



FACULTAD DE INGENIERÍA UNAM  
DIVISIÓN DE EDUCACIÓN CONTINUA

# CURSOS INSTITUCIONALES

## *PLANTAS ELÉCTRICAS DE EMERGENCIA (INTERMEDIO)*

Del 09 al 13 de Octubre de 2006

### *APUNTES GENERALES*

CI - 217

Instructor: Ing. Raúl Moncada Fuentes  
PREVENCIÓN Y READAPTACIÓN SOCIAL

OCTUBRE DE 2006

## Índice

1 - El plan de mantenimiento.	3
1.1 - Introducción al mantenimiento. Conceptos básicos.	3
1.2 - Diagnóstico inicial. El estado real del sistema de instalaciones eléctricas.	5
1.3 - Diseño del plan de mantenimiento.	6
1.4 - Programación del mantenimiento.	10
2 - El servicio de mantenimiento.	13
2.1 - Las instalaciones eléctricas.	13
2.2 - Tipos y funcionamiento de las plantas eléctricas.	19
2.3 - Diagnóstico de fallas.	28
3 - Control del funcionamiento de los sistemas.	30
3.1 - Comprobación en campo de las condiciones de la operación de los sistemas.	30
3.2 - Comparación y documentación de los registros efectuados en pruebas y monitoreo a los sistemas intervenidos, de acuerdo con las especificaciones técnicas, las políticas y los procedimientos de la institución.	31
4 - Bibliografía.	36

## 1.- El plan de mantenimiento

### 1.1 Introducción y conceptos básicos

El mantenimiento se define como la combinación de actividades mediante las cuales un equipo o un sistema (por ejemplo, una instalación eléctrica) se mantiene en, o se restablece a, un estado en el que puede realizar las funciones designadas.

Las inconsistencias en la operación de los equipos o de las instalaciones, dan como consecuencia una variabilidad excesiva en los resultados. Para producir con un alto nivel de calidad, el equipo debe operar dentro de las especificaciones, las cuales pueden alcanzarse mediante acciones oportunas de mantenimiento.

De igual forma, para trabajar en las condiciones planeadas, con seguridad y eficiencia, las instalaciones deben operar en la manera en que fueron diseñadas.

Es decir, el mantenimiento es la actividad humana que garantiza la existencia de un servicio dentro del rango de calidad establecido.

El objetivo del mantenimiento es, por tanto, *desarrollar las acciones preventivas, predictivas y correctivas necesarias para mantener y conservar los equipos o sistemas operando en condiciones normales de funcionamiento.*

Podemos clasificar el mantenimiento en dos tipos principales:

**1. Mantenimiento correctivo (MC).** Es el que se lleva a cabo cuando los equipos, las instalaciones o los sistemas han dejado de proporcionar la calidad de servicio esperada. Este tipo de mantenimiento se subdivide, a su vez, en:

- Contingente
- Programable

El ***mantenimiento correctivo contingente*** se refiere a las actividades que se realizan en forma inmediata, debido a que algún equipo que proporciona servicio indispensable ha dejado de hacerlo, por lo que se tiene que ***actuar en forma emergente.***

Las labores que en este caso deben ser realizadas, tienen por objeto la recuperación inmediata de la calidad del servicio; es decir, que ésta se coloque dentro del rango esperado por medio de arreglos provisionales. Por ello, el personal de mantenimiento debe efectuar, en este caso, solamente trabajos indispensables, evitando arreglar otros elementos del sistema o hacer trabajos adicionales que provoquen distracciones o demoras en la recuperación del funcionamiento del equipo o del sistema con una adecuada fiabilidad.

El ***mantenimiento correctivo programable*** se refiere a las actividades que se desarrollan en los equipos que proporcionan un servicio complementario o menos importante que, si bien es necesario, no es indispensable para dar una buena calidad de la operación, por lo que es mejor ***programar su reparación.***

**2. Mantenimiento preventivo (MP).** Consiste en la actividad desarrollada en los equipos con el fin de garantizar que la calidad del servicio que proporcionan continúe dentro del rango establecido. Toda labor de mantenimiento que sea realizada sin que los equipos dejen de ofrecer la calidad de servicio esperada, es una actividad de mantenimiento preventivo. Un programa de mantenimiento preventivo (MP) es la clave para cualquier proceso exitoso de administración de mantenimiento, ya que reduce la cantidad de mantenimiento correctivo hasta un nivel mínimo.

***El mantenimiento preventivo siempre es programable.*** Podemos dividirlo en cuatro tipos bien definidos:

- Predictivo
- Periódico
- Analítico
- Progresivo

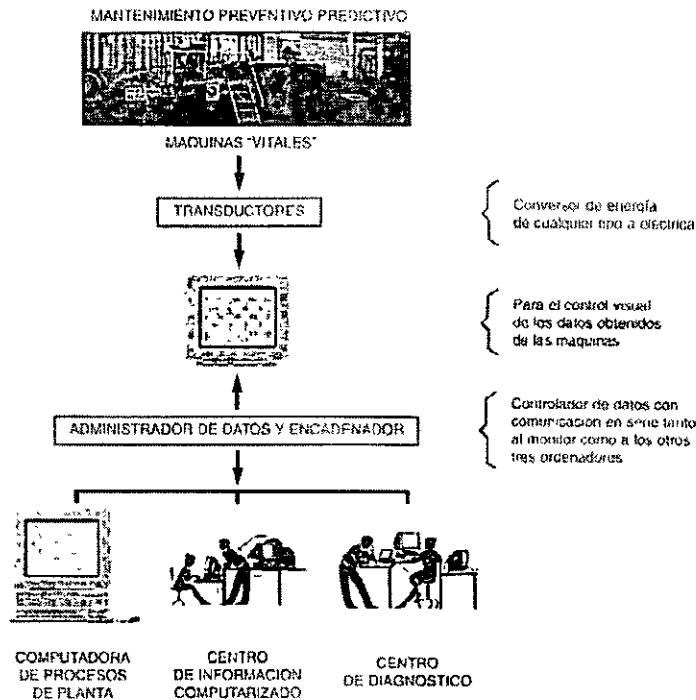
El ***mantenimiento predictivo*** se define como un sistema permanente de ***diagnóstico*** que permite detectar con anticipación la posible pérdida de calidad del servicio que está entregando un equipo. Así, los trabajos por efectuar proceden de un diagnóstico permanente derivado de inspecciones continuas que pueden ser visuales, por medio de medidores o a través de transductores (sensores).

El ***mantenimiento periódico*** es un procedimiento de mantenimiento preventivo que, como su nombre lo indica, es de atención periódica, ***rutinaria***, con el fin de realizar los trabajos después de determinadas horas de funcionamiento del equipo, en el que se hace pruebas y se cambia algunas partes por término de vida útil o porque están fuera de especificación.

El ***mantenimiento analítico*** se basa en un ***análisis*** profundo de la información proporcionada por captadores y sensores dispuestos en los sitios más convenientes de los cursos vitales e importantes de la empresa o de la institución, de tal manera que por medio de un programa de visitas pueden ser inspeccionados con la frecuencia necesaria para anotar los datos y las lecturas resultantes, que son revisados por un analista combinándolas con la información que tiene el banco de datos relativos al equipo. Con esta información, está en posibilidades de aplicar sus conocimientos en ingeniería de fiabilidad para calcular la probabilidad que tiene el equipo de sufrir una falla. La figura de la página siguiente ilustra un sistema de detección con base en sensores.

El ***mantenimiento progresivo***, como su nombre lo indica, consiste en atender al equipo por partes, ***progresando*** en su atención cada vez que se tiene oportunidad de contar con un tiempo ocioso de éste.

“PLANTAS ELÉCTRICAS DE EMERGENCIA (INTERMEDIO)”



**1.2 Diagnóstico inicial. El estado real de las instalaciones**

Conocer el estado real de las instalaciones tiene que ver con la planeación y programación del mantenimiento. Para hacer un diagnóstico inicial que sirva de base para la planeación y la programación, es necesario contar con registros históricos de las reparaciones y del comportamiento funcional de los equipos.

Una página de un archivo de la historia del equipo puede elaborarse de la siguiente manera:

Fecha	Mantenimiento efectuado	Tiempo muerto	Refacciones y materiales	Mano de obra (horas)	Tiempo de interrupción (horas)	Costo de refacciones y materiales	Costo de mano de obra

Igualmente, se deberá efectuar una **inspección** exhaustiva que incluya las mediciones y pruebas necesarias para establecer el grado de fiabilidad de un equipo o instalación, es decir, para determinar si éste se encuentra proporcionando servicio dentro del rango de calidad establecido.

Conviene entonces establecer **registros** de cada equipo o instalación, donde se especifique la ubicación, el tipo de equipo, el servicio que presta, su descripción, su

---

 "PLANTAS ELÉCTRICAS DE EMERGENCIA (INTERMEDIO)"
 

---

número de identificación y la prioridad de acuerdo con el servicio que presta. Un ejemplo de registro de esta clase es el siguiente:

Edificio: _____ _____					
equipo	identificación	descripción	ubicación	tipo	prioridad

### 1.3 Diseño del plan de mantenimiento

*La planeación en el contexto de mantenimiento se refiere al proceso mediante el cual se determinan y preparan todos los elementos requeridos para efectuar una tarea antes de iniciar el trabajo.* El proceso de planeación comprende todas las funciones relacionadas con la preparación de la orden de trabajo, la lista de materiales, la requisición de compras, los planos y dibujos necesarios, la hoja de planeación de la mano de obra, los estándares de tiempo y todos los datos necesarios antes de programar y liberar la orden de trabajo. En consecuencia, un procedimiento de planeación eficaz deberá incluir los siguientes pasos:



---

“PLANTAS ELÉCTRICAS DE EMERGENCIA (INTERMEDIO)”

---

El mantenimiento preventivo (MP) no es otra cosa que una serie de tareas planeadas previamente, que son llevadas a cabo para contrarrestar las causas conocidas de fallas potenciales de las funciones para las que fue creado un equipo o sistema. Puede ser planeado y programado con base en el tiempo, el uso o la condición del equipo. Es el enfoque preferido frente al mantenimiento correctivo por cuatro razones principales:

- La frecuencia de fallas prematuras puede reducirse mediante una lubricación adecuada, ajustes, limpieza e inspecciones promovidas por la medición del desempeño.
- Si la falla no puede prevenirse, la inspección y la medición periódicas pueden ayudar a reducir la severidad de la falla y el posible efecto dominó en otros componentes del sistema del equipo, mitigando de esta forma las consecuencias negativas para la seguridad, el ambiente o la capacidad de producción.
- En donde podamos vigilar la degradación gradual de una función o un parámetro, como la calidad de un producto o la vibración de una máquina, puede detectarse el aviso de una falla inminente.
- Finalmente, hay importantes diferencias en costos tanto directos (por ejemplo, materiales) como indirectos (por ejemplo, pérdidas de producción) debido a que una interrupción no planeada a menudo provoca un gran daño a los programas de producción y a la producción misma, y debido también a que el costo real de un mantenimiento de emergencia es mayor que el de uno planeado y a que la calidad de la reparación puede verse afectada de manera negativa bajo la presión de una emergencia.

