

UNIVERSIDAD LAICA "ELOY ALFARO" DE MANABI

FACULTAD DE INGENIERÍA INDUSTRIAL

Tesis De Grado

Previo a la Obtención del Título de:

INGENIERO INDUSTRIAL

**MENCIÓN: GESTIÓN DE LA SEGURIDAD INDUSTRIAL Y MEDIO
AMBIENTE**

**PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO DE MOTORES EMD
645E4 CON CAPACIDAD DE GENERACIÓN 2000KW PARA LA
CENTRAL TERMOELÉCTRICA MIRAFLORES**

DIRECTOR DE TESIS:

ING. LIZARDO LUCAS

AUTOR:

SIXTO MAURICIO CALDERON MOREIRA

2010 – 2011

MANTA – MANABÍ – ECUADOR

UNIVERSIDAD LAICA “ELOY ALFARO” DE MANABÍ

FACULTAD DE INGENIERÍA INDUSTRIAL

**“PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO DE MOTORES EMD
645E4 CON CAPACIDAD DE GENERACIÓN 2000KW PARA LA
CENTRAL TERMOELÉCTRICA MIRAFLORES”**

TESIS DE GRADO

**SOMETIDA A CONSIDERACIÓN DE LA FACULTAD DE
INGENIERÍA INDUSTRIAL DE LA UNIVERSIDAD LAICA ELOY
ALFARO DE MANABÍ COMO REQUISITO PREVIO A LA
OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE INGENIERO INDUSTRIAL:**

APROBADO POR EL TRIBUNAL EXAMINADOR

**Ing. Leonor Vizuete G.
DECANA DE LA FACULTAD**

**Ing. Lizardo Lucas
DIRECTOR DE TESIS**

JURADO EXAMINADOR

JURADO EXAMINADOR

JURADO EXAMINADOR

RESPONSABILIDAD DEL DIRECTOR DE TESIS

En mi calidad de Director de Tesis, certifico, que el trabajo versado sobre “Plan de Mantenimiento Preventivo de Motores EMD 645E4 con capacidad de generación 2000KW para la Central Termoeléctrica Miraflores” presentado previo la obtención del título de INGENIERO INDUSTRIAL Mención en GESTIÓN DE LA SEGURIDAD INTEGRAL Y MEDIO AMBIENTE, fue elaborado bajo mi dirección, orientación y supervisión; sin embargo, en el proceso investigativo, los conceptos y resultados son de exclusiva responsabilidad del egresado, Calderón Moreira Sixto Mauricio.

Ing. Lizardo Lucas

DIRECTOR DE TESIS

RESPONSABILIDAD DEL AUTOR

La responsabilidad por los hechos, ideas y doctrinas expuestas en esta tesis corresponden exclusivamente al autor, y el patrimonio intelectual a la Tesis de Grado corresponderá a la Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí

Sixto Mauricio Calderón

AGRADECIMIENTO

Agradezco a Dios sobre todo porque sin él no sería participe de alcanzar, los retos y metas que la vida nos pone por su infinito amor que me permite ser cada día mejor en las decisiones que tomo que me encaminan hacia un futuro mejor. Gracias Dios mío por darme las fuerzas y la vida para seguir.

A mis padres por su apoyo constante, por la vida que me dieron formándome con buenos principios para alcanzar las metas a lo largo de mi vida.

A la central térmica por su acoyo en sus instalaciones siendo parte del personal de trabajo, permitiendo realizar este proyecto para superarme como profesional.

Al Ing. Lizardo Lucas por su tiempo y colaboración en la realización de mi tesis.

A los profesores que en el transcurso del tiempo nos forjaron para ser excelentes profesionales para la sociedad en base a sus enseñanzas y conocimientos.

DEDICATORIA

La presente tesis está dedicada a las personas que con su apoyo incondicional, fueron pilares fundamentales en la realización de mi tesis

Gracias padres, familia, amigos que de una u otra manera siempre estuvieron presentes.

Y en especial a mi hija y a mi novia quienes son las que forman partes de mis decisiones, las quiero mucho

Mauricio Calderón Moreira

INTRODUCCIÓN

CELEC. EP TERMOPICHINCHA, constituida como una empresa especializada en la generación y suministros de energía eléctrica, mediante la utilización de grupos de generación termoeléctricos de combustión interna, tiene centrales de generación equipadas con grupos General Motors de 2.0 MW nominales, en lugares estratégicos del país, como es el caso de la central Miraflores en la ciudad de Manta, la central secoya en el campo secoya de Petroecuador, la central la Propicia en la ciudad de Esmeraldas y próximamente las centrales del sistema de CNEL SUCUMBÍOS en la zona nororiental de nuestro país

El presente trabajo está orientado al conocimiento básico de los grupos General Motors, de sus componentes, funcionamiento, prevención y conservación del mismo. Esta dirigido a los técnicos que son responsables de impartir conocimientos, normas y procedimientos y al personal igualmente responsable de ejecutar las labores de operación y mantenimiento.

Tiene por objeto, reforzar los conocimientos y proporcionar ciertos criterios prácticos para evaluar y prevenir las fallas graves, en los componentes del motor, generador, turbo-cargador, tablero de control y equipo auxiliar.

En la presente trabajo, desarrollaremos temas que tienen relación, básicamente con el mantenimiento de los grupos y sus equipos auxiliares, orientando a la aplicación de las mejores prácticas de trabajo y cumplimiento del plan de mantenimiento para asegurar la operatividad de las unidades evitando en lo posible fallas o daños.

ÍNDICE GENERAL

INTRODUCCIÓN

CAPÍTULO I

CORPORACIÓN ELÉCTRICA DEL ECUADOR. EMPRESA PÚBLICA TERMOPICHINCHA

1.1 Antecedentes de CELEC E.P TERMOPICHINCHA	1
1.2 Actividades que realiza CELEC E.P TERMOPICHINCHA	2
1.2.1 Sistema de almacenamiento y recepción de combustible	3
1.2.2 Sistema de generación	4
1.3 Diagrama de flujo	7
1.4 Organigrama Estructural	8

CAPÍTULO II

MANTENIMIENTO ELECTRICO

2.1 Mantenimiento Preventivo	10
2.2. Mantenimiento Correctivo	12
2.3 Mantenimiento Predictivo	13
2.4 Problemas Frecuentes y Consecuencias	14

CAPITULO III

IMPORTANCIA DEL MANTENIMIENTO PREVENTIVO EN LA SEGURIDAD INDUSTRIAL

3.1 Seguridad industrial	15
3.2 Riesgos de Accidentes	19
3.4 Señales Visuales de Seguridad	22

CAPÍTULO IV

IMPORTANCIA DEL MANTENIMIENTO PREVENTIVO EN LA SALUD OCUPACIONAL Y MEDIO AMBIENTE

4.1 Factores de Contaminación	28
4.2 Métodos de Prevención y Reducción de Contaminación Ambiental	30

CAPITULO V

SITUACIÓN ACTUAL DE LAS UNIDADES DE GENERACIÓN DE LA CENTRAL

5.1. Descripción de Unidad de generación	32
5.2 Descripción de los componentes y repuestos	33
5.3 Diagnóstico de la Planta	34

CAPÍTULO VI

ELEBORACIÓN DEL PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO (MP)

6.1 Problema	36
6.2 Objetivos	37
6.3 Hipótesis	38
6.4 Variables	38
6.5 Metodología	38
6.6 Técnicas	39
6.7 Determinación de las tareas	40
6.8 Planeación del trabajo de Mantenimiento	41
6.9 Determinación de las frecuencias	42

CAPITULO VII

MANTENIMIENTO PREVENTIVO DE LOS MOTORES EMD 20645E4

7.1 Determinación de las Partes Críticas	44
7.2 Determinar tiempo de Paralización de la Producción de Energía	46
7.3 Mantenimiento Preventivo Específico de los Motores EMD20645E4	47
7.4 Inspección y Mantenimiento del Sistema Operativo	48

7.5 Sistema de Lubricación	51
7.6 Sistema de enfriamiento	55
7.7 Sistema de Arranque	59
7.8 Sistema de Pre-lubricación	62
7.9 Sistema de aire de admisión	63
7.10 Sistema de Control	65
7.11 Mantenimiento a Generadores	67
7.12 Desarrollo del Programa	68

CAPÍTULO VIII

RELACIÓN BENEFICIO COSTO

8.1 Aplicación	73
8.2 Conclusión relación beneficio-costos	75
8.3 Cálculo de Recuperación del Plan de Mantenimiento	76

CONCLUSIONES

RECOMENDACIONES

BIBLIOGRAFÍA

ANEXOS

1. CORPORACIÓN ELÉCTRICA DEL ECUADOR. EMPRESA PÚBLICA TERMOPICHINCHA

1.1. ANTECEDENTES

Desde su constitución el 13 de enero de 1999, la unidad d Negocio TERMOPICHINCHA produce energía eléctrica con las mejores condiciones de calidad técnica, basando su gestión en la optimización de costos con recursos humanos especializados, que le permitan mantener altos niveles de disponibilidad de sus equipos y actuar con responsabilidad social y ambiental.

El 15 de agosto del 2008, las compañías TERMOPICHINCHA S.A. y EMELMANABÍ S.A. suscribieron un Convenio de Cooperación interinstitucional con el objeto de rehabilitar los grupos electrógenos de la Central Miraflores ubicada en la ciudad de Manta, con una capacidad instalada de 48,1 MV, de las cuales 16 MW son producidos por los motores EMD 645E4.

Posteriormente bajo el convenio de Rehabilitación, mantenimiento, Operación de la central termoeléctrica Miraflores, suscrito entre la corporación Nacional de Electricidad, CNEL y la Corporación Nacional Eléctrica del Ecuador, CELEC S.A, la unidad de Negocio

TERMOPICHINCHA se encuentra en proceso de rehabilitación de la central Termoeléctrica Miraflores.

1.2. EN ACTIVIDADES QUE REALIZA CELEC. EP TERMOPICHINCHA

CELEC- TERMOPICHINCHA en su plan de expansión, contempla la utilización de centrales de generación con combustible diesel No: 2 tal es el caso de la Central Miraflores equipadas con motores GENERAL MOTORS modelo 20 645 E4 ,20 cilindros en V girando a 900rpm, genera 2 MW de potencia nominal.

1.2.1. SISTEMA DE ALMACENAMIENTO Y RECEPCIÓN DE COMBUSTIBLE

A continuación se presenta una descripción de los sistemas de almacenamiento del combustible a la central térmica.

RECEPCIÓN DE COMBUSTIBLE

Los grupos generadores utilizan diesel 2 como combustible en la actualidad.

