



República de Cuba
Ministerio de la Educación Superior
Instituto Superior Minero Metalúrgico de Moa
“ Dr. Antonio Núñez Jiménez ”

TESIS EN OPCIÓN AL TÍTULO DE INGENIERO ELÉCTRICO

**Título: Metodología para solución de las fallas más
comunes en los generadores HYUNDAI de la
ETE Felton.**

Autor: Yasmani Gutiérrez Moraga.

Tutores: Ing. Yunier Cruz Blanco

M.Sc. Yordan Guerrero Rojas

MCA 2013

“Año 55 de la Revolución”

DECLARACIÓN DE AUTORIDAD

Yo, Yasmani Gutiérrez Moraga, autor del trabajo de diploma “Metodología para solución de las fallas más comunes en los generadores HYUNDAI de la CTE Felton” certifico su propiedad intelectual a favor del Instituto Superior Minero-Metalúrgico de Moa “Dr. Antonio Núñez Jiménez”, el cual podrá hacer uso del mismo para fines docentes, educativos e investigativos.

Firma del Autor

Los debajo firmantes, certificamos que el presente trabajo ha sido realizado según acuerdos de la dirección del centro y el mismo cumple los requisitos que debe tener una investigación de esta envergadura, referida a la temática tratada.

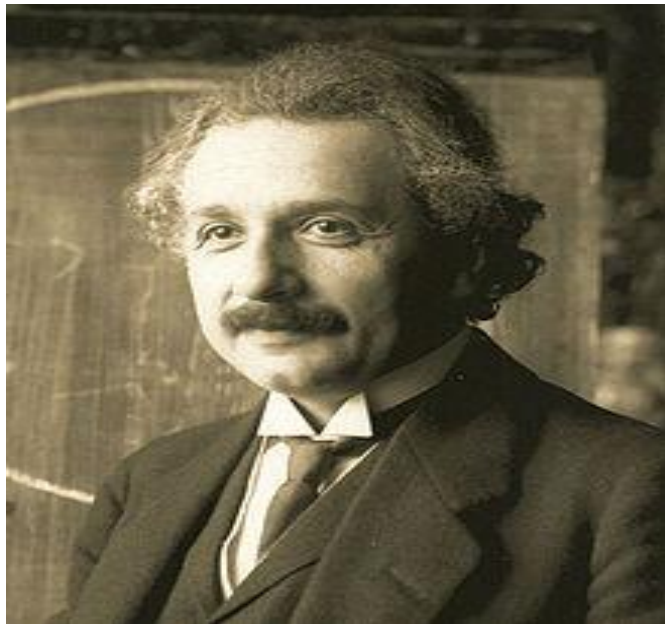
Ing. Yunier Cruz Blanco. (Tutor)

M.Sc Yordan Guerrero Rojas (Tutor)

PENSAMIENTO

"Nunca consideres el estudio como una obligación,
sino como una oportunidad para
penetrar en el bello y maravilloso mundo del saber."

Albert Einstein.



DEDICATORIA

A mis madres Elsa y Clara

Por la dedicación y el amor de toda

una vida, a mi hija por venir al mundo en el momento justo para

darme la razón de ser y de luchar en el futuro.

A mi familia y amigos,

Que fueron incansables e incondicionales

En brindarme su ayuda.

AGRADECIMIENTOS

A mi madre y a mi familia por el amor y apoyo de siempre

A mis tutores Yunier Cruz y Yordan Guerrero por su ayuda desinteresada, por mostrarme tan magistralmente el camino a seguir durante todo el tiempo que duró la realización de este trabajo. Les agradezco además, todos los conocimientos que me legaron, Muchas Gracias

A Liudmila que fue la persona que me dio el impulso y me ayudó a llegar hasta donde estoy hoy, para ella mis más sinceros agradecimientos, a Maira y Rosendo por acogerme como uno más de su familia y brindarme su apoyo y su cariño incondicionalmente

A mi esposa, por la confianza, la espera y la paciencia de tenerme que soportar en los momentos difíciles

Deseo hacer llegar mis más sinceros agradecimientos:

A los Instructores del departamento de Capacitación de la Central Termoeléctrica de Felton por su cooperación y trabajadores del fuel oil que estuvieron brindándome su ayuda desinteresada, por soportarme tanto tiempo formando parte de su colectivo de trabajo.

A mis amigos Carlos, Córdova, Rolando, Lachi, Pocholón, Raidelón.M, Omarito, Nety, Barbarito, en fin a todos los que formaron y forman parte del club de amigo y que me brindaron su apoyo en los momentos difíciles, por darme aliento cuando más lo necesite y por su ayuda incondicional.

A todos los que de una forma u otra han formado parte de la realización de este trabajo y de mi vida como estudiante:

Muchas Gracias

RESUMEN

En los sistemas eléctricos, una falla podría repercutir en el desarrollo productivo o de servicio de cualquier empresa, cuando ocurre en centrales eléctricas las consecuencias económicas pueden perjudicar el desarrollo económico de un país. En este trabajo, realizado en el emplazamiento de fuel-oil de la Empresa Termoeléctrica de Felton, se analizaron las fallas más comunes ocurridas durante los dos últimos años de explotación de los generadores Hyundai de la serie 9H25/32, donde; las causas que provocan cada interrupción en la generación, brindan una valiosa información para mejorar el período de revisión y de mantenimiento de estas máquinas así como los procedimientos operativos. Teniendo como base el análisis histórico, se confeccionó una metodología que permite la solución de cada falla en un menor tiempo, esto se traduce en mayor generación, mayor confiabilidad y mejor solución técnica, contribuyendo así a la economía del país.

SUMMARY

In the electric systems, a flaw could rebound in the productive development or of service of any company, when it happens in central electric the economic consequences can harm the economic development of a country. In this work, carried out in the location of fuel-oil of the Thermoelectric Company of Felton, the most common flaws were analyzed happened during the last two years of exploitation of the generating Hyundai of the series 9H25/32, where; the causes that cause each interruption in the generation, offer a valuable information to improve the period of revision and of maintenance of these machines as well as the operative procedures. Having like base the historical analysis, a methodology was made that allows the solution of each flaw in a smaller time; this is translated in bigger generation, bigger dependability and better technical solution, contributing this way to the economy of the Country.

ÍNDICE

<i>INTRODUCCIÓN</i>	1
<i>Situación Problemática</i>	3
<i>Problema científico</i>	3
<i>Objetivo general</i>	4
<i>Objetivos específicos</i>	4
<i>Objeto de estudio</i>	4
<i>Campo de acción</i>	4
<i>Hipótesis</i>	4
<i>Tareas</i>	4
<i>CAPÍTULO 1. MARCO TEÓRICO- METODOLÓGICO DE LA INVESTIGACIÓN</i>	6
1.1 <i>Introducción</i>	6
1.2 <i>Estudios Precedentes</i>	6
1.3 <i>Características generales de los grupos electrógenos fuel</i>	8
1.4 <i>Nociones del funcionamiento de los generadores</i>	8
1.4.1 <i>Especificación del generador Hyundai 2.5MW</i>	9
1.4.2 <i>Motor de combustión interna</i>	16
1.5 <i>Fallas en los Sistemas Eléctricos de Potencia</i>	18
1.5.1 <i>Detección de las Fallas técnicas</i>	20
1.5.2 <i>Fallas más comunes encontradas en máquinas eléctricas rotatorias</i>	22
1.6 <i>Conclusiones</i>	23
<i>CAPÍTULO 2. ANÁLISIS DE LAS FALLAS EN GENERADORES HYUNDAI 2.5 MW</i>	24
2.1 <i>Introducción</i>	24
2.2 <i>Caracterización del emplazamiento Fuel</i>	24
2.2.1 <i>Generalidades del accionamiento del conjunto motor – generador</i>	28

2.2.2	<i>Relación de las fallas más comunes encontradas en estos generadores.....</i>	28
2.2.3	<i>Las altas temperaturas en los devanados:.....</i>	30
2.2.4	<i>Fallas en las chumaceras.....</i>	32
2.2.5	<i>Fallas en la excitación.....</i>	34
2.2.6	<i>Fallas en los interruptores</i>	36
2.2.7	<i>Fallas en las mediciones.....</i>	38
2.3	<i>Mantenimiento en los generadores</i>	39
2.4	<i>Tipos de mantenimientos.....</i>	40
2.5	<i>Conclusiones Parciales</i>	43
<i>CAPÍTULO 3: METODOLOGÍA PARA LA SOLUCIÓN DE FALLAS EN LOS GENERADORES.....</i>		44
3.1	<i>Introducción</i>	44
3.2	<i>Metodología para solución de falla por alta temperatura en lo devanados del generador.....</i>	44
3.3	<i>Metodología para la solución de fallas por alta temperatura en la chumacera</i>	45
3.4	<i>Metodología para la solución de fallas en la excitación</i>	46
3.5	<i>Metodología para solución de fallas en los Interruptores de los generadores.....</i>	48
3.6	<i>Metodología para solución de fallas en las mediciones de los generadores.....</i>	50
3.7	<i>Resultados impiricos.....</i>	51
3.8	<i>Impacto económico.....</i>	52
3.9	<i>Conclusiones</i>	54
<i>CONCLUSIONES GENERALES.....</i>		55
<i>RECOMENDACIONES</i>		56
<i>BIBLIOGRAFÍA.....</i>		567
<i>ANEXOS</i>		



INTRODUCCIÓN.

En muchos países en vías de desarrollo los Grupos Electrógenos (GE) son la única fuente de electricidad fiable. Suministran energía a aquellas comunidades que no disponen de medios para conseguirla, mejorando la calidad de vida en muchas de las regiones menos desarrolladas del mundo.

A pesar de que el desarrollo de la ciencia y la tecnología avanzan a pasos agigantados en el estudio y perfeccionamiento de las diferentes industrias a nivel mundial, empezando por las grandes potencias de la industria, así como también los países subdesarrollados como es el caso del nuestro en el cual a pesar de las grandes limitaciones de toda índole se busca mejorar eficazmente los procesos productivos y los medios de producción para lograr un óptimo resultado en beneficio del país, y de sus habitantes en general.

Se puede apreciar la importancia del esfuerzo inversionista que realiza el gobierno de la República de Cuba en el mejoramiento de la producción y distribución de energía eléctrica, pero más importante aún, son los recursos humanos, materiales y financieros que debe dedicar la sociedad para mantener y reparar los equipos de generación existentes. Por lo que la reducción máxima de los costos con los equipos de generación, acompañado del máximo aprovechamiento de su capacidad de trabajo, es una cuestión de interés para la economía nacional.

Para llevar a cabo la Revolución Energética en Cuba, fue necesario romper con los esquemas tradicionales en la generación de energía eléctrica; el país contaba con grandes plantas termoeléctricas, algunas construidas luego del triunfo de la Revolución, que en su momento desempeñaron un importante papel, pero que se habían convertido en un problema por su alto consumo de combustible e insumos, y porque causa de su mal estado técnico y tecnológico acumulado durante el período especial, sufrían constantes averías y debían salir del Sistema Eléctrico Nacional (SEN). Como las plantas estaban dispersas en puntos distantes de los consumidores, se producían altas pérdidas en la transmisión de electricidad. Debido



a la necesidad de un sistema eléctrico confiable comenzaron a llegar a Cuba baterías de GE de alta calidad y eficiencia, que sincronizadas al SEN apoyan actualmente a las termoeléctricas, generando electricidad durante las horas del día en que tiene lugar el pico en la demanda. Hasta la fecha se han incorporado más de 1 100 MW provenientes de los GE situados en 116 de los 169 municipios, lo cual representa más del 40% de la necesaria en el territorio cubano en los horarios de máxima demanda.

Dado el significado estratégico que poseen los GE y teniendo en cuenta que el país no los produce, se considera muy útil el análisis de sus componentes desde el punto de vista funcional. Como resultado de las necesidades de generación que afrontó el país, en la central termoeléctrica Lidio Ramón Pérez se decidió instalar un Grupos Electrógénos con la objetivo de apoyar la disponibilidad en el sistema eléctrico nacional así como es una central confiable antes una situación excepcional o de emergencia. El estudio de sus características de funcionamiento se hace necesario para lograr una adecuada disponibilidad y asimilación de cargas durante su trabajo en paralelo con el sistema Electroenergético nacional o en isla, en situaciones excepcionales.

La utilización de emplazamientos de generación distribuida con grupos electrógénos de fuel oil lleva muy poco tiempo de explotación y por ser una tecnología de adopción reciente en el país, no se cuenta con la experiencia y conocimientos necesarios sobre el tema, lo que conlleva al surgimiento de problemas de funcionamiento y operación de la maquinaria. Según criterios de especialistas las causas fundamentales de las averías o fallas son producto de problemas de operación, de mantenimiento, de tecnología y cultura tecnológica que están afectando la disponibilidad y la confiabilidad de estas plantas de generación.

El análisis y prevención de fallas en grupos electrógénos es un aspecto extremadamente importante en los sistemas eléctricos de potencia. La determinación y descripción de los factores responsables para la falla de un componente,



mecanismo o estructura, brindan una valiosa información para mejorar tanto el diseño, los procedimientos operativos y el uso de los componentes; como para evitar paradas de línea o pérdidas de producción en la industria. Adicionalmente, el reconocimiento de dichos factores permite establecer responsabilidades en litigios de toda índole originados en fallas de materiales. Una vez que el modo de falla ha sido identificado, son posibles de aplicar las medidas correctivas para la prevención de fallas similares futuras, minimizando costos y riesgos de accidentes. En esta investigación se estudia las fallas más comunes registradas desde su puesta en marcha en los generadores, debido a su importancia para la solución de las mismas se estudian los principales parámetros que caracterizan el conjunto Moto –Generador de 2.5 MW que ahí operan, ya que estas máquinas son indispensables en la generación económica de electricidad por sus características de funcionamiento y una rápida respuesta de carga.

Situación Problemática.

Los grupos electrógenos fuel de la CTE “Lidio Ramón Pérez” poseen 24 moto-generadores de 2.5 MW conectados al Sistema Eléctrico Nacional. Desde la puesta en marcha de estas máquinas, comenzaron a ocurrir una serie de fallas que interrumpen el proceso de generación de electricidad, ejemplo; altas temperaturas en los devanados, altas temperaturas en chumaceras, fallas de los reguladores de voltaje, alta presencia de vibraciones etc. Todas contempladas en manuales pero sin un procedimiento metodológico que seguir para su solución, el tiempo de respuesta en cada caso aún es muy alto y con baja efectividad en su solución.

Puede reconocerse así un importante

Problema científico:

Falta de una metodología para solucionar las fallas más comunes encontradas en los moto-generadores HYUNDAI de 2.5 MW de la CTE “Lidio Ramón Pérez”.

Se define como



Objetivo general:

Establecer una metodología para la solución de fallas más comunes en generadores HYUNDAI de 2.5 MW.

Objetivos específicos.

- 1 Caracterizar el sistema Fuel Oil de la CTE “Lidio Ramón Pérez”.
- 2 Identificar las causas, consecuencias e interrelación entre las fallas más comunes.
- 3 Elaborar un procedimiento metodológico para cada falla identificada.
- 4 Realizar una valoración económica.

Objeto de estudio:

Grupos electrógenos Fuel de 2.5 MW.

Campo de acción:

Fallas en los sistemas electromecánicos de los generadores accionados por motores de combustión interna fuel.

Para contribuir a la solución del problema científico, se formula la siguiente:

Hipótesis:

Con la implementación de una metodología que permita solucionar las fallas más comunes en generadores HYUNDAI de 2.5 MW, se puede lograr una rápida respuesta de solución técnica y la disminución de las salidas de línea en el Sistema Electroenergético Nacional.

Tareas:

- 1 Realización de una búsqueda bibliográfica.
- 2 Caracterización el sistema electro-mecánico.
- 3 Recopilación de mediciones de las variables que intervienen en el proceso.
- 4 Identificación de fallas más comunes.



- 5 Elaboración una metodología evaluativa de estas fallas.
- 6 Realización la valoración técnico-económica.

En el desarrollo de la investigación se aplican los siguientes **métodos**:

El método documental y bibliográfico para fundamentar históricamente el problema, sus antecedentes, cientificidad, novedad, justificación, así como la lógica objetiva de su evolución. etc.

El método análisis y síntesis: para analizar y sintetizar toda la información obtenida en el proceso de investigación.

Entrevistas con especialistas para profundizar en el tratamiento del problema.

Resultados esperados de la investigación

- Con la presente investigación se debe:
- Disminuir la cantidad de fallas en los Moto-generadores.
- Contar con una metodología para tratar cada falla.
- Disminuir el tiempo de restablecimiento de cada falla.



CAPÍTULO 1. MARCO TEÓRICO- METODOLÓGICO DE LA INVESTIGACIÓN.

1.1 Introducción.

El objetivo del presente capítulo es establecer el marco teórico-metodológico de la investigación, a partir del estado del arte del tema basado en el análisis de los trabajos precedentes, la metodología seguida para su ejecución así como la base teórica que sustenta la investigación.

1.2 Estudios Precedentes.

Una investigación científica de acuerdo a lo planteado por [Aróstegui, J. M. 1978] y otros, en cualquier área del conocimiento debe siempre estar sustentada por una investigación empírica y por una investigación teórica, de ahí que sea necesario utilizar los métodos que caracterizan a cada una de ellas para desarrollar científicamente las mismas a partir de una clara caracterización del objeto, del planteamiento del problema, los objetivos, la hipótesis y las tareas.

Para desarrollar la investigación fueron consultados diferentes trabajos y estudios, orientando la revisión bibliográfica en dos líneas fundamentales; por una parte, la información relacionada con el enfoque teórico y metodológico del estudio a realizar y por otra, los trabajos sobre el tema de generadores y sus fallas, grupos electrógenos en general, así como todo lo relacionado con métodos de lograr mejoras en el proceso de mejorar el tiempo de solución de las fallas así como su disminución.