La pregunta más crítica en el mantenimiento preventivo es: ***¿Qué tarea o serie de tareas deben realizarse para impedir una falla?***

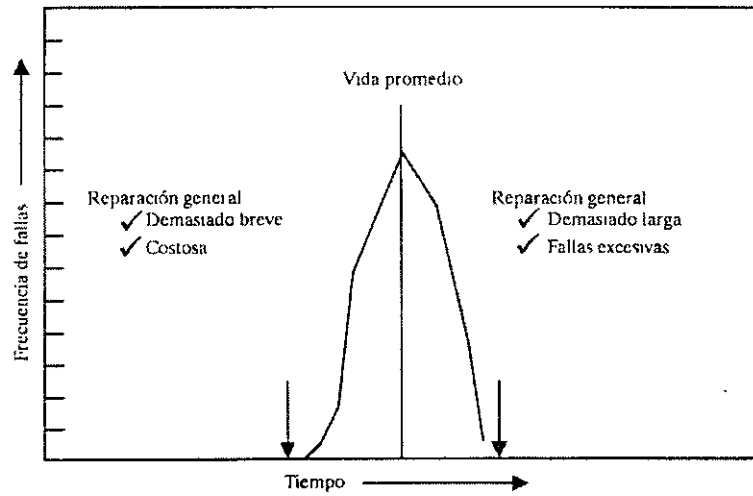
Si el mecanismo dominante de falla se basa en el tiempo o se debe al desgaste, es decir, si la probabilidad de la falla aumenta gradualmente con el tiempo, la edad o el uso, entonces las tareas de mantenimiento tienen que basarse en el tiempo. Si, por otra parte, la probabilidad de una falla es constante independientemente del tiempo, la edad o el uso, y existe una degradación gradual desde el principio de la falla, entonces las tareas de mantenimiento pueden basarse en las condiciones. Las tareas basadas en el tiempo se justifican si un restablecimiento o un reemplazo periódicos de componentes restablecen el equipo al estado en que pueda realizar las funciones para las que fue creado. Esta tarea podría variar en complejidad.

Las tareas basadas en las condiciones, justificadas cuando se desconoce el enfoque de prevención de fallas, se centran en la medición de un parámetro que indique un deterioro o una degradación en el rendimiento funcional del equipo.

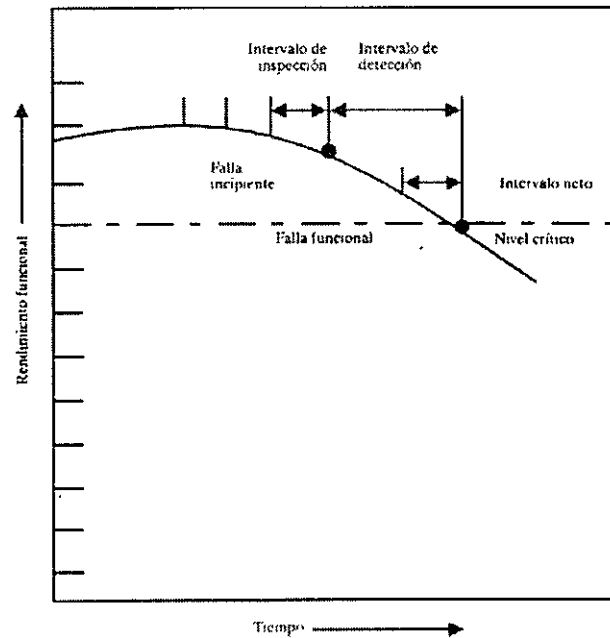
El mantenimiento basado en el tiempo es técnicamente factible si la pieza tiene una vida promedio identificable. El mantenimiento basado en las condiciones es técnicamente factible si es posible detectar condiciones o funcionamiento degradado, si existe un intervalo de inspección práctico, y si el intervalo de tiempo (desde la inspección hasta la falla funcional) es suficientemente grande para permitir acciones correctivas o reparaciones.



“PLANTAS ELÉCTRICAS DE EMERGENCIA (INTERMEDIO)”



**Reparación general basada en el tiempo**



**Mantenimiento basado en las condiciones**

---

 “PLANTAS ELÉCTRICAS DE EMERGENCIA (INTERMEDIO)”
 

---

Debido a que los equipos complejos y sus componentes tendrán varias causas posibles de falla, es necesario desarrollar una serie de acciones de mantenimiento preventivo - algunas basadas en las condiciones y otras basadas en el tiempo- para el mismo equipo, y consolidar éstas en un programa de MP. El programa tendrá tareas agrupadas por periodicidad (es decir, diaria, semanal o anualmente, por horas de operación por ciclos etc.) y agrupadas por oficio (es decir, mecánico, electricista, operador, técnico, etc.)

Acciones del programa de mantenimiento preventivo.

Quién	Cuándo	Acción	Equipo	Condición	Medida
Mecánico	Semanalmente	Inspeccionar/ ajustar	Sistema hidráulico	Presión	2 500 lb/pulg <sup>2</sup> ± 50 lb/pulg <sup>2</sup>
Técnico	Semestralmente	Tomar lectura	Rodamientos de motor	Vibración	Banda octava con respecto a la línea básica
Operador	Mensualmente	Lubricar	Motor reductor	Nivel de la varilla de inmersión	Llenar hasta indicador máximo con aceite 10 W 40
Operador	Dianamente	Verificar	Motor reductor	Presión del aceite	Reemplazar el filtro de aceite con P-Oil-4201-S6 si $\Delta p > 10$ lb/pulg <sup>2</sup>

El mantenimiento preventivo es el principal requisito para reducir la frecuencia y severidad de las descomposturas de las máquinas. Se utilizan tres amplias medidas para vigilar que el programa de MP sea completo:

- Cobertura del MP -el porcentaje de equipo crítico para el cual se han desarrollado programas de MP.
- Cumplimiento del MP -el porcentaje de rutinas de MP que han sido completadas de acuerdo con su programa.
- Trabajo generado por las rutinas del MP -el número de acciones de mantenimiento que han sido solicitadas y tienen como origen rutinas del MP.

El mantenimiento preventivo basado en las condiciones requiere monitorear una variable que está estrechamente relacionada con la falla de los equipos. Es necesario identificar qué parámetro debe vigilarse y medirse.

#### 1.4 Programación del mantenimiento

La programación del mantenimiento es el proceso mediante el cual se acoplan los trabajos con los recursos y se les asigna una secuencia para ser ejecutados en ciertos puntos del tiempo.

El programa de mantenimiento puede prepararse en tres niveles, dependiendo de su horizonte:

1. el programa a largo plazo o maestro, que cubre un período de 3 meses a 1 año;

2. el programa semanal, que cubre 1 semana, y
3. el programa diario, que cubre el trabajo que debe completarse cada día.

El **programa a largo plazo** se basa en las órdenes de trabajo de mantenimiento existentes, incluyendo las órdenes de trabajo en blanco, los trabajos pendientes, el mantenimiento preventivo y el mantenimiento de emergencia anticipado.

El **programa de mantenimiento semanal** se genera a partir del programa a largo plazo y toma en cuenta los programas actuales de operaciones y consideraciones económicas.

El **programa diario** se elabora a partir del programa semanal y generalmente se prepara el día anterior. Este programa con frecuencia es interrumpido para efectuar mantenimiento de emergencia.

**Elementos de una programación acertada.** La planeación del trabajo de mantenimiento es un requisito previo de la programación correcta. En todos los tipos de trabajos de mantenimiento, los siguientes requerimientos son necesarios para una programación eficaz:

1. Órdenes de trabajo escritas que se derivan de un proceso de planeación bien concebido.
2. Estándares de tiempo que se basan en las técnicas de medición del trabajo.
3. Información acerca de la disponibilidad de técnicos por especialidad para cada turno.
4. Existencias de refacciones e información para su reabastecimiento.
5. Información sobre la disponibilidad de equipo y herramientas especiales.
6. Acceso al programa de producción de la planta y conocimiento del momento en que las instalaciones estarán disponibles.
7. Prioridades bien definidas para el trabajo de mantenimiento.
8. Información acerca de los trabajos ya programados pero que se han atrasado con respecto al programa.

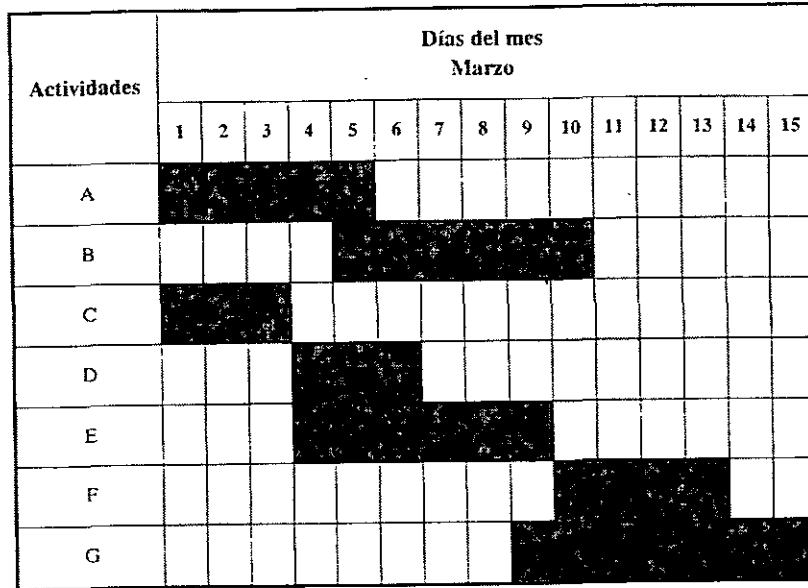
El **sistema de prioridades** para los trabajos de mantenimiento tiene un impacto tremendo en la programación del mantenimiento. Las prioridades se establecen para asegurar que se programe primero el trabajo más crítico.

