



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MÉXICO

**ESCUELA NACIONAL DE ESTUDIOS PROFESIONALES
CAMPUS ARAGON**

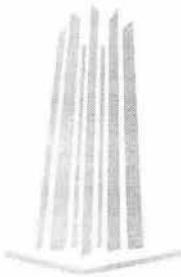
**“FUNDAMENTOS DE MOTORES DIESEL APLICADOS
A PLANTAS GENERADORAS DE 10 KW A 350 KW”**

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE:
INGENIERO MECANICO ELECTRICISTA
AREA: ELECTRICA-ELECTRONICA
P R E S E N T A :

ROGELIO MESTA DIAZ

ASESOR DE TESIS: ING JESÚS NUÑEZ VALADEZ



MEXICO

2004



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.



UNIVERSIDAD NACIONAL
AUTÓNOMA DE
MÉXICO

ESCUELA NACIONAL DE ESTUDIOS PROFESIONALES
ARAGÓN

DIRECCIÓN

ROGELIO MESTA DIAZ
Presente

Con fundamento en el punto 6 y siguientes, del Reglamento para Exámenes Profesionales en esta Escuela, y toda vez que la documentación presentada por usted reúne los requisitos que establece el precitado Reglamento; me permito comunicarle que ha sido aprobado su tema de tesis y asesor.

TÍTULO:

"FUNDAMENTOS DE MOTORES DIESEL APLICADOS A PLANTAS GENERADORAS DE 10 KW A 350 KW"

ASESOR: ING. JESÚS NUÑEZ VALADEZ

Aprovecho la ocasión para reiterarle mi distinguida consideración.

Atentamente
"POR MI RAZA HABLARÁ EL ESPÍRITU"

San Juan de Aragón, México, 26 de febrero de 2004.

LA DIRECTORA

ARQ. LILIA TURCOTT GONZÁLEZ



C p Secretaria Académica
C p Jefatura de Carrera de Ingeniería Mecánica Eléctrica
C p Asesor de Tesis

LTG/AIR/agm

SEGUIMIENTO DE REGISTRO DE TESIS

FECHA	C.V.E.	DESCRIPCIÓN DEL TRÁMITE	
30/03/2004	IMP.	"FUNDAMENTOS DE MOTORES DIESEL APLICADOS A PLANTAS GENERADORAS DE 10 KW A 350 KW"	
			Lic. ALBERTO IBARRA ROSAS SECRETARIO ACADEMICO
			Lic. ALBERTO IBARRA ROSAS SECRETARIO ACADEMICO
			Lic. ALBERTO IBARRA ROSAS SECRETARIO ACADEMICO
			Lic. ALBERTO IBARRA ROSAS SECRETARIO ACADEMICO
			Lic. ALBERTO IBARRA ROSAS SECRETARIO ACADEMICO

TRÁMITE	CLAVE
PRÓRROGA	PR
CAM TÍTULO	C T
CAM. ASESOR	C A
CAM. SEM	C S
VIGENCIA	VIG
IMPRESIÓN	IMP



INSTITUTO NACIONAL
DE ESTUDIOS PROFESIONALES
ARAGÓN

ESCUELA NACIONAL DE ESTUDIOS
PROFESIONALES ARAGÓN - UNAM

JEFATURA DE CARRERA DE
INGENIERÍA MECÁNICA ELÉCTRICA

OFICIO: ENAR/JAME/245/04.

ASUNTO: **Sinodo.**

LIC. ALBERTO IBARRA ROSAS
SECRETARIO ACADÉMICO
PRESENTE.

Por este conducto me permito relacionar los nombres de los Profesores que sugiero integren el Sinodo del Examen Profesional de el alumno: **ROGELIO MESTA DÍAZ**, con Número Cuenta **07325689-6** con el tema de tesis: **"FUNDAMENTOS DE MOTORES DIESEL APLICADOS A PLANTAS GENERADORAS DE 10 KW A 350 KW"**.

PRESIDENTE:	ING. JESÚS NÚÑEZ VALADEZ	ABRIL	77
VOCAL:	ING. FRANCISCO APOLONIO ARISTA PATIÑO	OCTUBRE	77
SECRETARIO:	ING. NOÉ GONZÁLEZ ROSAS	DICIEMBRE	82
SUPLENTE:	ING. ADRIÁN PAREDES ROMERO	MAYO	90
SUPLENTE:	ING. RODOLFO ZARAGOZA BUCHAIN	NOVIEMBRE	90

Quiero subrayar que el Director de Tesis es el Ing. Jesús Núñez Valadez, quien está incluido en base a lo que reza el Reglamento de Exámenes Profesionales de esta Escuela.

ATENTAMENTE

"POR MI RAZA HABLARA EL ESPÍRITU"

Bosques de Aragón, Estado de México 31 de marzo del 2004.

EL JEFE DE CARRERA

R. A. Barrón Vera

ING. RAUL BARRÓN VERA



c.c.p. Lic. Ma. Teresa Luna Sánchez.- Jefa del Depto. de Servicios Escolares.

c.c.p Ing. Jesús Núñez Valadez. Asesor.

RBV/scd.

DEDICATORIAS.

*A LA MEMORIA DE MIS
PADRES:*

Ricardo Mesta Robledo

y

Ma. Susana Díaz López

*Por haberme dado la vida, amor,
cuidados y consejos, que me ayudaron a
ser una persona de bien y por haberme
apoyado en mis estudios.*

A Ricardo y Dinazar Isabel,

*Como invitación al estudio, ya que
es la siembra que nos dará frutos en
nuestra edad madura*

AGRADECIMIENTOS:

A DIOS, por haber iluminado el camino de mi vida con un ser muy especial: Juanita Ávila Ladinos que, con su comprensión, motivación y apoyo incondicional, renovó en mi los deseos de superación y las ganas de vivir más intensamente cada momento.

Con respeto y admiración

Rogelio Mesta Díaz

Abril de 2004

INTRODUCCIÓN.

Las Plantas Eléctricas son dispositivos que aprovechan cierto tipo de energía para producir energía eléctrica. Dicha energía puede provenir de:

- Un motor de combustión interna.
- Los rayos luminosos de el Sol.
- Los gases provenientes del subsuelo.

De acuerdo al tipo de energía que aprovechan las plantas, éstas se clasifican en:

- Plantas Hidroeléctricas.
- Plantas Termoeléctricas.
- Plantas Nucleoeléctricas.
- Plantas Maremotrices.
- Plantas Geotérmicas.
- Plantas con Motor de Combustión Interna.

1.- Plantas Hidroeléctricas.- Son aquellas que aprovechan la energía dinámica de un sistema hidráulico para mover una turbina y ésta a su vez, mueve un generador de corriente alterna.

2.- Plantas Termoeléctricas.- Son aquellas que aprovechan la energía térmica de un combustible para producir vapor a presión, el cual mueve una turbina y ésta a su vez, mueve un generador de corriente alterna.

3.- Plantas Nucleoeléctricas.- Son aquellas que aprovechan la energía calorífica que desprenden algunos materiales al provocarse una reacción nuclear para producir vapor de agua y con este último, mover turbinas de vapor que dan movimiento hacia un generador.

4.- Plantas Maremotrices.- Son aquellas que aprovechan la energía dinámica de las olas de el Mar, para mover unas turbinas y éstas a su vez, mueven un generador de corriente alterna.

5.- Plantas Geotérmicas.- Son aquellas que aprovechan la energía dinámica de los gases del subsuelo para mover unas turbinas y éstas a su vez, mueven un generador de corriente alterna.

6.- Plantas con Motores de Combustión Interna.- Son aquellas que aprovechan la energía térmica de un combustible para producir movimiento en un Motor de Combustión Interna y éste a su vez, mueve un generador de corriente alterna.

A continuación, se especifica cómo se clasifican y dónde se aplican las Plantas de Emergencia basadas en Motores de Combustión Interna. Se clasifican en:

a). De acuerdo al tipo de combustible:

- Con motor a Gas Licuado de Petróleo (LP).
- Con motor a Gasolina.
- Con motor a Diesel.

b). De acuerdo al tipo de servicio:

- Servicio continuo.
- Servicio de emergencia.

c). Por su operación:

- Manual.
- Automática.

Las Plantas Eléctricas de Servicio Continuo - Se aplican en aquellos lugares en donde no hay energía eléctrica por parte de la Compañía suministradora de este tipo de energía, y en donde es indispensable una continuidad estricta, tales como:

En una radio transmisora, un centro de cómputo, aserraderos, etcétera.

Las Plantas Eléctricas de Emergencia - Se utilizan en los sistemas de distribución modernos que usan frecuentemente dos o más fuentes de alimentación. Debido a razones de seguridad y/o economía de las instalaciones en donde es esencial la continuidad del servicio eléctrico, por ejemplo:

- Instalaciones en Hospitales en las áreas de cirugía, recuperación, cuidado intensivo, salas de tratamiento, etcétera.
- Para la operación de servicios de importancia crítica como son los elevadores públicos.
- Para las instalaciones de alambrado de locales a los cuales acude un gran número de personas (estadios, deportivos, aeropuertos, comercios, transportes colectivos, hoteles, etcétera).
- En la industria de proceso continuo.
- En instalaciones de computadoras, bancos de memoria, equipos de procesamiento de datos, radar, etcétera.

Las Plantas Manuales. So aquellas que requieren para su operación que se opere manualmente un interruptor para arrancar o parar dicha Planta. Normalmente estas Plantas se utilizan en aquellos lugares en donde no hay energía eléctrica comercial, tales como:

- Construcción, aserraderos, poblados pequeños, etcétera.
- También se utiliza en lugares donde la falta de energía puede permanecer durante algunos minutos, mientras una persona acude al lugar donde está instalada la Planta para arrancarla y hacer manualmente la transferencia, por ejemplo:
- Casas, algunos comercios pequeños e industrias que no manejan procesos delicados.

Las Plantas Automáticas. Son aquellas que solamente al inicio se operan manualmente, ya que después, éstas cumplen sus funciones automáticamente. Dichas Plantas son utilizadas sólo en servicios de emergencia.

OBJETIVO GENERAL

Establecer los conceptos que permiten conocer los fundamentos de la Instalación, la Operación y el Mantenimiento de Motores Diesel aplicados a Plantas Generadoras de 10 KW a 350 KW.

OBJETIVOS PARTICULARES

- 1.- Establecer las características generales del Funcionamiento Básico del Motor Diesel de Combustión Interna.
- 2.- Establecer las características, descripción y funcionamiento del Motor Diesel de Combustión Interna.
- 3.- Establecer las características del Circuito de Arranque y Paro del Motor Diesel de Combustión Interna.
- 4.- Establecer las características de la Operación de un Generador de Potencia utilizado en una Planta Generadora de 10 KW a 350 KW.

CAPÍTULO I.

DESCRIPCIÓN Y FUNCIONAMIENTO BÁSICO DEL MOTOR DIESEL DE COMBUSTIÓN INTERNA.

I.1.- Características.

Las Plantas Eléctricas “SELMEC”¹ son unidades de fuerza, compuestas de un motor de combustión interna de 4, 6, 12 y 16 cilindros tipo industrial estacionario, un generador eléctrico de corriente alterna con sus controles y accesorios totalmente ensamblados y probados en fábrica.

Dichos controles y accesorios, están seleccionados para trabajar en conjunto dando la máxima seguridad y alta eficiencia en su operación.

La Planta entregada en el lugar de la instalación, normalmente requiere poco trabajo y es posible ponerla a funcionar de inmediato.

Entre los componentes que se entregan se pueden citar los siguientes:

- a) La Planta misma (motor y generador) montada en base de acero estructural con sus sistemas de: enfriamiento, protección contra alta temperatura del agua, baja presión del aceite y sobrevelocidad, motor de arranque, controles de arranque y paro, válvulas de purga, bomba de inyección de combustible, filtros de aire, aceite y combustible.
- b) Interruptor de transferencia automática montada en su respectivo gabinete.
- c) Tablero de control conteniendo: Circuito de control de arranque y paro automático de la planta, mantenedor de carga de baterías, fusibles de protección, relevador de tiempo de transferencia, relevador de tiempo de paro del motor, reloj programador y relevadores sensitivos de voltaje.
- d) Instrumentos: un voltímetro, amperímetro, frecuencímetro y horímetro, conmutadores de fases para el amperímetro y el voltímetro, kilowattímetro (cuando la capacidad de la planta es superior a 55 KW). Estos instrumentos se pueden localizar integrados en la puerta del tablero de control (Plantas Automáticas) o en un gabinete independiente para montaje en pared o sobre el generador de la planta (Plantas de Arranque Manual).
- e) Acumuladores con sus cables de conexión.
- f) Silenciador de gases de escape tipo hospital, industrial, residencial y tramo de tubo flexible para conectarlo con el múltiple de escape del motor.
- g) Un juego de pernos de anclaje y amortiguadores antivibratorios de hule rígido.

¹ SELMEC. Marca Registrada de Plantas Eléctricas de Emergencia.

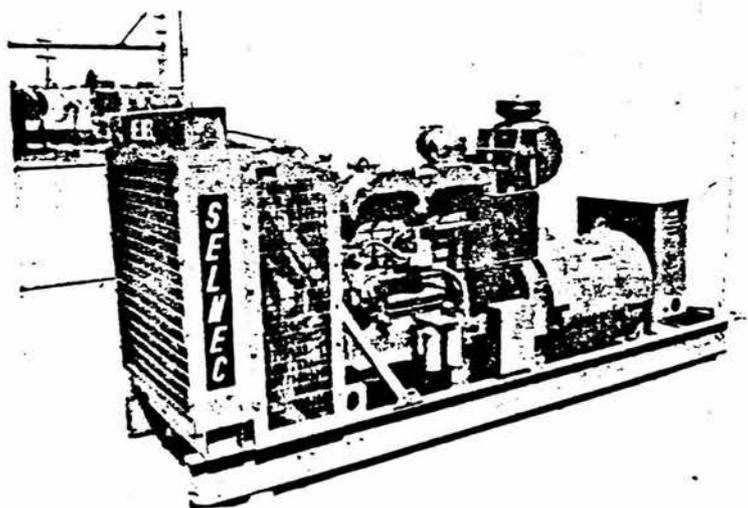


Figura I.1.- Planta Eléctrica Automática.

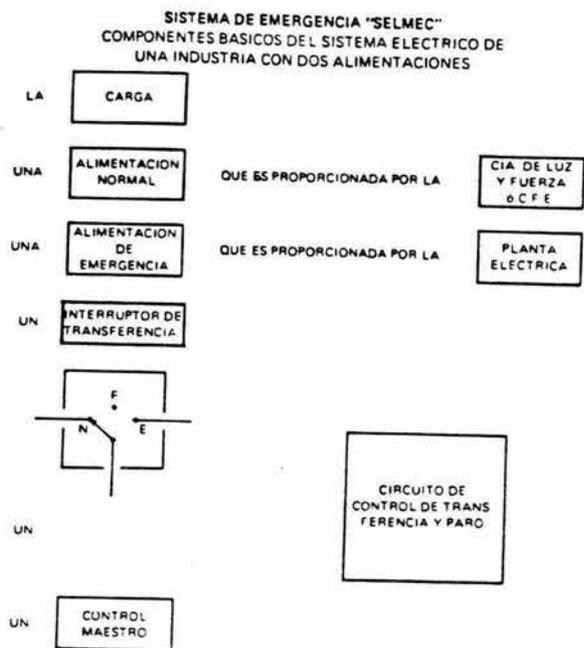


Figura I.2.- Sistema de Emergencia "SELMEC"

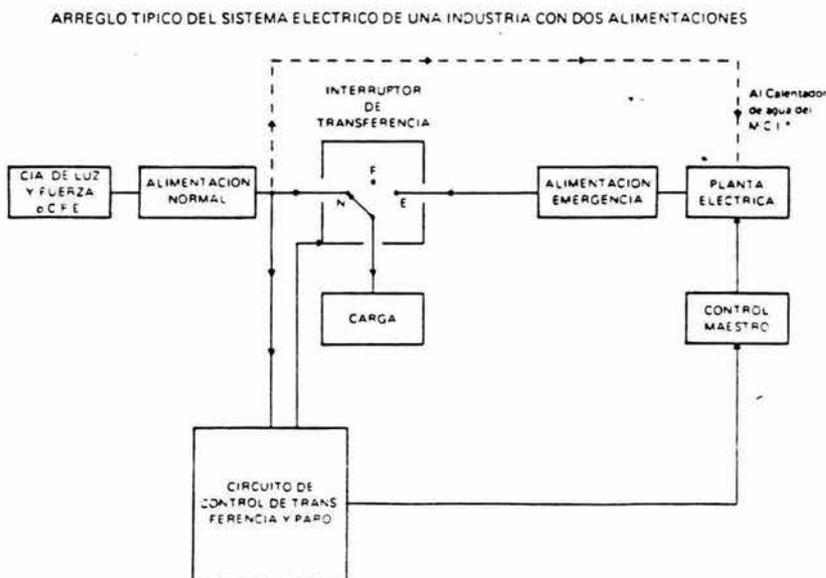


Figura I.3.- Arreglo Típico del Sistema Eléctrico de una Industria con dos Alimentaciones.

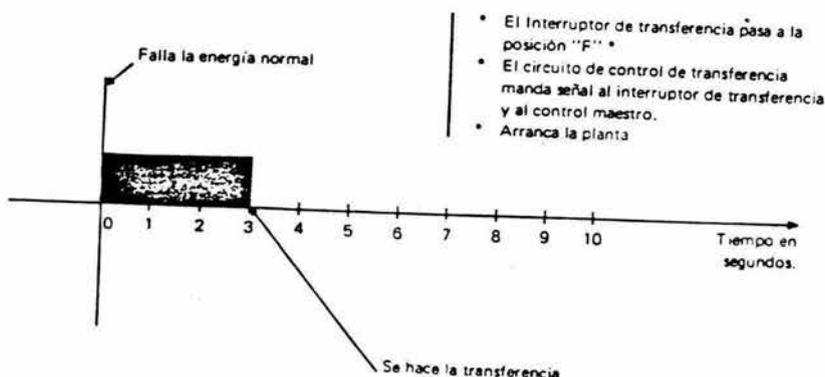
I.2.- Funciones del Sistema de Control:

I.2.1.- Falla de la Alimentación Normal.

- Instantáneamente, el interruptor de transferencia (tipo conector magnético) sale de la posición normal "N" y pasa a la posición fuera "F".
- Al mismo tiempo el circuito de control de transferencia y paro manda señales al:
 - * Interruptor de transferencia para que éste se prepare para pasar a la posición de emergencia "E".
 - * Control maestro para que éste a su vez, mande la señal de arranque de la planta y lo proteja contra la falla de arranque, alta temperatura, baja presión de aceite y sobrevelocidad.
- A los tres segundos, la Planta genera toda su capacidad y el interruptor de Transferencia se pasa a la posición de emergencia, alimentándose así la carga con la alimentación de emergencia; esta operación se le denomina "Transferencia" y puede variar de 3 a 7 segundos dependiendo la capacidad de la Planta.

NOTA: En el caso del interruptor de transferencia tipo contactor magnético, al fallar la energía normal, instantáneamente se pasa de la posición normal N a la posición fuera "F".

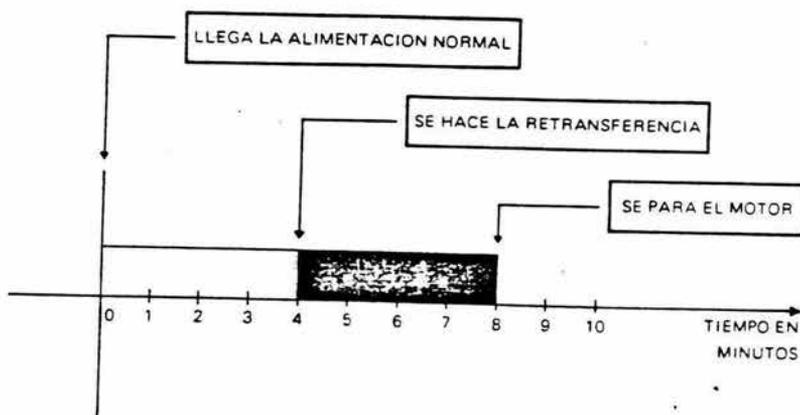
En el caso de los interruptores *Changematic* y *Quick Make*, los interruptores no se desconectan instantáneamente sino que, hasta que hay generación de voltaje del generador se desconecta de la posición normal a la de emergencia sin quedar en la posición FUERA en ningún momento. Todas las demás operaciones descritas ocurren igual para todos los interruptores.



Gráfica I.1.- Secuencia de Operación del Sistema de Control en el caso de: Falla en la Alimentación Normal.

1.2.2.- Se Reestablece la Alimentación Normal.

- El circuito de control de transferencia y paro detecta la presencia de la alimentación normal y:
 - * A los 4 minutos manda la señal al interruptor de transferencia para que haga la retransferencia o sea, que pase de la posición "E" a la posición "N". Se da este tiempo para dar una oportunidad a la alimentación normal de reestablecerse completamente, aunque también es variable dependiendo de la zona en que esté instalada la planta.
 - * Cuatro minutos después manda la señal al control maestro para que éste dé la señal de paro de la planta. Se da este tiempo para dar oportunidad a la unidad para que esta disipe el calor excesivo, lográndose con ello una mejor conservación del motor.



Gráfica 1.2.- Secuencia de Operación del Sistema de Control en el caso de Reestablecimiento de la Alimentación Normal.

I.2.3.- Se Ejercita la Planta Eléctrica.

- Esta operación normalmente se hace cada semana durante media hora, para tenerla en condiciones de operación para cuando falle la energía normal.
- Para esto, se encarga un reloj programador que esta en el circuito de control.
- Aunque hay alimentación de energía no hay probabilidades de que el interruptor de transferencia se pase de la posición "N" a la posición "E".
- En caso de que falle la alimentación normal mientras se está ejercitando la planta, el circuito de control manda la señal al interruptor de transferencia para que éste haga la transferencia, también manda la señal de falla de alimentación normal al control maestro.

Y la planta sigue trabajando aunque el reloj programador dé la señal de paro, predominando así la condición de falla de alimentación normal.

I.3.- Motor de Combustión Interna Diesel.

I.3.1.- Definición.

Un Motor de Combustión Interna Diesel es aquel que aprovecha la energía térmica contenida en el combustible Diesel para producir un movimiento que se aprovecha con algún fin determinado.

