

**SECRETARÍA DE EDUCACIÓN PÚBLICA
DIRECCIÓN GENERAL DE EDUCACIÓN SUPERIOR TECNOLÓGICA
INSTITUTO TECNOLÓGICO DE TUXTLA GUTIÉRREZ**

PROYECTO:

ELABORACION DEL MANUAL DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO Y CORRECTIVO DEL SISTEMA DE ALUMBRADO Y DE LA PLANTA DE EMERGENCIA DE 800 KW DEL EDIFICIO SEDE 1 DE LA JUDICATURA FEDERAL DE SAN LUIS POTOSI.

CARRERA:

Ingeniera Eléctrica

RESIDENTES:

Molina Sánchez Irma Carolina 13270944

Sánchez Moguel Edwin Mitchelle 13270972

EMPRESA:

Espacio

Ubicación: Camino Real de Carretas, Milenio III, Núm.246. Querétaro, Qro.

Email: ESPACIO.MAN@GMAIL.COM

ASESOR EXTERNO:

Ing. Juan José Vázquez Neveros

ASESOR INTERNO:

Ing. M.C. Karlos Velázquez Moreno

PERIODO: JUNIO- DICIEMBRE 2017

ÍNDICE

CAPÍTULO 1	Pág.
1. Introducción	6
1.1 Planteamiento de problema	6
1.2 Justificación	7
1.3 Objetivo General	7
1.4 Objetivo Especifico	8
1.5 Alcances y limitaciones	8
 CAPÍTULO 2	
2. Fundamento Teórico	10
2.1 Mantenimiento	10
2.1.1 Tipos de mantenimiento	10
2.1.2 Importancia del mantenimiento	12
2.1.3 Manual de mantenimiento.....	12
2.2 Planta de emergencia	13
2.2.1 Funcionamiento	14
2.2.2 Partes y componentes.....	15
2.2.3 Importancia de una planta de emergencia	17
2.2.4 Clasificación de plantas de emergencias	17
2.3 Sistema eléctrico	18
2.3.1 Diagrama unifilar	19
2.3.2 Transformadores y tableros	20
2.3.3 Sistema de alumbrado	22
2.3.3.1 Sistema de iluminación de LUTRON	22
 CAPÍTULO 3	
3. Manual de mantenimiento de la planta de emergencia de 800 KW del edificio sede de la judicatura federal de San Luis Potosí.....	23
3.1 Introducción	23
3.1.1 Información Importante	23

3.1.2	Advertencias	24
3.1.3	Abreviaturas, estándares y otros	24
3.2	Nombre de las partes de la planta de emergencia	25
3.2.1	Diagramas externos del motor	25
3.2.2	Equipo e instrumento	29
3.2.3	Dispositivo de protección del motor	30
3.3	Operación	32
3.3.1	Sistema de combustible	34
3.3.2	Preparación del sistema de lubricación.....	36
3.3.3	Preparación del sistema eléctrico	38
3.3.4	Funcionamiento normal del motor	41
3.3.5	Arranque del motor	45
3.3.6	Precauciones al operar	46
3.3.7	Inspección durante la operación	48
3.3.8	Paro del motor	49
3.4	Combustible	50
3.4.1	Combustible recomendado	50
3.4.2	Manejo de combustible.....	51
3.5	Aceite de motor.....	52
3.5.1	Aceite de motor recomendado.....	52
3.5.2	Selección de la viscosidad del aceite.....	53
3.5.3	Deterioro del aceite del motor.....	54
3.5.4	Límites de servicio del aceite del motor	55
3.5.5	Servicio de análisis de aceite del motor	55
3.6	Refrigerante	56
3.6.1	Agua recomendada para el refrigerante	56
3.6.2	Especificaciones de LLC	56
3.6.3	Mantenimiento de LLC	58
3.6.4	concentración de LLC.....	58
3.6.5	Importancia de LLC	59
3.6.6	Ejemplos de anomalías causada por LLC	59

3.7	Calendario de mantenimiento	60
3.7.1	Como usar el programa de mantenimiento	60
3.7.2	Tabla de mantenimiento periódica para motor de uso regular	60
3.7.3	Tabla de mantenimiento para el motor de emergencia	62
3.8	Procedimiento de mantenimiento de los sistemas fundamentales del equipo.....	70
3.8.1	Motor básico	70
3.8.2	Sistema de combustible	71
3.8.3	Sistema de lubricación	73
3.8.4	Sistema de enfriamiento	74
3.8.5	Sistema de entrada y escape	76
3.9	Solución de problemas	78
3.9.1	Fallo de arranque	78
3.9.2	Disminución de producción.....	79
3.9.3	Consumo de combustible.....	80
3.9.4	Consumo se aceite	81
3.9.5	Calentamiento excesivo	82

CAPÍTULO 4

4.	Manual de mantenimiento del sistema de alumbrado del edificio sede de la judicatura federal de San Luis Potosí.....	83
4.1	Precauciones básicas de seguridad	83
4.1.1	Reglas generales de seguridad.....	84
4.1.2	Las 5 reglas de oro al trabajar con electricidad	85
4.1.3	Equipo de protección personal	86
4.1.4	Categorías de riesgos y símbolos de seguridad	87
4.2	Planos del edificio	89
4.2.1	Plano arquitectónico	89
4.2.2	Diagrama unifilar	90
4.3	Subestación	92
4.3.1	Transformadores principales	92

4.3.2	Tableros generales de distribución	97
4.4	Distribución eléctrica	100
4.4.1	Transformadores secundarios	100
4.4.2	Tableros sub generales de distribución	102
4.5	Sistema de alumbrado	105
4.5.1	Beneficios del Sistema de Iluminación Quantum	105
4.5.2	Estrategias del control de iluminación para ahorrar energía	106
4.5.3	Funcionamiento en conjunto	107
4.6	Mantenimiento preventivo y correctivo	109
4.6.1	Área de subestación principal	109
4.6.2	Transformadores	110
4.6.3	Tableros de distribución	114
4.6.4	Lámparas	116
4.6.5	Contactos eléctricos y apagadores	117

CAPÍTULO 5

5.	Conclusiones y recomendación	118
	Conclusión	118
	Recomendaciones	119
	Referencia	121

CAPÍTULO 1

1. Introducción

1.1 Planteamiento de problema

A finales del siglo XVIII y principios del siglo XIX se llevó a cabo una verdadera revolución eléctrica en todo el mundo, lo cual permitió la creación y utilización de las primeras máquinas eléctricas en las industrias, sustituyendo de esta manera a la industria manual y a la máquina de vapor utilizada en esa época.

Gracias a la utilización de estas máquinas eléctricas se logró un menor tiempo de producción y mayor cantidad de productos a un bajo costo. Sin embargo, la puesta en marcha de las máquinas o equipos eléctricos y la utilización constante de las mismas trajo consigo fallas.

Debido a estas fallas en las empresas surge la necesidad de buscar soluciones cuyo objetivo principal sea establecer planes de mantenimiento y operación, que permita el buen funcionamiento de las máquinas y que procuren diagnosticar las fallas en el menor tiempo posible para su pronta reparación.

En la actualidad la energía eléctrica juega un papel muy importante en la vida del ser humano, no solo en el ámbito del desarrollo industrial sino también forma parte importante del desarrollo social y tecnológico. Con la electricidad se establecen una serie de comodidades que con el transcurso de los años se van haciendo indispensables para el hombre.

Es por esto que se elaborará un manual de mantenimiento preventivo y correctivo del sistema de alumbrado y de la planta de emergencia del edificio inteligente del poder judicial de San Luis Potosí para evitar posibles fallas en los equipos o en el sistema eléctrico y brindar un mejor servicio.

1.2 Justificación

La buena gestión de la energía eléctrica y de la infraestructura asociada a la misma es una condición indispensable para el buen funcionamiento del edificio que representa el poder judicial de San Luis Potosí.

Pero no debe perderse de vista que los sistemas eléctricos deben someterse a un control periódico para evitar poner en peligro a las personas que trabajan en el edificio o a la cadena de justicia que se lleva a cabo en este órgano administrativo tan importante para el país.

Es por esto que vale la pena contar con un manual de mantenimiento preventivo y correctivo que examine y mantenga la calidad eléctrica en los equipos que aquí se manejan, enfocándose principalmente en el sistema de alumbrado y en la planta de emergencia.

La principal intención de elaborar un manual de mantenimiento se basa en evitar daños al equipo por descuidos del operario pues aquí se describirán los pasos y procedimientos que deben de aplicarse para evitar o arreglar alguna falla.

Además, se busca mantener en buen estado los equipos para evitar cualquier tipo de accidentes, tener un control sobre la planta de emergencia y el sistema de alumbrado para no tener ningún corte de energía inesperado y brindar un buen servicio tanto a la empresa como al personal.

1.3 Objetivo General

- Realizar un manual de mantenimiento preventivo y correctivo de una planta de emergencia de 800 KW y del sistema de alumbrado del edificio sede 1 de la judicatura federal de San Luis Potosí, y que contenga la descripción de las actividades y de las normas aplicables que deban seguirse para un mantenimiento adecuado.

Por lo tanto, este manual servirá como instrumento de apoyo para conocer de forma adecuada cómo mantener en buen estado a los equipos, de igual forma servirá para

dar mantenimiento preventivo y correctivo a los equipos sin tener ningún riesgo o daño tanto a los operarios como a los equipos.

1.4 Objetivo Especifico

- Revisión de funcionamiento de todos los equipos que compone la planta de emergencia y el sistema de alumbrado.
- Mantener en operación continua, segura y confiable del sistema de alumbrado y de la planta de emergencia.
- Mantener un ahorro de energía, alargando la vida útil de los equipos e instalaciones eléctricas.
- Se realizará las actividades de mantenimiento preventivo y correctivo por semanas, mes y semestral.
- Facilitar las actividades del mantenimiento preventivo y correctivo, ordenando cada uno de los procesos a realizar.
- Controlar el cumplimiento de las rutinas de trabajos y evitar su alteración arbitraria.
- Determinar en forma sencilla las fallas o errores que se puedan encontrar a futuro.
- Aumentar la eficiencia de los trabajadores, indicándoles lo que deben hacer y cómo deben hacerlo capacitándolos con el manual de mantenimiento.
- El proyecto debe ser factible para su comprensión.

1.5 Alcances y limitaciones

Alcances

- Se realizará un manual de mantenimiento eficiente, cumpliendo con las normas aplicables.
- Se podrá dar mantenimiento de los equipos eléctricos que correspondan a nuestra área.
- Se estará a cargo del funcionamiento del sistema de alumbrado del edificio SEDE 1.

- Se estará a cargo del funcionamiento de la planta de emergencia en el día que se accione manualmente y cuando se accione automáticamente.

Limitaciones

- En este manual no se meterá a fondo los elementos electrónicos.

CAPÍTULO 2

2. Fundamento Teórico

2.1 Mantenimiento

Se puede definir el mantenimiento como el conjunto de actividades que deben de realizarse a instalaciones y equipos, con el fin de corregir o prevenir fallas, buscando que estos continúen prestando el servicio para el cual fueron diseñados.

Como los equipos no pueden mantenerse en buen funcionamiento por si solos, se debe contar con un grupo de personas que se encarguen de ello, conformando así el departamento de mantenimiento de las empresas.

En cualquier empresa el mantenimiento debe cumplir con dos objetivos fundamentales: reducir costos de producción y garantizar la seguridad industrial.

2.1.1 Tipos de mantenimiento

Mantenimiento Preventivo

Este tipo de mantenimiento tiene su importancia en que realiza inspecciones periódicas sobre los equipos, teniendo en cuenta que todas las partes de un mecanismo se desgastan en forma desigual y es necesario atenderlos para garantizar su buen funcionamiento.

El mantenimiento preventivo se hace mediante un programa de actividades (revisiones y lubricación), con el fin de anticiparse a las posibles fallas en el equipo. Tiene en cuenta cuales actividades se deben realizar sobre el equipo en marcha o cuando esté detenido.

Mantenimiento Correctivo

Es aquel mantenimiento encaminado a corregir una falla que se presente en determinado momento. Se puede afirmar que es el equipo quien determina cuando se debe parar. Su función principal es poner en marcha el equipo lo más rápido posible y al mínimo costo posible.

Para que este mantenimiento tenga éxito se deberá estudiar la causa del problema, estudiar las diferentes alternativas para su reparación y planear el trabajo con el personal y equipos disponibles.

Este mantenimiento es común encontrarlo en las empresas pequeñas y medianas, presentando una serie de inconvenientes a saber:

- Normalmente cuando se hace una reparación no se alcanzan a detectar otras posibles fallas porque no se cuenta con el tiempo disponible.
- Por lo general el repuesto no se encuentra disponible porque no se tiene un registro del tipo y cantidad necesarios.
- Generalmente la calidad de la producción cae debido al desgaste progresivo de los equipos.

Mantenimiento Predictivo

Este tipo de mantenimiento consiste en efectuar una serie de mediciones o ensayos no destructivos con equipos sofisticados a todas aquellas partes de la maquinaria susceptibles de deterioro, pudiendo con ello anticiparse a la falla catastrófica. La mayoría de estas mediciones se efectúan con el equipo en marcha y sin interrumpir la producción.

Los ensayos más frecuentes son:

- Desgaste: mediante el análisis de partículas presentes en el aceite se puede determinar dónde está ocurriendo un desgaste excesivo.
- Espesor de paredes, empleado en tanques.
- Vibraciones: utilizado para saber el estado de los rodamientos y desalineamientos en los equipos.
- Altas temperaturas.

El mantenimiento predictivo es costoso pero su información es valiosa para llevar a cabo un buen programa de mantenimiento preventivo.

2.1.2 Importancia del mantenimiento

El mantenimiento preventivo es muy importante para todas las instalaciones y equipos que nos ofrecen un servicio ya que así es posible evitar la existencia de fallas futuras y alarga la vida útil en los equipos. Este mantenimiento involucra un número de tareas, por ejemplo, reemplazar equipos o insumos que los mismos utilicen, pero esto permitirá buscar inconvenientes y soluciones. También este mantenimiento consiste en crear un ambiente favorable para los equipos y conservar limpias todas las partes que lo componen.

Por otra parte, el mantenimiento correctivo es importante porque básicamente nos ayuda a localizar y corregir las averías, fallas o desperfectos que estén impidiendo que el equipo realiza su función correctamente. Esto quiere decir, que más que un protocolo a seguir depende del diagnóstico identificado, por medio del cual se tomaran decisiones necesarias en cuanto a las acciones que se realizaran en el equipo, pues este mantenimiento supone reparar aquello que se ha descompuesto.

2.1.3 Manual de mantenimiento

Un manual de mantenimiento es un documento indispensable para cualquier tipo y tamaño de industria. Este manual describe las normas, la organización y los procedimientos que se utilizan en una empresa para efectuar la función de mantenimiento.

El manual eleva el papel del mantenimiento a un lugar muy importante de organización, cuando los procesos se encuentran ordenados y son llevados a cabo de una manera satisfactoria.

Además, el manual de mantenimiento refleja organización, procedimientos de trabajo y de control. Tener un manual es importante ya que:

- Constituye el medio que facilita una acción planificada y eficiente del mantenimiento.

- Induce el desarrollo de un ambiente de trabajo conducente a establecer una conducta responsable y participativa del personal y al cumplimiento de los deberes establecidos.

El manual de mantenimiento estará dirigido a la dirección administrativa a través de la unidad de mantenimiento cuya responsabilidad estará para el jefe de la unidad, teniendo dicho manual como un apoyo para la administración del mantenimiento.

2.2 Planta de emergencia

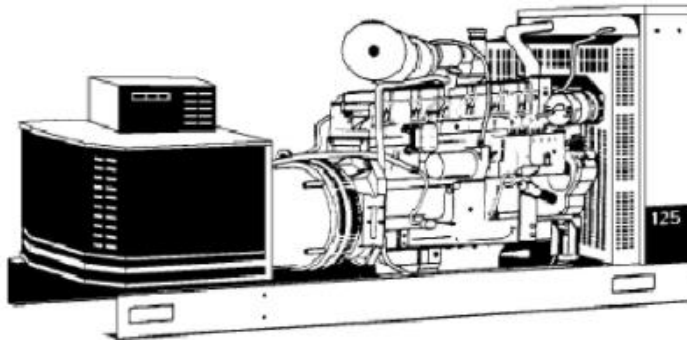


Fig. 1 - Planta de emergencia

Una planta de emergencia es una máquina que mueve un generador de electricidad a través de un motor de combustión interna. Se le llama planta de emergencia al sistema que está diseñado para operar en el momento en el que la energía de un lugar comience a hacer insuficiente o inclusive haya un fallo total en el sistema. De esta manera se trata de un lugar que cuenta con dos suministros eléctricos (o incluso más) y en donde es necesario garantizar el funcionamiento continuo de la maquinaria del lugar.

Una planta de emergencia es una maquina compleja la cual permite abastecer electricidad a un edificio en caso de que el suministro de corriente falle parcial o totalmente. Es básicamente un generador eléctrico u otros sistemas para generar y almacenar energía para un plazo medio o largo.

Este tipo de equipos se pueden emplear en lugares como: oficinas, fábricas, locales comerciales, estadios, u otros. Y en algunos casos pasa a ser indispensable su

instalación, como es el caso de los hospitales, data centers o laboratorios de investigación.

La planta de emergencia se utiliza para dos tipos de servicio:

- Servicio de emergencia: Opera hasta 300 horas por año. Y se utilizan en lugares donde se tiene sistemas de distribución por parte de las compañías suministradas y donde se requiere que nunca falte la energía.
- Servicio continuo: Operan por varias horas, entre 300 y 500 horas por año. Y se utilizan en lugares alejados donde las compañías suministradoras no tienen acceso, en otras palabras, donde no hay suministro.

2.2.1 Funcionamiento

La función primordial de las plantas de emergencia es suministrar energía cuando falla el sistema principal de alimentación eléctrica como el de la compañía de luz y de la Comisión Federal de Electricidad (CFE).

Cuando falla el sistema de alimentación eléctrica, la planta de emergencia tiende a trabajar, en este caso existen dos maneras para que el equipo pueda activarse, los cuales son:

- Automática

La planta de emergencia es automática cuando opera por sí sola, realizando cinco funciones: arrancar, proteger, transferir carga, retransferir carga y paro. Este equipo solo requiere de la supervisión y mantenimiento preventivo.

El equipo arranca automáticamente cuando detecta que el suministro de energía eléctrica tiene una falla y deja sin energía al edificio, luego cuando regresa la energía eléctrica el equipo se para 10 minutos después.

- Manual

Las plantas manuales, son aquellas que requieren que se opere manualmente un interruptor para arrancar o parar dicha planta. Una persona deberá acudir al lugar

donde está la planta instalada para arrancarla y hacer manualmente la transferencia.

Normalmente esas plantas se utilizan en aquellos lugares en donde no se cuenta con energía eléctrica comercial, tales como: construcción, aserradores, poblados pequeños, etc. Por lo que su servicio es continuo.

Cabe mencionar que hay equipos que tienen las dos formas de arrancar, quiere decir, que puede arrancar de forma automática, sin embargo, si hay una falla al arranque automático esta se puede activar manualmente en el mismo tablero de control.

2.2.2 Partes y componentes

1) Motor de combustión interna

- Sistema de combustible
- Sistema de lubricación
- Sistema de enfriamiento
- Sistema de arranque
- Sistema de protección

2) Generador de corriente alterna

- Sistema de excitación
- Sistema de regulación de voltaje

3) Sistema de control, protección, medición y alarmas

4) Sistema de transferencia automática (Incluye módulo de protecciones eléctricas)

A continuación se muestra en la **Fig.2** la ubicación típica de los componentes en el grupo de electrógenos:

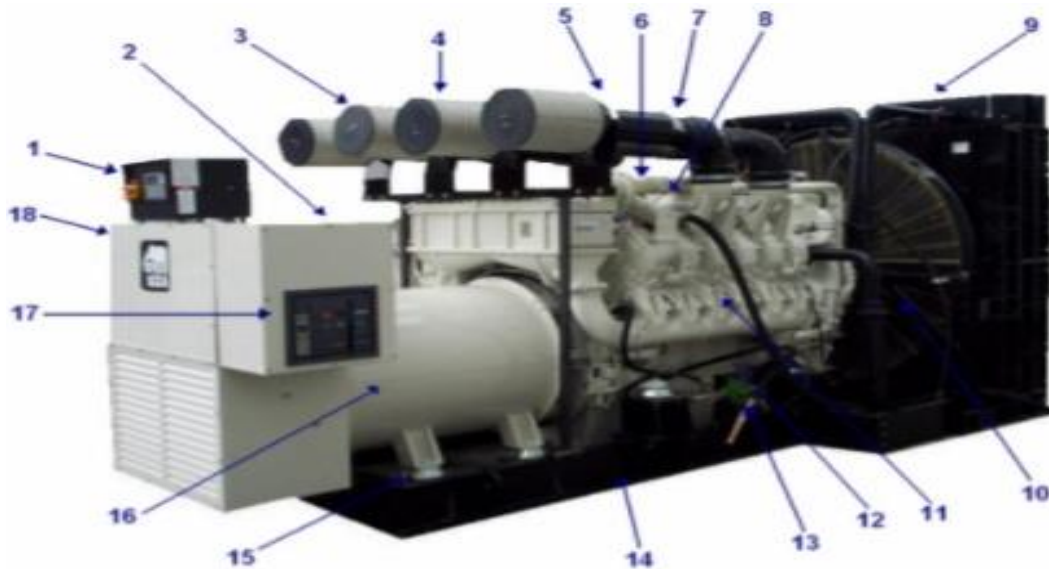


Fig. 2 - Partes de la planta de emergencia

ELEMENTO	DESCRIPCIÓN
1	Panel de control
2	Placa de datos
3	Filtros de aires
4	Soporte de baterías
5	Motor
6	Alternador
7	Bombas de combustible
8	Turbo
9	Radiador
10	Guarda del ventilador
11	Motor de combustión interna
12	Cárter
13	Bomba para drenar el aceite del cárter
14	Base estructural
15	Amortiguador
16	Generador

17	<i>Interruptor</i>
18	<i>Regulador de voltaje automático</i>

Tabla 1.- Partes de la planta de emergencia

2.2.3 Importancia de una plana de emergencia

Las plantas de emergencia son de vital importancia dentro de una industria o institución donde se requiere mantener un suministro de energía continuo o donde el equipo o maquinaria no deba suspender su proceso. También pueden ser utilizados donde no haya suministro de energía.

Por lo que es importante que por el tipo de actividad o función que desempeña no se interrumpa el servicio, es así como las plantas son comunes en hospitales, hoteles, cines, centros comerciales, etc.

Por ejemplo, es de suma importancia que una planta de emergencia se active en los siguientes lugares:

- Hospitales en áreas de cirugía, recuperación, cuidado intensivo, salas de tratamientos, etc.
- Instalaciones de alumbrado de locales a los cuales acude un gran número de personas.
- En la industria de proceso continuo.
- En instalaciones de computadoras, bancos de memoria, equipos de procesamientos de datos, radar, etc.

2.2.4 Clasificación de las plantas de emergencias

Las plantas de emergencia con motores de combustión interna se clasifican:

De acuerdo al tipo de combustible:

- a) Con motor a gas (LP) o natural.
- b) Con motor a gasolina.
- c) Con motor a diésel.
- d) Sistema Bifuel (diésel/gas)

De acuerdo a su instalación:

- a) Estacionarias.
- b) Móviles.

Por su operación:

- a) Manual.
- b) Automática.

Por su aplicación:

- a) Emergencia.
- b) Continua.

2.3 Sistema eléctrico

Un sistema eléctrico, propiamente dicho, está constituido por todos aquellos elementos y dispositivos destinados a conducir flujos eléctricos, conectados en circuito cerrado y cuya función es la de suplir la demanda de fuerza eléctrica necesaria para el funcionamiento en forma segura y satisfactoria de aquellos aparatos y equipos que requieren para su operación de una fuente externa de energía. Dicha fuente externa de energía llega desde el sistema eléctrico propio de la edificación, el cual a su vez es alimentado desde las redes de distribución de las empresas de servicio eléctrico.

Las redes de distribución externa, cualesquiera que sean sus características y configuración, son generalmente operadas y mantenidas por las propias empresas de servicios y corresponden a éstas garantizar las mejores condiciones de suministro en el punto de interconexión o entrada de acometida para cada edificación.

Se definen así dos sistemas: el sistema eléctrico propio de la edificación y el sistema externo de distribución de la empresa prestadora del servicio eléctrico.

El punto de interconexión se establece generalmente en la ubicación de los dispositivos de protección y medición de acometida. En este punto se colocan los

interruptores principales de corte de suministro de energía, aguas debajo de los equipos de medición, dando origen al sistema eléctrico interior.

Los servicios normales o generales están constituidos por todas las cargas consideradas no esenciales en el funcionamiento de la edificación. Forman parte de ellas los circuitos correspondientes al alumbrado general, circuitos de tomacorrientes de uso general, equipo de aire acondicionado, ventilación forzada y otros. Los servicios preferenciales o de emergencia engloban todas aquellas cargas consideradas como esenciales para la operación del plantel en casos de emergencia. Se consideran cargas esenciales, en el caso de edificaciones escolares, los circuitos de iluminación de pasillos, auditorios, vías de escape y acceso, salidas de emergencia, sistemas de señales y protección contra incendios.

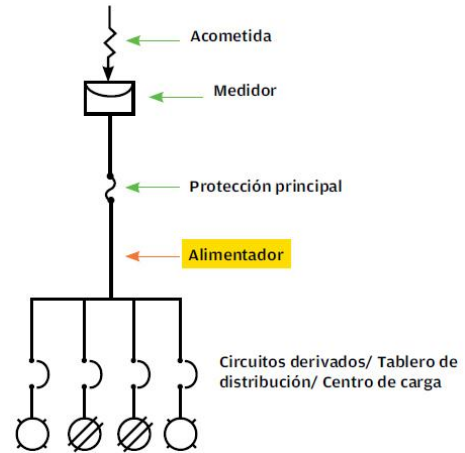
Un sistema eléctrico convencional está constituido por los siguientes elementos:

- a) Transformador
- b) Interruptores principales
- c) Tableros de distribución
- d) Tuberías
- e) Cables
- f) Aparatos de alumbrado
- g) Salidas para conexión de equipos portátiles (tomacorrientes)
- h) Salidas especiales para equipos fijos
- i) Medios de desconexión e interruptores de protección
- j) Sistema de puesta a tierra
- k) Dispositivo para control de alumbrado
- l) Cajas de empalme y/o derivación

2.3.1 Diagrama unifilar

Un esquema o diagrama unifilar es una representación gráfica de una instalación eléctrica o de parte de ella.