El sistema de prioridades deberá ser dinámico y debe actualizarse periódicamente para reflejar los cambios en las estrategias de operación o mantenimiento.

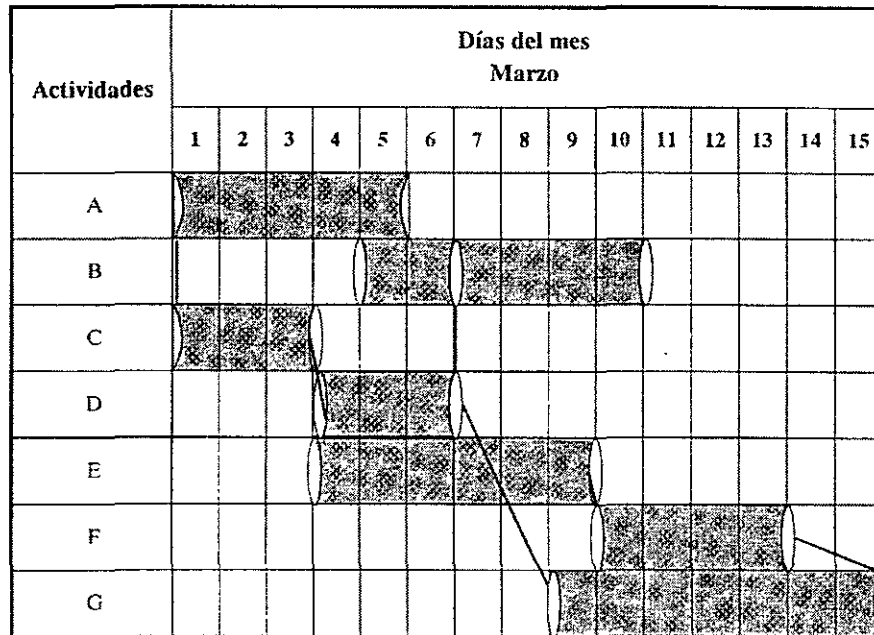
**Técnicas de programación.** El objetivo final de la programación es construir una gráfica de tiempo que muestre el momento de inicio y terminación para cada trabajo (actividad), la interdependencia entre los trabajos y los trabajos críticos que requieren atención especial y monitoreo eficaz.

La **gráfica de Gantt** es una gráfica de barras que especifica el momento de inicio y terminación de cada actividad en una escala de tiempo horizontal. Su principal desventaja es que no muestra las interdependencias entre los diferentes trabajos. La gráfica de Gantt puede modificarse para mostrar las interdependencias, anotando acontecimientos importantes en cada línea de tiempo de los trabajos.

“PLANTAS ELÉCTRICAS DE EMERGENCIA (INTERMEDIO)”



Gráfica de Gantt



Gráfica de Gantt con acontecimientos importantes

## 2.- El servicio de mantenimiento

### 2.1 Las instalaciones eléctricas

Los edificios modernos ya no son simples albergues contra la lluvia, el viento, el sol y otros fenómenos severos de la naturaleza. Más bien, se están construyendo para crear mejores entornos, más consistente y productivos, en los cuales trabajar y vivir. Los edificios deben diseñarse con características para proporcionar una mejor iluminación; temperatura, humedad y calidad confortable del aire de los espacios; una capacidad conveniente de energía y de comunicación; servicios de alta calidad, y sistemas confiables para la protección de la vida y de las propiedades. Todas estas características deseables se han convertido en una realidad, con los recientes adelantos en los sistemas mecánicos y eléctricos (M/E [Mecánico y Eléctrico]) de los edificios.

Los sistemas M/E (Mecánicos y Eléctricos) de los edificios pueden clasificarse en tres categorías principales, como sigue:

#### **Sistemas mecánicos**

- CVAA; Calefacción, ventilación y aire acondicionado.
- Instalaciones locales: Alimentación de agua, drenaje para aguas de lluvia, eliminación de aguas negras, alimentación de gas.
- Plomería: Distribución de agua, tratamiento de agua, instalaciones sanitarias, etc.
- Protección contra incendio: Alimentación de agua, tomas y mangueras contra incendio, detección de fuego y de humos, sistemas de alarma, etc.
- Sistemas especiales.

#### **Sistemas Eléctricos**

- Energía Eléctrica: Alimentación y distribución de energía eléctrica normal, de reserva y de energía de emergencia.
- Iluminación: Iluminación interior, exterior y de emergencia.
- Auxiliar: Sistemas telefónicos, de datos, de audio/video, de sonido y de seguridad, etc.
- Sistemas especiales.

#### **Sistemas de operación del edificio**

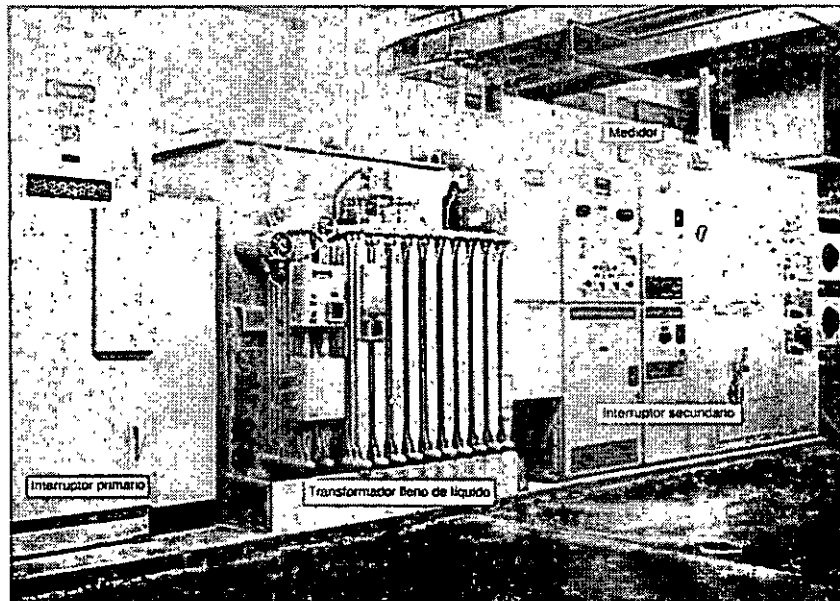
- Transportación: Elevadores, escaleras eléctricas, pasillos eléctricos, etc.
- Procesamiento: productos, alimentos, etc.
- Automatización: Controles del entorno ecológico, administración, etc.
- Sistemas Especiales.

## Equipos y sistemas eléctricos

**Equipo de potencia.** En un sistema de distribución de energía eléctrica existen varios niveles de equipo, iniciando con la toma o servicio de energía, los transformadores, el equipo de distribución y terminando con dispositivos de protección de lado de la carga.

**Entrada de servicio.** La energía de la empresa pública puede entrar a un edificio a través de una cometa aérea, en el caso de pequeños sistemas, o a través de bancos de ductos subterráneos, para sistemas grandes. La energía de la entrada de servicio pudiera estar al voltaje de uso del edificio, como 127/220 volts, o pudiera entrar a un voltaje más alto, que posteriormente se reducirá al voltaje de uso a través de transformadores reductores.

**Un tablero de interruptores** es un conjunto de interruptores y dispositivos de protección de circuitos a partir del cual se distribuye la energía. El tablero de interruptores sirve como centro principal de distribución de un pequeño sistema, o como una porción del centro de distribución en un sistema más grande.

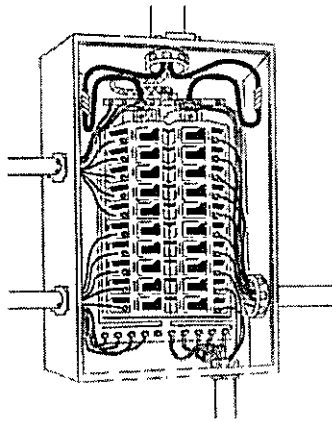


**Un tablero de distribución** es un conjunto de interruptores y de dispositivos de protección de circuito que sirve como punto de distribución final del sistema. En la siguiente figura se muestra el interior de un pequeño panel de distribución.

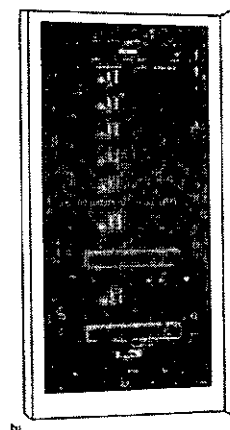
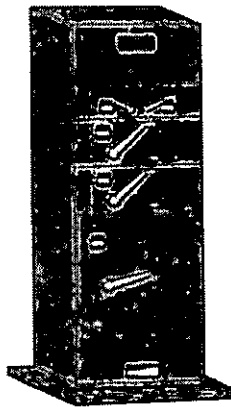
---

“PLANTAS ELÉCTRICAS DE EMERGENCIA (INTERMEDIO)”

---



Dependiendo de la carga a la cual se conecte, el tablero se puede identificar como de iluminación, de energía, de calefacción, de alguna especialidad, o un tablero de distribución combinado. En las siguientes figuras se muestra varios tipos de tableros de distribución. No existe diferenciación clara entre tableros de interruptores y tableros de distribución, aunque uno se refiere siempre al tablero de interruptores como el equipo de distribución más cercano a la extremidad de suministro del sistema.



