseño	Tipos	Usos típicos
B	Par de arranque normal, baja corriente de arranque	Ventiladores, sopladores arrancados sin carga, bombas centrifugas, generadores.
C	Alto par de arranque, baja corriente de arranque, deslizamiento moderado a plena carga	Compresores alternativos arrancados con carga, transportadores, elevadores alto par de arranque, quebrantadoras arrancadas con carga, bombas de desplazamiento positivo
D	Alto par de arranque, baja corriente de arranque, mucho deslizamiento	Astilladoras y prensas punzonadoras

Rotor devanado (anillo colector)

Los motores del rotor devanado utilizan anillos colectores para conectar los devanados del motor. Normalmente estos motores se arrancan con un factor de potencia casi igual a la unidad y la corriente de arranque se limita al 130 % de la corriente de operación nominal. Se utilizan en equipos que arrancan con grandes cargas o para operaciones de velocidad variable. Como no tiene letra de código, el rendimiento exacto de operación se debe obtener de la placa del motor o del fabricante.

Síncronos

Los motores síncronos mantienen una velocidad constante, sincronizada con la frecuencia de la línea. Raramente tienen potencias inferiores a 40 hp. El factor de potencia de los motores síncronos es función de la carga y la excitación. Algunos producen factores de potencia en servicio a plena carga para mejorar el factor de potencia total del sistema. Los motores síncronos arrancan como los motores de inducción, de modo que deben haber capacidad suficiente disponible para satisfacer las demandas de corriente de arranque.

De corriente continua

Los motores que funcionan con corriente continua se utilizan en casos donde se necesite un control de velocidad o una capacidad de arranque con grandes cargas o donde otros elementos del sistema requieran una fuente de corriente continua. La eficiencia de plena carga varía entre el 86 y 92%.

Arranque de motores eléctricos

En el momento de arrancar, los motores con carga o sin carga, absorben varias veces su corriente nominal. Esta corriente de rotor frenado o kVA de

arranque (SKVA). El SKVA se puede calcular a partir de la corriente de rotor frenado.

$$\text{SKVA} = \frac{\text{Voltaje x Amperaje x 1.732}}{1000}$$

La intensidad de irrupción que recibe el motor produce una caída rápida de la tensión. En la mayoría de los casos es aceptable un 30% de caída de tensión, según sea el equipo conectado a la línea. Se debe identificar el nivel de caída con un osciloscopio. Los medidores convencionales o registradores mecánicos son muy lentos para captar este valor.

Los motores eléctricos pueden consumir más potencia que los kilovatios nominales durante el arranque y aceleración a la velocidad de régimen. Los motor conectados directamente a dispositivos centrífugos de gran inercia o a compresores de movimiento alternativo cargados pueden causar fluctuaciones serias de frecuencia y necesitan más tiempo hasta alcanzar la velocidad de régimen. Por lo general, los motores tienen bajos factores de potencia que oscilan entre 0.3 a 0.4 durante el arranque. La carga del motor se calcula de la siguiente manera:

$$\text{kW} = \text{kVA de arranque} \times \text{factor de potencia}$$

Aunque los motores sin carga requieren una corriente de irrupción mas alta (SKVA), en los generadores durante el arranque , la carga en kilovatios del motor es, por lo general, muy baja y se puede omitir.

Si el arranque del motor eléctrico es un problema, cambien el orden de arranque, inicie primero con los motores más grandes. Hay mas kVA disponibles

para el arranque, aunque no proporcione un mejor tiempo de recuperación de la tensión.

El grupo electrógeno debe tener la capacidad de kVA de arranque para limitar la caída de tensión. Si no se puede determinar los valores reales de la corriente de arranque del motor, se puede establecer esta corriente a un 600% de la corriente nominal a plena carga.

Transformador

Al activarse, los transformadores tienen propiedades inductivas similares a los motores con corrientes iniciales a ocho a diez veces mayores que las nominales. Para controlar las variaciones de tensión en equipos muy sensibles, la capacidad en KVA de los generadores propuestos se debe incluir el arranque de esta carga bajo factor de potencia.

Computadoras

Cuando las computadoras forman parte de la carga, la calidad de la corriente necesaria debe ser especificada por el fabricante de la computadora antes de diseñar el sistema de alimentación. Como recomendación, se deben evitar motores de gran SKVA en las líneas de alimentación de computadoras.

Equipos de comunicación

Los equipos de comunicación incluyen amplias variedades de dispositivos electrónicos para la transmisión de información. Los mas comunes son los equipos de radio y televisión, incluyendo unidades de estudio y transmisores, equipos telefónicos y retransmisores de microondas. En general la corriente de alimentación de todos los dispositivos pasa por transformadores. Por lo tanto, el

factor de potencia es ligeramente inferior a la unidad. La mayoría de los equipos toleran variaciones de frecuencia de un - 5% a +5%, excepto en casos en que se usen dispositivos síncronos. Normalmente, son aceptables variaciones de tensión de un -10% a +10%, ya que los circuitos electrónicos sensibles a las variaciones de tensión contienen dispositivos internos de regulación de tensión.

La alimentación para sistemas telefónicos complejos se suministra, frecuentemente, a partir de las redes eléctricas de los edificios. Como las operaciones telefónicas pueden ser esenciales para la seguridad pública, algunas unidades están conectadas a fuentes de alimentación de emergencia. Las especificaciones de estabilidad de tensión y frecuencia para los equipos telefónicos no son muy rigurosos, pero, los cargadores de baterías de estado sólido perturban los servicios de verificación del sistema.

Equipos de rayos X

Aunque estos equipos típicamente requieren tensiones muy altas, el consumo de corriente es pequeño. Los KVA totales a un factor de potencia próximo a la unidad resultan en una baja demanda de carga en KW.

Estas cargas, por lo general, representan solo una pequeña parte de la carga del grupo electrógeno, de modo que las radiografías no se ven afectadas. Al activar los equipos de rayos X, las KVA de irrupción deben producir una caída de tensión menor del 10% para mantener la calidad de la radiografía.

4.4. Obtención del generador equivalente a la carga

Se debe solicitar información previa antes de seleccionar el grupo electrógeno mas conveniente para cada situación, se debe solicitar datos técnicos tales como el voltaje requerido, amperaje total en hora pico, conexión eléctrica requerida, tipo de maquinaria a la que se le suministrara la energía,

horas de uso, ambiente al cual se someterá el equipo, entre otros. Toda esta información tiene mucho valor para la selección correcta, el dejar a un lado un detalle puede causar inconvenientes, se sugiere, si es posible hacer una visita previa al lugar en donde se instalará el equipo.

Estas fórmulas eléctricas le ayudaran en el cálculo de valores, esta información le será útil al momento de elegir el grupo electrógeno mas conveniente para cada situación. Algunos de los datos se pueden obtener directamente de los equipos, cada equipo posee una placa de información técnica, regularmente esta anotado el voltaje de operación, el amperaje, la frecuencia, si es motor los hp, el factor de potencia, la eficiencia, entre otros datos útiles, si estos valores no están disponibles se pueden obtener a través de aparatos de medición eléctrica como voltímetros o amperímetros debidamente. Si es necesario deberá aplicar una de estas fórmulas para la obtención de la carga, luego sume las cargas de cada uno de los equipos y obtenga un valor total de carga, este valor le ayudara a elegir el equipo mas conveniente.

Tabla IV. Fórmulas eléctricas comunes

	Una fase	3 fases
Amperes conociendo hp	$\frac{HP \times 746}{E \times N \times f.p}$	$\frac{HP \times 746}{1.73 \times E \times N \times f.p}$
Amperes conociendo KW	$\frac{KW \times 1000}{E \times f.p}$	$\frac{KW \times 1000}{1.73 \times E \times f.p}$
Amperes conociendo KVA	$\frac{KVA \times 1000}{E}$	$\frac{KVA \times 1000}{1.73 \times E}$
KW	$\frac{I \times E \times f.p}{1000}$	$\frac{I \times E \times f.p \times 1.73}{1000}$
KVA	$\frac{I \times E}{1000}$	$\frac{I \times E \times 1.73}{1000}$
Potencia en la flecha	$\frac{I \times E \times N \times f.p}{746}$	$\frac{I \times E \times 1.73 \times N \times f.p}{746}$
HP		
Factor de Potencia	$\frac{W}{E \times I}$	$\frac{W}{1.73 \times E \times I}$

I = Corriente en amperes
 E = tensión en volts
 N = Eficiencia expresada en decimales
 HP = Potencia en *Horse Power*
 f.p = Factor de potencia

KW = Potencia en Kilowatts
 KVA = Potencia aparente en Kilovoltamperes
 W = Potencia en watts

5. MANTENIMIENTO DEL GRUPO ELECTRÓGENO

5.1. Mantenimiento del motor

Todos los motores incluyen un manual de operación para su correcto mantenimiento el cual hay que tomarlo en cuenta antes de proceder a realizar cualquier operación, sin embargo es conveniente mencionar los aspectos principales para un buen mantenimiento del motor.

El control del nivel de aceite debe de realizarse con el motor nivelado horizontalmente, se debe asegurar que el nivel está entre las marcas MIN y MAX de la varilla, es recomendable que este nivel se encuentre a tres cuartos del rango. Si el motor esta caliente habrá que esperar entre 3 y 5 minutos después de parar el motor.

El aceite y los filtros de aceite deben de ser cambiados respetando siempre el intervalo de cambio recomendando por el fabricante. Debe de usarse el aceite y los filtros recomendados por el fabricante. El aceite y los filtros deben de sustituirse al mismo tiempo.

Hay que limpiar las fijaciones del filtro para que no caiga dentro suciedad al instalar el filtro nuevo. Al quitar los filtros compruebe que no queden los empaques o juntas viejas en el motor, llene los nuevos filtros con aceite del motor si estos están colocados en posición vertical y lubrique con unas gotas de aceite las juntas. Atornille el filtro a mano hasta que la junta toque la superficie de contacto, después gire otra media vuelta, pero no más. Añada aceite hasta el nivel correcto, no debe sobrepasar el nivel de la marca MAX.

Luego arranque el motor y compruebe que no hay fugas de aceite alrededor del filtro, si es necesario añada más aceite. Haga funcionar el motor a temperatura normal de funcionamiento.

El filtro del aire debe sustituirse cuando el indicador del filtro así lo indique. El grado de suciedad del filtro del aire de admisión depende de la concentración del polvo en el aire y del tamaño elegido del filtro. Por lo tanto los intervalos de limpieza no se pueden generalizar, sino que es preciso definirlos para cada caso individual.

Las fajas de elementos auxiliares deben de inspeccionarse y ajustarse después de haber funcionado el motor, cuando las fajas están calientes. Afloje los tornillos antes de tensar las fajas del alternador, las fajas deberán ceder 10 mm entre las poleas. Las fajas 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.

El sistema de refrigeración debe llenarse con un refrigerante que proteja el motor contra la corrosión interna y contra la congelación si el clima lo exige, la cantidad que debe emplearse varía según el tamaño del motor, por lo regular se debe de llenar una pulgada por abajo del cuello en donde se coloca el tapón. Nunca utilice agua sola, los aditivos anticorrosión se hacen menos eficaces con el tiempo, por eso el refrigerante debe sustituirse. El sistema de refrigeración debe lavarse al sustituir el refrigerante. Consulte en el manual del motor el lavado del sistema de refrigeración.

Los filtros de combustible deben sustituirse periódicamente para evitar la contaminación en el sistema de inyección de combustible. La sustitución de estos debe llevarse a cabo con el motor frío para evitar el riesgo de incendio

causado por el derrame de combustible sobre superficies calientes. Al quitar los filtros, lubrique la junta del filtro con un poco de aceite, enrosque el filtro a mano hasta que la junta toque la superficie de contacto, después apriete otra media vuelta, pero no más. Purgue el sistema de combustible, para evitar que quede aire dentro del sistema. Se debe de purgar el sistema de combustible cada vez que cambie los filtros o bien cuando se quede sin combustible.