En el caso de la Planta de Emergencia, el motor sirve para proporcionar movimiento al Generador de Corriente Alterna.

I.3.2.- Clasificación del Motor Diesel.

- Por el Número de Cilindros: 1, 2, 3, 4, 6, 8, 12 y 16.
- Por Construcción: En "V" Radiales. En Línea.
- Por su Funcionamiento: 2 y 4 Tiempos.
- Por su Enfriamiento: Agua y Aire.
- Por su Aplicación: Marinos, Agrícolas, Automotrices e Industriales.
- Por su Arranque: Eléctrico, Neumático, Hidráulico, *Crack*, con motor de gasolina.

I.3.3.- Principio de Funcionamiento.

Los Motores Diesel utilizados por *SELMEC* para Plantas de Emergencia son de 4 tiempos enfriados por agua, tipo industrial, con arranque eléctrico, pudiendo ser desde 1 hasta 16 cilindros, en "V" o en línea. Ver siguiente Figura.

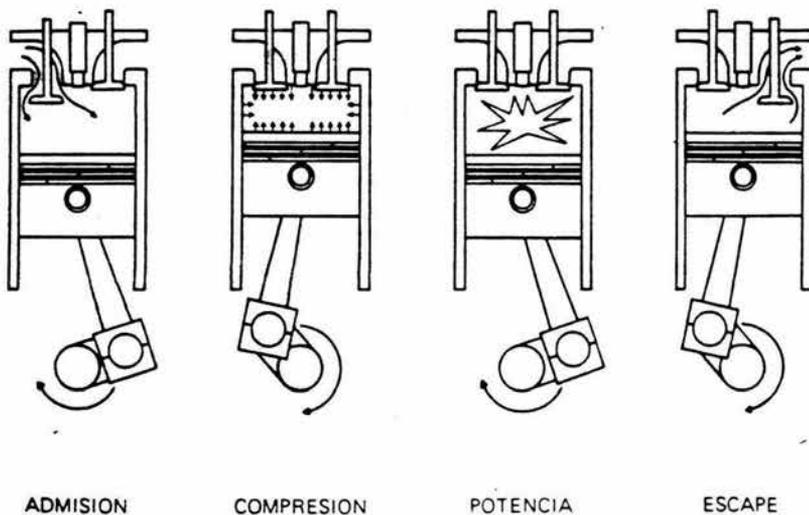


Figura 1.4 - Motor Diesel SELMEC

El principio de funcionamiento se basa en que el aire admitido a través de las válvulas se comprime a un valor muy alto, en ese momento el aire alcanza una temperatura muy elevada y en un momento preciso se inyecta combustible a muy alta presión provocando la explosión.

Los tiempos o carreras son:

- 1.- Admisión.
- 2.- Compresión.
- 3.- Potencia o Expansión.
- 4.- Escape.

En el Primer Tiempo, el pistón baja admitiendo aire a través de un purificador múltiple de admisión y válvulas.

En el Segundo Tiempo, el pistón sube comprimiendo así el aire que había entrado en la carrera anterior. La temperatura se eleva a más de 500° C y un poco antes de que el pistón llegue al final de esta carrera, se inyecta combustible automatizado a muy alta presión, produciendo en combinación con el aire caliente la combustión.

En el Tercer Tiempo, se expanden los gases impulsando con fuerza el pistón hacia abajo.

En el Cuarto Tiempo, el pistón vuelve a subir expulsando los gases producto de la combustión hacia el exterior a través de válvulas, del múltiple de escape, de la tubería y el silenciador.

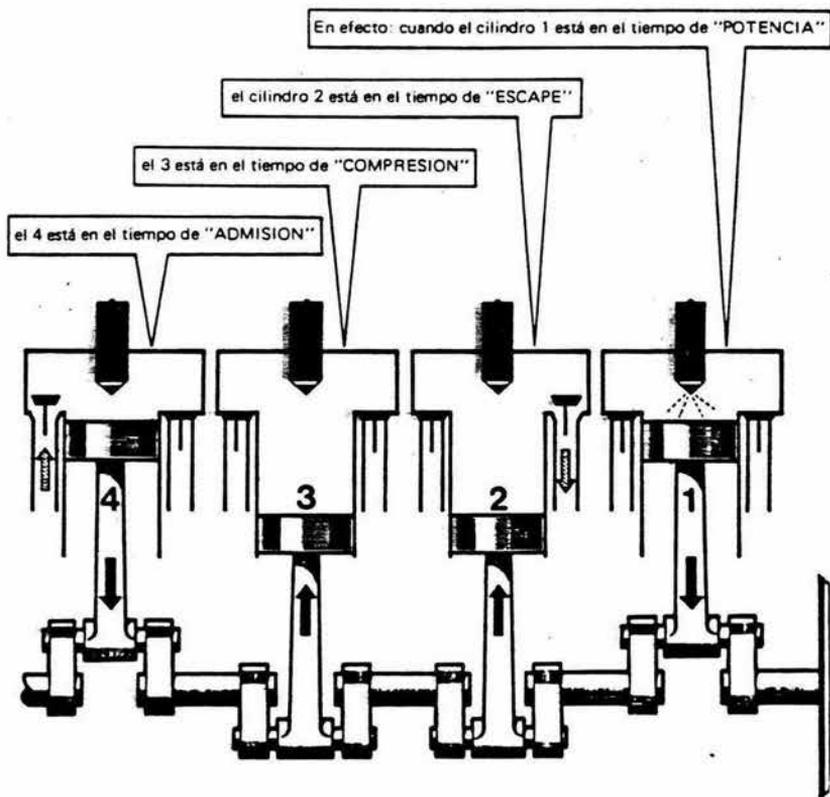


Figura 1.5.- Tiempos de un Motor de Combustión Interna Diesel.

El cilindro está abierto en su parte inferior en la cual encaja el pistón que tiene un extremo sólido o cabeza. El pistón puede moverse libremente en el interior del cilindro, pero debe ajustarse lo suficiente para proveer un sellado perfecto que impida que el gas se escape. La selladura se provee por anillos de pistón. Debajo del cilindro se encuentra la caja de cigüeñal que contiene un par de cojinetes llamados Cojines Principales, que soportan al cigüeñal. Una biela, que conecta al pistón con el cigüeñal, está unida en el primero por un pasador de pistón y el segundo por un pasador de pistón; y al segundo, por un pasador de cigüeñal. La biela puede oscilar libremente o moverse de atrás hacia delante en el pasador del pistón, y el pasador del cigüeñal puede girar libremente en el cojinete de la biela.

En uno de los extremos del cigüeñal se encuentra el volante.

La acción del pistón se puede llamar reciproca; es decir, hacia arriba y hacia abajo, y debe ser convertida en movimiento giratorio para proveer una forma de potencia práctica. El cigüeñal y la biela ejecutan esta conversión de potencia. El movimiento descendente del pistón hace que gire el cigüeñal y el volante en los cojines principales. El impulso obtenido por el movimiento giratorio del cigüeñal y el volante sirve para regresar al pistón a su posición original aunque la presión del cilindro cese.

El Motor de Combustión Interna Diesel tiene tantos inyectores como cilindros, y la explosión se produce en un orden bien determinado.

El orden de explosiones más común es el siguiente:

- 1 3 4 2 para motores de 4 cilindros.
- 1 5 3 6 2 4 para motores de 6 cilindros.

1.3.4. - Partes Estacionarias del Motor.

Monoblock. El bloque del cilindro o monoblock conocido más comúnmente es la parte principal del motor ya que en él se colocan la gran mayoría de piezas. Está hecho con una aleación de hierro fundido que garantiza una buena resistencia.

Aunque se construye de una sola pieza, está formado por diferentes partes o asientos para instalar los demás elementos.

El lugar que ocupan los cilindros se llama *block* de cilindros, tiene perforaciones para atornillar los demás elementos y venas para circulación del agua que se utiliza para el enfriamiento del motor. Los puntos de apoyo del cigüeñal se llaman *bancada*.

Cabezas de Cilindros. El diseño de estas cabezas varía según el tipo de motor, pero todas contienen las cámaras de combustión, los agujeros para los inyectores, cavidades de agua que conectan con las venas del *monoblock*.

En algunos motores, las cabezas contienen las válvulas y los mecanismos que las hacen funcionar incluyendo pasajes que permiten la entrada de la mezcla o bien la salida de los gases.

Depósito de Aceite. La función del Depósito de Aceite es mantener el aceite del motor que se necesita para la lubricación y a la vez de cubierta inferior del bloque de cilindros, generalmente es de lámina de metal, lisa y troquelada.

Múltiples. En los Motores de Combustión Interna se tiene un Múltiple de Admisión y un Múltiple de Escape.

El Múltiple de Admisión, es un ducto por el cual circula el aire que requiere el motor, y el Múltiple de Escape es el ducto por el cual salen los gases producto de la combustión hasta el tubo de escape, que generalmente se fabrica de hierro fundido para soportar las altas temperaturas de estos gases.

Cojines del Cigüeñal. Los Cojines del Cigüeñal o metales, son pequeñas láminas hechas de una aleación suave pero de gran resistencia al desgaste; su forma es de un medio círculo ya que son dos los que se utilizan por biela o por punto de apoyo, la función de éstos es evitar el desgaste del muñón del cigüeñal.

1.3.5.- Partes Móviles del Motor.

Cigüeñal. El Cigüeñal o árbol motor es de las partes móviles la principal, ya que es la encargada de convertir el movimiento lineal del pistón en movimiento giratorio y transmitirlo, todo esto debido a su forma peculiar, el material con el cual está hecho es de acero forjado que ha sido calentado al rojo vivo y después prensado para darle la forma adecuada; las partes donde se van a colocar las bielas y donde se van a fijar en el *monoblock* están trabajados con gran precisión y en sí, todo es balanceado.

Volante. No es más que un disco metálico perfectamente bien balanceado y que va atornillado en la parte trasera del cigüeñal, su tamaño depende del número de pistones que tenga el motor al cual va a ser colocado, ya que para motores de pocos pistones será mayor que para motores con mayor número de pistones, su función es mantener girando al cigüeñal debido a la fuerza de inercia.

Bielas y Pistones. Por medio de las bielas se une el pistón al cigüeñal (a estos dos elementos unidos se les conoce como conjunto de fuerza), las bielas están unidas al pistón por medio de pasadores llamados pernos de pistón.

Pistón. Los pistones se mueven de arriba hacia abajo dentro del cilindro. Estos elementos son los primeros que reciben el empuje del combustible que se quema, su construcción generalmente es de una aleación a base de aluminio para que sean más ligeros y no exista pérdida de potencia.

La parte superior (donde van los anillos) se llama cabeza y la parte inferior se llama falda de pistón.

Anillos de Pistón. La colocación de éstos es en las ranuras que tiene la cabeza del pistón y su función es la de sellar el espacio entre la pared del cilindro y el pistón, para evitar que escapen los gases de la Cámara de Combustión, regula la cantidad de aceite en las paredes del cilindro y disminuir el calentamiento en las paredes del cilindro.

Un mismo pistón lleva varios tipos de anillo: el de compresión, compresión raspador y el de aceite.

Los Anillos de Compresión generalmente están colocados en la primera ranura del pistón, su función es la de evitar fugas de compresión de la Cámara de Combustión.

Los Anillos de Compresión Raspadores van colocados en la segunda ranura y su función es doble porque ayuda al sellado para evitar fugas, y también ayudan a regular la cantidad de aceite en las paredes del cilindro.

Los Anillos de Aceite se localizan en las ranuras inferiores del pistón y su función es la de regular la cantidad de aceite en las paredes del cilindro para impedir pérdidas de aceite en la Cámara de Combustión.

Resortes de Válvula. Los Resortes de Válvula están asegurados a la varilla por un pasador sostenido en su lugar por un resorte de presión. El propósito del resorte es mantener la válvula cerrada cuando no es forzada a abrirse por la acción del árbol de levas.

Varilla de Empuje de Válvula y Balancín. Para motores con válvulas en la cabeza es necesario utilizar varillas de empuje y balancines. Estas varillas se usan para transferir el movimiento ascendente y descendente del elevador de válvula al balancín.

Engranajes de Tiempo. En uno de los extremos del cigüeñal (el opuesto al del volante), se localiza un engrane de tiempo y en el extremo frontal del árbol de levas se encuentra otro engrane. El objeto de estos engranes es la transmisión del movimiento del cigüeñal al árbol de levas. El árbol de levas debe girar a la mitad de la velocidad del cigüeñal. Para lograr lo dicho anteriormente, el engrane del cigüeñal tiene exactamente la mitad de dientes de los que tiene el engrane del árbol de levas. Estos engranes de tiempo tienen marcas de sincronización para alinearse uno con otro de acuerdo con las especificaciones del fabricante para asegurar la relación necesaria entre la apertura y cierre de las válvulas, según la posición del pistón en el cilindro.

Árbol de Levas. Éste se localiza en la caja del cigüeñal a un lado y un poco arriba de éste. Está soportado por tres o cuatro cojines. Tiene dos muñones lobulares por cada cilindro. Cuando el árbol de levas gira, los muñones obligan a los elevadores de válvulas a subir en el orden apropiado en el tiempo correcto. Un engrane que tiene en la parte media se usa para dar movimiento al eje de la bomba de aceite.

Elevadores de válvulas. Estos elevadores pueden ser sólidos o hidráulicos y están localizados directamente sobre el árbol de levas. Se mueven hacia arriba y hacia abajo por los muñones lobulares en los cuales descansan. La función principal de los elevadores es abrir y cerrar las válvulas.

En los motores modernos, estos elevadores son hidráulicos lo que hace más silencioso el motor.

Válvulas. Éstas se encuentran sobre los orificios de admisión y de escape de cada cilindro. Cada cilindro tiene dos válvulas, la de admisión y la de escape. Como la válvula de escape tiene que soportar altas temperaturas de los gases quemados, en su construcción se utiliza una aleación especial de alta resistencia al calor. La función de estas válvulas es:

- La Válvula de Admisión permite la entrada del aire a la Cámara de Combustión.
- La Válvula de Escape permite la salida de los gases quemados durante la misma carrera de escape, parte de la carrera de potencia y parte de la Cámara de Admisión.

I.3.6.- Lista de Partes del Motor Diesel.

I.3.6.1.- Ensamble Exterior.

6010	Bloque de Cilindros.
8115	Grifo de Desagüe.
6055	Camisa Bloque de Cilindros.
6766	Tapón de Llenado de Aceite y Respiradero.
33893 S	Tuerca.
6763	Conducto de Llenado de Aceite.
6750	Bayoneta (Indicador de Nivel) de Aceite.
6784	Conducto del Indicador a Nivel de Aceite.
66025	Tapón.
66045	Sello.
6269	Placa Empuje Árbol de Levas.
304648 S	Tornillo.
375465 S	Tornillo.
6049	Cabezas (Culata de Cilindros).
6051	Empaque Culata.
6065	Tornillo.
6584	Empaque Cubierta Balancines.
6591	Cubierta Balancines.
6570	Sello Perno Cubierta Balancines.
88392 S	Perno.
34180 S	Tuerca Ciega.
6863	Empaque Cubierta Respiradero Balancines.
6866	Cubierta del Respiradero.
33893 S	Tuerca.
8592	Conexión Salida del Agua.
34806 S	Arandela de Seguridad.
6710	Empaque del Depósito de Aceite (Carter).
6675	Depósito de Aceite (Carter).
6734	Empaque del Tapón de Drenado de Aceite.
6730	Tapón de Drenado de Aceite.
303175 S	Tornillo.
66040	Cubierta Frontal del Bloque de Cilindros.
6020	Empaque (Cubierta Frontal).
6700	Sello-Aceite frente del Cigüeñal.
73248 S	Espiga (Alinear Cubierta Frontal del Bloque de Cilindros).
20512 S	Tornillo.
34806 S	Arandela de Seguridad.
42847 S	Tornillo.
915	Junta.
905	Caja de Engrane.
353374 S	Tornillo.
34807 S	Arandela de Seguridad.
911	Empaque Bomba Hidráulica.
6 A 250	Empaque Cubierta Cojinete Trasero Árbol de Levas.
6266	Tapón.
42811 S	Tornillo y Arandela.
7007	Placa Cubierta Trasera Motor.

6521	Empaque Cubierta Levanta Válvulas.
6519	Cubierta Levanta Válvulas.
20466 S	Tornillo.
44724 S	Arandela Plana.
6589	Arandela Opresora.
310774	Buje Soportes 2do y 4to Eje de Balancines.
6532 (2do y 4to)	Soporte Eje de Balancines (2do. Y 4to.).
6588	Tubo Salida Aceite Eje de Balancines.
6587	Resorte Eje Balancines.
6563	Eje de Balancines.
310635	Soporte Posterior Eje de Balancines.
6580	Tubo Entrada Aceite Eje de Balancines.
6594	Sello Tubo Entrada Aceite Eje de Balancines.

I.3.6.2. - Ensamble Interior.

6303	Cigüeñal.
74175 S	Cuña.
6306	Engrane del Cigüeñal.
6313	Maza Polea del Cigüeñal.
6312 (6351)	Polea del Cigüeñal.
376541 S	Arandela Sujeción Polea Cigüeñal.
304731 S	Tornillo Sujeción Polea Cigüeñal.
6375	Volante sin Cojinete Piloto.
6384	Engrane del Volante.
7600	Cojinete Centrador del Embrague.
43070 S	Tornillo Autotrabadador.
6331	Cojinetes Principales (Delanteros y Traseros).
6342	Cojinetes Principales Centrales.
6 A 314	Tapas de Biela.
6336	Sello Tapa Cojinete Principal Trasero.
6701	Tubo Aceite Trasero Cigüeñal.
194342	Cojinete Maza Impulsora Bomba Hidráulica
290421	Maza Impulsora Bomba Hidráulica.
6200	Conjunto Biela.
6207	Buje de Biela.
6211	Cojinete de Biela.
6214	Tornillo de Biela.
6108	Conjunto Pistón Perno y Retén.
6135	Perno del Pistón.
6140	Retén del Perno del Pistón.
6149	Juego de Anillos del Pistón.
6212	Tuerca de Biela.
6251	Árbol de levas.
907	Engrane Impulsor.
20325 S	Tornillo Sujeción Engrane Impulsor.
30805 S	Arandela de Seguridad.
74175 S	Cuña.
6256	Engrane del Árbol de Levas.
6278	Arandela.
370612 S	Aro de Resortes.

34808 S	Arandela de Seguridad.
6500	Puntería Buzo o Tanque.
6505	Válvula de Escape.
6507	Válvula de Admisión.
6513	Resorte de Válvula.
6514	Retén del Resorte de Válvula.
6518	Seguro del Asiento del Resorte de Válvula.
6550	Tapa Retén de Vástago de la Válvula.
6565	Varilla de Empuje de la Válvula.
6549	Tornillo de Ajuste del Balancín de Válvula.
6552	Tuerca.
6572	Tapón Eje de balancines.
6563	Eje de Balancines.
72035 S	Chaveta dos Patas.
310773	Buje Soportes Frontal y Medio del Eje de Balancines.
6531	Soporte Frontal y Medio del Eje de Balancines.
6574	Ménsula para Tubo de Entrada Aceite Eje de Balancines.
6529	Balancín.

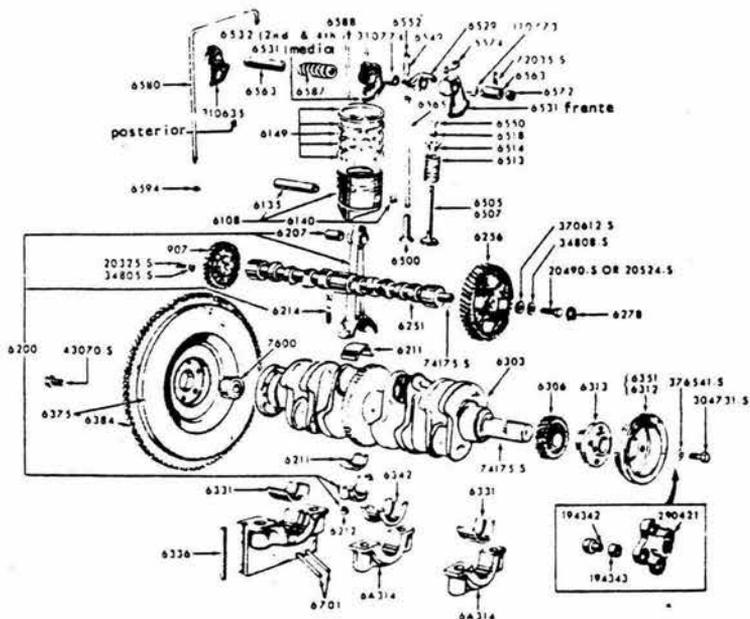


Figura I.6. - Vista Interior de un Motor Diesel.

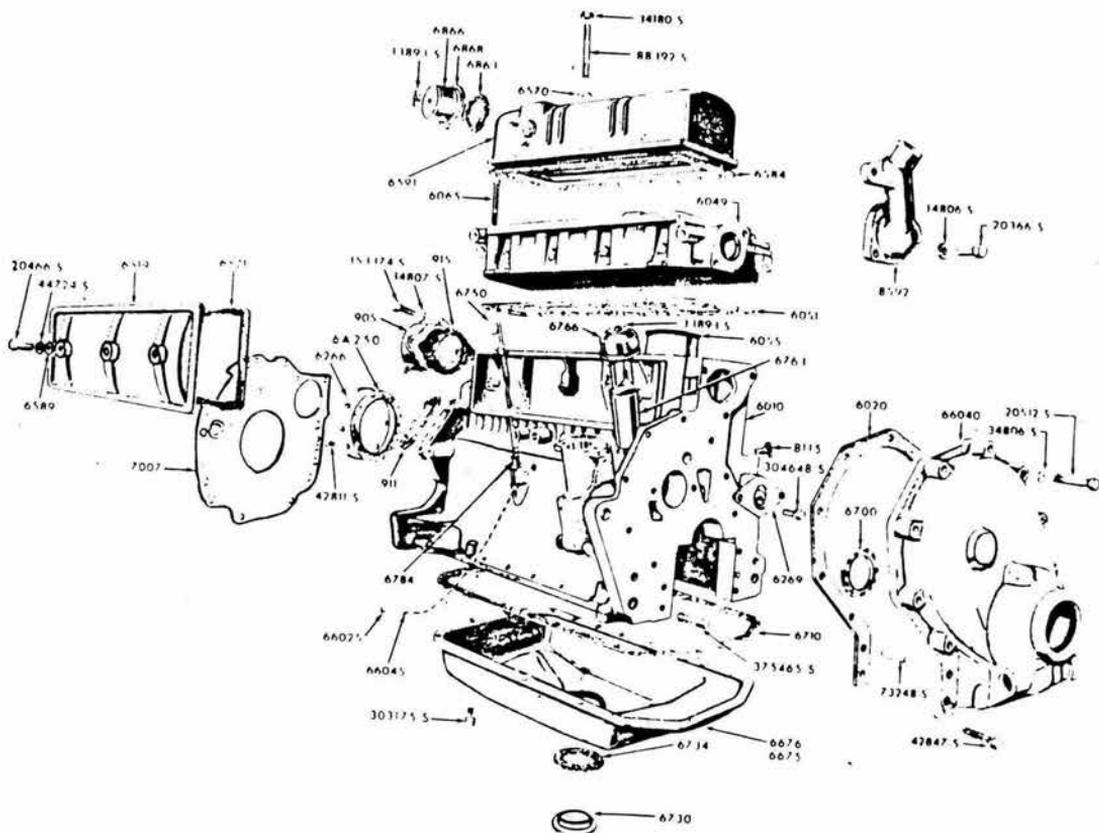


Figura 1.7.- Vista Exterior de un Motor Diesel.