El análisis histórico de la información relacionada con la temática sobre los grupos electrógenos muestra que se ha trabajado en: Determinación de los fallos más importantes en los equipos auxiliares de los Grupos Electrógenos *Hyundai Himsen*, [Del Castillo, 2009], en este trabajo análisis a partir de la causa raíz de los equipos auxiliares pero no aborda el tema de los generadores ni las fallas que en ellos se evidencian. Análisis de los fallos presentados por las unidades principales de diesel y



combustible pesado (MDU) del Emplazamiento de Grupos Electrónicos *Hyundai Himsen* de Regla, aunque no se tiene referencia del autor el trabajo aborda los fallos más importantes en los motores de la tecnología diesel, no existe coincidencia con las fallas detectadas en los generadores de la tecnología Hyundai. Se realiza una propuesta de mejoras al sistema de gestión de la calidad de la empresa de mantenimiento a grupos electrónicos de *fuel oil*. [UNE, 2011]. Se realiza un análisis para la evaluación del comportamiento mecánico-funcional de los grupos electrónicos *Hyundai Himsen 9H21/32*. Otro trabajo realizado fue la Identificación y caracterización de los fallos en los motores serie 4000 para grupos electrónicos MTU de los emplazamientos de La Habana. [UNE, 2011]. Se aborda el tema sobre la introducción al Monitoreo de la Condición de los Grupos Electrónicos *Hyundai Himsen 9H21/32*. Se estudio el impacto ambiental por ruido de grupos electrónicos. [Grupo ISOLUX CORSAN S. A., 2006]. Se realiza una propuesta de modificación en el sistema de suministro eléctrico del emplazamiento de Felton *Hyundai Himsen 9H21/32*, [Rodríguez N, 2012] donde se propone un enlace entre los transformadores auxiliares para mejorar la confiabilidad en el esquema de suministro eléctrico.

Un artículo que fue de gran importancia en la realización del presente trabajo lo constituye el análisis de criticidad de grupos electrónicos de la tecnología fuel oil en Cuba [Hourné et.al.2012] donde se desarrolla un instrumento a partir del criterio de expertos para determinar las variables a considerar en el modelo de criticidad y complejidad, realizándose para los modelos un estudio de su confiabilidad.

Del análisis realizado a los trabajos anteriores y otros se puede observar que en la actualidad no se dispone de una metodología para tratar las fallas más comunes que ocurren en generadores de tipo *Hyundai Himsen 9H25/33*. El poder disponer de una metodología para estas fallas tendrá como consecuencia una disminución del periodo de ruptura y del tiempo de solución así como se podrán encontrar estrategias para mejorar la gestión de mantenimiento en este tipo máquinas.



1.3 Características generales de los grupos electrógenos fuel.

Los Grupos Electrógenos de Fuel Oil están constituidos por un motor de combustión interna y un generador sincrónico trifásico, además de una serie de equipos y dispositivos auxiliares que son los encargados del suministro de las materias primas necesarias en el proceso de combustión y generación de electricidad, para el funcionamiento eficiente del equipamiento y la distribución de la energía. En el país se encuentran instalados distintos tipos de emplazamientos, en dependencia de la cantidad de grupos electrógenos de fuel oil que presenten, la cual puede variar desde 1 hasta 24 grupos, en dependencia de la demanda que se necesite la zona del emplazamiento, ya que el objetivo de la generación distribuida es acercar la fuente al consumidor para asegurar el suministro de energía y disminuir las pérdidas por transmisión.

1.4 Nociones del funcionamiento de los generadores

El generador síncrono es un tipo de máquina eléctrica rotativa capaz de transformar energía mecánica (en forma de rotación) en energía eléctrica su principio de funcionamiento consta en la excitación de flujo en el rotor.

El rotor es alimentado con corriente continua a través de anillos deslizantes el cual produce un campo magnético al girar el rotor impulsado por la máquina motriz el campo magnético gira a la Misma velocidad, el campo magnético giratorio induce tensiones trifásicas en el estator con una Frecuencia, -al conectar carga trifásica circulan corrientes trifásicas por el devanado del estator aparece un campo giratorio de reacción del estator.

El campo giratorio producido por las corrientes del estator es el campo de Reacción del inducido. Devanado inductor (el que induce las tensiones) es el rotor. Devanado inducido (donde se inducen las tensiones) es el estator. El campo resultante es la suma del campo excitador producido por el rotor y del campo de reacción del inducido.



El generador síncrono está compuesto principalmente de una parte móvil o rotor y de una parte fija o estator.

El rotor gira recibiendo un empuje externo desde (normalmente) una turbina. Este rotor tiene acoplada una fuente de "corriente continua" de excitación independiente variable que genera un flujo constante, pero que al estar acoplado al rotor, crea un campo magnético giratorio que genera un sistema trifásico de fuerzas electromotrices en los devanados estáticos.

El rotor también conocido como inductor, pues es la parte que induce el voltaje en el estator. El núcleo del rotor es construido de lámina troquelada de acero al silicio, material de excelentes características magnéticas, con la finalidad de evitar pérdidas por histéresis y corrientes parasitas.

El yugo es una pieza continua con zapata polar, para así eliminar la dispersión del flujo por falsos contactos magnéticos. En la zapata polar se hacen barrenos para alojar el devanado amortiguador en jaula de ardilla, diseñado con el objeto de reducir armónicas en la forma de onda que entrega el generador. El rotor gira concéntricamente en el eje del generador a una velocidad sincrónica.

1.4.1 Especificación del generador Hyundai 2.5MW.

La especificación describe el Generador Síncrono Trifásico de escobillas de 3125 kVA, 6.6 kV, 8 polos.

Descripción General.

Indispensables (para 1 generador).

- (1) - Un (1) Juego de Generador Síncronico.
- (2) - Una (1) Pieza de Autoregulador de voltaje con sistema elevador (amplificador) de corriente.



Accesorios (para 1 generador).

- (1) - Una (1) unidad de calentador de espacio.
- (2) - Una (1) unidad de detector de temperatura del enrollado (PT100 ohm x 2pc/fase).
- (3) - Una (1) unidad de detector de temperatura de cojinete (PT100 ohm x 1pc/rodamiento).
- (4) - Dos (2) unidades de terminales de tierra.
- (5) - Una (1) unidad de caja de terminales principal y casquillo o collarín de prensaestopas de cable.
- (6) - Una (1) unidad de sistema elevador (amplificador) de corriente para tres (3) veces corriente de cortocircuito.
- (7) - Una (1) unidad de pernos y tuercas de fijación para la base común.
(Fijación M36 x L150, tornillo macho M24, pasador cónico PH14xL120)
- (8) - Una (1) unidad de termómetro de cojinete.
- (9) - Una (1) unidad de malla de filtro de entrada de aire.
- (10) - Una (1) unidad de TCs, TPs y otros componentes eléctricos.

Condiciones del sitio.

Los Generadores se diseñarán de acuerdo con las siguientes condiciones del sitio:

- Ubicación: Interior
- Altitud: Por debajo de 100 m sobre el nivel medio del mar
- Temperatura Ambiente: 45 °C Max.
- Humedad Relativa: 90% Max.

Prueba e inspección.

Las pruebas e inspección en el generador se llevarán a cabo de acuerdo con la norma aplicable.



Pinturas.

Todas las partes de superficie del hierro se cubrirán con pintura anticorrosivas de acuerdo con las normas del fabricante. El color final de la superficie exterior es seguido según el requerimiento del cliente. A menos que sea especificado, el Generador se cubrirá finalmente con el color Generador: Munsell No: 7.5 BG 7/ 2

Especificación mecánica.

Construcción.

Los Generadores contienen máquinas rotatorias-engavetadas en las cuales el rotor cilíndrico lleva el enrollado de excitación de CD engavetado y el enrollado amortiguador rotando dentro del estator el cual lleva el enrollado de salida de A.C.

Los Generadores incorporan rectificadores rotatorios y excitador A.C montado en el eje, los cuales proveen la corriente de excitación para la máquina principal.

Grado de protección.

Así los componentes existentes y en movimiento interno son encerrados para prevenir contacto accidental por personas, para prevenir el ingreso de cuerpos sólidos mayores de 12 mm y para proteger contra caída de agua de lluvia hasta 60° de la vertical.

Enfriamiento.

Un ventilador en el final del dispositivo extrae el aire de enfriamiento axialmente a través de la máquina.

Tipo de construcción.

-B5/B20 con cojinete de manga o camisa simple.



Cojinetes.

- Cojinete de manga o camisa

Lubricación.

- Auto lubricación

Velocidad y dirección de rotación.

La frecuencia nominal es producida en velocidad nominal a menos que, de lo contrario, se haya establecido que un aumento de velocidad del 5% cuando la carga se reduzca desde el valor nominal hasta cero sea asumido. La dirección de rotación es contraria al sentido de las agujas del reloj (C.C.W) visto desde el final del accionamiento.

Caja de terminales principales para la potencia de alto voltaje.

Grado de protección: IP44

4 salidas alambradas emplomadas: U, V, W, N (caja de terminales principales)

La caja de terminales principales está localizada en el lado derecho visto desde el final del accionamiento.

Calentador anti-condensación.

El Generador será provisto con un calentador 220 VAC para prevenir condensación mientras la máquina esté parada. El calentador estará preparado para proveer distribución uniforme de calor.

Los cables del calentador se presentarán con terminales claramente etiquetados.

A.C 1 Fase 220V, 1000W



Resistencia de sobrevelocidad.

El generador estará libre de fallas mecánicas cuando opere a 120% de la velocidad nominal por 2 minutos bajo la condición sin carga y no excitado.

Rotor

Rotor cilíndrico

Momento de inercia (GD²): Aproximadamente 1459.6 kg-m²

Peso de rotor: Aproximadamente 4811 kg

Peso del generador:

Aproximadamente 11000 kg

Dimensiones del generador:

Aproximadamente Ancho (W) 1969 x Largo (L) 2851 x Alto (H) 2075

Especificaciones eléctricas

Aislamiento

La clase de aislamiento F se usa como una característica estándar para el Generador.

Éste protege el enrollado contra gas corrosivo, vapor, polvo y aceite.

Enrollado del estator

El enrollado trifásico del estator es del tipo de doble capa y conectado en estrella.

Los cuatro finales de los cables del estator **U, V, W, N** y la conexión del polo **+ F1** y **- F2** del excitador son llevados hacia la caja de conexión de cables.

Enrollado del rotor



El enrollado del rotor es diseñado como una bobina enrollada en las ranuras del rotor cilíndrico.

El generador es adaptado con un enrollado amortiguador, o sea, una jaula de barras conectadas por anillos, las cuales se sitúan en ranuras especiales en el rotor.

Sistema de excitación

Sistema autoexcitado con excitador rotatorio a base de semiconductores montados en el árbol del rotor.

Ajuste del voltaje

El voltaje nominal puede ser ajustado en $\pm 10\%$ usando un valor fijo de referencia montado en un panel externo cuando el factor de potencia está entre 0.8 y 1.

Variación del voltaje en estado estable

A lo largo del rango desde vacío hasta carga nominal en factor de potencia nominal y velocidad nominal y excitación nominal, el sistema de control incluyendo un regulador automático de Voltaje r A.V.R la variación del voltaje y en condición estable está dentro de $\pm 2.5\%$ de voltaje nominal.

Variación del voltaje instantáneo

Con una carga correspondiente al 60% (factor de potencia: menor que 0.4) de la corriente nominal aplicada en voltaje y frecuencia nominal, el factor de la variación del voltaje instantáneo será menor que el 15% y será restaurado al 3% del voltaje final con 2 segundos.

Eficiencia



La eficiencia permitida para las pérdidas totales en el generador, incluso aquellas del enrollado de campo y del sistema de excitación. Los valores en salida nominal se garantizará por encima del 95.8%.

Sobrecarga

De acuerdo con la norma aplicable, el generador puede tener una sobrecorriente de 1.5 veces la corriente nominal en voltaje nominal por 2 minutos. El Generador será operado en 110% de la corriente nominal por una hora dentro de cualquier período de 12 horas sin riesgo de aumento crítico de temperatura.

Distorsión de la forma de onda

La forma de onda será estrechamente similar a la curva del seno en voltaje y frecuencia nominal bajo ninguna carga.

La distorsión de la forma de onda será menor que el 5% de acuerdo con JEC 114.

Aumento de temperatura

Aumento de temperatura en plena carga y factor de potencia nominal.

- 1) Bobinas del Estator: No excede 75 °C por el método de la resistencia.
- 2) Bobinas del Rotor: No excede 85 °C por el método de la resistencia.

El aumento de la temperatura está basado en que la entrada de aire no exceda 45 °C y la altitud no exceda los 100 metros.

En la tabla 1.1 podemos hacemos referencia de los datos nominales del generador, ver Anexo Nº1



1.4.2 Motor de combustión interna

Especificaciones técnicas de los motores de combustión interna.

Descripción del diseño del motor

La familia del conjunto generador estacionario HYUNDAI "HIMSEN H25/33" tienen un diseño simple y ligero adecuado para la aplicación estacionaria con alta confiabilidad y alto rendimiento. Las características principales de estos motores son resumidas como sigue:

1. **Motor de combustión pesado (Fuel-oil)** este motor puede trabajar con combustible diesel y el combustible pesado de viscosidad de hasta 700cst a 50 C
2. **Motor económico y ecológico** con el menor consumo de combustible y poca emisión de NOx(óxido de nitrógeno), humo, etc., lo cual está basado en las siguientes especificaciones de diseño:

- alta relación de carrera contra diámetro del cilindro (1.52)
- alta relación de compresión (17.1)
- aire de sobrecarga optimizado con el ciclo Miller**
- alta presión de inyección de combustible (hasta 2000 bar) (2039.4Kg/cm)

3. **Motor confiable y práctico** con una estructura simple, ligera y robusta.

- El número de componentes del motor son minimizados con diseños libres de tubería.
- La mayoría de los componentes son directamente accesibles para un mantenimiento más fácil.
- Es suministrado el concepto del mantenimiento de cada parte y unidad del cilindro.
- El sistema de alimentación es completamente modularizado con accesibilidad directa.

El ciclo Miller permite al motor trabajar con altas relaciones de compresión sin peligro de producirse la detonación. Esto se consigue por medio de un cilindro muy grande con respecto al volumen de la cámara de combustión. En la figura 1.1 se muestra el esquema general de un moto-generador fuel.

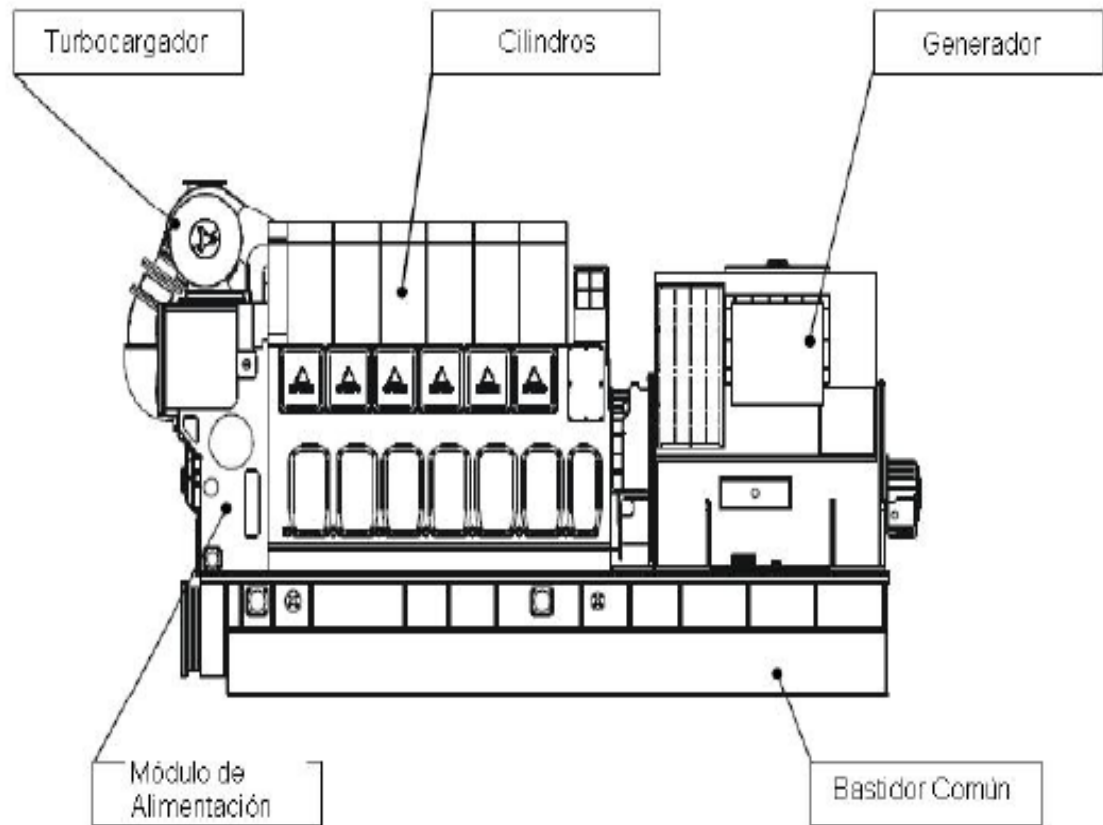


Figura.1.1: Vista de generador fuel.

En la tabla 1.2 se muestran las especificaciones técnicas del conjunto motor-generador, para ello es necesario remitirse al anexo Nº2.

En la figura 1.2 se muestra al detalle las partes fundamentales del motor de combustión interna que acciona o mueva a los generadores.