Cuando los generadores están provistos de filtros de aire, se requiere una inspección y mantenimiento periódico de los mismos.

Sistema de enfriamiento: Tome extrema precaución ya que la salida violenta de refrigerante bajo presión puede causar quemaduras graves. Si requiere revisar el nivel de refrigerante debe apagar el motor, espere que este enfrié, luego quite el tapón del radiador, hasta que este lo suficientemente frío para sujetarse con la mano. Afloje lentamente el tapón hasta su primer tope para aliviar la presión antes de quitarlo del todo.

Mantenga el nivel correcto de refrigerante dentro del radiador, no lo llene hasta el extremo, recuerde realizar esta operación con el motor apagado y despresurizado el sistema, se puede realizar esta operación antes de poner en marcha el motor, siempre y cuando este frío.

Evite que la suciedad obstruya el paso libre del aire a través del radiador, si este esta sucio elevara la temperatura del motor y el sistema no será eficiente.

Las fajas del ventilador deben revisarse y ajustarse de ser necesario, cambie las fajas si estas presentan daño o desgaste excesivo.

Revise en forma periódica que las mangueras y abrazaderas se encuentren en buenas condiciones, correctamente ensambladas y ajustadas. Ajuste las abrazaderas en el caso de que haya indicios de fugas, cambie las mangueras si tienen grietas.

Figura 17. Mangueras del sistema de enfriamiento



5.2. Mantenimiento del generador

Durante el mantenimiento preventivo, se recomienda la atención periódica al estado de los devanados caso especial cuando los generadores han estado inactivos durante un largo tiempo, también se recomienda la atención al estado de los cojinetes. Para los generadores con escobillas se habrá de revisar el desgaste de las escobillas y la limpieza de los anillos rozantes.

Se puede determinar el estado de los devanados midiendo la resistencia de aislamiento a neutro, es decir, la resistencia óhmica que ofrece la carcasa de la máquina respecto a neutro. Esta resistencia se altera cuando hay humedad ó suciedad en los devanados, por lo tanto, la medición de aislamiento del generador nos indicará el estado actual del devanado. El aparato utilizado para medir aislamientos es el megóhmetro o Megger. La AVR (regulador automático del 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. Es difícil asegurar cuánto es el valor de la resistencia de aislamiento de un generador, pero como norma a seguir se utiliza la fórmula: **$R(\text{resistencia en MegaOhmios}) = \text{Tensión nominal en V.} / \text{Potencia nominal KW} * 1000$** siempre y cuando la máquina esté en caliente, es decir, en pleno funcionamiento.

Para medir la resistencia de aislamiento se conecta el polo positivo del megóhmetro a uno de los bornes del motor y el negativo a su masa metálica; hacemos mover la manivela del megóhmetro si la tuviera, ya que existen megóhmetros digitales, y se observará que la aguja se mueve hacia una posición de la escala hasta que se nota que resbala y en ese mismo momento se lee directamente la resistencia de aislamiento en la escala del aparato. Durante la medida, el generador debe separarse totalmente de la instalación, desconectándose de la misma. Si la resistencia de aislamiento resulta menor que la propia resistencia del devanado, sería imprescindible secarlos.

Se puede llevar a cabo el secado dirigiendo aire caliente procedente de un ventilador calentador o aparato similar a través de las rejillas de entrada y/o salida de aire del generador, aunque otro método rápido y eficaz sería el secado mediante un horno por calentamiento de resistencias. Alternativamente, se pueden cortocircuitar los devanados del estator principal, provocando un cortocircuito total trifásico en los bornes principales con el grupo electrógeno en marcha. Con este método se consigue secar los bobinados en muy poco tiempo, aunque para ello debe consultarse el método y la forma de realizarlo según el tipo de alternador en su correspondiente manual.

Todos los cojinetes son de engrase permanente para un funcionamiento libre de mantenimiento. Durante una revisión general, se recomienda, sin embargo, comprobarlos por desgaste o pérdida de aceite y reemplazarlos si fuese necesario. También se recomienda comprobar periódicamente si se

recalientan los cojinetes o si producen excesivo ruido durante su funcionamiento útil. En caso de verificar vibraciones excesivas después de un cierto tiempo. Esto sería debido al desgaste del cojinete, en cuyo caso conviene examinarlo por desperfectos o pérdida de grasa y reemplazarlo si fuese necesario. En todo caso se deben reemplazar los cojinetes después de 40.000 horas en servicio.

Los cojinetes en generadores accionados por polea están sometidos a más fuerzas que cojinetes en generadores accionados directamente. Por lo tanto, los cojinetes deben ser reemplazados después de 25.000 horas en servicio.

Muy a menudo el chisporroteo en las escobillas se debe a la suciedad en los anillos rozantes, o alguna otra causa mecánica. Hay que examinar la posición de las escobillas de manera que han de tocar los anillos rozantes en toda su superficie, asimismo deben reemplazarse cuando se ha gastado una cuarta parte de su longitud. Se han de limpiar a fondo los anillos rozantes de forma cíclica, quitándoles todo el polvo o suciedad que los cubra, y en especial cuando se cambian las escobillas.

5.3. Mantenimiento de las baterías

Llenado. Cuando las baterías son nuevas se tendrá que añadir electrolito, previamente mezclado. Quitar los tapones y llenar cada celda con el electrolito hasta que el nivel del mismo esté a 8 mm por encima del borde de los separadores. Dejar reposar la batería durante 15 minutos. Comprobar y ajustar el nivel si fuese necesario. Transcurridos 30 minutos después de haber introducido el líquido electrolítico en la batería está se encuentra preparada para su puesta en funcionamiento.

Rellenado. El uso normal y la carga de baterías tendrá como efecto una evaporación del agua. Por lo tanto, tendrá que rellenar la batería de vez en cuando. Primero, limpiar la batería para evitar que entre suciedad y después quitar los tapones. Añadir agua destilada hasta que el nivel esté a 8 mm por encima de los separadores. Volver a colocar los separadores.

Comprobación de la carga. Para comprobar la carga de una batería se emplea un densímetro el cual comprueba la densidad del electrolito; éste deberá medir de 1,24 a 1,28 cuando está totalmente cargada; de 1,17 a 1,22 cuando está medianamente cargada, y de 1,12 a 1,14 cuando está descargada.

5.4. Mantenimiento general y limpieza

Limpieza del Radiador. La temperatura del motor esta estrechamente relacionado con la facilidad que tiene el radiador de disiparla, ya que la mayoría de los grupos electrógenos tienen un sistema de enfriamiento con agua, la limpieza del radiador es muy importante, la acumulación de suciedad en estos dependerá del ambiente en el que se encuentren, en la mayoría de los casos el polvo mezclado con los restos de la combustión forman una pasta grasosa que se acumula en las rejillas del radiador, si esta se acumula en grandes cantidades evitara que el aire atraviese este y la temperatura del motor aumentara. Se recomienda limpiar este con un liquido quita grasa, el cual habrá que dejar reposar durante unos minutos, luego con abundante agua eliminar los restos, evitar el uso de agua a excesiva presión, recuerde proteger del agua los dispositivos eléctricos como el alternador, el AVR, el gobernador o el mismo generador.

La limpieza interior del radiador habrá que efectuarla cuando el liquido refrigerante no presente las cualidades requeridas para su buen funcionamiento, en ocasiones el liquido refrigerante tiende a enturbiarse

cambiando su color, en estos casos se recomienda eliminar el contenido del radiador, en la parte inferior de este tienen un drenaje, con la herramienta adecuada quitar el tapón y esperar que el líquido salga por completo, de ser necesario con abundante agua lavar unas cuantas veces el interior hasta que esta salga clara, reemplazar con líquido refrigerante sugerido por el fabricante. Recuerde realizar esta operación con la seguridad de que el radiador no está presurizado, si este se siente al tacto caliente espere a que la temperatura disminuya.

Limpieza general: el grupo electrógeno suele ensuciarse más cuando este está en operación, se recomienda limpiar este periódicamente, la acumulación de polvo da mala apariencia a los equipos y sobre todo el polvo acumulado puede ser succionado por el sistema de admisión, contaminando este más rápido, si se mantiene limpio los alrededores del grupo electrógeno puede disminuir la cantidad de polvo que entra a los filtros de admisión.

Cuando se rellena de combustible al tanque, este suele derramarse, si el combustible llegara a caer límpielo adecuadamente, se recomienda hacer esta operación con el equipo apagado. Lo mismo sucede con el aceite lubricante, al rellenar suele caerse en el exterior del motor, este aceite debe limpiarse de la misma manera que el combustible, si se acumula en exceso esta suciedad puede generar un accidente que puede prevenirse.

5.5. Períodos de mantenimiento

Tabla V. Períodos de mantenimiento

Actividad	Frecuencia					
	Diario	250 horas ó 6 meses	400 horas	600 Horas ó 12 meses	1200 horas ó 24 meses	Según se requiera
Revisión del nivel de aceite	*					
Revisión del nivel de refrigerante	*					
Revisión de la válvula de descarga de polvo.						
Revisión del indicador de restricción del filtro de aire	*					
Inspección visual alrededor de maquina.	*					
Revisión del filtro de combustible	*					
Mantenimiento del extinguidor de incendios		*				
Mantenimiento de la batería		*				
Cambio del aceite del motor		*				
Cambio del filtro de aceite		*				
Revisar la tensión de la fajas del ventilador y alternador		*				
Revisión de los montajes del motor		*				
Ajuste inicial de las válvulas			*			
Limpieza del tubo del respiradero del carter				*		
Revisión de mangueras, conexiones y sistema de admisión de aire				*		

Tabla VI. Períodos de mantenimiento

Frecuencia Actividad	Diario	250 horas ó 6 meses	400 horas	600 Horas ó 12 meses	1200 horas ó 24 meses	Según se requiera
Sustitución del elemento del filtro de combustible				*		
Revisión del sistema de enfriamiento				*		
Prueba de presión del sistema de enfriamiento				*		
Revisión y ajuste del juego de las válvulas					*	
Enjuague y llenado del sistema de enfriamiento					*	
Prueba de termostato					*	
Adición de refrigerante						*
Purgas de aceite del sistemas de combustible						*
Sustitución de los elementos del filtro de aire						*
Sustitución de las correas						*
Revisión de fusible						*
Limpieza del tanque de combustible						*

6. ARRANQUE DEL GRUPO ELECTRÓGENO

6.1. Precauciones iniciales

Antes de poner en servicio un equipo electrógeno debe de revisar con detalle las siguientes cosas:

- Nivel de aceite
- Verifique el nivel de refrigerante
- Revise la tensión de las fajas
- Cantidad de combustible
- Interruptores eléctricos abiertos
- Mangueras y conexiones
- Objetos o herramientas dentro del equipo
- Conexiones eléctricas
- Libre salida de humo del escape
- Buena ventilación y protección del medio ambiente
- Verifique la conexión del generador
- Las baterías y terminales
- Filtros limpios de admisión
- Montajes del motor
- Personal alejado del equipo

6.2. Arranque controlado

Después de haber verificado la lista de precauciones iniciales se puede proceder a arrancar el grupo electrógeno, este debe de controlarse en todo momento, recuerde que se debe arrancar el motor primero y dejarlo que alcance su temperatura de operación, luego de eso conecte el generador, aplique las cargas mas grandes de primero, hágalo de forma progresiva y lentamente, controle en todo momento los indicadores del panel de control, regularmente si se presenta una falla, esta se dará en los momentos iniciales del arranque, debe corregir el problema antes de iniciar el proceso de arranque de nuevo, luego de haber conectado todos los equipos y que estos trabajen regularmente quédese controlando cada cinco minutos durante la primera hora de funcionamiento, esto le garantizara tranquilidad y podrá usted observar la forma en que responde el equipo. Luego de la primera hora de uso se recomienda mantener control del equipo cada hora, debe llevarse un control de la carga, consumo de combustible, temperatura, presión de aceite, frecuencia, voltaje de salida y sobre todo de ruidos extraños o vibraciones anormales.