1.3.7.- Términos Básicos del Motor.

Para poder entender cómo opera un Motor de Combustión Interna, es necesario familiarizarse con cierto número de términos que describen sus características mecánicas, operacionales y de potencia.

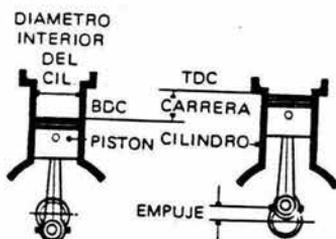


Figura 1.8.- Partes Mecánicas de un Motor.

Punto Muerto Superior (TDC). Es el punto más alto del viaje ascendente del pistón en el cilindro.

Punto Muerto Inferior (BDC). Es el punto más bajo del viaje descendente del pistón en el cilindro.

Carrera. Es la distancia en pulgadas recorrida por el pistón en su movimiento desde TDC hasta BDC. El pistón tiene una carrera mientras viaja hacia abajo y otra carrera mientras viaja hacia arriba. La carrera hacia abajo más la carrera hacia arriba del pistón equivalen a una vuelta o revolución del cigüeñal.

Diámetro de Cilindro. Es el diámetro interior del cilindro. Medida generalmente tomada en pulgadas.

Giro. Es la distancia en pulgadas desde el centro del cojinete principal del cigüeñal al centro del pasador del cigüeñal o cojinete de biela. La medida de un giro es igual a la mitad de la carrera.

Revoluciones por Minuto (rpm). Es la unidad de medida usada para determinar la velocidad de piezas giratorias. Si un Motor está trabajando a 2,000 rpm, significa que el cigüeñal gira 2,000 veces en cada minuto que trabaje el Motor.

Volumen de Combustión (CV). Para un cilindro, es el volumen de la Cámara de Combustión situada sobre el pistón cuando éste se encuentra en TDC.

Desplazamiento del Pistón (PD). Esto, para un cilindro, significa el volumen que el pistón desplaza mientras viaja de TDC hasta BDC, y se mide en pulgadas o centímetros cúbicos.

Para calcular el desplazamiento del pistón de un cilindro, se usa la siguiente fórmula:

$$PD = \pi \times r^2 \times \text{Carrera: donde } r \text{ es igual a la mitad del diámetro interior.}$$

Para saber el desplazamiento total de un Motor, se multiplica PD por el número de cilindros.

Volumen Total (TV). El Volumen Total del cilindro es el volumen sobre el pistón cuando el pistón está en BDC y es igual a CV + PD.

Relación de Compresión (CR). Es la relación entre el volumen total del cilindro y CV, éste se calcula dividiendo el volumen total entre CV y se expresa como una relación (es decir, 10 a 1).

Eficiencia Volumétrica. Es la relación que hay entre la cantidad de mezcla de aire combustible que entra al cilindro en la carrera de admisión y la cantidad requerida para llenar el cilindro a presión atmosférica. Esto se expresa en porcentaje, (por ejemplo 80%).

Caballeje (Horse Power). Es la unidad de fuerza igual a la cantidad de fuerza necesaria para levantar 33,000 libras a una altura de un pie en un minuto (75 Kg. a la altura de un metro en un solo segundo). El caballeje que desarrolla un motor puede ser medido por varios métodos. Dos de los cuales son el Caballeje al Freno y Caballeje SAE. El caballeje al Freno de un Motor es el Caballeje desarrollado por el cigüeñal y se mide ya sea por un freno Prony o por un dinamómetro. El Freno Prony es un sistema de freno de fricción ajustable que se monta en el volante del cigüeñal con una palanca que descansa en la plataforma de una escala. Si se aprieta el sistema de freno, la palanca produce mayor presión en la escala. El Caballeje al Freno puede determinarse por medio de la siguiente fórmula:

$$\frac{2 \pi \times r \times w \times \text{rpm}}{33,000} = \text{Freno hp}$$

Siendo: r = Longitud del Brazo en Pies.
 w = Peso de la Escala en Libras.
 rpm = Velocidad del Motor.

Cuando se usa un dinamómetro para medir el caballeje, el motor puede impulsar a un generador y la cantidad de energía producida se puede calcular para determinar el caballeje del motor. El caballeje SAE, que es el escogido por la Sociedad de Ingenieros Automovilísticos, se usa para comparar motores de acuerdo con el número y el diámetro de los cilindros. Para determinar el caballeje SAE, se usa la siguiente fórmula:

$$\text{SAE (hp)} = \frac{(\text{dinamómetro interior del cilindro}) \times \text{número de cilindros}}{2.5}$$

I.3.8. - Diferencias Básicas entre los Motores de Gasolina y Diesel.

COMPONENTES	GASOLINA	DIESEL
Sistema de Combustible.	1) Bomba de gasolina, filtros y carburador, múltiple de admisión complicado. 2) El combustible y el aire se mezclan antes de entrar a la Cámara de Combustión.	1) Bomba de transferencia, filtros, bomba de inyección y toberas. Múltiple de admisión sencillo. 2) Únicamente entra aire en la Cámara de Combustión, el combustible de inyecta precisamente a tiempo. Buena eficiencia térmica (más BTU utilizables).
Tipo de Combustible.	Gasolina: Costosa. Problemas de almacenamiento. Flamable.	Combustible Diesel: Comúnmente más barato y se consume en menor cantidad. Sin problemas de almacenamiento inflamable.
Relación de Compresión.	6-8: 1	15-19:1
Presión de Compresión.	100-120 lbs/plg ²	500-600 lbs/plg ²
Sistema de Ignición.	Magneto a baterías con bobina, bujías, volantes, relevadores, alambres, condensadores, platinos, etcétera.	Ignición por compresión a 538°C (1000°F). A la velocidad de arranque ocurre aproximadamente a 149°C (300°F).
Construcción del Motor.	Peso ligero, grandes esfuerzos de tensión para los émbolos, cigüeñal, árbol de levas, bielas, etcétera.	Más grande y robusto para tener mayor cantidad de fuerza y duración que partes similares del motor de gasolina.
Operación.	Arranque más rápido.	Tarda más tiempo para arrancar.
Eficiencia.	Se desperdicia gran cantidad de combustible.	Buena eficiencia térmica más BTU convertidos en energía y potencia utilizables.
Humos.	Tóxicos, monóxido de carbono.	No tóxicos, no venenosos buenos para instalaciones cerradas.

1.3.9 - Tipos de Inyección en Motores Diesel.

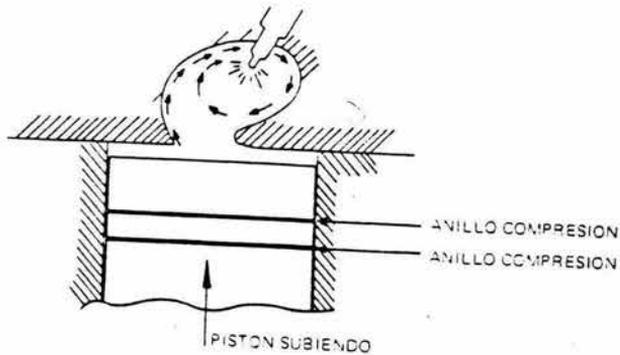


Figura 1.9.- Inyección Indirecta. La inyección se hace en la Cámara de Combustión Maquinada en la Cabeza del Motor fuera del Cilindro.

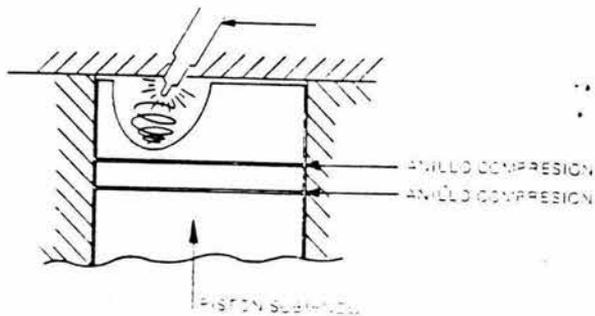


Figura 1.10.- Inyección Indirecta. La Inyección se hace sobre la Cámara de Combustión Maquinada en el Pistón.

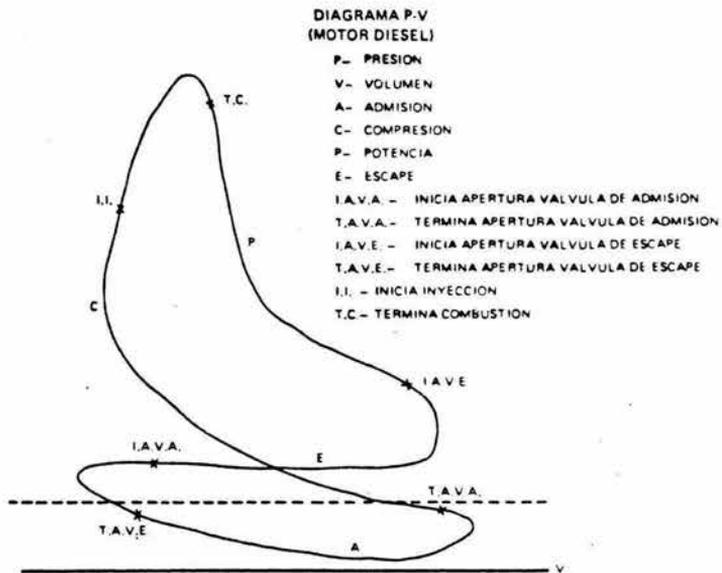
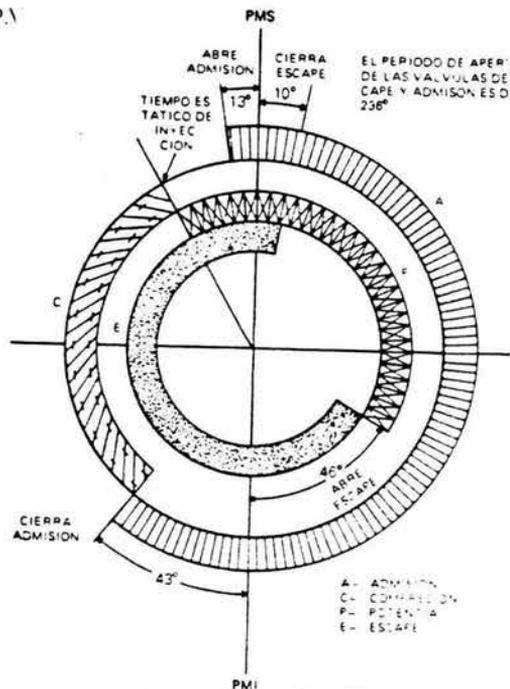


Figura I.11.- Diagrama P.V



Gráfica I.2.- Gráfica de Tiempos Reales de Apertura y Cierre de Válvulas. (Motos Diesel)

I.3.10.- Modelos de Plantas.

En la actualidad **SELMEC** ensambla Plantas de Emergencia que van desde 20 KW hasta 1000 KW. A continuación se enlistan los Modelos de Plantas.

MODELO	CAPACIDAD	MOTOR
SPR420	20 KW	Perkings de 4 cilindros en línea.
SPR425	27.5 KW	Perkings de 4 cilindros en línea.
SPR4	33 KW	Perkings de 4 cilindros en línea.
SPR6	55 KW	Perkings de 6 cilindros en línea.
SPRT6	60 KW	Perkings de 6 cilindros en línea. Turbocargado.
SCNH25 (75)	75 KW	Cummins de 6 cilindros en línea.
SCNH (75)	75 KW	Cummins de 6 cilindros en línea.
SCNH 25	100 KW	Cummins de 6 cilindros en línea.
SCNH 25E	125 KW	Cummins de 6 cilindros en línea.
SCNT33	150 KW	Cummins de 6 cilindros en línea. Turbocargado.
SCNT 33E	200 KW	Cummins de 6 cilindros en línea. Turbocargado.
SCNTA400	225 KW	Cummins de 6 cilindros en línea. Turbocargado y postenfriado.
SCNTA400E	250 KW	Cummins de 6 cilindros en línea. Turbocargado y postenfriado.
SCKT6	275 KW	Cummins de 6 cilindros en línea. Turbocargado.
SCKTA6	310 KW	Cummins de 6 cilindros en línea. Turbocargado y postenfriado.
SCVT8	400 KW	Cummins de 12 cilindros en V. Turbocargado.
SCVTA8	450 KW	Cummins de 12 cilindros en V. Turbocargado y postenfriado.
SCKT12	600 KW	Cummins de 12 cilindros en V. Turbocargado.
SCKTA12	700 KW	Cummins de 12 cilindros en V. Turbocargado y postenfriado.
SCKTA12E	800 KW	Cummins de 12 cilindros en V. Turbocargado y postenfriado.
SCKTA3067	900 KW	Cummins de 16 cilindros en V. Turbocargado y postenfriado.
SCKTA3067E	1000 KW	Cummins de 16 cilindros en V. Turbocargado y postenfriado.

La lista anterior se anota con la finalidad de ver que los motores usados son *Perkins* y *Cummins*.

CAPÍTULO II.

DESCRIPCIÓN Y FUNCIONAMIENTO DEL MOTOR DIESEL DE COMBUSTIÓN INTERNA.

II.1.- Sistemas del Motor de Combustión Interna Diesel.

A continuación, se hace mención de los Sistemas que componen al Motor de Combustión Interna Diesel. Se hará notar la diferencia entre estos dos motores que aunque se basan en el mismo principio de funcionamiento, difieren en algunos aspectos. En donde no se haga mención de diferencias, se puede aplicar a ambos casos.

NOTA: Los detalles de reparaciones mayores, menores y especificaciones se encuentran en los manuales de taller de cada motor en particular.

Los Sistemas del Motor de Combustión Interna Diesel que se presenta a continuación son:

II.1.1.- Sistema de Combustible (Cummins, Perkins).

El Sistema de Combustible en el Motor Diesel tiene la finalidad de suministrar una cantidad precisa de combustible diesel en un momento exacto a una presión muy alta dentro de las Cámaras de Combustión del motor para producir la combustión en conjunto con el aire caliente que se encuentra en la Cámara. Los motores *Cummins* y *Perkins* usan un sistema diferente para lograr esto.

a).- Cummins.- La siguiente Figura muestra la circulación del combustible desde el depósito hasta los inyectores.

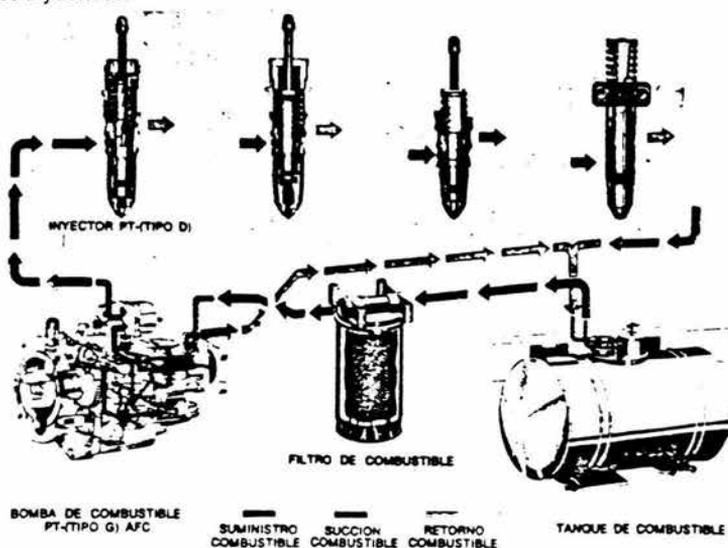


Figura II.1.- Circulación de Combustible desde el Depósito hasta Inyectores

El sistema de combustible PT se utiliza exclusivamente en los Motores *Cummins* Diesel. Las letras de identificación "PT" son las iniciales "Presión-Tiempo".

El funcionamiento del Sistema de Combustible PT de *Cummins* se base en el principio de que el volumen de circulación del líquido es proporcional a su presión, al tiempo que se le concede para circular y el tamaño del orificio de los conductos por donde debe circular el combustible. Para aplicar este sencillo principio en el Sistema de Combustible *Cummins* PT, es necesario suministrar:

1.- Una bomba de abastecimiento que absorba el combustible del tanque y lo haga llegar a los inyectores individuales de cada cilindro.

2.- Un medio de controlar la presión del combustible que está siendo enviado por la bomba a los inyectores, a fin de que cada cilindro reciba la cantidad precisa de combustible para dar la potencia requerida en el motor.

3.- Conductos de combustible del tamaño y tipo apropiados, a fin de que el combustible sea distribuido a todos los inyectores de cilindros con una presión uniforme, con cualesquiera condiciones de velocidad y carga.

4.- Inyectores para recibir el combustible a baja presión que envía la bomba y descargarlo en la Cámara de Combustión del cilindro a que pertenece, en el momento adecuado en cantidad uniforme y debidamente atomizado para que se inflame.

Durante el funcionamiento entre marcha mínima y la velocidad gobernada, el combustible circula a través del gobernador hacia los inyectores de acuerdo con las necesidades del motor y es controlado por el acelerador y limitado por el tamaño de la cavidad de émbolo de resorte de marcha mínima. Cuando el motor llega a su velocidad gobernada, los contrapesos del gobernador mueven el émbolo buzo y se cierran los ductos para combustible a un grado determinado. Al mismo tiempo, se abre otro conducto y el combustible descarga en el cuerpo de la bomba principal. De esta forma, la velocidad de los motores limitada y controlada por el gobernador cualquiera que sea la posición del acelerador.

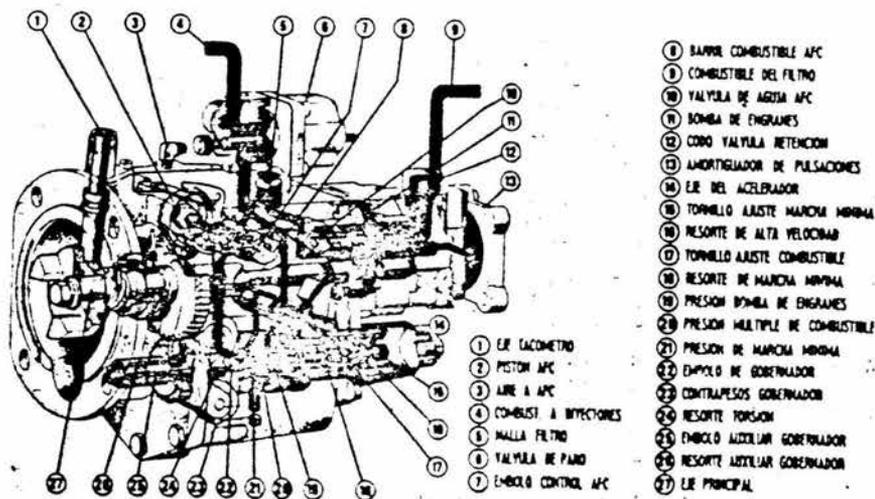


Figura II.2.- Bomba "PT" *Cummins*.

Partes de la Bomba PT Cummins.

- 1.- Eje tacómetro.
- 2.- Pistón AFC.
- 3.- Aire a AFC.
- 4.- Combustible a inyectores.
- 5.- Malla filtro.
- 6.- Válvula de paro.
- 7.- Embolo control AFC.
- 8.- Barril combustible AFC.
- 9.- Combustible del filtro.
- 10.- Válvula de agua AFC.
- 11.- Bomba de engranes.
- 12.- Codo válvula retención.
- 13.- Amortiguador de pulsaciones.
- 14.- Eje del acelerador.
- 15.- Tornillo Ajuste marcha mínima.
- 16.- Resorte de alta velocidad.
- 17.- Tornillo ajuste combustible.
- 18.- Resorte de marcha mínima.
- 19.- Presión bomba de engranes.
- 20.- Presión múltiple de combustible.
- 21.- Presión de marcha mínima.
- 22.- Émbolo del gobernador.
- 23.- Contrapesos del gobernador.
- 24.- Resorte de tensión.
- 25.- Émbolo auxiliar del gobernador.
- 26.- Resorte auxiliar del gobernador.
- 27.- Eje principal.

El gobernador VS (Velocidad Variable) se monta en la parte superior de la bomba y funciona en combinación con el gobernador normal para permitir el funcionamiento a una velocidad basada (casi constante) dentro de la gama del gobernador normal. El ajuste para las diferentes revoluciones se hace con un control de palanca, en la parte superior de la bomba. La velocidad se puede variar con la palanca de control de velocidad del VS en la parte superior de la bomba. Con esto, se tiene una regulación sin "oscilaciones" en toda la gama de velocidad y con una caída de velocidad menos que con el gobernador normal y es adecuado para los requisitos de velocidad variable de tomas de fuerzas, en las cuales el mismo motor se utiliza para mover la unidad e impulsar una bomba u otra máquina de velocidad fija.

b) Perkins.

Partes de la Bomba de Inyección CAV-DPA.

- 1.- Eje de vaina estriado.
- 2.- Buje de transmisión.
- 3.- Arandela de resorte.
- 4.- Retén.
- 5.- Carcaza hermética del regulador.
- 6.- Placa de ajuste superior.
- 7.- Orificio de válvula dosificada.
- 8.- Válvula dosificadora.
- 9.- Orificio de dosificación.
- 10.- Cabezal hidráulico.
- 11.- Rotor de bombeo y de distribución.