El esquema unifilar se distingue de otros tipos de esquemas eléctricos en que el conjunto de conductores de un circuito se representa mediante una única línea, independientemente de la cantidad de dichos conductores. Típicamente el esquema unifilar tiene una estructura de árbol. Unifilar se refiere a una sola línea para indicar conexiones entre diferentes elementos, tanto de conducción como de protección y control.



Los diagramas son muy útiles cuando se trata de interpretar de manera sencilla por donde se conduce y hasta donde llega la electricidad. Generalmente incluyen dispositivos de control, de protección y de medición, aunque no se limiten solo a ellos.

2.3.2 Transformadores y tableros

➤ Transformadores

Se denomina transformador a una máquina eléctrica que permite aumentar o disminuir la tensión en un circuito eléctrico de corriente alterna, manteniendo la frecuencia.

El uso de los transformadores en el campo doméstico como en el industrial, cobran gran importancia ya que con ellos podemos cambiar la amplitud del voltaje, aumentándola para ser más económica la transmisión y luego disminuyéndola para una operación más segura en los equipos.

Son dispositivos de gran tamaño utilizados para la generación de energía y también el transporte de la electricidad. Los transformadores de potencia industriales y domésticos, que operan a la frecuencia de la red eléctrica, pueden ser monofásicos o trifásicos y están diseñados para trabajar con voltajes y corrientes elevados.

Para que el transporte de energía resulte rentable es necesario que en la planta productora de electricidad un transformador eleve los voltajes, reduciendo con ello la intensidad. Las pérdidas ocasionadas por la línea de alta tensión son proporcionales al cuadrado de la intensidad de corriente por la resistencia del conductor. Por tanto, para la transmisión de energía eléctrica a larga distancia se utilizan voltajes elevados con intensidades de corriente reducidas.

En el extremo receptor los transformadores reductores reducen el voltaje, aumentando la intensidad, y adaptan la corriente a los niveles requeridos por las industrias y las viviendas.

Los transformadores se pueden clasificar de la siguiente manera:

De acuerdo a su capacidad:

- a) Distribución (< 500 kVA)
- b) Potencia (> 500 kVA)

➤ Tableros eléctricos

Un tablero eléctrico es una caja o gabinete que contiene los dispositivos de conexión, maniobra, comando, medición, protección, alarma y señalización, con sus cubiertas y soportes correspondientes, para cumplir una función específica dentro de un sistema eléctrico. La fabricación o ensamblaje de un tablero eléctrico debe cumplir criterios de diseño y normativas que permitan su funcionamiento correcto una vez energizado, garantizando la seguridad de los operarios y de las instalaciones en las cuales se encuentran ubicados.

En una instalación eléctrica, los tableros eléctricos son la parte principal, y en dichos tableros eléctricos se encuentran los dispositivos de seguridad y los mecanismos de maniobra de dicha instalación. En términos generales, los tableros eléctricos son gabinetes en los que se concentran los dispositivos de conexión, control, maniobra, protección, medida, señalización y distribución, todos estos dispositivos permiten que una instalación eléctrica funcione adecuadamente.

2.3.3 Sistema de alumbrado

Un sistema de alumbrado es un conjunto de elementos, que se diseña para proporcionar una visibilidad clara y los aspectos estéticos requeridos en un espacio y actividades definidas.

Esto se realiza seleccionando las mejores luminarias y lámparas que proporcionan el nivel de iluminación adecuado para cada tarea y se minimicen efectos de brillo directo y reflejado buscando en todos los casos optimizar el uso de energía y reducir el costo operativo.

Un sistema de alumbrado está conformado por los siguientes elementos:

- a) Lámparas: Son las encargadas de transformar la energía eléctrica en luminosa.
- b) Luminarias: Son los gabinetes que contienen a las lámparas y en algunos casos también el balastro, además sirven para controlar y dirigir el flujo luminoso de una o más lámparas.
- c) Balastos: Son dispositivos electromagnéticos, electrónicos o híbridos, los cuales limitan la corriente de las lámparas y cuando es necesario, la tensión y corriente de encendido.
- d) Dispositivos de control: Son dispositivos tales como apagadores, fotoceldas, controladores de tiempo, sensores de movimiento, etc. Para el control de los sistemas de iluminación.

2.3.3.1 Sistema de iluminación de LUTRON

Quantum es un sistema de control de iluminación y manejo de energía de LUTRON que otorga manejo total al combinar la línea más completa de controles de iluminación, cortinas eléctricas, balastos digitales, drivers LED y sensores, bajo un mismo conjunto de software.

El sistema de iluminación inteligente Quantum se caracteriza por la facilidad que se proporciona al mantenimiento, la amabilidad con la que se maneja el sistema es destacable, por ello proceder con el mantenimiento del sistema resulta de algo en lo que cualquier persona puede ser muy eficaz.

CAPÍTULO 3

3. Manual de mantenimiento de la planta de emergencia de 800 KW del edificio sede de la judicatura federal de San Luis Potosí

3.1 Introducción

Este manual de mantenimiento se enfoca para darle vida útil y larga a la planta de emergencia, mostrando los pasos a seguir para darle un mantenimiento preventivo y correctivo.

Este manual de mantenimiento contendrá operaciones detalladas que se debe realizar al equipo, por ejemplo la información de mantenimiento para los motores de Mitsubishi Heavy.

Se deberá de leer detenidamente este manual antes de proceder con la operación, inspección y trabajos de mantenimiento para su correcto uso.

Se deberá cumplir con las instrucciones de este manual de lo contrario puede provocar accidentes graves.

3.1.1 Información Importante

- Para evitar el peligro potencial, la prevención de accidente se debe de planificar las actividades de forma tridimensional y considerar todos sus aspectos (funcionamiento del motor, mantenimiento y la inspección).
- El principal objetivo de seguridad es prevenir los accidentes que pueden resultar en lesiones o muerte, o equipo a dañar.
- Observar siempre las leyes o reglamentos del gobierno federal/nacional.
- Este manual no puede prever todos los peligros (potenciales del motor, peligro potencial por causas humanas u otras causas), por lo tanto es imposible indica todas las precauciones en este manual o en las etiquetas de advertencia. Por lo tanto, es extremadamente importante seguir las instrucciones de este manual y también medidas generales de seguridad en el funcionamiento.
- El motor debe de ser operado e inspeccionados solo por personas cualificadas de los motores y sus peligros.

- Para evitar accidentes, no intente realizar cualquier otra operación que no sea la descrita en este y no utilice el motor para ningún propósito.

3.1.2 Advertencias

- Quite los objetos sueltos del equipo, ya que los puede succionar el ventilador del motor.
- Verifique que no haya obstrucción en el área de salida del aire caliente del radiador o del escape del motor.
- Emplear extinguidores con clasificación ABC, según las normas NFPA, DIN, ISO.
- Verificar los niveles de aceite y refrigerante antes de arrancar el equipo.

Por otra parte se mostrara en la **Tabla 2** las direcciones o letreros que se encontrara en este manual.




 DANGER	Indica una situación de peligro y si no se evita dará como resultado lesiones graves.
 WARNING	Indica una situación potencialmente peligrosa que si no se evita podría ver lesiones más serias.
 CAUTION	Indica una situación potencialmente peligrosa que si no se evita podría ocasionar lesiones moderas.
CAUTION	Indica una situación potencialmente peligrosa y si no se evita puede dañar.

Tabla 2.- DE INDICACIONES DE ADVERTENCIAS

NOTA: El incumplimiento de estas instrucciones podría provocar accidentes graves que podría resultar daño en el equipo, lesiones personales o muerte en el peor caso.

3.1.3 Abreviaturas, estándares y otros

A continuación se mostraran las abreviaturas y estándares que se estarán utilizando en este manual.

- API: American Petroleum Institute (Instituto de Petróleo Americano)

- ASTM: American Society for Testing and Materials (Sociedad Americana para Pruebas y Materiales)
- ISO: International Organization for Standardization (Organización Internacional de Normalización)
- JIS: Japanese Industrial Standards (Normas Industriales Japonesas)
- LLC: Long Life Coolant (Líquido refrigerante de larga vida)
- MIL: Military Specifications and Standards (Especificaciones y Estándares Militares)
- MSDS: Material Safety Data Sheet (Hojas de datos de seguridad del material)
- SAE: Society of Automotive Engineers (Sociedad de ingenieros automotrices)

3.2 Nombre de las partes de la planta de emergencia

3.2.1 Diagramas externos del motor (Fig.3, Fig.4, Fig.5 y Fig.6)

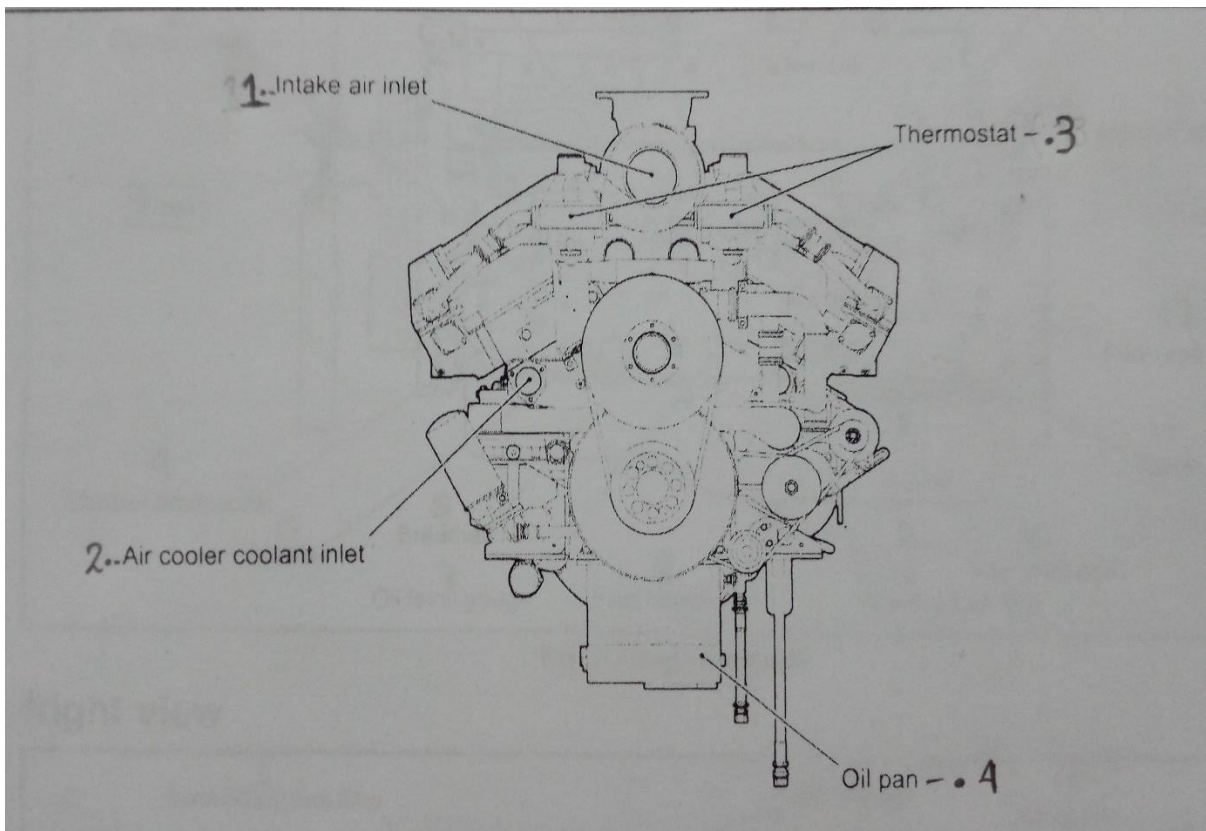


Fig. 3 - vista frontal del motor

- 1.- Entrada de aire de admisión
- 2.- Entrada de refrigerante y refrigerador de aire
- 3.- Termostato
- 4.- Colector de aceite

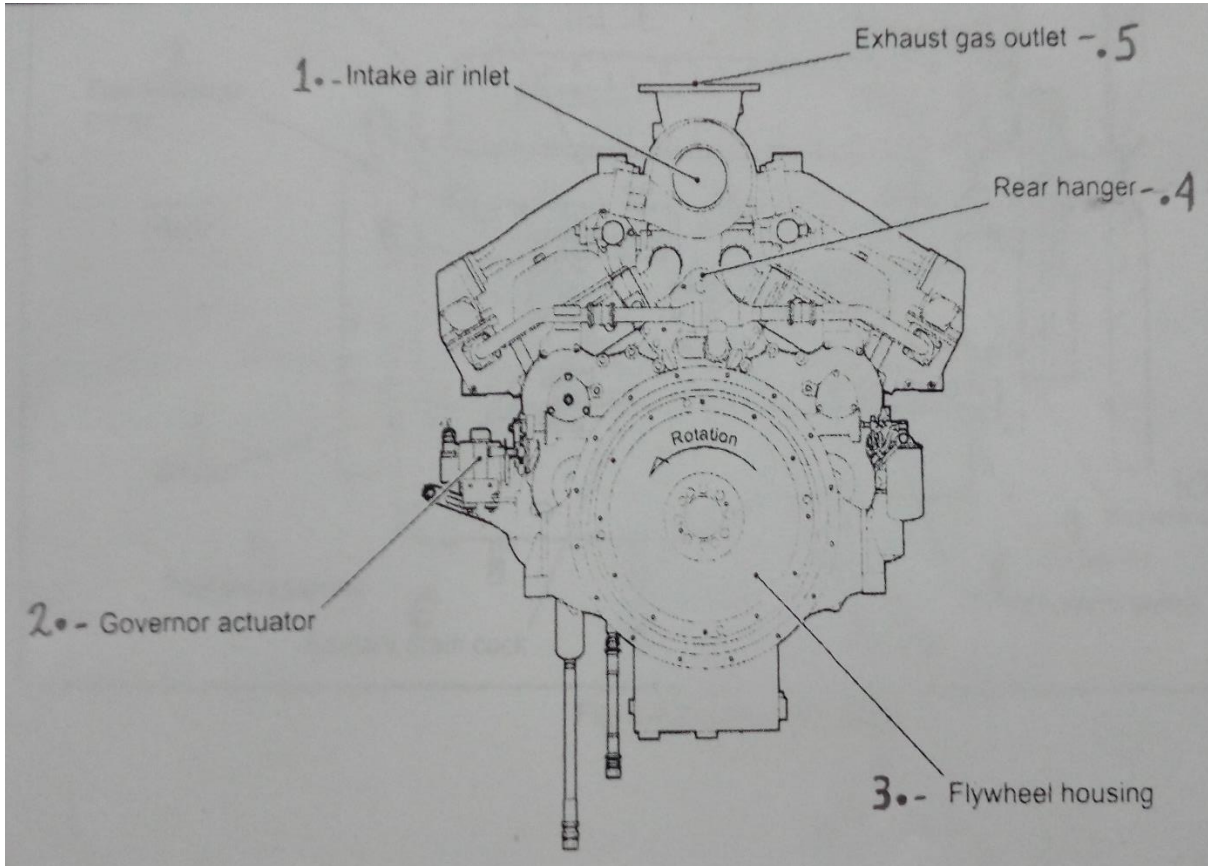


Fig. 4 - Vista posterior del motor

- 1.- Entrada de aire de admisión
- 2.- Actuador del regulador
- 3.- Carcasa del volante
- 4.- percha trasera
- 5.- Salida de escape de gas

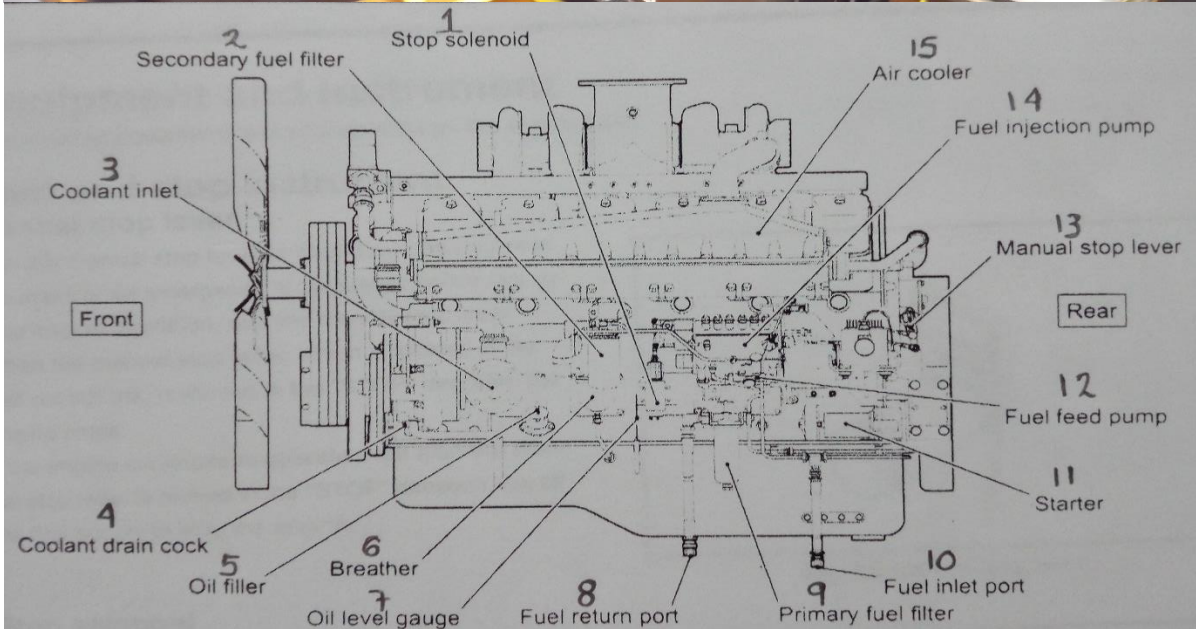
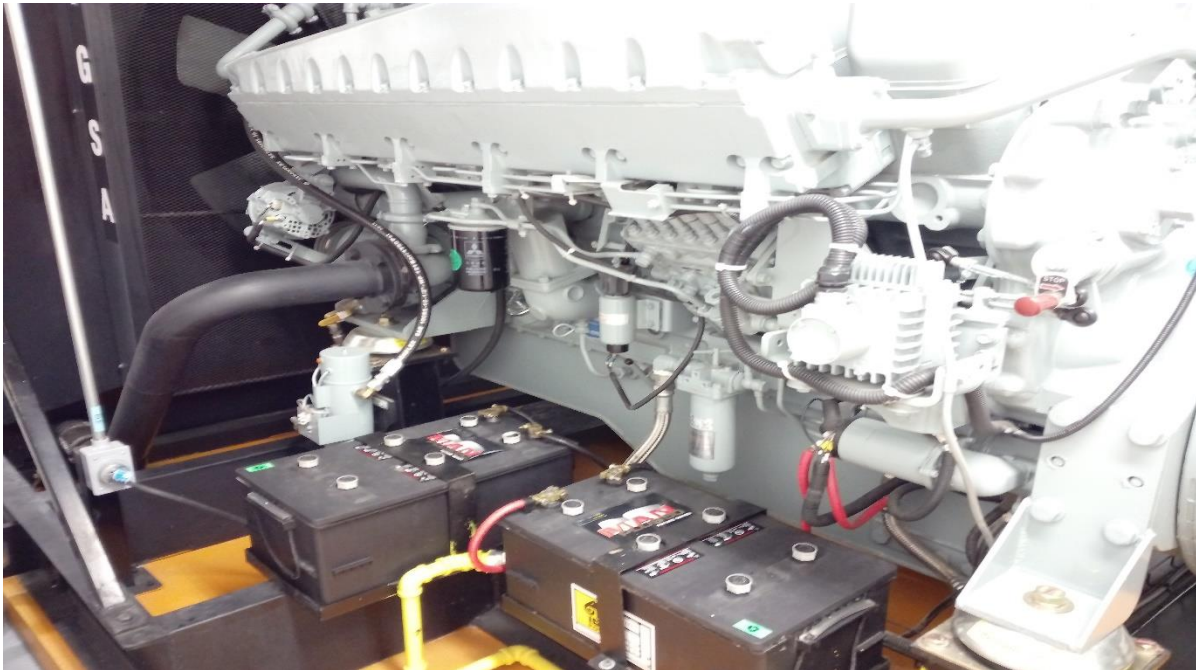


Fig. 5 - Vista de lado izquierdo del motor

- | | |
|---|---|
| 1.- Solenoide de parada | 9.- Filtro de combustible primario |
| 2.- Filtro de combustible secundario | 10.- Puerto de entrada de combustible |
| 3.- Entrada de refrigerante | 11.- Motor de arranque |
| 4.- Válvula de drenaje del refrigerante | 12.- Bomba de alimentación de combustible |
| 5.- Relleno de aceite | 13.- Palanca de parada manual |
| 6.- Descanso | 14.- Bomba de inyección de combustible |
| 7.- Indicador de nivel de aceite | 15.- Aire acondicionado |
| 8.- Puerto de retorno de combustible | |

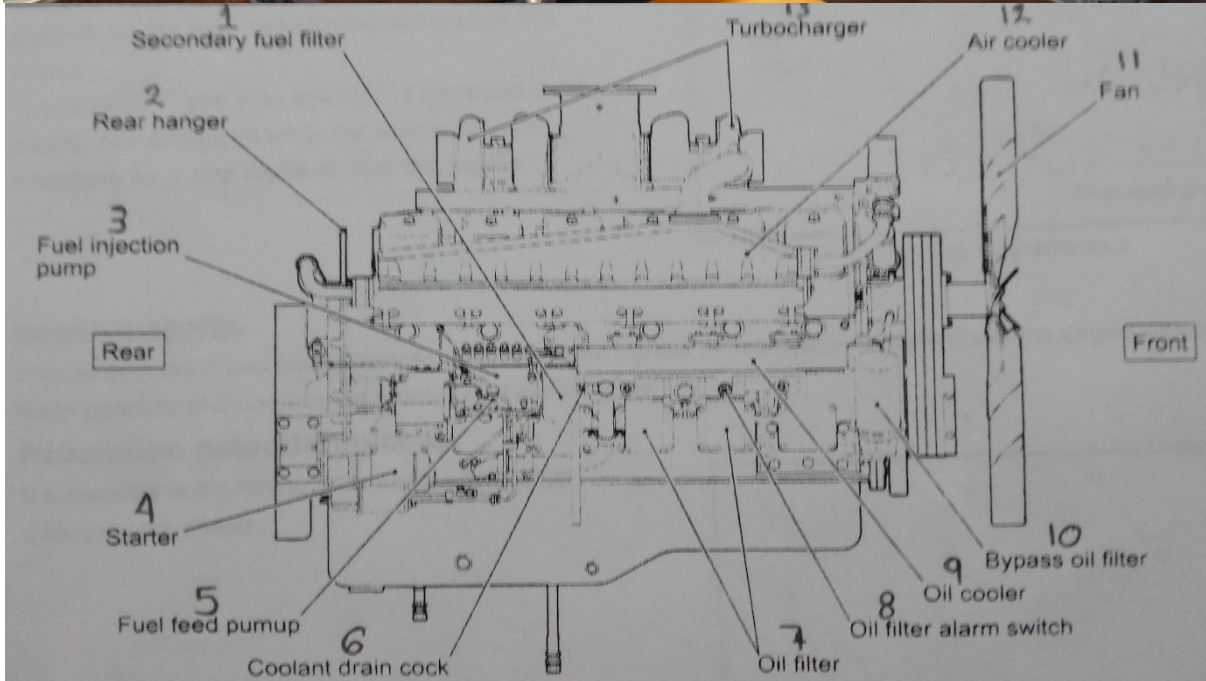
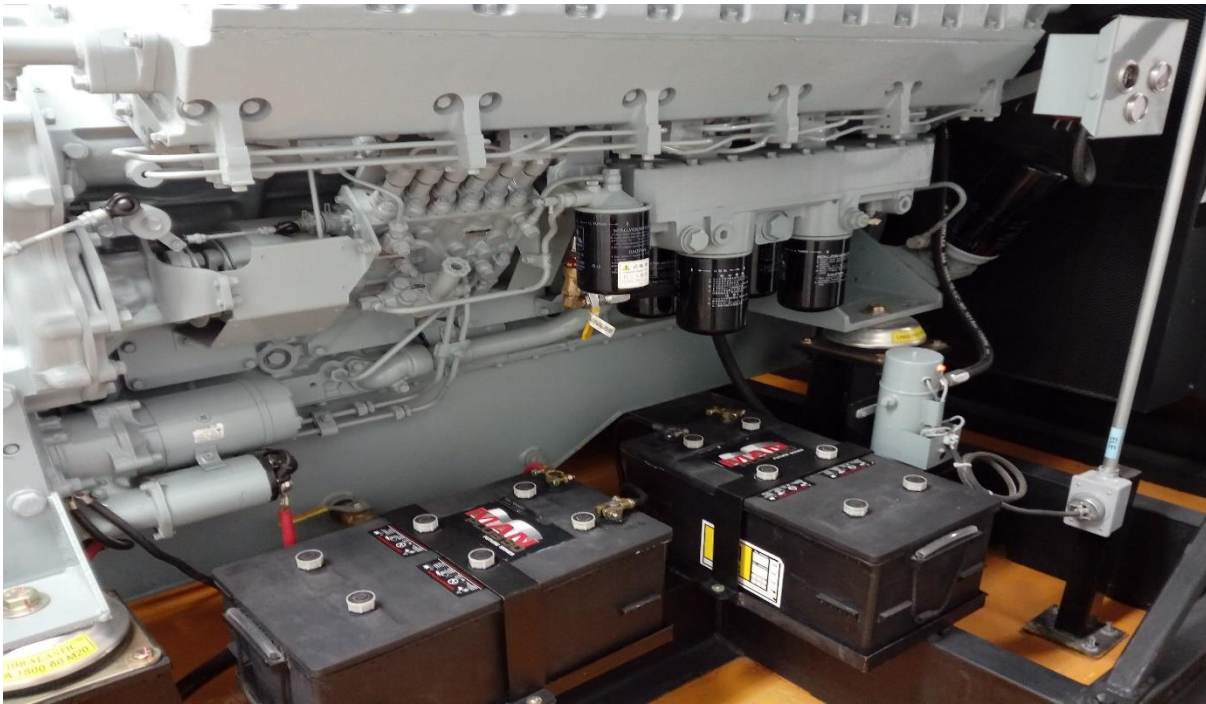


Fig. 6 - Vista de lado derecho del motor

- | | |
|---------------------------------------|---|
| 1.- Filtro de combustible secundario | 5.- Bomba de alimentación de combustible |
| 2.- Guardabosque posterior | 6.- Válvula de drenaje del refrigerante |
| 3.- Bomba de inyección de combustible | 7.- Filtro de aceite |
| 4.- Motor de arranque | 8.- interruptor de alarma de filtro de aceite |

- 9.- Enfriador de aceite
- 10.- Derivación del filtro de aceite
- 11.- Ventilador

- 12.- Aire acondicionado
- 13.- Turbocompresor

3.2.2 Equipo e instrumento

Arranque y paro

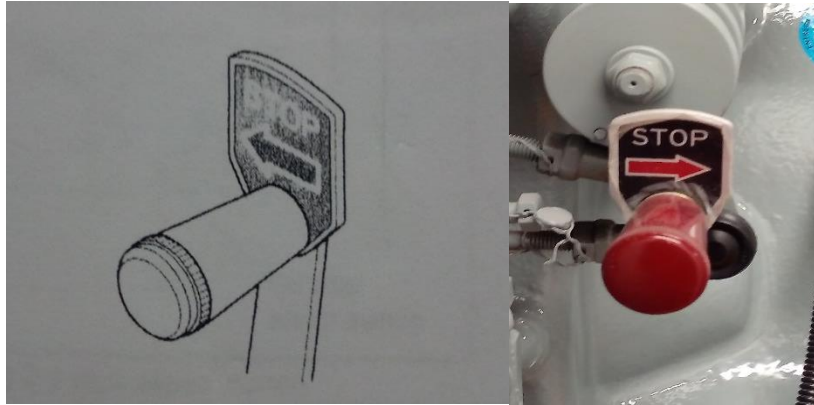


Fig. 7 - Palanca de parada manual

En la **Fig.7** se muestra la palanca de parada manual que se utiliza para apagar el motor en caso de una emergencia. Por ejemplo, si el interruptor de paro automático falla se utiliza la palanca de parada manual para detener el funcionamiento del motor.