El abastecimiento de combustible es suministrado mediante camiones tanqueros, se lo realiza a través de una bomba de descarga. A continuación de la bomba se encuentra el separador de aire, el flujometro y el filtro. La cantidad de combustible recibido se mide mediante el flujometro para ser depositado en los tanques de almacenamiento.

ALMACENAMIENTO DE COMBUSTIBLE

El diesel recibido luego de ser pasar por un proceso el combustible es almacenado en los dos tanques de combustible que posee la empresa con capacidad de 15000 y 10000 galones, todo esto controlado por personal técnico de la empresa.

CENTRIFUGADO DEL COMBUSTIBLE

El objetivo del centrifugado es separar el agua y eliminar las impurezas. El combustible almacenado en los 2 tanques debe pasar por un proceso de centrifugado, el diesel sin impurezas es distribuido a un tanque diario y el diesel con agua es distribuido hacia un tanque que a través de una bomba se lo lleva a un decantador de combustible para luego pasar por un proceso de filtrado y retornar al tanque de almacenamiento sin impurezas mientras que el agua al alcantarillado.

DISTRIBUCIÓN DEL COMBUSTIBLE

El tanque diario a través de una bomba abastece a un tanque general que se encuentra en la casa de maquinas a una altura considerable y luego por gravedad se distribuye a los tanque de consumo interno de los motores.

1.2.2. SISTEMA DE GENERACIÓN

- Verificaciones previas al arranque General Motors.
- Verificar niveles de agua, aceite, combustible en el tanque diario, completar si es necesario.
- Pre-lubricar el motor el tiempo suficiente.
- Verificar la presión de aire de las botellas para el arranque.

Una vez que pida la unidad el CENACE, el operador comunicara del particular al supervisor de operación de turno y en su presencia, abrir las válvulas de alivio (purgas) y manualmente dar por los menos una vuelta completa al volante, si no hay inconvenientes, cerrar las válvulas de alivio.

Dar arranque a la máquina y mantenerlo en relatin hasta su calentamiento, mientras tanto el operador se mantendrá en la máquina.

Una vez que se haya calentado el motor, manualmente desde el regulador de velocidad, subir la velocidad del motor hasta una velocidad cercana a la nominal (dar de 7 a 8 vueltas a la perilla del regulador, si no tiene ninguna novedad ir a la sala de tableros.

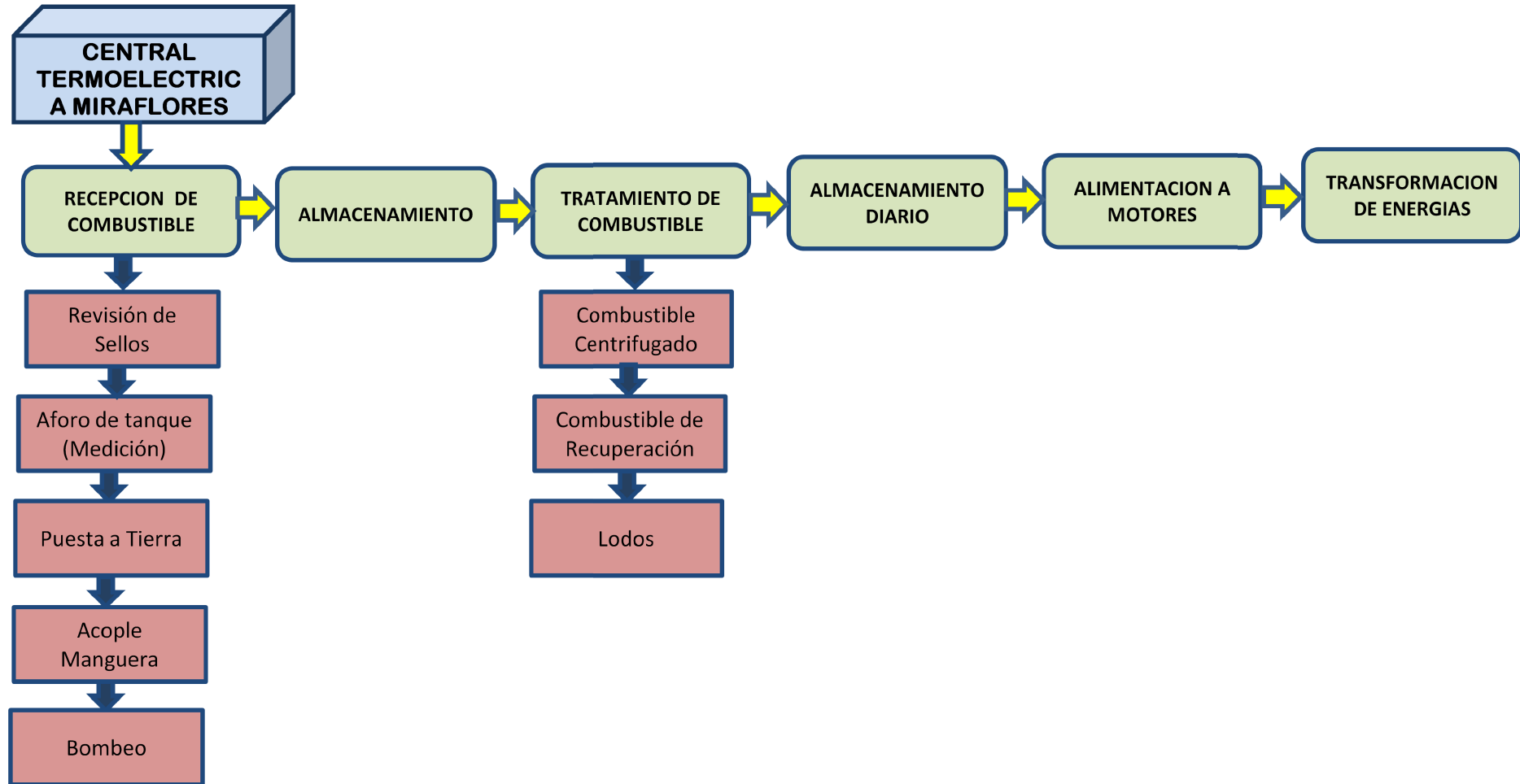
PROCEDIMIENTO PARA ENTRAR EN PARALELO UNIDAD GENERAL MOTORS

- Excitar la unidad, elevar voltaje, igualar barra-grupo, sincronizar la unidad y paulatinamente ir subiendo la carga hasta alcanzar la potencia nominal de la unidad.
- El supervisor se mantendrá en el lugar (motor- sala de tableros) hasta que la unidad este con su carga nominal.
- El operador hará los registros que estén establecidos para el control de la operación.

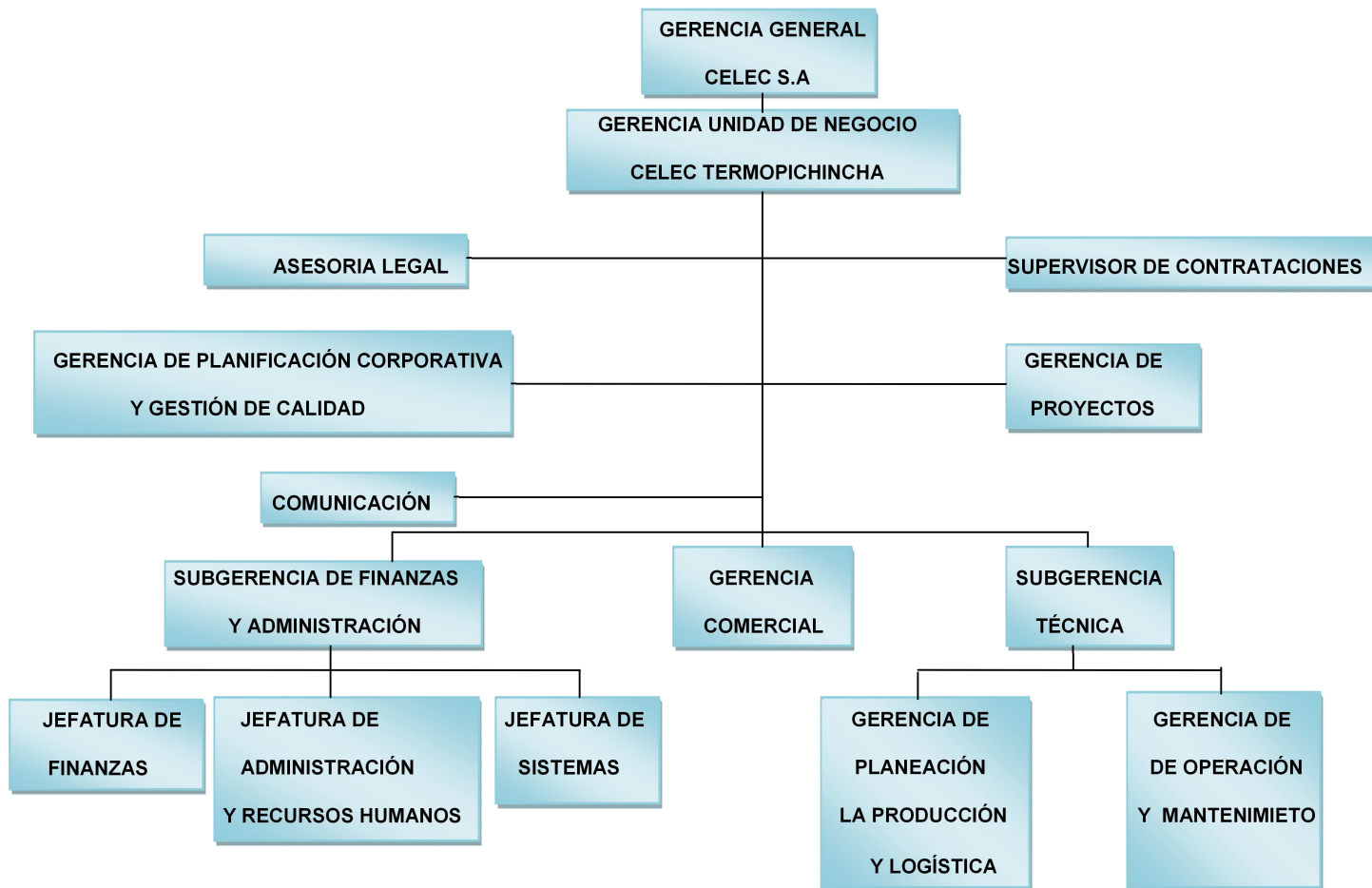
PROCEDIMIENTO PARA SALIR DEL PARALELO GENERAL MOTORS

- Bajar la carga lentamente hasta llegar casi 0 KW, controlar el factor de potencia.
- Abrir el disyuntor.
- Disminuir la excitación y el voltaje hasta cero.
- Apagar la excitación.
- Bajar la velocidad del motor y cumplir con el ciclo de enfriamiento.
- Luego de enfriar la maquina, apagarla.
- Verificar que esté funcionando la pre-lubricación del motor

1.3 DIAGRAMA DE FLUJO



1.4 ORGANIGRAMA ESTRUCTURAL



2. MANTENIMIENTO ELÉCTRICO

La central térmica encargada de la generación eléctrica de manera permanente, a través del departamento de mantenimiento se encarga de mantener y preservar de las unidades de generación por lo que cuenta con el siguiente personal para realizar estas actividades:

- Jefe de la Central
- 2 Supervisores de Mantenimiento Mecánico
- 1 Supervisor de Mantenimiento Eléctrico
- 4 Supervisores de Operación
- 9 Operadores
- 2 Soldadores
- 3 Electricista
- 3 Técnicos mecánicos
- 4 ayudantes de mantenimiento

Este personal, es el encargado de realizar el mantenimiento correctivo y preventivo de las unidades de generación, mantenimiento preventivo que no es programado, carece de planeación y estructura, lo que da a lugar a fallas y desorden de trabajos, por ende es necesario el manual de mantenimiento.