- 12.- Excéntrico de la bomba de trasiego (transferencia).
- 13.- Retén en la cara externa del cabezal.
- 14.- Extremo del rotor.
- 15.- Placa externa.
- 16.- Tornillo de sujeción.
- 17.- Paletas bomba de trasiego (transferencia).
- 18.- Orificio de distribución.
- 19.- Orificios radiales.
- 20.- Conexiones externas de los tubos de alta presión.
- 21.- Amortiguador de la presión de transferencia.
- 22.- Zapatas.
- 23.- Aro de levas.
- 24.- Elementos de bombeo.
- 25.- Placa de ajuste inferior.
- 26.- Placa de transmisión.
- 27.- Rodillos de leva.
- 28.- Eje de transmisión.
- 29.- Manguito de empuje.
- 30.- Conjunto de contrapesos del regulador de velocidad.
- 31.- Contrapesos.
- 32.- Cuerpo de la bomba.

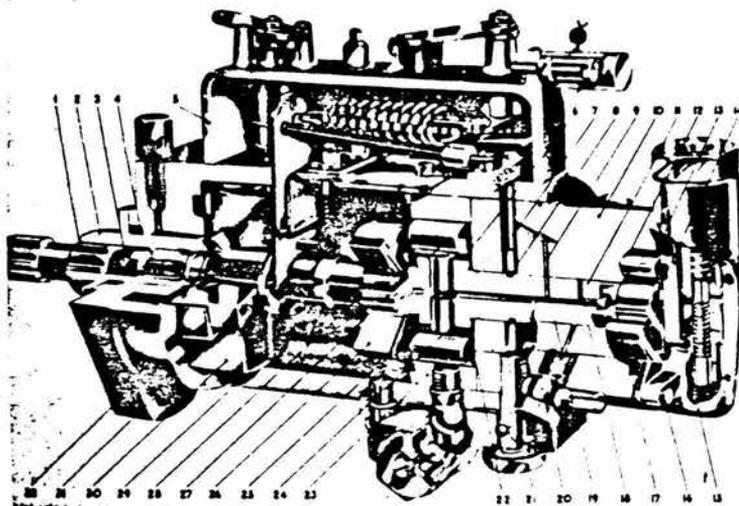


Figura II.3.- Bomba CAV – DPA Perkins.

El inyector CAV utilizado por la Bomba, cumple la función de automatizar el combustible que viene a alta presión desde la bomba de inyección. Tiene un canal de alimentación lateral y un retorno por la parte superior que sirve para evitar el depósito de combustible del Diesel que se utilizó como enfriador y lubricante. El Diesel sale por unos pequeños orificios en la parte inferior del inyector en forma pulverizada.

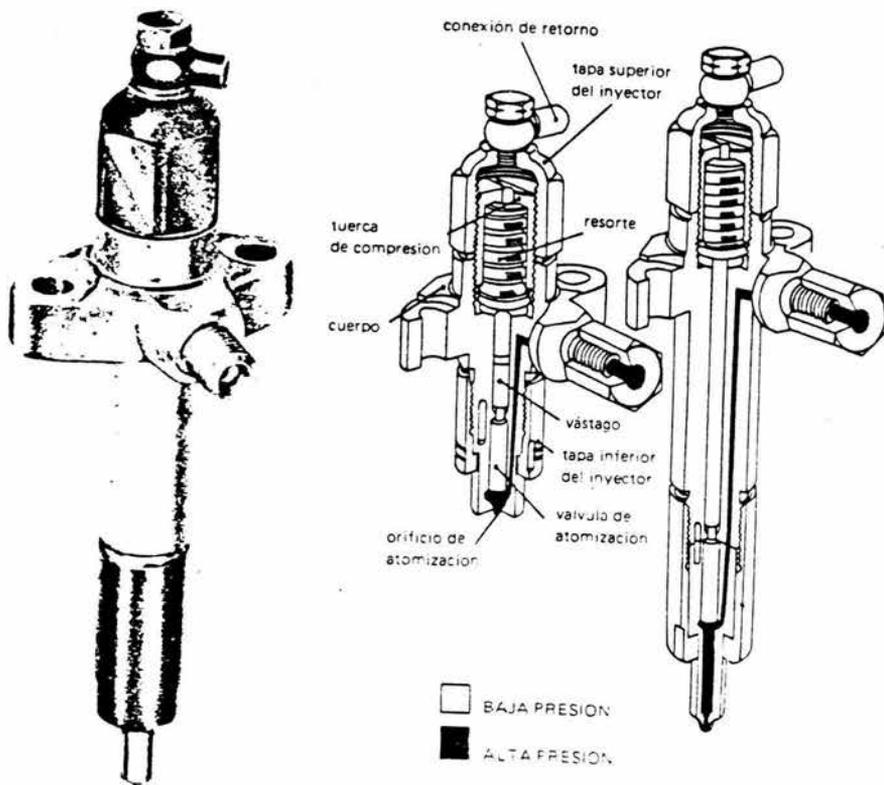


Figura II.4.- Vista Física de un Inyector CAV

El funcionamiento del inyector consiste en que éste recibe por la línea de alimentación Diesel a muy alta presión procedente de la bomba. La presión es tan alta que levanta a la válvula de inyector ya que la golpea en un área cónica. Al levantar la válvula se comprime el resorte de compresión y el Diesel se sale por los pequeños orificios dispuestos para ellos. Cuando la presión de la bomba empieza a bajar, el resorte de compresión descarga su fuerza sobre la válvula de inyector sellado cortando así la salida del Diesel.

II.1.2. - Sistema de Admisión de Aire.

No siempre se toma en consideración que el sistema de inducción es uno de los aspectos más importantes de la instalación de un motor, puesto que puede tener un efecto directo sobre la potencia del motor, el combustible, las emisiones del escape y la vida del motor.

Con esto en mente, el sistema de inducción instalado deberá ser diseñado para suministrar aire limpio, seco y fresco del motor, con un mínimo de restricción.

El sistema debe ser diseñado para soportar las cargas de choque y las condiciones de trabajo que se encuentran en el servicio y deberá proporcionar un sello seguro y durable, con un mínimo de mantenimiento.

Filtros de Aire. Se puede obtener en todo el mundo una muy amplia escala de marcas y tipos de filtros de aire, con el fin de asegurar la norma necesaria de eficiencia de filtración y durabilidad, sin embargo, solamente podrán usarse los filtros de aire suministrados por *Cummins* y *Perkins*, respectivamente.

Filtros de Baño de Aceite. No siempre se toma en consideración que el funcionamiento con éxito de un filtro de aire de baño de aceite, dependa del apareamiento cuidadoso para acoplarse al tipo del motor y a la escala de velocidad de operación. El apareamiento incorrecto puede dar por resultado una mala eficiencia de filtración y/o el "acarreo" del aceite del filtro al motor.

Los filtros de baño de aceite están sujetos también a un límite de ascensión, es decir, el ángulo máximo de inclinación que se puede adoptar antes de que tenga lugar el arrastre del aceite. Por estas razones, es esencial que se usen solamente filtros que hayan sido aprobados para el tipo de motor y la escala de velocidad de operación bajo consideración.

Diseño del Sistema de Inducción. Existe una localización de la entrada de aire en donde importa la posición de la entrada al filtro de aire, o la entrada de la extensión del filtro de aire, si se le instala, deberá ser de naturaleza tal que el aire sea aspirado de un área en el cual:

- a) Haya la concentración más baja posible de polvo.
- b) Esté bien protegida la entrada de agua.
- c) Se encuentre la temperatura más cercana posible a la temperatura ambiente que prevalezca.

Además, se deberá tener cuidado en disminuir al mínimo, la posibilidad de que el humo de escape sea aspirado al sistema de inducción, puesto que esto dará como resultado la reducción de la vida del elemento en el caso de un filtro de tipo seco. Cuando no sea posible evitar cierta contaminación del escape, podrá lograrse la prolongación de la vida del elemento usando elementos de filtro tratados especialmente.

El diseño del sistema de inducción variará considerablemente según al tipo de aplicación y del trabajo.

En general, en aplicaciones en encierro, el aire deberá ser aspirado del exterior del recinto del motor, con el fin de evitar las temperaturas de admisión excesivas. Las excepciones a esto son ciertas aplicaciones cuando se usan ventiladores de enfriamiento de tipo expulsión en las cuales, dependiendo de las disposiciones de ventilación del recinto, la temperatura de aire del recinto puede ser relativamente baja en las cercanías de la entrada de ventilación. Sin embargo, deberá tenerse cuidado de evitar las áreas de alta temperatura locales cercanas al sistema de escape.

Tuberías del Sistema de Inducción. Deberá darse una cuidadosa atención a las tuberías y conexiones que se usen en el Sistema de Inducción, con el fin de minimizar las restricciones y de asegurar que se mantenga un sello seguro bajo las condiciones de trabajo que se encuentren en el servicio.

A fin de minimizar las restricciones presentadas por el sistema, la longitud de las tuberías deberá ser lo más correcta posible y el número de curvas en el sistema se deberán mantener en el mínimo.

Tuberías Rígidas. Éstas pueden ser de acero, aluminio o en algunos casos de plástico moldeado, pero en todos los casos el alma interna deberá ser lisa y estar libre de defectos.

Cuando se usen en conjunto conexiones de manguera, los extremos de las tuberías deberán ser circulares y tener un acabado liso por una longitud mínima de 50 mm a cada conexión. El espesor de pared de los tubos deberá ser adecuado para resistir la deformación bajo la presión de las abrazadas de las mangueras.

Con el fin de mejorar el sello y asegurarse contra la extracción de la manguera de preferencia, todos los tubos deberán incorporar una nervadura.

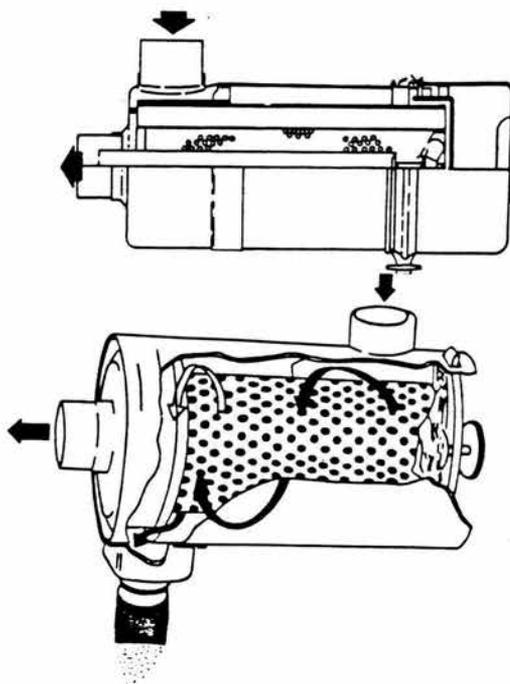


Figura II.5 - Filtros de Aire Tipo Seco.

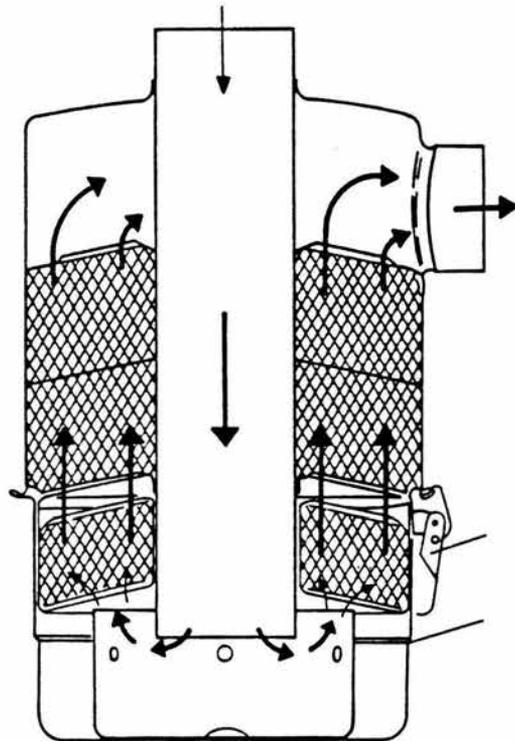


Figura II.6.- Filtro de Aire Húmedo.

Turbocargador. El turbocargador, es un compresor impulsado por el escape que aumenta el flujo o circulación de aire hacia los cilindros del motor. Esto permite que el combustible se queme con mayor eficiencia, aumentando la potencia del motor. El turbocargador aumenta la carga útil de la planta y brinda otros beneficios como escape silencioso, escape más limpio para un nivel de combustible establecido y menor desgaste del motor. En áreas de gran altitud también compensará la falta de oxígeno de la atmósfera.

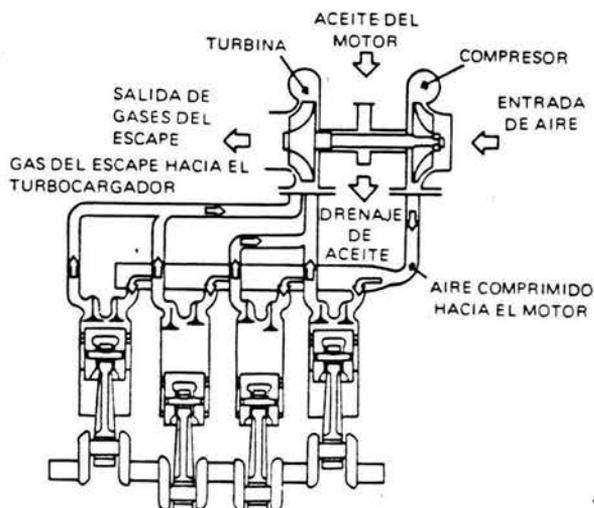


Figura II.7.- Turbocargador.

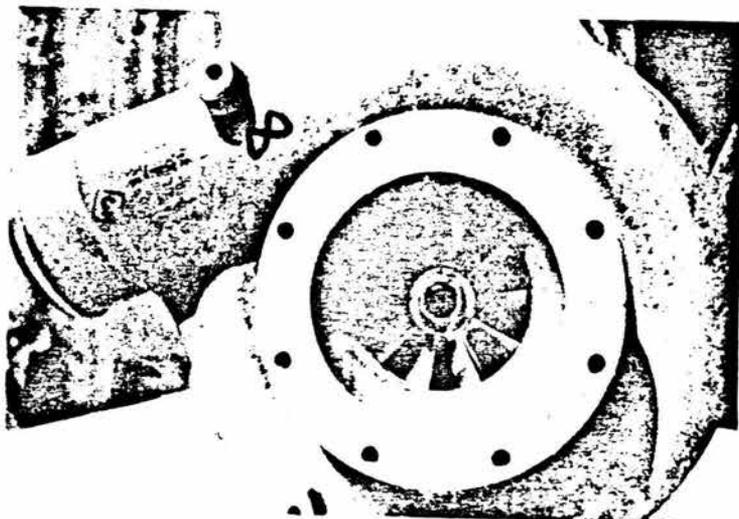


Figura II.8.- Vista Física de un Turbocargador.

II.1.3.- Sistema de Escape.

Consideraciones Generales. El Sistema de Escape deberá ser diseñado para mantener la resistencia al flujo de los gases (la restricción), lo más baja posible y dentro de los límites especificados para un tipo de motor en particular.

El Sistema deberá ser diseñado también para obtener la emisión de ruido mínima y que a la vez, sea lo más económico posible.

Deberán proveerse las tolerancias adecuadas para el Sistema de Escape completo, para asegurarse de que no choquen con los otros componentes mientras esté funcionando y especialmente en las paradas y el arranque. El escape no deberá pasar demasiado cerca de la bomba de inyección de combustible, los filtros, las tuberías de combustible, tanque de combustible, etcétera.

Restricción del Escape. El Sistema de Escape produce cierta resistencia al flujo de los gases ésta no debe exceder los límites especificados para asegurarse de que los motores no invaliden la legislación que se aplica en algunos Países.

La restricción excesiva usualmente es usada por uno o más de los siguientes factores:

- Diámetro de la tubería de escape demasiado pequeño.
- Número excesivo de curvas agudas en el sistema.
- Tubo del escape demasiado largo entre el múltiple y el silenciador.
- Resistencia del silenciador demasiado alta.

Naturaleza del Ruido del Escape. En muchos tipos de aplicaciones, el escape es una de las fuentes principales de ruido.

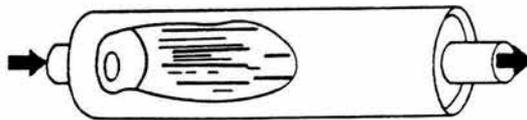
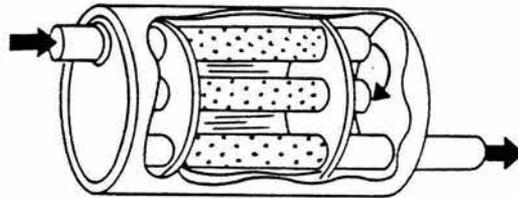
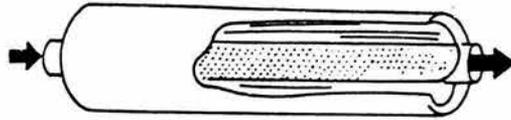
El ruido precede de la liberación intermitente de los gases del escape a alta presión de los cilindros del motor, causando fuertes pulsaciones de presión de gas en el tubo de escape. Éstas conducen no solamente a una descarga de ruido en la salida, sino también a la radiación del ruido del tubo de escape y la superficie de la concha del silenciador. La finalidad del sistema de escape es reducir estas pulsaciones del gas, y con la ayuda de un silenciador apropiadamente apareado, no solo lograr una atenuación de ruido de escape eficiente, sino también algunas veces disminuir la pérdida causada por el sistema de escape.

Silenciadores.

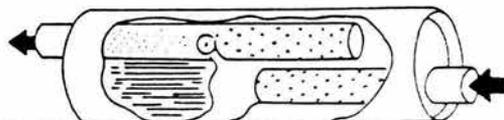
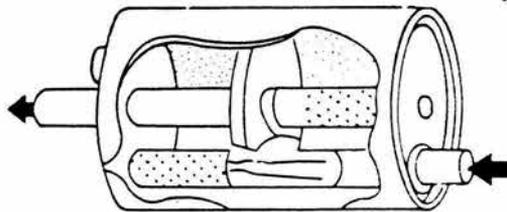
a) El tipo de Silenciador de Absorción, usualmente de construcción de "paso directo" que consiste en un tubo perforado que pasa a través de una Cámara Empacada con un material absorbente como una fibra de vidrio. Este tipo usualmente tiene una restricción bastante baja y es principalmente efectivo para suprimir el ruido de alta frecuencia. Es en consecuencia, particularmente adecuado para motores turbocargados, en donde las pulsaciones de baja frecuencia son suprimidas por el turbocargador.

b) El tipo de Silenciador de Desviadores, en el cual la corriente de gases del escape se somete a varias inversiones de dirección dentro del silenciador antes de descargarse. Este tipo es efectivo dentro de una amplia escala de frecuencia, pero tiende a tener una restricción más alta que la del tipo de Absorción.

c) El tipo de Silenciador de Cámara de Expansión, se usaba anteriormente en los sistemas para disipar rápidamente la energía o como un resonador hacia la parte de atrás del sistema para producir el ruido de una frecuencia específica.



Cámara de expansión simple.



Cámara de expansión doble.

Figura II.9.- Silenciador: a) Absorción, b) Desviador, c) Expansión Simple y Doble.

II.1.4. - Sistema de Lubricación.

Los Motores Diesel son lubricados a presión. La presión es suministrada por una bomba de lubricante del tipo de engranes, colocada dentro del depósito de aceite o en un lado del motor.

En la bomba de lubricante está montado un regulador, para controlar la presión de aceite lubricante.

En el Sistema de Lubricación se usan filtros y mallas para retirar los cuerpos extraños de la circulación y para evitar daños a los cojinetes o superficies hermanadas. Se ha previsto una Válvula de Desviación en el filtro de aceite de flujo pleno, como una protección contra interrupción del paso de aceite cuando el elemento del filtro está sucio u obstruido.

Se logra máxima limpieza y filtración con el uso de filtros en derivación y de flujo pleno. Los filtros de flujo pleno son equipo normal en todos los motores; los filtros en derivación se usan en todos los modelos turbocargados y opcionalmente en todos los otros motores.

Algunos motores están equipados con depósitos de aceite y filtros especiales para algunas aplicaciones y otros, con enfriadores auxiliares para aceite para mantener una regulación más precisa de la temperatura del aceite.

El compresor de aire y el turbocargador se lubrican desde el sistema del motor. El turbocargador, también, es enfriado por el mismo aceite utilizado para la lubricación.

La bomba e inyector de combustible se lubrican con el combustible.

Circulación del Aceite. El aceite es absorbido hacia la bomba de lubricantes por medio de un tubo externo conectado al depósito del aceite. El aceite es absorbido desde el depósito por la bomba a través de un filtro de flujo pleno y retorna al bloque. El filtro puede estar montado directamente en la parte trasera de la bomba, verticalmente en el lado del escape del motor y estar montado en un lugar remoto. En instalaciones remotas, se utilizan tuberías externas.

En los filtros de montaje remotos y en la bomba, el aceite circula desde la bomba al enfriador de aceite, luego, la galería distribuidora de aceite a través de perforaciones internas en la caja de engranes. En otros motores, la circulación de aceite es del depósito a la bomba, filtro, enfriador de aceite y al bloque.

Una galería distribuidora de aceite, taladrada a toda la longitud del bloque en el lado de la bomba de combustible, envía aceite a todas las partes móviles del motor. Mediante tubos para aceite, se lleva aceite desde el árbol de levas hasta las tapas de balancines y por diversas perforaciones a través del bloque, el cigüeñal, las bielas y los balancines completan los conductos de circulación de aceite.

En los motores con enfriamiento por aceite para los pistones, una galería distribuidora de aceite taladrada a toda la longitud del bloque, en el lado de los múltiples suministra aceite a las boquillas utilizadas para enfriar los pistones.

Una bomba de aceite para enfriamiento de pistones, como una sección adicional de la bomba normal o una bomba de mayor capacidad, envían el aceite hasta la galería distribuidora

El todo desarrollo de ingeniería, para que el motor reciba una adecuada lubricación y evitar así fallas de instalación que pudieran dañar seriamente el motor en operación.

Filtros de Flujo Continuo. Todos los motores son suministrados con filtros de flujo continuo, los arreglos generales de instalación muestran la posición de los filtros y el espacio requerido para dar servicio.