Quiere decir que cuando la palanca se mueve en dirección del “STOP”, se corta el suministro de combustible para parar el motor.

Por otra parte el solenoide de parada (**Fig.8**) funciona para el apagado normal del motor.

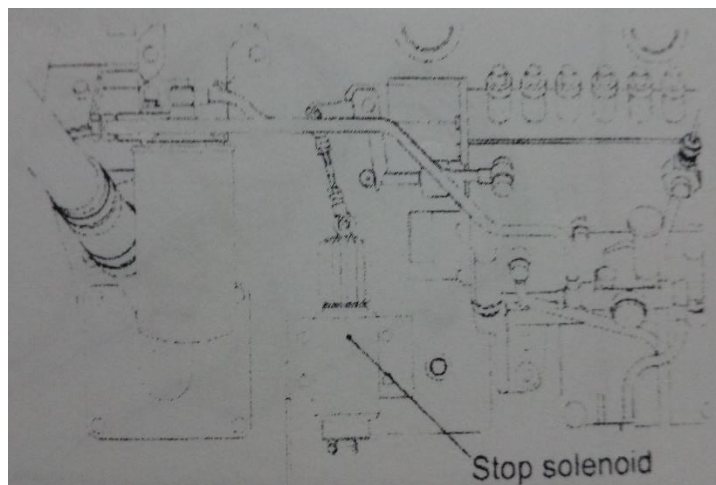


Fig. 8 - Solenoide de parada

El solenoide de parada mueve el bastidor de bomba de inyección de combustible y en consecuencia para el motor.

El solenoide de parada tipo RUN OFF está equipado en este motor.

Cabe mencionar que este no está energizado mientras que el motor está funcionando.

El dispositivo de detección de revoluciones es un instrumento que se instala en la caja de engranaje de distribución y siempre detecta la velocidad del motor.

Este dispositivo es de transmisión y transmite señales a los instrumentos necesarios del funcionamiento del motor.

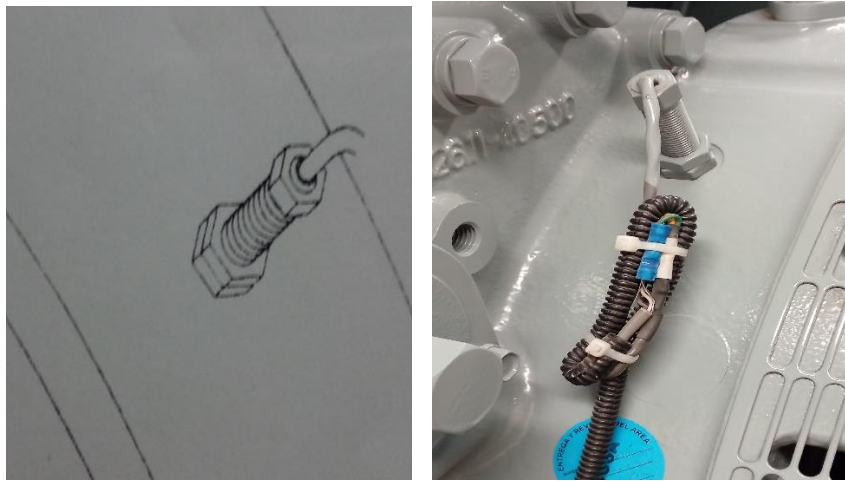


Fig. 9 - Detección de revoluciones

3.2.3 Dispositivo de protección del motor

Los dispositivos de protección del motor activan una alarma cuando se produce una anomalía en el motor y así evitar problemas graves y accidentes. Cuando se activa un dispositivo de protección se deberá detener el motor y encontrar la anomalía y tomar medidas correctivas. Sin embargo, si la causa del problema es desconocida, se deberá de poner en contacto con el distribuidor de Mitsubishi Heavy Industries. Los dispositivos de protección instalados en el motor, sus tipos (valores de ajuste) y formas varían dependiendo de las especificaciones del motor.

A continuación, se mostrará dos dispositivos de protección:

El conmutador de alarma del filtro de aceite (**Fig.10**) genera una alarma cuando el filtro se obstruye de aceite, quiere decir que esto pasa cuando la diferencia de presión entre la entrada y la salida del aceite alcanza el valor especificado

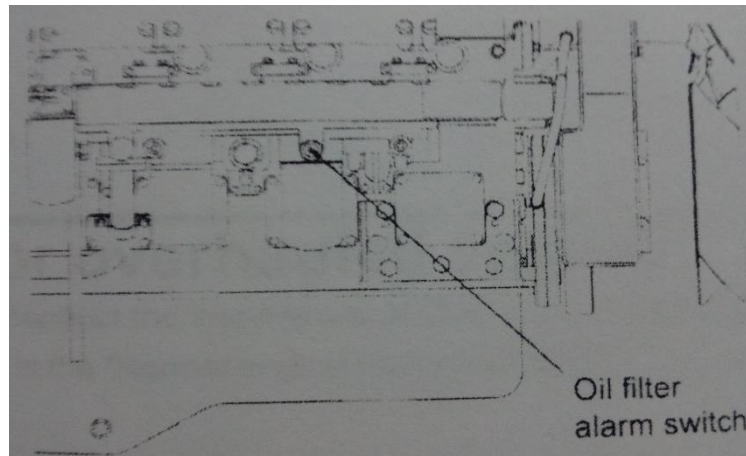


Fig.10 - Interruptor de alarma del filtro de aceite

El indicador de filtro de aire (**Fig.11**) avisa con su señal roja cuando los elementos del filtro de aire se obstruyen.

El indicador de filtro de aire solo indica la señal y no genera una alarma. Por lo tanto, el periodo de inspección es necesario.

Presione el botón de reinicio en el indicador de filtro de aire y así restaurar la señal después de limpiar el filtro de aire o sustituirlo por uno nuevo. El filtro de aire tiene que tener una revisión para que este pueda seguir funcionando de la mejor manera, lo cual se explicara a continuación:

1. Revisar el indicador de filtro de aire para el elemento de obstrucción.
2. Si el elemento está obstruido, el marcador de señal rojo es visible
3. Inmediatamente limpiar o reemplazar el filtro de aire cuando la señal se vuelve roja.
4. Después de realizar el control, se presiona la parte inferior en la parte superior del indicador para restablecer la señal de alarma

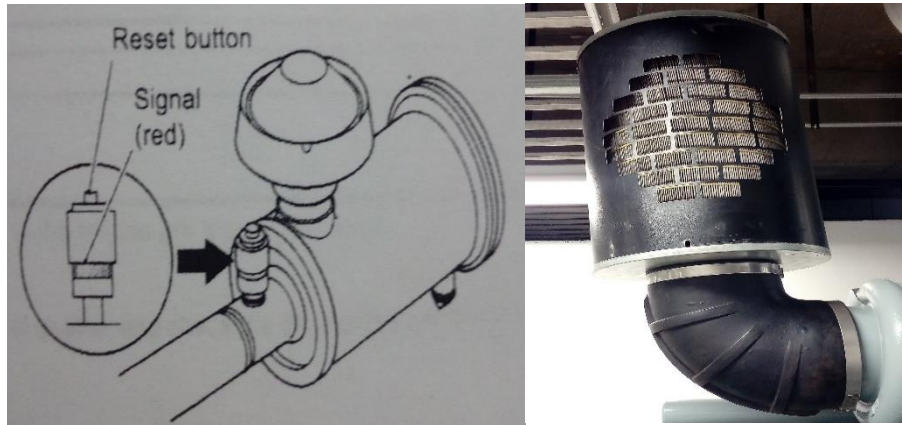


Fig. 11 - Indicador de filtro de aire y filtro de aire de la planta de emergencia

3.3 Operación

Se observa en la **Tabla 2** las especificaciones del motor que le estaremos dando mantenimiento preventivo y correctivo.

Especificaciones	
Modelo de motor	S12A2-YPTA
Tipo	Ciclo de 4 tiempos refrigerado por agua, turboalimentado con enfriador de aire.
Diámetro de cilindro	150 x 160 mm (5.9 x 6.30 in)
Desplazamiento	33.93 L (2070 cu.in)
Tipo de combustión	sistema de inyección directa)
Índice de compresión	14.5 : 1
Dimensiones (L x W x H)	Aproximadamente: 2060 x 1382 x 1542 mm
Peso	Aprox. 2920 KG
Combustible	Diésel
Filtro de combustible	Tipo giratorio
Método de lubricación	Circulación forzada (Presión de circulación por bomba de aceite)
Aceite lubricante	Clase CF (Clasificación de servicio API)
Capacidad de aceite del motor	Recipiente de aceite: Aprox. 100L Motor completo: Aprox. 120 L

Capacidad de refrigerante	Aprox. 100L
Sistema de arranque	Arranque de motor eléctrico
Alternador	24V DC – 30 ^a
Turbocompresor	Mitsubishi TD13 x 2

Tabla 2.- Tabla de especificaciones

A continuación, se explicará algunos contenidos lo cual se debe de realizar antes de que el motor funcione, ya que, al no hacerlo puede traer daños y acortar la vida útil del motor. Se debe de tener en cuenta lo siguiente para prevenir dichos daños:

CAUTION

- Evitar derrame de agua (agua de lluvia) y entradas de materiales extraños a la entrada de aire.
- Evitar la entrada de materiales extraños a las piezas giratorias.
- Evitar la conexión de agua y polvo al sistema eléctrico.
- Utilizar el motor a 5 y 40 °C (41 a 104 °F).

Se debe recordar que antes de proceder con la operación de un motor revisado o nuevo, se deberá realizar las inspecciones necesarias que se presentan a continuación:



CAUTION

No se deberá de quitar el colador al llenar el depósito de combustible.

1. Se deberá asegurar de que el interior del depósito de combustible y el suministro de combustible del motor estén completamente limpios.
2. Llenar el depósito de combustible con el combustible que el motor utilice, en este caso se utiliza DIESEL.
3. Retirar la alimentación de combustible y comprobar que el combustible este descargado.

4. Se vuelve a instalar el tapón de drenaje y el tubo de alimentación de combustible.
5. Se volverá a llenar el depósito hasta que el indicador de nivel de combustible indique la línea de nivel "COMPLETO".

NOTA: Se deberá tener precaución cuando se maneje el combustible, asegurándose que no halla llamas abiertas u otros riesgos de incendio cerca del motor. Cabe mención que el combustible estropeado puede causar un incendio por lo tanto se deberá limpiar el combustible derramado.

3.3.1 Sistema de combustible

Cuando el combustible rebase el tapón de ventilación, se deberá limpiar completamente. Ya que el combustible derramado puede provocar riesgos. Después del derrame se deberá bloquear el cebado firmemente, si la tapa de cebado no está bien cerrada esta puede traer daños, causando fuga de combustible.

A continuación se explica cómo se deberá bloquear el cebado **(Fig.12)**.

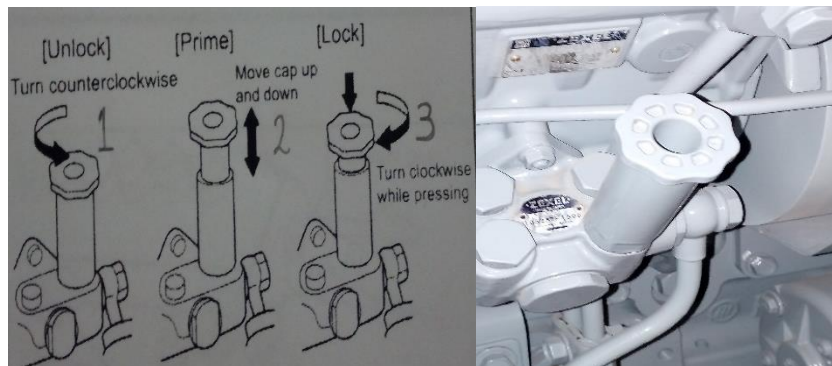


Fig.12 - Bomba de cebado

- 1.- Girar a la izquierda.
- 2.- Mover la tapa hacia arriba y hacia abajo.
- 3.- Gire hacia la derecha mientras presión

Mientras alimenta el combustible con la bomba de cebado, purga el aire de la ubicación más cercana al depósito de combustible que es el separador de agua, el filtro de combustible y luego la bomba de inyección de combustible.

Filtro de combustible

CAUTION

Si los tapones de ventilación de aire, la rosca del soporte o las arandelas del sellado están dañadas se deberá sustituirla con nuevos.

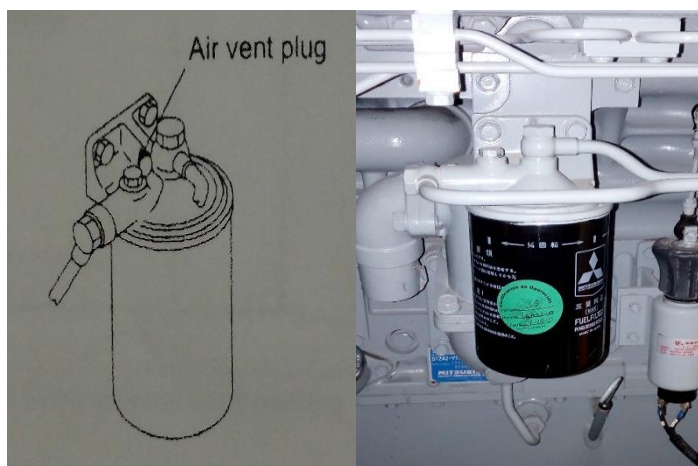


Fig. 13 – Filtro de combustible (Tapón de ventilación)

- 1.- Aflojar el tapón de sellado del filtro de combustible aproximadamente 1.5 vueltas.
 - 2.- Mover la bomba de cebado hacia arriba y hacia abajo.
 - 3.- Cuando el combustible del tapón de ventilación se libere de burbujas de aire, pare el cebado y apriete el tapón de ventilación al par especificado.
- Para un mantenimiento preventivo se deberá limpiar el elemento dentro del filtro girando el mango del filtro de combustible 1 o 2 vueltas en la dirección de la flecha.

Bomba de inyección de combustible

A continuación se muestran los pasos a seguir para la bomba de inyección de combustible.

- 1.- Aflojar el tapón de ventilación de la bomba de inyección de combustible girando alrededor de 1.5 vueltas.

2.- Mover la bomba de cebado hacia arriba y hacia abajo hasta que el flujo del tapón de ventilación esté libre de burbujas de aire. Empuje y gire la bomba de cebado hacia la derecha para bloquear en la posición original cuando el combustible fluya libre de burbujas.

3.- Apriete el respiradero de la bomba de inyección de combustible.

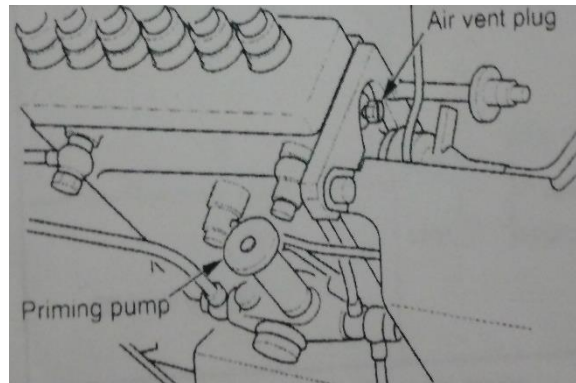


Fig. 14 – Bomba de inyección de combustible

3.3.2 Preparación del sistema de lubricación



El llenado del aceite del motor debe estar especificado en el nivel. Si el aceite de relleno pasa por encima de las altas marcas de nivel de aceite, el aceite del motor puede soplar hacia afuera, por lo consiguiente, los componentes del motor se ven afectados negativamente por incremento de temperaturas del aceite.

A continuación, se pone la lista a pasos a seguir:

1. Retirar la tapa del relleno de aceite.
2. Llenar el depósito de aceite del motor con el aceite de motor especificado hasta el nivel especificado.
3. Retirar la tapa del balancín y vierta aceite en el motor.
4. Volver a instalar las cubiertas del balancín.
5. Comprobar el nivel de aceite en el cárter de aceite como sigue:
6. Sacar el medidor de nivel de aceite y limpiarlo con un paño.
7. Introducir completamente el indicador de nivel de aceite en la guía del nivel de aceite y, después extraer el indicador de nuevo.

8. El nivel de aceite adecuado es entre alto y bajo, si el nivel de aceite está bajo, se agregara aceite al motor.
9. Revisar el cárter de aceite y otra área para ver si hay fugas de aceite. Reparar la fuga de aceite si la hay.

1.- Filtro de aceite **(Fig. 15)**

2.- Indicador de nivel de aceite **(Fig.15)**

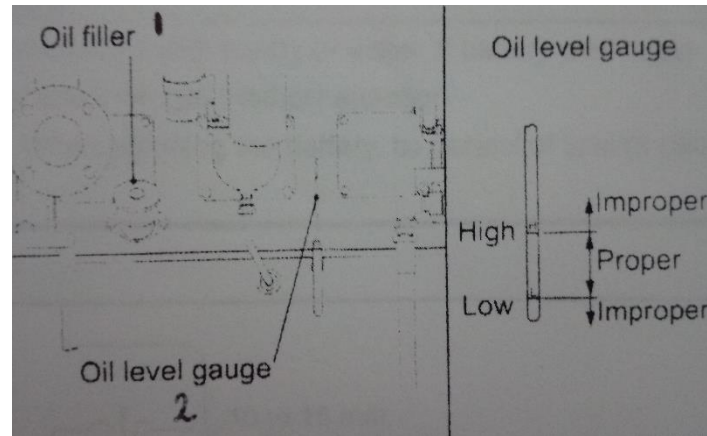


Fig.15 - Llenado de aceite y nivel de aceite

A continuación se muestran pasos a seguir para saber el nivel de aceite del motor, ya que si eso no se observa puede que el aceite del motor sople hacia afuera.

- 1.- Sacar el medidor de aceite de nivel y limpiar con un paño de desecho.
- 2.- Insertar el indicador de nivel de aceite completamente y posteriormente extraer el indicador nuevamente.
- 3.- El nivel de aceite adecuado es entre alto y bajo en el indicador de nivel de aceite.
- 4.- Si el nivel de aceite es bajo, retire la tapa de llenado de aceite y agregue aceite de motor del tipo especificado al nivel alto
- 5.- Instalar la tapa de llenado de aceite después de rellenarla.
- 6.- Revisar el depósito de aceite y otra área para ver si hay fugas de aceite.



Fig. 16 – Filtros de aceite

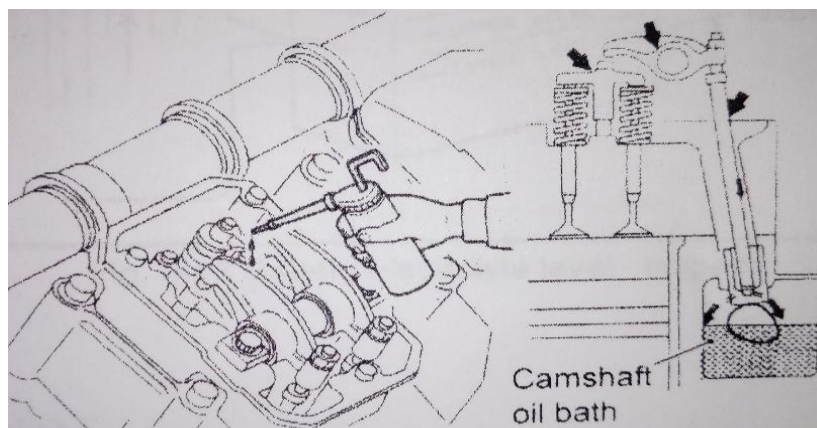


Fig. 17 – Verter el aceite del motor en los mecanismos de la válvula

3.3.3 Preparación del sistema eléctrico

Inspección de baterías



Si el electrolito de la batería se derrama en la ropa o sobre la piel se deberá enjuagar inmediatamente con abundante agua.

Si el electrolito de la batería tiene contacto con los ojos, de la misma manera se tendrá que lavar inmediatamente con agua y posteriormente recibir atención médica.

Se deberá de tomar en cuenta lo siguiente si se presentara un accidente: El electrolito de la batería se evapora durante el uso y el litio del electrolito disminuye gradualmente, se toma en cuenta que el nivel adecuado de la superficie del electrolito está entre el nivel inferior y las líneas de nivel superior. Para la batería sin líneas de nivel, la palanca adecuada de la superficie del electrolito es de aproximadamente 10 a 15 mm por encima de la parte superior de las placas. Si el nivel de electrolito es bajo, se deberá retirar las tapas y agregar agua destilada hasta el nivel adecuado.

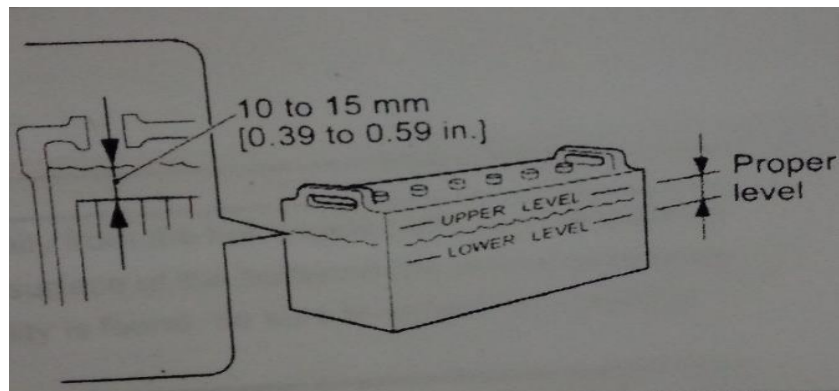


Fig. 18 - Nivel de electrolito de la batería



Fig.19 - Baterías

A continuación se explica la operación de prueba que se debe realizar al sistema, lo cual se deberá de seguir los siguientes pasos:

Arranque y paro

1. Arrancar el motor

2. haga funcionar el motor a baja velocidad de ralentí sin carga durante 5 a 10 minutos para una operación de calentamiento
3. Parar el motor

Inspección

1. Dejar el motor parado durante unos 30 min.
2. Durante ese periodo, se deberá revisar el motor y el área circulante para ver si ha fugas de combustible, aceite o refrigerante.
3. A los 30 min. De la parada del motor se deberá comprobar el nivel de aceite con el indicador de aceite.
4. Si el nivel de aceite es bajo se tendrá que agregar aceite (el relleno de aceite deberá de ser del misma marca y tipo).
5. Abrir la tapa de relleno del radiador y comprobar el nivel de refrigerante.



Quite la tapa del radiador solo después de que el motor se haya enfriado a temperatura ambiente, luego coloque un paño de desecho sobre la tapa, afloje la tapa aproximadamente a media vuelta o coloque la palanca en posición vertical para liberar la presión interna.

Nunca abra el tapón de llenado del radiador mientras el motor está caliente, de lo contrario el vapor o el refrigerante caliente salen y el operario será escaldado con ella.

6. Si el nivel del refrigerante es bajo, se deberá agregar refrigerante al nivel especificado.

En el Poder Judicial SEDE 1 de San Luis potosí se le realiza esta prueba a la planta de emergencia, una vez al mes siempre finalizando el mes, esta prueba se realiza con el afán de tener un mantenimiento preventivo y observar que todo esté trabajando de manera correcta. Si por alguna razón hay una falla, es donde se hará el mantenimiento correctivo.