Con el plan de mantenimiento se quiere dar a conocer al personal de **CELEC E.P** las normas y reglas, las cuales deben cumplir para conseguir un óptimo funcionamiento de las unidades y seguridad para el personal que labora en la central.

Los mantenimientos que realizan la central son los siguientes:

- Mantenimiento Preventivo
- Mantenimiento Correctivo
- Mantenimiento Predictivo

2.1. MANTENIMIENTO PREVENTIVO

Su propósito es prever las fallas manteniendo los sistemas de infraestructura, equipos e instalaciones productivas en completa operación a los niveles y eficiencia óptimos.

Los trabajos de mantenimiento que se realizan carecen de fundamentos ya que no se lleva un control de las actividades que se realizan.

El mantenimiento eléctrico y mecánico de las unidades es realizado por el personal de la central, personal capacitado para realizar su trabajo por los años de experiencia que tienen, pero no cuentan con un formato de inspección o una de registro que detallen las especificaciones para hacer un seguimiento de los trabajos a realizar.

- Sistemas Operativos
- Generadores
- Protecciones
- Instalaciones eléctricas
- Puestas a tierra
- Mediante la elaboración del manual se lograría reducir:
- Terminales corroídos
- Cables sueltos
- Barras sueltas
- Prensa fusibles corroídos
- Hilos abiertos
- Conexiones entre aluminio-Cobre
- Diferentes tamaños de conductores

El Mantenimiento eléctrico que se realizan no es programado y ejecutado adecuadamente por lo que se desconoce el estado actual y

el tiempo de uso que tienen por lo que riesgos de accidentes están presentes y fallas de las unidades están latentes.

Estas unidades tienen muchos años de servicio, CELEC en su plan de mantener estas unidades necesita poner en práctica el plan de mantenimiento para establecer condiciones mínimas de riesgo que preserven la seguridad del personal, y las unidades de generación así como la confiabilidad de su funcionamiento.

El plan de mantenimiento preventivo no solo buscará reducir el mantenimiento correctivo, sino además el cambio de repuestos nuevos, permite extender la vida útil de las unidades y recuperar el rendimiento y productividad.

2.2. MANTENIMIENTO CORRECTIVO

Es aquel que se ocupa de la reparación una vez que se ha producido el fallo y el paro súbito de la máquina.

Los mantenimientos correctivos en los sistemas eléctricos y sistemas mecánicos que se realizan son muy costosos.

Los mantenimiento correctivos menores en estas unidades es realizado por el personal de mantenimiento, trabajos que no tienen gastos

significativos pero la realización de los mantenimientos mayores se lleva a cabo por personal privado y la compra de repuestos con llevan a costos muy altos es por eso la realización del plan de mantenimiento con el objetivo de reducir en un porcentaje de menor a mayor estos déficit que con llevan a perdidas y de confiabilidad de nuestras unidades con nuestros consumidores.

2.3. MANTENIMIENTO PREDICTIVO

Realiza una predicción del comportamiento en base al monitoreo del comportamiento y características de un sistema y realiza cambios o plantea actividades antes de llegar a un punto crítico

Este mantenimiento es de mucha importancia para la realización del plan porque a través de este se lograría medir algunas variables de control importantes:

- Temperatura
- Vibraciones
- Calidad del aceite
- Consumo

En la central el seguimiento de estos parámetros es deficiente con su aplicación tendríamos un óptimo funcionamiento de las unidades.

2.4. PROBLEMAS FRECUENTES Y CONSECUENCIAS

Obviamente los problemas, desperfectos y fallas se producen en las partes móviles y de producción de potencia (conjuntos de fuerza, cigüeñal, bombas, turbo-cargador) pero también es crítico el sistema de control y protecciones.

Muchas veces los desperfectos en los sistemas de control y protecciones, causan severos daños en la parte motriz de los grupos, puesto que al no despejar una falla, el motor no se detiene y sufre estados operativos perjudiciales, lo que se puede desencadenar sobre-velocidades, sobrecalentamiento o choques mecánicos que pueden inducir daños de importancia.

La utilización de insumos y lubricantes inadecuados inducen directamente a un desgaste acelerado de las partes móviles del grupo ocasionando fallas irreparables y en casos destrucción de partes importantes del motor como es el cigüeñal.

3. IMPORTANCIA DEL MANTENIMIENTO PREVENTIVO EN LA SEGURIDAD INDUSTRIAL

3.1. SEGURIDAD INDUSTRIAL

Conjunto de técnicas y actividades destinadas a la identificación, valoración y control de las causas o condiciones de trabajo que pueden generar accidentes de accidentes de trabajo o daños a la salud física, mental y intelectual.

En este capítulo se tratará de explicar la importancia e influencia del manual de mantenimiento preventivo sobre la seguridad industrial en la **CENTRAL TERMICA MIRAFLORES.**

Esta reglamentación establece las condiciones mínimas que deberán cumplir las instalaciones eléctricas para preservar la seguridad de las personas y de las unidades.

1. Con personal calificado;
2. Con material adecuado;
3. Con aislamiento apropiado,
4. Con suficiente solidez mecánica, en relación a los diferentes riesgos, de deterioro a los cuales pueden quedar expuestas, de

manera que la corriente eléctrica no llegue a recalentar peligrosamente a los conductores, a los aislantes, a los objetos colocados en las unidades , a fin de que el personal que protegido contra riesgos de contacto voluntario con conductores o piezas conductoras habitualmente energizadas, protección que puede darse:

- a) Por alejamiento de las partes conductoras energizadas;
 - b) Mediante la colaboración de obstáculos entre personal y las partes conductores energizadas, o;
 - c) Con aislamiento apropiado.
5. Con la aplicación de las medidas necesarias para que las personas queden protegidas contra riesgos de contacto accidental de las unidades, energizadas por fallas de aislamiento, mediante:
- a) Puesta a tierra (aterrizaje) en cada una de las unidades y masas;
 - b) Conexiones equipotenciales; y,
 - c) Conductores de protección.

Esta reglamentación establece las condiciones mínimas que deberán cumplir las instalaciones eléctricas para preservar la seguridad de las personas y de las unidades.

6. Con personal calificado;
7. Con material adecuado;
8. Con aislamiento apropiado,
9. Con suficiente solidez mecánica, en relación a los diferentes riesgos, de deterioro a los cuales pueden quedar expuestas, de manera que la corriente eléctrica no llegue a recalentar peligrosamente a los conductores, a los aislantes, a los objetos colocados en las unidades , a fin de que el personal que protegido contra riesgos de contacto voluntario con conductores o piezas conductoras habitualmente energizadas, protección que puede darse:
 - a) Por alejamiento de las partes conductoras energizadas;
 - b) Mediante la colaboración de obstáculos entre personal y las partes conductores energizadas, o;
 - c) Con aislamiento apropiado.

10. Con la aplicación de las medidas necesarias para que las personas queden protegidas contra riesgos de contacto accidental de las unidades, energizadas por fallas de aislamiento, mediante:
 - a) Puesta a tierra (aterrizaje) en cada una de las unidades y masas;
 - b) Conexiones equipotenciales; y,
 - c) Conductores de protección.

PROTECCIÓN CONTRA DESCARGAS ATMOSFÉRICAS.- En las zonas particularmente expuestas a los efectos de los rayos, debe protegerse toda instalación eléctrica aérea contra las descargas atmosféricas.

DE LAS CONEXIONES Y PROTECCIONES DE LAS UNIDADES.-

- 1.- Las conexiones y protecciones que componen cada una de las unidades deben identificarse con etiquetas o rótulos, o por otros medios apropiados con el objeto de evitar operaciones equivocadas que pueden provocar accidentes;
- 2.- El conductor neutro y los conductores de puesta a tierra y protección, deben diferenciarse claramente de los otros conductores.

SEPARACIÓN DE LAS FUENTES DE ENERGÍA EN LAS UNIDADES.-

- 1.- En las unidades se colocará un dispositivo que permita separarla de su fuente de energía. Esta separación debe hacerse en todos los conductores activos;
- 2.- Todo aparato que se utilice para cortar la corriente eléctrica, debe hacerlo simultáneamente en todos los conductores activos en una sola maniobra.

3.2. RIESGOS DE ACCIDENTES

A continuación se enlista una serie de accidentes y riesgos que se pueden prevenir gracias a la aplicación del mantenimiento preventivo en la planta, y de esta manera ayudar a mantener la seguridad, reducir costos por motivos de accidentes y asegura la producción continua.

DESCARGAS ELÉCTRICAS.- Con la inspección y el mantenimiento preventivo se adecuado de los tableros de control de los generadores y motores e instalaciones eléctricas de los mismos, se evitará accidentes por descargas eléctricas, las cuales a mas de provocar quemaduras y lesiones, también puede causar la muerte de quien la reciba.

CAÍDAS.- El cambio apropiado de aceite y filtros de aceite de los motores, evitará derrames y por consiguiente un piso resbaloso, el que podría provocar caídas y lesiones al personal de mantenimiento, así como escaleras metálicas en mal estado, ya sea por desgaste de soldadura o el deterioro a causa de la oxidación.

CORTADURAS.- El mantenimiento de superficies metálicas ya sea de pisos, pasamanos, escaleras, equipos o maquinarias, así como el buen uso de Maquinas-herramientas y manipulación de tanques, partes del motor evitará accidentes, las cuales podrían causar cortaduras de diferentes tipos al personal de la planta.

HERNIA, PROBLEMAS LUMBARES Y APLASTAMIENTOS.- la construcción de coches para transportar con facilidad piezas, repuestos y materiales facilitara su manejo y el personal no tendrá q hacer un sobreesfuerzo muscular, este esfuerzo podría provocar los problemas antes mencionado, la revisión periódicas de cadenas, poleas, tecles y la grúa ayudará a detectar cualquier tipo de problema a tiempo, es decir que ocurran accidentes por causa de no lubricar o no dar mantenimiento.