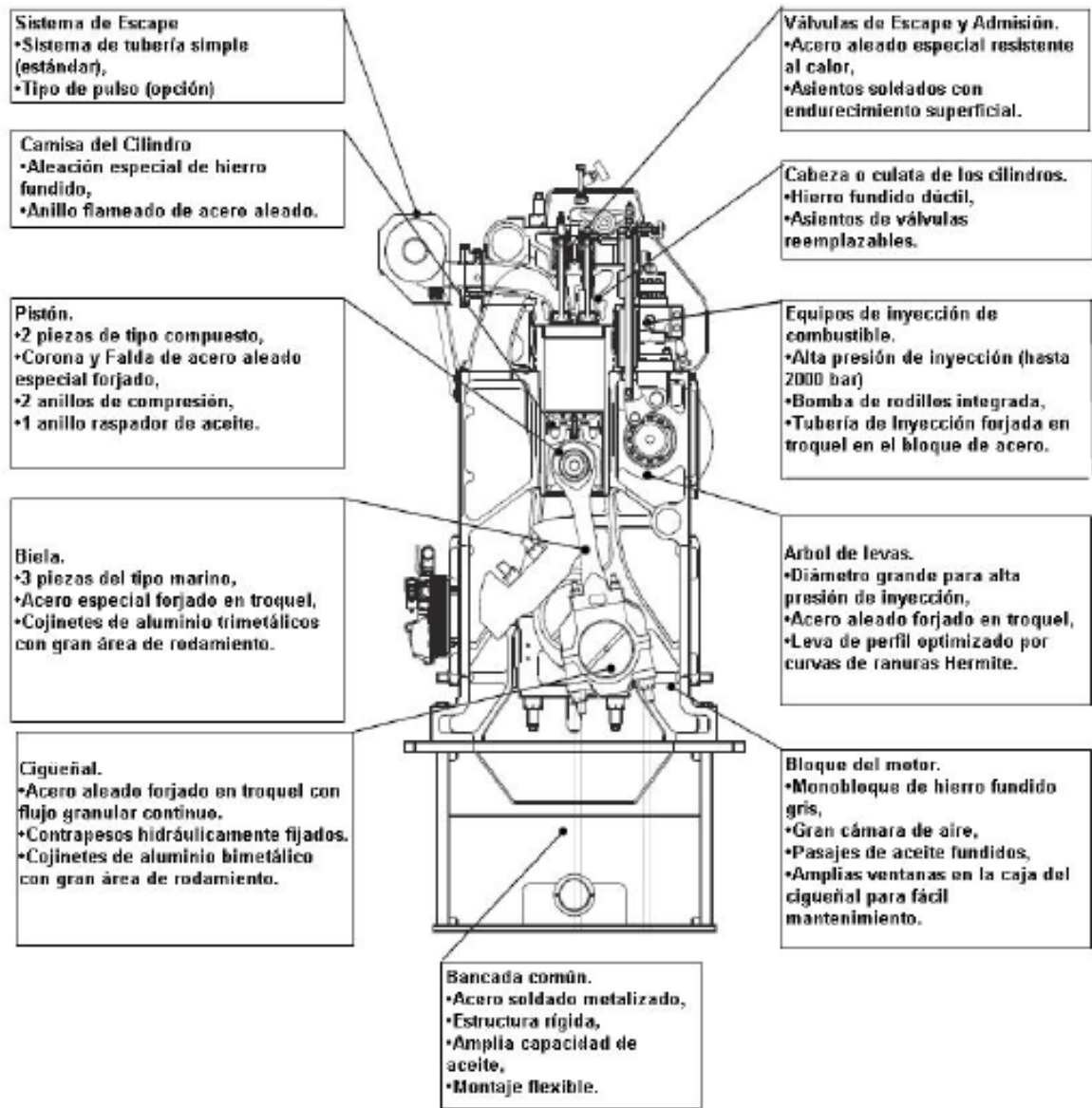


Figura 1.2: Partes fundamentales de los motores de combustión interna. Disposición física en el motor.

1.5 Fallas en los Sistemas Eléctricos de Potencia

Falla es el término utilizado para significar que un producto (elemento, pieza, estructura) se ha tornado inoperable, o es operable pero no satisface correctamente su función, o se ha deteriorado seriamente y no es confiable para su uso continuado.



La severidad de una falla puede ser clasificada de dos maneras: destructiva o catastrófica (resulta en la pérdida total del producto o requiere reparaciones importantes) y no destructiva (requiere reparaciones menores).

Términos y definiciones

Acción correctiva: Acción tomada para eliminar la causa de una no conformidad detectada u otra situación indeseable.

Acción preventiva: Acción tomada para eliminar la causa de una no conformidad potencial u otra situación potencialmente indeseable.

Avería: Es el deterioro, rotura o detención en el funcionamiento de un equipo o sistema, provocado por la acción de factores internos o externos, que interrumpen temporalmente el proceso productivo, ocasionando pérdidas materiales, afectaciones en la producción y que pueden provocar daños en las personas.

Carta de régimen: Documento donde se refleja el rango de variación de los parámetros tecnológicos y curvas de comportamiento ante diferentes porcentos de carga.

Confiabilidad: Probabilidad de que el equipo cumpla una misión específica bajo condiciones de uso determinadas en un período de tiempo determinado.

Control de régimen: Acciones que realiza el personal de operación enfocado a monitorear parámetros identificados y con criterios de aceptación, reflejados en cartas de régimen con el objetivo de mantener los equipos operando bajo condiciones controladas y tomando acciones ante desviaciones de parámetros para evitar averías.

Corrección: Solución de la falla, reponiendo la función al equipo.

Eficacia: Cumplimiento de objetivos con máximo beneficio.



Eficiencia: Cociente adimensional, resultado de la división de los elementos de salida entre los elementos de entrada.

Mantenibilidad: Probabilidad de que el equipo sea devuelto a un estado en que pueda cumplir su misión en un tiempo dado.

Mantenimiento correctivo: Consiste en reparar una avería durante la operación.

Mantenimiento por oportunidad: Acciones de mantenimiento para ser ejecutado cuando la potencia se encuentra en régimen de reserva y/o avería, sin que afecte la generación.

Mantenimiento preventivo planificado (MPP): Consiste en tareas previamente planificadas que se ejecutan periódicamente, basadas en horas de operación o tiempo.

Nivel de emisión: Magnitud de la concentración de sustancias contaminantes expulsadas a la atmósfera, que generalmente se compara con determinadas magnitudes de referencia.

Sistema interconectado nacional (SIN): Conjunto de todos los elementos que participan directamente en la generación, transformación, transmisión, y distribución de la energía eléctrica, formando un todo único de operación conjunta, que abarca todas las instalaciones conectadas a la red eléctrica nacional.

1.5.1 Detección de las Fallas técnicas

En la tabla 1.3 se muestra como se hace el análisis de Modos de Fallas y sus efectos.

Tabla 1.3 Análisis de Modos de Fallas y sus efectos:

Modo de Falla	Efectos posibles	Criticidad	Causas Posibles	Mecanismos de Detección	Intervalo PF
¿Cuál es la naturaleza de la Falla?	¿Qué pasaría si ocurre?	¿Cuál es la importancia y la probabilidad de ocurrencia?	¿Cuál es la causa-raíz de la Falla?	¿Cómo puede detectarse la Falla?	¿Qué grado de alerta proveen los mecanismos de detección?

El período P-F, tal como se puede apreciar en la figura. 1.3 es el período de tiempo entre el punto donde es detectada la falla potencial y el punto donde se convierte en una falla funcional. El punto P, es el primer momento en que la causa de falla es detectable por la técnica utilizada y F es el punto de falla, es decir, el momento en que el equipo llega al límite inferior del rango normal de desempeño. El tiempo P-F es el momento que se tiene para detectar una falla potencial y trabajar para que no ocurra. Cuanto mayor sea el intervalo, más oportunidad habrá para planificar una reparación. Resulta conveniente la selección de la herramienta con la que se obtenga el mayor período P-F que permita:

- Tomar acciones para evitar las consecuencias de la Falla.
- Planificar una acción correctiva, de manera que disminuyan las pérdidas de producción.



Figura 1.3 Comportamiento del período P-F.



1.5.2 Fallas más comunes encontradas en máquinas eléctricas rotatorias

Hay tres principales fallas mecánicas que se presentan en las máquinas eléctricas rotatorias, de las cuales una de ellas es el desequilibrio. Un sistema mecánico giratorio se dice que está equilibrado si durante su funcionamiento la resultante de todas las fuerzas y sus respectivos pares son de magnitud, dirección y sentido constantes. [Diagnóstico de Fallas en Máquinas Eléctricas Rotatorias Utilizando la Técnica Flores *Información Tecnológica Vol. 22 N° 4 – 2011*] Lograda la constancia en módulo, dirección y sentido de las fuerzas, mediante una perfecta y homogénea distribución de las masas de la parte móvil, la máquina se puede sujetar mediante anclajes que opongan una fuerza y un momento de reacción a la resultante del sistema [Fernández et al., 2000]. Dada la definición anterior de equilibrio, el desequilibrio se puede presentar de dos formas: una debida a una distribución no homogénea de masa que se puede detectar a rotor parado y otra asociada al movimiento del rotor. Otra falla mecánica es el desalineamiento, el cual se debe a que es imposible que los ejes de la máquina eléctrica rotatoria bajo estudio y la máquina acoplada se encuentren perfectamente alineados en todos los planos [Fernández et al., 2000 y Albino, 2004] . Finalmente, la última falla mecánica por mencionar es la falla de los rodamientos. Las máquinas rotatorias disponen de rodamientos sobre los que se apoyan los dos extremos del eje que sustenta a la parte móvil. Puesto que estos elementos del sistema están sometidos a una continua fricción y movimiento dan origen a las vibraciones causadas por cualquier defecto de la máquina o agente externo que se les transmite, por lo que son los componentes con un porcentaje de falla más elevado [Fernández et al., 2000 y Albino, 2004]. Las fallas antes mencionadas producen deformaciones en el entrehierro, dando lugar al fenómeno conocido como excentricidad [Carvajal et al., 1999 y Albino, 2004]. Existen dos tipos de excentricidad, los cuales se muestran en la figura 1.4 y se describen a continuación:

La excentricidad estática consiste en una distorsión en el tamaño del entrehierro en el cual el valor mínimo de este se encuentra en una posición fija en el espacio. Esta

distorsión puede ser causada por la forma oval del estator o por un incorrecto posicionamiento del rotor dentro del estator, causado por un mal apoyo de los rodamientos, desgaste de éstos, malformación de los alojamientos, excesiva tolerancia, etc. [Fernández et al, 2000 y Torbar, 1998]. En el caso de la excentricidad dinámica lo que ocurre es que el punto de entrehierro mínimo no permanece fijo en una posición en el espacio sino que gira solidario con el rotor. La causa de este comportamiento puede ser la forma oval del rotor, o el hecho de que el centro de giro de este último no sea su centro geométrico de rotación.

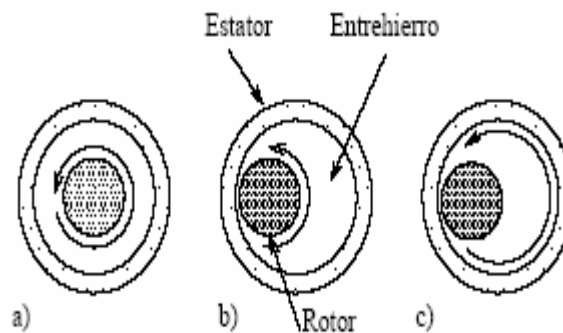


Figura.1.4: Formas en que se presenta la excentricidad. (a) Máquina sana, (b) excentricidad estática, (c) excentricidad dinámica.

1.6 Conclusiones.

Al finalizar este capítulo llegamos a las siguientes conclusiones:

- No existe ninguna referencia bibliográfica sobre la existencia de una metodología para evaluar las fallas en este tipo de generadores.
- Los generadores estudiados son Máquinas Rotatorias y como tal presentan fallas.
- Las principales fallas en las máquinas rotatorias son: el desequilibrio, el desalineamiento y los rodamientos, las cuales originan las vibraciones.



CAPÍTULO 2. Análisis de las Fallas en Generadores Hyundai 2.5 MW

2.1 Introducción.

Con motivo de conocer las características reales de las principales fallas presentes en los generadores tipo Himsen 9H 25/33, se realiza el estudio, para ello se utilizan los archivos de mantenimiento de estas máquinas en el tiempo que llevan de operación. Se establece la correlación entre las variables del proceso (carga del generador) y las fallas del accionamiento motor-generador.

2.2 Caracterización del emplazamiento Fuel.

El emplazamiento de Felton está constituido por 24 grupos electrógenos fuel oil de la serie 9H25/33, suministrados por la firma Hyundai coreana, agrupados en 6 Baterías de 4 motores cada una, la Planta cuenta con un sistema de tratamiento de combustible, sistema de enfriamiento, compresores, caldera recuperadora de vapor y para cada batería y un sistema de almacenamiento de combustibles y lubricación, sistema de control, una planta de tratamiento químico de agua y un sistema de arranque en negro que son comunes para todas las Baterías. El Emplazamiento utiliza 2 tanques de almacenamiento de fuel oil el T-101^a de 5 000 m³ y el T-101B de 2 000 m³ y un tanque de diesel para arranque de 100 m³ de capacidad.

El combustible llega al Emplazamiento en carros cisternas los cuales son acoplados a los racores de 3" conectados a dos válvulas para permitir el paso del combustible, una vez que ha pasado por el filtro es succionado por una de las dos bombas de recepción P-101 A/B ubicadas en la casa de bombas con un flujo de 50 m³/h y una presión de descarga de 3,5 bar , tienen un manómetro antes y después de su conexión para la medición de diferencia de presión y ejecutar la limpieza cuando presente partículas de suciedad. El combustible es impulsado por los impelentes de la bomba de recepción y lo descarga hacia el cabezal de entrada de los Tanques de Recepción T-101^a/B.

En la Casa de Bombas se encuentran las bombas de transferencia P-102 A/B que



poseen un flujo de 27 m³/h y una presión de descarga de 3,5 bar, succionan del cabezal de salida de los tanques de recepción, estos tanques de fuel oil poseen un calentador de boca para garantizar que la temperatura del combustible se mantenga en la succión de las bombas aproximadamente a 70 °C y por tanto realicen un menor trabajo durante el trasiego, evitando que caviten. Estas bombas envían el combustible hacia los tanques de almacenamiento (settling) de todas las baterías por medio de una tubería de 3". Los tanques de servicio tienen una capacidad de 10 m³ y en su interior tienen un calentador para asegurar que el combustible salga a la temperatura de 75 °C. El combustible es succionado por la bomba de impulso de las purificadoras M-101 A/B donde ocurre el proceso de separación de los sólidos y el agua, proceso que consiste en aislar mezclas de líquidos integradas por dos componentes, eliminando al mismo tiempo los sólidos en suspensión en los líquidos para luego enviar el combustible limpio a una temperatura aproximada de 90 °C a los tanques de servicio los cuales tienen una capacidad de 10 m³, estos poseen en su interior un calentador para asegurar que el combustible salga a la temperatura de 90 °C .

El combustible líquido es llevado desde los tanques de Servicio al tanque de venteo por medio de las bombas de suministro P-106 A/B las cuales tienen un flujo de 3,4 m³/h y una presión de descarga de 6 bar, antes de entrar al tanque de venteo el combustible pasa por un flujómetro para contabilizar el consumo de combustible. El propósito del tanque de venteo es asegurar la salida de las emanaciones de gases producto del combustible caliente y asegurar un equilibrio gradual mezclando el combustible caliente del motor con el combustible más frío del tanque de servicio. El suministro de combustible a los motores es asegurado por las bombas booster P-107 A/B, estas bombas tienen que asegurar la presión del combustible entre 7 y 10 bar que requiere el sistema, por lo que también son denominadas bombas reforzadoras, antes de entrar el combustible al motor pasa por un calentador para asegurar el parámetro requerido; la viscosidad ya que la misma asegura la calidad en la inyección del combustible y debe estar en un rango entre 12 y 18 sCt , este



parámetro es censado por un viscosímetro el cual regula la entrada de vapor al calentador en dependencia de la viscosidad del combustible para luego pasar por un autofiltro Alfa Laval con filtro de 20 μm después del cual el fuel queda listo para su inyección en el motor.

El Sistema Diesel se utiliza para el arranque y parada, en este sistema no es necesario el precalentamiento ni el centrifugado del combustible. El diesel se almacena en un tanque de 100 m^3 que recibe el combustible por dos bombas de recepción P-103 A/B de las que se mantiene una siempre en reserva, estas tienen un flujo de 25 m^3/h y una presión de descarga de 2,5 bar. El combustible es bombeado del tanque por 3 bombas de transferencia P-104 A/B/C a un cabezal común con un regulador de presión que mantiene la presión a 5 bar en la línea, donde es impulsado hacia las válvulas de entrada de combustible de cada motor pasando a los inyectores donde se produce la combustión y la conversión de la energía térmica en energía mecánica para mover el rotor del generador y producir la energía que es entregada al Sistema Eléctrico Nacional.

El sistema de combustible inyecta el fuel oil en los cilindros donde ocurren los procesos de admisión, compresión, explosión y escape, transmitiendo esta energía al cigüeñal, produciendo de esta forma el torque necesario para mover el generador trifásico acoplado al motor, creando una corriente inducida y con ella un campo magnético produciendo una potencia eléctrica. Los generadores que son accionados por estos motores, son máquinas con una potencia de 2,5 MW cada uno, 6.6 kV, 8 polos, fp de 0,8; 60 Hz, 273,4 A, poseen un regulador de voltaje de $\pm 10\%$ el voltaje nominal, 900 rpm, enfriamiento por aire, autoexcitación sin escobillas y trifásico. El grupo electrógeno fuel oil posee un sistema eléctrico simple y distribuido en tres barras de 6.6 kV, a cada ellas llega la generación de 8 generadores desde donde se alimentan 3 transformadores principales independientes de 25 MVA que elevan el nivel de voltaje hasta 110 kV hacia la subestación. De cada barra de 6,6 kV se alimentan dos transformadores auxiliares de 750 kVA que reducen el voltaje hasta 480 V para uso de los equipos auxiliares de cada batería de 4 moto-generadores y

mediante una selección de breakers, una de ellas alimenta una barra común para equipos fundamentales que a la vez, es alimentada por el generador de emergencia en caso que fuese necesario.

Los gases de salida de cada batería de moto-generadores son aprovechados por una caldera recuperativa de 7 bar de presión para la producción del vapor, que es utilizado en las líneas de acompañamiento de combustible, en los calentadores, en las purificadoras, es decir existen 6 baterías con seis calderas recuperativas de esta misma característica, el agua necesaria para la producción de este vapor y los circuitos de enfriamientos de los motores proviene de una unidad de tratamiento química basado en el principio de la osmosis inversa a través de membranas. El vapor que hace trabajo es recuperado en un tanque o colector de condensado y se reincorpora al proceso.

En la figura 2.1 se muestra el esquema que describe el flujo tecnológico de la instalación.

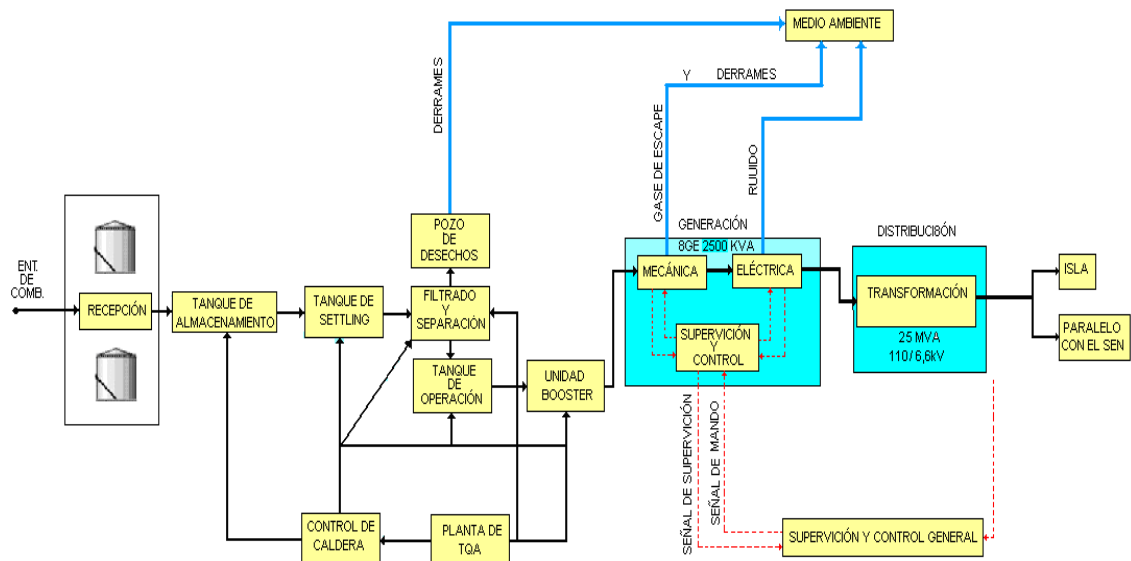


Figura.2.1 Esquema del flujo tecnológico del emplazamiento GEFO Felton.