Hay varias opciones para seleccionar la posición de los filtros, los cuales se muestran en manuales de ventas.

Estos filtros son instalados en el motor porque tiene la mínima resistencia al flujo, la propia filtración para partículas contaminantes la mínima posibilidad de fugas, control del paso de aceite, mantiene la integridad del sistema contra la tierra y el polvo.

Filtro de Paso. Este filtro retiene un gran porcentaje de partículas contaminantes que no fueron retenidas por los filtros de flujo continuo.

Por esta razón se debe instalar el filtro de paso y así se asegura una extraprotección al motor e incrementar el porcentaje de limpieza del aceite y de los elementos de los filtros de flujo continuo.

El filtro de paso que se está suministrando en la actualidad, ha sido diseñado para montaje vertical y tiene suficiente espacio para cambio de elemento.

En los arreglos generales de instalación se muestra la posición del filtro y las conexiones para el retorno del aceite al motor. En algunos motores es posible tomar diferentes puntos de localización.

El flujo del filtro a la máxima velocidad del motor es de 1.5 a 3.0 gpm y es regulada por la conexión de entrada y el orificio integral en la conexión de salida del filtro.

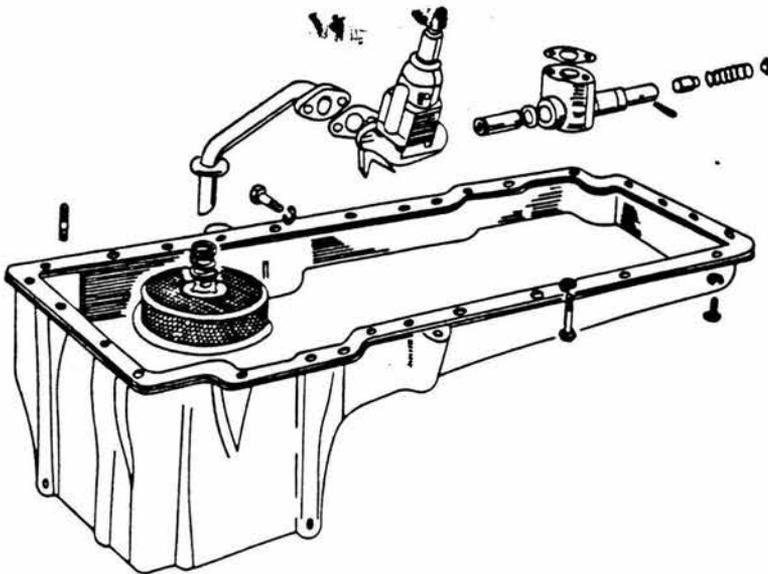


Figura II.10.- Vista del Carter de Aceite, Malla Filtrante y Bomba

Especificación de Mangueras. Las mangueras recomendadas para conexión de aceite deben ser de buena calidad para soportar las condiciones de trabajo, afeamiento, dobleces, resistencia bajo las máximas condiciones de presión del sistema, corrosión, cristalización, etcétera.

Las mangueras deben ser certificadas por el proveedor para soportar una prueba a 1000 psi de presión y una presión de trabajo de 250 psi mínimo y una temperatura de operación de 40°F a 250°F.

Soportes de Mangueras. Si se tiene mangueras de buena calidad y no se tienen soportes para las mismas, se podrá tener desgastes prematuros por contactos con otros componentes del motor o bien entre sus mangueras. Por lo tanto, se deben fijar para evitar problemas de desgaste.

Enfriador de Aceite. Todos los motores Cummins están equipados con un enfriador de aceite que requiere ocasionalmente servicios, el diseño de este sistema es calculado en base a los requerimientos de cada tipo de motor.

Aceite Limpio. Si se desea que un motor opere satisfactoriamente, su lubricación, debe ser eficiente y el primer factor que hay que cuidar en la lubricación es el aceite contaminado, ya que puede causar daños que requerirán el reemplazo de componentes mayores a un costo considerable.

Partes del Sistema de Lubricación.

- 1.- Cubo de Ventilador.
- 2.- Enfriador de Aceite.
- 3.- Filtro de Aceite.
- 4.- Conducto Principal de Aceite.
- 5.- Aceite para Enfriamiento de Pistones.
- 6.- Retorno del Turbocargador.
- 7.- Aceite al Turbocargador.

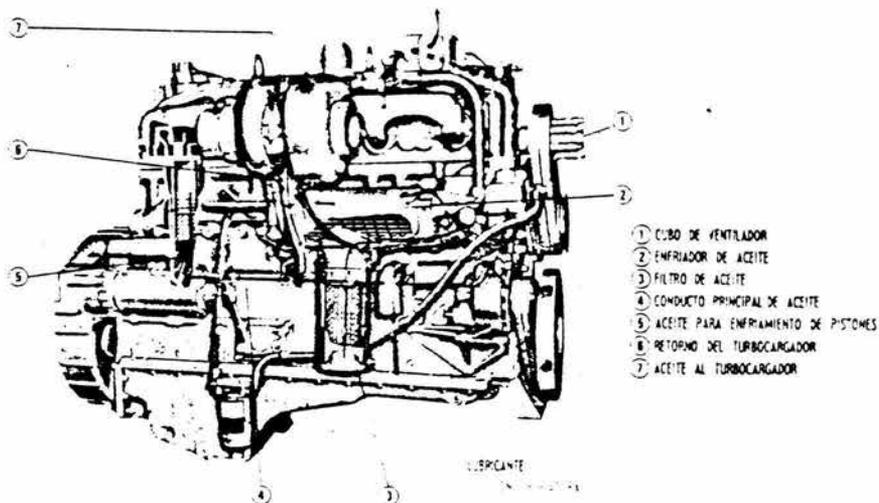


Figura II.11 - Partes del Sistema de Lubricación.

II.1.5.- Sistema de Enfriamiento.

La función del Sistema de Enfriamiento es disipar al ambiente la parte de la energía térmica que no se convierte en potencia, o pasarla directamente a la atmósfera por los gases del escape o por radiación de la superficie del motor. Además, dependiendo del tipo de aplicación y del diseño, puede requerirse también disipar el calor rechazado de la transmisión, los múltiples del escape enfriados por agua, etcétera.

Los detalles del sistema de Enfriamiento varían ampliamente conforme a la aplicación, pero en todos los casos el sistema debe ser diseñado para mantener temperaturas del motor dentro de los límites especificados bajo las condiciones más extremas del ambiente y de operación que la máquina pueda encontrar. La energía térmica liberada por la combustión del combustible en un Motor Diesel es distribuida aproximadamente como sigue:

- 30% al refrigerante.
- 30% como salida útil.
- 30% a los gases de escape.
- 10% radiación de la superficie del motor.

El agua es circulada por una bomba para agua del tipo centrífugo, montada en la parte delantera del motor e impulsada mediante correas (bandas) desde el cigüeñal. El agua circula alrededor de las camisas de tipo húmedo, por toda la culata de cilindros y alrededor de los manguitos de los inyectores. Los manguitos en los cuales están montados los inyectores, son de cobre para una disipación rápida del calor. El motor tiene uno o más termostatos para controlar la temperatura de funcionamiento de motor. La solución enfriadora, es enfriada por un radiador y ventilador o por un cambiador de calor.

El anticorrosivo *Cummins* es equipo de fábrica en los Motores *Cummins*. El anticorrosivo deriva de una pequeña cantidad de solución enfriadora del sistema, por vía de un elemento para filtración y tratamiento, el cual debe ser reemplazado periódicamente.

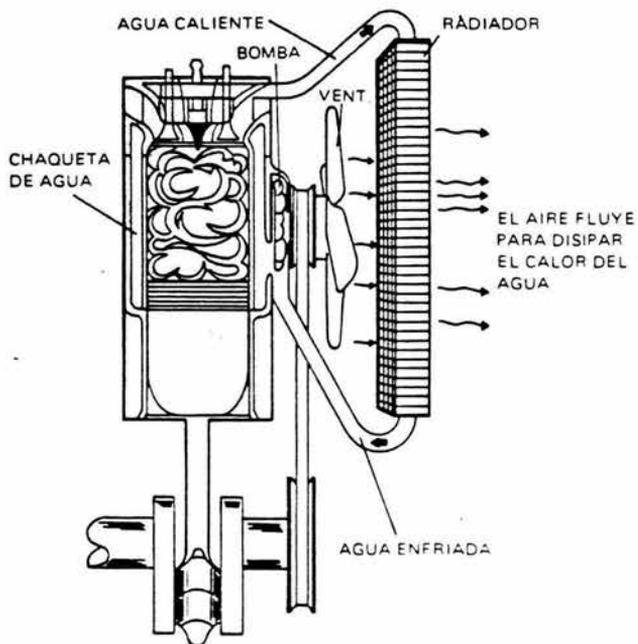


Figura II. 12.- Sistema de Enfriamiento.

Temperatura del Aceite Lubricante. La temperatura normal máxima permisible del aceite lubricante, medida en el riel de presión principal del aceite o en la cabeza del filtro del aceite, es de 107° C.

Sin embargo, si el motor nunca llega a trabajar a su velocidad máxima por más de una hora a la vez, la temperatura de aceite permisible máxima (medida en el riel de presión de aceite principal o en la cabeza del filtro del aceite) se puede aumentar a 122° C.

Llenado, Ventilación y Desaereación del Sistema de Enfriamiento. El diseño y disposición del Sistema de Enfriamiento serán gobernados principalmente por el tipo de aplicación y el ambiente de trabajo, pero son aplicables los siguientes requerimientos en todos los casos:

- **Llenado.**- Es de primordial importancia que se diseñe el sistema de tal manera que se asegure y pueda llevar a cabo el llenado total del motor, el radiador y las tuberías asociadas, sin que quede aire atrapado en algún punto del sistema. El aire atrapado dará como resultado la posibilidad de sobrecalentamiento locales y también una pérdida de refrigerante excesiva debida a la expansión del aire a la temperatura del trabajo.
- **Desaereación.** Además de reunir el requerimiento de un llenado satisfactorio, es conveniente que se incluyan características en el diseño del Sistema de Enfriamiento que permitan la desaereación continua, es decir, la eliminación del aire arrastrado del refrigerante mientras corre.
- **Causas de la Aereación.** La aereación del refrigerante puede tener lugar por las siguientes razones:

1.- Es difícil en la práctica asegurarse de que sea expulsado todo el aire del sistema durante el llenado.

2.- En los sistemas que usan un tanque superior de radiador abierto (sin desviadores), la alta velocidad del refrigerante que entra al tanque causa turbulencias y una tendencia a que el aire sea aspirado a los tubos junto con el refrigerante.

3.- Es posible que se arrastren gases de la combustión hacia el refrigerante en el caso de que haya una falla en el sello del empaque de la cabeza de los cilindros.

- **Efectos de la Aereación.** La aereación del refrigerante puede dar como resultado lo siguiente:
 - La posibilidad de la ebullición local y altas temperaturas del metal.
 - Una pérdida excesiva del refrigerante al parar en caliente.
 - Un deterioro del funcionamiento de la bomba de agua, dando como resultado una reducción del régimen del flujo y un efecto adverso sobre el enfriamiento.
 - En casos graves, puede tener lugar la interrupción casi completa del flujo del refrigerante.

➤ **Sistemas de Ventilación y Desaeración.**

1.- En los casos en que se colocan calentadores de cabina u otros sistemas de enfriamiento a un nivel más alto que el resto del sistema, deberá instalarse un tapón o válvula de ventilación, en el punto más alto del sistema.

2.- En los casos en que se hayan instalado motores en una actitud de "extremo frontal hacia abajo" será necesario proveer una disposición especial de línea de ventilación/purga, con el fin de liberar el aire, que de otro modo quedaría atrapado en la parte posterior de las cabezas del cilindro. Se debe advertir que las instalaciones "extremo frontal hacia abajo" no son aprobadas normalmente por *Cummins*, ya que es esencial que se consulte en estos casos al Departamento de Ingeniería de Aplicaciones.

Son posibles las alternativas a las disposiciones de tanque superior de desaeración, pero en todos los casos, la efectividad con relación al funcionamiento de la desaeración solamente podrá ser valorada por medio de pruebas en la aplicación de partículas.

➤ **Localización de las Conexiones de Entrada y Salida del Radiador.**

Con el fin de poder asegurar la utilización completa del panel del radiador, las conexiones de entrada y salida en los tanques de arriba y de abajo deberán localizarse idealmente opuestas diagonalmente entre sí, o cuando menos bastante desplazadas una de la otra. En los casos en que las conexiones deban localizarse del mismo lado del radiador, deberá instalarse un desviador en el tanque de trabajo con el fin de lograr distribución satisfactoria del flujo.

➤ **Precaentador.**

Los motores para plantas de emergencia van equipados con un precaentador de agua. Este precaentador cumple la función de mantener al motor a una temperatura cercada a la de operación, con la finalidad de que a la señal de arranque, el motor empiece a trabajar sin problemas. El precaentador funciona bajo el principio del termosifón para el calentamiento del agua y la circulación de la misma a través de los conductos del *Monoblock*.

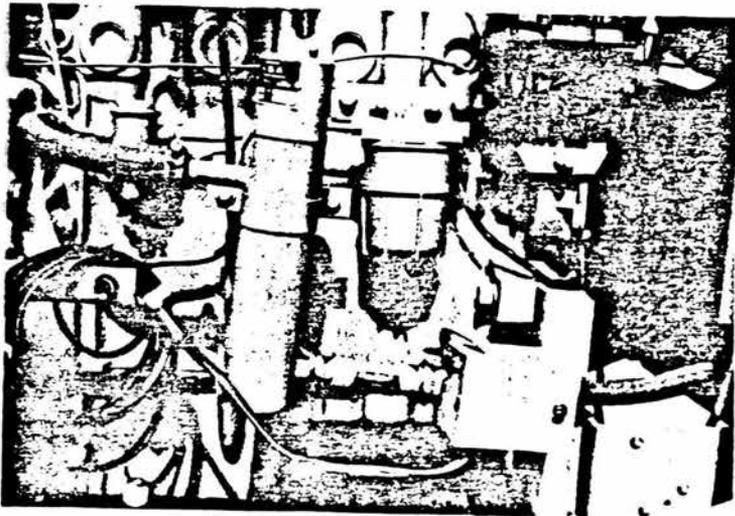


Figura II.13 - Precaentador.

Todos los precalentadores están termostáticamente controlados para prevenir daños por sobrecalentamiento.

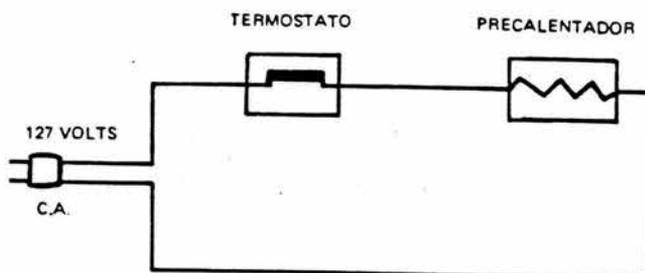


Diagrama II.1.- Diagrama Electrónico de la Conexión del Precalentador.

Si el Precalentador está con la temperatura elevada, pero el *Monoblock* permanece frío, es señal de circulación pobre. Verificar la instalación del precalentador cuidadosamente.

El Precalentador debe ser instalado en la parte baja de la máquina para permitir que el agua caliente suba y eleve la temperatura del *Monoblock*.

El Precalentador debe ser montado lo más bajo posible (2") como mínimo abajo del punto donde el agua caliente entrará al motor.

Los tubos rectos y cortos proporcionaran mejor calentamiento, así como el alineamiento adecuado de las abrazaderas con el Precalentador.

La distancia entre la salida (agua caliente) del Precalentador y la máquina, debe ser lo más corta y directa como sea posible. El retorno del agua fría puede ser mayor, pero no debe tener curvas donde se forman bolsas de aire que perjudiquen la circulación.

II.2.- ¿Qué le Falla al Motor Diesel?

No siempre es cierto que un Motor Diesel que arroja humo, sea el indicio de algún problema de importancia o que una pequeña fuga de aceite represente una falla seria. No se puede hacer juicio precipitado en lo que toca al servicio de un Motor a Diesel, sin embargo, es posible diagnosticar muchos síntomas y hacer ciertas correcciones si se usa sentido común y se reconocen ciertas limitaciones.

Los Motores Diesel están diseñados con sistemas de combustible de alta presión que requieren de una limpieza esmerada y de calibraciones precisas para poder operar debidamente. Las reparaciones al azar que se hacen reemplazando componentes hasta dar con ellas, cuestan dinero y ocasionan pérdidas de tiempo bajo cualquier circunstancia.

¿Qué se debe hacer? Primero comprobar:

- ¿Hay combustible en el tanque?
- ¿Llega combustible a la bomba y los inyectores?
- ¿Está usándose el combustible correcto?

Tal vez el Sistema de Combustible tenga aire y se necesite purgar o cebar.

Inspeccionar que no haya restricciones en el sistema de admisión de aire.

"Siempre hay que revisar lo elemental antes de verificar los componentes más complicados".

Humo en el Escape. En virtud de que el Motor Diesel no cuenta con sistema eléctrico de ignición, los desperfectos a menudo pueden atribuirse al sistema de inyección. Si hay humo en el escape, ¿de qué color es? El color frecuentemente lo revela todo.

El humo blanco por lo general indica un motor frío. Es de escape que haya algo de humo blanco cuando la temperatura del motor no se ha normalizado; sin embargo, deberá desaparecer al normalizarse la temperatura de operación del motor 70-80° C.

El humo azul indica que el motor está quemando o pasando aceite. Por lo tanto el revisar el nivel de aceite, no debe exceder. Tal vez se trate de algún problema en los anillos de pistón o en las guías de las válvulas.

El humo negro es el más frecuente, ya que cuando sale por el tubo de escape indica una combustión deficiente, lo cual significa que no se está logrando la relación correcta de aire y combustible.

En la mayoría de los Motores Diesel, durante la transición de la condición de operación sin carga a la de carga pesada, aparecerá una nube de humo negro, puesto que deberá inyectarse en los cilindros combustible suficiente par absorber el rápido aumento de la carga.

Este síntoma es normal y el ajuste no eliminará tal condición.

El suministro de combustible a alta presión de la bomba de inyección necesita calibrarse en un banco de prueba, el cual únicamente se pueden efectuar pruebas cuando se igualan las condiciones de carga.

Los ajustes de la bomba de inyección generalmente vienen sellados de fábrica, por lo tanto, el alterarlos o la rotura de los sellos puede anular la garantía de la bomba o del Motor Diesel.

En la mayoría de los casos, el tratar de alterar los ajustes de la bomba complicará más los problemas del sistema de alimentación de combustible en lugar de eliminarlos.

El sistema de combustible es el elemento vital de un Motor Diesel, y funcionará en forma segura si se conserva limpio.

Los filtros de combustible son realmente menos costosos que las bombas, así que cuando surja un problema, primero hay que asegurar de que aquellos funcionen correctamente

Consumo Excesivo de Aceite. En el caso de motores nuevos o reconstruidos; hay que esperar un periodo razonable de tiempo para que los anillos del pistón se asiente en las camisas de los cilindros. Hay que recordar que el tiempo de asentamiento de los anillos depende del uso que se dé al motor y de las condiciones en que se opere.

Si ya se comprobó que el aceite es de una viscosidad incorrecta, o está diluido, o es de calidad inferior, es necesario deshacerse del aceite inservible drenándolo y volver a llenar el motor con aceite del grado de viscosidad recomendadas, de acuerdo a las condiciones ambientales y de trabajo.

Normalmente, el consumo excesivo de aceite de la bomba de inyección se manifiesta en el rendimiento u operación del motor y en el estado del sistema de escape, (humo azul).

Si como consecuencia de periodos de operación prolongados en marcha lenta los cilindros se encuentran abrigados, el llevar el motor al taller de servicio automatizado sería de gran beneficio.

Sobrecalentamiento. Hay que verificar si el motor o el generador están sobrecargados, así también revisar todos los indicadores de temperatura instalados en el motor. Para cerciorarse hay que quitar el tapón del radiador y poner en función el motor hasta que se caliente el agua. Seguidamente usar un termómetro manual en el radiador y comparar la lectura con el indicador instalado en el equipo.

Revisar el nivel de agua con el motor frío, asegura que no haya fugas, cerciorarse que el nivel de aceite es correcto estando el motor nivelado, comprobar si la flexión en el tramo más largo de la(s) banda(s) es de (10 mm) aproximadamente al aplicar la presión normal con la mano.

Con el tapón del radiador y el termostato quitados, observar si hay un remolino de agua en el tanque superior, y detectar si lavó en sentido inverso con agua a presión en el sistema de enfriamiento, quitar todas las mangueras para inspección de éstas, concurda el radiador y el tapón con las especificaciones del fabricante, que circule el aire a través del radiador sin obstrucciones.

Si el termostato parece estar en mal estado, verificar si éste abría a la temperatura correcta, tener la seguridad de estar usando un termostato adecuado y revisar el elemento purificador o filtro de aire.

Acudir de inmediato a un Distribuidor Autorizado al detectar las siguientes fallas:

- Presencia de burbujas en el agua y en el aceite del motor.
- Fugas de agua exterior a través de las juntas de la cabeza.
- Cabeza de culata de cilindros agrietada.
- Sincronización incorrecta de bombas de inyección o de válvulas.
- Inyectores o bomba de inyección en malas condiciones.
- Pistón(s) comenzando a pegarse.

Se hace hincapié sobre la importancia del servicio regular realizado por un técnico Diesel capacitado, a fin de garantizar la seguridad y duración de cualquier motor.

El daño que se puede esperar, como resultado directo de un mantenimiento deficiente es el siguiente:

El Aceite Sucio: Origina desgaste de los cojinetes y del cigüeñal, lo que conduce a la falla completa del Motor.

El Combustible Sucio: Descargará el equipo de inyección, causando pérdida de potencia, humo y dificultad al arrancar.

Aire Sucio: Provocará desgaste en las camisas de los tornillos y en lo anillos del pistón, dando por resultado excesivo consumo de aceite, pérdida de potencia, compresión, y humo

NOTA: Todos estos problemas se pueden evitar por medio del mantenimiento preventivo.