SORDERA.- Este problema puede presentarse como una enfermedad profesional debido del ruido excesivo emitido por los motores, este ruido puede ser provocado por: deterioro de la máquina, años de antigüedad,

calidad de los insumos, calibración y mantenimiento puede con llevar a esto.

CEGUERA.- Puede ser provocada por la manipulación de insumos, químicos, que se utilizan para limpieza de partes de motor que pueden tener contacto con los ojos, por consiguiente causar irritaciones, ardor, ceguera parcial y hasta pérdida de la misma, puede ser controlado y evitado por el buen manejo de los mismos y utilizando los equipos de seguridad

QUEMADURAS.- las quemaduras se pueden presentar por las diferentes acciones:

- Explosión de transformadores a consecuencia de cortocircuito que incrementa la temperatura del aceite y los niveles de presión supera la capacidad del recipiente.
- Incendio en tanque de combustible a causa de fatiga de válvulas, tuberías, tanque de almacenamiento, cortocircuito de bombas.
- Incendio en cuarto de control por cortocircuito de instalaciones inapropiadas, sobrecalentamiento de conductores, falla en los disyuntores, negligencia del personal.
- Explosión de motores por sobrecalentamiento, elevación de presión interna, derrames de combustible.

Todas estas fallas conllevarían a quemaduras de diferentes tipos al personal que se encuentre operando estos escenarios críticos, por lo que mediante el mantenimiento preventivo asegura la confiabilidad de operación.

3.3 SEÑALES VISUALES DE SEGURIDAD

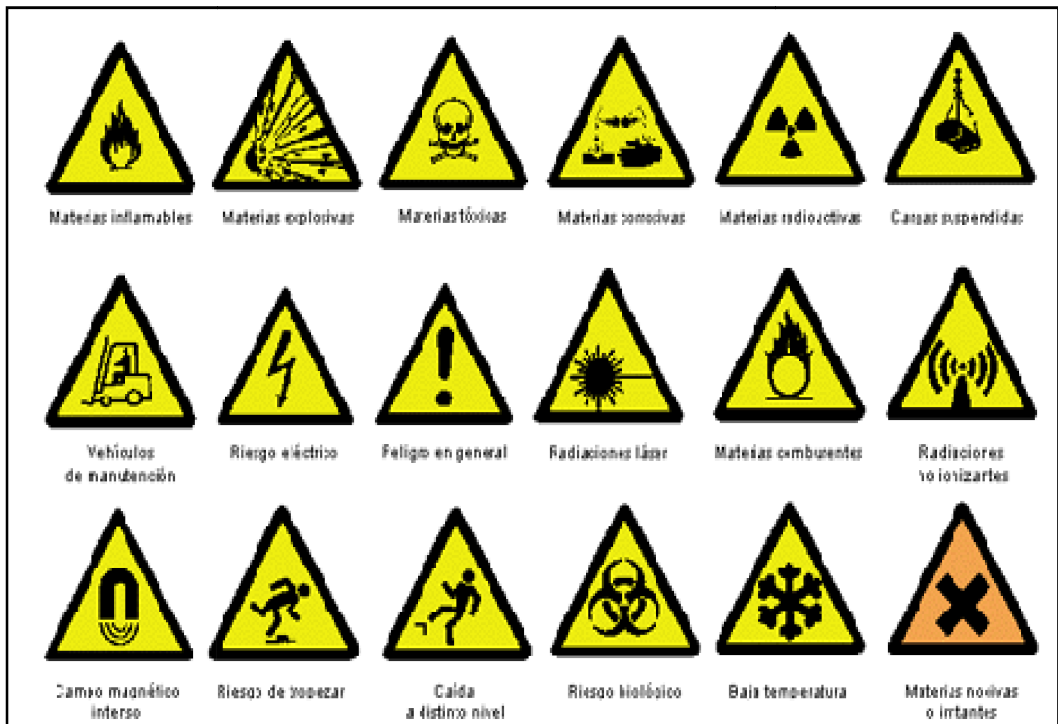
OBJETIVO

Difundir el conocimiento al personal de mantenimiento de las señales visuales de seguridad, esto debido al riesgo a que se someten al realizar sus trabajos, ya sea por manipulación de materiales o el medio que los rodea.

A continuación se detallan las normas o señales básicas de seguridad, con el fin, que el personal de mantenimiento conozca, se familiarice y tome las debidas precauciones al momento de realizar algún trabajo:

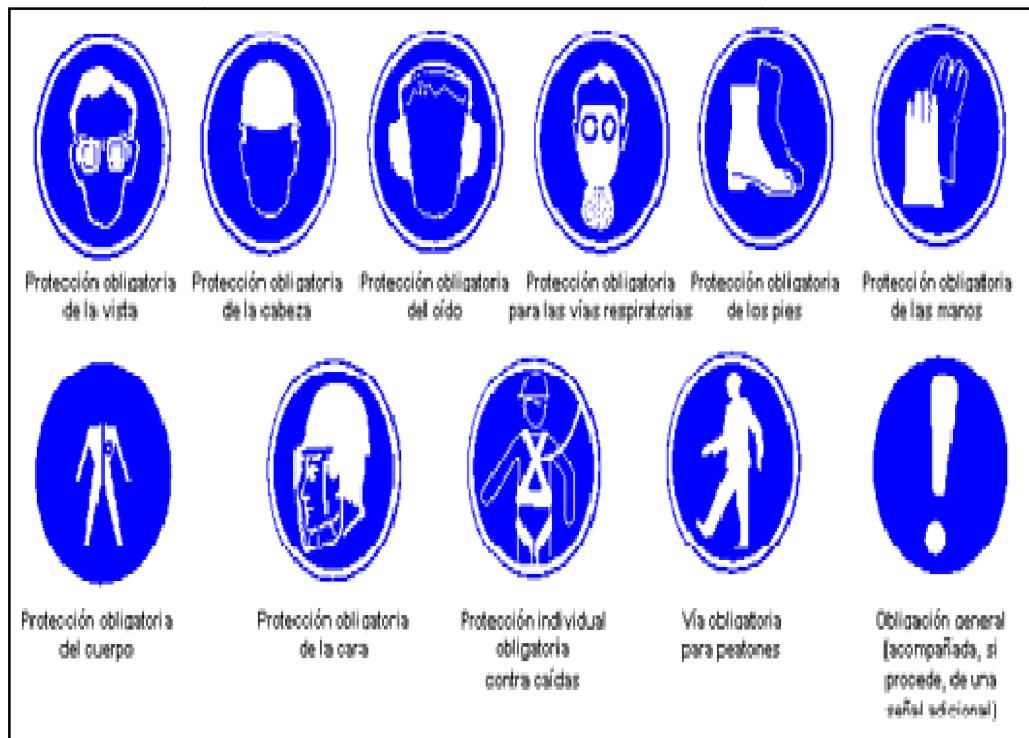
SEÑALES DE ADVERTENCIA

Estas señales se presentan en forma triangular con bordes negros, sobre un fondo amarillo; y como excepción a esta regla, la advertencia "materias nocivas o irritantes", se presenta con fondo color naranja en lugar del amarillo, esto, para evitar confusiones con señales similares utilizadas para la regulación del tráfico.



SEÑALES DE OBLIGACIÓN

Son de forma redonda, sobre un fondo azul y bordes blancos.



SEÑALES DE PROHIBICIÓN

Son de forma redonda, con fondo blanco, el margen y la banda son de color rojo, estas señales indica lo que no se debe hacer en la planta.



SEÑALES RELATIVAS A LOS EQUIPOS DE LUCHA CONTRA INCENDIOS

Se presentan en forma rectangular o cuadrada, sus señales son de color blanco sobre un fondo rojo.





Con la implementación de un formato de plan de escenarios críticos se lograra reducir las posibles causas de accidentes y riesgos de seguridad tanto del personal como de las unidades.

4. IMPORTANCIA DEL MANTENIMIENTO PREVENTIVO EN LA SALUD OCUPACIONAL Y MEDIO AMBIENTE

La Central Térmica en el proceso de generación está expuesta a generar cierto grado de contaminación ambiental, es por esto que hoy en día se crean profesionales con conciencia ambiental. El presente proyecto estudia la consecuencia del mantenimiento preventivo en el medio ambiente y el bien que puede generarle a este.

El mantenimiento preventivo tiene consecuencia directa con el medio ambiente, ya que ayuda a controlar y eliminar la contaminación que pudieran producir los diferentes equipos y maquinarias de la planta, ya sea por fallas o daños a consecuencia del desgaste, filtraciones, oxidaciones, y demás problemas que pueden ser controlados gracias a la implementación del manual de mantenimiento preventivo.

4.1. FACTORES DE CONTAMINACIÓN

A continuación se enlista una serie de formas de contaminación que se puede prevenir gracias a la aplicación del mantenimiento preventivo en la planta, y de esta manera ayudar a cuidar el medio ambiente y asegurar un ambiente laboral digno y cómodo para los trabajadores.

INCENDIOS.- Pueden ser causados incendio o explosión en cuarto de control, motores, tanques de combustible transformadores o demás sustancias químicas de alta inflamabilidad (Posca, DC 10, VAT 50) que son utilizados como refrigerantes y en el tratamiento del agua de los motores.

ACUMULACIÓN DE POLVOS.- El aseo continuo del área de operación, control y mantenimiento evitará la acumulación de polvos, el cual puede contener partículas contaminantes y dañinas al ambiente.

AGUAS ESTANCADA.- El agua estancada es un foco contaminante y procreador de insectos y malos olores, este mal se puede evitar con el mantenimiento, revisión y cambios a tiempo de mangueras, tuberías, válvulas, llaves y limpieza del área donde pudiera haber un derrame de fluidos.

DERRAMES DE ACEITE Y DIESEL.- todos los motores necesitan del diesel y aceite para poder operar en el proceso de generación. El cambio programado por el mantenimiento preventivo de filtros de aceite y diesel, eliminará este riesgo ambiental.

BASURA Y ACUMULACIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS.- Es un problema y contaminación ambiental que puede dar origen a la procreación de roedores y malos olores.

La limpieza continua, y un óptimo uso del mantenimiento preventivo, reducirán la acumulación de desechos contaminado con hidrocarburos, papel, cartón que se aplican par las diferentes actividades de mantenimiento, personal administrativo, se obtendrá un buen manejo y control de los mismos, reducirá o evitará el impacto ambiental.