CAUTION

Si se observa una anomalía del motor durante el funcionamiento, se deberá detener el motor y corregir el problema.

3.3.4 Funcionamiento normal del motor

A continuación se explica que inspecciones en el exterior del motor se debe realizar, para que el motor opere normalmente y sin complicaciones.

1. Asegurarse que no haya material combustible cerca. Además se deberá comprobar que el motor y las baterías estén limpios. Si hay materiales cerca del motor se tendrá que retirar.
2. Revisar que el motor se encuentre sin fugas, y si las hay se deberá de reparar.
3. Revisar visualmente los pernos y las tuercas.
4. Se revisara los cableados eléctricos incluyendo los arrancadores y el alternador.
5. Se debe asegurar que las siguientes válvulas, tapones y clavijas estén abierto o cerrados correctamente:
 - Válvula de alimentación de combustible: abierta
 - Llave de drenaje del refrigerante (tapón): Cerrada
 - Válvula de drenaje de aceite: Cerrada
 - Válvula de suministro de aire: Abierta

Depósito de combustible – Drenaje de agua



Cuando trabaje alrededor de combustible, asegúrese de que no hay llamas abiertas, calentadores u otros peligros de incendio. Limpie completamente el combustible derramado ya que el combustible derramado puede encenderse y provocar un incendio

Si el combustible se mezcla con partículas de material extraño tales como polvo, suciedad o agua, esta puede causar disminución de la producción así también como el mal funcionamiento del combustible.

Para evitar este tipo de problema, se debe drenar el tanque de combustible, lo cual se explicara a continuación:

1. Preparar el cárter de aceite (2 L) de bajo del grifo de drenaje del depósito de combustible.
2. Abrir el coctel de drenaje y drene el combustible en mínimo de 1 a 2L.
3. Asegurarse de que el agua y las partículas de material extraño sea descargado con combustible, luego se cierra el grifo de drenaje.



Fig. 20 - Tanque de combustible



Fig. 21 - Grifo de drenaje

Nivel de refrigerante

Anteriormente ya se ha dado las precauciones que se debe de tener antes de abrir la tapa del refrigerante.

Por consiguiente se mencionara algunos pasos para saber el nivel de refrigerante, ya que si está bajo puede traer consecuencias.

1. Abrir el tapón de llenado del radiador (**Fig.22**) y checar el nivel de refrigerante.

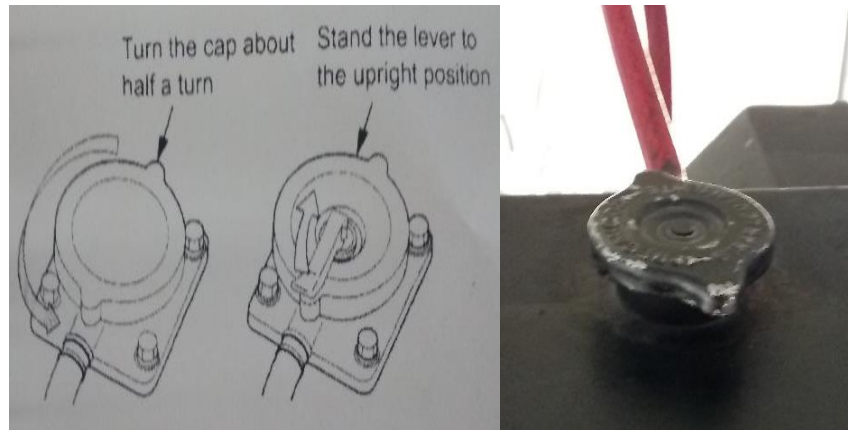


Fig. 22 - Tapón de llenado

- Gire la tapa alrededor de media vuelta.
 - Coloque la palanca en la posición vertical
2. Si el nivel de refrigerante es bajo, agregue refrigerante al nivel especificado. En esta planta de emergencia tenemos que abrir la tapa del radiador y así observar en cuanto está el nivel de refrigerante (**Fig. 24**). Por lo que visualizamos que esta bien el nivel de refrigerante.



Fig.23 - Radiador

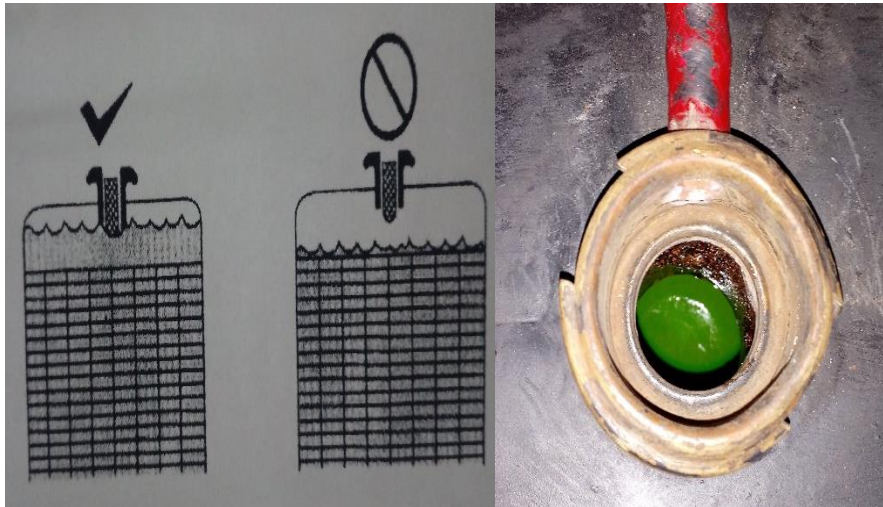


Fig. 24 - Nivel de refrigerante del radiador

3. Si un tanque de reserva está equipado, llene el tanque de reserva con refrigerante hasta la línea de nivel “completo”.

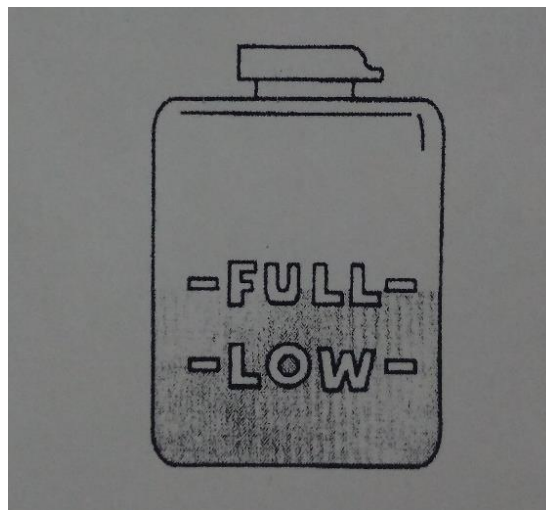


Fig. 25 - Nivel de refrigerante del tanque de reserva

Temperatura del amortiguador

Se deberá revisar la temperatura del amortiguador, es recordable usar la etiqueta grafica (**Fig. 26**) para la gestión de la temperatura del amortiguador. Revisar la etiqueta grafica después del arranque del motor.

- Compruebe que la parte térmica de la termo etiqueta es negra

- Tenga en cuenta la temperatura más alta de la parte térmica. Observe la temperatura periódicamente y compruebe la anomalía de la alteración de la temperatura.

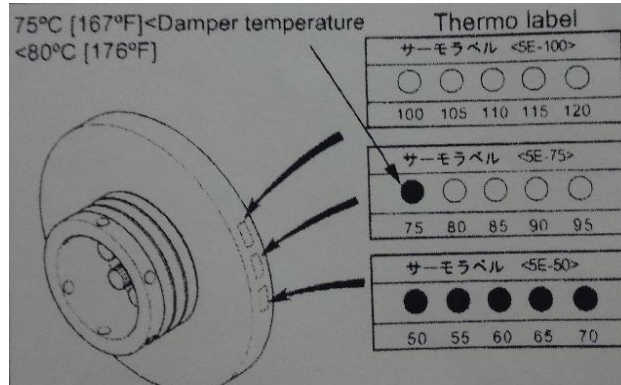


Fig.26 - Thermo etiqueta del amortiguador



Fig.27 - Amortiguador del motor

CAUTION

Si se encuentra la anomalía de la alteración de la temperatura, se deberá consultar con el distribuidor de Mitsubishi Heavy.

3.3.5 Arranque del motor

Automático

La planta debe arrancar por sí sola, siempre y cuando este en modo AUTOMÁTICO, al haber un corte de suministro de energía eléctrica.

El tiempo estimado de arranque es de 10 a 15 segundos debido al temporizador de retardo de arranque, lo que permite eliminar transitorios de red que dan falsas señales para que la planta llegue a activarse.

Si el motor no llegara a arrancar, se tienen otros 3 intentos de arranque más, los cuales los hace el sistema por sí solo, si no enciende aparecerá una indicación de Falla de arranque en la pantalla. Cada intento de arranque se realiza en un intervalo de 5s debido a que existe un temporizador de Activación de Protecciones, lo que permite que se establezca algunos parámetros del motor y evitar algunas fallas en el mismo.

¿Que se tiene que hacer si no arranca la planta después de vencer la cantidad de intentos de arranque en forma automática? Aquí es donde debemos de utilizar el modo manual para operar el equipo.

Manual

En este modo la planta solo arrancará presionando el botón de arranque, aquí no existe retardo de arranque.

Si el motor no llegara a arrancar, se tienen otros 3 intentos de arranque más, los cuales los hace el sistema por sí solo, si no enciende aparecerá una indicación de Falla de arranque en la pantalla. Si se presenta una Falla de arranque se presionará el botón *Detener/Restablecer* para restablecer la unidad, se debe restablecer la operación del motor (reconectar el solenoide de combustible), posteriormente seleccione el modo *Manual* nuevamente y presione el botón de *Arranque*. Esta vez el motor debe arrancar y si no es así se debe comprobar que el motor está completamente operacional y que el solenoide de combustible está funcionando. Una vez encendido el motor, la carga será transferida hasta presionar el botón *transferir al generador* y se deberá hacer hasta que se active la señal de transferencia de carga, esto para asegurar una presión adecuada de aceite y por lo tanto prevenir desgaste excesivo del motor. Una vez que se haya restablecido el suministro de energía eléctrica se presiona el botón de *transferir a red*.

CAUTION

No utilice una carga en el motor al arrancar. El funcionamiento continuo del arrancador alimentara la batería y hará que el arrancador se apodere. No utilice el arranque por más de 10 segundos a la vez. Cuando el motor no arranque se volverá a poner la llave a la posición OFF y se esperara más de 1 minuto antes de volver arrancar.

Operación de calentamiento

Para esta operación no se debe acercarse a las piezas giratorias durante el funcionamiento, ya que el enredo por partes giratorias puede causar lesiones graves.

Después de que el motor arranque, se debe hacer funcionar el motor en una condición de no carga a baja velocidad de ralentí durante 5 a 10 minutos para calentar el motor.

- Comprobación de la presión del aceite del motor

Durante la operación de calentamiento, compruebe si la presión de aceite está en el rango del valor estándar (o.15 Mpa {1.53 kgf/cm²} [21.76 psi] o más). SE tiene que asegurar que el manómetro de presión de aceite esté funcionando correctamente.

- Inspección externa durante calentamiento

Se comprueba visualmente la vista externa del motor, sea fugas de combustible, aceite de motor, refrigerante, o gases de escape de las juntas

3.3.6 Precauciones al operar

WARNING

No se debe acercarse a las piezas giratorias durante el funcionamiento. Enredarse por rotación de piezas puede causar quemaduras.

CAUTION

No se deberá tocar ninguna parte caliente del motor, como los tubos de escape, durante el funcionamiento o inmediatamente después del disparo. Un motor caliente puede causar quemaduras.

CAUTION

Siempre se debe proporcionar ventilación adecuada para el cuarto del motor. Si la sala de aire no es suficiente, la temperatura ambiente subirá y puede afectar al motor.

Durante las primeras 50 horas, se hará funcionar el motor con carga ligera para la operación de ruptura. El manejo del motor con bajas cargas pesadas o condiciones severas durante el periodo de prueba o rodaje puede acortar la vida útil del motor.

No se deberá de apagar el interruptor de la batería mientras el motor siga funcionando.

Operar el motor con una carga nominal de 30% o más por más de 5 minutos después de una operación continua puede evitar la acumulación de carbono.

3.3.7 Inspección durante la operación

- Se debe revisar cuidadosamente el exterior del motor, como por ejemplo las juntas de tubería, para detectar fugas.
- Se debe comprobar si hay ruidos o vibraciones anormales del motor, tales como golpes.
- Se comprobará el color del gas excesivo del mufler del escape.
- Se comprobará los indicadores y calibradores para el funcionamiento correcto y asegúrese de que indica valores normales

DATO	ESTANDAR
Presión de aceite del motor	0.49 a 0.64 ,Mpa {5 a 6.5 kgf/cm ² } [71 a 92 psi]
Temperatura del refrigerante	70 a 90 °C [58 a 194°F]

Tabla 3.- Valores estándar a velocidad nominal

Nota:

- a) Cuando la presión del aceite desciende por debajo de 0.29 Mpa o por debajo de 0.10 Mpa se deberá detener el motor inmediatamente.

Se debe se localizar la causa del problema y corregirlo antes de recurrir al motor.

- b) Cuando el termostato se activa en normal, se debe ralentizar el motor durante 5 a 6 minutos para realizar la operación de enfriamiento antes de detener el motor. Se debe de localizar la causa del problema y se deberá corregir antes de recurrir al motor.

3.3.8 Paro del motor

Tenemos que tener en cuenta que el método de parada del motor puede variar dependiendo de las especificaciones. Por eso se deberá seguir las instrucciones de acuerdo con las especificaciones del equipo.

El paro de motor también se puede hacer de las dos maneras, manual y automático.

Automático:

El paro se hará igualmente de manera automática después de que se haya restablecido el suministro de energía eléctrica, debido a que existe un temporizador de retardo de re-transferencia que opera para asegurarse que la petición de arranque se ha retirado definitivamente y no es sólo una señal momentánea, después de esto la carga se transfiere del generador al suministro de red e inicia el temporizador de enfriamiento.

El tiempo de enfriamiento permite al sistema operar sin carga y enfriarse lo suficiente antes de detenerse. Después de que el temporizador de enfriamiento ha expirado, el sistema es detenido.

Manual o paro de emergencia

Para detener el sistema se tiene que presionar el botón de Detener/Restablecer, el sistema se detiene de inmediato.



CAUTION

Si detiene el motor mientras golpea una operación de alta velocidad, puede causar un desajuste al motor y acortar la vida útil del motor.

Antes de detener el motor, se hará girar el motor en marcha baja durante 5 o 6 minutos para realizar la operación de enfriamiento y revisar el motor para anomalías.

No reinicie el motor inmediatamente después de un apagado anormal. Cuando el motor se detiene con las alarmas se debe asegurar de encontrar el problema y corregirlo antes de reiniciar el motor.

Al parar el motor tirando de la parada manual, se deberá continuar tirando de la palanca hasta que el motor se detenga por completo. Si no es así, el motor puede comenzar de nuevo.

Para realizar la parada de emergencia, tire de la parada manual hacia la dirección de la flecha. Se continúa tirando de la palanca hasta que el motor se detenga completamente.

3.4 Combustible

3.4.1 Combustible recomendado

Para esta planta de emergencia del poder judicial de la federación de San Luis Potosí vamos a utilizar únicamente el combustible que se va a especificar en este manual, debemos de tener precaución a no volver a llenar el tanque de combustible más que el nivel especificado, ya que puede provocar un incendio.

Se deberá de utilizar el combustible que se especificara en la **Tabla 4** y **Tabla 5**, es necesario utilizar el combustible que tenga un punto de fluidez adecuado para la temperatura.

ESPECIFICACIONES	CLASIFICACIÓN
ISO 8217	Clase DMX
ASTM D975	No. 1-D, No. 2-D
BS 2869	Clase A1, Clase A2
DIN 51601	Combustible DIESEL

JIS K2204	Tipo 1, Tipo 2 y Tipo 3
EN 590	Combustible DISEL

Tabla 4.- Combustible recomendado

3.4.2 Manejo de combustible

Cuando se utilice el depósito de combustible en el tanque de almacenamiento, se deberá reposa durante más de 24 horas para que el polvo y el agua puedan asentarse en la parte inferior. A continuación, se utiliza el combustible limpio superior, se llena el tanque después de cada operación.

Esto evitara que el agua se mezcle con el tanque y por otra pate genera tiempo para que el polvo y el agua se separen y se depositen en la parte inferior del tanque.

Antes de volver a carga, se debe limpia las áreas de alrededor de las tapas a fondo. Tendemos que limpiarnos las manos y la manguera antes de reabastecer.

Como recomendación, debemos de asegurarnos de usar un colador al llenar el tanque de combustible, para así lograr una filtración completa, se recomienda utilizar un paño sin pelusa junto con el colador.

PROPIEDADES		Límites de recomendación	Límites para usar	Método de prueba
Punto de inflamabilidad		50 °C (122 °F) o más alto		JISK 2265 ISO3769 ISO2719
Destilación	punto inicial de ebullición	170°C (338°F) o más alto		JISK 2254 ISO 3405
	90% temperatura del destilado	330 a 380°C (626 a 716 °F)		
Punto de vertido		6°C (42°F) o inferior a la temperatura ambiente		JIS K 2269 ISO 3016
Filtro de agua fría (CFPP)		3°C (37 °F) o inferior a la temperatura ambiente		JIS K 2288 IP309/96
Residuo de carbón (10% aceite residual)		0.4 % en peso o inferior	1.0% en peso o inferior	JIS K 2270 ISO 6615 ISO 10370
Numero de cetano		45 o más alto		JIS K 2280 ISO 5165

Índice de cetano		45 o más alto		JIS K 2280 ISO/DIS42 64
Viscosidad cinemática		2 mm ² /s o mas a 30°C 8.0 mm ² /s o mas a 30°C		JIS K 2283 ISO 3104
Contenido sulfuroso		0.2 % en peso o inferior	1.0% en peso o inferior	JIS K 2541 ISO 4260 ISO8754
Contenido de agua y sedimento		Volumen 0.1% o más bajo		JIS K 2275 ISO 3733
Contenido de cenizas		0.01% por masa o menos	0.03% en peso o inferior	JIS K 2272 ISO 6245
Densidad en 15°C		0.83 a 0.87 g/cm ³	0.80 a 0.87 g/cm ³	JIS K 2249 ISO 3675
Caulking	24 hrs a 250°C	75% de carbonización o menos	80% de carbonización o menos	Fed 79B
	24 hrs a 230°C	55% de carbonización o menos		
	48 hrs a 180°C	Tar-free(Libre de alquitrán)		
Sustancia desconocida		5.0 mg/Litro o menos		JIS B 9931 ISO 4405
Aplicaciones para el motor		Para uso principal y continuo	Para uso estándar	Selección conforme a la aplicación

Tabla 5.- Límite recomendado y límite de uso de la propiedad de combustible

3.5 Aceite de motor

3.5.1 Aceite de motor recomendado

CAUTION

Nunca utilice otros aceites.

El uso de aceites inapropiados o inferiores resultará la adherencia de los anillos del pistón, la toma entre el pistón y el cilindro, o el desgaste prematuro del cojinete y de las piezas móviles, y acorta significativamente la vida de servicio del motor.

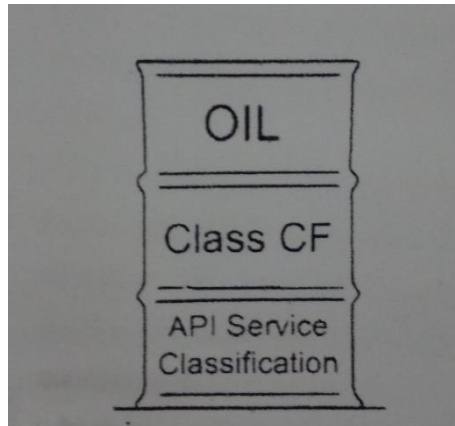


Fig.28 - Aceite del motor recomendado

Muchos estándares de petróleo, que se establecen mediante pruebas del motor, están disponible para calidad del aceite en función de los motores a los que se aplica y en las condiciones de funcionamiento. Entre esas normas, las clasificaciones de servicio API (Instituto de Petróleo Mexicano) se utilizan principalmente para clasificar el aceite de motor.

SAE especifica la viscosidad solamente, mientras que la clasificación del servicio API indica el nivel de calidad de aceite del motor.

Para el aceite de lubricación del motor, se utiliza el servicio API en la clasificación CF.

3.5.2 Selección de la viscosidad del aceite

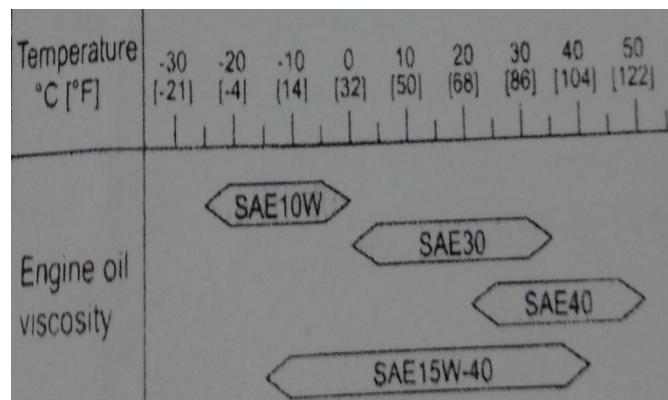


Fig.29 - Selección de la viscosidad del aceite

Se muestra una tabla en la **Fig. 29**, con esa tabla se podrá seleccionar la viscosidad apropiada del aceite según la temperatura. La viscosidad del aceite excesivamente alta causa pérdida de potencia y un aumento anormal de la temperatura del aceite, mientras que la viscosidad demasiado baja del aceite acelera el desgaste debido a una lubricación inadecuada, y provoca una disminución en la salida del motor debido a la fuga de gas de combustión.

3.5.3 Deterioro del aceite del motor

- El aceite del motor se deteriora debido al deterioro natural y debido a la contaminación. El deterioro natural del petróleo tiene dos causas principales, una es la degradación causada por la reacción de oxidación o la descomposición térmica del aceite base y los aditivos, y el otro es la degradación en el rendimiento debido al consumo de aditivos durante el uso.
- Contaminantes como el combustible y los productos de combustión (Hollín, vapor de agua o productos de oxidación) que penetran en el petróleo tienen una influencia crítica en la calidad del aceite. El hollín se adhiere a la capa de aceite de la pared del cilindro, y es raspado de la pared de cilindro por el anillo del pistón. El hollín aumenta la tasa de sustancias insolubles en el aceite del motor y puede causar el desgaste de los anillos del pistón y del cilindro.
- El proceso de contaminación y deterioro se acelera con el tiempo de operación.
- Los productos de deterioro y contaminantes en el aceite del motor si es una pequeña cantidad, son inofensivos ya que pueden ser dispersados en aceite. Sin embargo, si es una cantidad enorme, se vuelven dañinos. Tales productos y los contaminantes vierten el cárter de aceite y empiezan acumularse en el pistón y el sistema de aceite, que eventualmente llevan como el anillo de pistón de adherencia y el rozamiento de cojinetes.
- Debido al oxígeno en el aire, el aumento de la temperatura del aceite bajo un funcionamiento continuo de alta carga provoca la degradación de la oxidación. A medida que la degradación de la oxidación se acelera, los productos oxidativos polimerizados hacen que la viscosidad del aceite aumente, lo que

conduce a la generación de lodos y barnices. Como resultado, problemas tales como fallo de lubricación y adherencia del anillo de pistón que producen sustancias ácidas generadas por la oxidación y eso puede causar problemas como la corrosión del cojinete principal.

3.5.4 Límites de servicio del aceite del motor

El aceite del motor se degrada a través del uso y por lapso de tiempo. El aceite del motor afecta el aceite del motor u la calidad del combustible. Analizar el aceite usado, y comprender la condición del deterioro del aceite y la degradación del aceite. Para determinar el momento de la sustitución del aceite del motor, se requiere la estabilidad del motor.

PROPIEDADES		ESTANDAR	METODO DE PRUEBA
Viscosidad cinética	mm ² / s a 100°C	3.0% o menos cambio de aceite nuevo	JIS K 2283 ISO 3107 ISO 2909
		10mm ² / s o mas	
Número total de base	mgKOH/g	2.0 o más con el método de ácido clorhídrico (HCL) 1/2 de aceite nuevo o más con el método del ácido perclórico	JIS K 2501 ISO 9029
Contenido de agua	Vol. %	0.2 o mas	JIS K 2275 ISO 9029
Punto de Inflamabilidad	°C	180 o mayor	JIS K 2265 ISO 3769 ISO2719

Tabla 6.- Propiedades del aceite del motor

3.5.5 Servicio de análisis de aceite del motor

Para un servicio a largo plazo, se recomienda obtener un servicio de análisis del motor que es un sistema para entender la disponibilidad del aceite del motor utilizando su motor mediante herramientas de muestreo.

El servicio de análisis de aceite del motor ofrece lo siguiente:

- La cantidad de polvo de metal fino en el motor debido a la abrasión por la cual se pueden ubicar las partes desgastadas.
- Agua, LLC o sal que no debe ser aceite de motor puede ser detectado

- Las condiciones de deterioro del aceite del motor, mediante las cuales pueden planificarse intervalos apropiados de renovación del aceite del motor, condiciones de operación, inspección y mantenimiento adecuados. El servicio de análisis de aceite del motor puede diagnosticar el estado interno del motor, que es necesarios al desmontar el motor. Es muy recomendable tomar la condición del motor antes de que se produzca cualquier mal funcionamiento del motor.

3.6 Refrigerante LLC (Líquido refrigerante de larga vida)

3.6.1 Agua recomendada para el refrigerante

Se deberá de utilizar agua blanda para el sistema de refrigeración del motor. La calidad de agua deberá de cumplir con los requisitos que se muestra en la siguiente tabla.