6.3. Arranque manual

El arranque manual se produce a nuestra voluntad, esto quiere decir que cuando queramos disponer de la electricidad generada por el Grupo Electrónico lo haremos arrancar de forma manual. Generalmente el accionamiento de arranque se suele realizar mediante una llave de contacto o pulsador de arranque de una control electrónico con todas las funciones de vigilancia. Cuando se produce un calentamiento del motor, cuando falte combustible o cuando la presión de aceite del motor sea muy baja, el control electrónico lo detectará parando el motor automáticamente. El arranque del grupo

electrógeno en modo manual es simple, recuerde tomar en cuenta todas las precauciones iniciales, debe de llevar un control estricto de estas recomendaciones, el no seguir estas indicaciones puede provocar paros o daños severos al equipo.

6.4. Arranque automático

Existen grupos electrógenos que tienen dispositivos de arranque automático, estos controladores electrónicos detectan un fallo en la red de suministro eléctrico, obligando el arranque inmediato del Grupo Electrónico. Normalmente en los grupos automáticos se instalan cajas predisuestas 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 Electrónico. Instalado aparte de los controladores, están los accionamientos de cambio de red a Grupo Electrónico. Al equipo antes mencionado se le conoce como transferencia automática, este equipo en algunos casos viene acoplada al grupo electrógeno, pero en la mayoría de casos este es un dispositivo independiente, ya que cada lugar requiere una según sus necesidades.

Los generadores poseen un interruptor seleccionador de estado, si este se coloca en automático, se debe de habilitar un circuito eléctrico simple hacia las terminales de un contactor de la transferencia automática, regularmente las terminales están identificadas con X1 y X2, este circuito eléctrico es solamente un circuito de retorno, cuando la transferencia requiere el uso de la corriente de emergencia, este cierra el contactor, cerrando el paso entre las terminales X1 y X2, esto da la orden de arranque automático y este arranca.

Por medio de un interruptor de transferencia automático se transfiere cargas eléctricas desde una fuente normal; generalmente, la red eléctrica, a una fuente

de emergencia, un grupo electrógeno, cuando falla la tensión de la fuente normal. Cuando se restaura la alimentación normal, el interruptor vuelve a hacer la transferencia automática a la fuente normal.

El interruptor detecta la interrupción de corriente y envía una señal al tablero de arranque para poner en servicio. Verifica la tensión y frecuencia del generador y transfiere la carga cuando son aceptables. El interruptor continua detectando la alimentación normal y cuando se restaura, vuelve hacer la transferencia a la fuente normal y para el grupo electrógeno.

El tiempo para cambiar de una fuente de alimentación a otra puede ser extremadamente corto. Un interruptor de transferencia puede activarse en menos de 30 ciclos de la onda senoidal generada que es de 60 ciclos por segundo. Se debe tener precaución al transferir las cargas, particularmente, motores síncronos de más de 50 hP o los que impulsen equipos de gran inercia. Cuando se desconectan de la fuente de alimentación, el flujo magnético creado por estos motores mantienen la tensión temporalmente. Esto puede causar serios problemas mecánicos o magnéticos al volver a conectar una fuente de alimentación. Para evitar este problema, se retrasa la transferencia siempre que sea posible hasta que la tensión residual sea inferior al 25% de la nominal. Los motores síncronos deben permanecer desconectados de la línea hasta que dejen de girar completamente.

En las aplicaciones de servicio auxiliar, el grupo electrógeno de emergencia en aplicaciones de servicio auxiliar requiere de cinco a diez segundos para arrancar y desarrollar la frecuencia y tensión normal. Normalmente, es suficiente tiempo para que descienda la tensión regenerativa. Al transferir a la fuente normal, se debe volver a evitar esta condición de desfase. Cuando se requiera una transferencia rápida, la fuente de alimentación de emergencia

debe de coincidir con la tensión, frecuencia y ángulo de fase al tener lugar la transferencia

6.5. Aplicación progresiva de la carga

La carga debe aplicarse progresivamente, esto significa que debe arrancar primero los equipos de mayor consumo, recuerde que estos consumen hasta seis veces la corriente nominal al momento del arranque, espere a que el motor se estabilice, luego de unos segundos esta corriente disminuirá, siga aplicando la carga poco a poco, en todo momento debe de controlarse los indicadores del grupo electrógeno.

6.6. Control durante el funcionamiento

Se debe mantener suma atención durante el arranque inicial, es en es periodo de tiempo en donde se debe prestar mas atención a la forma en la cual responde el generador, se sugiere estar junto al grupo electrógeno, viendo como responde este al momento de aplicar la carga. Recuerde dar un tiempo prudente, para lograr que llegue a su temperatura de operación, regularmente son 5 minutos, no aplique carga en este intervalo de tiempo. Luego de llegar a la temperatura de operación puede iniciar cerrando el interruptor principal de carga, aplique progresivamente la carga, empezando siempre con los equipos de mayor consumo, debe de dejar que este se estabilice antes de aplicar mas carga. Controle en todo momento el voltaje de salida, el amperaje, la frecuencia, la temperatura del motor y la presión de aceite.

Este atento a cualquier ruido anormal o vibración excesiva, este pendiente y observe como responden los equipos a los cuales se le suministra la corriente. Se sugiere que a la primera hora de funcionamiento del equipo se controle y revise en detalle todos los indicadores del grupo electrógeno.

6.7. Posibles fallas

Las fallas más comunes que se encuentran al momento del arranque o en operación son muchas, se ha elaborado analista de estas indicando las posibles causas y la forma en que estas pueden remediarse. Recuerde que estas fallas pueden prevenirse si se mantiene un control de mantenimiento normal y se revisa el equipo antes de usarlo.

Tabla VII. Posibles fallas y soluciones

Problemas	Causa Posible	Acción correctiva
La unidad no arranca	Batería débil o agotada	Recargar o reemplazar; revisar la operación del cargador
	Conexiones de la batería invertidas o defectuosas	Revisar las conexiones
	Fusible quemado del controlador	Reemplazar el fusible
	Interruptor de parada de emergencia activado	Ver reajuste de los interruptores de parada de emergencia.
	Parado por fallo del controlador	Corregir fallo y reajustar el controlador
	Interruptor principal del generador en la posición off (intento de arranque desde el interruptor remoto; en los controladores por microprocesador solamente)	Mover el interruptor principal del generador a la posición Auto

Continúa

Problemas	Causa Posible	Acción correctiva
La unidad rota el motor para arrancar pero no arranca	Combustible inadecuado Sin combustible Sistema de ignición defectuoso (modelos de gasolina) Depurador de aire tupidado de suciedad	Reemplazar el combustible Añadir combustible; revisar el mecanismo de control de combustible Purgar el aire del sistema Revisar el sistema de ignición Limpiar o reemplazar el elemento del filtro
Sin salida de CA	Disyuntor de circuito o disyuntor de protección en la posición OFF (si tiene) Problema del generador tal como un regulador de voltaje defectuoso u otro fallo interno	Regresar a la posición ON Consultar un distribuidor de servicio autorizado.
Baja salida o excesiva caída de voltaje	Unidad sobrecargada Velocidad del motor demasiada baja Reóstato de voltaje defectuoso o regulador de voltaje defectuoso	Reducir la carga Reajuste la velocidad o reduzca la carga Consultar un distribuidor de servicio autorizado o bien si tiene el conocimiento técnico reemplace las piezas dañadas
La unidad se para continuamente	Parada por baja presión de aceite Parada por alta temperatura del motor Parada por bajo nivel de refrigerante Falta de combustible Parada por rotaciones excesivas del motor del arranque Fusible quemado en el controlador	Comprobar el nivel de aceite (si esta bajo revisar si hay fugas) Revisar si hay restricciones de aire de enfriamiento o una débil tensión de la correa Revisar el nivel del refrigerante (si esta bajo, revisar si hay fugas) Añadir combustible Reajustar y esperar que este se enfrié. Reemplazar el fusible, si este se quema suspenda el encendido

Continúa

Problemas	Causa posible	Acción Correctiva
La unidad se para continuamente	Parada por sobre velocidad Parada por alta temperatura del aceite de motor Parada por sobrevoltaje Interruptor principal del generador en la posición OFF/RESET	Reajustar Revisar el nivel y el tipo de aceite Reajustar; haga contacto con un distribuidor de servicio autorizado Mover el interruptor a la posición apropiada (RUN o AUTO)
El disyuntor de circuito se dispara cuando se mueve a la posición <i>ON</i>	Grupo electrógeno sobrecargado	Reducir la carga en el grupo electrógeno antes de cerrar el disyuntor de circuito
Las lámparas del controlador no se encienden	Luces quemadas	Reemplazar los focos de la luces del controlador o panel de control
El motor se apaga al momento de aplicar mas carga	Falta de suministro de combustible Mangueras de suministro de combustible dañadas Filtro de admisión saturado de polvo y suciedad Sobre carga, paro de seguridad	Revise y si es necesario cambie el filtro de combustible Revise las mangueras y apriete correctamente todos los conectores roscados de la mangueras Limpie y si es necesario cambio el elemento Disminuya la carga

Si el problema persiste y este no puede ser corregido a través del servicio de rutina, no intente repararlo si no esta preparado técnicamente y conoce a profundidad el equipo, es mejor hacer contacto con el distribuidor de servicio

autorizado, la mayoría de estos equipos mantienen garantía de fabricación, algunos de estos problemas deben de corregirse únicamente en el taller de servicio, por que podrían perder la garantía dada por el fabricante.

La mayoría de los problemas pueden resolverse en el campo de trabajo, sea cuidadoso y tome todas las medidas de precaución para evitar accidentes y daños mas severos al equipo.

Dar un mantenimiento adecuado al equipo reduce en gran medida las fallas de estos, cuando ocurra un problema, no pierda de vista las causas simples que pueden parecer demasiado obvias para su consideración.

7. PARO DEL GRUPO ELECTRÓGENO

7.1. Precauciones iniciales

Al momento de decidir parar el grupo electrógeno se deben de considerar ciertos aspectos importantes de vital importancia, esto se hace con la intención de evitar daños en el equipo al que se le suministra la energía y también evitar daños al grupo electrógeno. Se debe estar consiente de que el paro del equipo realizará con pleno conocimiento de la forma correcta de hacerlo, se debe informar al momento de realizar el paro para que todas las actividades se suspendan y logren parar o apagar todos los equipos que en ese momento estén funcionando. Siga las siguientes recomendaciones:

- Obtenga la orden correspondiente de parada
- Revise que todas las actividades sean suspendidas y los equipos dejen de funcionar por completo.
- Abra todos los circuitos eléctricos a los cuales se les proporciona energía
- Abra el disyuntor de carga del equipo (flip-on principal)
- Si tiene abra el disyuntor activador del generador
- Espere que pase de 5 a 10 minutos para que le motor estabilice su temperatura
- Apague el grupo electrógeno.

7.2. Paro manual

El paro manual se produce a nuestra voluntad, esto quiere decir que cuando queramos suspender de la electricidad generada por el Grupo Electrónico lo haremos parar de forma manual. Generalmente el accionamiento de paro suele realizarse mediante una llave de contacto o pulsador de paro/arranque del panel de control que tiene a la vista del operador los controladores de vigilancia del equipo. Recuerde que cuando se produce un calentamiento del motor, cuando falte combustible, cuando las revoluciones del motor se incrementen anormalmente, ocurra sobre voltaje o bien bajo voltaje, cuando la presión de aceite del motor sea muy baja, el control electrónico lo detectará parando el motor. El paro del grupo eléctrico en modo manual es simple, recuerde tomar en cuenta todas las precauciones iniciales, debe de llevar un control estricto de estas recomendaciones, el no seguir estas indicaciones puede provocar paros que generaran pérdidas o daños severos al equipo. Tome datos al momento de realizar el paro, anote la hora y fecha, el registro del horómetro, firma del encargado quien ordeno el paro, nivel de combustible, entre otros datos de su interés.