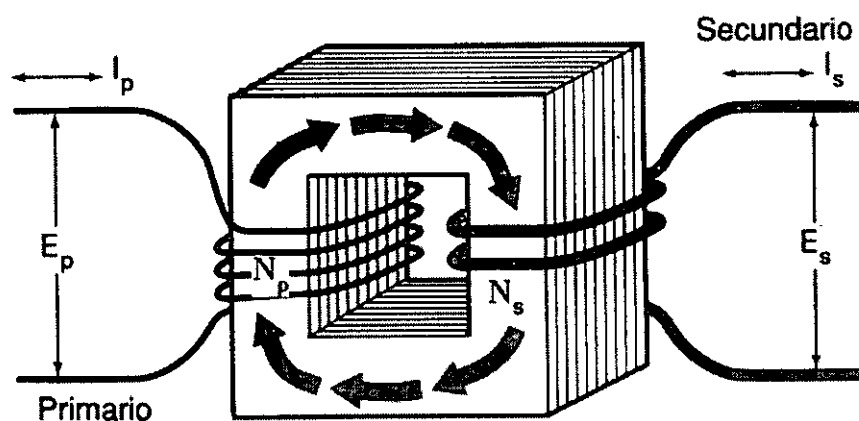
## "PLANTAS ELÉCTRICAS DE EMERGENCIA (INTERMEDIO)"

*Transformadores.* Los transformadores son equipos de transmisión de energía cuyo propósito principal es convertir el voltaje del sistema de un nivel a otro. Todos los transformadores operan con base en el principio de la inducción magnética, en la cual se devanan bobinas primarias y secundarias sobre un núcleo de acero al silicio común. El lado de entrada es el primario, y el lado de salida es el secundario. Si del primario al secundario se incrementa el voltaje, el transformador será un elevador; si se reduce, es un transformador reductor. Debido a la inducción magnética, el voltaje es inducido del primario al secundario. El voltaje resultante es directamente proporcional a la relación de vueltas entre los embobinados primario y secundario. Esto es:

$$E_s = (N_s/N_p) (E_p),$$

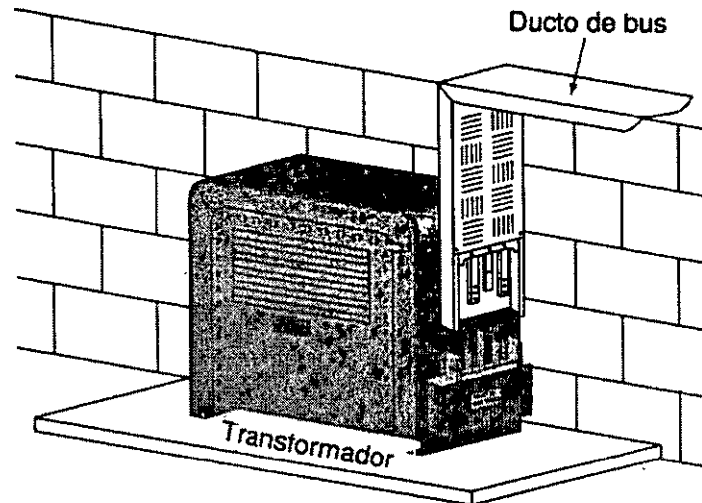
es decir,

$$E_s = \frac{1}{2} E_p, \text{ si } N_p \text{ es dos veces } N_s$$



Los transformadores se clasifican de aceite o secos. Este último se utiliza principalmente en aplicaciones de uso interior. Los transformadores de tipo de aceite tienen una impedancia más baja y normalmente son más eficientes, pero deben instalarse en pozos para transformadores o en espacios cerrados. En la figura superior de la pág. 20 se muestra un transformador del tipo de líquido interior en línea con un centro de distribución grande de energía. La siguiente figura ilustra un transformador pequeño de tipo seco montado sobre su base.





**Sistema de alimentación de emergencia.** Los códigos de construcción requieren de manera legal sistemas de alimentación de emergencia, para asegurar la continuidad en la operación del edificio, cuando la pérdida de suministro normal pudiera crear riesgos a la vida, riesgos de incendio o pérdida de propiedades o de negocios.

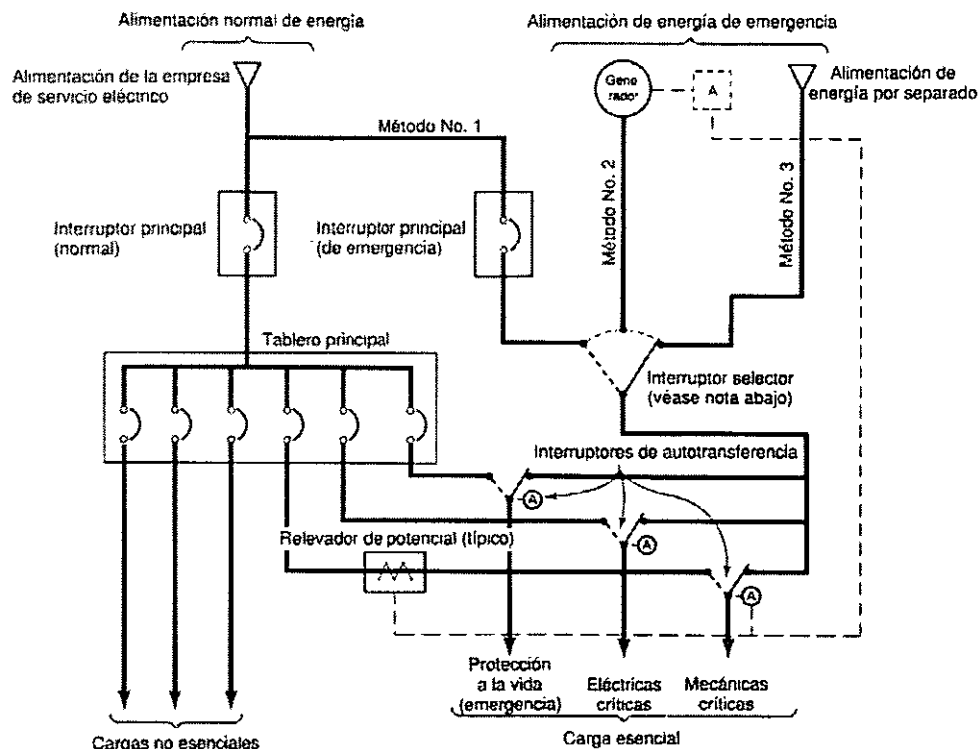
Comúnmente se utilizan tres tipos de alimentaciones de energía de emergencia:

1. *Derivación antes del interruptor principal.* Cuando el interruptor principal se desconecte, el circuito derivado de emergencia seguirá activo. Éste es el sistema de alimentación de emergencia alterna menos confiable, ya que si se pierde el suministro de energía del servicio público, tanto los circuitos derivados normales como los de emergencia quedarán fuera de servicio. Esta alternativa es sólo buena para residencias y negocios pequeños. (Véase la figura de la página siguiente)
2. *Generador en el domicilio.* Uno o más generadores eléctricos instalados en el domicilio o en el edificio, arrancarán de manera automática para proporcionar energía a las cargas esenciales. Ésta es la alternativa más confiable, aunque es la más costosa tanto en inversión como en mantenimiento.
3. *Fuente independiente de energía.* La carga de emergencia automáticamente es transferida a una fuente de energía separada, ya sea de la misma empresa suministradora del servicio eléctrico o de otra fuente de energía. Esta alternativa no está disponible excepto tratándose de edificios extremadamente grandes.

---

 “PLANTAS ELÉCTRICAS DE EMERGENCIA (INTERMEDIO)”
 

---



Las *cargas de emergencia* son cargas eléctricas que deben ser mantenidas durante una falla de energía o durante una emergencia, como en el caso de un incendio. Estas cargas incluyen luces de emergencia o de escape, sistemas de control del edificio, sistema de alarma contra incendio, elevadores, etc. Las *cargas críticas* son cargas eléctricas que, al ser interrumpidas, pueden causar que ciertos productos, como refrigeradores o congeladores, ya no sean operacionales. Algunas veces, como en el caso de una caja registradora, también se pierde dinero. Las cargas críticas se requieren específicamente en instalaciones de cuidados relacionados con la salud.

La capacidad de las cargas esenciales (de emergencia y críticas) varía según el diseño y el uso de un edificio. Obviamente, un edificio de oficinas de una sola planta, no requerirá nada que se parezca a la carga esencial de un edificio de muchos pisos, de un hospital, de un laboratorio, o de una planta industrial especial. En general, la carga esencial para oficina puede variar entre el 10 al 20% de la carga total conectada, y puede llegar a ser tanto como el 40%, en edificios de extra gran altura y en hospitales.

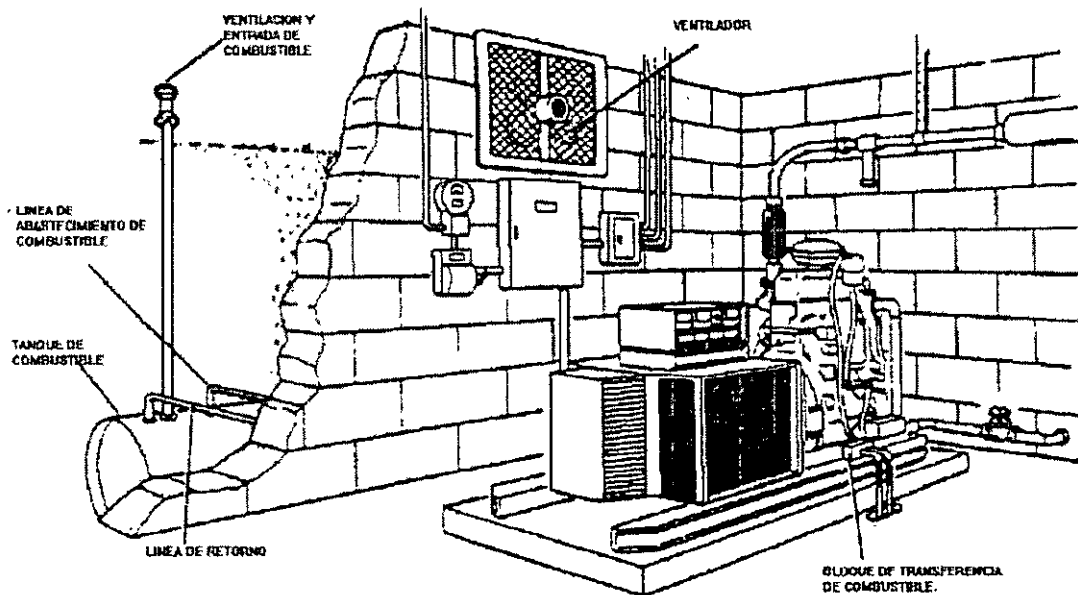
## 2.2 Tipos y funcionamiento de las plantas eléctricas

Esta parte tiene como finalidad presentar en forma resumida los distintos aspectos de interés para los operadores de plantas eléctricas, proporcionando un panorama general en cuanto a qué partes del equipo requieren de especial atención, las consecuencias al incumplimiento de las reglas y recomendaciones que da el fabricante. Se han tomado como equipos representativos las plantas de emergencia DALE de 170 Kw, y DETROIT de 275 Kw y 135 Kw.