PROPIEDADES	SIMBOLO QUIMICO	UNIDAD	VALOR RECOMENDADO	LIMITE	PRINCIPAL EFECTO ADVERSO
Ph (25°C)	-	-	6.5 a 8.0	6.5 a 8.5	Corrosión y oxido, formación de incrustaciones
Conductividad eléctrica (25°C)		Ms/m	< 25	< 40	Corrosión y oxido, formación de incrustaciones
Dureza total	CaCO3	ppm	< 95	< 100	Formación de incrustaciones
Ion de cloro	CL ⁻	ppm	< 100	< 100	Corrosión y oxido
Ion de ácido sulfúrico	SO4 ²⁻	ppm	< 50	< 100	Corrosión y oxido
Hierro total	Fe	ppm	< 1.0	< 1.0	Formación de incrustaciones
Residuo de la operación		ppm	< 250	< 400	Formación de incrustaciones

Tabla 7.- Normas de calidad de agua

Básicamente, la calidad de agua debe estar en el valor recomendado, sin embargo, se puede llegar hasta el límite es aceptable.

3.6.2 Especificaciones de LLC

LLC se deberá examinar de acuerdo con JIS K2234 sección 7, y satisfacer esta especificación. Los asuntos generales y la muestra al examen se muestran en JIS K2234.

PROPIEDADES				ESTANDAR
Externo				Sin precipitaciones
Densidad				Mínimo 1.112 g/cm ³ (20/20°C)
Contenido de agua				Máximo 5.0% en peso
Temperatura congelada		30 vol. %		-14.5 °C o menos
		50 vol. %		-34.0°C o menos
Ph				7.0 a 11.0
Burbujeante (ASTM D3306-01)		30 vol. %		4.0 ml o menos
		33 1/3 vol. %		150 ml o menos
causticidad metálica (88 ±2°C, 336± 2 Hr)	Pieza de prueba	Cambio masivo	Aluminio	±0.30 mg/cm ²
			Hierro fundido	±0.15 mg/cm ²
			acero	±0.15 mg/cm ²
			latón	±0.15 mg/cm ²
			soldar	±0.30 mg/cm ²
			cobre	±0.15 mg/cm ²
	Prueba externa		no corrosión en superficie excepto pieza de prueba y separado	
	Burbujeantes mientras se examina			No rebose burbujeante
	Propiedades de líquido después del examen	Ph		6.5 a 11.0
		Cambio de Ph		±1.0
Precipitación		0.5 % vol. O menos		
Externo de liquido		no notable decoloración, separación y gel		
Causticidad metálica de la circulación	Pieza de prueba	Cambio masivo	Aluminio, hierro fundido, acero, latón, soldar y cobre	± 0.30 mg/ cm ²
			Prueba externa	
	Propiedades de líquido después del examen	Ph		7.0 a 9.0
		Cambio de Ph		±1.0
		Cambio de pre-alcalinidad		±15
		Precipitación		1.0 % vol. O menos

		Externo de liquido		no notable decoloración, separación y gel
		Densidad de iones	Fe, Cu, Al, Zn, Pb, NH4+	10 ppm o menos
Adaptabilidad del cacho	Silicón	Cambio de resistencia a la tracción		-60 a 0 %
		Cambio de alargamiento		40 a +20 %
		Cambio de volumen		0 a +40%
		Cambio de dureza		-20 a + 10%
	Caucho de acrilonitrilo butadieno	Cambio de resistencia a la tracción		0 a +10 %
		Cambio de alargamiento		-15 a +15 %
		Cambio de volumen		0 a +40%
		Cambio de dureza		- 10 a 0 %
	Manómetro de dinamita de etileno propileo	Cambio de resistencia a la tracción		0 a +10 %
		Cambio de alargamiento		-30 a 0 %
		Cambio de volumen		0 a +10 %
		Cambio de dureza		-10 a 0 %

Tabla 8.- Especificaciones del LLC

3.6.3 Mantenimiento de LLC



CAUTION

Se deberá de tener mucha precaución. Si se traga por accidente el refrigerante o LLC se debe de inducir el vómito inmediatamente y buscar atención médica.

Si LLC entra en los ojos, se debe de enjuagar inmediatamente con abundante agua y se debe de buscar atención médica.

LLC es tóxico, por lo tanto, nunca deseche el líquido refrigerante en el drenado del motor que llaga a las aguas residuales regulares.

3.6.4 concentración de LLC

Se deberá mantener la concentración LLC de 30 % (GLASSY) Y 40% (PG GLASSY) en cualquier condición de temperatura. Una concentración de LLC inferior al 30% no proporciona suficiente protección contra la corrosión.

Cuando tengamos que añadir refrigerante, no deberemos de añadir agua y se utiliza la misma concentración de LLC. A continuación, se muestra una tabla de la concentración recomendada.

PROPIEDAD	TIPO	EXTERN O	BAJA TEMPERATURA AMBIENTE			
			-10°C o superior	-20°C o superior	-30°C o superior	-45°C o superior
Concentración de LLC	GLASSY	Verde	30	40	50	60
	PG GLASSY	Rojo	40	55	70	

Tabla 9.- Concentración recomendada de LLC

3.6.5 Importancia de LLC

La tendencia actual es hacia una producción mayor, menor consumo de combustible y niveles de emisiones de gases de escape más bajos. Las condiciones a las que se somete el motor son, por lo tanto, a las horas de funcionamiento más largas, a la alta temperatura del refrigerante y a la alta velocidad de circulación del refrigerante. En el sistema de refrigeración se utilizan muchos materiales diferentes como acero, aluminio, cobre, soldadura y caucho, también se someten a las condiciones descritas anteriormente. Estos materiales tienen ionización, y está a diferencia acelera la corrosión a través del refrigerante del motor. Para evitar esos problemas, el uso de LLC que contiene el aditivo para prevenir la oxidación es muy importante.

3.6.6 Ejemplos de anomalías causada por LLC

- **Picaduras de piezas de hierro**

Las aminas son generalmente eficaces para suprimir la oxidación de metales ferrosos, pero no causan problemas para las partes del cobre.

El cobre disuelto (Corrosión de cobre) en el sistema de refrigeración deposita sobre las partes de hierro y las partes de cobre, por lo que causa corrosión y luego picaduras en piezas de hierro que tiene altas características de ionización debido a la galvánica.

- **Corrosión de piezas de aluminio**

El silicato es muy eficaz para proteger la oxidación del aluminio. Sin embargo, es inestable en una solución, que es el Ph a 9 o inferior, y puede convertirse

en gel y precipitar en la solución. Por esta razón, el Ph normalmente se especifica para aproximadamente 10 y así asegurar un alto nivel de alcalino. Esto significa que después de usar silicato, la alta alcalinidad causa ataques químicos al aluminio. Por lo tanto, para evitar problemas, por ejemplo, el desgaste rápido de sellos en la bomba de agua y corrosión de aluminio después que se consume el silicato, se deberá de hacer el mantenimiento correcto del refrigerante.

- **Picaduras y obstrucciones del radiador**

Cuando LLC se deteriora o cuando su concentración en el refrigerante es demasiado baja, el comportamiento anticorrosión de LLC baja y da lugar a la corrosión de metales.

El latón y la soldadura tienden a corroerse más rápido que otros metales y la corrosión e estos metales ocasiona fugas de agua y zuecos en el radiador.

3.7 Calendario de mantenimiento

3.7.1 Como usar el programa de mantenimiento

La inspección periódica no solo extiende como servicio sino que también sirve como operación segura. Debemos de asegurarnos de realizar las inspecciones y mantenimientos en orden y en forma.

El programa de mantenimiento muestra los intervalos de servicio estándar, por lo tanto, si nota una anomalía como ruido anormal, humo de escape negro, humo de escape blanco, temperatura extremadamente alta de los gases de escape, vibraciones anormales, etc. Se deberá hacer la inspección y el trabajo de mantenimiento independientemente de los intervalos de mantenimiento recomendado.

Solo cabe mencionar que los elementos marcados en el programa de mantenimiento necesitan herramientas especiales o equipos grandes, por lo tanto, se deberá de poner en contacto con la empresa de Mitsubishi Heavy.

3.7.2 Tabla de mantenimiento periódica para motor de uso regular

Cuando el motor fue utilizado como un motor de uso regular, se debe realizar la inspección periódica y el mantenimiento de acuerdo con la tabla que se mostrara a continuación, con esa tabla podremos hacer un mantenimiento seguro.

En la tabla se observará los intervalos de mantenimiento, quiere decir, horas, meses o años, y se dirá que equipo se debe de revisar, por ejemplo: Tanque de Diésel, eso significa que se tiene que hacer el mantenimiento al tanque de diésel y si no sabe qué mantenimiento le corresponde deberá de leer los subtemas que ya se explicaron, ya que anteriormente se ha explicado cada mantenimiento que se le realiza a los equipos y aparatos.

INTERVALOS	SERVICIO DE MANTENIMIENTO
Cada 50 Horas de servicio o cada mes	Tanque de combustible – Drenado de agua
	Separador de agua - Drenado de agua
Primeras 50 Horas de servicio por un motor nuevo o revisado	Pernos tuercas en el motor - Reapretar
	Aceite de motor, filtro de aceite y filtro de aceite del BYPASS – Reemplazar Es recomendable que se cheque las características del aceite de motor al mismo tiempo. El filtro de aceite debe ser reemplazado cuando la alarma del filtro encienda.
Cada 250 horas de servicio	Aceite de motor, filtro de aceite y filtro de aceite del BYPASS – Reemplazar Es recomendable que se cheque las características del aceite de motor al mismo tiempo. El filtro de aceite debe ser reemplazado cuando la alarma del filtro encienda.
Primeras 250 Horas de servicio por un motor nuevo o revisado	Holgura de las válvulas – Inspeccionar y Revisar (chechar mecanismo de válvulas al mismo tiempo)
Cada 1000 Horas de servicio	Filtro de combustible – Reemplazar
	Separador de agua – Inspeccionar y Reemplazar
	Filtro de gasa – Limpiar
Cada 1500 Horas de servicio	Boquilla de inyección de combustible – Limpiar
Cada 2000 Horas de servicio	Tanque de combustible – Drenado de agua (Reemplazar las partes necesarias)
	Holgura de las válvulas – Inspeccionar y Revisar (chechar mecanismo de válvulas al mismo tiempo)
	Tiempo de inyección de combustible – Inspeccionar y Ajustar
	Tubo de combustible – Inspeccionar
	Tubo de aceite – Inspeccionar
Cada 300 Horas de servicio	Boquilla de inyección de combustible – Reemplazar punta de boquilla

Cada 4000 Horas de servicio	Extremo superior del motor – Revisar
	Turbocompresor – Inspeccionar
	Amortiguador – Inspeccionar
	Arrancador – Inspeccionar
	Funcionamiento de dispositivos de protección – Inspeccionar
	Unidad de sello de bomba de agua – Reemplazar
	Checar el nivel de concentración del refrigerante LLC
Cada 8000 horas de servicio	Motor – Revisión general Desmontar motor, limpiar, revisar y cambiar la mayor parte de piezas a cambiar: Rotadores de válvulas, amortiguador, varillas de empuje de la válvula, camisas de cilindro, anillos de pistón, rodamientos de biela, placa de empuje del cárter y artículos combustibles, tajadores. Montaje de bomba de combustible, montaje de tubería de aceite, pernos de biela, pernos principales y arandela, etc.
	Bomba de inyección de combustible – Inspeccionar y prueba (Reemplazar las piezas necesarias)
	Dispositivos de protección – Reparar reemplazar
	Operaciones de dispositivos auxiliares – Revisar
Cada 8000 horas de servicio en dos años	Refrigerante – Cambiar
Requerimientos	Sistema de combustible – Purgar aire
	Radiador – Revisar y limpiar
	Filtro de aire – Limpiar, Revisar y Reemplazar
	Limpiar dentro de los respiraderos del motor
	Solenoides de parada – Inspeccionar o Reemplazar
	Acoplamiento – Inspeccionar o Reemplazar
	Inspeccionar las vibraciones

Tabla 10.- Tabla de mantenimiento periódico para el motor en uso regular

3.7.3 Tabla de mantenimiento para el motor de emergencia

Cuando el motor fue utilizado como motor de emergencia, se realizará la inspección periódica y el mantenimiento de acuerdo con la tabla que se mostrará en este subtema. Cabe mencionar que, debido a la naturaleza de la aplicación, que es un motor para el uso de emergencia está sujeto a condiciones de operación exigentes tales como una puesta en marcha rápida y suministro inmediato de energía.

Por otra parte, esta debe funcionar con fiabilidad en caso de emergencia. Por lo tanto, tenemos que asegurarnos de realizar las inspecciones diarias y también una

vez por semana: sin carga (de 3 a 5 minutos), una vez al mes: Operar el motor bajo carga durante 15 a 30 min. Durante la operación de mantenimiento del motor, se debe de comprobar la facilidad de la puesta en marcha, presión de aceite, color y vibración del escape.

En la tabla se observará los intervalos de mantenimiento, quiere decir, horas, meses o años, y se dirá que equipo se debe de revisar, por ejemplo: Tanque de Diésel, eso significa que se tiene que hacer el mantenimiento al tanque de diésel y si no sabe qué mantenimiento le corresponde deberá de leer los subtemas que ya se explicaron, ya que anteriormente se ha explicado cada mantenimiento que se le realiza a los equipos y aparatos.

INTERVALOS		SERVICIO DE MANTENIMIENTO
Cada semana	Exterior del motor – Inspeccionar (Revisar combustible, aceite y refrigerante)	
	Nivel de combustible en el tanque – Revisar	
	Nivel de aceite del motor – Revisar	
	Nivel de refrigerante – Revisar	
	Enfriador de aire – Inspeccionar	
	Funcionamiento del motor – de 5 a 10 minutos) Comprobar la facilidad de arranque, el color del humo del escape, vibraciones anormales, ruido anormal, olor anormal e indicación del indicador.	
Cada mes	Aceite de motor de motor para mezclar combustible y agua – Inspeccionar	
	Filtro de combustible – Limpiar	
	Enlace de control de combustible – Revisar	
	Nivel de electrolito de la batería – Inspeccionar	
	Funcionamiento del motor – de 15 a 30 minutos Se deberá revisar lo siguiente: Vibraciones anormales, color del humo del escape, ruido anormal, olor anormal e indicación del indicador. Revisar la bomba de inyección de combustible	
	Amortiguador – Inspeccionar	
Cada 6 meses	Comprobar que este correcto el nivel de la concentración del refrigerante LLC	
	Limpieza del tanque del refrigerante por dentro	
Cada Año	Motor básico	Cinturón y cinturón de tensión – Inspeccionar y ajustar
		Pernos y tuercas en el motor – Revisar y apretar

		Holguras de las válvulas – Inspeccionar y ajustar
		Inspección de vibraciones
		Tonillos de cimentación – Inspeccionar
		Acoplamiento – Inspeccionar y remplazar
	Sistema de combustible	Tanque de combustible – Drenado de agua
		Separador de agua – Drenado de agua
		Filtro de combustible – Drenado de agua
		Condición de pulverización de la boquilla de inyección de combustible y presión de pulverización – Inspeccionar y ajustar
		Tiempo de inyección de combustible – Inspeccionar y ajustar
Tubo de combustible – Inspeccionar		
Cada año	Sistema de lubricación del motor	Tubo de aceite – Inspeccionar
		Propiedades del aceite del motor – Analizar
		Presión del aceite del motor – Inspeccionar y ajustar
	Sistema de refrigeración	Bomba de agua – Inspeccionar
		Válvula solenoide y sistema de reducción de presión – Inspeccionar, desmontar y limpiar
		Colador de agua de refrigeración – Inspeccionar, desmontar y limpiar
		Propiedades del refrigerante – Inspeccionar
	Sistema de admisión de aire	Elemento de filtro de aire – Limpiar, revisar y remplazar
	Sistema Eléctrico	Motor de arranque – Inspeccionar
		Alternador – Inspeccionar
		Gravedad específica del electrolito de la batería – Revisar
		Operación de dispositivos de protecciones – Inspeccionar
		Operación de dispositivos auxiliares – Inspeccionar
	Cada 2 años	Aceite del motor, filtro de aceite y filtro de Bypass de aceite – Remplazar
Filtros de combustible (wire-element-type) - Limpiar		
Filtro de combustible – Remplazar		
Separador de agua – Inspeccionar y remplazar		
Filtro de gasa – Limpiar		
Junta de bola de control de combustible – Inspeccionar (Remplazar partes necesarias)		

	Refrigerante – Cambiar
	Termostato – Inspeccionar
	Turbocompresor – Inspeccionar
Cada 4 años	Extremo superior del motor – Remover la cabeza del cilindro e inspeccionar y servicio a la cámara de combustión
	Comprobación del refrigerador de aceite en busca de contaminación, obstrucción y fugas
	Control de la bomba de aceite para la decoloración y otros defectos externos
	Tanque de combustible – Limpiar
	Bomba de inyección de combustible – Inspeccionar y probar
	Radiador – Revisar y limpiar
	Manguera de goma – Reemplazar
	Filtro de aire Limpiar, revisar y reemplazar
	Instrumentos – Reparar o reemplazar
Cada 8 años	Motor – Revisión general
	Amortiguador – Reemplazar
	Bomba de aceite – Reparar o reemplazar
	Boquilla de inyección de combustible – Punta de boquilla reemplazar
	Piezas de cauchos y juntas tóricas – Reemplazar
	Sello de la unidad y sello del aceite de la bomba de agua – Reemplazar
	tubo compresor – Desmontar e inspeccionar
	Refrigerador de aire – Limpiar y desmontar
	Vibraciones – Revisar o reparar
	Acoplamiento – Inspeccionar o reemplazar
	Ventilador de aire de la habitación – Reparar o reemplazar
	Paro de solenoide – Inspeccionar o reemplazar
	Bola de agua del tanque de agua – Reparar o reemplazar
	Otros consumibles – Reemplazar

Tabla 11.- Tabla de mantenimiento periódica para el motor de emergencia

Como se puede observar, los intervalos de periodos cambian dependiendo de qué forma utilizan la planta de energía, como se explica anteriormente, dependiendo las horas que trabaje se le hará el mantenimiento preventivo y correctivo del equipo, quiere decir que debemos de saber en qué modo se está utilizando la planta de emergencia sea de modo regular o emergencia por que con ese dato le podemos dar un mejor mantenimiento correcto al equipo.

Tenemos que tener en cuenta que se tendrá que utilizar las tablas anteriores para poder darle mantenimiento al equipo.

Sin embargo, en el edificio SEDE del poder Judicial de la Federación se utiliza la planta de energía en modo de emergencia, pero esta no cumple con las horas que debería de tener de activación si no menos horas, en la **Tabla 12** se muestra a continuación se podrá ver cuantas horas ha trabajado en 4 años.

Registro de Activaciones de la Planta de Emergencia				
Día del suceso	Arranque del motor	Paro del motor	Tiempo de operación	Motivo por el que se encendió la planta
25 de enero del 2016	18:29 hrs.	18:39 hrs	10 min	Falla eléctrica de CFE
26 de enero del 2016	16:31 hrs.	16:46 hrs.	15 min	Falla eléctrica de CFE
03 de marzo del 2016	11:13 hrs.	11:23 hrs.	10 min	Prueba de funcionamiento mensual
06 de mayo del 2016	15:40 hrs.	15:49 hrs.	9 min	Prueba de funcionamiento mensual
26 de mayo del 2016	16:22 hrs.	16:36 hrs.	14 min	Prueba de funcionamiento mensual
24 de junio del 2016	16:00 hrs.	16:11 hrs.	11 min	Prueba de funcionamiento mensual
29 de junio del 2016	16:42 hrs.	16:51 hrs.	9 min	Prueba de funcionamiento**
25 de julio del 2016	15:07 hrs.	15:17 hrs.	10 min	
29 de julio del 2016	16:13 hrs.	16:23 hrs.	10 min	Prueba de funcionamiento mensual
26 de agosto del 2016	16:14 hrs.	16:24 hrs.	10 min	Prueba de funcionamiento mensual
29 de agosto del 2016	8:08 hrs.	8:18 hrs.	10 min	
30 de septiembre del 2016	17:24 hrs.	17:35 hrs.	11 min	Prueba de funcionamiento mensual
13 de octubre de 2016	16:53 hrs.	17:04 hrs.	11 min	Prueba de funcionamiento*

26 de octubre del 2016	16:52 hrs.	17:02 hrs.	10 min	Prueba de funcionamiento mensual
23 de noviembre del 2016	17:41 hrs.	17:51 hrs.	10 min	Prueba de funcionamiento mensual
28 de noviembre del 2016	21:24 hrs.	21:32 hrs.	8 min	Prueba de funcionamiento*
28 de noviembre del 2016	21:43 hrs.	21:46 hrs.	3 min	Prueba de funcionamiento*
05 de diciembre del 2016	19:37 hrs.	19:39 hrs.	2 min	Prueba de funcionamiento*
28 de diciembre del 2016	17:43 hrs.	17:54 hrs.	11 min	Prueba de funcionamiento mensual
27 de enero del 2017	11:33 hrs.	14:20 hrs.	2 hrs 47 min	Falla eléctrica de CFE
2 de marzo del 2017	17: 09 hrs.	17:19 hrs.	10 min	Prueba de funcionamiento mensual
3 de marzo del 2017	18:10 hrs.	18:13 hrs.	3 min	Falla eléctrica de CFE
6 de marzo del 2017	13:04 hrs.	13:14 hrs.	10 min	Falla eléctrica de CFE
24 de marzo del 2017	17:17 hrs.	17:20 hrs.	3 min	Prueba de funcionamiento*
26 de marzo del 2017	11:19 hrs.	11:31 hrs.	12 min	Prueba de funcionamiento*
26 de marzo del 2017	16:57 hrs.	17:14 hrs.	17 min	Prueba de funcionamiento*
30 de marzo del 2017	17:23 hrs.	17:33 hrs.	10 min	Prueba de funcionamiento mensual
4 de abril del 2017	16:30 hrs.	16:32 hrs.	2 min	Prueba de funcionamiento*
4 de abril del 2017	16:52 hrs.	17:09 hrs.	17 min	Prueba de funcionamiento*
27 de abril del 2017	17:22 hrs.	17:32 hrs.	10 min	Prueba de funcionamiento mensual
30 de mayo del 2017	17:06 hrs.	17:16 hrs.	10 min	Prueba de funcionamiento mensual
29 de junio del 2017	17:09 hrs.	17:19 hrs.	10 min	Prueba de funcionamiento mensual
13 de julio del 2017	16:20 hrs.	16:30 hrs.	10 min	Falla eléctrica de CFE
15 de julio del 2017	11:56 hrs.	12:12 hrs.	16 min	Prueba de protocolo de subestación

15 de julio del 2017	15:37 hrs.	15:47 hrs.	10 min	Falla eléctrica de CFE
26 de julio del 2017	16:35 hrs.	16:45 hrs.	10 min	Prueba de funcionamiento mensual
21 de agosto del 2017	16:40 hrs.	16:50 hrs.	10 min	Prueba de funcionamiento mensual
			Tiempo total de activación	521 min. (8 Hrs. 41 min.)

Tabla 12.- Registro de activación de la planta de emergencia

Se puede observar que la planta de emergencia solo se ha utilizado 8 horas con 4 minutos sea en pruebas o por falla de la energía eléctrica.

Esta planta de emergencia tiene su prueba cada mes con una duración de 10 minutos, a continuación, se muestra en la **Tabla 13** algunos de los mantenimientos que se le realiza mensualmente.

Planta Generadora de Energía de Emergencia	Mes de : _____ 2017
--	---------------------

Descripción del Equipo a revisar	planta de emergencia (Días)																							
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	...			
Nivel de Aceite																								
Nivel de Agua del Radiador																								
Nivel de Tanque de Diésel																								
Nivel y Densidad Líquido de Batería																								
Estado de Carga en Batería																								
Estado de las Terminales en Batería																								
Estado de Bandas																								
Estado de Mangueras																								
Estado de Filtros Aceite Agua y Aire																								
Temperatura de la máquina en stand by																								
Limpieza de panel del Radiador																								
Ventilación																								
Limpieza general en cuarto																								

Tabla 13.- Formato de actividades de mantenimiento diarias

No.	CONCEPTO	1 al 5	6 al 12	13 al 19	20 al 26	27 al 31
1	LIMPIEZA DE BATERÍAS Y REVISIÓN DEL NIVEL DE LIQUIDO PARA BATERÍAS.					
2	REVISIÓN DE NIVELES DE DIESEL EN EL TANQUE, VERIFICAR QUE NO PRESENTE FUGAS EL SISTEMA.					
3	LIMPIEZA A PRESIÓN DEL RADIADOR, ELIMINANDO IMPUREZAS QUE IMPIDAN SU EFICIENCIA.					
4	VERIFICACIÓN Y PRUEBA DE OPERACIÓN DEL TERMOSTATO DEL SISTEMA DE ENFRIAMIENTO DEL MOTOR DE COMBUSTIÓN INTERNA.					
5	REVISIÓN Y REPOSICIÓN DE NIVEL DE ANTICONGELANTE EL CUÁL DEBERA SER TIPO ANTICORROSIVO, HASTA SU NIVEL EN EL RADIADOR, CORREGIR FUGAS GENERALES EN TODO EL SISTEMA DE ENFRIAMIENTO.					
6	LIMPIEZA DE EQUIPOS, MOTOR, GENERADOR Y RADIADOR, ELIMINANDO IMPUREZAS QUE IMPIDAN SU EFICIENCIA.					
7	LIMPIEZA DEL TABLERO DE CONTROL DE LA PLANTA CON AIRE COMPRIMIDO Y LÍQUIDO DIELECTRICO.					
8	SOPLETEADO DEL MOTOR PARA RETIRAR POLVO E IMPUREZAS.					
9	REVISIÓN DEL SISTEMA DE ALIMENTACIÓN DE COMBUSTIBLE, QUE NO SE PRESENTEN FUGAS EN MANGUERAS Y TUBERÍA.					
10	LIMPIEZA DIARIA DEL CUARTO DE LA PLANTA DE EMERGENCIA ELÉCTRICA Y DEL DEPOSITO DE COMBUSTIBLE.					
11	REVISIÓN DE PARÁMETROS EN STAND BY DE LA PLANTA DE EMERGENCIA ELÉCTRICA.					
12	REALIZACIÓN DE PRUEBA DE PLANTA DE EMERGENCIA ELÉCTRICA MENSUAL.					
13	PINTAR PISO DEL CUARTO DE PLANTA DE EMERGENCIA.					
14	PINTAR PISO DEL CUARTO DE TANQUE DE COMBUSTIBLE.					
15	COLOCAR CAUCHO A REGISTROS DE AGUAS PLUVIALES DEL CUARTO DE LA PLANTA DE EMERGENCIA.					