7.3. Paro automático

El paro automático lo hará la transferencia automática instalada a la instalación eléctrica a la cual se le suministre energía de emergencia. Cuando esta detecte que el suministro de red se ha restablecido normalmente, se dará la orden de paro del equipo y se restablecerá la energía de la red en cuestión de segundos, estos equipos harán el cambio de suministro energético, pero no apagarán el motor del grupo eléctrico inmediatamente, los controladores le darán un tiempo prudente antes de apagar el motor, regularmente de 5 a 10 minutos, con la intención de prevenir nuevos cortes de energía o bien para la

darle el tiempo necesario al motor del grupo electrógeno para que establezca su temperatura.

Los generadores poseen un interruptor seleccionador de estado, si este se coloca en automático, recuerde que este puede pararse o encenderse en cualquier momento, no realice ninguna actividad de mantenimiento con el interruptor colocado en esta posición, si el equipo está en modo AUTO, se debe informar y obtener el permiso correspondiente para dejar fuera de funcionamiento el grupo electrógeno mientras se realiza el trabajo de mantenimiento. Se recomienda que se desconecte las baterías del equipo empezando por el borne negativo y colocar el interruptor seleccionador en modo OFF, con esto se evitara accidentes o repentinos arranques.

Recuerde que el tiempo para cambiar de una fuente de alimentación a otra puede ser extremadamente corto. Un interruptor de transferencia puede activarse en menos de 30 ciclos. Se debe tener precaución al transferir las cargas, particularmente, motores síncronos de más de 50 hP o los que impulsen equipos de gran inercia. Cuando se desconectan de la fuente de alimentación de emergencia, el flujo magnético creado por estos motores mantienen la tensión temporalmente. Esto puede causar serios problemas mecánicos o magnéticos al volver a conectar una fuente de alimentación principal. Para evitar este problema, se retrasa la transferencia siempre que sea posible hasta que la tensión residual sea inferior al 25% de la nominal. Los motores síncronos deben permanecer desconectados de la línea hasta que dejen de girar completamente.

Al transferir a la fuente normal, se debe volver a evitar esta condición de desfase. Cuando se requiera una transferencia rápida, la fuente de alimentación de emergencia debe coincidir con la tensión, frecuencia y ángulo de fase al tener lugar la transferencia.

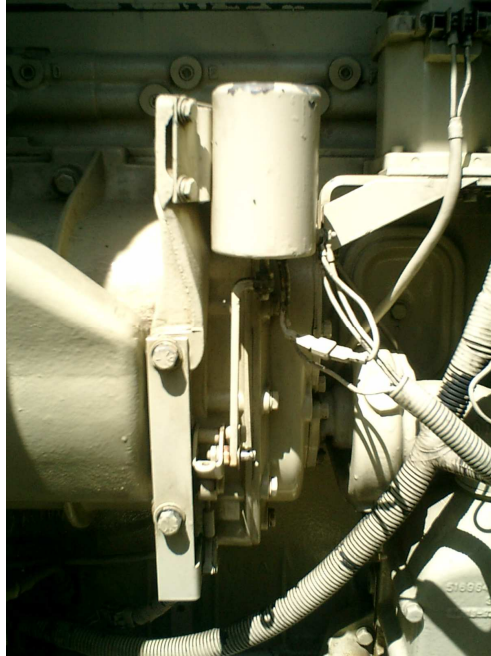
7.4. Paro de emergencia

El paro de emergencia debe efectuarse solamente cuando ocurra una emergencia, suele suceder que los operadores confunden el botón de paro de emergencia con el interruptor seleccionador de estado, el botón de paro de emergencia es un botón grande y de color rojo, se encuentra en el panel de control o bien al alcance del operador en las partes laterales del grupo electrógeno. Al activar este botón el grupo electrógeno se para inmediatamente, esto incluye al motor, al activar el botón envía una señal eléctrica hacia el mecanismo de saturación, este cierra el paso de aire de admisión, al cerrar el paso de aire de admisión el motor deja de funcionar inmediatamente. Cuando este botón de emergencia es activado se tiene que corregir la falla antes de restaurarlo a su posición normal y proceder a reiniciar el funcionamiento del grupo electrógeno. La siguientes figuras muestran el botón de paro de emergencia y el dispositivo de saturación de aire de admisión.

Figura 18. Botón de paro de emergencia



Figura 19. Dispositivo de saturación de aire de admisión



La primera figura muestra el mecanismo de saturación de aire de admisión, se encuentra en posición normal de funcionamiento. Para restaurar el sistema se debe empujar hacia abajo la palanca, hasta que esta enclave de nuevo en su posición, recuerde verificar y resolver el problema antes de arrancar de nuevo el equipo.

7.5. Tiempos recomendados

Se recomienda dejar en funcionamiento el motor sin carga de 5 a 10 minutos para que este estabilice su temperatura, después de ese tiempo puede apagar el motor, estos están diseñados para trabajar con carga y el dejar mucho tiempo el motor prendido puede causar daños. Recuerde que antes de proceder a realizar cualquier actividad de mantenimiento debe de dejar que el equipo enfríe, el aceite lubricante alcanza temperaturas muy altas y el sistema de enfriamiento se presuriza. Deje el equipo enfríe por lo menos 10 minutos

antes de proceder a realizar actividades de mantenimiento, tome sus precauciones, evite accidentes.

Si se requiere arrancar el equipo el tiempo recomendado para que este alcance su temperatura de operación es de 5 minutos, después de este tiempo puede iniciar a suministrar la energía.

8. CASO REAL

Se considera el caso en especial de la renta de un grupo electrógeno, solicitado por una conocida cadena de restaurantes de comida rápida, la solicitud se efectuó por la vía telefónica, el encargado de solicitar el grupo electrógeno no conoce la demanda total del restaurante y proporciona poca información, la información que suministra no es suficiente para elegir adecuadamente el grupo electrógeno ideal para este caso en particular. Así que se decide visitar al cliente para conocer más detalles de interés para elegir adecuadamente el equipo, la información obtenida a través de la visita efectuada es la siguiente.

Tabla VIII. Datos caso real

Voltaje Requerido	120 / 240 voltios
Frecuencia	60 Hz
Fases a utilizar	3 fases
Corriente por línea en hora de mayor consumo	450 amperios
Forma de uso del equipo	Continua a carga total
Ubicación del equipo	Exterior a la intemperie
Nivel de ruido aceptable	Bajo, el equipo estará cerca de las instalaciones
Equipos de mayor consumo	Freidoras Equipos de aire acondicionado Cámaras de congelación Bombas de agua Iluminación interior y exterior Equipos de comunicación Equipos de computo Hornos eléctricos Secadores Refrigeradores

No se puede obtener más información detallada de los equipos instalados en el restaurante, debido a que estos están ubicadas en zonas de exclusivo acceso a los empleados del restaurante y en zonas poco accesibles. Debido a esta situación se procede a determinar la demanda total, utilizando un amperímetro de gancho, esta medición de corriente se toma del tablero eléctrico principal en la hora de mayor consumo del restaurante, la corriente total ayudara a determinar el tamaño adecuado del generador en términos de kilovatios utilizando la fórmula de la tabla IV del capítulo 4.

KW	$\frac{I \times E \times f.p \times 1.73}{1000}$	I = Corriente en amperios E = Voltaje de operación f.p = Factor de potencia KW = Kilovatios
-----------	--	--

$$KW = \frac{500 \times 240 \times 0.8 \times 1.73}{1000} = \mathbf{186.840 \text{ KW}}$$

El valor obtenido a través de esta fórmula es el valor total de kilovatios necesarios para cubrir la demanda del restaurante a la hora de mayor consumo, el generador tendrá que ser de tipo trifásico, la conexión requerida para este generador será determinada por el tipo de equipos que este hará funcionar, como se puede observar en el detalle de equipos que posee el restaurante hay equipos de tipo trifásico como las freidoras, equipos de aire acondicionado y la cámara de refrigeración, hay también mucha carga en iluminación, equipos de comunicación y computo que requieren cargas monofásicas, hay motores pero estos no son de gran caballaje ,los motores son para las bombas de agua, los secadores son monofásicos al igual que los refrigeradores de los refrescos, así que existe una gran demanda de carga monofásica, la conexión mas adecuada

para este caso es la conexión estrella baja 120/240 ilustrada en la figura 12 del capítulo 4. El voltaje obtenido en este tipo de conexión es de 120 voltios en cada una de las líneas con referencia a neutro y de 240 voltios entre líneas. Es la conexión mas adecuada para este caso en especial. El equipo que debe seleccionarse debe producir poco ruido, debido a que el lugar en donde este se colocara esta muy próximo al restaurante, el ruido excesivo molestaría a los clientes que visiten el lugar, se decide elegir un generador que tenga las siguientes características:

- Generador Trifásico tipo XQ (silencioso)
- Conexión Estrella paralelo
- Voltaje 120/240
- 180 Kilowats
- 450 amperios por línea
- Regulador de voltaje electrónico
- Motor diesel
- Disyuntor de protección de 600 amperios

Con esta información se puede proceder a elegir con seguridad el generador mas adecuado para este caso en especial, se toma la decisión que el generador mas adecuado para esta situación, es el generador tipo XQ 235, marca Ingersoll Rand.

Figura 20. Generador G235 Ingersoll Rand



Este generador cumple con todos los requisitos antes descritos y la empresa ARMCO lo posee para la renta, este generador tiene un carretón incorporado para facilitar el transporte hasta el restaurante.

Antes de que este generador sea enviado al restaurante, se efectuaran las rutinas de mantenimiento mencionadas en el capítulo 5 sección 5, en este capítulo se menciona en detalle las rutinas de mantenimiento diario que se tienen que efectuar para verificar el buen el estado del grupo electrógeno, también en el capítulo 6 sección 1 se menciona las precauciones iniciales que se tienen que tener antes de proceder a la puesta en marcha del equipo, todas estas recomendaciones se tomaran en consideración y luego de las revisiones el equipo estará listo para funcionar y trasladarse al lugar requerido, a continuación se ilustraran los puntos de interés mencionados anteriormente.