ROEDORES Y ANIMALES RASTREROS.- son un foco contaminante y de peligro para el personal, por ser una empresa que sus alrededores en la parte alta tiene presencia de comunidades y en la parte baja zona no habitadas que hacen el habitat perfecto para estos animales por el monte que crece y la basura acumulada que hay que evitar por medio de concientizar a los habitantes y la limpieza de esta áreas.

4.2. MÉTODOS DE PREVENCIÓN Y REDUCCIÓN DE CONTAMINACIÓN AMBIENTAL

Con la implementación de un plan de prevención y reducción de la contaminación ambiental obtendremos:

RECURSO- AIRE

- Calibración de las unidades.
- Control de la calidad del combustible.
- Limpieza de tanques de almacenamiento.
- Control de descarga de tanqueros.

DESECHOS SÓLIDOS

- Aplicando las 3R''s.
- Reducir: evitar desperdicios innecesarios.
- Reutilizar: máxima utilidad.
- Reciclar: recuperar material de los residuos.

DESECHOS PELIGROSOS

- Almacenamiento en recipientes identificados.
- Acopio en zonas protegidas.
- Destino final: incineraciones a altas temperaturas.

DESECHOS ATMOSFÉRICOS:

Implementar un plan de monitoreo interno en lo que concierne a la medición periódica de ruido- ambiente, vibraciones, descargas líquidas y emisiones gaseosas.

5. SITUACIÓN ACTUAL DE LAS UNIDADES DE GENERACIÓN DE LA CENTRAL

Antes de efectuar del plan del mantenimiento de las unidades se realiza una descripción de la cantidad, año de fabricación, características principales; funcionamiento y operación así como el estado actual de las unidades.

En la actualidad la empresa cuenta con 8 unidades de generación GM 20645EA que participan activamente en la producción de energía por lo que la llevara una clasificación de (1-3) siendo 3 el más relevante ya que cualquier interrupción en los sistemas detendrá el proceso de generación de la unidad pero no de la otras unidades de generación.

A continuación se detallan las unidades de generación que con los que cuenta la empresa. (VER ANEXO 1)

5.1. DESCRIPCIÓN DE UNIDAD DE GENERACIÓN

El grupo generador, básicamente está conformado por:

- El conjunto principal Motor-Generador.
- Los equipos auxiliares, radiador, compresor, bomba de lubricación, intercambiadores de calor, filtros, banco de baterías y otros.

- En el caso de los General Motors, la mayoría de los equipos auxiliares, mecánicos vienen instalados sobre la estructura principal (bastidor o patín).

Los motores GM de dos tiempos se caracterizan por:

- No tienen válvulas de admisión, puesto que el aire de admisión entra al cilindro a través de las lumbreras de admisión, localizadas en las camisas del cilindro.
- Para realizar el barrido dentro de las cámaras de combustión, necesitan de la presencia de una corriente de aire que ayude a desalojar los gases de escape, lo cual se consigue con el equipamiento de blowers (sopladores que entregan aire fresco con un gran caudal y una presión ligeramente superior a la atmosférica.
- La disposición de los cilindros, en el motor General Motors es en V, las camisas tienen lumbreras y el cabezote tiene solo válvulas de escape.

5.2. IDENTIFICACIÓN DE LOS COMPONENTES Y REPUESTOS

Los diferentes componentes de los grupos General Motors y los repuestos tienen una forma especial de identificación, que permite establecer el año de fabricación, a más del número de serie, por ejemplo la placa del motor se describe:

Modelo 20- 645- E4

Serie 96- J1- 1105

Para el caso de otros componentes y repuestos, en lugar del modelo se tiene de parte y la serie.

5.3. DIAGNÓSTICO DE LA PLANTA

Antes de comenzar a realizar en la Central Térmica, es fácil detectar las anomalías y falencias que refleja el departamento de mantenimiento industrial, a través las observaciones, o no conformidades que se presentan diariamente en la planta.

El mantenimiento preventivo que realizan no es programado ni planificado.

El mantenimiento preventivo de las unidades era realizado por **CENEL**. Existe un grado medio de desorganización en el departamento de mantenimiento a consecuencia de no contar con un archivo o controles de trabajos por máquina.

Muchos de los trabajos de mantenimiento preventivo que realizaba este personal de la planta eran innecesarios en dicho momento.

Por falta de organización los trabajos de mantenimiento se acumulan, y los arreglos realizados no son totalmente óptimos y definitivos.

No existe inventario de los equipos y maquinarias existentes en la planta.

No hay un tiempo determinado exacto para la realización de mantenimiento preventivo.

El mantenimiento correctivo que se realiza puede ser reducido si existieran inspecciones cada determinado tiempo que ayude a prevenir las fallas.

El personal desconoce las señales de seguridad industrial.

6. ELABORACIÓN DEL PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO(MP)

El objetivo principal del MP es ayudarle a administrar la gestión de mantenimiento de sus activos de una manera eficiente, manteniendo toda la información de su departamento de mantenimiento documentada y organizada. Con el MP se informara sobre los trabajos de mantenimiento que se deben realizar y una vez que se realizan, el MP reprograma la fecha próxima para cuando deban volver a realizarse, ajustando automáticamente los calendarios de mantenimiento.

Con el MP se mantendrá organizada y disponible para consulta toda la información histórica referente a trabajos realizados y recursos utilizados.

Se generara gran cantidad de reportes, índices y gráficas relacionados con la gestión de mantenimiento.

6.1. PROBLEMA

Debido a los problemas energéticos que tiene nuestra nación el compromiso de La empresa CELEC EP a cargo de la rehabilitación de los motores EMD 645E4 que se encuentra en malas condiciones por los años fuera de servicio necesita implementar un plan de mantenimiento preventivo que permita mantener las unidades de generación en mejor

estado y en condiciones optimas par así aportar sistema energético del país.

6.2. OBJETIVOS

OBJETIVO GENERAL

Elaborar un Plan de Mantenimiento Preventivo que permita reducir fallas y tiempos muertos en las unidades de generación electrógenas, logrando obtener mayor disponibilidad e incrementando la vida útil de las maquinarias.

OBJETIVOS ESPECIFICOS

1. Hacer una evaluación del estado actual de las unidades de generación EMD645 E4.
2. Identificar y Determinar los principales problemas que presentan cada una de las unidades de generación.
3. Implementar un Plan de Mantenimiento adecuado y eficiente para las diferentes unidades de generación.

6.3. HIPÓTESIS

Con la elaboración de un plan de mantenimiento se podrá llevar un control de las actividades que se realizan, que nos permitirá determinar la efectividad con la que las maquinarias puedan ser mantenidas para estar en condiciones de uso.

6.4. VARIABLES

VARIABLE INDEPENDIENTE

Implementación del plan de mantenimiento.

VARIABLE DEPENDIENTE

Reducir daños e indisponibilidad de las maquinarias.

6.5. METODOLOGIA

El método científico consiste en la organización racional bien calculada de los recursos de las técnicas y de los procedimientos más adecuados que se hacen uso en la investigación científica y que sirven para descubrir las relaciones internas y externas de los procesos de la realidad social y natural.

Los métodos que se van a utilizar para realizar este proyecto son:

MÉTODO INDUCTIVO – DEDUCTIVO: Es de gran importancia en nuestro estudio investigativo el uso de este método, ya que gracias a este podremos identificar el desarrollo de las actividades y procedimientos que realizan en la empresa, permitiéndonos fundamentar nuestro trabajo investigativo con conocimientos técnicos y teóricos completos facilitándonos así el trabajo.

MÉTODO DESCRIPTIVO: Este va a ser uno de los métodos más importante para nuestro estudio, ya que aquí podremos ver realmente la situación de la empresa y la documentación requerida para este estudio.

6.6. TECNICAS

Las técnicas necesarias para el desarrollo de la investigación son:

TÉCNICAS BIBLIOGRÁFICAS.- Se utilizarán herramientas importantes tales como libros, monografías internet, etc....

TÉCNICAS DE RECOLECCIÓN DE DATOS.- La recolección de datos estará basada en la conversación con el personal de la empresa y los encargados del mantenimiento de las maquinarias para conocer el estado actual.

DIAGRAMAS.- La realización de diagramas de procesos en el plan de mantenimiento, el cual da a conocer las actividades que se realizaran o se llevaran a cabo, que nos permitirá conocer el estado actual de las maquinarias para identificar los problemas y plantear las posibles soluciones.

DISTRIBUCIÓN DE PLANTA.- Importante para las aspiraciones que se desea solucionar. El cual se buscara una comodidad al personal de turno, así como de las actividades a desarrollarse en el plan de mantenimiento.

ENTREVISTA.- Necesario para la recolección de información, datos que puedan ayudar a mantener las maquinarias en condiciones optimas de disponibilidad.

6.7. DETERMINACIÓN DE LAS TAREAS

Las tareas que se recomienda para llevar a cabo el plan de mantenimiento preventivo son las siguientes:

INSPECCIÓN.

Para determinar lo que debe inspeccionarse se dan a continuación las recomendaciones siguientes:

- Todo lo susceptible de falla mecánica progresiva, como desgaste, corrosión y vibración.
- Todo lo expuesto a falla por acumulación de materias extrañas: humedad, envejecimiento de materiales aislantes, etc.
- Todo lo que sea susceptible de fugas, como es el caso de sistemas de tuberías de distribución de fluidos.
- Lo que con variación, fuera de ciertos límites, puede ocasionar fallas como niveles de depósito de sistemas de lubricación, niveles de aceite aislante, niveles de agua.
- Los elementos regulares de todo lo que funcione con características controladas de presión, gasto, temperatura, holgura mecánica, voltaje, etc.

6.8. PLANEACIÓN DEL TRABAJO DE MANTENIMIENTO

La planeación permite estimar las actividades que estarán sujetas a la cantidad y calidad de mano de obra necesaria, los materiales y refacciones que se deberán emplear, así como el equipo y el tiempo probables en el trabajo que se pretende desarrollar.

La planeación deba prever tiempos muertos por factores diversos, cuya probabilidad de ocurrencia y lapsos los da la experiencia.

6.9. DETERMINACIÓN DE LAS FRECUENCIAS

La frecuencia de inspección de los motores EMD 645 E4 tanto por el proveedor y la experiencia adquirida por los operadores, de acuerdo a la condición y tiempos de trabajo las inspecciones pueden ser:

- Semanal
- Quincenal
- Mensual

En el caso de los trabajos de mantenimiento las especificaciones del proveedor determinan la frecuencia, o la programación de la fecha a realizar los trabajos, como puede ser:

- Tiempo x de trabajo (meses, semestre, año).
- Las horas x de trabajo de los equipos y maquinarias.

Otro factor que puede determinar un trabajo de mantenimiento son los resultados que reflejen las inspecciones, las cuales se realizan para adelantarse a un posible daño.