2.2.1 Generalidades del accionamiento del conjunto motor – generador.

Los generadores analizados en el presente trabajo son accionados por motores de combustión interna descritos en el capítulo 1, poseen un acoplamiento directo, las velocidades de ambos son iguales, Tanto el motor como el generador tienen instalados un sistema automático de señales como alta temperatura en determinadas localidades, señales de velocidad, de frecuencia, de corriente, de voltaje, de presión que mantienen al conjunto motor-generador controlado y cada señal actúa si se desvía del rango permisible por el fabricante. Realmente en este tipo de accionamientos la falla común para ambos sería la velocidad, un aumento excesivo de la velocidad del motor provocaría un aumento en el generador y por tanto violaciones de parámetros tan importantes como la frecuencia y el voltaje.

2.2.2 Relación de las fallas más comunes encontradas en estos generadores.

Para el análisis de las fallas encontradas se tuvo en cuenta primero una búsqueda realizada a partir de las fallas ocurridas en el tiempo de explotación que han sido sometidas estas máquinas. En la tabla 2.1 se muestra la relación de estas fallas tomadas de los registros de mantenimiento del emplazamiento (ver anexos), donde la estrella como exponencial representa la cantidad de veces que ocurrió cada falla.

Tabla 2.1: Relación de las fallas más comunes encontradas en estos generadores

Fallas	Generadores	Número de fallas
Alta temperatura en los devanados	5****,1****,6****,8****,17****,9**,10****,7****,12****,15****,13**,3**,22**,4**,2**,19****,16**,20****,24**, 23**,14****,11**,18****,21****	95
Alta temperatura en las Chumaceras	7**,12*,1**,24**,16*,5*,11*,21**	12
Falla en la	10**,18**,11*,17*,13****,23*,16*,6*,7**,1*,3**,9*,15*	26



excitación del generador	22**,21*,5*,1**	
Falla en los interruptores	24*,18**,7*,12**,14**,13*,17**,23*,9*,11*,3*,5**,16*,10*	19
Fallas en las mediciones	2*,12**,14*,1*,24*,22*,21*,19**,16*,15*,13*,7*,10*,17*,5*	19

La falla más común en los generadores la cual está dado principalmente por la gran cantidad de filtros sucios en poco tiempo de trabajo. De manera general se analizan todas la fallas las cuales arrojan los siguientes datos:

Frecuencia de Falla (FF): para definir los diferentes niveles de la variable se tiene en consideración todos los factores que pueden producir una falla, se tomó referencia de los datos históricos del emplazamiento de Felton.

$$FF = 365 \text{ días} / \text{Número promedio de fallas en un año.} \quad (0.1)$$

$$FF = 4.26 \text{ días} / \text{falla}$$

Capacidad productiva (CP): se consideró como una función de la capacidad instalada en el emplazamiento.

$$CP = 2.5 \text{ MW} \cdot \text{Generador} \quad (0.2)$$

Impacto a la producción (IP): los niveles se determinaron considerando el % de afectación que produce la falla a la producción, en este caso la entrega de energía al sistema.

$$IP = \frac{CP}{60} \cdot 100 \quad (0.3)$$

Ejemplo: un motor fuera de servicio significa un IP = **4.16 %**

2.2.3 Las altas temperaturas en los devanados:

Para el análisis de esta falla solo se tuvo en cuenta las salidas por emergencia a causa de la alta temperatura en el devanado del rotor, los cambios de filtros de aire por mantenimientos planificados o con el moto-generador fuera de servicio no se tuvo en cuenta, se analizaron las encuestas a los técnicos y electricistas (ver anexo20) las cuales abordan que en 90% de los casos lo que ellos hacen es cambiar el filtro de aire, algo que no debería ser así, antes debe revisarse otras factores como la corriente, porque la falla son los filtros y lo que hacemos es un gasto innecesario de recursos por no tener una metodología de análisis.

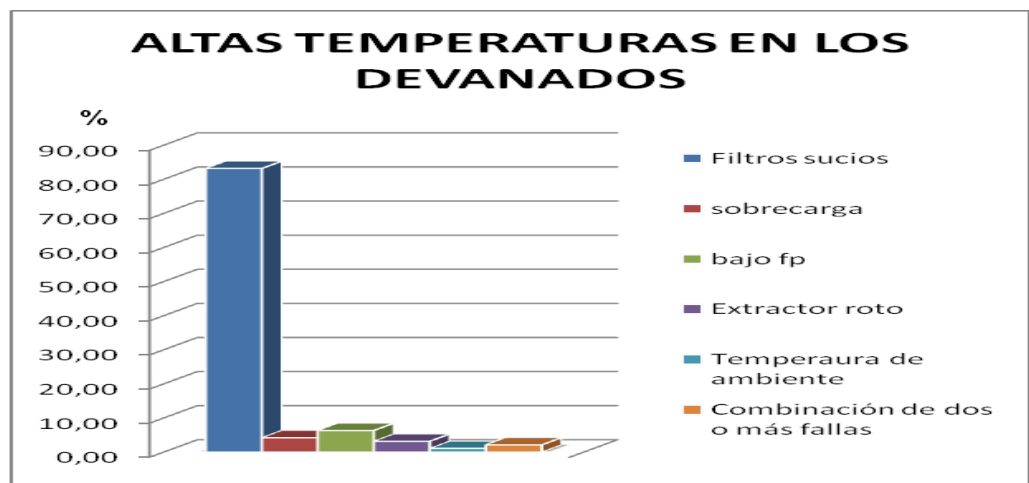


Figura. 2.2 Altas temperaturas en los devanados de los generadores.

En la figura. 2.2 se muestran las diferentes causas de la falla por alta temperatura en los devanados y el porcentaje que representa cada una de ellas, donde se puede apreciar que el mayor porcentaje está representado por los filtros sucios con 83.2%, esta causa está influenciada por la baja altura de las chimeneas de los grupos, es decir los gases salen a la atmósfera y un gran porcentaje de ellos retorna a través de extractores encargados de enfriamiento interno de la nave donde se encuentran estos generadores, es por eso que el contenido de cenizas, carbonillas y ácidos resultantes de la combustión se introduce en estos filtros provocando el deterioro



mediato de los mismos y la taponamiento de los poros disminuyendo, así, el flujo de entrada de aire a los devanados que, como consecuencia, aumenta la temperatura.

La sobrecarga es otro de los factores que influye en las altas temperaturas en los devanados del generador con un 4.21%, al aumentar la carga, a su vez se incrementa también la corriente hasta su valor máximo trayendo consigo el que aumente la temperatura en los devanados del generador en gran medida.

El bajo factor de potencia representa 6.32% que en algunas ocasiones se debe a una nueva estrategia que esta llevando a cabo el país para aumentar la potencia reactiva en las líneas de transmisión a través de los grupos electrógenos, lo cual provoca aumente la corriente del generador, desipando todo ese calor dentro de la máquina provocando la falla.

El extractor con un 3.16% en la ocurrencia de las fallas es el encargado de sacar el aire caliente que se produce en el interior del generador, cuando el flujo de aire es muy caliente este no puede extraer toda la masa de aire caliente existente, evidentemente cuando se avería el motor o le falla el aislamiento, provoca la alta temperatura en el interior de la máquina.

Otra de las causas del calentamiento en los devanados del generador se debe a las altas temperaturas del medio ambiente que representa el 1.05% entre las fallas, el aire caliente proveniente del medio ambiente es succionado a la nave donde se encuentran emplazados estos generadores y promedia su temperatura con la existente en la nave que es superior a los 50 °C, principalmente en el verano, el resultado de esta mezcla de temperaturas es el aire utilizado e el enfriamiento lo que trae como consecuencia que se eleven las temperaturas en el interior de las máquinas, esto tiene que ver en cada caso particular el nivel de ensuciamientos de los filtros de aire y la carga que este llevando el generador en ese momento, donde casi siempre en esa etapa los generadores se cargan a su máxima capacidad por la demanda que existe en el sistema.



2.2.4 Fallas en las chumaceras

Estas pueden ser por calentamiento o por vibraciones. Estas según las encuestas a los mecánicos (ver anexo 22), siempre hay que revisarlo todo y aunque si existiera un procedimiento siempre que se interviene en una chumacera se debe de realizar todo el procedimiento en aras de lograr una mejor alineación de las partes y debe seguir el siguiente protocolo:

Cuña de aceite: estas deben de estar con el ángulo adecuado según las normas estipuladas por el fabricante.

Holguras laterales: estas al igual que la anterior deben de estar dentro del margen permisible dado por el fabricante, es decir que la holgura puede estar cerrada, en este caso se devasta o se desgasta cuidadosamente hasta lograr la medida adecuada para un correcto funcionamiento, y si están pasadas hay que rellenar o recubrir toda la superficie hasta lograr llevarlo a la medida exacta dada por el fabricante.

Holguras de techo: para este caso que son chumaceras cilíndricas las normas requieren que la holgura de techo debe de ser necesariamente el doble de la holgura de los laterales, para estar seguro de que se cumpla con la norma del fabricante se realizan de 4 a 5 mediciones luego se saca el promedio entre ellas y en caso de ser chumaceras elípticas sería viceversa.

Holguras de Apriete: se deben de revisar los aprietes de manera tal que no se ajusten más de lo establecido las chumaceras para que el eje quede con las suficientes holguras laterales y de techo para un correcto funcionamiento.

Revisar el sistema de lubricación que puede ser forzado o de aros y el sistema de enfriamiento

Asentamiento ya sea del muñón, chumacera, Uniones horizontales o del pedestal: antes la presencia de uno de los cuatros casos, debido al papel tan importante que



estos juegan lo mismo en el calentamiento como en las vibraciones, se debe de tener en cuenta que la superficie de contacto sea mayor del 90%.

Para el caso específico de las vibraciones:

Hay que tener mucho cuidado principalmente con lo relacionado con el asentamiento ajustes y Uniones horizontales, además las guías de las chumaceras beben tener las medidas necesarias para un correcto funcionamiento.

Tipos de chumaceras:

Chumaceras de empuje: es la encargada de controlar el desplazamiento axial del eje y mantener las holguras axiales entre los elementos estáticos y móviles.

Chumaceras de apoyo: estas son las que beben de soportar las cargas de los rotores y mantener las holguras axiales entre los elementos fijos y los móviles.

En la figura 2.3 se muestra las diferentes causas por las que ocurren las altas temperaturas en los devanados de los generadores.

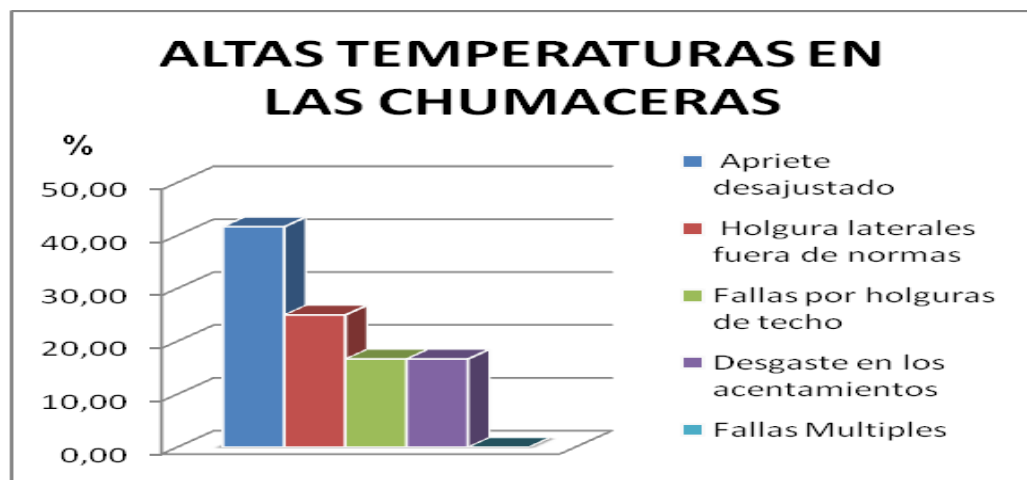


Figura. 2.3: Altas temperaturas en las chumaceras de los generadores

2.2.5 Fallas en la excitación.

Como principal causa de las fallas en la excitación en estos generadores se debe al gran porcentaje de 61.5% por fallas que ocurre debido a problemas que presentan los reguladores de voltaje (AVR), sus componentes electrónicos están en una base metálica sobre una placa sellada (figura 2.4), lo que nos imposibilita cambiar o determinar el el componente que se ha dañado y reparar la placa, por lo que hay que sustituir el regulador íntegramente, según encuesta realizada al grupo técnico eléctrico (ver anexo 21) generalmente por esta causa se asocia mucho con las fallas en el circuito de excitación rotatorias montado sobre el eje del generador; los componentes del rectificador de excitación, principalmente los varistores cuando se abren, dejan desprotegidos el circuito de rectificación y cualquier variación en el voltaje de la excitación provoca una variación en el voltaje del generador que se va de los rangos de regulación del AVR, hasta que este no puede regular estas variaciones y falla.

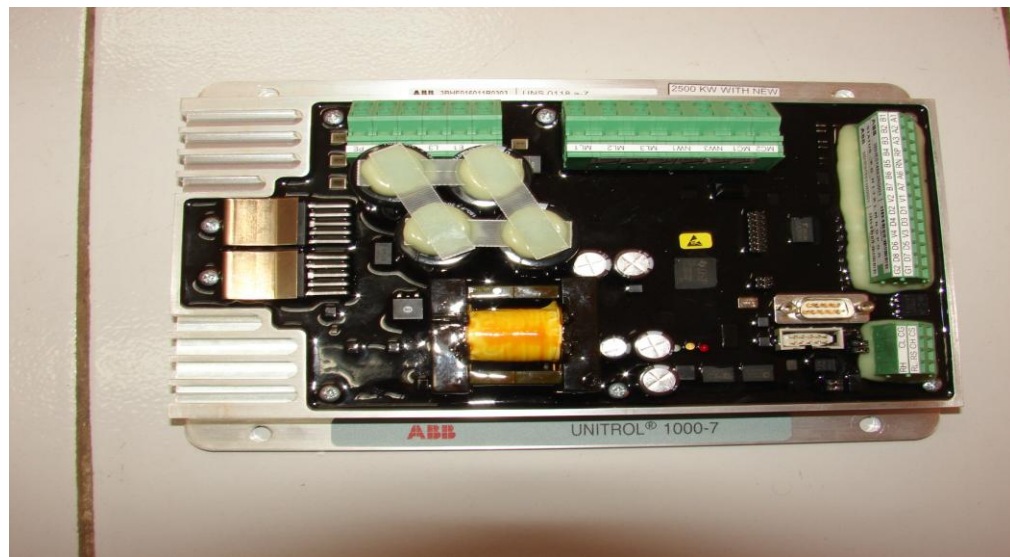


Figura 2.4 Regulador Automático de Voltaje (AVR)

Los puentes de diodos que representa el 15.4%, es otra de las causas por la cual el generador presenta averías en el circuito de excitación, ya que estos están

expuestos a las altas temperaturas (60 – 140 °C) que se crea dentro del generador lo que acorta su período de utilidad en gran medida, otra de los factores que influye en su ruptura fue explicado con anterioridad y son las variaciones de corriente y de voltaje que hace que estos dispositivos semiconductores fallen, las vibraciones ocurrientes en la máquina provoca las flojedades en los terminales y así el calentamiento hasta su deterioro. En la figura 2.5 se muestra el circuito de excitación.

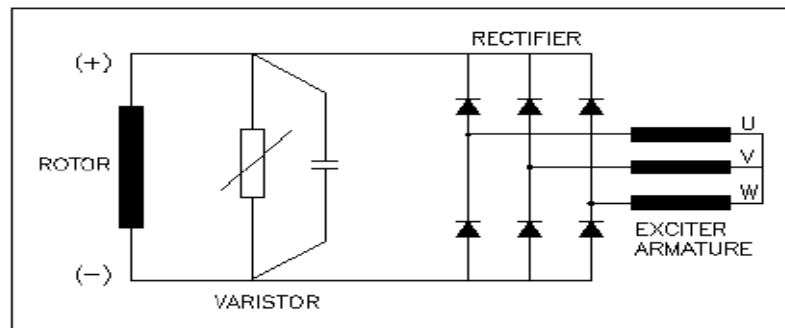


Figura 2.5 Circuito de Excitación del generador

Los transformadores de corriente (TC) con un 3.85%, son los encargados de transformar la corriente del generador a una corriente permisible para que los instrumentos de medición la persivan, los casos encontrados, refieren apertura de los conductores por calentamiento en la parte del secundario, así como flejedad en los terminales provocando falso contacto, este último a causa de las vibraciones.

La combinación de fallas representa el 7.69%, es sencillamente cuando estamos ante la ocurrencia de dos o más fallas en un mismo equipo o circuito, casi siempre en estos casos.

Fallas automáticas con 11.54% son las provenientes de los circuitos de control automáticos y se evidencian en las tarjetas fallidas de los Controladores Lógicos Programables (PLC), o por la ausencia de energía de corriente directa (dc) por la apertura de alguno de los circuitos de control debido a los reeles auxiliares.



En la figura 2.6 se muestran los tipos de fallas en la excitación.