Figura 21. Revisión del nivel de aceite

Block del motor



Varilla indicadora de nivel

Drenaje de aceite del carter

Figura 22. Verificación del nivel de refrigerante, mangueras y conexiones

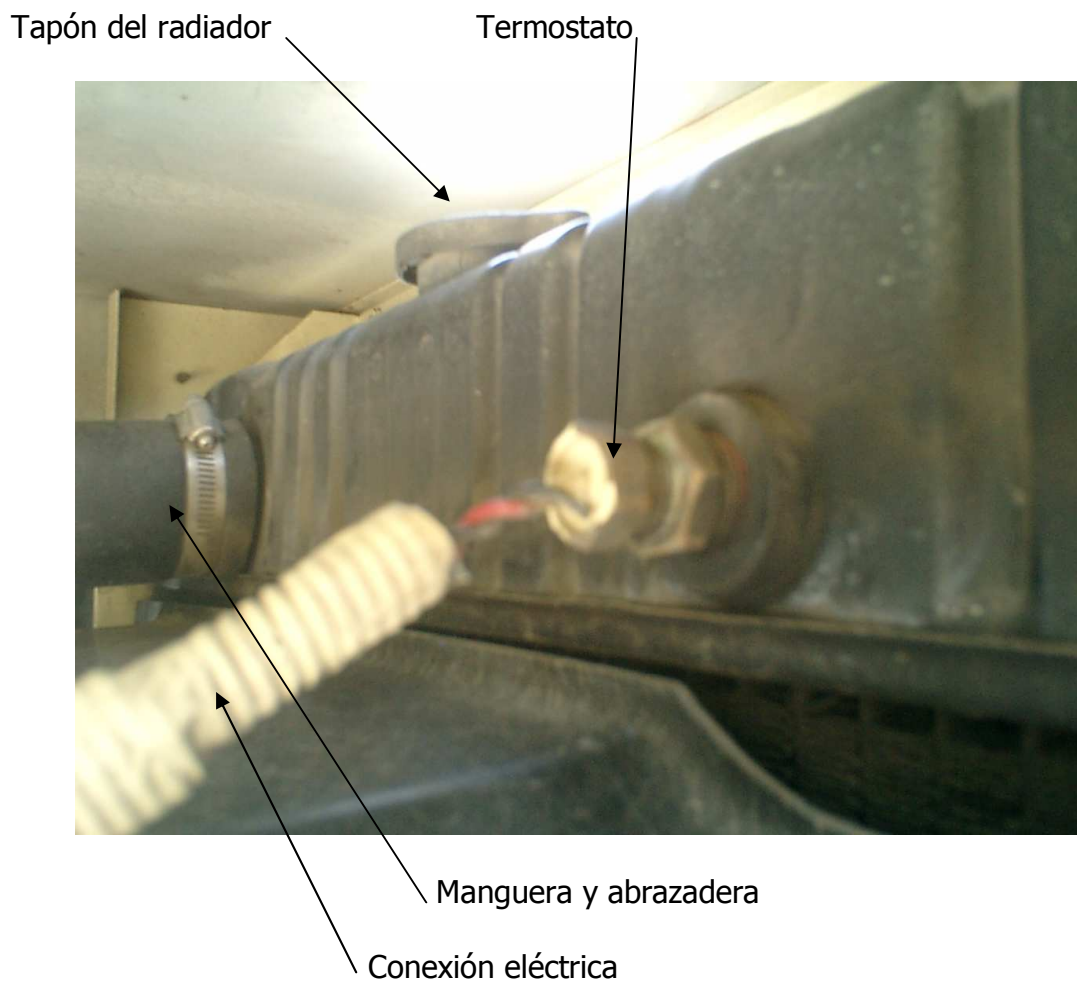


Figura 23. Revisión de fajas y tensión de las mismas

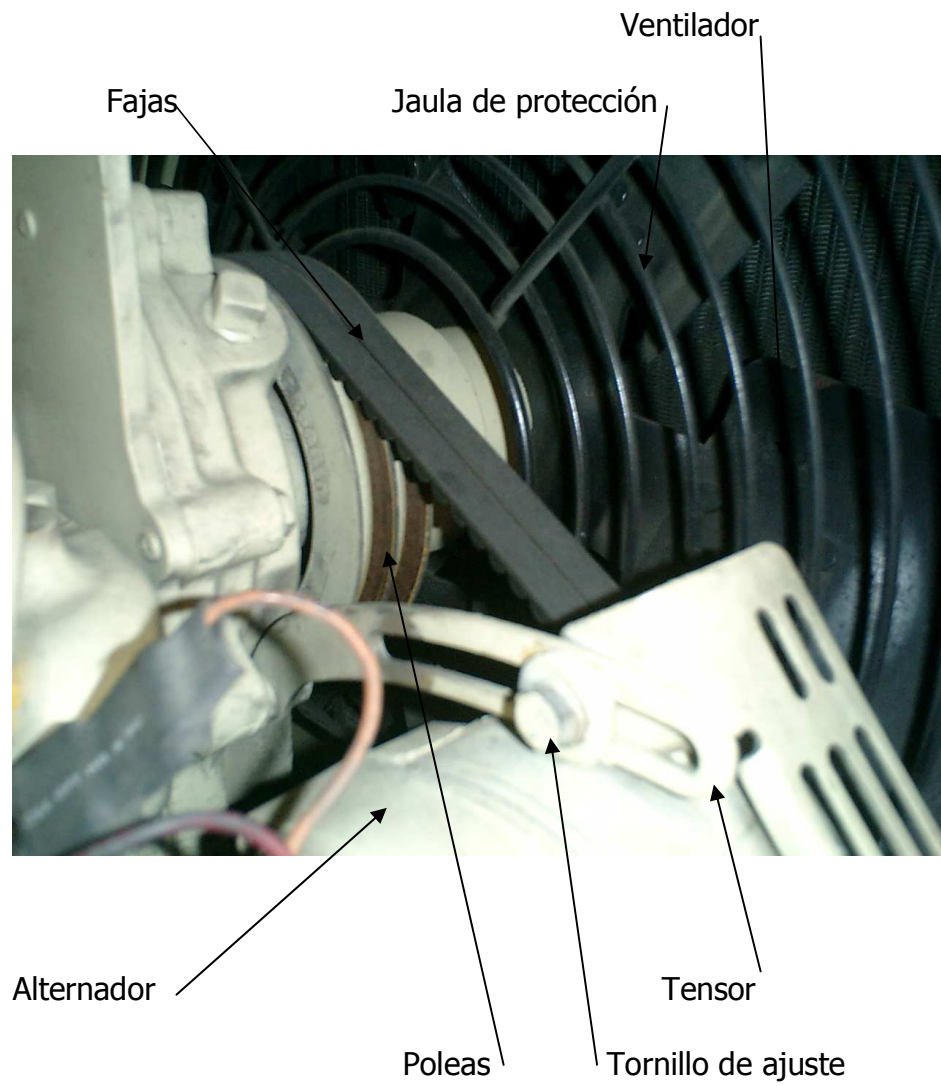


Figura 24. Revisión de la salida de humo del escape y buena ventilación



Figura 25. Revisión de conexiones eléctricas

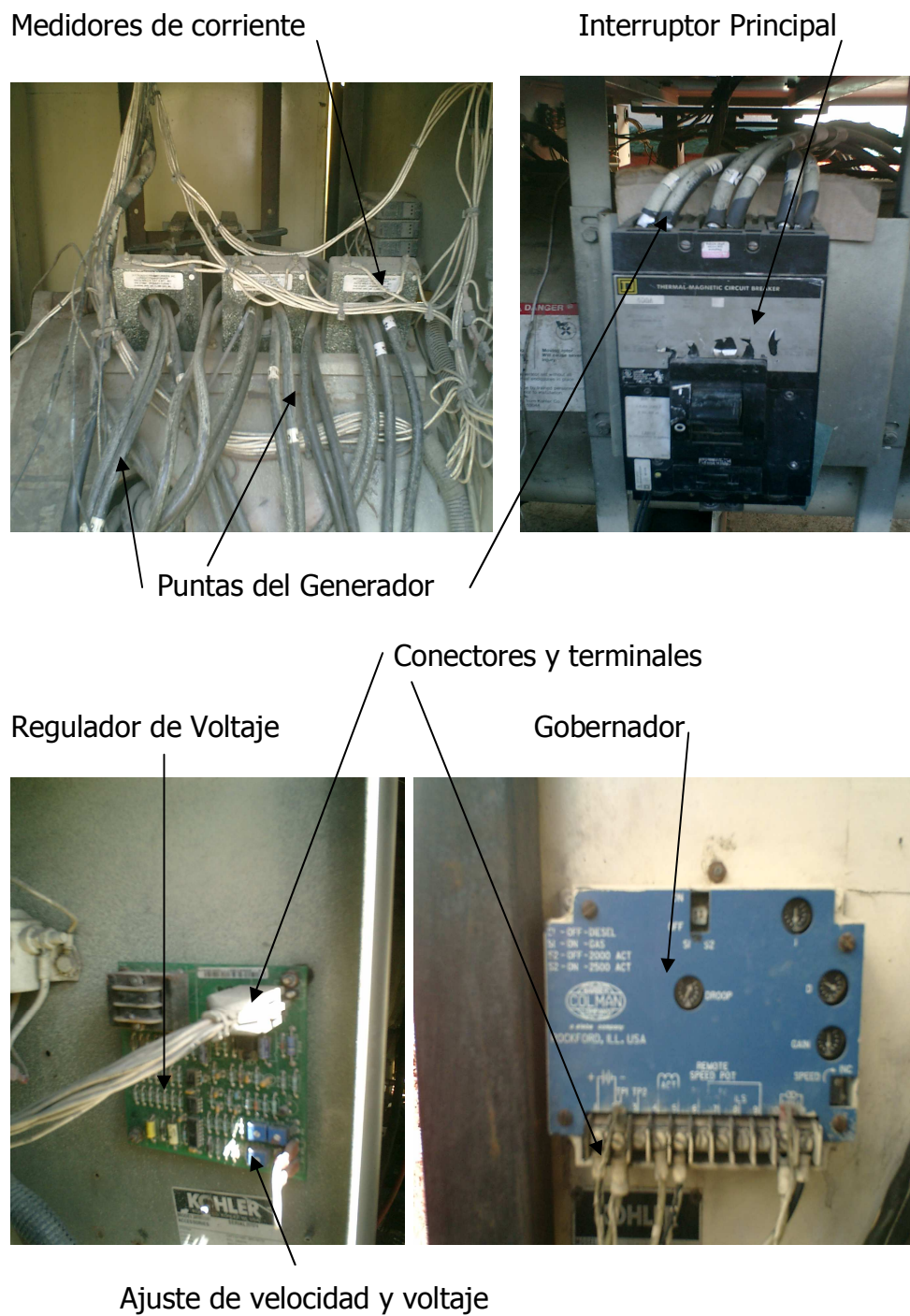
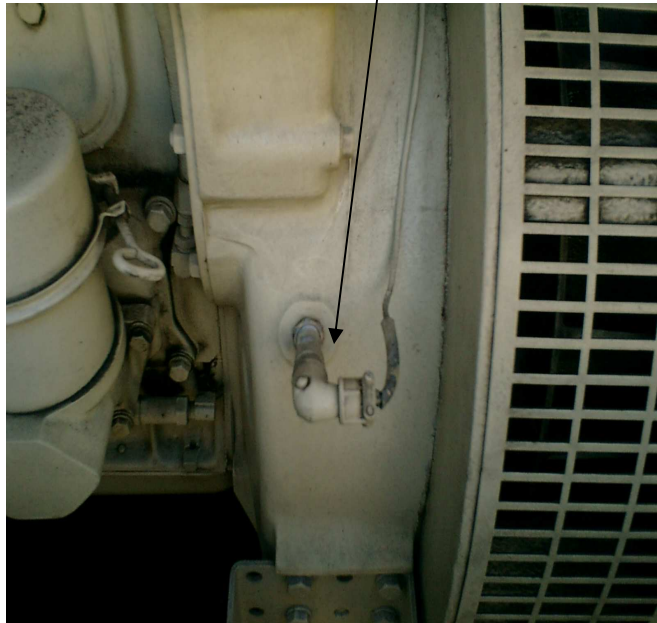


Figura 26. Revisión de conexiones eléctricas

Sensor de velocidad (pick-up)