7. MANTENIMIENTO PREVENTIVO DE LOS MOTORES EMD20645E4

Para la operación y mantenimiento de los equipos, a más de las recomendaciones del fabricante de los equipos, es necesario evaluar el comportamiento de cada uno de los sistemas de los motores, generadores, tableros y transformadores, frente a las condiciones de operación, como es, por ejemplo: el medio ambiente en el que funciona, régimen de operación y disponibilidad de insumos, recursos y personal.

Es de vital importancia la realización de un manual de mantenimiento, esto implica que todo el personal de mantenimiento debe conocer bien el funcionamiento de los diferentes sistemas constitutivos de los grupos generadores y conocer el manual de mantenimiento. **(VER ANEXO 2)**

7.1. DETERMINACIÓN DE LAS PARTES CRITICAS

Durante la ejecución de los mantenimientos preventivos es necesario tomar en cuenta y desarrollar las siguientes etapas:

- En el proceso de desarmado, inspeccionar los componentes del equipo que se esté desarmando, con el fin de verificar anomalías o aspectos que son visibles ese momento, puesto que luego durante

el manipuleo de las piezas pueden desvirtuarse o desaparecer. En lo posible tomar fotografías o realizar diagramas con lápiz.

- Durante la limpieza eliminar todas las anomalías, deformaciones, filos, etc. De tal manera de tal manera que el componente sea apto para poder inspeccionar en forma detenida.
- En los componentes más importantes y en aquellos que se sospeche presencia de fisuras o malformaciones, realizar pruebas no destructivas.
- Realizar la metrología respectiva, con el propósito de determinar el desgaste y cuantificar su estado, para que luego de comparar con las especificaciones en el manual de mantenimiento, se puede determinar su reutilización o determinar las causas para ser descartado.
- Durante el armado de los componentes, poner mucha atención en las posiciones de instalación, juegos, tolerancias y ajustes.
- Utilice siempre las herramientas apropiadas y los instrumentos debidos.
- Es importante registrar todos los datos de inspecciones, metrologías y tolerancias de montaje, en formularios diseñados para el efecto.

Es importante entender que el desarrollo y cumplimiento de un plan de mantenimiento en forma rigurosa y contando con la dotación de repuestos, materiales adecuados y de calidad, disminuyen en buena parte los mantenimientos correctivos.

Para información aleatoria, respecto a los mantenimientos preventivos, adjunto se encuentra las instrucciones recomendadas por el fabricante de los grupos General Motors.

7.2. DETERMINAR TIEMPO DE PARALIZACIÓN DE LA PRODUCCION DE ENERGIA

La central Térmica Miraflores se encarga de generar energía los 365 días del año, por lo que su periodo de producción máximo se da en los meses de julio, agosto, septiembre, octubre noviembre, diciembre y enero, febrero; pero uno de los factores determinantes son las estaciones de invierno (lluvia); por consiguiente los meses restantes su generación es considerablemente menor que los meses antes mencionados.

El mantenimiento de cada motor se da respecto al número de horas de disponibilidad por lo que una vez cumplidas las horas de de trabajo se procederá a realizar el respectivo mantenimiento.

Personal requerido:

- Electricistas
- Soldadores
- Operadores
- Mecánicos
- Ayudantes

7.3. MANTENIMIENTO PREVENTIVO ESPECÍFICO DE LOS MOTORES

EMD20645E4

El mantenimiento para cada motor se lo programa de acuerdo a las especificaciones del proveedor y de la experiencia adquirida por el personal encargado de mantenimiento.

Los motores contarán con un formato específico, de control y registro de los sistemas operativos (**VER ANEXO 3**).

Los trabajos a realizar en los motores son recomendados por los fabricantes y se realizaran en el tiempo ya determinado; es decir una vez cumplidas con las horas de disponibilidad, además de una inspección general.

Los operadores cuando las unidades están produciendo manejan un reporte diario de generación en caso que detectarán algún tipo de falla en las unidades llevan un reporte de daños que será notificado al jefe de la central el cual emitirá una orden de trabajo donde se mencione el trabajo a realizar. (VER ANEXOS 4, 5, 6)

7.4. INSPECCIÓN Y MANTENIMIENTO DEL SISTEMA OPERATIVO

Consiste en inspeccionar los componentes del sistema operativo De esta manera se obtendrá una idea clara de los cambios o trabajos de mantenimiento que necesitan realizar.

El ciclo de operación de un sistema termodinámico de dos tiempos, tiene relación directa a la forma y distribución de los componentes de fuerza (conjuntos de fuerza) del motor, los mismos que están conformados por el cilindro, pistón rines, porta pistón, pin de pistón, biela, cabezote, balancines e inyector.

El cilindro tiene especialmente configuración, como ya se indico anteriormente, puesto que tiene lumbreras de admisión, para permitir el barrido de aire de admisión que ayuda en un inicio a la expulsión de los residuos de gases de escape y posteriormente a llenar de aire el cilindro para cumplir con el ciclo de fuerza, después de la compresión y explosión.

El pistón, porta pistón y rines forman el embolo para comprimir el aire y elevar la temperatura que favorece la combustión del combustible pulverizado por el inyector.

La biela es el elemento de enlace con el cigüeñal para permitir el giro mediante la fuerza proveniente de la ignición del combustible en la cámara de combustión.

7.4.1. TRABAJO A INSPECCIONAR

Las inspecciones se realizan visualmente y a través del contacto con la unidad apagada por seguridad del personal. Los componentes a inspeccionar de los sistemas operativos son:

- Cilindros
- Pistones

- Rines
- Bielas
- Cabezotes
- Balancines
- Inyectores
- Lumbreras

Todas estas inspecciones se las realiza semanalmente.

(VER ANEXO 7)

7.4.2. TRABAJOS A REALIZAR POR HORAS DE OPERACIÓN

A 300 horas

- Limpieza de lumbreras
- Calibración de inyectores
- Calibración de balancines
- Limpieza general de la unidad

A 4000 horas

Mantenimiento Preventivo

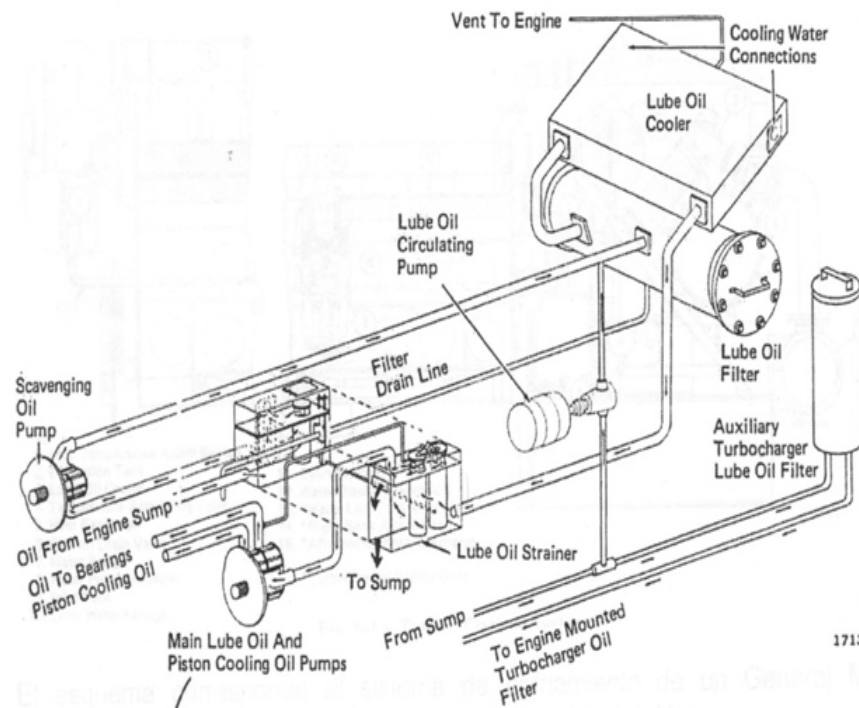
- Desmontaje de los sistemas operativos
- Descarbonización de los sistemas operativos
- Limpieza de los sistemas operativos
- Medición de los sistemas operativos
- Montaje de los Sistemas Operativos
- Calibración

(VER ANEXO 8, 9,10, 11)

7.5. SISTEMA DE LUBRICACIÓN

Los sistemas de lubricación están conformados básicamente por el cárter, donde se aloja el aceite lubricante, una o dos bombas movidas por el motor, los filtros, intercambiador de calor, tuberías de lubricación y el sistema de control de presión y temperatura.

LUBRICATING OIL SYSTEM



17132

Fig. 5-2 – Turbocharged Engine, Typical Lubricating Oil System

El esquema corresponde al típico sistema de lubricación de GM, en donde se puede apreciar que el ciclo de lubricación tiene los siguientes pasos:

- La bomba de barrido (scavenging pump), succiona el aceite lubricante desde el carter (enghien sump), a través de los calores primarios.
- El lubricante es impulsado hasta los filtros (lube oil filter).

- Luego pasa por el intercambiador de calor (lube oil cooler).
- El lubricante retorna a la caja de coladores, en el comportamiento secundario, (lube oil strainer).

De este comportamiento, la bomba principal, que está compuesta de dos bombas en el mismo eje, succiona el lubricante y envía a los sistemas de lubricación:

- Principal para lubricar las bancadas, cojinetes de biela, balancines, válvulas, ejes de levas, tren de engranajes de la distribución, tanto delantera como posterior, dámper y turbo-cargador.
- El segundo circuito con el aceite impulsado por la segunda bomba principal, enfría la cabeza de los pistones y lubrica los rines, cojinetes del pistón y las camisas.

7.5.1. TRABAJOS A INSPECCIONAR

Las inspecciones se realizan visualmente y a través del contacto, algunas de las inspecciones se las realiza con la unidad prendida

como es el caso de bombas para ver sonidos anormales o sistemas de control para ver el estado.