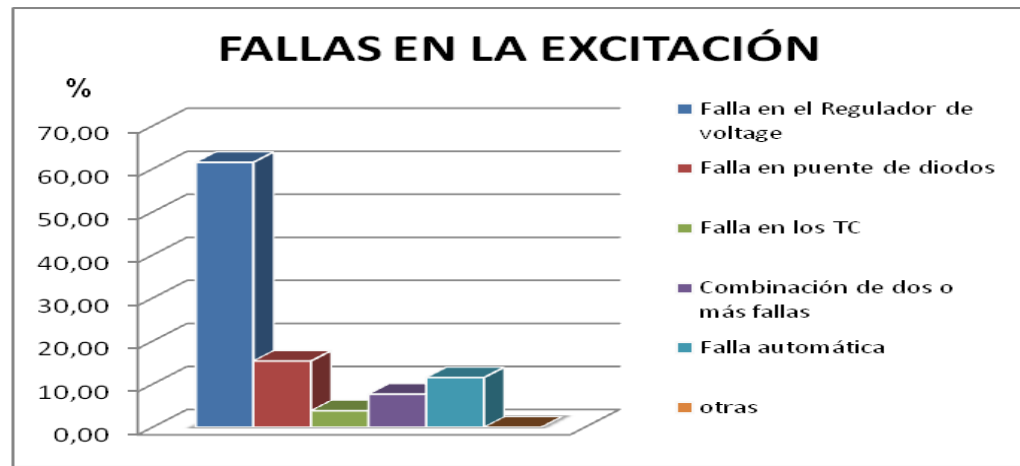


Figura 2.6 Fallas en la excitación de los generadores

2.2.6 Fallas en los interruptores

Los interruptores aunque no forman una parte específica del generador son considerados en el análisis; la experiencia en la explotación de estas máquinas ha demostrado que estos dispositivos fallan como se muestra en la (figura 2.7) y al hacerlo dejan indisponible el generador, es por ello que en el desarrollo del presente trabajo, fueron tomados como fallas en generadores.

La principal causa de ruptura en los interruptores está relacionada con las partes mecánicas con un 47.37%, es debido a que estas presentan un sistema de resortes o muelles que debido a la gran cantidad de operaciones de cierre y apertura pierden su resistencia mecánica hasta que se parten y se pegan en alguna posición que evita que accione el interruptor.

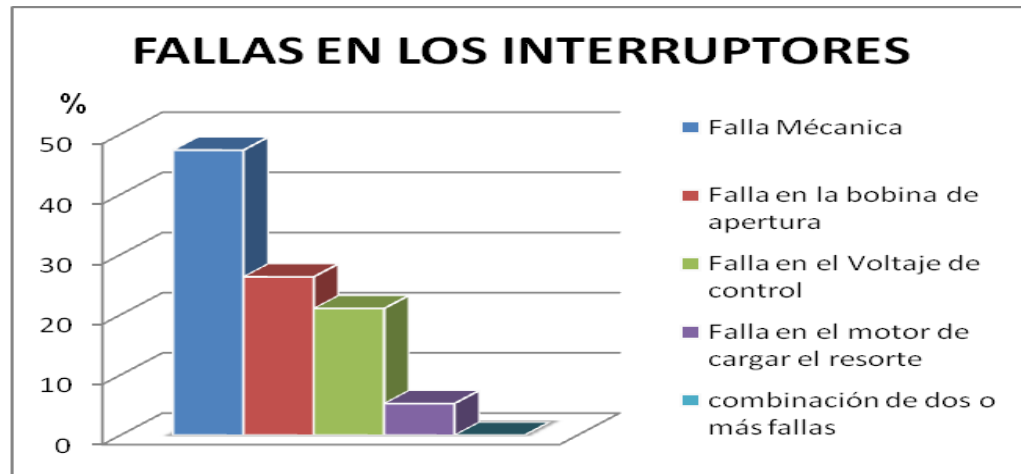


Figura. 2.7 Fallas en los interruptores de los generadores

Otro factor determinante lo constituyen las bobinas que representan un 26.34%, estos interruptores poseen dos bobinas , una para cada accionamiento (cierre y apertura) a las cuales se le aplica un voltaje de 110V con el propósito de crear un campo magnético para energizar un embolo que tiene en su interior, al presentar fallas; debido a una apertura en la bobina o falso contacto en los terminales dejaría de cumplir su función de liberar un resorte que lleva el brazo mecánico de cierre y apertura en el interruptor.

Las fallas por causas del voltaje de control en lo interruptores que representan 21.06%, están dadas por un mal funcionamiento en las llaves de control, algún conductor averiado, falso contacto, y al producirse cualquiera de estas interrupciones queda fuera de servicio el circuito de control.

Otra de las causas raíces de las fallas de los interruptores esta en el motor que carga el resorte con un 5.26%, por lo general está dada por el desgaste en los rodamientos o por rupturas en el acople por un pasador del resorte el cual al estirar y encoger tan reiteradas veces pierde sus propiedades mecánicas, se parte y el motor se queda funcionando continuamente.



2.2.7 Fallas en las mediciones

Todo equipo o sistema está provisto de mediciones que permiten el control o la variación en la explotación de los parámetros diseñados por el fabricante o implantados en una carta régimen, cuando algún elemento en el sistema de medición falla el funcionamiento del equipo o sistema queda sin control y por lo tanto sin protección.

Durante los años de explotación de estas máquinas solo han ocurrido una sola falla en los transformadores potenciales (TP) con un 5.26% de ocurrencia y se debe a una apertura en el devanado por la parte de alta del transformador.

Las fallas en los fusibles de los TP es de un 63.16%, está dada a las variaciones de los parámetros que hace que estos dispositivos semiconductores se abran a la corriente máxima de un ampere. Esto sucede en múltiples ocasiones como se refleja en la figura 2.8.

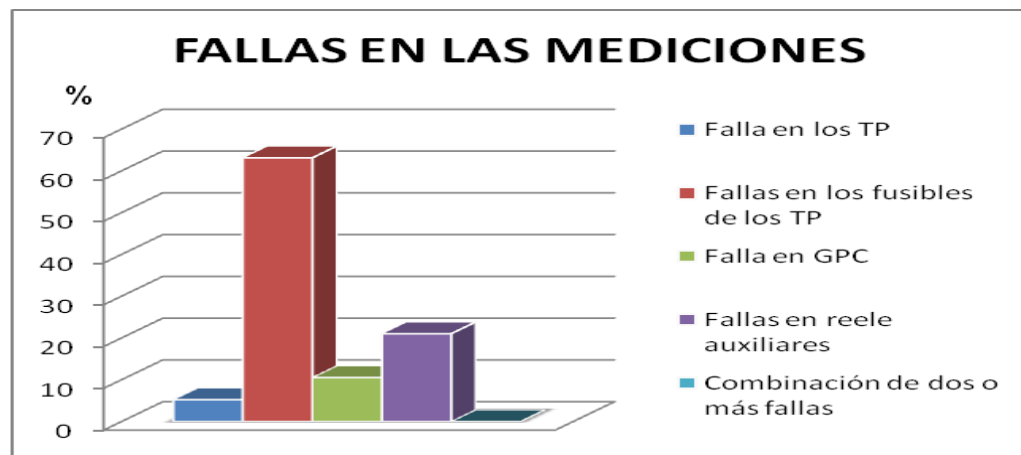


Figura. 2.8 Fallas en las mediciones de los generadores

Los controladores de generadores en paralelo (GPC) con una ocurrencia de un 10.53%, son instrumentos encargados de las visualizaciones y control de todas las mediciones del generador, así como de su sincronización, pero al igual que otros instrumentos presentan fallas y esta se debe a la conexión de la interface (equipo-



display) y debido a las altas temperaturas en los locales donde están instalados debido a la falta de climatización que han contribuido a la avería en sus circuitos integrados.

Los relés auxiliares representan un 21.06% en la ocurrencia de estas fallas, son dispositivos encargados de las protecciones de equipos e instrumentos, así como son muy utilizados en los circuitos de control automático, por lo que son muchas las operaciones que realizan y se abren sus bobinas, otra de las causas fundamentales para su deterioro son las altas temperaturas en los locales donde están los paneles automáticos, de ahí la ocurrencia de estas fallas.

2.3 Mantenimiento en los generadores

La aplicación de técnicas predictivas especializadas en generadores eléctricos tiene como propósito principal el poder detectar fallas en las maquinas eléctricas rotatorias de forma tal que las interrupciones en la producción debido a fallas inesperadas sean reducidos al máximo (nivel de confiabilidad). Dichas fallas en equipos críticos como los generadores conducen a pérdidas económicas considerables a nivel de la industria ya que ocasionan interrupciones en la producción durante el lapso de tiempo de una reparación costosa o en el peor de los casos hasta que el quipo sea sustituido, lo cual agrava la situación cuando no se cuenta con un reemplazo inmediato de un equipo costoso.

El otro aspecto involucrado consiste en la disminución de costos por ahorro energético al contar con la herramienta apropiada para llevar a cabo pruebas de aceptación después de una reparación costosa y poder evaluar la eficiencia de un motor/generador eléctrico. Al detectar fallas eléctricas y mecánicas en una maquina rotatoria podemos evaluar su condición y su eficiencia de funcionamiento ya que en la mayoría de los casos los desperfectos conducen a un consumo mayor de energía eléctrica y al desmejoramiento de la potencia reactiva (bajo factor de potencia) el cual es penalizado por las empresas distribuidoras de la energía eléctrica. Si identificamos un motor trabajando en forma ineficiente estamos aumentando el



consumo de energía eléctrica en forma innecesaria y desproporcionada. Si esta condición la multiplicamos por el número total de motores eléctricos que intervienen en un proceso de producción y que tienen problemas de eficiencia, nos encontramos ante un problema de facturación excesiva e innecesaria de energía eléctrica en nuestra industria, con un considerable aumento en los costos de producción. Estudios efectuados por el Instituto EPRI (Electrical Power Research Institute) en los Estados Unidos en conjunto con la firma General Electric revelan que el mayor porcentaje de incidencia de falla en motores/generadores eléctricos (41%) tiene como causa raíz defectos de tipo eléctrico, aún cuando una falla mecánica es la causa aparente. De acuerdo con el estudio realizado en el presente trabajo se demuestra que un gran número de las fallas que ocurren en el tipo de generador estudiado en mayor cantidad es debido a que la realización de algunos mantenimientos consta de un período de realización muy prolongado, en la tabla 2.2 se muestra el plan de mantenimiento de estos generadores.

2.4 Tipos de mantenimientos:

- mantenimiento profiláctico
- mantenimiento ligero
- mantenimiento parcial
- mantenimiento parcial ampliado
- mantenimiento general



Tabla 2.2 Plan de mantenimiento

DESCRIPCIÓN	HORAS DE EXPLOTACIÓN												Observ.
	2000	4000	6000	8000	10000	12000	14000	16000	18000	20000	22000	24000	
	GENERADOR												
Limpieza interior												X	
Comprobaciones de las conexiones de salida del generador y sus aisladores; limpieza del gabinete				X				X				X	
Mediciones y pruebas eléctricas				X				X				X	Y cuando otras operaciones lo recomienden
Comprobación del entrehierro												X	
Revisión y mantenimiento a los amarres y el aislamiento en la cabeza de los devanados												X	
	CHUMACERA												
Revisión profunda a las superficies de contacto, mediciones de holguras y aprietes de la chumacera.				X				X				X	Y cuando otras operaciones lo recomienden
Análisis del lubricante de la chumacera	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	
Sustituir el lubricante de la chumacera		X		X		X		X		X		X	y cuando el análisis químico lo recomiende
Medición de vibraciones y ruidos				X				X				X	
	TAPA												
Reapriete del disco aislado electricamente				X				X				X	
Comprobación del aislamiento y mantenimiento a los elementos aisladores												X	
	VIBRACIONES												
Mediciones de vibraciones y ruidos				X				X				X	
	EXCITATRIZ												
Inspección y comprobación de los diodos	X		X		X		X		X		X	X	
Inspección y comprobación de los varistores	X		X		X		X		X		X	X	



Tabla 2.2 Continuación.

DESCRIPCIÓN	HORAS DE EXPLOTACIÓN												Observ.
	2000	4000	6000	8000	10000	12000	14000	16000	18000	20000	22000	24000	
Comprobación del entrehierro												X	
Inspección y mantenimiento al barnizado de los enrollados y los amarres												X	
	VENTILACIÓN												
Revisión y mantenimiento al ventilador												X	
	DIAFRAGMA DE ACOPLAMIENTO												
Inspección visual del diafragma de acoplamiento												X	y cuando las holguras axiales en la chumacera no sea admisible
Reapriete de los tornillos												X	
	OTRAS ACTIVIDADES												
Limpieza de los filtros de aire de refrescamiento	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	Se sustituye si estan deteriorados
Limpieza exterior del generador	X		X		X		X		X		X		
Revisión de las resistencias de caldeo	X		X		X		X		X		X		
Inspección y mantenimiento a la manga de acople del ducto de la ventilación	X		X		X		X		X		X		se sustituye si esta deteriorado
Inspección de los transformadores TC y TP, comprobación de las conexiones y limpieza del gabinete				X			X					X	
Comprobación de las conexiones a masa a tierra				X			X					X	
Reapriete de todos los tornillos exteriores					X		X					X	no se incluye la chumacera, ni el disco aislado de la tapa
Inspección de la estructura de soporte del estator				X			X					X	

De la tabla anterior se puede apreciar que según la relación de las fallas ocurridas este no se ajusta al tiempo necesario en el que se debe realizar el mantenimiento



previo a estos equipos, ya que con un plan de mantenimiento donde se reajuste el tiempo de realización de algunas actividades de las que se realizan para mantener en óptimas condiciones las máquinas, estas mejorarían considerablemente su funcionamiento sin necesidad de sacar el equipo de servicio, lo que trae consigo una mayor eficiencia del emplazamiento.

2.5 Conclusiones Parciales

Al finalizar del presente capítulo se llega a las siguientes conclusiones:

Las fallas más comunes en los generadores 9H25/33 del emplazamiento de Felton son: falla en la excitación, falla por alta temperatura en los devanados, falla por alta temperatura en la chumacera, falla en las mediciones y las fallas en los interruptores.

La falla más común está dada por la alta temperatura en los devanados, causadas principalmente por el ensuciamiento de los filtros de aire a consecuencia de la baja altura en las chimeneas.

El plan de mantenimiento preventivo planificado (MPP) tiene un período de intervención muy prologado, el cual debe de disminuir para evitar la Frecuencia de las fallas.



CAPÍTULO 3: Metodología para la solución de Fallas en los generadores

3.1 Introducción

Las fallas en estos generadores, como parte de las averías en el sistema, están determinadas por varias causas, de ahí la necesidad de solución. Por cuanto en el presente capítulo se logra una metodología que permita solucionarlas de una forma más rápida y técnica además del significado económico que esto reporta al país.

3.2 Metodología para solución de falla por alta temperatura en lo devanados del generador.

Precauciones y medidas de seguridad a observar.

- a). Comunicarse al personal de control de unidad del trabajo que se va a realizar.
- b). Comprobar el generador en vía libre.
- c). Tener los medios y herramientas adecuadas para el trabajo.

Desarrollo

1. Revisar los registros de operación y comprobar la corriente que tenía en el momento de la interrupción.
 - ▶ Si esta se encuentra en parámetros (entre 195- 200 A al 85 % de la carga y entre 218-230 A para el 100%) remitirse al paso número 9 del presente procedimiento.
 - ▶ Si este valor superó los 230 A para el 100% de la carga y 218 A para el 85 % entonces:
2. Comprobar el fp antes de la salida del generador.
 - ▶ Si el factor de potencia estaba bien, entre los 0.91-0.99 entonces continuar la revisión por el paso número 8.
 - ▶ Si el factor de potencia era bajo (menor que 0.9) entonces:



3. Proceder nuevamente al arranque del motor según norma TL-OE-4002.
4. Sincronizar y subir carga al generador según norma TL-OE-4544.
5. Fijar en el Controlador del generador (GPC) el fp a 0.95.
6. Comprobar que la corriente está en parámetros.
7. Comprobar temperatura en los devanados del generador por debajo de 140 °C y queda solucionada la falla y se declara disponible la máquina, de lo contrario.
8. Comprobar la carga que tenía antes del disparo.
 - ▶ Si la carga en el momento del disparo era inferior al 2500 kW (100%), no existe problema alguno de sobrecarga.
 - ▶ Si el generador estaba sobrecargado (superior al 100%) entonces:
 - Establecer la carga hasta un 100 %
 - Realizar desde la operación 3 hasta 7
 - ▶ Si después de haber comprobado la corriente en el generador y esta se encontraba en parámetros según carta régimen entonces:
9. Abrir generador según procedimiento F-PM-11-62.
10. Revisar extractor de aire del generador, medir resistencia, comprobar conexiones, probarlo manualmente, si existiera alguna anomalía en este equipo, solucionarla.
11. Cambiar filtros de aire del generador según procedimiento F-PM-11-62.
12. Realizar los pasos 3, 4 y 7 por ese orden, del presente procedimiento.

3.3 Metodología para la solución de fallas por alta temperatura en la chumacera

Precauciones y medidas de seguridad a observar.

- a). Comunicarse al personal de control de unidad del trabajo que se va a realizar.
 - b). Comprobar el generador fuera de servicio y en vía libre.
 - c). Tener los medios y herramientas adecuadas para el trabajo.
1. Comprobar aprietes y apretar en caso que fuese necesario en la manga superior e inferior de la chumacera.



2. Observar por el visor de aceite el nivel de la chumacera y el color (coloración negra significa rozamiento entre las partes, desgastes internos).
3. En caso de existir bajo nivel se repone aceite.
4. Se arranca el motor según procedimiento TL-OE-4002 y TL-OE-4544 para la sincronización y subida de carga. Se comprueba la temperatura.

► Si la falla permanece:

5. Con el motor en servicio se realiza prueba de vibraciones al moto – generador.
6. Con los resultados de las vibraciones se abre la chumacera y se procede a corregir parámetros según procedimiento F-IM-11-104.
7. Después de ser intervenida la chumacera se repiten los pasos 5, 6 y 7 hasta que se reajusten los parámetros de forma tal que no exista alta temperatura.

3.4 Metodología para la solución de fallas en la excitación

. Precauciones y medidas de seguridad a observar.

- a). Comunicarse al personal de control de unidad del trabajo que se va a realizar.
- b). Comprobar el generador fuera de servicio y en vía libre.
- c). Tener los medios y herramientas adecuadas para el trabajo.

1. Revisión inicial

- a) Revisar parte trasera del panel del generador, los elementos que se encuentran ubicados en esa posición, (AVR, Resistor, fusibles de excitación inicial, conductores etc.) por si existe flojedad, que provoca el falso contacto, o se encuentran desconectados.

► En caso de existir la anomalía anterior:

- Proceder al apriete

- En caso de ser un conductor averiado, cambiarlo por otro en buen estado



b) Revisar las partes del generador que no existan anomalías visibles como (huellas de humo, olor característico de algún conductor quemado).

► En caso de existir la anomalía anterior:

- Si existiera algún desprendimiento de humo como resultado de un calentamiento en algún contacto o conductor (punto caliente), revisar inmediatamente, localizar la anomalía y eliminarla.