Uniones de las puntas del generador

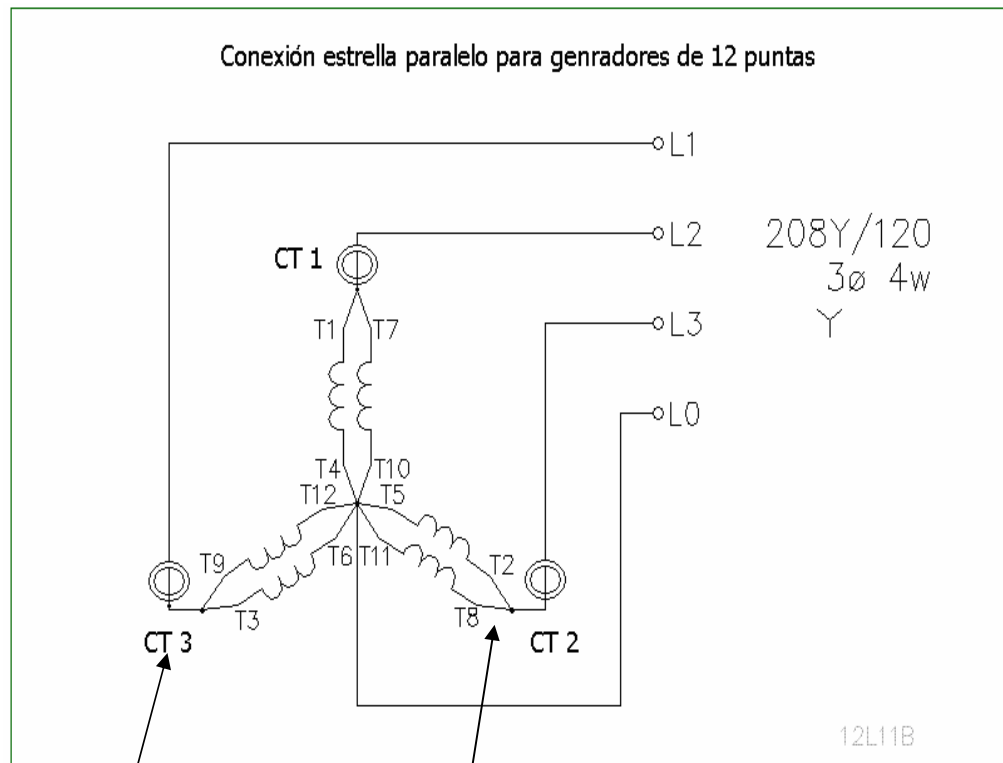
Medidores de corriente



Generador

Puntas del generador

Figura 27. Verificación de la conexión requerida en el generador

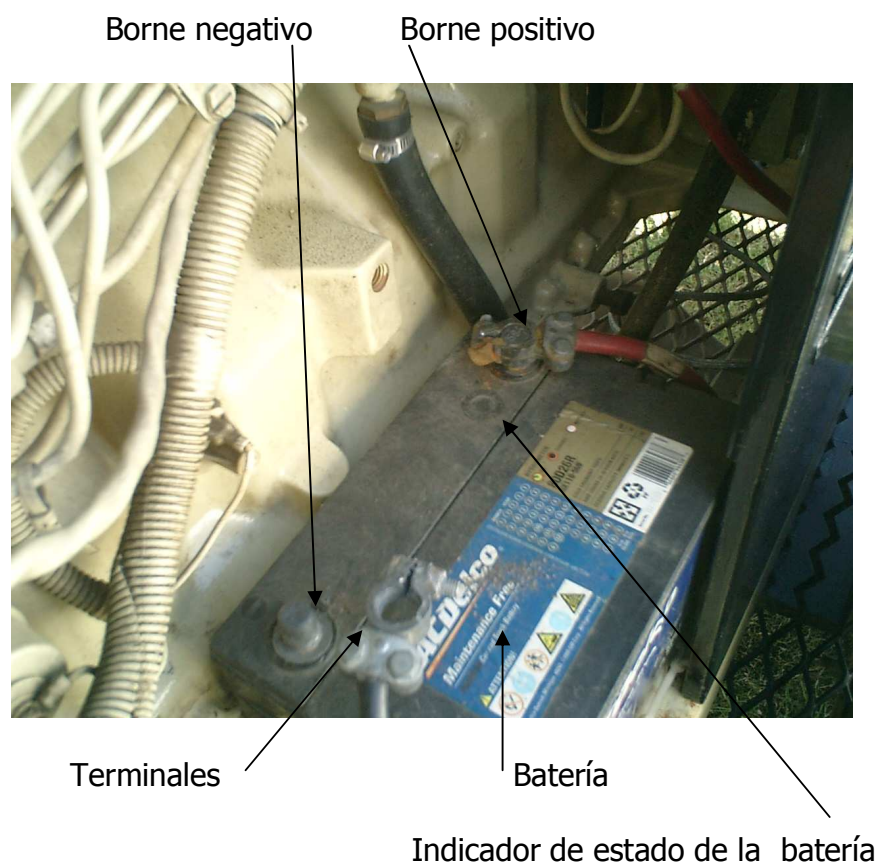


Medidores de corriente

Uniones de las puntas del generador

Se revisa el diagrama, comparándolo con las conexiones realizadas en el generador, poniendo atención a la numeración de las puntas. El punto indica conexión entre puntas y las donas son los medidores de corriente.

Figura 28. Revisión de las baterías y terminales



Se revisa la correcta conexión eléctrica de la batería, el cable rojo indica la terminal positiva y esta debe de colocarse en el borne positivo de la batería, la terminal negativa se conecta al borne negativo de la batería y el otro extremo al *block* del motor, se chequea que no existan falsas conexiones, libres de oxido y sarro.