- Carter
- Bombas de aceite refrigerante y barrido
- Filtros,
- Tuberías de lubricación
- Sistema de control de presión y temperatura

Todas estas inspecciones se las realiza semanalmente

(VER ANEXO 12)

7.5.2. TRABAJOS A REALIZAR

A 300 horas de operación

- Control de nivel de aceite lubricante del motor

Cada 1000 horas

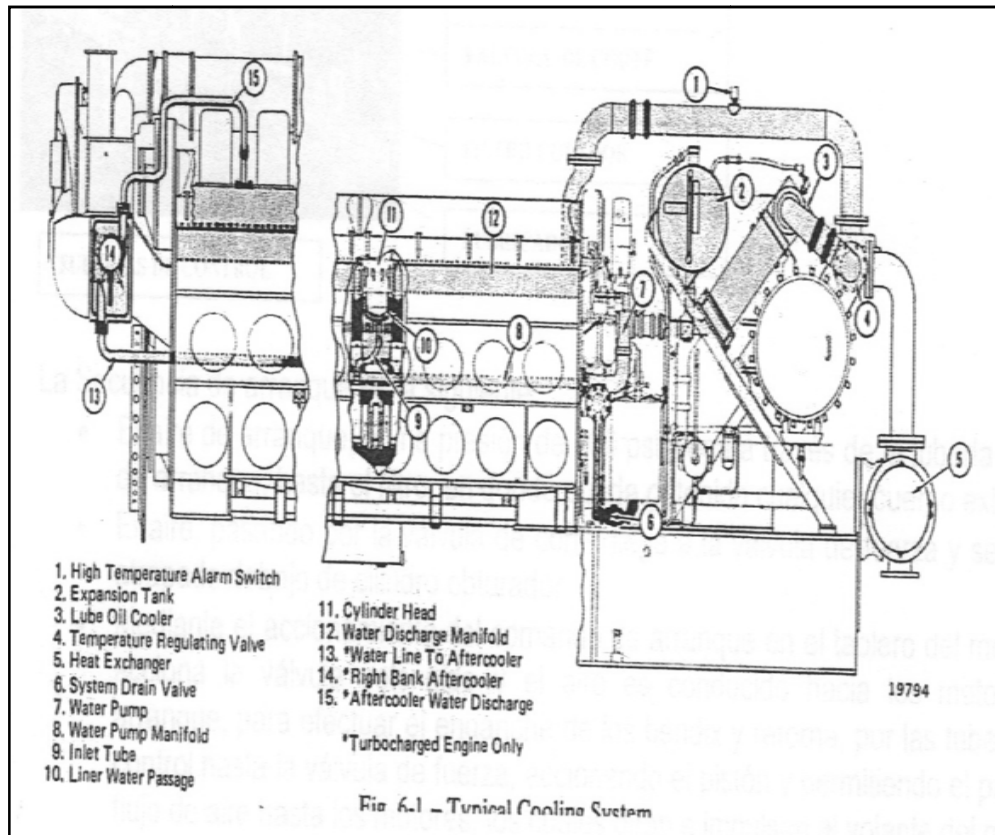
- Cambio de aceite lubricante del motor (SAE 40 MAXITREND EMD)
- Limpieza y revisión del carter.
- Cambio de filtros de sistema de lubricación

Mantenimiento de bomba de aceite refrigerante y barrido

- Limpieza, desarmado, inspección de los buje de eje impulsor, dientes de los engranajes, armado.
- Cambio de manómetros de presión y temperatura

7.6. SISTEMA DE ENFRIAMIENTO

El sistema de enfriamiento normalmente viene conformado por el intercambiador de calor de aceite, inter-enfriadores de aire de admisión, bombas de agua, tuberías e instrumentos de medida de presión y temperatura.



El esquema corresponde al sistema de enfriamiento de un GM, el numeral cinco representa el radiador y

El circuito del motor es:

- El agua enfriada en el radiador es conducida a través de la válvula termostática (No 4), y entra al intercambiador de aceite (No 3).
- Las bombas (No 7), que en este caso son dos, impulsa el agua que sale del intercambiador de aceite, hacia un múltiple (No 8), desde

- donde se distribuye a las camisas del cilindro, mediante los codos (No 9) y a los inter-enfriadores de aire de admisión (No 14), descargando en el múltiple de salida (No 12).
- El agua que ingresa a las camisas, pasa por las cámaras de enfriamiento de los cilindro y entra a los cabezotes (No 11) e igualmente se descarga al múltiple de salida (No 12) desde donde retorna al radiador, cerrando el circuito principal.
- Las partes altas del circuito de agua, se interconectan con el tanque de expansión, para descargar los vapores de agua o aire que se encuentren en el sistema.

7.6.1. TRABAJOS A INSPECCIONAR

Las inspecciones se las realiza visualmente y a través del contacto con la unidad apagada para ver el estado de estos componentes si no hay fugas de agua, intercambiadoras e inter-enfriador que no estén tapados o sonidos anormales en el caso de bombas.

- Intercambiador de calor de aceite
- Inter-enfriadores de aire de admisión
- Bombas de agua

- Tuberías e instrumentos de medida de presión y temperatura.

(VER ANEXO 13)

7.6.2. TRABAJOS A REALIZAR

A 1000 horas

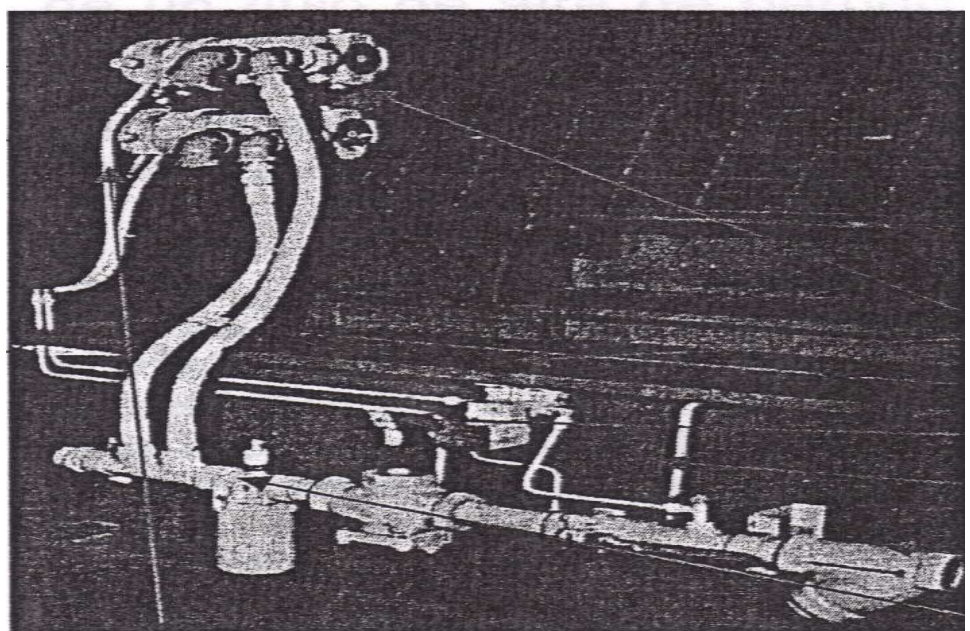
Mantenimiento del intercambiador de aceite e inter-enfriadores de aire de admisión

- Se baquetea para destapar orificios de refrigeración
- Elaboración de empaques
- Armado y montaje

Mantenimiento de bombas

- Cambio de sellos
- Cambio de rodamientos
- Revisión del engranaje impulsor
- Revisión del eje
- Armado y desmontaje

Se cambian empaques de tuberías de todo el circuito de agua



- El aire, pasado por la válvula de corte, llega a la válvula de fuerza y se queda atrapado debajo del cilindro obturador.
- Mediante el accionamiento del comando de arranque en el tablero del motor, se acciona la válvula solenoide y el aire es conducido hacia los motores de arranque, para efectuar el enganche de los bendix y retorna por las tuberías de control hasta las válvulas de fuerza, accionando el pistón y permitiendo el paso del flujo de aire hasta los motores, los cuales giran e impulsan el volante del motor.

7.7.1. TRABAJOS A INSPECCIONAR

Todas estas inspecciones se las realiza con la unidad apagada y semanalmente.

- Motores de arranque
- Lubricador del conducto de aire
- Válvula de arranque neumático, solenoide, de cierre

(VER ANEXOS 14)

7.7.2. TRABAJOS A REALIZAR

Los motores de arranque no requieren mayor mantenimiento que el de lubricación.

A 4000 HORAS

Mantenimiento de motores de arranque

- Revisión y limpieza de engranajes planetarios, armazón d engranajes planetarios si están en al estado hay que cambiar.
- Revisión y limpieza del pistón, impulsor del arrancador (bendix), cambiar si presentan fallas.
- Armado de los motores de arranque.

Cambio de aceite (SAE20W)

Mantenimiento de lubricador de conducto de aire

- Cambio de aceite.
- Cambio de empaquetaduras.
- Limpieza piezas y pasajes del lubricador.

No se deben utilizar aceites compuestos que contengan grafitos, jabón o elementos polvorientos.

Mantenimiento de válvulas

De cierre: limpieza de la válvula, cambio de asientos y anillos.

Solenoide: limpiar piezas móviles y los pasajes de aire y cambio de la bobina.

Arranque neumático: limpieza del asiento de la válvula y cambiar sellos de la válvula.

7.8. SISTEMA DE PRE-LUBRICACIÓN

El sistema que pre-lubrica se realiza mediante una bomba eléctrica sea AC o DC.

En los motores GM, está diseñado para pre-lubricar y pos- enfriar al turbo-cargador, pasando por un filtro de aceite auxiliar. En muchos casos, para tener pre-lubricación el los componentes del motor, es necesario realizar una adaptación a la salida de la bomba principal.

7.8.1. TRABAJOS A INSPECCIONAR

- Bomba y filtros.

(VER ANEXO 15)

7.8.2. TRABAJOS A REALIZAR

A 1000 HORAS

- Cambio de filtros
- Limpieza de la taza del filtro
- Revisión del motor

7.9. SISTEMA DE AIRE DE ADMISIÓN

Dado el diseño del motor GM, (dos tiempos), no puede iniciar su funcionamiento con aspiración normal sino como ya se dijo anteriormente, necesitan de un flujo de aire de barrido para disponer del oxígeno necesario y poder realizar la ignición del combustible.

El diseño del turbo-cargador para el motor GM es especial el cual permite inicialmente como un blower (soplador) y luego como un turbocargador.

El turbo-cargador del GM, a más del eje rotor Turbina- Compresor, tiene un conjunto de engranajes planetarios y un sistema de embrague termo-centrífugo que son movidos por el tren de la distribución del motor, permitiendo que un principio, funcione como un soplador girando a una velocidad 16.8 o 17.9 veces la velocidad del motor.

Posteriormente, cuando el motor ha alcanzado el 70% de la capacidad nominal de potencia, se libera el rotor e inicia su trabajo como turbo-cargador, gracias a la acción del embrague termo-centrífugo.

7.9.1. TRABAJOS A INSPECCIONAR

La inspección se la realiza con la unidad apagado y encendido para escuchar algún sonido anormal.

- Turbo- alimentador

(VER ANEXO 16)

7.9.2. TRABAJOS A REALIZAR

Debido que no es practico intentar ningún reacondicionamiento del turbo-alimentador en el campo, se recomienda que se devuelva a EMD para hacer este servicio.

7.10. SISTEMA DE CONTROL

El sistema de control viene provisto de los instrumentos necesarios para indicar los parámetros de operación como son las presiones temperatura y la velocidad. Además tienen los sensores de presión, temperatura, sobre-velocidad, presión en el cárter y temperaturas en el escape.