2. Se arranca el motor según procedimiento TL-OE-4002 y TL-OE-4544 para la sincronización y subida de carga. Si excita, se ha solucionado la falla, si no:

3. Proceder a la excitación inicial (por si hay pérdidas del voltaje remanente), si al desconectarle la excitación inicial mantiene el voltaje en el generador se ha solucionado la falla sino:

4. Revisar parte posterior del panel, el regulador de voltaje, si está el led rojo encendido significa que la tarjeta ha fallado y entonces:

5. Descargar generador según procedimiento TL-OE-4544 y TL-OE-4002 para la parada del motor.

1. Sustituir la tarjeta reguladora inmediatamente.

2. Abrir generador según procedimiento F-PM-11-62.

3. Revisar en la parte interior del generador el circuito de rectificación rotatorio montado el eje de la máquina.

4. Medir los diodos y los varistores en caso de que alguno haya fallado, sustituirlo.

6. Como el generador ya está abierto se aprovecha para la revisión y medición de resistencia de aislamiento de la excitatriz, TP y TC ubicados todo en el interior de la máquina.

a) Si existieran problemas con la excitatriz con respecto al aislamiento se considera una falla compleja y se procederá a su reparación o sustitución según procedimiento F-PM-11-62.



- b) Las fallas en los TP y TC ubicados en el interior del generador están relacionadas con las fallas en conductores por el calentamiento debido a la vibraciones en el motor que provocan las flojedades en los terminales, así como también su aislamiento, si hay un problema de terminales hay valorar entre los técnicos si se puede o no explotar el transformador, si la decisión es positiva, garantizar un buen apriete, pero si es un problema de aislamiento lo mejor es la sustitución.

- 7. Si el AVR no estaba con el led rojo, sino con el amarillo, significa que está bien, que le llega energía y está en perfecto estado de trabajo, en este caso se debe de revisar el circuito desde el regulador de voltaje hasta el generador.
 - a) Medir resistencia de aislamiento en los conductores.
 - b) Revisar flojedad o desprendimiento entre conductores.

- 8. Se arranca el motor según procedimiento TL-OE-4002 y TL-OE-4544 para la sincronización y subida de carga. Se comprueba solucionada la falla.

3.5 Metodología para solución de fallas en los Interruptores de los generadores

- 1. Comprobar que el generador este fuera de servicio (F/S).
- 2. Comprobar interruptor en posición de prueba (P/P) y abierto.
- 3. Sacar interruptor del panel para su revisión.
- 4. Probar el interruptor manualmente, abriéndolo y cerrándolo a través de los botons de open y close (abrir y cerrar respectivamente).
- 5. Una vez detectado que el interruptor opera, se descarta algún problema mecánico.
- 6. Se revisa entonces el circuito de control, comprobando voltaje de control.
 - a) Si existe el voltaje de control entonces se procede a revisar la interface de comunicación del interruptor (peineta). Si esta se encuentra en perfecto estado entonces:
 - b) Abrir el interruptor según procedimiento F-PM-11-62.



- c) Medir resistencia de aislamiento a las bobinas Y1 y Y2 (cierre y apertura).
 - d) Si alguna de estas se encuentra defectuosa se debe de sustituir inmediatamente.
 - e) Proceder al arme del interruptor según la norma F-PM-11-62.
7. Si por lo contrario cuando el interruptor es accionado manualmente y no opera, entonces la falla es mecánica en este caso se debe:
- a) Abrir el interruptor según procedimiento F-PM-11-62.
 - b) Comprobar resorte acoplado, sino acoplarlo poniendo el pasador que lo acopla con el motor.
 - c) Comprobar que el muñón de enclavamiento baje hasta su posición.
 - d) Comprobar apriete de tornillos.
 - e) Accionar botón de cierre con el interruptor abierto para identificar la falla, siguiendo los brazos y límites mecánicos, donde se debe sustituir o reparar según valoración técnica.
 - f) Una vez solucionada la falla se procede a armar el interruptor según procedimiento F-PM-11-62.
8. Si a la hora de la revisión del interruptor se nota que el resorte no se carga, entonces la falla es en el motor y se debe:
- a) Abrir el interruptor según procedimiento F-PM-11-62.
 - b) Medir resistencia de aislamiento al motor, comprobar rodamiento, acoples (pasador).
 - c) Si el motor tiene baja o nula su resistencia de aislamiento sustituirla.
 - d) Si el motor tiene desgastes en los rodamientos sustituirlos por rodamientos 6203 ZZ.
 - e) Una vez solucionada la falla.
 - f) Armar el interruptor según procedimiento F-PM-11-62.
9. Colocar el interruptor en posición de prueba (P/P) y hacerle pruebas de cierre y apertura tanto mecánicas como eléctricas.
10. Luego de comprobado su funcionamiento se procede a entregar el interruptor como disponible.



3.6 Metodología para solución de fallas en las mediciones de los generadores

1. Revisión inicial
2. Comprobar donde existe ausencia de medición, para ello
3. Se arranca el motor según procedimiento TL-OE-4002 y TL-OE-4544 para la sincronización y subida de carga.
4. Una vez identificada donde este la falla (circuito donde se encuentra)
5. Comprobar la no existencia de conductores flojos o con falso contacto.
6. Si la falla es en la medición de voltaje.
 - a) Comprobar fusibles de los TP.
 - b) Si están defectuosos, se deben de sustituir inmediatamente en la fase fallida.
 - c) En el lazo de medición rectificar los relee auxiliares para comprobar su estado, en caso de que se encuentren averiado sustituirlo inmediatamente.
 - d) Si el voltaje esta alto, mayor de 6.7kV, revisar si el voltaje de excitación también esta alto (mayor de 65 Vcd)
- Comprobar relación de transformación del TP alimentador de la excitatriz. En caso de que el transformador alimentador de la excitatriz tenga un voltaje por el lado secundario mayor a 180V.
- Sustituir el transformador inmediatamente.
7. Si la falla es en la medición de corriente
 - a) Verificar la carga del generador en el momento de la falla.
 - b) Medir Fusibles de los TC
 - c) Si están defectuosos, se deben de sustituir inmediatamente en la fase fallida.
 - d) En el lazo de medición rectificar los relee auxiliares para comprobar su estado, en caso de que se encuentren averiado sustituirlo inmediatamente.
 - e) Verificar relación de transformación en los TC.
8. Si la falla sucede en el Controlador del generador (GPC) entonces:



Solicitar la presencia de especialistas automáticos que revisen el equipo y determinen las prioridades.

3.7 Resultados empíricos

Para determinar el tiempo promedio para reparar, antes de que existiera una metodología, se determinaron los niveles por los criterios de especialistas y técnicos de mantenimiento de los emplazamientos y de los directivos de la EMGEF acerca del tiempo de duración de las reparaciones de acuerdo al tipo de fallo. También se realizó una revisión de los datos que aparecen en las órdenes de trabajos (alrededor de 800) en el Departamento de Gestión de Mantenimiento de los grupos fuel de Felton.

Fallas en la excitación (AVR, Excitatriz, diodos) ----- 4 - 6 horas

Fallas por alta temperatura en devanados (Filtros, extractor.)-----2 - 3 horas

Fallas en las mediciones (TC, TP, fusibles, relee) -----2- 3 horas

Fallas por altas temperaturas en chumaceras (Manga, nafta, aceite) --- 6 - 8 horas

Fallas en los interruptores -----3 – 4 horas

Una vez confeccionada la metodología se puso en práctica inmediatamente arrojando los siguientes resultados:

Fallas en la excitación (AVR, Excitatriz, diodos) ----- 1-1.5 horas
ahorrando 5 horas con respecto a lo estipulado por la experiencia de especialistas y por las órdenes de trabajo recopiladas.

Fallas por alta temperatura en devanados (Filtros, extractor.)---0.30 - 1 horas
ahorrando 1.5 horas con respecto a lo estipulado por la experiencia de especialistas y por las ordenes de trabajo recopiladas.



Fallas en las mediciones (TC, TP, fusibles, relee) ----- **NO se ha realizado.**

Fallas por altas temperaturas en chumaceras (Manga, nafta, aceite) ----- **NO se ha realizado.**

Fallas en los interruptores -----1-1.5 horas ahorrando 3 horas con respecto a lo estipulado por la experiencia de especialistas y por las órdenes de trabajo recopiladas.

3.8 Impacto económico

El tema económico tiene en la actualidad un valor determinante ante cualquier modificación o realización de proyectos. Cada contribución o aporte científico que se haga al mejoramiento de nuestro sistema económico es un avance en el desarrollo del país, el presente trabajo no está exento de esto:

Para hacer esta valoración tuvimos en cuenta algunos aspectos:

Realmente al existir una metodología los costos de reparación deben de disminuir en una gran cuantía, pero esta variable no es controlada directamente en los emplazamientos, se maneja a nivel de los centros de control y la EMGEF. Los niveles de los costos de reparación se definen considerando el tipo de avería, en dependencia de si se tratase de equipos principales o auxiliares, de los costos de las piezas de repuesto, de la existencia de ofertas de mercado, etc.

Sin embargo analizándolo desde otro punto de vista, tomando en cuenta que el país a la hora de la ocurrencia de la falla debe de conectar una o varias centrales diesel, (dependiendo de la magnitud y del tiempo de solución de la misma) por lo cual la producción del MW se encarece aún más (Ver Tabla 3.1).

Aunque empíricamente se han hecho pruebas y la metodología ya está vigente como un programa de gestión de mantenimiento; no se puede decir que en cada solución



de la falla el tiempo va a ser el mismo. Para los resultados obtenidos el ahorro en el tiempo de solución debido a la existencia de una metodología lo tomaremos como el tiempo máximo que se puede ahorrar, es decir, gracias a la metodología para solucionar estas fallas el costo en cada falla disminuye considerablemente (Ver Tabla 3.2)

Tabla 3.1 Costos en generación al país por fallas comunes en generadores 9H25/33 sin metodología de solución.

	Tiempo (horas) Promedio para reparar sin Metodología.	Generación afectada en kW	Consumo Diesel con otra central para reponer la generación afectada (ltos)	Costo (CUC)
Excitación	6	15000	3958,944282	1662,756598
HT Devanado	3	7500	1979,472141	831,3782991
HT Chumacera	8	20000	5278,592375	2217,008798
Mediciones	3	7500	1979,472141	831,3782991
Interruptores	4	10000	2639,296188	1108,504399

Tabla 3.2 Costos en generación al país por fallas comunes en generadores 9H25/33 con metodología de solución y su ahorro.

Fallas	Tiempo (horas) Promedio para reparar con Metodología.	Generación afectada en kW	Consumo Diesel con otra central para reponer la generación afectada (ltos)	Costo (CUC)	Ahorro (CUC)
Excitación	1	2500	659,8240469	277,1260997	1385,6305
HT Devanado	0,5	1250	329,9120235	138,5630499	692,815249
HT Chumacera	8	20000	5278,592375	2217,008798	0
Mediciones	3	7500	1979,472141	831,3782991	0
Interruptores	1	2500	659,8240469	277,1260997	831,378299



El ahorro por concepto del tiempo de solución significa además una disminución de combustible como promedio por falla de 1385 lts de diesel, lo que significa para un promedio de fallas anual de 85 fallas 117.725 ton de diesel al año. El precio actual del diesel es de 0.7847CUC el litro, para un total de 92378.8075 CUC al año por concepto de ahorro en este aspecto. Todo lo antes expuesto se traduce en ganancias par el país y es un aporte más al desarrollo económico.

3.9 Conclusiones Parciales

En el presente capítulo se buscaron las mejores alternativas teniendo en cuenta los resultados obtenidos del análisis de las fallas en este tipo de generadores:

- Se formuló una metodología para las fallas más comunes en estas máquinas.
- Se realizó un análisis económico que muestra un ahorro de energía eléctrica de 7 kW como promedio por cada motor y una amortización de 2 años, haciendo la inversión rentable para las condiciones existentes.



CONCLUSIONES GENERALES

Después de haber realizado un estudio y analizado profundamente las fallas ocurridas en los generadores Hyundai 2.5 MW de Felton se concluye que:

1. La frecuencia de ocurrencia de fallas de estos generadores es de 6 días como promedio.
2. Los factores que más propician las fallas están determinados por:
 - La construcción de baja altura de las chimeneas que provocan un mayor deterioro de filtros de aire, ensuciamiento de los contactos y parte interior del generador, con posibilidades futuras de fallas en los aislamientos de los enrollados.
 - Las vibraciones, que afectan al sistema electromecánico en su totalidad, donde se incluyen los desajustes en chumaceras, flojedad de los contactos en los terminales electro-automático.
 - Las altas temperaturas dentro de la nave de los motores, relacionadas un poco con la construcción de las chimeneas.
3. La metodología para la solución de las fallas en estos generadores constituye una herramienta muy importante para mejorar el tiempo de restauración de la disponibilidad.
4. El análisis económico responde a que mejorando el tiempo de solución de las fallas se obtiene una mayor generación y un menor consumo de diesel al país.
5. Del análisis realizado en el trabajo se demuestra que un gran número de las fallas que ocurren es debido a que la realización de algunos mantenimientos consta de un período de realización muy prolongado.



RECOMENDACIONES

1. Implementar la metodología obtenida para la solución de fallas en estos generadores.
2. Continuar estudiando sistemáticamente, el comportamiento de las principales fallas eléctricas en el resto del sistema de suministro eléctrico del emplazamiento Fuel-Oil.
3. Realizar un estudio sobre la posibilidad de disminuir el tiempo del mantenimiento planificado a estos generadores.



BIBLIOGRAFÍA

1. Albino, P. I. 2004. Impacto de la Excentricidad Estática en la Estabilidad Transitoria de un Generador de Polos Salientes , tesis de maestría, Programa de Maestría en Ciencias en Ingeniería Eléctrica, SEPI-ESIME-IPN, D.F., México
2. Aróstegui, J. M. y otros.1978. Metodología del Conocimiento Científico. La Habana: Editorial de Ciencias Sociales.
3. Chang Sing, Julio; Alonso Castellanos, Néstor. 2011. F-IM-11-104 Instrucción de Trabajo para la revisión y mantenimiento a la Chumacera del generador Hyundai.
4. Chang Sing, Julio; Alonso Castellanos, Néstor. 2011. F-PM-11-062 Procedimiento para la ejecución del mantenimiento preventivo planificado a generadores Hyundai Modelo HSR7-719-8P.
5. Cruz Blanco, Yunier. 2011. TL-OE-4002 Descripción Técnica eléctrica del emplazamiento Fuel de Felton.
6. Cruz Blanco, Yunier. 2011. TL-OE-4544 Descripción operacional eléctrica del emplazamiento Fuel de Felton.
7. Del Castillo, S. A.M. 2009. Análisis de Criticidad Personalizados, Ingeniería Mecánica, 3:1-12, La Habana.
8. Fernández, C. M., García, M. M., Alonso, O G., Cano, R. J.M., Solares, S. J. 2000. Técnicas para el mantenimiento y diagnostico de máquinas eléctricas rotativas, ABB Service S.A.-Marcombo Boixareu Editores, España.
9. Flores, Roberto y I. Asiaín, Tomás. 2011. Vol.22 no.4. Diagnóstico de Fallas en Máquinas Eléctricas Rotatorias Utilizando la Técnica de Espectros de Frecuencia de Bandas Laterales Información. Tecnológica.
10. Generación Distribuida. 2009. Análisis para la evaluación del comportamiento mecánico-funcional de los grupos electrógenos *Hyundai Himsen* 9H21/32. La Habana.
11. ISOLUX CORSAN GRUPO S.A. 2006. Estudio de impacto ambiental Central Termoeléctrica a carbón Rio Turbio, Santa Cruz [en línea], Informe final documento síntesis, 90 páginas, Disponible:



12. <http://www.opisancruz.com.ar/home/wp-content/uploads/eia-ctrt-sintesis-rev2.pdf>
[Consulta: Abril 2012].
13. M. Sc. Hourné-Calzada, María Bárbara; Dr. C. Brito-Vallina, María Lucía; Dr. C. del Castillo-Serpa, Alfredo Manuel; M. Sc. Fraga-Guerra, Elena, M. Sc. Díaz-Concepción, Armando. 2012. Análisis de criticidad de grupos electrógenos de la tecnología fuel oil en Cuba.
14. Rodríguez, N. 2012. Propuesta de modificaciones en el sistema de suministro eléctrico de los grupos Fuel-Oil de la CTE de Felton.
15. Torbar, T. W. 1998. vol. 14, no.4, pp 347-357 Online current monitoring and application of a finite element method to predict the level of static airgap eccentricity in three-phase induction Motors , IEEE Trans. On energy conversion.