Figura 29. Revisión de filtros de admisión de aire



Filtro primario

Filtro secundario

Canasta

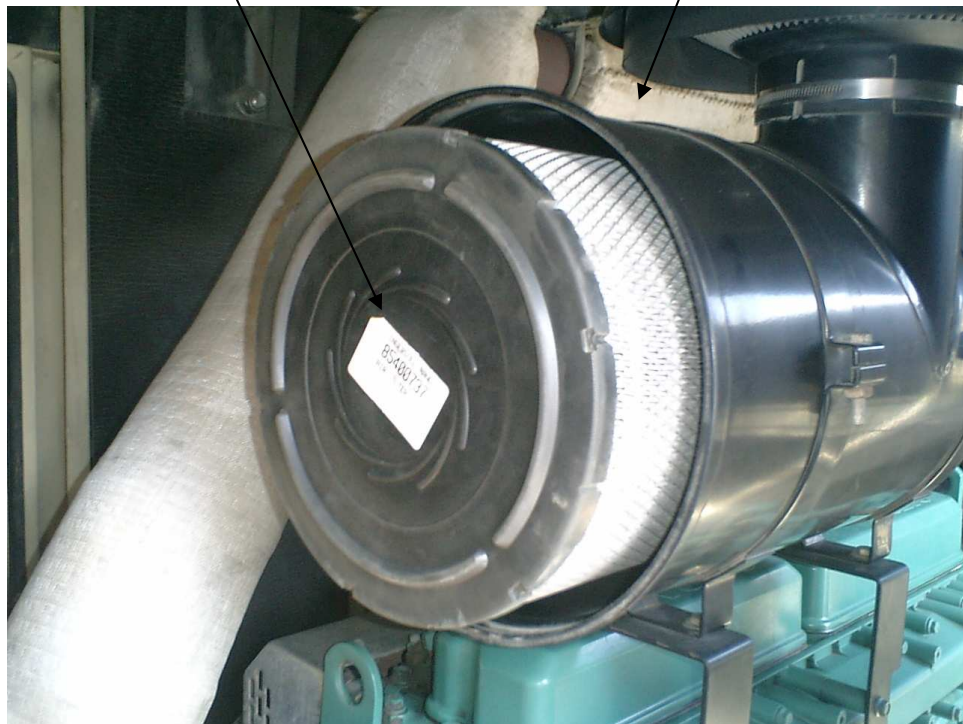


Figura 30. Revisión de filtros de combustible, mangueras y conectores

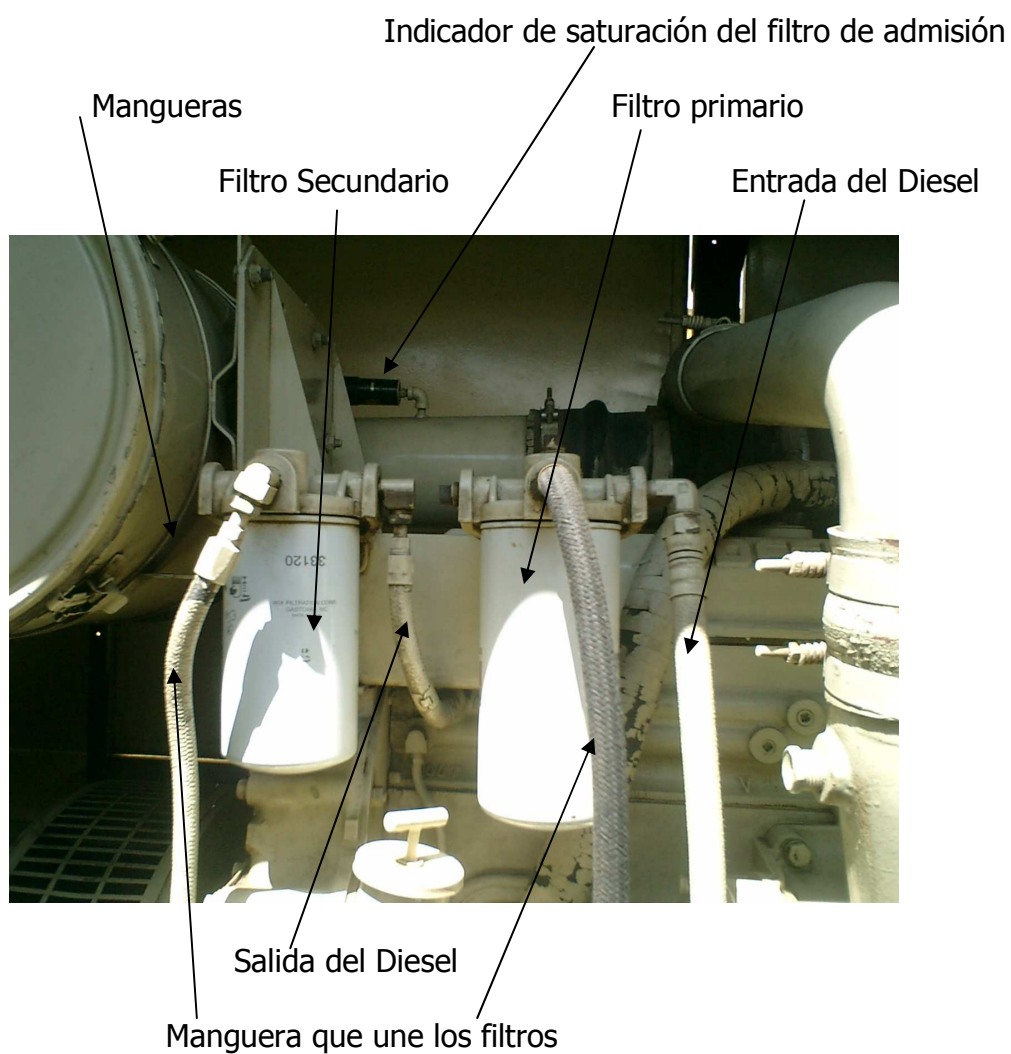


Figura 31. Revisión de filtros de aceite



Figura 32. Estado general y limpieza

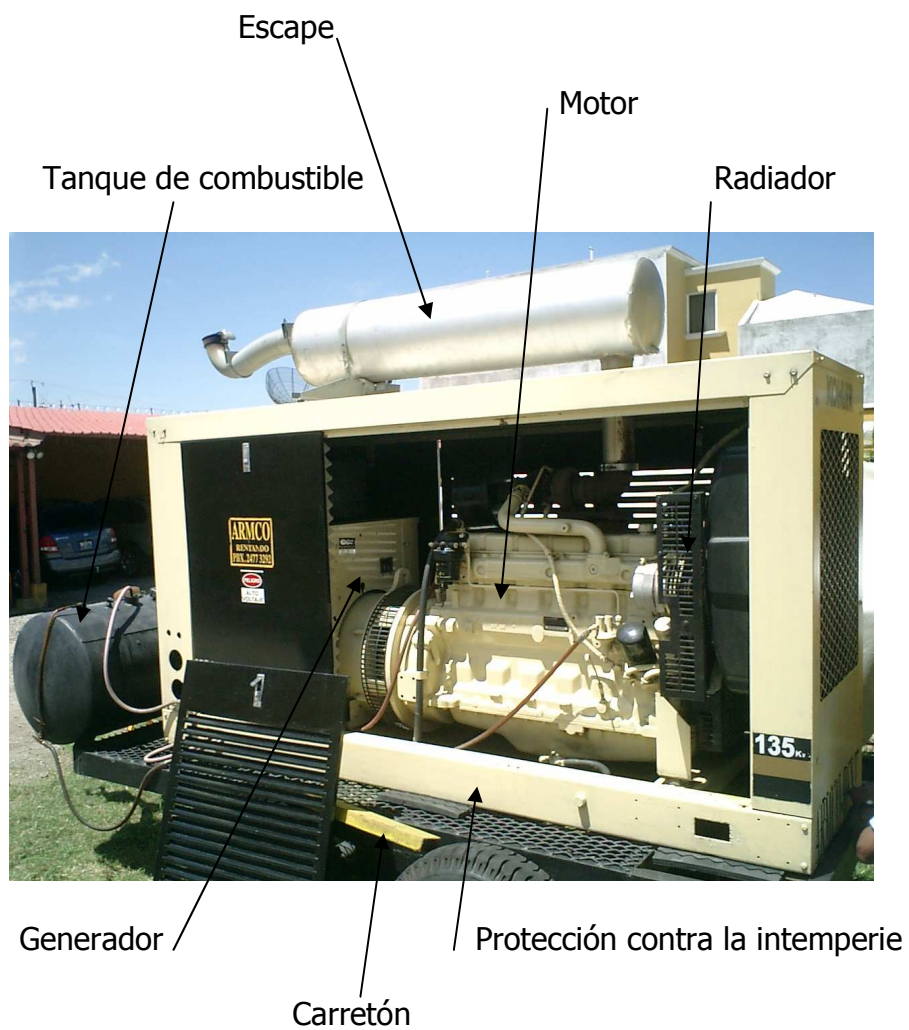


Figura 33. Chequeo de horas acumuladas y tablero de control

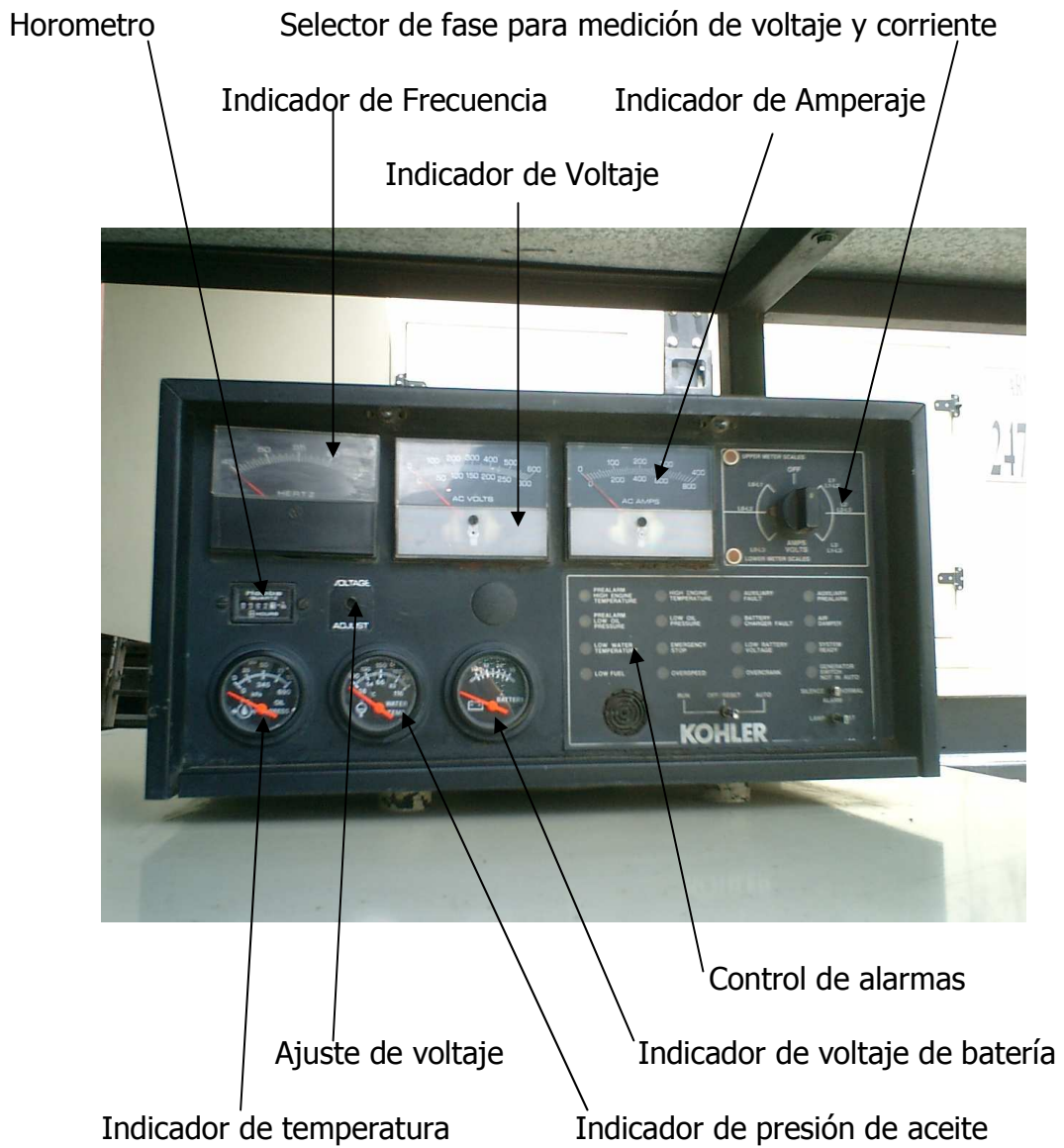


Figura 34. Revisión del Turbo Cargador

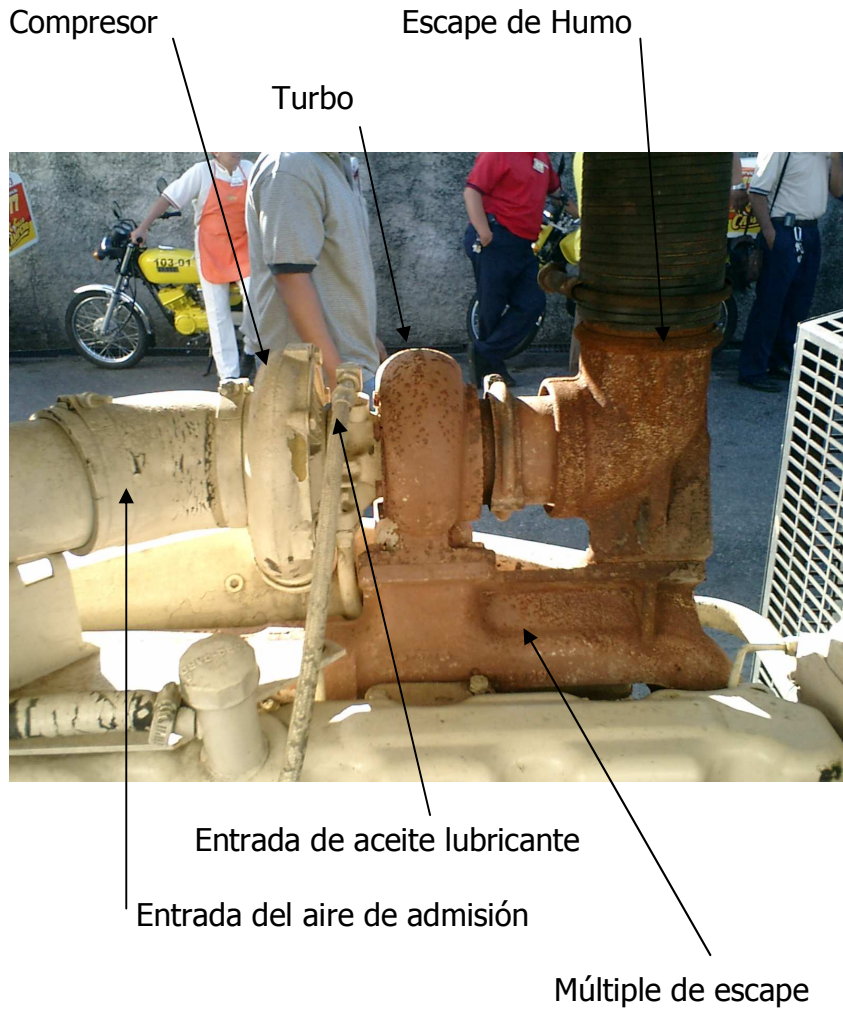


Figura 35. Revisión de la Bomba de Inyección

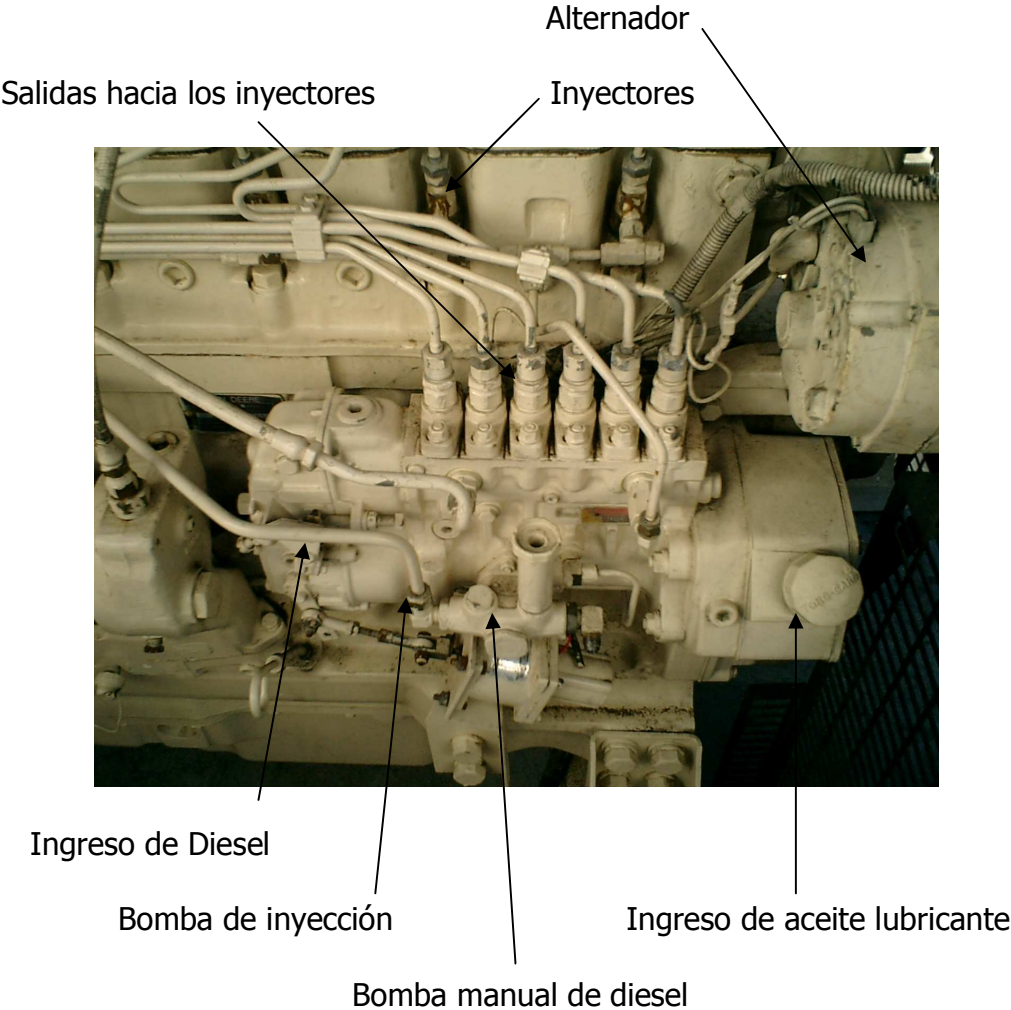


Figura 36. Revisión del alternador y el actuador

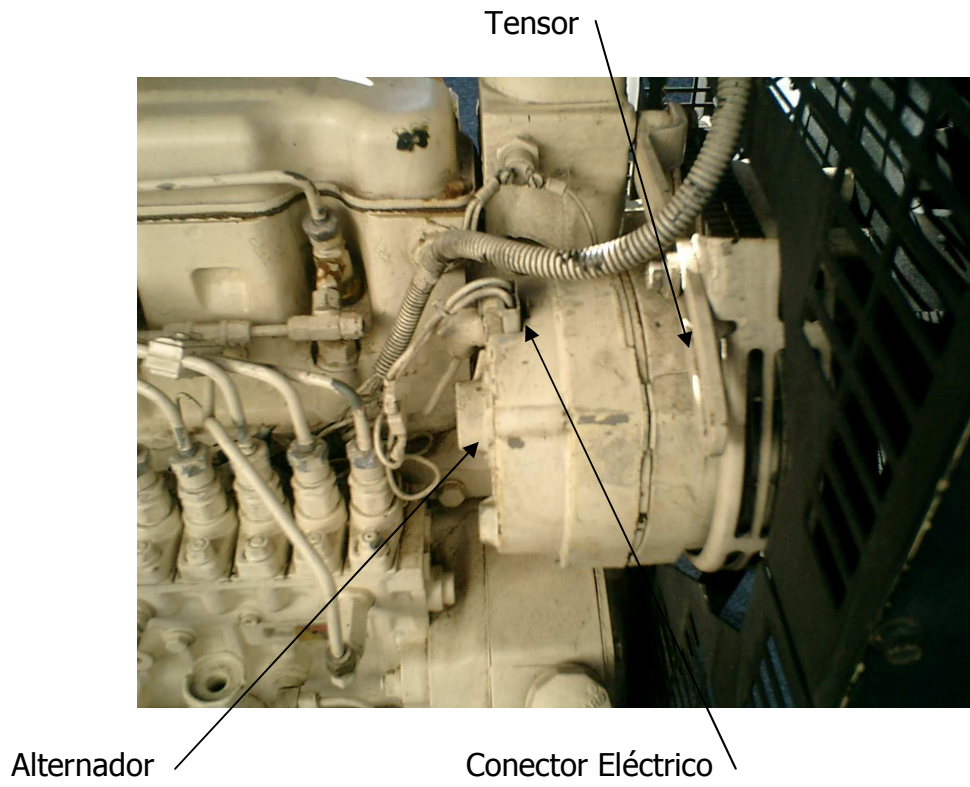
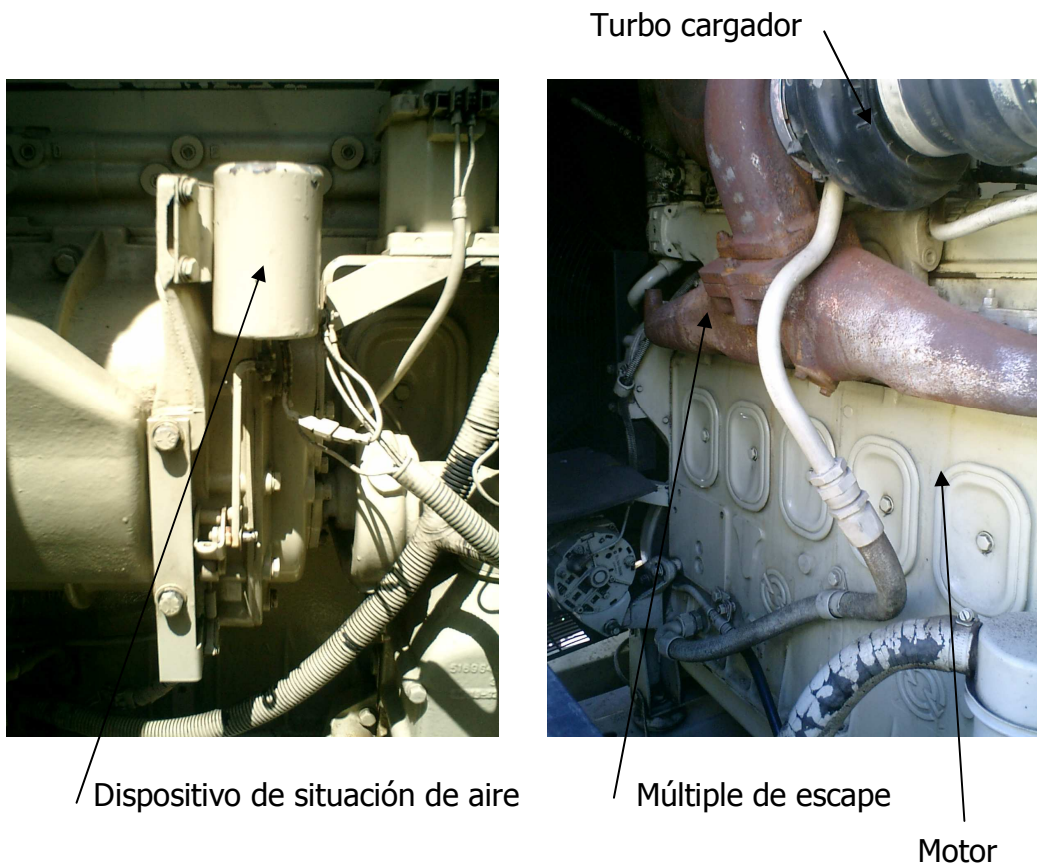


Figura 37. Revisión del dispositivo de saturación de aire de admisión y múltiple de escape



Posiblemente las fotografías no sean del equipo que se ha elegido en esta ocasión, pero proporcionarán ayuda al momento de localizar el lugar en donde se localizan los objetos que son puestos a chequeo o revisión. No todos los grupos electrógenos poseen los dispositivos o bien accesorios en el mismo lugar, depende de la marca y el modelo del grupo electrógeno la localización y forma de estos.

Si tiene alguna duda acerca de un dispositivo o accesorio consulte directamente al manual propio de cada equipo, en el se dará información más

detallada de el, la función principal de esta guía es proporcionar una inducción acerca de estos equipos, pero debido a la gran cantidad existente no se puede detallar sobre todos ellos, regularmente las funciones o bien los dispositivos funcionan de forma similar así que el chequeo de estos tendrá que ser similar en todos los casos.

CONCLUSIONES

1. Los grupos electrógenos se aplican para tener una fuente de energía de reserva, este equipo entrará en funcionamiento inmediatamente al faltar la energía eléctrica de red, en centros de pública concurrencia como hospitales, centros comerciales, industrias, estadios, centros de comunicación masiva; se emplean para que en ningún momento falte la energía eléctrica, o bien, en corto tiempo se reinicie las actividades u operaciones que necesitan de electricidad para su funcionamiento.
2. El mantenimiento consiste en tener y conservar en condiciones seguras de uso cualquier utensilio, dispositivo, herramienta, sistema, equipo o maquinaria. Por esa razón, el mantenimiento que se debe aplicar a los equipos electrógenos debe cumplir con este principio fundamental, realizar estas actividades respetando los tiempos establecidos por el fabricante, o bien el criterio del personal que realice las actividades de mantenimiento, se conseguirá el buen funcionamiento de éstos en el momento en que se requiera.
3. Todos los grupos electrógenos de 12 terminales son reconectables, el voltaje de salida cambiará de acuerdo a la conexión elegida por el usuario. El voltaje se podrá ajustar dentro del rango de frecuencia en que se encuentre, el voltaje también puede regularse en el potenciómetro de ajuste fino que se encuentra en el panel de control, en este potenciómetro se puede ajustar el voltaje entre el rango de -5% a +5% del voltaje de salida.

4. Dar un mantenimiento adecuado al equipo reduce en gran medida las fallas de estos, cuando ocurra un problema, deben considerarse las causas simples que pueden parecer demasiado obvias para su consideración.
5. Si el motor no trabaja a la temperatura correcta, se presentará un choque térmico entre las paredes de la camisas de cilindros calientes por el calor generado en la cámara de combustión y el refrigerante frío, esto se va a reflejar en que las camisas se van a endurecer o cristalizar y se presenta un problema de desempeño a corto plazo.