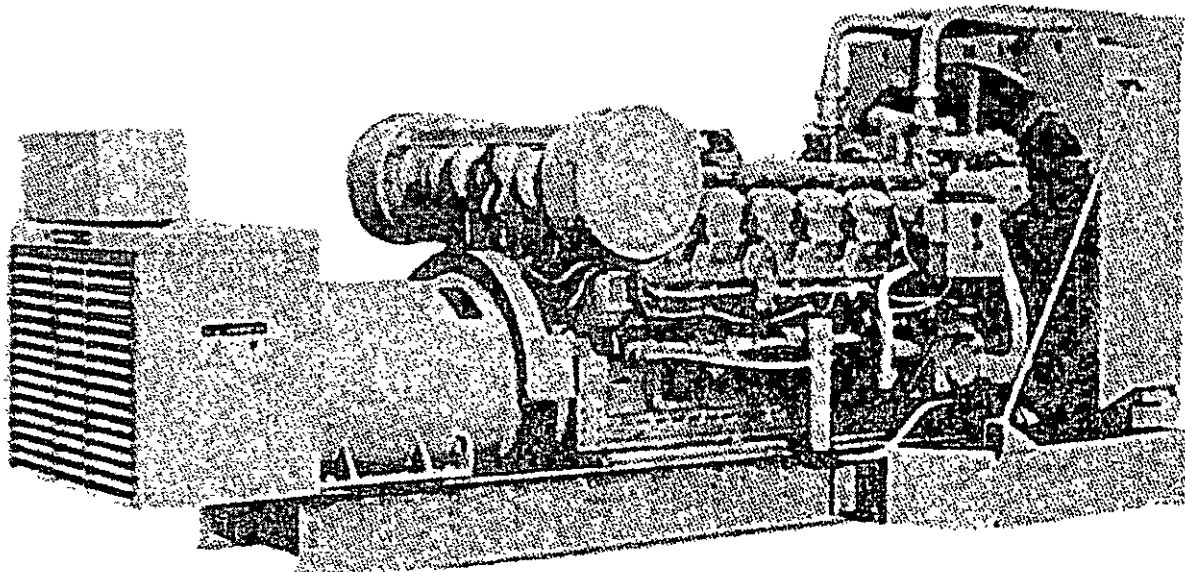
Los puntos de interés por resaltar, son:

- Comprender la importancia del buen uso del equipo para asegurar su disponibilidad en el momento requerido.
- Conocer el uso, operación y funcionamiento general de la planta eléctrica de emergencia.
- Describir las rutinas de mantenimiento preventivo.

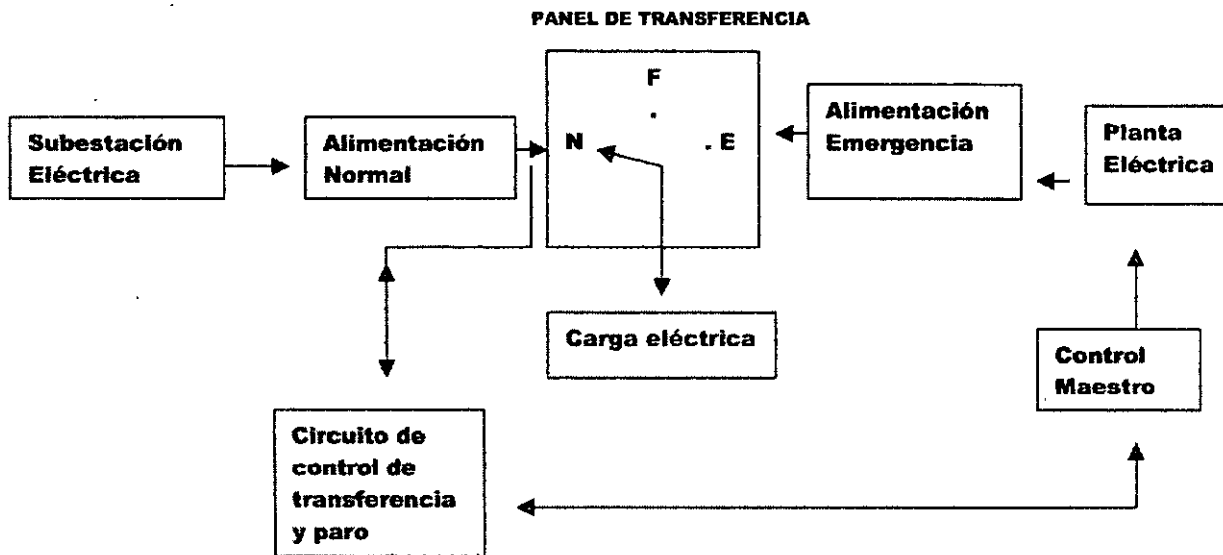
*Generalidades.* En nuestro país, por diversas causas, la continuidad en el servicio de energía eléctrica por parte de la compañía suministradora, se ve con mucha frecuencia afectada. Por esta razón, se hace necesario disponer de un generador auxiliar de emergencia (planta eléctrica), como los que se muestran en las siguientes figuras, para que en ningún momento se paraliquen aquellos servicios que son esenciales para la atención de los servicios.



“PLANTAS ELÉCTRICAS DE EMERGENCIA (INTERMEDIO)”



Entonces la finalidad de la planta eléctrica de emergencia es la de proporcionar en el sitio la energía eléctrica necesaria cuando existe una falla en el suministro de la red comercial, mediante la disposición de un arreglo con otros dispositivos electromecánicos; como se muestra en el siguiente diagrama:

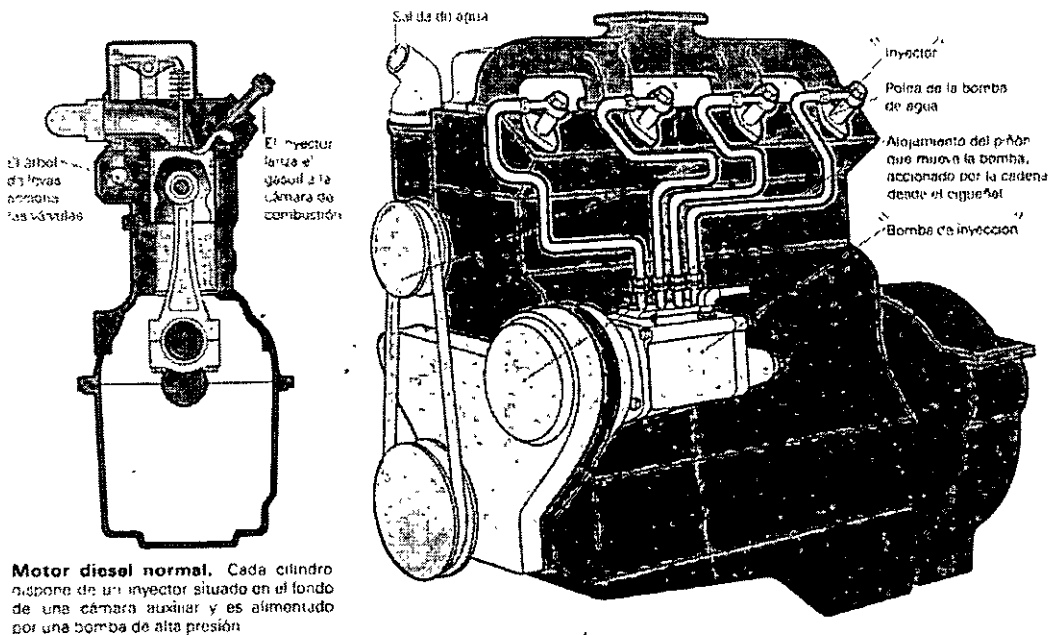


---

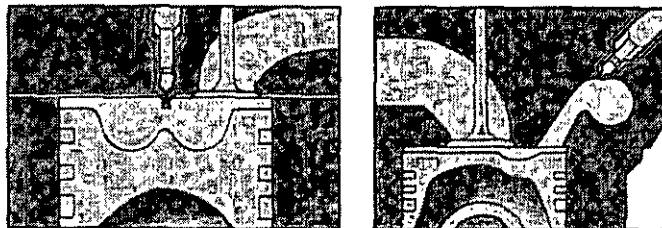
 "PLANTAS ELÉCTRICAS DE EMERGENCIA (INTERMEDIO)"
 

---

**El motor Diesel.** Para accionar el generador que proporcionará la energía de emergencia, comúnmente se utiliza un motor Diesel. El motor Diesel es una máquina de combustión interna, en la que, a diferencia del motor a gasolina en el que la bujía produce una chispa eléctrica que inflama la mezcla de gasolina y aire, en aquél el combustible se inflama completamente por el calor resultante de la compresión de aire que se suministra para la combustión, por lo que el motor Diesel no utiliza bujías, ya que la compresión eleva la temperatura del aire en la cámara de combustión por encima de la inflamabilidad del combustible. Otra diferencia fundamental consiste en que el combustible empleado es *gasoil*.



El gasoil se vaporiza menos que la gasolina y no entra en el cilindro en forma de mezcla, sino que es impulsado a gran presión por un inyector hasta la cámara de combustión, en donde se inflama cuando entra en contacto con el aire comprimido caliente. Una bomba, movida por el propio motor, proporciona a cada inyector cantidades determinadas de combustible a presión.