ANEXOS

Anexo No 1

Tabla 1.1 Datos nominales de los generadores

Item no.	Descripción	Unidad	Datos
GENERADOR			
1	Fabricante	HYUNDAI	
2	Tipo	Escobillas y rotatorio con enrollado amortiguador	
3	Salida Nominal	kVA	3125kVA (2500kW)
4	Voltaje Nominal	V	6600
5	Corriente Nominal	A	273.5
6	Frecuencia Nominal	Hz	60
7	Factor de Potencia Nominal	Cos ϕ	0.8
8	Clase de aislamiento	(a) Estator	F
		(b) Rotor	F
		(c) Excitador	F
9	Aumento de Temperatura		B
10	Cubierta		IP23
11	Velocidad Nominal	Rpm	900
12	Sobrevelocidad Nominal	Rpm	1080
13	No. de Polos		8
14	Tipo de Excitación		Escobillas y autoexcitado
15	Voltaje de Excitación	V	65
16	Corriente de Excitación	A	6.0
17	Tipo de Cojinetes		Manga o Camisa
18	No. de Cojinetes		Uno



19	Tipo de Enfriamiento			Aire	
20	Regulador Automático	(a) Fabricante		ABB	
		(b) Tipo		UNITROL 1000-7	
		(c) Rango del Regulador de Voltaje		±10%	
		(d) Precisión del Control		±0.5%	
21	Eficiencia (sin tolerancia)	110%		96.6	
		100%		96.7	
		At 1.0 PF load	75% %	%	96.6
			50%		96.0
			25%		94.2
			110%		95.7
			100%		95.8
		At 0.8 PF load	75% %	%	95.8
			50%		95.1
			25		92.9
22	Conexión del Devanado			Estrella	
23	Dirección de Rotación			C.Reloj (Visto desde el Lado Gen.)	
24	Enrollado Amortiguador			Provisto	
25	Reactancia Sincrónica		Xd	420 (No Saturado) 325 % (Saturado)	
26	Reactancia Transiente		X'd	29.0 % (Saturado) 35.7%(NoSaturado)	
27	Reactancia Subtransiente		X" d	16.0% (Saturado) 25.8%(NoSaturado)	
29	Reactancia Sutransiente de la Cuadratura de Ejes		X" q	18.3 % (Saturado)	
30	Constante de Tiempo Transiente (Corto)		T'd	0.1756 Segundos	



Anexo No2

Tabla 1.2 Especificaciones técnicas de los motores de combustión interna

Especificaciones técnicas

Tipo de Motor		4- carreras, vertical, inyección directa, acción simple y pistón truncado con turbo cargador y enfriador intermedio.			
Configuración de los cilindros		En línea			
Número de cilindros		5 – 6 – 7 – 8 – 9			
Velocidad especificada	rpm	720	750	900	1000
Potencia por Cilindro	KW	160	160	200	200
Diámetro del Cilindro	mm	210			
Carrera del Pistón	mm	320			
Volumen de barrido por cilindro	dm ³	11.1			
Velocidad media del pistón	m/s	7.7	8.0	9.6	10.7
Presión media efectiva	bar	24.1	23.1	24.1	21.7
Razón de compresión		17:1			
Potencia del Motor	kWm	1800			
Potencia del Generador	kWe	1692 (factor de potencia 0,8)			
Dirección de rotación del motor		A favor de las manecillas del reloj visto desde el lado del generador (no reversible)			



Anexo No3

FECHA	EQUIPO	DIAGNOSTICO	SOLUCION
01/01/2011	Generadores#20,	Filtros del generador sucios	Se destaparon los generador se limpiaron los filtros y todo la carcasa del generador
05/01/2011	Generador # 7	Alta temperatura en Chumaceras	Se reajusta los aprietes de la chumacera
07/01/2011	Generador #12	Falla en la medición de voltaje en los TP	Se revisó el panel de 6kV, se detectó un fusible abierto y se cambio
09/01/2011	Generador # 5	Alta temperatura en los devanados del generador	Se lavaron los filtros, se reviso el sistema de excitación y se reapretó la tornillería
12/01/2011	Generador # 13	No tiene voltaje de excitación	Se le cambia la tarjeta de regulación de voltaje
23/01/2011	Generador #14	Falla en la medición de voltaje en los TP	Se revisó el esquema y se detectó que había un fusible de TP fundido, este se cambió y quedaron trabajando
11/02/2011	Generador # 9	El interruptor del generador no pasa a posición de prueba	Se revisó la bobina de cierre y apertura y se cambio por otra en buen estado
21/02/2011	Generador #1	Falla en la medición de voltaje en los TP	Se restableció un fusible quedando listo para trabajar
24/02/2011	Generador#1,14	Alta temperatura en los devanados	Se lavaron los filtros, se reviso el sistema de excitación y se reapretó la tornillería
29/02/2011	Generador # 12	El interruptor del generador no pasa a posición de prueba	Se revisó el sistema de engrane y los rodillos, poniéndolos en servicio
15/03/2011	Generador # 15	Alta temperatura en los devanados	Se lavaron los filtros, se reviso el sistema de excitación y se reapretó la



		tornillería
--	--	-------------

Anexo No4

FECHA	EQUIPO	DIAGNOSTICO	SOLUCION
21/03/2011	Generador # 16	Alta temperatura en los devanados	Se lavaron los filtros, se reviso el sistema de excitación y se reapretó la tornillería
29/03/2011	Generador # 8	Alta temperatura en los devanados	Se lavaron los filtros, se reviso el sistema de excitación y se reapretó la tornillería
02/04/2011	Generador # 7	No tiene voltaje de excitación	Se le cambia los diodos del circuito de excitación
11/04/2011	Generador # 18	Alta temperatura en el devanado del generador	Se limpiaron los filtros de los motores y se montaron
11/04/2011	Generador # 7	Alta temperatura en el devanado del generador	se aumento el factor de potencia hasta 0,95
11/04/2011	Generador # 11	No tiene voltaje de excitación	Se le cambia la tarjeta de regulación de voltaje
13/04/2011	Generador # 24	Alta temperatura en Chumaceras	Se reajusta la chumacera, debido a que presentaba demasiado holgura de techo
13/04/2011	Generador #19	Falla en la medición de voltaje del GPC	se revisó la interface del equipo y se detecto una avería en la comunicación
04/05/2011	Generador # 17	Alta temperatura en el devanado del generador	Se realizó la limpieza del filtro
10/05/2011	Generador # 14	El interruptor del generador no pasa a posición de prueba trabajando	Se revisó la bobina de cierre y apertura y se cambio por otra en buen estado



15/05/2011	Generador # 6	Alta temperatura en los devanados	Se lavaron los filtros, se reviso el sistema de excitación y se reapretó la tornillería
------------	---------------	-----------------------------------	---

Anexo No5

FECHA	EQUIPO	DIAGNOSTICO	SOLUCION
26/05/2011	Generador # 22	Falla en la medición de voltaje	se revisó el sistema de protección y se detecto un relé defectuoso
29/03/2011	Generador # 8	Alta temperatura en los devanados	Se lavaron los filtros, se reviso el sistema de excitación y se reapretó la tornillería
02/04/2011	Generador # 7	No tiene voltaje de excitación	Se le cambia los diodos del circuito de excitación
11/04/2011	Generador # 18	Alta temperatura en el devanado del generador	Se limpiaron los filtros de los motores y se montaron
11/04/2011	Generador # 7	Alta temperatura en el devanado del generador	se aumento el factor de potencia hasta 0,95
11/04/2011	Generador # 11	No tiene voltaje de excitación	Se le cambia la tarjeta de regulación de voltaje
13/04/2011	Generador # 24	Alta temperatura en Chumaceras	Se reajusta la chumacera, debido a que presentaba demasiado holgura de techo
13/04/2011	Generador #19	Falla en la medición de voltaje del GPC	se revisó la interface del equipo y se detecto una avería en la comunicación
04/05/2011	Generador # 17	Alta temperatura en el devanado del generador	Se realizó la limpieza del filtro
10/05/2011	Generador # 14	El interruptor del generador no pasa a posición de prueba	Se revisó la bobina de cierre y apertura y se cambio por otra en buen estado



		trabajando	
15/05/2011	Generador # 6	Alta temperatura en los devanados	Se lavaron los filtros, se reviso el sistema de excitación y se reapretó la tornillería

Anexo No6

FECHA	EQUIPO	DIAGNOSTICO	SOLUCION
09/06/2011	Generador # 19	Alta temperatura en el devanado del generador	Se lavaron los filtros, se reviso el sistema de excitación y se reapretó la tornillería
10/06/2011	Generador # 18	No tiene voltaje de excitación	Se le cambia la tarjeta de regulación de voltaje
14/06/2011	Generador # 21	Alta temperatura en el devanado del generador	Se realizó la limpieza del filtro
20/06/2011	Generador #16	Falla en la medición de voltaje	se revisó el sistema de protección y se detecto un relé defectuoso
10/07/2011	Generador # 4	Alta temperatura en el devanado del generador	Se limpiaron los filtros del generador y quedaron listos
19/07/2011	Generador # 12	Alta temperatura en el devanado del generador	se compenso la carga del motor porque estaba trabajando sobrecargado
19/07/2011	Generador # 3	Alta temperatura en los enrollados del generador	Se sacó el filtro y se limpio
20/07/2011	Generador # 10	No tiene voltaje de excitación	Se le cambia la tarjeta de regulación de voltaje y los diodos al circuito de excitación
27/07/2011	Generador # 20,	Alta temperatura en el devanado del generador	Se destornillaron las parrillas del generador, se limpió la parrilla con nafta, y se



			colocaron los filtros limpios
06/08/2011	Generador # 17	Falla en la medición de voltaje en los TP	Se restableció un fusible quedando listo para trabajar
12/08/2011	Generador # 14	Alta temperatura en el devanado del generador	Se destapo el generador, se sacaron los filtros y se cambiaron por otros lavados, se limpió y reparo la tornillería del generador

Anexo No7

FECHA	EQUIPO	DIAGNOSTICO	SOLUCION
13/08/2011	Generador # 10	Altas temperaturas en los devanados del generador	Se limpiaron los filtros del generador y quedaron puestos
15/08/2011	Generador #15	No tiene voltaje de excitación	Se le cambia la tarjeta de regulación de voltaje
19/08/2011	Generador # 13	Altas temperaturas en los devanados del generador	Se cambio el extractor que estaba fuera de servicio
19/08/2011	Generador # 1	Alta temperatura en Chumaceras	Se rellena el asentamiento de la chumacera que presentaba desgaste
24/08/2011	Generador # 15	Alta temperatura en el devanado del generador	Se realizó la limpieza del filtro
02/09/2011	Generador #1	No tiene voltaje de excitación	Se le cambia la tarjeta de regulación de voltaje
06/09/2011	Generador # 20	Falla en la medición de voltaje en los TP	Se revisó el esquema y se detectó que había un fusible de TP fundido, este se cambió y quedaron trabajando
05/09/2011	Generador # 18	Alta temperatura en el devanado del generador	Se lavaron los filtros con fosfato y se pusieron limpios



11/09/2011	Generador # 17	El interruptor del generador no pasa a posición de prueba trabajando	Se revisó el sistema de engrane y los rodillos, poniéndolos en servicio
17/09/2011	Generador # 2	Alta temperatura en el devanado del generador	Se cambian, se limpian y se lavaron las rejillas del generador
23/09/2011	Generador # 5	Alta temperatura en el devanado del generador	Se cambian y se limpian los filtros de aire

Anexo No8

FECHA	EQUIPO	DIAGNOSTICO	SOLUCION
30/09/2011	Generador # 3	No tiene voltaje de excitación	Se le cambia el PLC al circuito de control automático
17/10/2011	Generador # 12	Alta temperatura en el devanado del generador	Se cambian y se limpian los filtros de aire
19/10/2011	Generador # 11	Alta temperatura en Chumaceras	Se reajusta la chumacera que presentaba mucha holgura lateral
20/10/2011	Generador # 13	Falla en la medición de voltaje en los TP	Se revisó el panel de 6kV, se detectó un fusible abierto y se cambio
22/10/2011	Generador # 22	Alta temperatura en el devanado del generador	Se cambiaron los filtros por otros limpios
27/10/2011	Generador # 23	Alta temperatura en el devanado del generador	se aumento el factor de potencia hasta 0,95
03/11/2011	Generador # 7	Alta temperatura en el devanado del generador	Se cambian y se limpian los filtros de aire
07/11/2011	Generador # 22	No tiene voltaje de excitación	Se le cambia la tarjeta de regulación de voltaje
11/11/2011	Generador # 24	Alta temperatura en el devanado	Se lavaron los filtros y se pusieron limpios y se le



		del generador	conectaron las rejillas
13/11/2011	Generador # 21	Alta temperatura en Chumaceras	Se reajusta los aprietes de la chumacera
11/09/2012	Generador # 9	Alta temperatura en los devanados	Se cambian, se limpian los filtros y se lavaron las rejillas del generador

Anexo No9

FECHA	EQUIPO	DIAGNOSTICO	SOLUCION
15/11/2011	Generador #17	No tiene voltaje de excitación	Se le cambia los diodos del circuito de excitación
18/11/2011	Generador # 17	Alta temperatura en el devanado del generador	Se cambian y se limpian los filtros de aire
28/11/2011	Generador # 8	Alta temperatura en el devanado del generador	Se lavaron los filtros y se pusieron limpios y se conectaron las rejillas
29/08/2011	Generador # 24	El interruptor del generador no pasa a posición de prueba	se restableció el voltaje de control que había fallado
02/12/2011	Generadores # 11	Alta temperatura en el devanado del generador	Se retiraron las rejillas de los generadores y se limpian y se ponen filtros limpios
10/12/2011	Generador # 15	Alta temperatura en el devanado del generador	Se cambiaron los filtros de aire por otros limpios
14/12/2011	Generador #5	No tiene voltaje de excitación	Se le cambia la tarjeta de regulación de voltaje
16/12/2011	Generador # 20,	Alta temperatura en el devanado del generador	Se cambiaron los filtros por otros limpios



21/12/2011	Generador # 1	Alta temperatura en el devanado del generador	Se cambiaron los filtros al generador por filtros nuevos
28/12/2011	Generador # 3	El interruptor del generador no pasa a posición de prueba trabajando	Se revisó el sistema de engrane y los rodillos, poniéndolos en servicio
31/12/2011	Generador # 12	Alta temperatura en el devanado del generador	se compenso la carga del motor porque estaba trabajando sobrecargado
31/12/2011	Generador # 19	Alta temperatura en el devanado del generador	Se cambiaron los filtros al generador por filtros nuevos

Anexo No10

FECHA	EQUIPO	DIAGNOSTICO	SOLUCION
02/01/2012	Generador # 3	Alta temperatura en los devanados	se aumentó el factor de potencia hasta 0,95
03/01/2012	Generador # 8	Falla en la medición de voltaje del GPC	se revisó la interface del equipo y se detecto una avería en la comunicación
03/01/2012	Generador # 8	Alta temperatura en los devanados	Se destornillaron las parrillas del generador, se limpió la parrilla con nafta, y se colocaron los filtros limpios
08/01/2012	Generador # 7	El interruptor del generador no pasa a posición de prueba trabajando	Se revisó el sistema de engrane y los rodillos, poniéndolos en servicio
11/01/2012	Generador # 5	Alta temperatura en los devanados	Se lavaron los filtros, se reviso el sistema de excitación y se reapretó la tornillería
13/01/2012	Generador # 18	El interruptor del generador no pasa a posición de prueba trabajando	se restableció el voltaje de control que había fallado
17/01/2012	Generador # 10	No tiene voltaje de excitación	Se le cambia la tarjeta de regulación de voltaje
28/01/2012	Generador # 12	Alta temperatura en los devanados	Se destornillaron las parrillas del generador, se limpió la parrilla con nafta, se le dio



			trapo y se colocaron los filtros limpios
01/02/2012	Generador # 12	Alta temperatura en Chumaceras	Se reajusta los aprietes de la chumacera
02/02/2012	Generador # 16	Alta temperatura en los devanados	Se destornillaron las parrillas del generador, se limpió la parrilla con nafta, se le dio trapo y se colocaron los filtros limpios
09/02/2012	Generador # 18	No tiene voltaje de excitación	Se le cambia el PLC al circuito de control automático

Anexo No11

FECHA	EQUIPO	DIAGNOSTICO	SOLUCION
15/02/2012	Generador # 20	Alta temperatura en los devanados	Se lavaron los filtros, se reviso el sistema de excitación y se reapretó la tornillería
21/02/2012	Generador # 12	El interruptor del generador no pasa a posición de prueba trabajando	Se revisó el sistema de engrane y los rodillos, poniéndolos en servicio
29/02/2012	Generador # 23	Alta temperatura en los devanados	Se destornillaron las parrillas del generador, se limpió la parrilla con nafta, se le dio trapo y se colocaron los filtros limpios
05/03/2012	Generador # 5	Falla en la medición de voltaje	se revisó el sistema de protección y se detecto un relé defectuoso
15/03/2012	Generador # 1	Alta temperatura en los devanados	Se lavaron los filtros, se reviso el sistema de excitación y se reapretó la tornillería
22/03/2012	Generador # 3	El interruptor del generador no pasa a posición de prueba trabajando	Se revisó el sistema de engrane y los rodillos, poniéndolos en servicio



29/03/2012	Generador # 17	Alta temperatura en los devanados	Se lavaron los filtros, se reviso el sistema de excitación y se reapretó la tornillería
14/04/2012	Generador # 2	Alta temperatura en el devanado	Se limpiaron los filtros de los motores y se montaron
15/04/2012	Generador # 13	No tiene voltaje de excitación	Se le cambia la tarjeta de regulación de voltaje
18/04/2012	Generador # 21	Alta temperatura en los devanados	Se destornillaron las parrillas del generador, se limpió la parrilla con nafta, y se colocaron los filtros limpios



	EQUIPO	DIAGNOSTICO	SOLUCION
19/04/2012	Generador # 10	Falla en la medición de voltage en los TP	Se revisó el esquema y se detectó que había un fusible de TP fundido, este se cambió y quedaron trabajando
19/04/2012	Generador # 7	Alta temperatura en los devanados	Se lavaron los filtros, se reviso el sistema de excitación y se reapretó la tornillería
04/05/2012	Generador # 14	Alta temperatura en los devanados	Se compenso la carga del motor porque estaba trabajando sobrecargado
07/05/2012	Generador # 23	El interruptor del generador no pasa a posición de prueba trabajando	Se restablecio el voltaje de control que habia fallado
09/05/2012	Generador # 23	No tiene voltage de exitación	Se le cambia la tarjeta de regulación de voltage
12/05/2012	Generador # 11	Alta temperatura en los devanados	Se lavaron los filtros, se reviso el sistema de excitación y se reapretó la tornillería
16/05/2012	Generador # 16	Alta temperatura en Chumaceras	Se reajusta los aprietes de la chumacera
27/05/2012	Generador # 13	Alta temperatura en los devanados	se revisó el sistema de enfriamiento y estaba en buen estado, luego se detecto que era la influencia de la temperatura ambiente
30/05/2012	Generador # 13	El interruptor del generador no pasa a posición de prueba trabajando	se cambiaron los resortes del interruptor debido a que habian perdido sus propiedades mecánicas y no accionaba el interruptor
09/06/2012	Generador # 24	Alta temperatura en el devanado del generador	Se lavaron los filtros, se reviso el sistema de excitación y se reapretó la tornillería





FECHA	EQUIPO	DIAGNOSTICO	SOLUCION
12/06/2012	Generador # 16	No tiene voltage de excitación	Se le cambia la tarjeta de regulación de voltage y se le cambia los diodos del circuito de excitación
13/06/2012	Generador # 22	Alta temperatura en los devanados	se aumento el factor de potencia hasta 0,95
15/06/2012	Generador # 15	Falla en la medición de voltage en los TP	Se revisó el esquema y se detectó que había un fusible de TP fundido, este se cambió y quedaron trabajando
18/06/2012	Generador # 19	Alta temperatura en los devanados	Se destornillaron las parrillas del generador, se limpió la parrilla con nafta, se le dio trapo y se colocaron los filtros limpios
25/06/2012	Generador # 6	Alta temperatura en el devanado del generador	Se limpiaron los filtros del generador y quedaron listos
21/06/2012	Generador # 17	El interruptor del generador no pasa a posición de prueba trabajando	Se revisó el sistema de engrane y los rodillos, poniéndolos en servicio
30/06/2012	Generador # 10	Alta temperatura en los devanado	se revisó el sistema de enfriamiento y se detectaron los extractores fuera de setrvicio
05/07/2012	Generador # 15	Alta temperatura en los enrollados del generador	Se sacó el filtro y se limpio
08/07/2012	Generador # 7	Falla en la medición de voltage	se revisó el sistema de protección y se detecto un rele defectuoso