17	AJUSTE DE TORNILLOS Y TUERCAS.					
18	LIMPIEZA DE TUBERÍAS DE INDUCCIÓN DE AIRE.					
19	REVISAR ESTADO Y CALIDAD DEL ACEITE Y FILTROS, REEMPLAZARLOS SI ES NECESARIO.					
20	LIMPIEZA Y PURGA DE TANQUE DE COMBUSTIBLE.					

Tabla 14.- Formato de actividades mensual

Con la **Tabla 13** y la **Tabla 14** se realiza el mantenimiento preventivo y correctivo de la planta de emergencia.

3.8 Procedimiento de mantenimiento de los sistemas fundamentales del equipo

3.8.1 Motor básico

Inspección del motor externo

- Asegurar de que no haya material combustible cerca del motor o de la batería, se deberá comprobar que el motor y la batería están limpios. Si se encuentra materiales combustibles cerca del motor o de la batería se tendrá que retirar en ese momento.
- Se deberá comprobar el cableado eléctrico de componentes tales como el arrancador y el alternador.
- Comprobar todo el motor para detectar fugas de combustible, aceite de motor o refrigerante, así como se observa en la **Fig. 30**. Si se encuentran las fugas se deberá reparar.
- Se deberá asegurar que las siguientes válvulas, tapones y grifos estén abiertos o cerrados correctamente:
Válvula de alimentación de combustible: abierto
Llave de drenaje del refrigerante: Cerrado
Válvula de drenaje de aceite: Cerrado



Fig.30 - Monitoreo, revisión, ajuste y limpieza del motor

3.8.2 Sistema de combustible

Limpieza del tanque de combustible (Fig. 31)

- Cierre la alimentación de combustible
- Preparar la recepción de combustible
- Drenar todo el combustible en el tanque
- Limpiar el interior de combustible
- Abra la válvula de alimentación de combustible

- Limpiar exterior del tanque y alejar cosas inflamables que este a su alrededor



Fig. 31 - Limpieza exterior del tanque

Filtro de combustible – Limpieza

- Cerrar la alimentación de combustible
- Limpiar el área de los dosificadores de combustible
- Coloque una bandeja para el combustible debajo de el
- Drenar el combustible retirando el tapón del drenaje y la arandela del sellado
- Retirar el filtro aflojando la arandela de sellado
- Retirar el polvo usando cepillo suave
- Limpiar el interior de estuche
- Colocar de nuevo el tapón de drenaje
- Purgar el aire del filtro de combustible

Filtro de combustible – Reemplazo

- Limpiar el área alrededor del combustible
- Preparar la bandeja de goteo y colocar debajo de los filtros
- Limpiar el combustible en la superficie de montaje del cartucho de montaje con un paño de desecho
- Revisar el nuevo filtro de combustible para un asiento correcto de la junta
- Aplicar el combustible limpio al nuevo filtro de combustible

- Instalar el filtro de combustible en el soporte del filtro cuando los contactos de la empaquetadura gire $\frac{3}{4}$ a una vuelta completa
- Después de instalar el nuevo filtro, se deberá purgar el filtro
- Arrancar el motor y dejarlo en marcha lenta durante varios minutos
- Asegurar que no haya fugas de combustible durante el funcionamiento del motor.

3.8.3 Sistema de lubricación

Relleno del aceite del motor

- Retirar la tapa del relleno del aceite
- Llenar el aceite del motor con el nivel específico
- Comprobar el nivel de aceite como se indica a continuación y como se observa en la **Fig. 32**.
- Saque el medido de nivel de aceite y límpielo con un paño despreciable
- Insertar el indicador de nivel de aceite completamente en la guía del indicador de nivel de aceite, luego volver a extraer el manómetro
- Comprobar si hay fugas de aceite en el cárter de aceite y en otra área



Fig. 32 - Comprobando el nivel de aceite

Remplazo del filtro de aceite y filtro de aceite By-pass

- Limpiar alrededor de los filtros de aceite
- Colocar la bandeja de goteo y colocarlos debajo de ellos
- Con una llave inglesa se quitará los filtros de aceite y un filtro de aceite de derivación (By-pass)
- Limpiar completamente el aceite del equipo
- Comprobar los nuevos filtros de aceite y el filtro de derivación para el asiento correcto de la junta
- Aplicar aceite limpio al motor de la junta
- Instalar los filtros de aceite al soporte del instrumento, cuando la junta contacte con el soporte, girar adicionalmente $\frac{3}{4}$ a turno completo



Fig. 33 - Filtros de aceite

3.8.4 Sistema de enfriamiento

Cambio de refrigerante

Quitar la tapa del radiador solo después de que el motor se haya enfriado a temperatura ambiente.

Se debe colocar un paño de desecho sobre la tapa, y afloje la tapa alrededor de una media vuelta o coloque la palanca de presión en posición vertical. Nunca se debe

de abrir la tapa de llenado del radiador mientras el motor este caliente, de lo contrario el vapor o el refrigerante caliente brotara.

Se deberá de tener cuidado ya que el refrigerante (LLC) drenado del motor es toxico.

Relleno de refrigerante

Pasos a seguir:

- Cerrar los grifos de drenaje del refrigerante y los tapones.
- Retirar la tapa de llenado del radiador y verter el LLC sin diluir.
- Verter agua (agua suave con impurezas mínimas) lentamente hasta el nivel completo.
- Comprobar que el radiador y otras piezas no formen fugas del refrigerante.
- Cuando el refrigerante alcance el nivel máximo, se cerrera la tapa del radiador firmemente.
- Mientras tira de la palanca de parada, gire el cigüeñal durante aproximadamente 10 segundos para encender el motor de arranque. Se detendrá la operación durante 1 minuto, luego repetir la operación dos o tres veces para enfriar el sistema de enfriamiento.
- Comprobar el nivel de refrigerante en el radiador.

Si el motor está equipado con un tanque de reserva, se deberá de llenar el tanque de reserva con refrigerante hasta la línea de nivel "LLENO".

Limpieza y monitoreo del radiador

El radiado se limpiara con aire comprimido, esto quiere decir que cuando usemos el aire comprimido se deberá de usar gafas de seguridad, un casco, guantes y otra ropa de protección necesaria.

Si no llevamos equipo de protección adecuado puede resultar en lesiones graves.

Revisar las aletas del radiador en busca de agujeros y grietas como se observa en la **Fig. 33**.

Para limpiar las aletas del radiador, se le aplicara aire comprimido en dirección opuesta del flujo de aire normal.

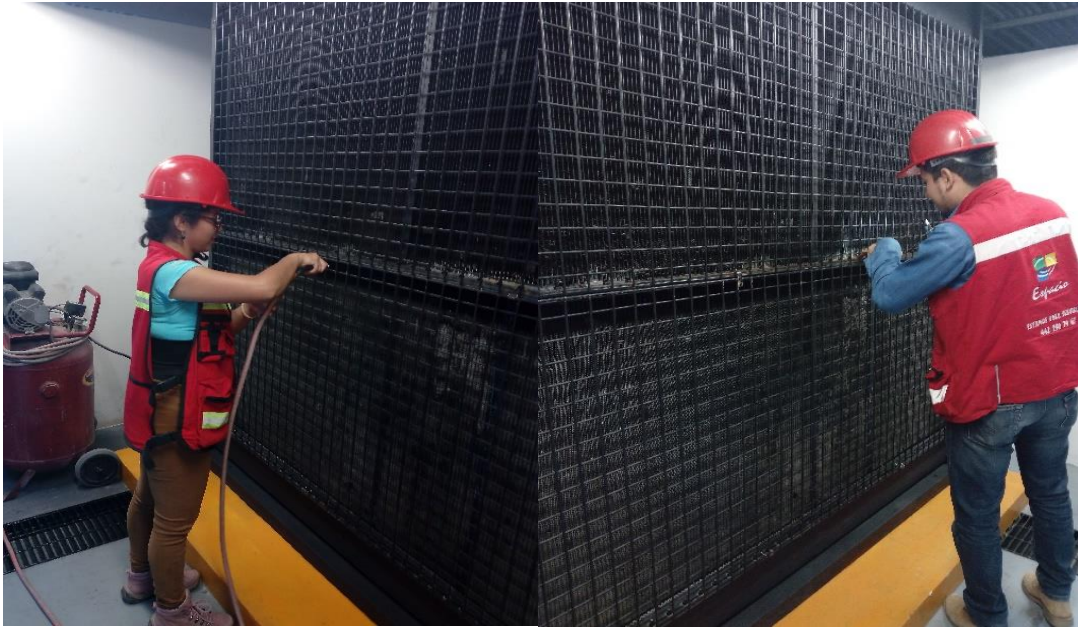


Fig. 33 - Limpieza y verificación del radiador

3.8.5 Sistema de entrada y escape

Inspección del turbo compresor



Fig.34 - Inspección del turbo compresor

Se comprobara el turbocompresor cuando el motor este frio. Además, se asegurara que la rueda de compresor no este girando antes de inspecciona el turbocompresor. Si el color de los gases de escape es anormal, se comprobara el turbocompresor. Se desconecta el tubo de lado de la entrada de aire, se sostiene la rueda del compresor a mano y se girara la rueda, ahí comprobaremos si hay flojedad o ruido anormal, se deberá remplazar el turbocompresor si se encuentra anormal o con flojedad.

Limpieza y remplazo del filtro de aire

Se deberá de seguir los siguientes pasos:

- Retirar la tapa del filtro de aire y los pernos de ala.
- Retirar el elemento del filtro de aire del cuerpo.
- Sopla aire comprimido en la superficie interior del elemento para eliminar materiales extraños como se muestra en la **Fig.35**.
- Para quitar el polvo adherido al elemento de filtro de aire, sople el aire comprimido de la superficie exterior desde una distancia, de igual manera soplar aire comprimido en la superficie interior hacia el exterior a lo largo de los pliegues, luego soplar aire de compresión en la superficie exterior e interior nuevamente.
- Después de la limpieza, mantenga el elemento de filtro de aire cerca de una bombilla para iluminar el interior, para comprobar si hay defectos tales como cortes, agujeros o desgaste local.
- Si encuentra algún defecto, remplazar el filtro de aire por uno nuevo.
- A finalizar se deberá montar el elemento de filtro de aire tal cual.



Fig.35 - Limpieza del filtro de aire

3.9 Solución de problemas

3.9.1 Fallo de arranque

A continuación se muestra en la **Tabla 15** los fallos que existen en el arranque.

	CAUSA	SOLUCIÓN
Sistema eléctrico	Conexión defectuoso del cable	Revisar el fusible de CD. Revisar el cableado de conexión entre la batería, el arrancador y el interruptor de arranque.
	Batería insuficientemente cargada	Revisar el alternador. Revisar y ajustar el cinturón.
	Batería defectuosa	Revisar las especificaciones para la batería de electrolito. Cargar batería. Cambiar batería.
	Relé de arranque defectuoso	Consultar al distribuidor de Mitsubishi.
Sistema de lubricación	Viscosidad de aceite demasiado alta	Usar aceite de motor apropiado.
	Exceso de aceite	Revisar la cantidad de aceite del motor y lubricación del sistema.

Motor básico	Desgaste rápido de piezas deslizantes	Consultar al distribuidor de Mitsubishi.
---------------------	---------------------------------------	--

Tabla 15.- El arrancador no arranca lentamente, dando como resultado un fallo de arranque

3.9.2 Disminución de producción

En la **Tabla 16** se muestra las soluciones si existiera disminución de producción.

CAUSA		SOLUCIÓN
Sistema de combustible	Propiedad inadecuada del combustible	Usar el combustible apropiado.
	Filtro de combustible obstruido	Inspeccionar y reemplazar el filtro de combustible. Limpiar el filtro de gasa.
	Bomba de alimentación de combustible defectuosa	Consultar a un distribuidor de Mitsubishi.
	Bomba de inyección de combustible defectuosa	Consultar a un distribuidor de Mitsubishi.
	Boquilla de inyección de combustible defectuoso	Consultar a un distribuidor de Mitsubishi.
	Tiempo de inyección de combustible defectuosos	Revisar el acoplamiento de la bomba de inyección de combustible.
	Cantidad inapropiada de combustible inadecuado	Comprobar la bomba de inyección de combustible. Comprobar el banco izquierdo y derecho.
Sistema de enfriamiento	Recalentamiento	Comprobar el ventilador y el controlador de calor. Comprobar el sistema de control.
Sistema de entrada y escape	Cantidad insuficiente de aire	Revisar el turbocompresor. Limpiar, inspeccionar y reemplazar el elemento del filtro de aire. Comprobar la presión de aire de admisión y las fugas de aire de admisión. Comprobar la temperatura de aire de admisión.

	Aumentar la resistencia de aire de escape	Revisar el turbocompresor. Comprobar el tubo de escape y el silenciador.
Motor Básico	Baja presión de compresión	Consultar a un distribuidor de Mitsubishi.
	Sincronización defectuosa de la válvula	Consultar a un distribuidor de Mitsubishi.
	Desgaste rápido de las piezas deslizantes	Consultar a un distribuidor de Mitsubishi.
Sistema de control	Control defectuoso del regulador	Consultar a un distribuidor de Mitsubishi.

Tabla 16.- Disminución de producción

3.9.3 Consumo de combustible

En la **Tabla 17** se muestra las soluciones si existiera consumo de combustible.

CAUSA		SOLUCIÓN
Sistema de combustible	Boquilla de inyección de combustible defectuoso	Consultar a un distribuidor de Mitsubishi.
	Tiempo de inyección de combustible defectuoso	Revisión de acoplamiento de la bomba de inyección de combustible.
	Uso inapropiado de combustible	Usar combustible apropiado.
	Fugas de combustible en tuberías y tuberías de inyección	Comprobar las fallas y volver apretar las tuberías de combustible y de inyección.
Sistema de enfriamiento	Sobre enfriado	Revisar el radiador. Revisar el sistema de control. Inspeccionar el termostato.
Sistema de admisión y escape	Cantidad insuficiente de aire	Revisar el turbocompresor. Limpiar, inspeccionar y reemplazar el filtro de aire. Comprobar la presión de aire de admisión y las fugas de aire de admisión.
	Aumentar la resistencia del aire de escape	Revisar el turbocompresor. Comprobar los tubos de escape y silenciador.
Motor Básico	Baja presión de compresión	Consultar a un distribuidor de Mitsubishi.

	Sincronización defectuosa a la válvula	Consultar a un distribuidor de Mitsubishi.
	Desgaste rápido de piezas deslizantes	Consultar a un distribuidor de Mitsubishi.

Tabla 17.- Consumo de combustible alto

3.9.4 Consumo se aceite

En la **Tabla 18** se muestra las soluciones si existiera consumo de aceite.

	CAUSA	SOLUCIÓN
Sistema de combustible	Tiempo de inyección de combustible defectuoso	Revisión de acoplamiento de la bomba de inyección de combustible.
Sistema de lubricación	Fuga de aceite al exterior del motor	Comprobar si hay fugas de aceite. Consultar a un distribuidor de Mitsubishi.
	Viscosidad del aceite del motor demasiado baja	Usar la viscosidad apropiada del aceite
	La temperatura del motor es alta	Revisar la cantidad de aceite del motor y en el sistema de lubricación. Revisar el enfriador de aceite y el termostato de aceite.
Sistema de enfriamiento	Calentamiento excesivo	Revisar el radiador. Revisar el sistema de control. Inspeccionar el termostato.
Sistema de admisión y escape	extender el aceite a la parte de admisión	Comprobar fuga de aceite en el turbo compresor. Consultar un distribuidor de Mitsubishi.
	Desgaste del sistema operativo de la válvula	Consultar a un distribuidor de Mitsubishi.
Motor básico	Desgaste de piezas deslizantes	Consultar a un distribuidor de Mitsubishi.
Sistema de control	Aumento de la carga	Revisar el sistema de control y el regulador de control

Tabla 18.- Consumo de aceite alto

3.9.5 Calentamiento excesivo

En la **Tabla 18** se muestra las soluciones si existiera calentamiento excesivo.

	CAUSA	SOLUCIÓN
Sistema de enfriamiento	Bajo nivel de refrigerante	Comprobar fuga de refrigerante. Comprobar nivel de refrigerante
	Funcionamiento defectuoso de la bomba de agua	Consultar a un distribuidor de Mitsubishi.
	Funcionamiento defectuoso del termostato	Consultar a un distribuidor de Mitsubishi.
	Funcionamiento defectuoso del radiador	Comprobar y limpiar el radiador y la tapa del llenado del radiador
Sistema de control	Aumento de la carga	Comprobar la bomba de inyección de combustible. Comprobar el sistema de control y el regulador de control.
Motor Básico	Desgaste rápido de piezas deslizantes	Consultar a un distribuidor de Mitsubishi.

Tabla 18.- Calentamiento excesivo

CAPÍTULO 4

4. Manual de mantenimiento del sistema de alumbrado del edificio SEDE 1 de la Judicatura Federal de San Luis Potosí

4.1 Precauciones básicas de seguridad

La electricidad es una parte tan común de nuestras vidas que es fácil olvidar los peligros asociados con su uso. La falta de respeto hacia esos peligros trae como resultado un número elevado de muertes por electrocución en el trabajo y en el hogar.

El paso de la corriente eléctrica por el cuerpo humano puede traer graves consecuencias a la salud, pues puede producir quemaduras graves y aún la muerte por asfixia o paro cardíaco. Los riesgos prioritarios son por contactos eléctricos, por incendio y explosiones.



- Contacto directo: Es el que se produce con las partes activas de la instalación, que se encuentran habitualmente bajo tensión eléctrica. A mayor duración del contacto, mayor riesgo. A mayor intensidad de corriente, mayor riesgo.
- Contacto indirecto: Es el que se produce con partes o elementos metálicos puestas accidentalmente en tensión.
- Quemaduras por arco eléctrico: Producidas por la unión de 2 puntos a diferente potencial mediante un elemento de baja resistencia eléctrica.

El choque eléctrico puede causar:

- Dolor intenso
- Daño a los nervios, músculos o tejidos

- Sangrado interno
- Pérdida de la coordinación y control muscular
- Paro cardíaco.



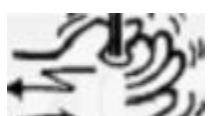


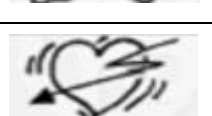
EFFECTOS FISIOLÓGICOS DIRECTOS DE LA ELECTRICIDAD (Corriente directa – Baja frecuencia)			
I (mA)	EFFECTO	MOTIVO	
1 a 3	Percepción	Produce cosquilleo, no hay peligro.	
3 a 10	Electrización	Produce movimientos reflejos.	
10	Tetanización	Provoca contracciones musculares, agarrotamiento.	
25	Paro Respiratorio	Si la corriente atraviesa el cerebro.	
25 a 30	Asfixia	Si la corriente atraviesa el tórax.	
60 a 75	Fibrilación Ventricular	Si la corriente atraviesa el corazón.	

Tabla 19.- Efectos fisiológicos de la electricidad

4.1.1 Reglas generales de seguridad

- No manipular la instalación eléctrica si no está formado y autorizado para ello: sólo el personal autorizado y cualificado podrá operar en los equipos eléctricos, sean cuadros de maniobra, de puesta en marcha de motores, de transformadores, máquinas en general, ordenadores, etc.

En caso de avería o mal funcionamiento de un equipo eléctrico: ponerlo fuera de servicio, desconectarlo de la red eléctrica (desenchufar), señalar la anomalía y comunicar la incidencia para su reparación mediante los cauces establecidos.

- Respetar las señalizaciones.
- Revise los equipos eléctricos antes de utilizarlos.
- No desconectar los equipos tirando de los cables: siempre se deben desconectar agarrando la clavija del conector y tirando de ella.
- No conectar cables sin clavijas de conexión.
- Evitar el paso de personas y equipos sobre cables eléctricos: esta situación posibilita el deterioro y debilitación del aislante del cable conductor, así como, tropiezos y caídas.
- No utilizar herramientas eléctricas con las manos o pies húmedos.
- Las herramientas eléctricas que se encuentren húmedas o mojadas, jamás deben usarse.
- No gaste bromas con la electricidad.
- No utilice agua para apagar fuegos donde es posible que exista tensión eléctrica.
- Ante una persona electrocutada: en todos los casos, procure cortar la tensión. Aparte al electrocutado de la fuente de tensión, sin mantener un contacto directo con el mismo, utilizando para ello elementos aislantes: pértigas, maderas, sillas todas de madera, guantes aislantes, etc.

Advierta de esta situación a su inmediato superior o las personas más próximas para iniciar las actividades de actuación en caso de emergencia. En todos los casos, si está capacitado, proporcione de inmediato los primeros auxilios y avise a la asistencia sanitaria externa.

- En ningún caso se deben puentear las protecciones: interruptores diferenciales, magnetotérmicos, etc.
- Las instalaciones se utilizarán y mantendrán de forma adecuada: el funcionamiento del pulsador manual de los diferenciales se debe comprobar una vez al mes. Debe comprobarse anualmente el valor de la resistencia de tierra en la época en la que el terreno esté más seco.

4.1.2 Las 5 reglas de oro al trabajar con electricidad

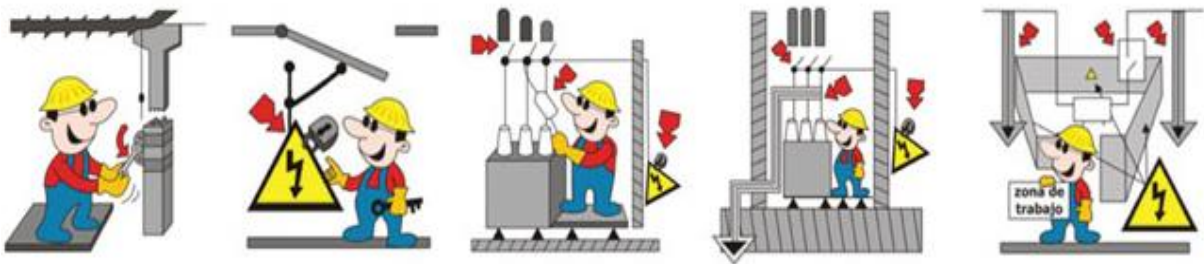
1.- Desconectar la parte de la instalación en la que se va a trabajar aislándola de todas las posibles fuentes de tensión.

2.- Prevenir cualquier posible realimentación, preferiblemente por bloqueo del mecanismo de maniobra.

3.- Verificar la ausencia de tensión en todos los elementos activos de la zona de trabajo.

4.- Poner a tierra y en cortocircuito todas las posibles fuentes de tensión. En instalaciones de Baja Tensión sólo será obligatorio si por inducción u otras razones, pueden ponerse accidentalmente en tensión.

5.- Proteger la zona de trabajo frente a los elementos próximos en tensión y establecer una señalización de seguridad para delimitarla.



4.1.3 Equipo de protección personal

Vista ropa cómoda y práctica para el trabajo.

- Use un buen par de zapatos de seguridad resistentes al aceite con suelas y tacones anti resbalantes.
- No use ropa que le restrinja el movimiento.
- Use ropa de algodón o ropa incombustible.
- Evite la ropa suelta ya que puede enredarse en el equipo.
- Abotone los puños de la camisa.
- Quítese las corbatas, joyas, bufandas y relojes de pulsera.
- Recoja el cabello largo con gorros o redes.
- Use cascos protectores clase B cuando trabaje cerca de cables eléctricos elevados.
- Evite los cinturones con hebillas grandes de metal.

- Cuando use un cinturón para cargar herramientas no deje que las herramientas cuelguen fuera de los sujetadores o que cuelguen fuera del cinturón.
- Quítese el cinturón de cargar herramientas antes de comenzar a trabajar en lugares pequeños.



Se recomienda el siguiente equipo de protección personal (EPP) para evitar que su cuerpo se convierta en un conductor de electricidad:

- Protección para la cabeza, ojos y cara no conductora de electricidad.
- Ropa y guantes de goma.
- Zapatos o botas con suela de goma.

4.1.4 Categorías de riesgos y símbolos especiales

Es muy importante leer las instrucciones atentamente y examinar el equipo para familiarizarse con el dispositivo antes de instalarlo, manipularlo, revisarlo o realizar mantenimiento. Los siguientes mensajes pueden aparecer en los equipos para advertir de posibles riesgos o brindar información que ayudará a aclarar o simplificar los procedimientos.

La aparición de uno de estos 2 símbolos es una etiqueta de seguridad de “Peligro” o “Advertencia” indica la existencia de riesgo de descarga eléctrica que puede



provocar daños personales si no se siguen las instrucciones.

Este es el símbolo de alerta de seguridad. Sirve para alertar de posibles riesgos de daños personales. Siga las recomendaciones de todos los mensajes de seguridad precedidas por este símbolo para evitar posibles daños personales e incluso la muerte.



PELIGRO

PELIGRO indica una situación inmediata de riesgo que, si no se evita, puede provocar la muerte o lesiones graves.

ADVERTENCIA

ADVERTENCIA indica una situación de riesgo potencial que, si no se evita, puede provocar la muerte o lesiones graves.

PRECAUCION

PRECAUCIÓN indica una situación de riesgo potencial que, si no se evita, puede provocar lesiones moderadas o leves.