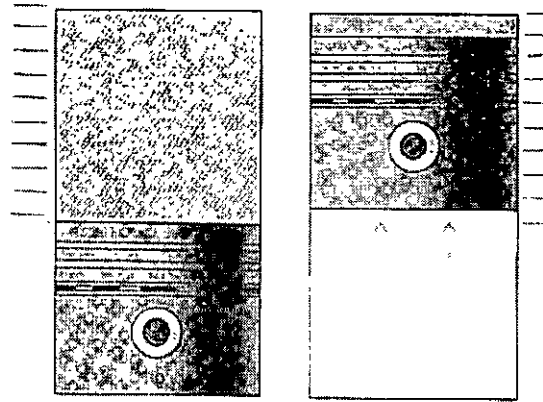
En un motor Diesel típico, se comprime el aire a 450 psi, lo cual le aumenta la temperatura a unos 1,000°F. El combustible atomizado contra este aire caliente, se inflama y arde. El calor hace que se expandan los gases y empujen los pistones. Por tanto, en un motor Diesel, la elevada relación de compresión necesaria para una ignición confiable significa alta eficiencia.

---

 "PLANTAS ELÉCTRICAS DE EMERGENCIA (INTERMEDIO)"
 

---

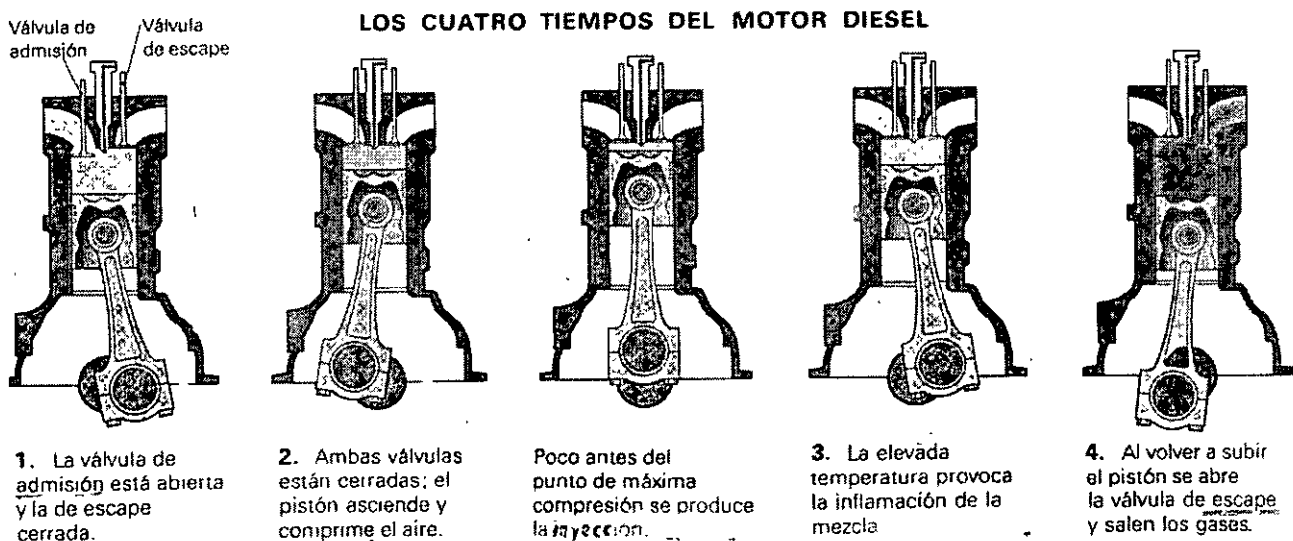
**Relación de compresión.** Es la relación que existe entre el volumen que ocupa la mezcla del cilindro antes y después de la compresión. Generalmente, cuanto mayor es esta relación, mayor es la potencia que desarrolla el motor.



Las cámaras de combustión del motor Diesel son mucho más pequeñas que las del motor a gasolina, y su mayor relación de compresión se traduce en un aumento del rendimiento, ya que se convierte más energía calorífica en potencia mecánica y se pierde menos en calor.

Para que la cantidad precisa de combustible sea inyectada en el momento más adecuado, cada cilindro del motor Diesel dispone de un inyector. Una bomba que gira a la mitad de revoluciones del cigüeñal, impulsa el gasoil a los cilindros según el orden de encendido.

En el motor Diesel de cuatro tiempos (véase la figura de la siguiente página), el aire penetra en el cilindro durante el tiempo de admisión; el combustible inyectado comienza a arder hacia el final del tiempo de compresión; la presión generada por los gases en expansión impulsa los pistones hacia abajo (tiempo de combustión) y los gases quemados salen del cilindro durante el escape.



---

“PLANTAS ELÉCTRICAS DE EMERGENCIA (INTERMEDIO)”

---

Algunos motores a diesel incorporan una bujía de incandescencia que facilita el arranque en tiempo frío. Esta bujía no produce chispa, sino que dispone de un filamento que permanece al rojo hasta que la temperatura del aire en los cilindros es lo suficientemente elevada como para que se produzca el autoencendido del combustible inyectado en la cámara de combustión.

**Forma de operación de las plantas eléctricas.** La operación de la planta eléctrica de emergencia es extremadamente sencilla y puede funcionar en dos modalidades:

- Modalidad automática
- Modalidad manual

Existen distintos tipos de marcas de plantas eléctricas. En este manual son estudiadas las modalidades de operación de las siguientes plantas:

- plantas marca Detroit de 135Kw,
- plantas marca Detroit de 275 Kw, y
- plantas marca Dale 170 Kw.

#### *Operación automática*

1. Los selectores del control maestro deben estar ubicados en la posición de automático. El control maestro es una tarjeta electrónica que se encarga de controlar y proteger el motor de la planta eléctrica.
2. En caso de fallar la energía normal suministrada por la compañía de servicios eléctricos, la planta arrancará con un retardo de 3 a 5 segundos después del corte del fluido eléctrico. Luego la energía eléctrica generada por la planta es conducida a los diferentes circuitos del sistema de emergencia a través del panel de transferencia. A esta operación se le conoce como transferencia de energía.
3. Después de 25 segundos de normalizado el servicio de energía eléctrica de la compañía suministradora, automáticamente se realiza la retransferencia (la carga es alimentada nuevamente por la energía eléctrica del servicio normal) quedando aproximadamente 5 minutos encendida la planta para el enfriamiento del motor. El apagado del equipo es automático.

**Operación Manual.** En esta modalidad, se verifica el buen funcionamiento de la planta sin interrumpir la alimentación normal de la energía eléctrica.

El selector de control maestro debe colocarse en la posición de “Manual”.

Como medida de seguridad para que la planta eléctrica trabaje sin carga (en vacío), se debe colocar el interruptor principal (Main) del generador en posición de apagado (off)

Recomendación:

El arranque manual es sólo para realizar pruebas

***Mantenimiento preventivo a realizar por el operador***

1. Antes de encender la planta eléctrica se debe revisar.
  - a) Nivel de agua en el radiador.
  - b) Nivel de aceite en el cárter.
  - c) Nivel de agua en celdas de batería.
  - d) Nivel de combustible en tanque diario.
  - e) Verificar limpieza en terminales de batería.
2. Colocar el interruptor principal del generador “MAIN” en OFF.
3. Colocar los selectores de operación en el modo manual para arrancar la planta eléctrica.
4. Se pone a funcionar de esta manera por unos 10 minutos y se revisa lo siguiente:
  - a) Frecuencia del generador (60 a 61 Hz).
  - b) De ser necesario se ajusta el voltaje al valor correcto por medio del potenciómetro de ajuste.
  - c) Durante todo el tiempo que tarde la planta trabajando se debe estar revisando la temperatura del agua (180°F), la presión de aceite (70 PSI) y la corriente de carga del acumulador (1.5 amp.)

Si todo está correcto, se acciona el interruptor en la posición de apagado “off” para que el motor se apague.

5. Luego de la revisión preliminar, y si todo está correcto, se simula una falla del fluido eléctrico y se revisa lo siguiente:
  - a) Corriente, voltaje y frecuencia del generador según los parámetros de operación (que pueden variar de un sistema a otro).
  - b) Si alguno de estos valores está fuera de su rango de operación, notifique de inmediato al Departamento de Mantenimiento.
  - c) Si la temperatura del agua es muy alta, con mucha precaución quitar el tapón al radiador del agua y reponerla en caso de necesidad (sin parar el motor) si el nivel del agua se encuentra bien, buscar la manera de ventilar el cargado, ya que puede ser la causa, y si ese es el caso, se deberá disminuir la carga eléctrica hasta llegar a la corriente nominal de la placa del generador. En caso de obstrucción de las celdas del radiador lavarlo a vapor para retirar la suciedad.
  - d) Si la presión del aceite es muy baja para el motor, esperar que se enfríe, luego revisar el nivel de aceite y reponerlo en caso de ser necesario (con el motor apagado). Después volver a encender el motor. Si la presión no estabiliza, llamar al personal de Mantenimiento.



---

“PLANTAS ELÉCTRICAS DE EMERGENCIA (INTERMEDIO)”

---

- e) Si el amperímetro que señala la carga del alternador al acumulador proporciona una señal negativa, significa que el alternador no está cargando. En este caso se debe verificar el estado del alternador, regulador de voltaje y conexiones.
  - f) Si la frecuencia del generador baja un punto peligroso, personal autorizado debe calibrar al generador del motor a fin de compensar la caída de frecuencia, es normal que el generador trabajando a plena carga baje un poco su frecuencia.
  - g) Si el voltaje del generador baja su valor, es posible recuperarlo girando el potenciómetro del regulador de voltaje.
6. Si en el trabajo de la planta llegan a actuar las protecciones, debe verificar la temperatura del agua y presión de aceite. Si actúa la protección por alta temperatura de agua dejar que el motor enfríe y después reponer el faltante (véase el ítem 5)
7. Para detener el motor, desconecte la carga manualmente y deja trabajar el motor durante tres minutos al vacío.
8. Conviene arrancar el motor por lo menos una vez a la semana por un lapso de 20 minutos, para mantener bien cargado el acumulador, cuando no existe cargador de baterías conectado a la planta; y para mantener el magnetismo remanente del generador en buen rango. También corregir posibles fallas.
9. Cualquier duda o anomalía observada reportarla al personal de mantenimiento.