13/07/2012	Generador # 18	Alta temperatura en los devanados	se revisó el sistema de enfriamiento y se detectaron los extractores fuera de setrvicio
------------	----------------	-----------------------------------	---

FECHA	EQUIPO	DIAGNOSTICO	SOLUCION
14/07/2012	Generador # 6	No tiene voltage de excitación	Se le cambia la tarjeta de regulación de voltage
19/07/2012	Generador # 7	No tiene voltage de excitación	Se le cambia la tarjeta de regulación de voltage
24/07/2012	Generador # 9	Alta temperatura en el devanado	Se destornillaron las parrillas del generador, se limpió la parrilla con nafta, se le dio trapo y se colocaron los filtros limpios
29/07/2012	Generador # 4	Alta temperatura en los devanados	Se lavaron los filtros y se pusieron limpios y se le conectaron las rejillas
02/08/2012	Generador # 14	El interruptor del generador no pasa a posición de prueba trabajando	Se revisó el sistema de engrane y los rodillos, poniéndolos en servicio
04/08/2012	Generador # 12	Alta temperatura en los devanado	Se destapo el generador, se sacaron los filtros y se cambiaron por otros lavados, se limpió y reparo la tornillería del generador
05/08/2012	Generador # 21	Falla en la medición de voltage en los TP	Se revisó el esquema y se detectó que había un fusible de TP fundido, este se cambió y quedaron trabajando
06/08/2012	Generador # 5	Altas temperaturas en los devanados del generador	Se limpiaron los filtros del generador y quedaron puestos



14/08/2012	Generador # 8	Alta temperatura en los devanados	se aumento el factor de potencia hasta 0,95
17/08/2012	Generador # 7	Alta temperatura en Chumaceras	Se reajusta la chumacera que presentaba mucha holgura lateral
19/08/2012	Generador # 20	Altas temperaturas en los devanados del generador	Se cambian, se limpian los filtros y se lavaron las rejillas del generador
21/08/2012	Generador # 16	El interruptor del generador no pasa a posición de prueba trabajando	Se revisó la bobina de cierre y apertura y se cambió por otra en buen estado
22/08/2012	Generador # 3	Alta temperatura en los devanados	Se cambian, se limpian los filtros y se lavaron las rejillas del generador
26/08/2012	Generador # 21	Alta temperatura en el devanado	Se realizó la limpieza del filtro
30/08/2012	Generador # 15	No tiene voltage de excitación	Se le cambia los diodos del circuito de excitación
01/09/2012	Generador # 17	Alta temperatura en los devanados	Se cambian, se limpian los filtros y se lavaron las rejillas del generador
06/09/2012	Generador # 3	No tiene voltage de excitación	Se le cambia el PLC al circuito de control automatico
07/09/2012	Generador # 6	Alta temperatura en los devanados	Se lavaron los filtros y se pusieron limpios y se le conectaron las rejillas
08/09/2012	Generador # 19	Falla en la medición de voltage en los TP	Se revisó el panel de 6kV, se detectó un fusible abierto y se cambio
09/09/2012	Generador # 7	Alta temperatura en los devanado	Se lavaron los filtros con fosfato y se pusieron limpios
10/09/2012	Generador # 9	No tiene voltage de excitación	Se le cambia la tarjeta de regulación de voltage



FECHA	EQUIPO	DIAGNOSTICO	SOLUCION
17/09/2012	Generador # 1	Alta temperatura en el devanado del generador	Se cambian, se limpian los filtros y se lavaron las rejillas del generador
19/09/2012	Generador # 21	Alta temperatura en Chumaceras	Se reajusta la chumacera que presentaba mucha holgura lateral
21/09/2012	Generador # 20	Alta temperatura en el devanado del generador	Se lavaron los filtros y se pusieron limpios y se le conectaron las rejillas
25/09/2012	Generador # 5	El interruptor del generador no pasa a posición de prueba trabajando	Se revisó el sistema de engrane y los rodillos, poniéndolos en servicio
29/09/2012	Generador # 10	Alta temperatura en los devanados	Se lavaron los filtros y se pusieron limpios y se le conectaron las rejillas
07/10/2012	Generador # 18	Alta temperatura en el devanado	Se lavaron los filtros y se pusieron limpios y se le conectaron las rejillas
10/10/2012	Generador # 21	Alta temperatura en los devanados	se compenso la carga del motor porque estaba trabajando sobrecargado
13/10/2012	Generador # 13	No tiene voltage de excitación	Se le cambia los diodos del circuito de excitación
15/10/2012	Generador # 19	Alta temperatura en los devanados	Se destornillaron las parrillas del generador, se limpió la parrilla con nafta, se le dio trapo y se colocaron los filtros



			limpios
15/10/2012	Generador # 11	El interruptor del generador no pasa a posición de prueba trabajando	se restableció el voltaje de control que había fallado
16/10/2012	Generador # 5	Alta temperatura en el devanado	Se cambiaron los filtros por otros limpios
17/10/2012	Generador # 1	Alta temperatura en Chumaceras	Se reajusta los aprietes de la chumacera
19/10/2012	Generador # 12	Alta temperatura en los devanados	Se lavaron los filtros y se pusieron limpios y se le conectaron las rejillas
20/10/2012	Generador # 10	El interruptor del generador no pasa a posición de prueba trabajando	Se revisó la bobina de cierre y apertura y se cambió por otra en buen estado
25/10/2012	Generador # 4	Alta temperatura en el devanado	Se compenso la carga del motor porque estaba trabajando sobrecargado y se limpiaron los filtros de aire que estaban sucios
26/10/2012	Generador # 22	No tiene voltaje de excitación	Se le cambia la tarjeta de regulación de voltaje
28/10/2012	Generador # 9	Alta temperatura en el devanado	Se cambian y se limpian los filtros de aire
07/11/2012	Generador # 10	Alta temperatura en los devanados	Se lavaron los filtros y se pusieron limpios y se le conectaron las rejillas
08/11/2012	Generador # 22	Falla en la medición de voltaje en los TP	Se cambió el TP debido a una avería interna en uno de sus devanados
09/11/2012	Generador # 16	Alta temperatura en el devanado del generador	Se cambian y se limpian los filtros de aire
12/11/2012	Generador # 11	Alta temperatura en Chumaceras	Se rellena el ecentamiento de la chumacera que presentaba desgaste



FECHA	EQUIPO	DIAGNOSTICO	SOLUCION
15/11/2012	Generador # 23	Alta temperatura en los devanados	Se lavaron los filtros y se pusieron limpios y se le conectaron las rejillas
15/11/2012	Generador # 6	Alta temperatura en los devanados	Se lavaron los filtros y se pusieron limpios y se le conectaron las rejillas
17/11/2012	Generador # 2	Alta temperatura en el devanado del generador	Se cambian y se limpian los filtros de aire
19/11/2012	Generador # 21	No tiene voltage de excitación	Se cambió el TC porque se ha detectado una avería en uno de sus bobinas
26/11/2012	Generador # 15	Alta temperatura en el devanado del generador	Se lavaron los filtros y se pusieron limpios y se le conectaron las rejillas
27/11/2012	Generador # 24	Falla en la medición de voltage en los TP	Se revisó el panel de 6kV, se detectó un fusible abierto y se cambio
27/11/2012	Generador # 7	Alta temperatura en los devanados	Se destornillaron las parrillas del generador, se limpió la parrilla con nafta, se le dio trapo y se colocaron los filtros limpios
28/11/2012	Generador # 1	No tiene voltage de excitación	Se le cambia la tarjeta de regulación de voltage
29/11/2012	Generadores # 14	Alta temperatura en el devanado del generador	Se lavaron los filtros y se pusieron limpios y se le conectaron las rejillas
30/11/2012	Generador # 18	Alta temperatura en el devanado	Se cambiaron los filtros por otros limpios y
02/12/2012	Generador # 9	El interruptor del generador no pasa a posición de prueba trabajando	Se revisó la bobina de cierre y apertura y se cambió por otra en buen estado



04/12/2012	Generador # 11	Alta temperatura en los devanados	Se lavaron los filtros y se pusieron limpios y se le conectaron las rejillas
07/12/2012	Generador # 17	Alta temperatura en el devanado del generador	Se cambiaron los filtros por otros limpios y cambio un extractor que estaba fuera de servicio
09/12/2012	Generador # 5	Alta temperatura en Chumaceras	Se reajusta la chumacera, debido a que presentaba demasiado holgura de techo
11/12/2012	Generador # 13	Alta temperatura en el devanado del generador	Se destornillaron las parrillas del generador, se limpió la parrilla con nafta, se le dio trapo y se colocaron los filtros limpios
20/12/2012	Generador # 22	Alta temperatura en los devanados	Se lavaron los filtros y se pusieron limpios y se le conectaron las rejillas
21/11/2012	Generador # 15	No tiene voltaje de excitación	Se le cambia la tarjeta de regulación de voltaje
24/12/2012	Generador # 12	Falla en la medición de voltaje en los TP	Se revisó el panel de 6kV, se detectó un fusible abierto y se cambio
29/12/2012	Generador # 24,8	Alta temperatura en el devanado del generador	Se cambiaron los filtros por otros limpios
31/12/2012	Generador # 1	Alta temperatura en el devanado del generador	se aumento el factor de potencia hasta 0,95
19/10/2012	Generador # 12	Alta temperatura en los devanados	Se lavaron los filtros y se pusieron limpios y se le conectaron las rejillas



FECHA	EQUIPO	DIAGNOSTICO	SOLUCION
20/10/2012	Generador # 10	El interruptor del generador no pasa a posición de prueba trabajando	Se revisó la bobina de cierre y apertura y se cambió por otra en buen estado
25/10/2012	Generador # 4	Alta temperatura en el devanado	Se compenso la carga del motor porque estaba trabajando sobrecargado y se limpiaron los filtros de aire que estaban sucios
26/10/2012	Generador # 22	No tiene voltage de excitación	Se le cambia la tarjeta de regulación de voltage
28/10/2012	Generador # 9	Alta temperatura en el devanado	Se cambian y se limpian los filtros de aire
07/11/2012	Generador # 10	Alta temperatura en los devanados	Se lavaron los filtros y se pusieron limpios y se le conectaron las rejillas
08/11/2012	Generador # 22	Falla en la medición de voltage en los TP	Se cambió el TP debido a una avería interna en uno de sus devanados
09/11/2012	Generador # 16	Alta temperatura en el devanado del generador	Se cambian y se limpian los filtros de aire
12/11/2012	Generador # 11	Alta temperatura en Chumaceras	Se rellena el ecentamiento de la chumacera que presentaba desgaste
15/11/2012	Generador # 23	Alta temperatura en los devanados	Se lavaron los filtros y se pusieron limpios y se le conectaron las rejillas
15/11/2012	Generador # 6	Alta temperatura en los devanados	Se lavaron los filtros y se pusieron limpios y se le conectaron las rejillas
17/11/2012	Generador # 2	Alta temperatura en el devanado del generador	Se cambian y se limpian los filtros de aire



19/11/2012	Generador # 21	No tiene voltage de excitación	Se cambió el TC porque se ha detectado una avería en uno de sus bobinas
26/11/2012	Generador # 15	Alta temperatura en el devanado del generador	Se lavaron los filtros y se pusieron limpios y se le conectaron las rejillas
27/11/2012	Generador # 24	Falla en la medición de voltage en los TP	Se revisó el panel de 6kV, se detectó un fusible abierto y se cambio
27/11/2012	Generador # 7	Alta temperatura en los devanados	Se destornillaron las parrillas del generador, se limpió la parrilla con nafta, se le dio trapo y se colocaron los filtros limpios
28/11/2012	Generador # 1	No tiene voltage de excitación	Se le cambia la tarjeta de regulación de voltage
29/11/2012	Generadores # 14	Alta temperatura en el devanado del generador	Se lavaron los filtros y se pusieron limpios y se le conectaron las rejillas
30/11/2012	Generador # 18	Alta temperatura en el devanado	Se cambiaron los filtros por otros limpios y
02/12/2012	Generador # 9	El interruptor del generador no pasa a posición de prueba trabajando	Se revisó la bobina de cierre y apertura y se cambió por otra en buen estado
04/12/2012	Generador # 11	Alta temperatura en los devanados	Se lavaron los filtros y se pusieron limpios y se le conectaron las rejillas
07/12/2012	Generador # 17	Alta temperatura en el devanado del generador	Se cambiaron los filtros por otros limpios y cambio un extractor que estaba fuera de servicio



FECHA	EQUIPO	DIAGNOSTICO	SOLUCION
09/12/2012	Generador # 5	Alta temperatura en Chumaceras	Se reajusta la chumacera, debido a que presentaba demaciado holgura de techo
11/12/2012	Generador # 13	Alta temperatura en el devanado del generador	Se destornillaron las parrillas del generador, se limpió la parrilla con nafta, se le dio trapo y se colocaron los filtros limpios
20/12/2012	Generador # 22	Alta temperatura en los devanados	Se lavaron los filtros y se pusieron limpios y se le conectaron las rejillas
21/11/2012	Generador # 15	No tiene voltage de excitación	Se le cambia la tarjeta de regulación de voltage
24/12/2012	Generador # 12	Falla en la medición de voltage en los TP	Se revisó el panel de 6kV, se detectó un fusible abierto y se cambio
29/12/2012	Generador # 24,8	Alta temperatura en el devanado del generador	Se cambiaron los filtros por otros limpios
31/12/2012	Generador # 1	Alta temperatura en el devanado del generador	se aumamento el factor de potencia hasta 0,95
19/10/2012	Generador # 12	Alta temperatura en los devanados	Se lavaron los filtros y se pusieron limpios y se le conectaron las rejillas
20/10/2012	Generador # 10	El interruptor del generador no pasa a posición de prueba trabajando	Se revisó la bobina de cierre y apertura y se cambió por otra en buen estado



25/10/2012	Generador # 4	Alta temperatura en el devanado	Se compenso la carga del motor porque estaba trabajando sobrecargado y se limpiaron los filtros de aire que estaban sucios
26/10/2012	Generador # 22	No tiene voltage de excitación	Se le cambia la tarjeta de regulación de voltage
28/10/2012	Generador # 9	Alta temperatura en el devanado	Se cambian y se limpian los filtros de aire
07/11/2012	Generador # 10	Alta temperatura en los devanados	Se lavaron los filtros y se pusieron limpios y se le conectaron las rejillas
08/11/2012	Generador # 22	Falla en la medición de voltage en los TP	Se cambió el TP debido a una averia interna en uno de sus devanados
09/11/2012	Generador # 16	Alta temperatura en el devanado del generador	Se cambian y se limpian los filtros de aire
12/11/2012	Generador # 11	Alta temperatura en Chumaceras	Se rellena el ecentamiento de la chumacera que presentaba desgaste
15/11/2012	Generador # 23	Alta temperatura en los devanados	Se lavaron los filtros y se pusieron limpios y se le conectaron las rejillas
15/11/2012	Generador # 6	Alta temperatura en los devanados	Se lavaron los filtros y se pusieron limpios y se le conectaron las rejillas
17/11/2012	Generador # 2	Alta temperatura en el devanado del generador	Se cambian y se limpian los filtros de aire
19/11/2012	Generador # 21	No tiene voltage de excitación	Se cambió el TC porque se ha detectado una averia en uno de sus bobinas
26/11/2012	Generador # 15	Alta temperatura en el devanado del generador	Se lavaron los filtros y se pusieron limpios y se le conectaron las rejillas



FECHA	EQUIPO	DIAGNOSTICO	SOLUCION
27/11/2012	Generador # 24	Falla en la medición de voltage en los TP	Se revisó el panel de 6kV, se detectó un fusible abierto y se cambio
27/11/2012	Generador # 7	Alta temperatura en los devanados	Se destornillaron las parrillas del generador, se limpió la parrilla con nafta, se le dio trapo y se colocaron los filtros limpios
28/11/2012	Generador # 1	No tiene voltage de excitación	Se le cambia la tarjeta de regulación de voltage
29/11/2012	Generadores # 14	Alta temperatura en el devanado del generador	Se lavaron los filtros y se pusieron limpios y se le conectaron las rejillas
30/11/2012	Generador # 18	Alta temperatura en el devanado	Se cambiaron los filtros por otros limpios y
02/12/2012	Generador # 9	El interruptor del generador no pasa a posición de prueba trabajando	Se revisó la bobina de cierre y apertura y se cambió por otra en buen estado



04/12/2012	Generador # 11	Alta temperatura en los devanados	Se lavaron los filtros y se pusieron limpios y se le conectaron las rejillas
07/12/2012	Generador # 17	Alta temperatura en el devanado del generador	Se cambiaron los filtros por otros limpios y cambio un extractor que estaba fuera de servicio
09/12/2012	Generador # 5	Alta temperatura en Chumaceras	Se reajusta la chumacera, debido a que presentaba demaciado holgura de techo
11/12/2012	Generador # 13	Alta temperatura en el devanado del generador	Se destornillaron las parrillas del generador, se limpió la parrilla con nafta, se le dio trapo y se colocaron los filtros limpios
20/12/2012	Generador # 22	Alta temperatura en los devanados	Se lavaron los filtros y se pusieron limpios y se le conectaron las rejillas
21/11/2012	Generador # 15	No tiene voltage de excitación	Se le cambia la tarjeta de regulación de voltage
24/12/2012	Generador # 12	Falla en la medición de voltage en los TP	Se revisó el panel de 6kV, se detectó un fusible abierto y se cambio
29/12/2012	Generador # 24,8	Alta temperatura en el devanado del generador	Se cambiaron los filtros por otros limpios
31/12/2012	Generador # 1	Alta temperatura en el devanado del generador	se aumento el factor de potencia hasta 0,95



Fabricante	HYUNDAI
Tipo	Escobillas y rotatorio con enrollado amortiguador
Salida Nominal	3125kVA (2500kW)
Voltaje Nominal	6600V
Corriente Nominal	273.5A
Frecuencia Nominal	60Hz
Factor de Potencia Nominal	Cos ϕ 0.8
Velocidad Nominal	900Rpm
Sobrevelocidad Nominal	1080Rpm
No. de Polos	8
Voltaje de Excitación	65V
Corriente de Excitación	6.0A
Regulador Automático	Rango del Regulador de Voltaje \pm 10%
Eficiencia (sin tolerancia)	Para una carga del 100% una eficiencia del 95.8%
Tipo de Excitación	Escobillas y autoexcitado