PRECAUCION

PRECAUCIÓN sin el símbolo de alerta de seguridad, indica una posible situación de riesgo que, si no se evita, puede causar daños materiales

4.2 Planos del edificio

4.2.1 Plano arquitectónico

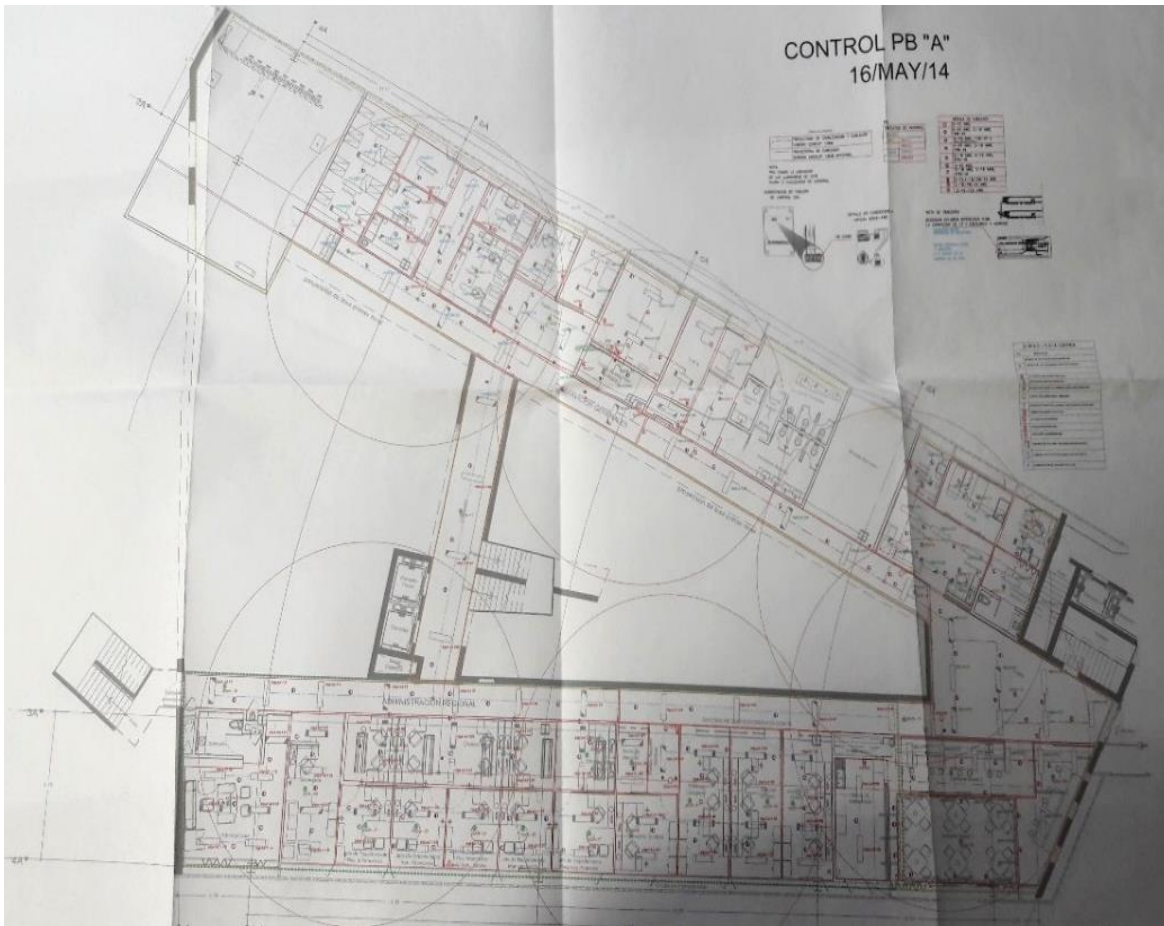


Fig. 36 - Plano arquitectónico

En la **Fig. 36** se observa la estructura arquitectónica del edificio SEDE 1 del Poder Judicial de San Luis Potosí tiene forma de una “V” como se puede ver en la fotografía anterior.

El edificio SEDE 1 está conformado por 7 pisos donde se encuentran los Tribunales Colegiados, en la Tabla 20 se muestra la distribución de los pisos que lo conforman.

NIVEL	TRIBUNAL COLEGIADO
Planta Baja	Administración General del edificio
Nivel 1	Tribunal Colegiado en Materia de Trabajo
Nivel 2	Primer Tribunal Colegiado en Materia Civil y Administrativa
Nivel 3	Segundo Tribunal Colegiado en Materia Civil y Administrativa
Nivel 4	Tribunal Colegiado en Materia Penal
Nivel 5	Oficinas de Seguridad del Edificio
Nivel 6	Tribunal Unitario
Nivel 7	Actualmente desocupado

Tabla 20.- Niveles que se encuentran dentro del edificio

En cada nivel se cuenta con 3 magistrados, cada uno con su respectivo equipo de trabajo que se conforma por licenciados de diferentes áreas ubicados en cubículos privados, y éstos a su vez cuentan con secretarios personales. En cada nivel se cuenta también con baños, cocina, cuarto de copiado y todos los servicios básicos con los que se pueda contar para que el personal pueda trabajar de manera correcta. Además, en la parte de atrás del edificio se cuenta con un estacionamiento de 6 niveles tanto para los trabajadores como para el público visitante y en la parte de en medio se encuentra un jardín. También hay 4 elevadores en este edificio, 2 están ubicados en el vestíbulo donde se conectan los dos pasillos principales y los otros 2 en un pasillo secundario al fondo donde se enlazan a los pasillos principales.

4.2.2 Diagrama unifilar

Un diagrama unifilar es especialmente utilizado para transmitir informes durante el planeamiento, la instalación, la puesta en marcha y en este caso, el mantenimiento del sistema eléctrico. Estos diagramas muestran los principales componentes y el esquema general de conexiones.

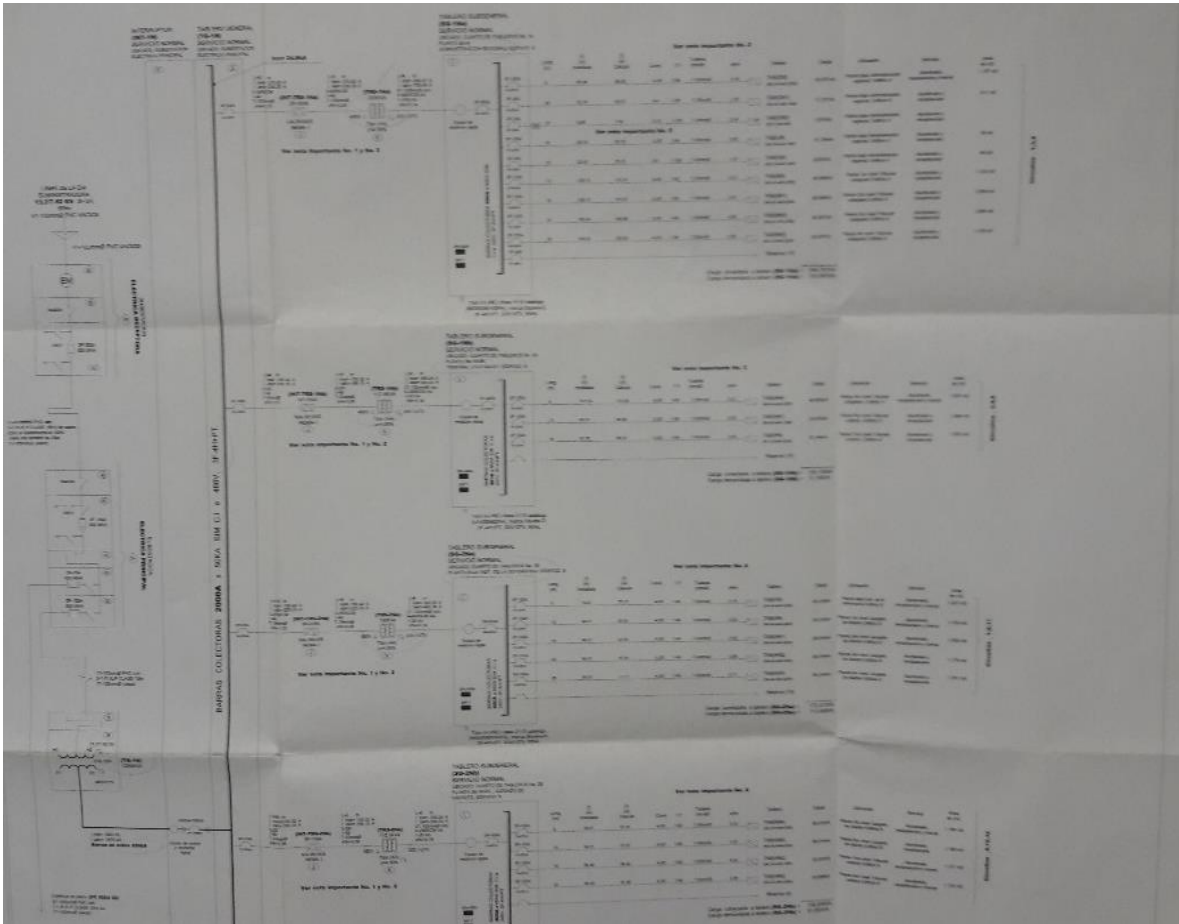


Fig. 37.- Diagrama unifilar

En términos generales la línea de CFE que llega al edificio del Poder Judicial, pasa por una subestación receptora y llega a la subestación eléctrica principal donde alimenta a 2 transformadores principales, el normal y el de emergencia. Después cada transformador llega a un tablero general de distribución y se distribuyen a otros tableros sub generales, dependiente de la carga o aparatos para lo que se vaya a utilizar la energía, existen otros transformadores secundarios con diferentes capacidades ubicados en diferentes niveles del edificio. Por último, la energía se dirige a los últimos tableros con los circuitos derivados de todo el edificio.

Los detalles de los dispositivos y las conexiones se describen más adelante.

4.3 Subestación

4.3.1 Transformadores principales

La línea que suministra la CFE de 13.2 kV llega a una subestación eléctrica receptora compacta de media tensión clase 15 kV de servicio interior que se encuentra en la entrada del edificio.

Esta subestación receptora cuenta con los siguientes elementos:

- a) Un equipo de medición en media tensión 3F, 3H, 13.2 kV a 60Hz, propiedad de la compañía suministradora de energía marca Areva.
- b) Gabinete con juego de cuchillas desconectores de servicio, operación en grupo sin carga de 400 A nominales para 15 Kv, marca Areva.
- c) Interruptor general en media tensión, tripolar al aire tipo (TKL) operación en grupo con carga mecanismo de energía almacenada para apertura y cierre instantáneo con tres fusibles limitadores de corriente (tiempo inverso para protección contra corto circuito instantáneo) de 200 A, c/u 500 MVA de capacidad interruptiva a 15 kV, un juego de 3 apartarrayos auto valvulares (de óxido de zinc) clase 15 kV y cuchilla tripolar de puesta a tierra, marca Areva.

Después de este punto la energía se dirige a la subestación eléctrica principal en media tensión que se encuentra ubicado en el sótano del edificio, contiene los siguientes elementos:

- a) Gabinete de acometida con juego de cuchillas desconectores de servicio, operación en grupo sin carga de 400 A nominales para 15 kV, marca Areva.
- b) Interruptor principal de media tensión, tripolar al aire tipo (TKL) operación en grupo con carga, mecanismo de energía almacenada para apertura y cierre instantáneo, con 3 fusibles limitadores de corriente (tiempo extremadamente inverso para protección contra corto circuito instantáneo) de 160 A, c/u 500 MVA de capacidad interruptiva a 15 kV, un juego de 3 apartarrayos auto valvulares (de óxido de zinc) clase 15 kV, y cuchilla tripolar de puesta a tierra, marca Areva.

- c) Gabinete que aloja en su interior barras principales soporte clase 15 kV, para conectar adecuadamente los interruptores derivados.
- d) Interruptor principal de media tensión, tripolar al aire tipo (TKL) operación en grupo con carga, mecanismo de energía almacenada para apertura y cierre instantáneo, con 3 fusibles limitadores de corriente (tiempo extremadamente inverso para protección contra corto circuito instantáneo) de 125 A, c/u 650 MVA de capacidad interruptiva a 15 kV y cuchilla tripolar de puesta a tierra, marca Areva para el transformador TR-1N de 1260 kVA.
- e) Interruptor principal de media tensión, tripolar al aire tipo (TKL) operación en grupo con carga, mecanismo de energía almacenada para apertura y cierre instantáneo, con 3 fusibles limitadores de corriente (tiempo extremadamente inverso para protección contra corto circuito instantáneo) de 75 A, c/u 650 MVA de capacidad interruptiva a 15 kV y cuchilla tripolar de puesta a tierra, marca Areva para el transformador TR-1E de 750 kVA.
- f) Gabinete que aloja en su interior barras de transición y aisladores-soportes, clase 15 kV, marca Areva para acoplamiento a transformador TR-1N.
- g) Gabinete que aloja en su interior barras de transición y aisladores-soportes, clase 15 kV, marca Areva para acoplamiento a transformador TR-1E.

Los transformadores principales son: el transformador normal (TR-1N) con una capacidad de 1250 kVA y el transformador de emergencia con una capacidad de 750 kVA, ambos son de la marca Voltran WEG Group de tipo seco encapsulado en conexión estrella-estrella, con devanado de cobre-cobre, alimentado de 13.2/7.62 kV en la parte de media tensión y una salida de 480/277 V en el lado de baja tensión, con una clase de aislamiento de 15 Kv, con 4 derivaciones de regulación (TAPS) dos arriba y dos abajo del 2.5% c/u del voltaje nominal en el primario.

En la **Fig. 38** se muestra el diagrama de conexión que se utiliza en los transformadores.

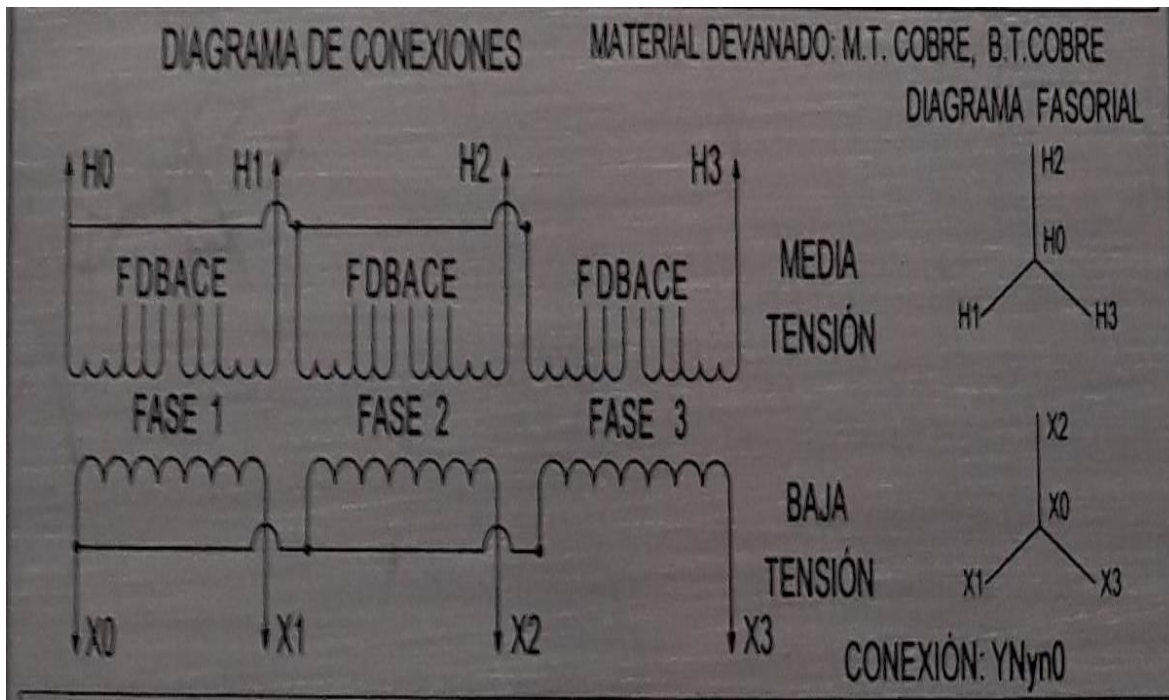


Fig. 38 - Diagrama de conexión

Este tipo de transformadores cuenta con los siguientes beneficios:

- Mantenimiento mínimo
- Requiere poco espacio para su instalación (diseño compacto)
- No emite gases tóxicos y/o nocivos
- Máxima resistencia mecánica ante esfuerzos dinámicos de corto circuito
- Gran capacidad para soportar sobre tensiones
- No requiere de protecciones de seguridad especiales (detección de incendio)
- Resistencia a ambientes agresivos (humedad, temperatura, polvo, etc.)
- Sin riesgo de fugas de sustancias químicas



Fig. 39.- Transformador normal principal



. Fig. 40- Transformador de emergencia principal

En el caso del transformador de emergencia (TR-1E) en la salida va conectado a un interruptor de transferencia de potencia, este equipo a su vez está conectado al generador de la planta de emergencia.

El interruptor de transferencia de potencia actúa cuando existe un corte de energía en la línea de CFE ya sea provocado por una falla o de manera intencional, al ocurrir esto la planta de emergencia entra el funcionamiento y el transfer como su nombre lo indica realiza la transferencia automática de potencia demandada de la línea de CFE a la línea del generador de emergencia. De esta manera, aunque se vaya la energía de la línea de la compañía suministradora, en la planta de emergencia se genera la energía necesaria para alimentar solamente a los circuitos que sean de emergencia.

El interruptor de transferencia de potencia es de la serie 300 de ASCO Group G, transfiere automáticamente las cargas críticas cuando hay un corte eléctrico.

Características y beneficios:

- De 1200 A en un diseño compacto
- De 440 V, 50-60 Hz, trifásico 3~
- Operación de doble tiro: el diseño con un solo solenoide está entrelazado y evita que los contactos estén en contacto con ambas fuentes al mismo tiempo.
- Cuenta con una pantalla gráfica LCD con teclado fácil de navegar y proporciona indicadores Led para la posición del interruptor, disponibilidad de fuente, estado de alerta y estado manual o automático.
- Cuenta con un funcionamiento de transición demorada
- Tiene integrada una interfaz de usuario multilingüe para la configuración y monitoreo
- Registro histórico de eventos



Fig. 41.- Interruptor de transferencia de potencia

4.3.2 Tableros generales de distribución

A la salida de los 2 transformadores principales cada uno se dirige a un tablero general de distribución. El tablero general de distribución normal (TG-1N) tiene sus zapatas principales de 2000A y el tablero general de distribución de emergencia (TG-1E) con zapatas principales de 1600A. Cada tablero cuenta con diferentes circuitos alimentadores que se distribuyen por todo el edificio para energizar diferentes equipos.

Los 2 tableros generales de distribución son de tipo QDPACT clase 2700 marca Square-D, 3F-4H+PT 480 V, 60 Hz, cada tablero general está conformado por 2 secciones, una sección es de tipo combinación que permite agrupar en una sola sección un interruptor principal y un grupo de interruptores derivados así como también el compartimento de medición, y la otra sección es de tipo distribución de doble columna; por ser un tablero modular acepta dispositivos de protección contra

sobre corriente de 2 tipos: interruptores automáticos de caja moldeada e interruptores automáticos Masterpact NW.



Fig. 42.- Tablero general (tipo combinación)



Fig. 43.- Tablero general (tipo distribución)

La central de medición cuenta con un medidor de alto rendimiento Power Logic modelo ION 7650, incorpora la medición de componentes simétricos, detección rápida de oscilaciones y supervisión del cumplimiento de la calidad de alimentación. Proporciona lecturas en tiempo real de los diferentes parámetros como intensidad, tensión, potencia, factor de potencia y frecuencia, análisis de potencia, lecturas de energía y demanda.



Fig.44.- Pantalla central de medición

Características y beneficios:

- Asistencia técnica en varios idiomas
- Medición de voltaje, corriente, corriente neutral y de tierra. alimentación, frecuencia, factor de potencia, demanda, energía y tiempo de uso
- Captura de formas de ondas en 1024 muestras/ciclos, captura de oscilaciones (20 μ s a 50 Hz), supervisión de subida/ondulación, medición de armónicos (hasta 63°), componentes simétricos.
- Secuencia de eventos, mínimo/máximo coincidente, tendencias históricas y registro de capturas de pantalla a alta velocidad.
- 65 puntos de ajuste para alarmas y control, respuesta en 1/2 ciclo, múltiples estados, identificación mediante alarma.

4.4 Distribución Eléctrica

4.4.1 Transformadores secundarios

En ambos tableros generales de distribución que se encuentran dentro de la subestación, cuentan con diferentes circuitos alimentadores, en donde algunos llegan directamente a otros tableros de distribución sub generala y los que no llegan directos antes pasan a otros transformadores secundarios en diferentes niveles del edificio para alimentar equipos a diferentes voltajes.

Uno de los circuitos que alimenta a los niveles desde la Planta Baja hasta el 4° piso, llega al transformador secundario normal (**Fig. 45**) (TRS-1Na) con una potencia de 225 kVA y por el lado de los circuitos de emergencia el transformador secundario (TRS-1Ea) con una potencia de 225 kVA, ambos transformadores ubicados en el cuarto eléctrico de la planta baja, los 2 de la marca Voltran WEG Group tipo seco en barniz conectados en delta-estrella, con una alimentación de 480 V y la salida de 220/127 V, con una clase de aislamiento de 1.2 Kv, devanado cobre-cobre, con 4 derivaciones (TAPS) dos arriba y dos abajo, de 2.5% c/u de la tensión nominal en el primario.



Fig. 45.- Transformadores secundarios

El circuito que alimenta al piso 5, 6 y 7 llega a otro transformador secundario normal (TRS-1Nb) con una potencia de 112.5 kVA (**Fig.45**) y por el lado de emergencia el transformador secundario (TRS-1Eb) con una potencia de 75 kVA, ambos transformadores se encuentran ubicados en el cuarto eléctrico del 5° piso, los 2 de la marca Voltran WEG Group tipo seco en barniz con una conexión delta-estrella alimentado de 480 V con la salida de 220/127 V, con una clase de aislamiento de 1.2 Kv, devanado cobre-cobre, con 4 derivaciones (TAPS) dos arriba y dos abajo, de 2.5% c/u de la tensión nominal en el primario.

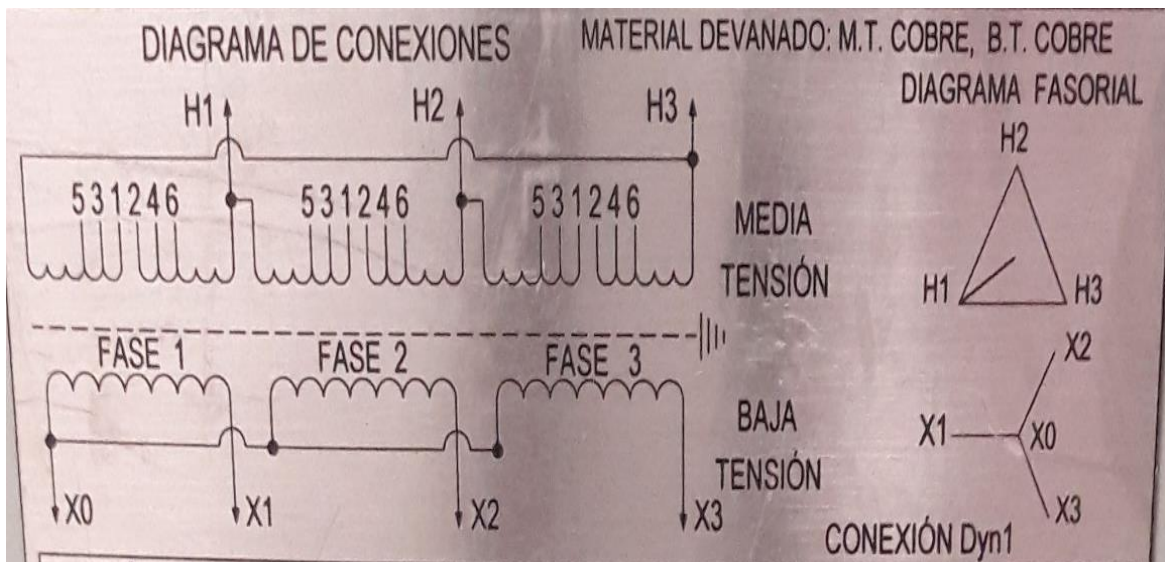


Fig. 46.- Diagrama de conexión de los transformadores secundarios

Los circuitos que alimentan a los 4 elevadores pasan de la misma forma por transformadores secundarios, 2 transformadores son del sistema eléctrico normal y 2 del sistema eléctrico de emergencia. En el cuarto eléctrico del vestíbulo en Planta Baja se encuentran 2 de estos transformadores uno normal (TR-ELEV-01) y uno de emergencia (TR-ELEV-02) y los otros 2 transformadores se encuentran en el sótano de la Planta Baja, el normal (TR-ELEV-03) y el de emergencia (TR-ELEV-04), los 4 transformadores.

Por último, se encuentra un circuito que alimenta al transformador secundario del sistema eléctrico de emergencia (TRS-AA-1E) de aires acondicionados, con una potencia de 112.5 kVA, ubicado en el cuarto eléctrico de la planta baja de la marca Voltran WEG Group tipo seco en barniz con una conexión delta-estrella alimentado

de 480 V con la salida de 220/127 V, con una clase de aislamiento de 1.2 Kv, devanado cobre-cobre, con 4 derivaciones (TAPS) dos arriba y dos abajo, de 2.5% c/u de la tensión nominal en el primario.

4.4.2 Tableros sub generales de distribución

En la parte del sistema eléctrico normal se cuenta con 3 tableros sub generales, 2 de ellos vienen de los transformadores secundarios y 1 está directamente conectado al tablero general normal.



Fig. 47.- Tablero sub general normal SG-1Na

El tablero sub general (SG-1Na) con barras colectoras de 800 A, 240 V, 3F, 4H+PT, se encuentra en el cuarto eléctrico de la planta baja y alimenta a otros tableros con circuitos derivados de cargas de alumbrado, receptáculos, aires acondicionados, fuerza, entre otros, que se encuentran distribuidos desde la planta baja al 4° piso.

El tablero sub general (SG-1Nb) con barras colectoras de 400 A, 240 V, 3F, 4H+PT, se encuentra en el cuarto eléctrico del 5° piso y alimenta a otros tableros con

circuitos derivados de cargas de alumbrado, receptáculos, aires acondicionados, fuerza, entre otros, que se encuentran distribuidos entre los pisos 5, 6 y 7.