***Puntos importantes de mantenimiento para el operador***

1. Verificar diariamente:
- a) Nivel de agua en el radiador.
  - b) Nivel de aceite en el cárter
  - c) Nivel de combustible en el tanque.
  - d) Válvulas de combustible abiertas.
  - e) Nivel de agua destilada en las baterías y limpieza de los bornes.
  - f) Limpieza y buen estado del filtro de aire.
  - g) Que no haya fugas de agua, aceite y/o combustible.
  - h) Observar si hay tornillos flojos, elementos caídos, sucios o faltantes en el motor y tableros.
2. Semanalmente, además de lo anterior:
- a) Operar la planta en vacío (véase el siguiente cuadro) y, si se puede, con carga, durante unos treinta minutos por lo menos, para comprobar que todos sus elementos operan satisfactoriamente.
  - b) Limpiar el polvo que se haya acumulado sobre la planta o en los pasos de aire de enfriamiento, igualmente en los tableros.

## "PLANTAS ELÉCTRICAS DE EMERGENCIA (INTERMEDIO)"

**IV.3. Cuadro No.1 PRUEBAS SEMANALES DE OPERACIÓN DE LAS PLANTAS ELECTRICAS.**

Planta	DETROIT 275 KW	DETROIT 135 KW	DALE 170 KW
<b>PRUEBA</b>			
Ubicación del control maestro	En planta eléctrica sobre la caja de terminales del generador	En panel de transferencia	En planta eléctrica sobre la caja de terminales del generador
Ubicación correcta de selectores	Selector de control, maestro en posición automático	Selectores de control maestro en posición; uno en automático y otro en ON	Selector del control maestro en posición RUN
Prueba de falla de energía normal.	La falla se simula colocando el interruptor (switch) selector del panel de transferencia en posición TEST, el sistema debe de hacer la transferencia de la carga a emergencia después de aproximadamente 8 segundos.		Se debe poner el MAIN NORMAL 1,200 A/3P en posición de apagado para que el panel de transferencia mande la señal de encendido de la planta y logre así transferir la carga a emergencia después de 8 segundos.
Prueba de retorno de energía normal	Se retorna el switch de prueba del panel de transferencia a la posición normal y después de 25 segundos éste debe hacer la retransferencia de la carga a la posición normal y luego pasados 5 minutos enfriándose la planta debe de apagarse automáticamente.		Se pone el Main Normal, 1200A 3P en posición de encendido (on) y después de 25 seg. El panel de transferencia debe transferir la carga a la posición normal y luego pasados 5 minutos enfriándose la planta debe apagarse automáticamente.
Prueba de planta en vacío "manual"	MAIN de emergencia (en el generador) en posición de apagado colocar selector del control maestro en posición de prueba	Colocar el main de emergencia (en el generador) en posición de apagado y colocar el control maestro en posición uno en prueba y el otro en ON	MAIN de emergencia (en el generador) en posición de apagado. *El selector del control maestro arranca similar al encendido de un vehículo.

3. Mensualmente se debe comprobar todos los puntos anteriores y, además:
  - a) Comprobar la tensión correcta y el buen estado de las fajas del ventilador, alternador, etc.
  - b) Limpiar los tableros y contactos de relevadores si es necesario.
  - c) Observe cuidadosamente todos los elementos de la planta y tableros para corregir posibles fallas.
4. Cada 150 horas de trabajo, además de lo anterior:
  - a) Cambiar filtro de aceite.
  - b) Si el motor está equipado con filtro de aire o tipo húmedo cambiarle el aceite.
5. Cada 300 horas de trabajo, además de lo anterior:
  - a) Cambiar el elemento anticorrosivo del agua.
  - b) Cambiar los filtros de combustible.
6. Cada año:
  - a) Si el filtro de aire es tipo seco, cambiarlo.
7. Para tiempos mayores, consultar el manual de operación y mantenimiento del motor en particular.

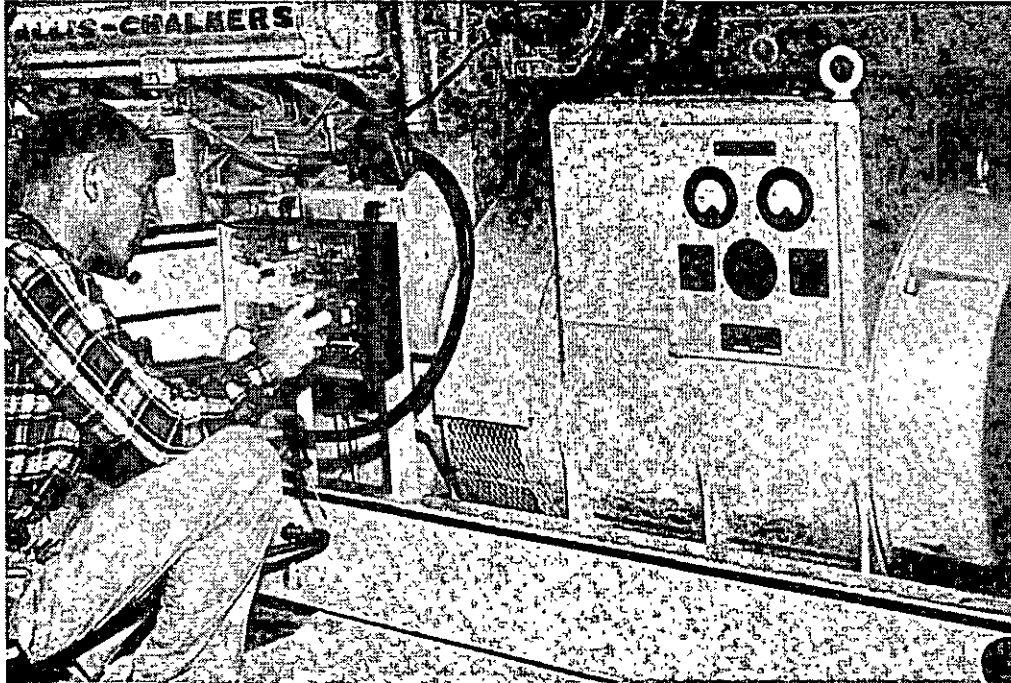
NOTA: Los cambios regulares de aceite se deben hacer a las 150 horas de trabajo o a los 6 meses, lo que ocurra primero.

### ***Recomendaciones generales para los operadores de plantas eléctricas***

Diez reglas que deben observarse:

1. Procure que no entre tierra y polvo al motor, al generador y al interior de los tableros de control de transferencia.
2. Cerciórese de que esté bien dosificado el combustible para el motor sin impurezas y obstrucciones.
3. Compruebe que al operar la planta se conservan dentro de los valores normales las temperaturas del agua del radiador, de los embobinados del generador, de los tableros, del motor del interruptor de transferencia, etc.
4. Los motores nuevos traen un aditivo que los protege de la corrosión interna. Al igual que en los motores usados, después de algún tiempo necesitan protegerse con aditivos, los cuales duran períodos determinados. Después hay que suministrarle otro que los proteja. Además hay que evitar fugas y goteras sobre partes metálicas; en general hay que evitar la corrosión a todos costos.
5. Se debe procurar que se tenga siempre los medios de suministro de aire, por ejemplo:
  - Aire limpio para la operación del motor.
  - Aire fresco para el enfriamiento del motor y generador.
  - Medios para desalojar el aire caliente.
6. Compruebe siempre que la planta gira a la velocidad correcta, por medio del frecuencímetro y del tacómetro.
7. Conozca siempre el buen estado de la planta en general.
8. Reportar al personal de mantenimiento las fallas en cuanto aparezcan, por muy sencillas que se vean.
9. Cuando el motor del interruptor de transferencia derrame lubricante, éste deberá sustituirse por grasa nueva.
10. Recorra al personal de mantenimiento para implantar un programa de mantenimiento. Abra un expediente para anotar todos los datos en la ficha de vida de la planta y, por medio de ella, compruebe la correcta aplicación del mantenimiento.

### 2.3 Diagnóstico de fallas



Para detectar fallas en motores Diesel, es conveniente realizar periódicamente las acciones siguientes:

- *Busque* fugas de combustible, revise el color del humo del escape y vea si existen tubos de combustible doblados o aplastados o si hay restricciones u obstrucciones en el sistema de admisión de aire.
- *Escuche* con atención si hay ruidos por "cabeceo", encendido falso, fricción metálica o golpeteo en el motor.
- *Toque* para probar temperaturas trabazón de varillajes, vibración anormal, conexiones flojas, condiciones de los conductos del sistema de aire y tubos restringidos que no se ven con facilidad.
- *Huela* si hay olores de fugas de combustible, de material quemado y de cualquier humo anormal que provenga del escape.

Usar los sentidos en lugar de instrumentos en el actual mundo de la automatización, podría parecer inadecuado. No lo es, aunque desde luego se debe tener a mano las herramientas para localizar el origen del problema, analizar la causa y, posteriormente, efectuar reparaciones.

No obstante, junto con la vista, el oído, el tacto y el olfato, se debe utilizar el *sentido común*. No olvide que la experiencia tiene un gran valor durante la búsqueda del origen de los problemas y su solución. Una vez identificada la causa de la falla por medio de los sentidos, es cuestión de obtener los instrumentos y herramientas necesarias para corregirla.

“PLANTAS ELÉCTRICAS DE EMERGENCIA (INTERMEDIO)”

Una guía para localizar con mayor precisión la falla exacta, se muestra en la gráfica de la página siguiente, que incluye 48 conceptos de diagnóstico, indicando así las causas probables de cada mal funcionamiento. Usted puede complementar esta gráfica, de acuerdo con su propia experiencia y utilizando las hojas de registro de la historia del funcionamiento del equipo.

Desde luego, la bitácora de servicio y de mantenimiento del equipo, será ayuda invaluable en la detección y localización de fallas.