6. Debe hacerse una inspección general al grupo electrógeno antes de ponerlo en funcionamiento, esto evitará problemas de mal funcionamiento del equipo o bien de paro inesperado, la revisión puede resultar innecesaria.

RECOMENDACIONES

1. Cuando se proceda a realizar un cambio de configuración eléctrica del generador, debe hacerse con cuidado y consultando el diagrama eléctrico adecuado, revisar, de ser necesario, tres veces, para evitar alguna mala conexión que perjudique el equipo. Desconectar el equipo totalmente e informar sobre las actividades realizadas.
2. Se debe dejar que el motor del grupo electrógeno alcance su temperatura de operación, luego de eso conectar el generador, aplicando las cargas más grandes de primero, hacerlo de forma progresiva y lentamente, luego aplicar el resto de las cargas hasta tener todos los equipos funcionando, controlar en todo momento los indicadores del panel de control; regularmente, si se presenta una falla, ésta se dará en los momentos iniciales del arranque.
3. El grupo electrógeno debe tener la capacidad de kVA de arranque para limitar la caída de tensión. Si no se puede determinar los valores reales de la corriente de arranque del motor que se quiera poner en operación, se puede establecer esta corriente a un 600% de la corriente nominal a plena carga.
4. El grupo electrógeno suele ensuciarse más cuando éste está en operación en ambientes muy contaminados, la acumulación de polvo da mala apariencia a los equipos, y sobre todo, el polvo acumulado puede ser succionado por el sistema de admisión, contaminando más rápido; si se mantiene limpio los alrededores del grupo electrógeno, puede

disminuir la cantidad de polvo que entre a los filtros de admisión, aumentado así la eficiencia del equipo.

5. Si después de realizar una actividad correctiva, el problema persiste, y este no puede ser corregido con el servicio de rutina, no intentar repararlo si no se está preparado técnicamente; es mejor hacer contacto con el distribuidor de servicio autorizado, la mayoría de estos equipos mantienen garantía dada por el fabricante y ésta podría perderse, algunos de estos problemas deben corregirse únicamente en el taller de servicio.

6. Verificar el nivel de refrigerante diariamente, o cada vez que se vaya a utilizar el grupo electrógeno. Los sistemas de enfriamiento de los motores diésel requieren protección durante todo el año, con un refrigerante de uso pesado adecuado para este tipo de motor. Utilizar agua provocará problemas en el sistema de enfriamiento y el motor se dañara rápidamente.

7. Antes de poner en servicio un equipo electrógeno, se debe revisar con detalle la lista de precauciones iniciales de arranque, recordar que el suministro de energía eléctrica de red debe estar debidamente bloqueado, la información es vital, todos los operadores deben estar enterados de la forma en la cual el equipo está funcionando, y qué se debe hacer en caso de emergencia.

BIBLIOGRAFÍA

1. Escobar García, Pablo César. Montaje de Grupos Electrógenos. Trabajo de Tesis, Facultad de Ingeniería, Universidad de San Carlos de Guatemala. 1995.
2. Motores CK Power. Manual de operación, USA, Chicago Illinois: Acco Internacional.
3. Kohler Power Systems Iso 9001. Literatura Técnica, USA, Winsconsin, Agosto 2004.
4. Grupos Electrogenos Ingersoll Rand. Manual de Usuario, Nivel 1, Publicación Ref G.P.A.O. 3350200979, Impreso en USA.
5. Equipos Wacker. Manual del Operador, USA, 1999.
6. Perkins Engines Company Ltd. Manual del Usuario, Publicaciones Tecnicas, England, Julio 2000.

Referencias Electrónicas

7. <http://es.geocities.com/bfgnet/> (Octubre 2006).
8. [http:// www.johndeere.com](http://www.johndeere.com) (Septiembre 2006).