GUIA PARA INTERPRETACION DE LA TABLA DE
DIAGNOSTICOS DE FALLAS

MOTORES PERKINS

FALLA	POSIBLE CAUSA
Baja velocidad de arranque	1, 2, 3, 4.
No arranca	5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 22, 31, 32, 33.
Dificultad en el arranque	5, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 18, 19, 20, 21, 22, 24, 29, 31, 32, 33.
Falta de potencia	8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 24, 25, 26, 27, 31, 32, 33.
Fuera de tiempo	8, 9, 10, 12, 13, 14, 16, 18, 19, 20, 25, 26, 28, 29, 30, 32.
Consumo excesivo de combustible	11, 13, 14, 16, 18, 19, 20, 22, 23, 24, 25, 27, 28, 29, 31, 32, 33.
Humo negro en el escape	11, 13, 14, 16, 18, 19, 20, 22, 24, 25, 27, 28, 29, 31, 32, 33.
Humo azul/blanco en el escape	4, 16, 18, 19, 20, 25, 27, 31, 33, 34, 35, 45, 56.
Baja presión de aceite	4, 36, 37, 38, 39, 40, 42, 43, 44, 58.
Golpeteo	9, 14, 16, 18, 19, 22, 26, 28, 29, 31, 33, 35, 36, 45, 46, 59.
Funcionamiento irregular	7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 16, 20, 21, 23, 26, 28, 29, 30, 33, 35, 45, 59.
Vibración	13, 14, 20, 23, 25, 26, 29, 30, 33, 45, 47, 48, 49.
Alta presión de aceite	4, 38, 41.
Sobrecalentamiento	11, 13, 14, 16, 18, 19, 24, 25, 45, 50, 51, 52, 53, 54, 57.
Excesiva presión en el cárter	25, 31, 33, 34, 45, 55.
Baja compresión	11, 19, 25, 28, 29, 31, 32, 33, 34, 46, 59.
Arranca y para	10, 11, 12.

- | | |
|---|---|
| 1. Carga de acumulador baja. | 29. Válvulas trabadas. |
| 2. Conexiones eléctricas deficientes. | 30. Presión incorrecta en los tubos de alta presión. |
| 3. Motor de arranque defectuoso. | 31. Desgaste en las camisas. |
| 4. Aceite lubricante de un grado incorrecto. | 32. Asientos y válvulas picadas. |
| 5. Velocidad de arranque demasiado lenta. | 33. Anillos de pistón rotos, desgastados ó pegados. |
| 6. Tanque de combustible vacío. | 34. Vástago y guía de válvula desgastados. |
| 7. Control de operación defectuoso. | 35. Sobrellenado ó grado de viscosidad incorrecta de aceite del filtro de aire. |
| 8. Tubería de alimentación de combustible bloqueada. | 36. Metales desgastados ó dañados. |
| 9. Falla en la bomba de alimentación de combustible. | 37. Cantidad de aceite insuficiente en el carter. |
| 10. Filtros de combustible obstruidos. | 38. Calibración incorrecta. |
| 11. Restricción en el filtro de aire. | 39. Bomba de aceite desgastada. |
| 12. Aire en el sistema de combustible. | 40. Válvula de alivio trabada en posición abierta. |
| 13. Fallas en la bomba de inyección del combustible. | 41. Válvula de alivio trabada en posición cerrada. |
| 14. Fallas en los inyectores o tipos incorrectos. | 42. Resorte de la válvula de alivio roto. |
| 15. Tipo incorrecto de la unidad de arranque en frío instalada. | 43. Fallas en la tubería de succión. |
| 16. La unidad de arranque en frío no funciona. | 44. Filtro de Aceite obstruido. |
| 17. El impulsor de la bomba de inyección está roto. | 45. Pistón amarrado. |
| 18. Sincronización incorrecta de la bomba de inyección. | 46. Altura del pistón incorrecta. |
| 19. Sincronización incorrecta de las válvulas. | 47. Ventilador dañado. |
| 20. Poca compresión. | 48. Falla en el montaje del motor. |
| 21. Respiradero del tanque tapado. | 49. Alineación incorrecta en la caja de volante ó volante. |
| 22. Grado o tipo de combustible incorrecto. | 50. Fallas en el termostato. |
| 23. Acelerador trabado o con movimientos restringidos. | 51. Restricción en las camisas enfriadoras de agua. |
| 24. Restricción en el tubo de escape. | 52. Banda de ventilador floja. |
| 25. Pérdida de presión por la junta de la cabeza. | 53. Radiador obstruido. |
| 26. Sobrecalentamiento. | 54. Fallas en la bomba de agua. |
| 27. Motor demasiado frío. | 55. Tubo del respiradero obstruido. |
| 28. Incorrecta calibración de las punterías. | 56. Deflectores de aceite del vástago de la válvula dañados (si instalados). |
| | 57. Nivel del agua demasiado bajo. |
| | 58. Sedazo del cárter obstruido. |
| | 59. Resorte de la válvula roto. |

Cuadro II.1.- Diagnóstico de fallas.

MOTORES CUMMINS		PROBLEMAS
CAUSAS		
SISTEMA DE AIRE	- Admisión de Aire Restringida	•
	- Compresión Alta en el Escape	•
	- Trabajo en Lugares Calientes y Muy Altos	•
	- Fugas de Aire entre Filtros y Motor	•
SISTEMA DE INYECTABLE	- Compresor de Turbocargador Sucio	•
	- Uso incorrecto de Depósitos para Avanzado	•
	- Falta o Restricción de Combustible	•
	- Combustible de Mala Calidad	•
	- Filtraciones de Aire en Tablas de Sección	•
	- Tablas de Combustible Perforadas; Válvula Pegada	•
	- Fugas Internas o Externas de Combustible	•
	- Agujeros de Tuberías, Obstruidas	•
	- Eje de la Bomba, Roto	•
	- Engranajes Gastados o Bomba Dañada	•
	- Conexiones de Entrada o Retorno del Inyector	•
	- Capas de Inyectores, Incorrectas	•
	- Cuerpo o Capa de Inyector, Dañados	•
	- Sello Anular de Inyector, Dañado	•
	- Variación del Acelerador	•
- Resortes de Marcha Mínima, Mal Instalados	•	
- Contrapesos del Gobernador, Mal Instalados	•	
- Gobernador Ajustado a Pocos RPM	•	
- Agua en el Combustible	•	
- Válvula de Aterramiento, Pegada Abierta	•	
- Aterramiento Mal Ajustado	•	
SISTEMA DE LUBRIFICACION	- Fugas Internas o Externas de Aceite	•
	- Filtros de Lubricante, Sucios	•
	- Paso de Aceite en los Cilindros	•
	- Conductos para Aceite, Obstruidos	•
	- Restricción en Tabla de Sección de Aceite	•
	- Regulador de Presión de Aceite, Deficiente	•
	- Falta de Aceite	•
- Aceite Inadecuado a la Temperatura Ambiente	•	
- Nivel de Aceite, Muy Alto	•	
SISTEMA DE ENFRIAMIENTO	- Falta de Agua	•
	- Bomba de Agua, Gastada	•
	- Termostatos, Deficientes	•
	- Mangueras Dañadas	•
	- Correas (Banda) de Ventilador, Flacas	•
	- Párpados del Radiador, Abiertos	•
	- Conductos para Agua, Obstruidos	•
	- Fugas Internas del Agua	•
	- Estruendo de Aceite, Obstruido	•
	- Núcleos o Tubos del Radiador, Obstruidos	•
- Aire en el Sistema de Enfriamiento	•	
- Fugas Externas de Agua	•	
- Radiador de Capacidad Insuficiente	•	
- Baja Temperatura del Agua	•	
METODOS DE MANEJO Y MANTENIMIENTO	- Filtros en General, Sucios	•
	- Largo Periodo en Marcha Mínima	•
	- Motor Sobrecargado	•
AJUSTES O CONDICIONES MECANICAS	- Necesita Cambio de Aceite	•
	- Motor Muy Sucio en el Exterior	•
	- Fugas o Filtraciones por las juntas	•
	- Amortiguador de Vibración, Deficiente	•
	- Volante Desequilibrado o Flaco	•
	- Fugas por las Válvulas	•
	- Anillos Pistón o Gastados	•
	- Malajera Incorrecta de Cojinetes	•
	- Juego Longitudinal de Cojinetes, Excesivo	•
	- Cojinetes Principales, Desalineados	•
	- Motor se Necesita Reestructurar	•
	- Cojinetes Principales y de Bota, Dañados	•
	- Diente Roto en Algun Engrane del Tren	•
	- Juego Excesivo entre Dientes de Engranajes	•
	- Desalineación del Motor con Unidad que Impulsa	•
- Tornillos de Montaje, Flacos	•	
- Tiempo Incorrecto de Válvulas e Inyectores	•	
- Camisas o Pistones, Gastados e Incurvados	•	
- Inyectores Necesitan Ajuste	•	

Cuadro II.2. - Localización de Dificultades.

II.3.- Mantenimiento de Motores.

II.3.1.- Atención Periódica. Motores Perkins.

Mantenimiento Preventivo. Existen periodos específicos para Mantenimiento Preventivo, pero se debe tomar en cuenta los reglamentos locales concernientes a su máquina y asegurarse de que el motor esté operado correctamente dentro de las especificaciones.

Diariamente:

- 1.- Verificar nivel de agua del radiador.
- 2.- Verificar nivel de aceite del *Carter*.
- 3.- Drenar la trampa del agua.
- 4.- Verificar la presión de aceite en el manómetro.
- 5.- En condiciones de extremo polvosas, limpiar el filtro de aire y cambiar el aceite del depósito (tipo baño de aceite).

Cada 150 Horas:

- 1.- Reapretar los tornillos de la tapa de balancines.
- 2.- Verificar que no existan fugas de aire o lubricante.
- 3.- Drenar el aceite del *Carter* y volver a llenar con aceite nuevo.
- 4.- Reemplazar el elemento del filtro de aceite.
- 5.- Desarmar y limpiar la trampa del agua.
- 6.- Verificar y corregir fugas de Diesel, agua o aceite.
- 7.- Verificar funcionamiento y presiones del turbocargador.

Cada 300 Horas:

- 1.- Reemplazar elementos de combustible, usando únicamente filtros CAV.
- 2.- Reapretar tornillos del exterior, soportes de montaje, etcétera.
- 3.- Limpiar exteriormente el motor.

Cada 600 Horas:

- 1.- Cambiar el agua del radiador.
- 2.- Limpiar y proteger las terminales del acumulador.
- 3.- Limpiar el colador de la bomba de alimentación y de inyección.
- 4.- Limpiar y calibrar los inyectores.
- 5.- Calibrar punterías.
- 6.- Desmontar y lavar el tanque de combustible.
- 7.- Cambiar el elemento del papel del filtro de aire.

Cada 900 Horas:

- 1.- Inspeccionar los baleros del alternador.
- 2.- Verificar la lubricación en la barra de balancines.
- 3.- Inspeccionar los tubos de lubricación y descarga del compensador.

Cada 1,800 Horas:

- 1.- Examinar y dar servicio a todos los accesorios, tales como motor de arranque, alternador, etcétera.

Mantenimiento del Motor Cummins.

a) Efectuar diariamente:

- Investigar reporte del operador.
- Revisar nivel de aceite del motor.
- Revisar si hay fugas de agua, aceite o combustible y corregir.
- Llenar tanques de combustible y purgar sedimento.
- Llenar sistema de enfriamiento.
- Verificar nivel de aceite del purificador de aire.
- Limpiar purificador de aire.

b) Repetir operaciones "a".

- Cambiar aceite del motor y filtro.
- Revisar presión del aceite.
- Purgar sedimentos de filtros y tanques.
- Revisar nivel de aceite del gobernador hidráulico.
- Limpiar y cargar depuradores de aire.
- Limpiar y aceitar respiradero del motor.
- Limpiar elemento filtro de aceite tipo cedazo.
- Limpiar cedazo bomba-combustible e imán.

c) Efectuar cada 300 horas.

- Repetir operaciones "a" y "b".
- Lubricar motor de arranque.
- Cambiar filtro secundario de aceite.
- Revisar y ajustar bandas.
- Revisar tuberías de inducción de aire.
- Cambiar filtro de combustible.
- Cambiar elemento-papel del tubo de respiración del Carter.

d) Efectuar cada 600 Horas.

- Repetir operaciones "a", "b" y "c".
- Lubricar bomba de agua y ventilador.
- Limpiar inyectores y cedazos de conectores.
- Ajustar balancines, inyectores y válvulas.
- Limpiar cedazo bomba combustible.
- Verificar dosificación bomba combustible.
- Revisar termostatos.
- Revisar radiador del motor.
- Revisar maza del ventilador y polea impulsora.
- Revisar si hay fugas de aceite en el turbocargador.
- Apretar tornillos que sujetan al turbocargador.
- Sopletear polvo acumulado en el alternador y motor de arranque.
- Limpiar y apretar conexiones eléctricas.
- Revisar escobillas del rotor del alternador y baleros.
- Lavar exteriormente el motor con vapor.
- Apretar tornillos de soportes del motor.
- Verificar magnitud de fugas de compresión hacia el interior del motor. Si se emplea depurador de aire tipo de baño de aceite desmóntese y lávese con vapor.

e) Efectuar cada 1,200 Horas.

Repetir operaciones "a", "b", "c" y "d".
Lavar interior del *Carter* por inundación.
Cambiar aceite del gobernador hidráulico.
Apretar tornillos que sujetan múltiples de escape y admisión.
Limpiar impulsor y difusor de turbocargador.
Verificar juego de cojinetes del turbocargador.
Verificar juego lateral del cigüeñal.

f) Efectuar cada 3,600 Horas.

Al llegar el motor a este periodo, deberá examinarse los cojinetes de biela y cigüeñal, muñones del cigüeñal, árbol de levas, cabezas, pistones, anillos, camisas, bomba combustible, inyectores y turbocargador, enfriador de aceite, generador y marcha. Si el rendimiento del motor es aún satisfactorio y las piezas antes citadas no acusan mucho desgaste, éste podrá ponerse nuevamente en servicio después de efectuarle arreglos parciales. En caso contrario, deberá someterse a una reparación general.

CAPÍTULO III

CIRCUITO DE ARRANQUE Y PARO DEL MOTOR DIESEL DE COMBUSTIÓN INTERNA.

III.1.- Introducción.

El Control Maestro es un aparato que sirve indirectamente para:

- ◆ Arrancar.
- ◆ Parar.
- ◆ Proteger.

Automáticamente un Motor de Combustión Interna del tipo Diesel.

- ◆ Este aparato normalmente se utiliza en Plantas Eléctricas de Emergencia de 15 KW hasta 1000 KW.
- ◆ Funciona con corriente continua de 12 y 24 Volts.

III.2.- Instalación.

- ◆ El gabinete debe montarse perfectamente en posición vertical y a una distancia de 3 metros del motor de combustión interna.
- ◆ Cuando sea necesario instalarlo junto al motor de combustión interna, hay que proveerlo de amortiguadores adecuados para evitar que la vibración lo dañe, se recomienda usar conductores flexibles con aislamiento resistente al aceite y a la temperatura del motor.
- ◆ El conductor no debe provocar una caída de tensión mayor de 25% del voltaje normal, o sea, que la tensión entre la terminal No. 1 y la No. 13 no debe ser menor del 75% de la normal.

III.3.- Operación.

Como el control Maestro está formado por relevadores magnéticos, relevadores térmicos, interruptor térmico y Tablilla de Terminales, entonces se debe saber como funciona cada uno de estos componentes para comprender el buen funcionamiento del conjunto (Control Maestro) y para esto se debe conocer los relevadores magnéticos.

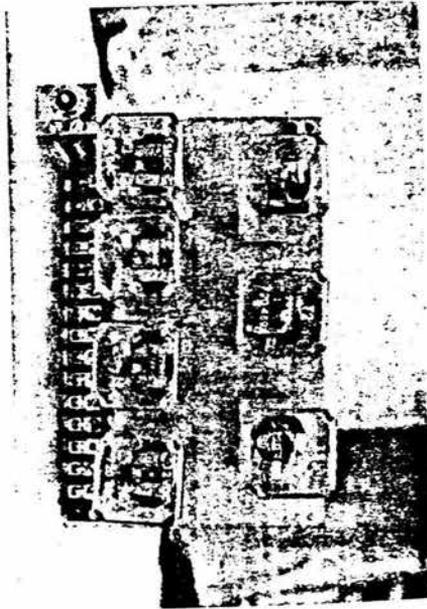


Figura III.1.- Vista Física del Control Maestro.

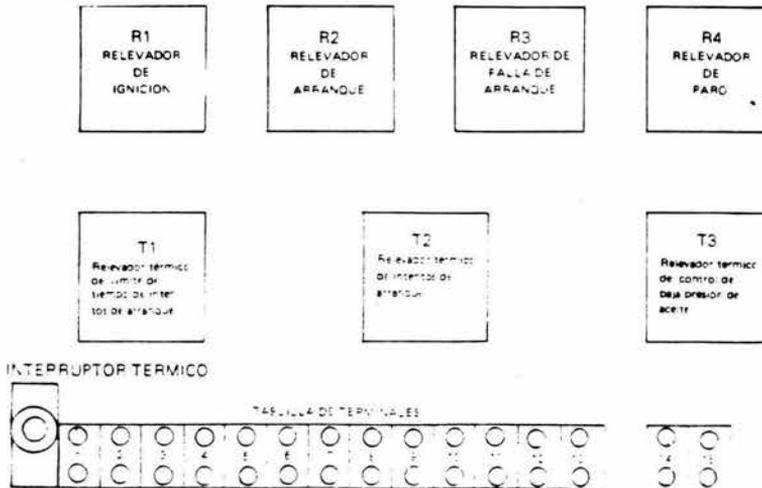


Figura III.2.- Localización Física de los Componentes del Control Maestro.

III.4.- Relevadores Magnéticos.

Para comprender bien como funcionan estos dispositivos se verá un poco los Principios Electromagnéticos.

III.4.1.- Principios Electromagnéticos.

a).- Cuando circula una corriente eléctrica a través de un conductor, se forma un campo magnético alrededor de éste.

b).- Cuando se hace pasar una corriente eléctrica a través de una bobina, se crea un campo magnético alrededor de ésta.

c).- Si a la misma bobina recorrida por la misma corriente, se le introduce un trozo de hierro, ésta aumenta considerablemente su campo magnético.

d).- Entonces una bobina con un núcleo de hierro (núcleo magnético) constituye así un electroimán porque...

e).- Cuando se energiza la bobina, ésta es capaz de atraer a un trozo de metal ferroso.

f).- Y cuando se desenergiza la bobina, ésta suelta al trozo de metal este fenómeno se aprovecha para...

g).- Construir los relevadores, que en lugar de atraer un trozo de metal suelto, atraen un trozo de metal que gira sobre un pivote y es sostenido por un resorte, de tal forma que cuando se energiza la bobina, el metal es atraído.

h).- Cuando se desenergiza dicha bobina el trozo se suelta y es atraído por el resorte.

i).- Observando este arreglo se observará que: al cerrar el interruptor se energiza la bobina. Ésta a su vez cierra un contacto para energizar el foco y...

j).- Cuando se abre el interruptor de la bobina, ésta a su vez abre el interruptor, desenergizándose así el foco. Como la bobina releva el interruptor para abrir o cerrar el contacto por eso se le llama relevador.

k).- Observando este relevador se notará que al energizarse éste, abre un contacto y cierra otro al mismo tiempo.

l).- Aquí se observa el caso contrario en la figura "k". Al abrir el interruptor de la bobina, ésta se desenergiza y abre el contacto del foco rojo y cierra el contacto del foco verde.

m).- Tomando en cuenta que la bobina está desenergizada, entonces, el contacto que está abierto se le denomina contacto normalmente abierto. Y el contacto que está cerrado se le denomina contacto normalmente cerrado.

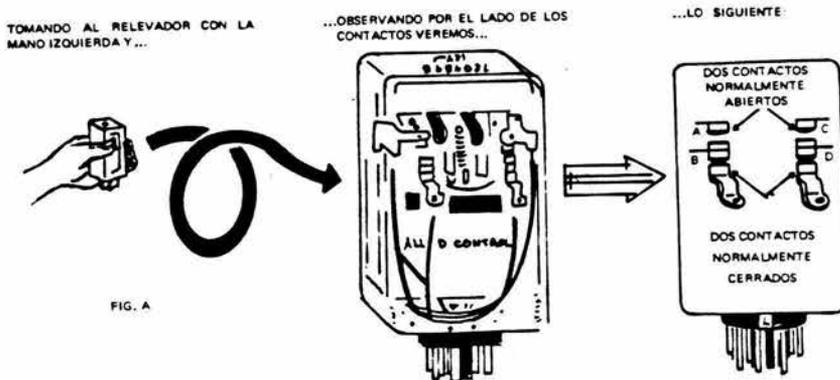
n).- Un relevador puede tener dos o más contactos, por ejemplo el que se representa aquí, tiene dos contactos normalmente abiertos y, dos contactos normalmente cerrados

ñ).- Ya que los relevadores son utilizados en control y los controladores tienen su diagrama, entonces el relevador se representa por medio de un símbolo, y el símbolo que se usará para representar un relevador en un diagrama elemental es:

o).- También se pondrá el número de contactos del relevador que van a trabajar en ese controlador, ejemplo...

- ◆ Los cuatro relevadores magnéticos que tiene el Control Maestro son iguales entre sí.
- ◆ Cada relevador tiene cuatro contactos dos normalmente abiertos y dos normalmente cerrados esto se puede comprobar haciendo lo que indican las siguientes Figuras:

- A).- Tomando el relevador con la mano izquierda y...
B).- Observando por el lado de los contactos se verá...
C).- Lo siguiente:



Figuras III.3.- Relevadores de Cuatro Contactos (A, B, C).