CAUSAS		SÍNTOMAS								
		MARCHA MÍNIMA	MAL FUNCIONAMIENTO	FALTA DE POTENCIA	HUMO BLANQUIZUL	HUMO NEGRO EXCESIVO EN EL ESCAPE	VELOCIDAD EXCESIVA DEL MOTOR	ALTO CONSUMO DE COMBUSTIBLE	EL MOTOR NO ARRANCA	ARRANQUE DIFÍCIL
1	Ajuste del varillaje de acelerador									
2	Varillaje de acelerador pegado, trabado									
3	Ajuste incorrecto de gobernador (externo)									
4	Ajuste incorrecto de gobernador (interno)									
5	Restricción del filtro de aire									
6	Exceso de aceite en el filtro de aire									
7	Alimentación incorrecta de combustible									
8	Baja presión de alimentación de combustible									
9	Válvula de retorno con fugas o pegada en abierto									
10	Filtro de combustible restringido, obstruido									
11	Fugas de aire en el sistema de combustible									
12	Purga incorrecta, tanque de combustible									
13	Tubo de retorno al tanque, dañado									
14	Tubos para alta presión restringidos									
15	Sincronización de la bomba con el miter									
16	Sincronización de válvulas del motor									
17	Pegadura de cremalleras o de bomba de inyección									
18	Taperos defectuosos, con fugas, gastados									
19	Presión de apertura de taperos incorrecta									
20	Torsión incorrecta de taperos									
21	Válvula de tapera, pegada									
22	Válvula de entrega, pegada o con fugas									
23	Bomba de transferencia de combustible no funciona									
24	Tubo de escape o silenciador obstruido o aplastado									
25	Impulsión de la bomba, gastada									
26	Sincronización incorrecta, adelantada o atrasada									
27	Combustible incorrecto, contaminado con agua grado o tipo incorrectos									
28	Bomba de aceite sucia u obstruida									
29	Sistema de lubricación, restringido									
30	Nivel de aceite muy alto									
31	Nivel de aceite muy bajo									
32	Aceite muy grueso, contaminado									
33	Desviación de soportes del motor									
34	Motor frío									
35	Motor sobrecalentado									
36	Baja compresión									
37	Fugas por juntas de culatas									
38	Depositos excesivos de carbón en las cámaras de combustión									
39	Guías de válvulas, gastadas o pegajosas									
40	Pistones o anillos pegados, gastados o rotos									
41	Embolos de bomba, pegajoso									
42	Embolos de bomba, gastados									
43	Redillos o levas de bomba, gastados									
44	Respiradero del tanque, obstruido									
45	Válvula del tanque, cerrada, no hay combustible									
46	Tubos y filtros de combustible, obstruidos									
47	Presión incorrecta de disparo de taperos									
48	Impulsión de la bomba, rota									

### 3.- Control del funcionamiento de los sistemas

#### 3.1 Comprobación en campo de las condiciones de la operación de los sistemas

En el primer capítulo se definió al mantenimiento como *"la combinación de actividades mediante las cuales un equipo o un sistema se mantiene en, o se restablece a, un estado en el que puede realizar las funciones designadas"*, es decir, aquellas para las que fue diseñado.

Pero, ¿cómo saber si las actividades de mantenimiento que son llevadas a cabo conducen a tener los equipos y las instalaciones operando de manera que puedan realizar las funciones para las que fueron diseñados?

#### Administración del mantenimiento

Si los planes y los programas de mantenimiento son adecuados y eficientes, los sistemas o los equipos operarán la mayor parte del tiempo en condiciones de funcionamiento normal. Para asegurar la calidad del mantenimiento, es necesario administrarlo adecuadamente. Sólo así se podrá comprobar cuáles son las condiciones de operación de los sistemas.

La administración del mantenimiento es la **administración de todos los equipos y sistemas que posee una empresa o una institución**, basada en la maximización del rendimiento sobre inversión en equipos o instalaciones.

Esta definición incluye las siguientes funciones, de manera enunciativa y no limitativa:

- Mantenimiento preventivo (MP)
- Inventario y adquisición
- Sistemas de órdenes de trabajo
- Capacitación técnica e interpersonal
- Mantenimiento predictivo
- Mantenimiento centrado en la confiabilidad (MCC)
- Mejoramiento continuo

**Mantenimiento preventivo (MP).** El programa de mantenimiento preventivo (MP) es la clave para cualquier proceso exitoso de administración de activos, ya que reduce la cantidad de mantenimiento correctivo hasta un nivel suficientemente bajo.

**Inventario y adquisición.** Con el fin de tener suficientes refacciones, sin que sean demasiadas, los programas de inventario y adquisición deben centrarse en proveer las partes correctas en el tiempo justo para el mantenimiento y la reparación de los equipos.

**Sistemas de órdenes de trabajo.** La iniciativa de órdenes de trabajo en administración de activos incluye la documentación y el rastreo del trabajo de mantenimiento realizado. Se utiliza un sistema de órdenes de trabajo para iniciar, rastrear, y registrar todas las actividades de mantenimiento e ingeniería.

**Capacitación técnica e interpersonal.** La función de capacitación en mantenimiento asegura que los técnicos que trabajan con un equipo tengan las destrezas requeridas para entender su funcionamiento y proporcionarles el mantenimiento adecuado.

**Mantenimiento predictivo (MPred).** Una vez que han sido liberados los recursos de mantenimiento, éstos deben enfocarse en tecnologías predictivas que se apliquen a los equipos e instalaciones.

**Mantenimiento centrado en la confiabilidad (MCC).** Cuando ya se ha registrado la información, las técnicas de MCC se aplican a los esfuerzos preventivos y predictivos para optimizar los programas. Si un equipo en particular es, digamos, sensible al medio ambiente o está relacionado con la seguridad o es extremadamente importante para la operación, entonces se escoge y se utiliza las técnicas apropiadas de MP/MPred.

Si un equipo va a restringir o a impactar la capacidad operacional de la empresa o la institución, entonces se aplica otro nivel de actividades MP/MPred, teniendo un costo tope en mente.

Si por descuido se dejó que un equipo fallara y fuera costoso reemplazarlo o reconstruirlo, debe entonces especificarse otro nivel de actividades de MP/MPred. Siempre existe la posibilidad de que sea más económico dejar que algunos equipos funcionen hasta que fallen. Esta acción se considera en el MCC.

Las herramientas del MCC requieren que la información sea efectiva. Por esta razón el proceso de MCC se utiliza después de que la organización haya logrado un nivel de madurez que asegure una información exacta y completa de los activos.

### **3.2 Comparación y documentación de los registros efectuados, de acuerdo con las especificaciones técnicas, las políticas y los procedimientos de la institución**

#### **Control del mantenimiento**

Para efectuar la comparación y la documentación de los registros efectuados en pruebas y monitoreo a los sistemas eléctricos intervenidos, de acuerdo con las especificaciones técnicas, las políticas y los procedimientos de la institución, es muy importante llevar registros documentales de todas las actividades de mantenimiento. Esto permitirá establecer control sobre ellas. Algunos de estos registros son:

**Órdenes de trabajo.** El primer paso en la planeación y el control del trabajo de mantenimiento se realiza mediante un sistema eficaz de órdenes de trabajo (OT).

El propósito del sistema de órdenes de trabajo es proporcionar medios para:

1. Solicitar por escrito el trabajo que va a realizar el departamento de mantenimiento.
2. Seleccionar por operación el trabajo solicitado.
3. Asignar el mejor método y los trabajadores más calificados para el trabajo.

---

“PLANTAS ELÉCTRICAS DE EMERGENCIA (INTERMEDIO)”

---

4. Reducir el costo mediante una utilización eficaz de los recursos.
5. Mejorar la planeación y la programación del trabajo de mantenimiento.
6. Organizar y controlar el trabajo de mantenimiento.
7. Mejorar el mantenimiento mediante los datos recopilados de la OT, que serán utilizados para el control y para los programas de mejora continua.

Otros medios para el registro de datos acerca del trabajo o de los costos de mantenimiento, son:

- tarjeta de trabajo, y
- registro de la historia del equipo.

Con el fin de obtener los datos correctos para el trabajo, el costo y el control de la condición de las instalaciones, es esencial contar con medios exactos para la recopilación de datos y el mantenimiento de registros.





---

 “PLANTAS ELÉCTRICAS DE EMERGENCIA (INTERMEDIO)”
 

---

Es necesario informar tres aspectos importantes:

1. tiempo de reparación,
2. costos, y
3. tiempo muerto.

**Tarjeta de trabajo (reporte).** El formato para el reporte de trabajo (tarjeta de trabajo) es el documento donde se registra el trabajo realizado y la condición del equipo. Este formato puede ser manual o automatizado.

Reporte de trabajo	Fecha	Reporte núm.
Nombre del empleado:	Ocupación:	Hora de inicio:
Nombre de la instalación	Ubicación	Identificación
Defecto del equipo Acción correctiva Refacciones/materiales utilizados Medición/observaciones Condición general del equipo Observaciones: Tiempo consumido:		

Tarjeta de trabajo (reporte).

**Registro de la historia del equipo.** El archivo de historia del equipo es un documento en el que se registra información acerca de todo el trabajo realizado en un equipo o en una instalación determinados. Contiene información acerca de todas las reparaciones realizadas, el tiempo muerto, el costo de las reparaciones y las especificaciones del mantenimiento planeado. En este documento se registra:

1. Especificaciones y ubicación del equipo,
2. Inspecciones, reparaciones, servicio y ajustes realizados, las descomposturas y fallas con sus causas, y las acciones correctivas emprendidas.
3. Trabajo realizado en el equipo, componentes reparados o reemplazados, condición de desgaste o rotura, erosión, corrosión, etc.
4. Mediciones o lecturas tomadas, tolerancia, resultados de pruebas e inspecciones.
5. Hora de la falla y tiempo invertido en llevar a cabo las reparaciones.



#### 4.- Bibliografía

- **Dounce Villanueva Enrique**, “La productividad en el mantenimiento industrial”, edit. CECSA, México, 2000.
- **Duffuaa, S., Raouf, A. & Dixon, J.**, “Sistemas de mantenimiento. Planeación y control.”, edit. Limusa Wiley, México, 2005.
- **Elonka, Stephen Michael**, “Operación de plantas industriales. Manual práctico para la operación, mantenimiento y reparación de equipos y sistemas”, edit. McGraw-Hill, México, 1983.
- **Elonka, Stephen Michael & Robinson, Joseph Frederick**, “Operación de plantas industriales. Preguntas y respuestas. Vol. II”, edit. McGraw-Hill, México, 1983.
- **Reader’s Digest**, Selecciones del, “El libro del automóvil”, edit. Reader’s Digest México, S.A. de C.V., México, 1975.
- **Tao, William K. Y. & Janis, Richard R.**, “Manual de instalaciones eléctricas y mecánicas en edificios, Tomos I y II”, edit. Prentice Hall Hispanoamericana, S. A., México, 1998.