El tablero sub general (AA-1N) con barras colectoras de 250 A, 480 V, 3F, 4H+PT, se encuentra en el cuarto eléctrico de la azotea y alimenta a otros tableros con circuitos derivados de cargas de aires acondicionados y fuerza, que se encuentran distribuidos de la planta baja al 7° piso.

En la parte del sistema eléctrico de emergencia se cuenta con 4 tableros sub generales, 3 de ellos vienen de transformadores secundarios y 1 está directamente conectado al tablero general de emergencia.

El tablero sub general (SG-1Ea) con barras colectoras de 800 A, 240 V, 3F, 4H+PT, se encuentra en el cuarto eléctrico de la planta baja y alimenta a otros tableros con circuitos derivados de cargas de alumbrado, receptáculos, aires acondicionados, fuerza, entre otros, además alimenta a un tablero que es exclusivo de receptáculos de tensión regulada para los aparatos de cómputo que se encuentran distribuidos desde la planta baja al 4° piso.

El tablero sub general (SG-1Eb) con barras colectoras de 400 A, 240 V, 3F, 4H+PT, se encuentra en el cuarto eléctrico del 5° piso y alimenta a otros tableros con circuitos derivados de cargas de alumbrado, receptáculos, aires acondicionados, fuerza, entre otros, además alimenta a un tablero que es exclusivo de receptáculos de tensión regulada para los aparatos de cómputo que se encuentran distribuidos en los pisos 5, 6 y 7.

El tablero sub general (AA-1E) con barras colectoras de 400 A, 220 V, 3F, 4H+PT, se encuentra en el cuarto eléctrico de la azotea y alimenta a otros tableros con circuitos derivados de cargas de aires acondicionados y fuerza, que se encuentran distribuidos de la planta baja al 7° piso.

El tablero sub general (FZA-1E), 480 V, 3F, 4H+PT, se encuentra ubicado en el cuarto de bombas en el sótano y alimenta a otros tableros con circuitos derivados de cargas de bombas que se encuentran en el cuarto de bombas.

4 Todos los tableros sub generales anteriores tanto normal como de emergencia son tipo I-Line clase 2110 marca Square-D, montaje en pared con sistema enchufable de interruptores y todos cuentan con equipo de medición Power Meter PM800 display de Power Logic.



Fig. 48.- Central de medición PM800 en tablero sub general

Los tableros finales (**Fig. 49**) que cuentan con todos los circuitos derivados, son de tipo I-Line NQ de la marca Square-D, con diferente cantidad de circuitos derivados, estos no cuentan con sistema de medición.



Fig. 49.- Tableros finales

4.5 Sistema de alumbrado

El edificio cuenta con un sistema de iluminación inteligente llamado “Quantum” de la marca LUTRON, este sistema proporciona facilidades en el mantenimiento, en el manejo, monitoreo en tiempo real mediante el software Green Glance y además se obtiene un significativo ahorro de energía, ayudando de esta manera al medio ambiente.

Quantum es una solución para la gestión de instalaciones que crea un ambiente flexible, productivo y de uso eficiente de la energía para un edificio entero. Un solo sistema proporciona atenuación, conmutación, control de cortinas motorizadas, integración de sistemas y gestión de la energía. Se usa para gestionar la luz eléctrica y natural en varios espacios mediante opciones de control automáticas y manuales.

4.5.1 Beneficios del Sistema de Iluminación Quantum

a) Ahorro de energía y protección al medio ambiente

Las soluciones de control de iluminación de LUTRON pueden ahorrar cantidades significativas de energía cuando se aplican las estrategias apropiadas de control de iluminación. Las corporaciones e instituciones que han utilizado este sistema reportan una reducción en el uso de energía para iluminación de hasta el 72%. Estas reducciones importantes en el uso de la energía pueden reducir la huella de carbono del edificio, disminuir las emisiones de gases de efecto invernadero y reducir la contaminación por luz durante la noche.

b) Incremento de productividad y confort

Los estudios muestran que la iluminación apropiada es beneficiosa para los empleados que trabajan en un espacio de oficinas. El aumento en la satisfacción y el confort en el espacio de trabajo que ofrecen la luz del día, la iluminación eléctrica apropiada para cada tarea y el control individual de la iluminación pueden dar como resultado una reducción en el ausentismo y un aumento de la productividad.

c) Ahorro de dinero

Las soluciones de control de iluminación de LUTRON pueden mejorar el balance general al incrementar la productividad de los empleados, reducir de manera significativa los costos de energía de iluminación y reducir los costos de mano de obra, mantenimiento y operación asociados con las actividades continuas de administración de instalaciones.

4.5.2 Estrategias del control de iluminación para ahorrar energía

Cuando la atenuación se utiliza junto con los sensores, el sistema puede ofrecer ahorros de energía de iluminación que superan el 60%, como se muestra en la **Tabla 21**.

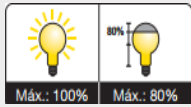




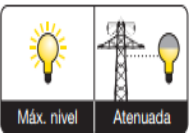
Estrategia		Ahorro potencial
	El recorte de capacidad máxima establece el nivel de luz máximo basándose en los requisitos de los clientes en cada espacio.	20%
	Los sensores de presencia/vacancia encienden las luces cuando los ocupantes se encuentran en un espacio y las apagan cuando las personas abandonan el espacio.	15%
	El aprovechamiento de la luz del día atenúa las luces eléctricas cuando la luz del día está disponible para iluminar el espacio.	15%
	El control personal de atenuación les ofrece a los ocupantes la capacidad de ajustar el nivel de luz.	10%
	La programación ofrece cambios programados en los niveles de luz basados en la hora del día.	Variable
	La respuesta a la demanda reduce automáticamente las cargas de iluminación durante las horas pico de uso de electricidad.	Variable

Tabla 21.- Estrategias para el ahorro de energía

4.5.3 Funcionamiento en conjunto del Sistema de Iluminación Quantum

Todo se maneja desde un servidor principal llamado Q. Manager, esta computadora contiene todo el sistema y el software de Quantum para simplificar el control, los reportes y las tendencias de una manera centralizada.



El servidor Q. Manager se requiere para la comunicación con Q. Admin, un poderoso software de Quantum que permite que los administradores de instalaciones controlen las luces y las cortinas, establezcan relojes astronómicos, y configuren, supervisen, analicen y hagan reportes sobre la luz de todo un edificio. Otro software fundamental de este sistema es el Green Glance, sirve para mostrar los ahorros de energía que ofrece una mirada en tiempo real y una mirada histórica de los ahorros de energía proporcionados por Quantum.



Características principales de Q-Admin:

- a) Hasta dos clientes.
- b) El software Q-Admin de Quantum permite que el personal administre la luz eléctrica y la luz del día para optimizar el uso eficiente de la energía, el confort y la productividad.
- c) Permite controlar las luces según las distintas áreas para colocar las luces en un nivel, habilitar y deshabilitar la detección de ocupación y modificar los niveles objetivo de luz de áreas que reciben la luz del día.
- d) Supervisa el estado de las luces, el estado de ocupación y el consumo de energía.
- e) Diagnóstico en tiempo real de fallas de lámparas de balastos y de equipos.



Características principales de Green Glance:

- a) Hasta seis visualizadores.
- b) La pantalla muestra el ahorro de energía destinada a iluminación, el ahorro de alimentación destinada a iluminación en tiempo real y otros ahorros equivalentes, como carbón no



consumido o CO2 no emitido. Los datos se organizan en un formato fácil de leer, diseñado para que lo vea el público.

Después mediante una conexión Ethernet del edificio se llega al Procesador Quantum, cuya función es conectar todos los componentes del sistema Quantum y para permitir el manejo total de la iluminación de todo el edificio.



A continuación, la comunicación del sistema se distribuye por todo el edificio mediante Tableros EcoSystem Energi Savr Node (ESN) que permite una fácil integración de los sensores de presencia, los sensores fotoeléctricos y los balastos digitales EcoSystem Serie H.

El EcoSystem Energi Savr Node se comunica con dispositivos inalámbricos a través del módulo de sensores QS, que se encuentran distribuidos en todos los pisos del edificio, para minimizar el cableado y facilitar la instalación.

Los módulos QS se comunican de manera inalámbrica a los sensores de presencia/vacancia Radio Power Savr que proporciona ahorros de energía al garantizar que las luces se apagarán cuando las habitaciones estén vacías y a los sensores fotoeléctricos Radio Power Savr que atenúa gradualmente las luces en respuesta a la cantidad de luz del día disponible.

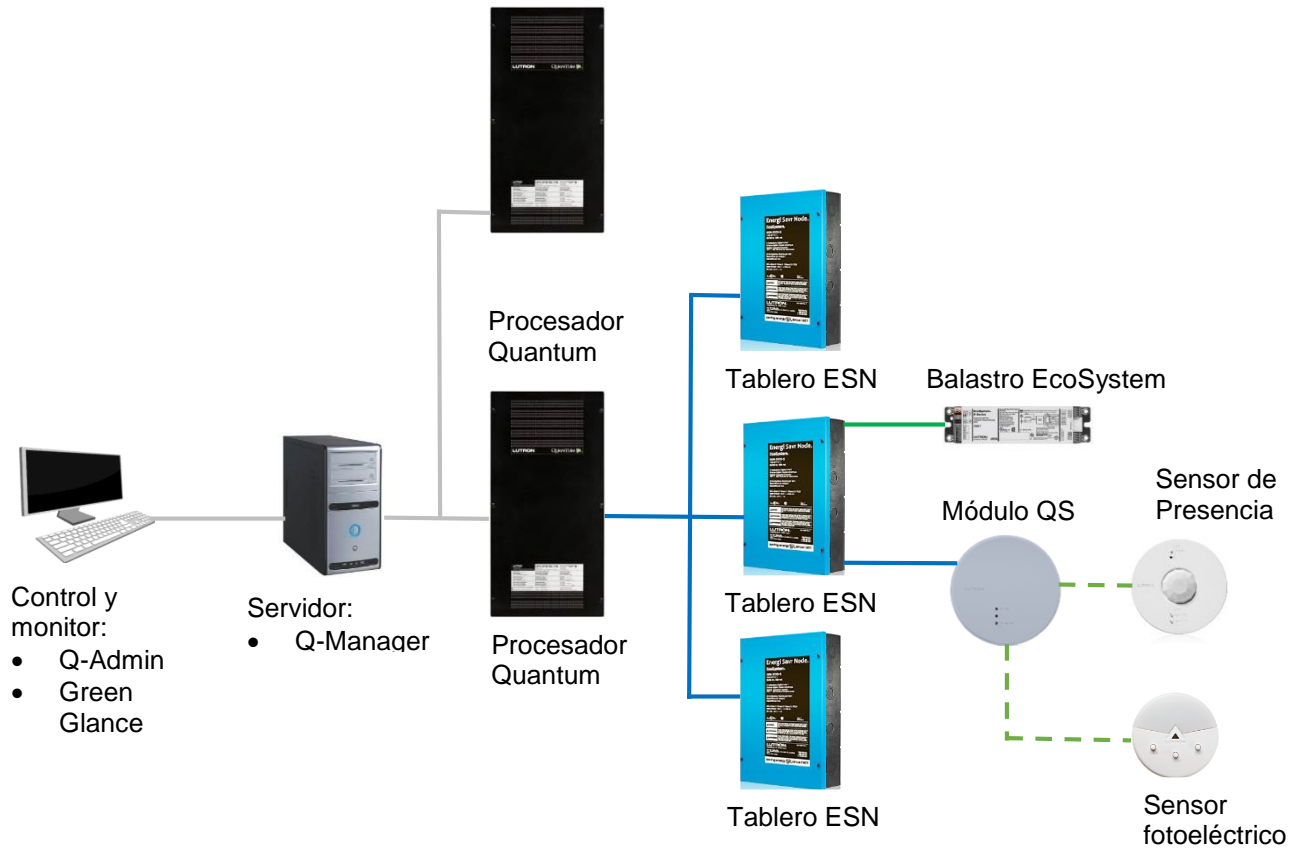


Fig. 50.- Diagrama del funcionamiento Quantum

4.6 Mantenimiento Preventivo y Correctivo

4.6.1 Área de Subestación Principal

- Se debe mantener libre de maleza y plagas, la cerca perimetral en buen estado.
- Realizar la revisión y limpieza de la estructura y registros.
- Checar que la señalización y pintura en general del área esté en buen estado, restaurar la pintura si es necesario.
- Verificar de manera visual que los puntos de contacto de los cortacircuitos no presenten señales de calentamiento excesivo o que existan arcos de voltaje.
- Realizar la limpieza del interior por lo menos una vez al año.

4.6.2 Transformadores

Siendo una de las grandes ventajas de este tipo de transformador, los transformadores tipo seco Voltran necesitan de poco mantenimiento. Sin embargo, es necesario hacer un seguimiento constante para evitar problemas, tales como la acumulación de suciedad (lo que puede causar pérdida de la capacidad de refrigeración y consecuente pérdida de potencia), inspección por deformaciones en su estructura e inspección de sus ligaciones, y otras más.

- Registros Operacionales

Los registros operacionales deben obtenerse a través de lecturas de los instrumentos indicadores, de las ocurrencias extraordinarias envolviendo el transformador, así como cada evento relacionado, o no, con la a operación del sistema eléctrico, que pueda afectar el desempeño y / o características intrínsecas del equipo. Se recomienda la lectura diaria de los indicadores de temperatura (anotar temperatura ambiente), carga y voltaje del transformador.

- Inspección termográfica

Estas inspecciones deben realizarse periódicamente en las instalaciones, particularmente para detectar calentamiento anormal en los conectadores.

- Inspecciones visuales

Inspecciones visuales periódicas deben hacerse, siguiéndose un itinerario previamente establecido, lo cual debe abarcar todos los puntos cubiertos.

- Limpieza

Un importante factor para lograr un mejor funcionamiento de esto tipo de transformador es la constante y eficiente limpieza del mismo para que no ocurra perjuicio de importantes características del transformador. Por ese motivo, indicaremos procedimientos de limpieza para los tipos de impurezas listadas a seguir:

1. Con el uso de un aspirador de polvo o un plumero y paño seco, remover el polvo depositado encima del transformador. Enseguida, use aire comprimido para remover los residuos de polvo y limpiar los canales de ventilación de las bobinas y entre la bobina y el núcleo. La inyección de aire en los canales de ventilación debe hacerse de bajo hacia arriba. La presión del aire debe ser limitada a aproximadamente 5atm. Para finalizar, use un paño seco y limpio para remover residuos que aún permanecen en las bobinas, particularmente alrededor de los terminales y en los aisladores.
2. Con el uso de un paño humedecido con benzina o agua, remueva las impurezas del núcleo, herraje y bobinas; repita con un paño seco y limpio. Asegúrese que los canales han sido desobstruidos. Si las impurezas en los canales están secas, adopte el procedimiento (1) para esta operación de limpieza. De otra forma, identifique el tipo de suciedad existente y contacte a la fábrica para averiguar el mejor procedimiento. El uso de benzina u otro producto requiere cuidados especiales en su manejo.
3. Con el uso de un paño humedecido en agua y una pequeña concentración de amoníaco o alcohol, remueva las impurezas del transformador. La limpieza puede ser complementada utilizando uno de los procedimientos anteriores, dependiendo del tipo de suciedad para ser removida.
4. La finalización deberá hacerse siempre con un paño limpio y seco para limpiar toda la superficie, particularmente la región de los terminales de ligación.



Fig. 51.- Limpieza y monitoreo del transformador

A la continuación en la **Tabla 22** describimos algunas anomalías normalmente ocurridas, incluso sus posibles causas y la solución sugerida.

#	Anormalidades	Posibles causas	Solución
1	Sobrecalentamiento en los terminales de Alto Voltaje, Bajo Voltaje, puntos de conexión y panel de conmutación.	Mal contacto	Limpieza en las áreas de contacto. Apretar tuercas/tornillos.
2	Sobrecalentamiento del transformador	Sobrecarga arriba del previsto.	Disminuir carga Aumentar la refrigeración
		Circulación de aire de refrigeración insuficiente.	Limpiar canales de aire de refrigeración del transformador. Inspeccionar conductos/aperturas por circulación de aire de refrigeración, con respecto a dimensiones apropiadas y obstrucciones indeseadas.
		Temperatura del aire de refrigeración arriba	Disminuir carga.

		de la temperatura prevista	Aumentar la circulación del aire de refrigeración.
3	Actuación del relé de protección (alarma y/o detenimiento).	Sobrecalentamiento del transformador.	#2
		Falta de voltaje de alimentación del interruptor electromagnético.	Asegurarse que haga voltaje de alimentación en relé. Verificar funcionamiento correcto del relé.
	Descarga entre terminales DE VOLTAJE ALTO Descarga entre VOLTAJE ALTO y masa	Reducción de la resistividad superficial del material aislante debido a la existencia de cuerpos extraños.	Limpieza general, con la remoción de los cuerpos extraños depositados en la superficie.
	Descarga entre voltaje alto / voltaje bajo Descarga entre VOLTAJE BAJO /masa	Dstrucción del material aislante debido a sobrevoltaje, sobrecalentamiento o esfuerzos mecánicos mayores que el previsto	Reemplace o reparación de la pieza dañada.
5	Ruido excesivo	Voltaje más alto que lo previsto. Asentamiento desigual de la base del transformador. Resonancia con las superficies alrededor del equipo.	Verificar el voltaje correcto y ajustar a la derivación más adecuada. Verificar la existencia de superficies metálicas (paneles, armarios, conductos, puertas, etc.) sueltas que pueden causar vibraciones
		Resonancias transmitidas por las ligaciones	Instalación de elementos flexibles entre os terminales del transformador y los conductores de la instalación

Tabla 22.- Anormalidades normalmente ocurridas en transformadores tipo seco

4.6.3 Tableros de distribución

- Se debe realizar la limpieza del interior, chequeo del apriete en las conexiones de los cables (**Fig.52**).



Fig. 52 - Apriete en las conexiones del tablero

- Verificar que los interruptores termomagnéticos no hagan falso contacto en las barras de alimentación, que no presenten calentamiento excesivo y que accionen correctamente si algún interruptor presenta anomalías de las antes mencionadas se le deben reajustar las terminales de montaje y si el problema persiste debe ser reemplazado por otro en buenas condiciones.
- Verificar el estado general de los cables que no presenten deterioro por calentamiento en el aislante o en el metal, si presentan deterioro cortar las partes dañadas y reconectar asegurando un buen apriete de las terminales como se muestra en la **Fig.53**.



Fig. 53 - Verificación de cables

- Checar el voltaje y amperaje de entrada y salida en el interruptor principal de cada una de las fases, así como verificar que no haya voltaje en la barra de neutros y tierra física como se muestra en la **Fig.54**.



Fig. 54 - Medición de voltaje y amperaje en los interruptores del tablero

- Mantener en buen estado la pintura del equipo.
- Si falla un interruptor termomagnético debe ser reemplazado por uno nuevo u otro en buenas condiciones.
- Si la falla se localiza en el cableado este debe ser reemplazado por cable nuevo, como se muestra en la **Fig. 55**.



Fig.55 - Reemplazo de cable nuevo por falla de corto circuito

4.6.4 Lámparas

- El mantenimiento preventivo a la iluminación interior comprende la revisión visual de que el encendido y apagado de las lámparas sea correcto, limpieza de los gabinetes.
- En el mantenimiento preventivo de la iluminación exterior las lámparas y reflectores se deben mantener limpios y libres de humedad y de insectos, verificar que la conexión en la base del poste no presente deterioro y mantener la pintura del poste en buenas condiciones, así como verificar que enciendan todas las luminarias del circuito.

- Se debe realizar revisión y limpieza de la caja de fotocelda y el contactor de cada circuito verificando que accione correctamente en encendido y apagado automático.
- Checar que las lámparas de emergencia funcionen adecuadamente y limpiarlas para mantenerlas libres de polvo.

4.6.5 Contactos eléctricos y apagadores

- En la revisión de contactos se debe verificar que el voltaje del contacto sea el apropiado, la conexión se verificará utilizando un probador de contactos, revisar que tenga la tapa en buenas condiciones y que el contacto no esté flameado o dañado, de ser así realizar el reemplazo del mismo.
- En los apagadores se debe revisar que accionen correctamente, es decir que no tengan falso contacto y que no se calienten o presenten manchas por calentamiento, de lo contrario se deberán reemplazar.

CAPÍTULO 5

5. Conclusiones y recomendaciones

Conclusiones

En base a lo que se realizó se puede concluir que el mantenimiento es una actividad esencial para alcanzar altos grados de eficacia en los sistemas y equipos de la empresa así garantizar vida útil a los equipos y satisfacer al cliente.

Por otra parte, al realizar este manual de mantenimiento preventivo y correctivo del sistema de alumbrado y de la planta de emergencia de 800 KW que se encuentra en las instalaciones del Consejo del Poder Federal de San Luis Potosí, se concluye que es importante que se manejen manuales de mantenimiento, ya que gracias a los manuales los trabajadores podrán realizar un buen trabajo a los equipos, por lo tanto podrán prevenir fallas al equipo, así lograr que el equipo tenga una larga vida y funcione correctamente, otra ventaja será que gracias al manual podrán detectar alguna anomalía y así repararla exitosamente.

Algo muy importante es, que si hay una buena planificación del mantenimiento de los equipos, por ejemplo, llevar un control de mantenimiento preventivo, tener programas de mantenimiento, etc., tendremos un ahorro económico ya que no se estaría reponiendo equipos que estuvieran fallando por causa de no haber realizado el mantenimiento correspondiente.

Por eso se debe tener conciencia que el mantenimiento preventivo es muy importante para no tener fallas en los equipos, y si se encuentra alguna falla es de importante la corrección de ese problema, ya que si no se realiza a tiempo esta falla puede afectar a otros equipos y tener gastos innecesarios.

Por lo consiguiente, es importante que los trabajadores o ingenieros, tengan este manual de mantenimiento, ya que con ello podrán saber los riesgos que pasan al trabajar con líquidos inflamables, equipo pesados, etc., así ellos podrán prevenir algún accidente, tanto para las personas, como a las instalaciones.

Recomendaciones

Para realizar un manual de mantenimiento preventivo y correctivo, se debe de tener la experiencia necesaria para realizar las actividades de mantenimiento, porque ya sabiendo cómo realizar un mantenimiento podrás explicar y realizar un manual exitosamente, por otro lado, si no sabes realizar las actividades puede ver riesgos, tanto a los equipos como a la persona.

Para realizar las actividades de mantenimiento tenemos que saber las siguientes recomendaciones necesarias.

1. Llevar botas industriales, de preferencia con casquillo.
2. Llevar siempre el casco de protección.
3. Siempre estar acompañado de otra persona por seguridad.
4. No llevar nada inflamable (encendedor, etc.)
5. No distraerse ni hacer bromas al momento de realizar una actividad.

Otras recomendaciones:

1. Piezas: Se recomienda manejar las piezas de los equipos cuidadosamente, cuando se tenga que remplazar piezas se recomienda usar solo piezas originales.
2. Contaminación: Se recomienda tener cuidado en los desechos tóxicos que se utilicen en los equipos, no se deberá de juntar los desechos tóxicos con las aguas pluviales en caso que utilicen agua tratada, se deberá de buscar otro lugar para tirar los desechos tóxicos y así no contaminar. de igual manera, se deberá desechar las luminarias que utilicen gas (Halógeno) en lugares que no contamine el medio ambiente.
3. Antes del trabajo: Antes de solucionar un problema, se recomienda considerar posibles causas del problema y tratar de averiguar si el mismo problema se produjo en el pasado.
Al desmontar un componente, se recomienda prestar atención a la secuencia de desmontaje para poder volver a montar el componente en orden inverso al desmontaje.

4. En el trabajo: Se recomienda utilizar las herramientas correctas para no dañar al equipo y causar lesiones personales, al utilizar las herramientas correctas se debe realizar el trabajo con precaución.

REFERENCIAS

- [1] Harper, G. E. (2005). El libro práctico de los generadores, transformadores y motores eléctricos. Editorial Limusa.
- [2] Harper, G. E. (2006). Elementos de diseño de subestaciones eléctricas. Editorial Limusa.
- [3] Storch de Gracia, J. M. (1998). Manual de seguridad industrial en plantas químicas y petroleras. Editorial McGraw-Hill.
- [4] Chamorro, J. G. (2000). Generación eléctrica en plantas diesel.
- [5] Aguera, E. (2017). Plantas Eléctricas de Emergencia. Noticias DCyTIC-BUAP.
- [6] Rocha, G. M. (2009). Mantenimiento en subestaciones eléctricas.
- [7] Harper, G. E. (2006). Elementos de diseño de subestaciones eléctricas. Editorial Limusa.
- [8] Solutions, E. S. Quantum Total Light Management.
- [9] Calloni, J. C. (2004). Mantenimiento Electrico Y Mecanico Para Pequeñas Y Medianas Empresas/Electrical and Mechanical Maintenance for Small and Medium Companies: Incluye Higiene Y Seguridad Industrial. Nobuko.
- [10] Murua Chevesich, H., & Granda Ibarra, A. (1965). Manual de seguridad e higiene del trabajo. In Manual de seguridad e higiene del trabajo. Ministerio de Industrias.
- [11] Cortés, J. M., & Díaz, J. M. C. (2007). Técnicas de prevención de riesgos laborales: seguridad e higiene del trabajo. Editorial Tebar.

[12] Nuñez Forestieri, J., & Bermúdez Flores, G. F. (2009). Guía para el mantenimiento de transformadores de potencia.

[13] Pérez, P. A. (2001). Transformadores de distribución: teoría, cálculo, construcción y pruebas. Reverté.

[14] Vanegas Franco, M. D. P. (2016). Mantenimiento de tableros eléctricos de baja tensión en subestaciones eléctricas.

[15] IGSA. , Manual de operación y mantenimiento de las plantas eléctricas.

[16] Ing. Juan Francisco Cepeda Salazar., Partes de una planta de emergencia y mantenimiento.