El Diagrama Esquemático de cada uno de estos Relevadores se muestra en la siguiente Figura:

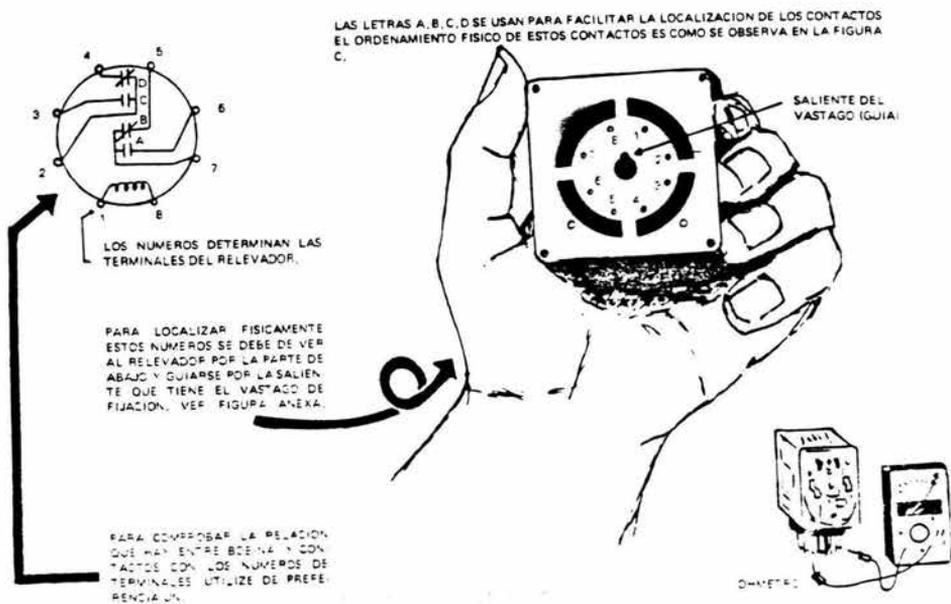


Figura III.4.- Diagrama Esquemático de cada uno de los Relevadores

III.5.- Relevadores Térmicos.

Estos Relevadores funcionan bajo el principio físico de los dispositivos bimetálicos donde:

Dos tiras de diferentes metales, unidos entre sí forman una barra que se encorva con el calor, porque uno de los metales dilata más que el otro.



Figura III.5.- Principio Físico de Dispositivos Bimetálicos.

La barra va a tomar su posición original cuando se enfríe.

Este principio se aprovecha para muchas aplicaciones, pero en este caso es para: cerrar un contacto.

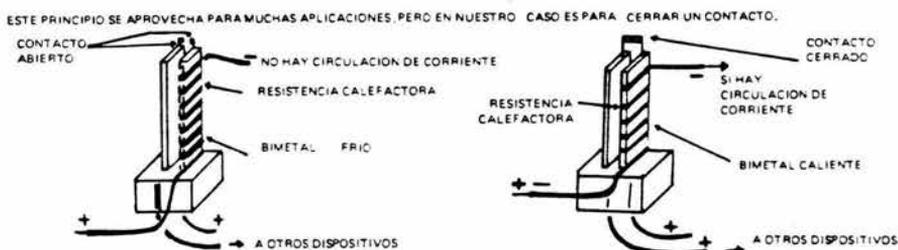


Figura III.6.

Después de haber visto el principio de funcionamiento de los Relevadores Térmicos en general, ahora se verá los que se usan en el Control Maestro.

Se comienza por el T1 (Relevador Térmico del Límite de Tiempo de Intentos de Arranque).

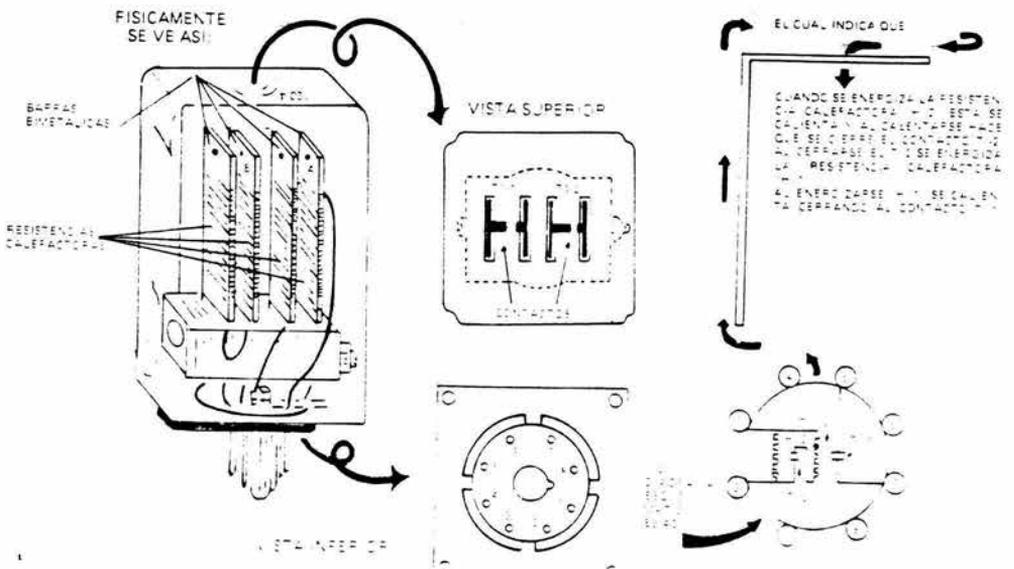


Figura III.7.- Relevadores en un Control Maestro

Ahora se verá el T2 (Relevador Térmico de Intentos de Arranque), este relevador es más sencillo que el T1 ya que solo consta de:

- ◆ Un contacto normalmente abierto.
- ◆ Una resistencia calefactora.
- ◆ Una resistencia que sirve para disipar una corriente de corto circuito.

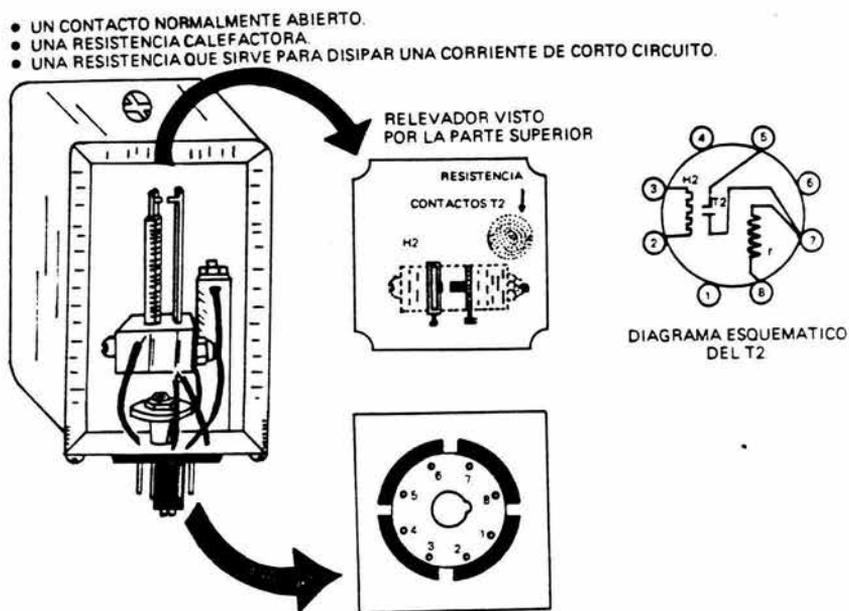


Figura III.8.- Relevador Visto por la Parte Inferior.

El siguiente es el T3 (Relevador Térmico del Control de Baja Presión de Aceite).

Este Relevador es mucho más sencillo que el T1 y el T2 y consta de :

- ◆ Un contacto normalmente abierto.
- ◆ Una resistencia calefactora.

- UN CONTACTO NORMALMENTE ABIERTO.
- UNA RESISTENCIA CALEFACTORA.

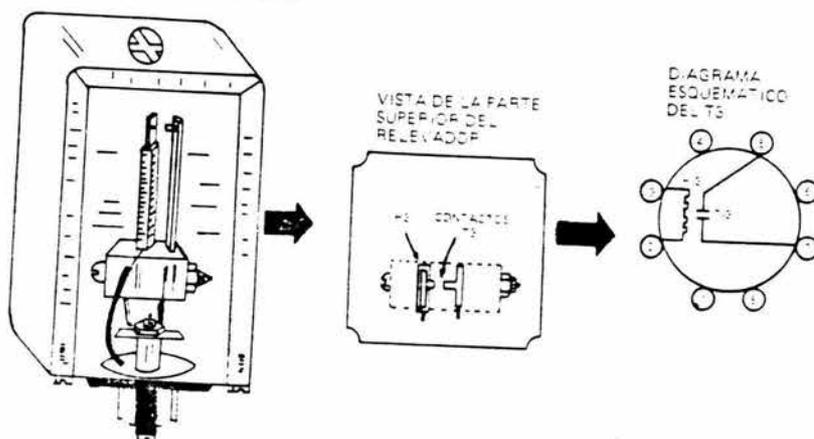


Figura III.9.- Relevador visto de la parte Superior.

III.6.- Interruptor de Circuito.

Este dispositivo funciona:

BAJO EL PRINCIPIO FISICO DE LOS BIMETALES

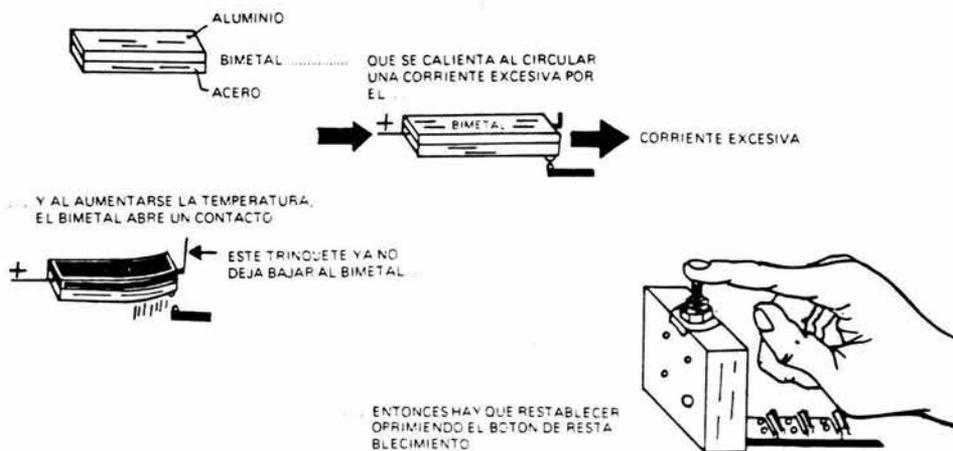


Figura III.10. - Interruptor de Circuito.

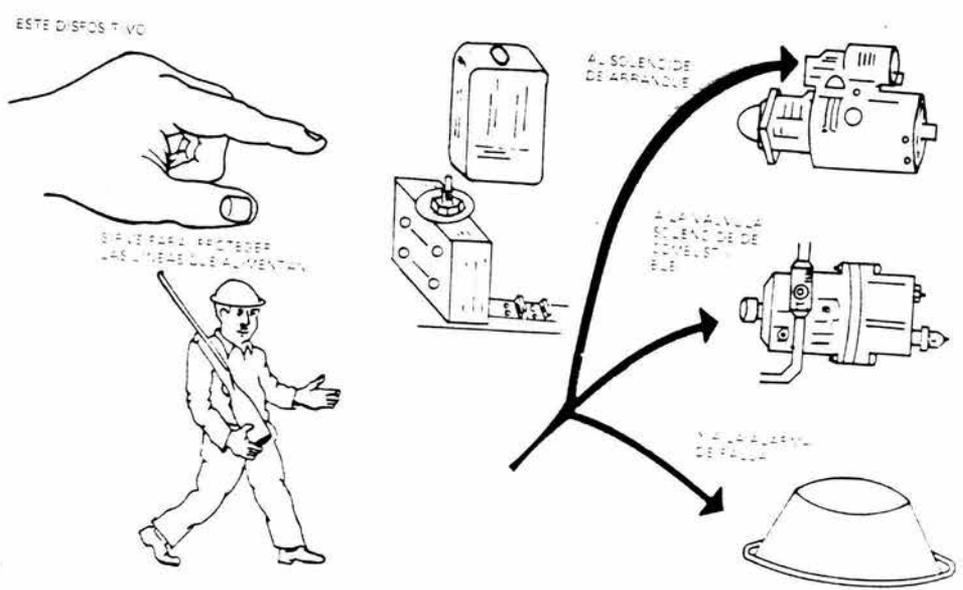


Figura III.11.- Funciones del Interruptor de Circuito

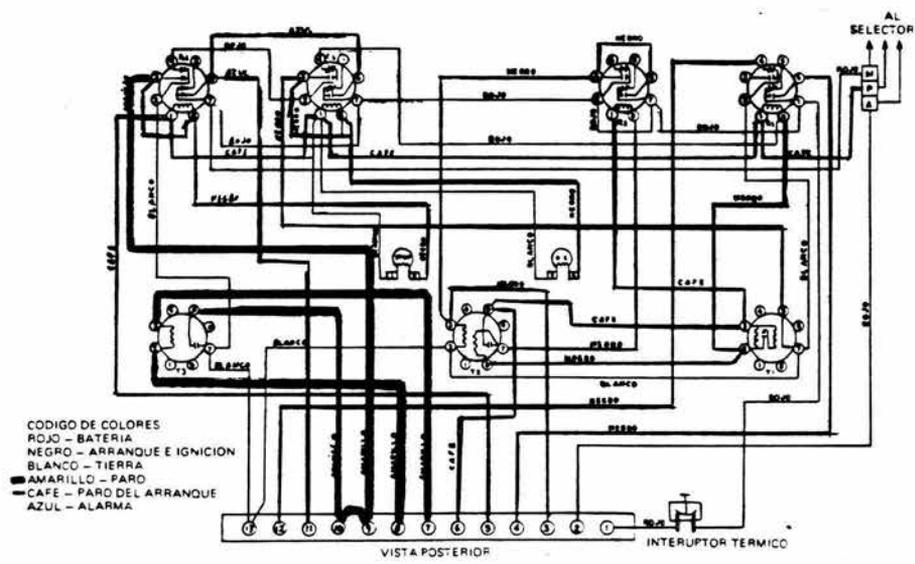


Figura III.12 - Diagrama de Alambrado del Control Maestro 10 CAP para 12 y 24 Volts.

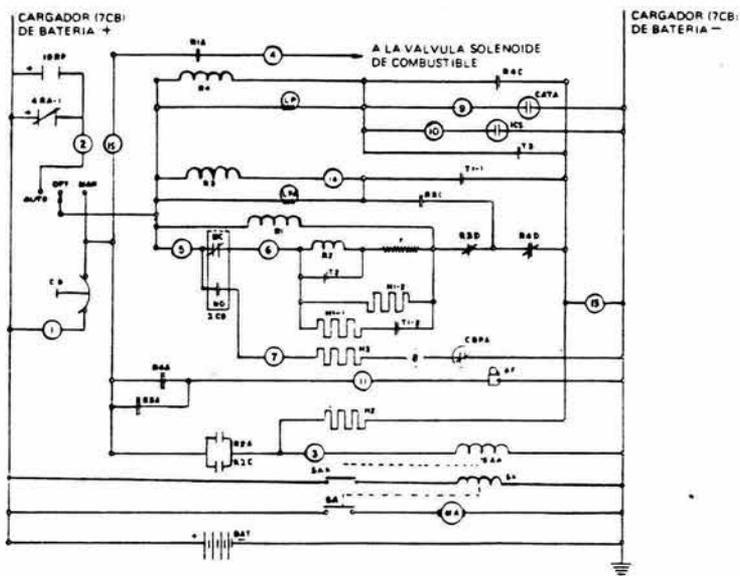


Figura III.14. - Diagrama de Control Maestro para Plantas Eléctricas Automáticas.

Disposición de los componentes del diagrama eléctrico del Control Maestro (10 CAP).

BAT	Batería.
MA	Motor de Arranque.
SA	Solenoide de Arranque.
SAA	Solenoide Auxiliar de Arranque.
R1	Relevador Magnético de Ignición.
R2	Relevador Magnético de Arranque.
R3	Relevador Magnético de Falla de Arranque.
R4	Relevador Magnético de Paro.
T1	Relevador Térmico de Límite de Tiempo de Intento de Arranque.
T2	Relevador Térmico de Intentos de Arranque.
T3	Relevador Térmico de Control de Baja Presión de Aceite.
LP	Lámpara de Paro.
LFA	Lámpara de Falla de Arranque.
AF	Alarma de Falla de Arranque y de Fallas.
CATA	Control de Alta Temperatura de Agua.
ICS	Interruptor Centrífugo de Sobrevelocidad.
CBPA	Control de baja Presión de Aceite.
CB	Interruptor de Circuito.
SS	Selector de Operación.
O	Interconexión de la Tablilla de Terminales del Motor con el Gabinete de Control Maestro.
VSC	Válvula Solenoide de Combustible.
HR	Horímetro.
RV	Regulador de Voltaje.

III.7.- Secuencia de Operación para el Circuito de Arranque y Paro del Motor de Combustión Interna (Control Maestro).

Cuando el Interruptor Manual Automático está en la posición automático y se interrumpe el suministro normal, se cierra el platino 4RA pasando la corriente desde la terminal 1 hasta R1, R3 y R4 las luces indicadoras de fallas de arranque y de paro (LFA y LP) y hacia la terminal común del interruptor centrífugo de arranque y paro por sobrevelocidad.

El relé R1 cierra el circuito de tierra a través de los platinos normalmente cerrados R3D y R4D, y al energizarse su bobina cierra el platino R1A.

El platino R1A al cerrarse permite el paso de la corriente eléctrica que viene de la terminal 1 hacia la terminal 4, partiendo de ésta hacia la válvula solenoide de combustible, regulador de voltaje horímetro.

El relé R2, se energiza a través del contacto normalmente cerrado de GO2 y cierra los platinos R2A y R2C a través de los cuales se energiza al elemento térmico H2 y la bobina del solenoide auxiliar de arranque.

Al energizarse la bobina del solenoide auxiliar de arranque, ésta cierra su platino y de este modo se energiza el solenoide de arranque, para que de este modo se energice el motor de arranque, para realizar el arranque del motor.

Cuando el motor arranca, el contacto normalmente cerrado de GO2 abre a las 300 R.P.M.² y el contacto normalmente abierto cierra. (Si el motor va equipado con Syncro Stara en vez de GO2, ocurre lo mismo solo que con voltaje).

² R.P.M.- Revoluciones por Minuto.

Al abrir el contacto cerrado, se desconecta el relé R2, el cual, a su vez, abre los platinos R2A y R2C desconectándose el elemento térmico H2 y el solenoide auxiliar de arranque.

Al desenergizarse el solenoide auxiliar de arranque, ésta abre el platino que energiza al solenoide principal y éste, a su vez, al motor de arranque sacándolo del sistema.

Así se queda trabajando el motor.

Se Presenta Falla de Arranque.

Ésta puede suceder debido a que alguno de los solenoides se haya dañado (bobina o contacto), marcha defectuosa o cables abiertos.

Si la máquina no arranca al primer instante, el control dejará que el motor de arranque esté trabajando, intentando arrancarla por un lapso de 30 segundos. Si en este periodo no arranca, el control provee de un receso y vuelve a permitir otro intento de arranque.

El control permite 4 intentos hasta completar un minuto y medio de intentos de arranque, pasados los cuales sacan el sistema de arranque y se conecta la luz de falla de arranque y la alarma de falla de arranque.

La secuencia es la siguiente:

El elemento térmico H2, al energizarse a través de los platinos R2A y R2C, se empieza a calentar cuando no se desconecta, por no haber arrancado la máquina, éste cierra el platino permitiendo con esto que el relé R2 se desenergice parcialmente.

Al realizarse lo anterior, los contactos R2A y R2C se abren y desconectan al elemento térmico H2, y al solenoide de arranque, terminando así el primer periodo de intento de arranque.

Al enfriarse el elemento térmico H2, abre el platino T2 y de esta forma se vuelve a energizar el relé R2, iniciándose de esta manera el segundo periodo de intento de arranque, así sucesivamente, hasta completar de uno a minuto y medio de estar intentando arrancar la planta.

Los elementos térmicos R1-1 y R1-2 proveen el tiempo límite total de los intentos de arranque.

Cuando se inicia el primer intento de arranque, R1-2 es energizado y empieza a calentarse continuando así, si no arranca la planta, al calentarse, cierra el platino R1-2, el cual cierra el circuito para el elemento térmico R1-1.

Cuando este elemento se calienta, cierra el platino T1-1 cerrándose el circuito para el relé R3, el cual cierra los platinos R3A y R3C y abre el platino R3D. El platino R3A cierra el circuito para la alarma, el platino R3C cierra el circuito para la luz de falla de arranque y para sostener la bobina R3 y el platino R3D abre los circuitos del relé R1 y R2 y elementos térmicos R1-1 y R1-2, cesando así los intentos de arranque.

En operación normal cuando la máquina arranca, la bomba de aceite levanta presión abriendo el control de baja presión de aceite y no deja que cierre el circuito.

Si por falta de aceite u otra razón hay baja presión de aceite, el control de baja presión de aceite permanece cerrado y el elemento térmico R3, es alimentado a través del platino normalmente abierto del interruptor centrífugo de arranque y paro por sobrevelocidad empezando a calentarse. Aproximadamente 15 segundos, después cerrará el contacto T3, el cual cierra el circuito del relé y de la luz de paro.

El relé R4 cierra los platinos R4A y R4C que energizan la alarma y sostienen energizando el relé R4, abre el platino R4D que desenergiza al relé R1, y éste abre su contacto R1A para desenergizar la válvula solenoide de combustible parando así el motor.

Se Presenta una Falla de Alta Temperatura de Agua.

Cuando la temperatura de agua en el sistema de enfriamiento pasa de un valor predeterminado y el control de alta temperatura de agua cierra su contacto que completa el circuito de la luz de paro y del relé R4, el cual cierra los platinos R4A y R4C, con lo que queda autosostenido del relé R4 y se completa el circuito de la alarma. También se abre el contacto R4D para desenergizar el relé R1 y abrir el contacto R1A, con lo que se desenergiza la válvula solenoide de combustible y el motor se para.

Se Presenta una Falla de Sobrevelocidad.

Cuando la planta está trabajando y por cualquier causa se daña el gobernador o se pasa de las revoluciones gobernadas causando que la frecuencia sea mayor, el interruptor centrífugo de arranque y paro por sobrevelocidad, cierra el contacto completando así el circuito de la lámpara de paro y del relé R4, el cual cierra los platinos R1A y R4C con lo que queda autosostenido el relé R4 y se completa el circuito de la alarma.

También abre el contacto R4D para desenergizar al relé R1 y abrir el contacto R1A, con lo que se desenergiza la válvula solenoide de combustible y el motor se para.

III.8.- Paro del Motor.

El motor se para automáticamente cuando el platino 4RA-1 se abre. Esto indica que el circuito de control de transferencia y paro detectó la normalización de la alimentación normal, ordenó la retransferencia y retardó el tiempo de paro del motor. Al abrir el platino 4RA-1, se suspende la alimentación al relevador R1 y éste, a su vez, abre el platino R1A para cortar la alimentación al solenoide de la válvula de combustible y con ello para el motor.