En todo caso cada fabricante tiene su propio diseño de control y protección pero básicamente cubren los siguientes parámetros:

- Temperatura de entrada y salida al motor, de agua y aceite lubricante.
- Censores para baja presión del aceite, alta temperatura del agua, sobre-velocidad y sobrepresión en el carter. Estos sensores suministran señales para alarma y parada del motor.

- Es importante indicar además que las protecciones, alarmas y paradas y también están relacionadas con los parámetros operacionales del generador y transformador.

7.10.1. TRABAJOS A INSPECCIONAR

- Conjunto detector de presión del cárter y nivel mínimo de agua.
- Desenganche de sobre-velocidad.
- Solenoide de corte.
- Banco de baterías.

(VER ANEXO 17)

7.10.2. TRABAJOS A REALIZAR

A 1000 HORAS

Detector de presión de carter y nivel mínimo de agua

- Se le realiza mantenimiento para ver su correcto funcionamiento.

Desenganche de sobre-velocidad

- Cambiar sellos de O de los mangos de seguridad.
- Realizar ajuste del desenganche de sobre- velocidad.

Solenoide de corte

- Verificar su correcto funcionamiento.

Verifique las baterías

- Nivel de electrolito.
- Tensión de la célula.
- Peso específico.

7.11. MANTENIMIENTO A GENERADORES

A continuación se detallan algunos de los trabajos recomendados para el mantenimiento de generadores:

A 1000 horas

- Limpieza de la excitatriz,
- Ajuste de porta diodos,
- Inspección del fusible, resistencias en paralelo.

Anualmente

- Cambio de carbones
- Limpieza, barnizado, secado
- Megado del generador
- Revisión del Sistema de Control del Generador
- Revisión de Tablero de Control del Motor

(VER ANEXO 18)

7.12. DESARROLLO DEL PROGRAMA

En esta opción se pone los datos de la unidad de generación a programar.


CENTRAL TERMICA MIRAFLORES	
MAQUINA	GENERAL MOTOR
MODELO	20645E4
UNIDAD DE GENERACIÓN	001
CODIGO	CTM-GM
UBICACIÓN	
GRABAR	CERRAR

CENTRAL TERMICA MIRAFLORES	
PROGRAMA	48 SEMANAL
UNIDAD	001
MANTENIMIENTO	INSPECCION DE LOS SISTEMAS
OPERATIVOS	

FECHA
02/01/2010
09/01/2010
16/01/2010
23/01/2010
30/01/2010

En la gráfica se observa el ingreso de los datos de la unidad de generación, luego en la opción programar unidad se procede a realizar el ingreso de las fechas de mantenimiento, indicando el tipo de mantenimiento y en qué fecha se realiza.

CENTRAL TERMICA MIRAFLORES	
PROGRAMA	36 MENSUAL
UNIDAD	001
MANTENIMIENTO	LIMPIEZA DE LUMBRERAS
FECHA	05/01/2010 

FECHA
 05/01/2010
09/02/2010
12/03/2010
15/04/2010
18/0/2010

8. RELACIÓN BENEFICIO COSTO

El análisis de costo-beneficio es un término que se refiere tanto a:

- Una disciplina formal (técnica) a utilizarse para evaluar, o ayudar a evaluar, en el caso de un proyecto o propuesta, que en sí es un proceso conocido como evaluación de proyectos
- Un planteamiento informal para tomar decisiones de algún tipo, por naturaleza inherente a toda acción humana.

Bajo ambas definiciones, el proceso involucra, ya sea explícita o implícitamente, un peso total de los gastos previstos en contra del total de los beneficios previstos de una o más acciones con el fin de seleccionar la mejor opción o la más rentable. Muy relacionado, pero ligeramente diferentes, están las técnicas formales que incluyen análisis coste-eficacia y análisis de la eficacia del beneficio.

El costo-beneficio es una lógica o razonamiento basado en el principio de obtener los mayores y mejores resultados al menor esfuerzo invertido, tanto por eficiencia técnica como por motivación humana. Se supone que todos los hechos y actos pueden evaluarse bajo esta lógica, aquellos dónde los beneficios superan el coste son exitosos, caso contrario fracasan.

8.1.APLICACIÓN

En base al plan de mantenimiento preventivo se buscara obtener el mayor beneficio posible, esto basado en el ahorro a obtener por trabajos de mantenimiento realizado por terceros o el costo de reparación por daños.

Costos por Mantenimientos Correctivos de unidades de generación del 2010

Rectificación de asientos y válvulas de cabezote por terceros 1000 x 4	4000
Mantenimiento de turbo-alimentador (mano de obra)10000 x 4 días	40000
Mantenimiento del gobernador	5000
Cambio de guías de válvula 3200 x 4	12800
Cambio de baterías 3000x4	12000
Cambio de repuestos de bomba de agua 2000x4	8000
Cambio de inyectores 3000x6	18000
Cambio de cojinetes de biela sup. e inf. 3000x 4	12000
	<hr/>
	\$ 111800

Costo por Mantenimiento Correctivo= \$11180

Tomando en cuenta que la aplicación del plan de mantenimiento preventivo evitará estos costos, ya sea por mantenimiento de terceros o compra de repuestos por daños, para el presente cálculo esta cantidad nos refleja un ahorro, es decir un beneficio.

Los costos a calcular son los que involucran la implementación del plan de mantenimiento preventivo anual, como se detalla en la siguiente lista:

1 Software de Mantenimiento	\$ 5000
Suministros de Inspección	\$2000
Hojas de inspección	
Plumas, correctores	
Equipos de inspección	\$2000
(3 pistolas laser)	
Herramientas de mantenimiento	\$3000
Calibradores pie de rey	
Micrómetros de exterior, profundidad	
Herramientas de trabajo	
	<hr/>
	\$12000

Datos

Costo: \$ 111800

Beneficio: \$ 12000

Ecuación

$$(R) \text{ Costo} / \text{beneficio} = \frac{111800}{12000}$$

$$(R) \text{ Costo} / \text{beneficio} = 9,31$$

8.2. CONCLUSIÓN RELACIÓN BENEFICIO-COSTO

Existe un beneficio de 9.31 veces de ahorro en relación a costos, es decir, la implementación y aplicación del manual de mantenimiento preventivo brindará a la Central Térmica un ahorro de costos de 9.31 veces, en comparación de seguir utilizando el mantenimiento correctivo y el mantenimiento preventivo realizado por terceros, por ende el manual de mantenimiento preventivo es rentable para la empresa.

8.3. CALCULO DE RECUPERACIÓN DEL PLAN DE MANTENIMIENTO

Se estima los siguientes datos de las 8 unidades de generación para recuperar la inversión mensual.

n. general de la unidad= 12Kw-h/gal

Potencia= 2000 Kw

Unid. de generación= 8unidades

Kw/ hora= \$ 0.30 ctv

$$\text{Cálculo} = 2000 \text{ KW} * 8 \text{ unid} = 16000 \text{ KW}$$

4h x 30días= 120h

$$\frac{16000 \text{ KW} * 120 \text{ h}}{1 \text{ mes}} = \frac{1920000 \text{ KW} - \text{h}}{\text{mes}}$$

$$\text{Total de energía generada} = \frac{1920000 \text{ KW} - \text{h}}{\text{mes}} \times \$ 0.30 \text{ KW} / \text{h}$$

INGRESO POR GENERACIÓN MENSUAL= \$576000 mes

EGRESOS POR GENERACIÓN

Consumo de combustible= 1000gal/h c/u

Mensual=8000gal x 30 días= 240000gal-mes

Costo x galón= \$0.90

Costo comb x gen= \$ 216000 mes

Consumo de aceite=440gal-mes

440gal-mes x 8 unid=3520gal-mes

Costo x galón=\$ 9

Costo aceite x gen= 3520x 9= \$ 31680 mes

Sueldo de trabajadores

\$30000 al mes

Gastos extras

\$ 8000 al mes

Total de ingresos= \$576000 mensual

Total de egresos=285680 mensual

Total de ingresos - egresos= \$290440 mensual

Entonces:

Los ingresos diarios serían \$9681.

Lo que indica que para recuperar la inversión se necesita 1 día de trabajo de las 8 unidades de generación trabajando 4 horas.

El análisis en un año revela que los beneficios obtenidos serán significativamente mayores que los costos incurridos. El punto de equilibrio se alcanza en el primer mes, con lo que se garantiza que no habrá variación significativa en la operación financiera de la empresa ni siquiera en el primer mes.

En general, puede decirse que la inversión traerá más beneficios que los costos que representa, en este caso.

CONCLUSIONES

Una vez finalizado el trabajo de investigación y elaboración del Plan de Mantenimiento Preventivo me permito presentar las siguientes conclusiones:

- La Central no contaba con un Plan de Mantenimiento para las unidades de generación lo que dificultaba de forma efectiva realizar los mantenimientos.
- El plan de mantenimiento preventivo, es de gran ayuda para la central pues garantiza la continuidad de los procesos de producción de energía, y lo más importante, se logra prever paradas imprevistas de las unidades así como el buen estado de las unidades.
- El plan de mantenimiento preventivo reducirá el mantenimiento correctivo de estas unidades.

- Mejora la interrelación entre el área de mantenimiento y de operación debido a que existe mayor coordinación, para la realización de los diferentes tipos de mantenimiento.
- Facilidad en la programación del personal, a efecto de que el supervisor de Mantenimiento cuente con la información necesaria del programa de tiempo, necesario para efectuar los mantenimientos.

RECOMENDACIONES

- Cumplir a cabalidad el Plan de Mantenimiento Preventivo propuesto para aumentar la disponibilidad y vida útil de las unidades de generación evitando paradas imprevistas y daños serios.
- Darle capacitaciones constantes a los trabajadores principalmente al personal de mantenimiento para que sepan la importancia del Plan de Mantenimiento y aplican todo sus conocimientos dentro de la central con respecto a esto.
- Es importante darle seguimiento a las mejoras obtenidas con la aplicación del plan de mantenimiento en las unidades de generación.

BIBLIOGRAFIA

- Montaje, Ajuste, Verificación de elementos de máquinas-JOSEPH SCHRÖK-EDICION 2003
- Seguridad Industrial y Salud – C.RAY ASFAHL – EDICION 2000
- Principios y Administración Financiera – LAWRENCE J. GITMAN – EDICION 2003
- Legislación Laboral Aplicada –GONZALO CLAURE SENSANO – EDICION 2007
- Páginas de internet www.google.com
- www.monografias.com
- www.mantenimientoplanificado.com
- www.wikipedia.com
- www.mantenimientopreventivo.com
- CELEC Unidad de Negocio TERMOPICHINCHA.

ANEXOS