La planta de emergencia también puede arrancar manualmente colocando el selector en la posición "Manual". En estas condiciones, las protecciones actúan de la misma forma que un automático. El motor se para en el momento de accionar el interruptor selector de la posición "Fuera" o "Automático" (siempre que la alimentación "Normal" esté presente).

Descripción de los componentes del diagrama eléctrico del Control Maestro (10 CAP) nuevo diseño.

R1	Relevador de Ignición.
R2	Relevador de Arranque.
R3	Relevador de Falla de Arranque.
R4	Relevador de Paro.
TO	Relevador Térmico de Límite de Tiempo de Intentos de Arranque.
T1	Relevador Térmico de Límite de Tiempo de Intentos de Arranque.
T2	Relevador Térmico de Intentos de Arranque.
T3	Relevador Térmico del Control de Baja Presión de Aceite.
RLA	Relevador de Pulsos de Arranque.
19RP	Contacto del Reloj Programador (en el circuito de control)
4RA	Contacto del Relevador Auxiliar (en el circuito de control).
LFA	Lámpara de Falla de Arranque.

LF	Lámpara de Fallas.
AF	Alarma de Falla de Arranque o de Fallas.
IT	Interruptor de Temperatura (del control de alta temperatura de agua).
IPA	Interruptor de Presión de Aceite (del control de baja presión de aceite).
ISV	Interruptor de Sobrevelocidad (en el GO2 o Syncro Stara).
R	Resistencia.
SS	Selector de Operación.
ITCM	Interruptor Térmico del Control Maestro.
SAA	Solenoides Auxiliares de Arranque.
SMA	Solenoides de la Marcha.
M	Motor de Arranque.
O	Interconexión de las Tablillas del Terminales del Motor con el Gabinete de Control Maestro.
VSC	Válvula Solenoide de Combustible.
HR	Horímetro.
RV	Regulador de Voltaje.

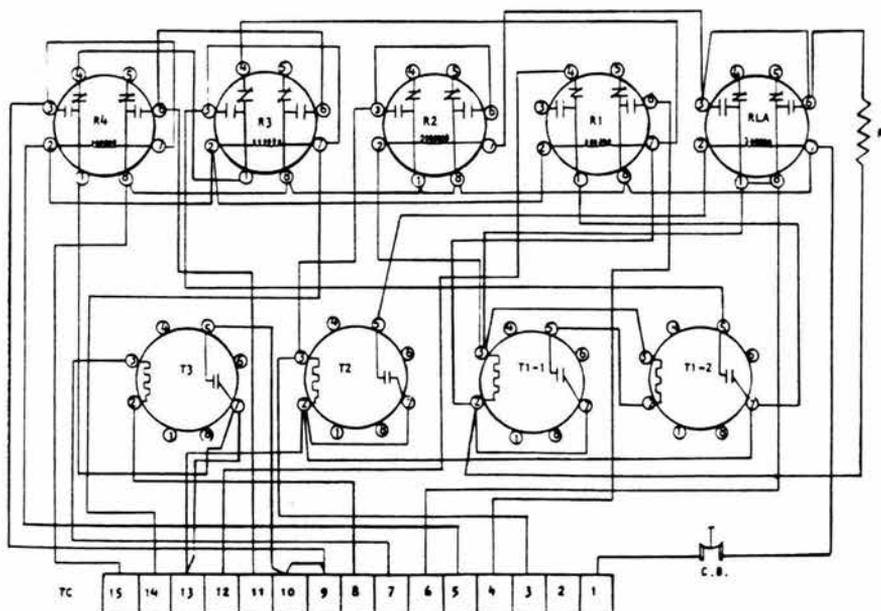


Figura III.16.- Diagrama de Alambrado del Control Maestro (Nuevo Diseño).

CAPÍTULO IV

CARACTERÍSTICAS OPERATIVAS DEL GENERADOR DE POTENCIA UTILIZADO EN LA PLANTA GENERADORA DE 10KW A 350 KW.

INTRODUCCIÓN Y DESCRIPCIÓN.

IV.1.- Introducción.

Los Equipos de la Marca *POTENCIA*® de Potencia Industrial S. A. de C. V. es un generador de corriente completo, que incluye generador de corriente alterna (CA), excitador sin escobillas y regulador de voltaje del tipo estado sólido, diseñado y construido con peso ligero para moverlo con facilidad, y lo bastante robusto para darle duración y flexibilidad en cualquier parte de una instalación fija.

El regulador de voltaje del tipo de estado sólido incluye características tales como 2% de regulación, reforzado para darle capacidad para corrientes de corto circuito y excelente capacidad para arranque de motores eléctricos. Es robusto y sencillo de diseño.

El generador y regulador de voltaje Marca *POTENCIA*® ha sido diseñado como un sistema generador completo de corriente por tanto, se puede asegurar la compatibilidad de los componentes.

IV.2.- Sistema Generador de Corriente Eléctrica de la Marca *Potencia*®.

El sistema generador de corriente eléctrica de la Marca *Potencia*® se puede dividir en tres componentes básicos: el generador de C-A, excitador sin escobillas, y regulador estático. Cada componente ha sido diseñado y construido para asegurar máxima confiabilidad, sin sacrificio de la calidad del rendimiento.

IV.3.- Generador *Potencia*®.

Este generador significa, en una palabra, versatilidad. Se puede manufacturar en dos tipos diferentes para acoplarlo a la máquina impulsadora. El tipo con un rodamiento se puede usar cuando la flecha (o eje) de salida de la máquina impulsora sirva de apoyo del rotor del generador. Los generadores de la Marca *POTENCIA*® del diseño de doble rodamiento, utilizan un rodamiento en cada extremo de la flecha, para soportar el motor. El generador del tipo de dos rodamientos se puede usar con bandas trapezoidales, cople flexible, etcétera.

El generador de la Marca *POTENCIA*® del tipo de un rodamiento, en el cual un extremo del rotor está soportado por el volante de la máquina impulsora, y el armazón o carcasa a la campana del motor, se pueden surtir para acoplarlos con cualquier campana de volante dentro de las Normas SAE en su gama de tamaños. También se puede efectuar la adaptación sobre pedido a varios tipos de motores, que no están bajo Normas SAE, de uso común. Con las unidades de un rodamiento se suministra un acoplamiento semiflexible de discos, de soporte de peso, para acoplamiento directo con la máquina impulsora.

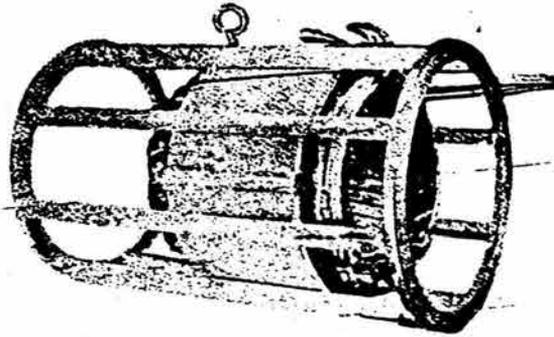


Figura IV.1.- Conjunto de Armazón y Estator.

IV.4.- Excitador *Potencia*® sin Escobillas.

El Excitador de la Marca *Potencia*® sin Escobillas es un generador de alta frecuencia, trifásico, de armadura rotatoria; la salida es rectificada por un puente rectificador montado directamente en la flecha principal del generador. La armadura (inducido) del excitador se coloca a presión en la flecha principal del generador. El estator del excitador está sujeto en la tapa del generador. El propósito del excitador es proveer energía eléctrica para eliminar el campo (inductor) principal del generador.

Con el uso del diseño sin escobillas, se han eliminado componentes tales como anillos colectores, conmutador, escobillas o cualquier forma de contactos deslizables, así como la necesidad de mantenimiento periódico. Los rectificadores utilizados en el puente rectificador son de un tipo que tiene autoprotección contra fallas producidas por altos voltajes momentáneos.

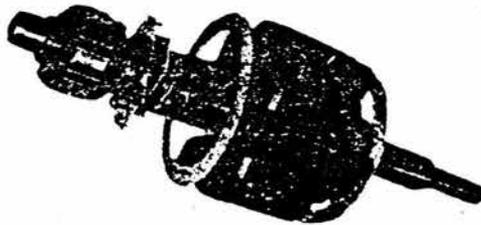


Figura IV.2.- Conjunto de Rotor del Generador y Armadura del Excitador

IV.5.- Regulador de Voltaje *Potencia*® Regutrón.

El generador sin escobillas utiliza un excitador para controlar la corriente producida por el generador. El regulador suministra corriente al campo del excitador, y varía en forma automática a la excitación del campo, a fin de mantener el voltaje la salida del generador a un nivel casi constante, sin que importen los cambios de la demanda o carga.

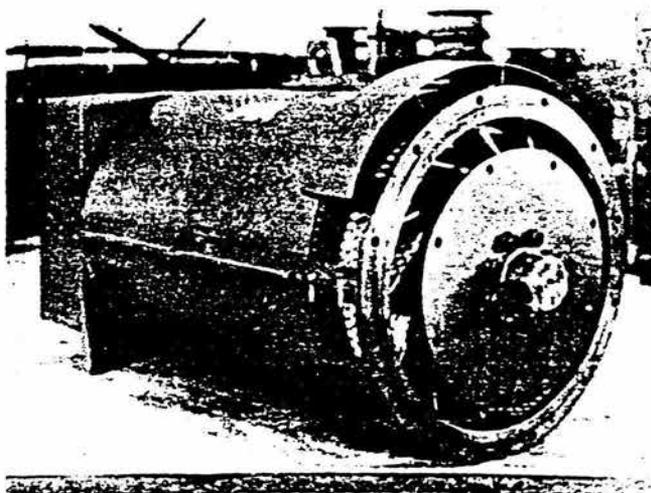


Figura IV.3.- Generador de la Marca *Potencia*® 15 de Corriente Alterna.

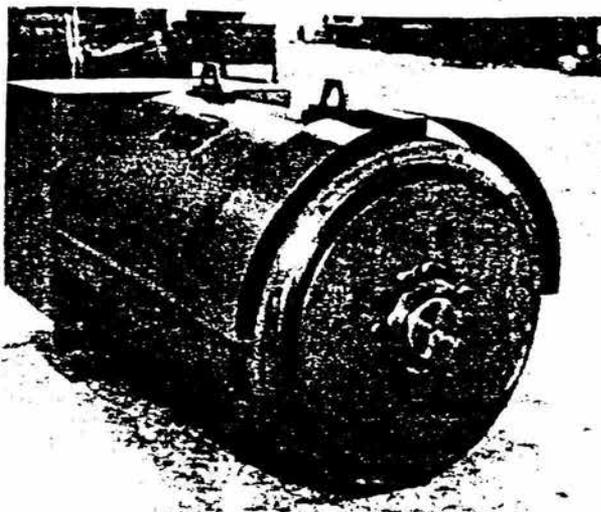


Figura IV.4.- Generador de la Marca *Potencia*® 20 de Corriente Alterna.

El regulador está diseñado para mantener el volante de salida del generador dentro de un 2% del valor preestablecido, desde el funcionamiento sin carga hasta sus KW máximos de régimen, y es capaz de proveer una corriente, de 200% para las cargas de arranque de motores. El regulador obtiene la energía voltaje y corriente de la salida del generador.

El regulador Marca *Regutron*® es un sistema construido por resistores de carbón depositado, capacitores de poliéster metalizado y electrolíticos, transistores bipolares y monojuntura de silicio, diodos rectificadores y diodos zener de silicio, potenciómetro de alambre y transformador.

Una salida de voltaje alterno del generador se detecta: se rectifica y filtra, y se compara contra una referencia fija. Esta diferencia controla la salida rectificadora a través de un puente de SCR's³, el cual conduce cuando el valor de la diferencia es negativo, y no conduce en caso contrario.

Las características eléctricas de trabajo del regulador Marca *Regutron*® son las siguientes:

Características de Entrada.

◆ Entrada L.N.	120 VAC
◆ Corriente Máxima Continua	1.5 Ampères.
◆ Frecuencia	50/60 Hertz
◆ Número de Fases Sensadas	1

Características de Salida.

◆ Salida F+ F-	
◆ Voltaje Nominal	60 VCD
◆ Voltaje Forzado	90 VCD
◆ Corriente Máxima Continua	1.5 Ampères.
◆ Resistencia de Campo Mínima	35 Ohms
◆ Resistencia de Campo Máxima	400 Ohms
◆ Rango de Ajuste de Voltaje	10% del Nominal
◆ Regulación de Voltaje con 5% máximo de desbalanceo de carga (frecuencia nominal)	2% de Vacío a Plena Carga.
◆ Tiempo de Respuesta	Menor a 16 Milisegundos.

Principio de Operación.

Una salida del generador, junto con el neutro (127 VAC) se conectan al primario del transformador T, cuyo voltaje secundario es conectado a un puente rectificador de onda completa D11, D12, D13, D14.

Se conecta el capacitor C7, para reducir rizo en la señal. Una fracción de voltaje directo se conecta a la entrada inversora de un amplificador diferencial, mientras la entrada no invasora se mantiene fija; así como el voltaje a la salida del generador aumenta, la salida del diferencial disminuye; decrece en el caso contrario.

A través del puente rectificador formado por D5, D6, Q3, Q4, la señal de T1-N, se rectifica y alimenta el campo del generador. Cada vez que dicha señal cruza por cero volts, los SCR's (Q3 y Q4) dejan de conducir y se mantienen así hasta que aparece un pulso de voltaje en sus compuertas.

³ SCR.- Diodo Controlado de Silicio.

El voltaje de polarización del zener D8, del transistor Q2 y del monojuntura Q1 es cerp cuando el voltaje AC es cero, se mantiene fijo a 20 volts cuando la señal LN aumenta, cuando alcanza este valor, el capacitor C1 se carga a través de Q2 (que se comporta como potenciómetro controlado por su voltaje en la base); cuando alcanza aproximadamente 14 volts, Q1 conduce y aparece un impulso de voltaje de 20 milisegundos en Rz. El pulso de voltaje hace que conduzcan Q3 y Q4.

Cuando el voltaje de salida es alto, Q2 presenta una alta impedancia y así el impulso de Rz aparece lejos del cruce por cero, aparecerá cerca cuando el voltaje en la salida sea bajo, y así Q2, tenga baja impedancia. D7 sirve para descargar el campo cuando Q3 y Q4 no conduzcan.

Astronic S.A., ha implementado un relevador de estado sólido normalmente cerrado, el cual, auxiliado con el voltaje residual del generador, excita en campo cuando se inicia la operación del regulador.

El capacitor C4, sirve para atenuar las deformaciones en la forma de onda del generador.

Cuando por exceso de carga en el generador se demanda gran corriente en el campo excitador, puede producir daños irreversibles en el devanado del mismo, por lo que se adiciona un fusible F, de 2 amperes con el fin de proteger al sistema de sobrecorrientes.

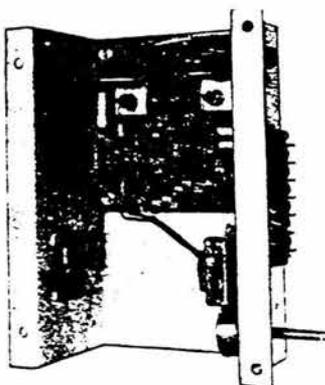


Figura IV.5.- Regulador Estático *Regutron*®.

IV.6.- Especificaciones de Potencia®.

Los generadores de la Marca *POTENCIA®* 10, 15 y 20 están disponibles en tamaños de 10 KW a 350 KW, con factor de potencia de 0.8 monofásico o trifásico, para 60 hertz. La potencia de la máquina motriz para impulsar el generador debe suministrar aproximadamente 2 HP por KW de capacidad del generador, a una velocidad de 1800 RPM.

El generador de la Marca *POTENCIA®*, normalmente tiene una especificación de potencia para régimen continuo. Además estas unidades se pueden operar un máximo de 2 horas con una sobrecarga de 10% sobre la capacidad del generador. Se debe interpretar que las 2 horas de duración de la sobrecarga, ocurren una vez en cualquier periodo de 24 horas.

En caso de falla por cortocircuito en la carga, el generador de la Marca *POTENCIA®* suministrará un mínimo del 200% de la corriente de régimen para asegurar el funcionamiento del interruptor o fusibles protectores.

IV.7.- Potencias® Opcionales.

Los generadores de la Marca *POTENCIA®* 10, 15 y 20 KW se pueden operar en una amplia gama de voltajes, en los tipos monofásicos y trifásicos. La capacidad para los generadores monofásicos y trifásicos de 60 hertz aparecen en la placa de identificación. Cuando se opere a 50 hertz, se debe tener cuidado de reducir la carga 5/6 de la especificada para 60 hertz.

Los generadores de la Marca *POTENCIA®* son máquinas para voltajes múltiples. Al efectuar las conexiones eléctricas correctas, pueden producir la mayoría de los voltajes monofásicos o trifásicos más usuales.

IV.8.- Teoría del Funcionamiento.

El voltaje de salida del generador se produce con el estator del generador. El voltaje se induce en el embobinado del estator mediante un campo magnético rotatorio, producido por el rotor o campo giratorio del generador.

A fin de que se magnetice el campo del generador y produzca un campo magnético rotatorio, se debe alimentar un voltaje de corriente directa (excitación) a los campos del generador, y el rotor debe estar en rotación.

El excitador suministra el voltaje para excitación. Los polos de los campos del excitador retienen cierto magnetismo remanente, con lo cual producen un campo magnético en el excitador. Cuando se pone en marcha el generador, se induce el voltaje en el embobinado de la armadura del excitador; después, se alimenta a los rectificadores rotatorios en donde se rectifica y alimenta el campo del generador. Con esto, el rotor del generador se magnetiza y produce un campo magnético rotatorio. El control del grado de magnetización del campo del generador y, por tanto, el voltaje inducido en los embobinados del estator dependen del voltaje suministrado por el excitador.

El voltaje se controla con la regulación del campo del excitador mediante el control de la corriente de campo alimentada al excitador. El regulador de voltaje suministra y controla la corriente alimentada al campo del excitador.

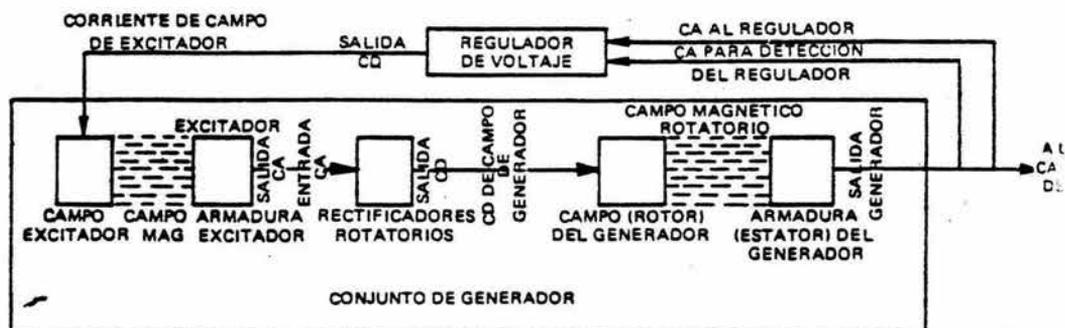


Figura IV.6.- Diagrama de Bloque, Sistema de Generación de la Marca *Potencia*®.

INSTALACIÓN.

IV.9.- Inspección de Recibo.

El Generador de la Marca **POTENCIA®** se prepara cuidadosamente y se embarca fuera de México, D. F. en jaulas, y puede soportar la mayoría de los golpes que se reciben en tránsito. Antes de aceptar el embarque del transportador, se examina cuidadosamente la caja para determinar si han ocurrido daños en tránsito. Desempacar la unidad, examinar con cuidado el bastidor y cubierta de lámina y la cubierta del generador para ver si tiene señales de daños. Quitar la tapa de la caja de terminales y examinar su interior observando posibles daños a los cables y componentes. Inspeccionar si hay componentes flojos y la presencia de humedad. Inspeccionar y determinar que se han sacado de la máquina cualesquiera cuerpos extraños tales como, clavos de la jaula, tornillos flojos o material de empaque que pudiera haber caído en ella. En las máquinas de dos rodamientos, girar el rotor con la mano para cerciorarse de que gira libremente. Si se nota algún daño, determinar su cuantía y presentar de inmediato la reclamación al transportador; notificar a **POTENCIA® Industrial, S.A.** Incluir todos los detalles con exactitud al informar de algún daño.

Si se va a almacenar el generador, cerrar la jaula o caja.

IV.10.- Desempaque y Almacenaje.

Si se recibe el generador cuando hace un frío excesivo, dejar que la unidad se caliente lentamente hasta la temperatura ambiente antes de abrir la jaula o caja y quitar el material de empaque. Esta precaución reducirá al mínimo la condensación de la humedad en las superficies de los embobinados, lo cual eliminara las posibilidades de que haya embobinados y material aislante húmedos, lo cual podría ocasionar falla prematura del generador.

Desempacar el generador con cuidado, para evitar daños. Moverlo al lugar en que se va a montar, conectando un montacargas de cadena en las argollas (tornillos de ojo) instalados en el bastidor del generador. Determinar que el montacargas, si se utiliza, sea de suficiente capacidad para soportar en forma adecuada el peso del generador. El montacargas y sus cables deben tener una capacidad no menor de 2.5 veces el peso del generador.

PRECAUCIÓN: TENER UN CUIDADO EXTREMO AL MOVER EL GENERADOR, PARA QUE NO GOLPE ALGUNA PERSONA U OTROS OBJETOS. NUNCA APLICAR FUERZA PARA ELEVACIÓN EN PUNTOS ESTRUCTURALES QUE NO SEAN LAS ARGOLLAS (TORNILLOS DE OJO).

Si el generador no se va a instalar en su lugar tan pronto como se reciba, se debe almacenar en un lugar limpio y seco, que no esté sujeto a cambios repentinos en la temperatura o la humedad. Si es posible, se debe tener en un lugar de temperatura templada constante. Las unidades que no se puedan almacenar en un lugar de temperatura templada constante, y que van a estar almacenadas por un periodo mayor de 6 meses, se deben preparar para almacenamiento como sigue:

- ◆ Colocar bolsas con desecante debajo de la tapa del generador y dentro de la caja de terminales, sellar la unidad al vacío con una envoltura de polietileno.
- ◆ Marcar la unidad para tener la seguridad de que se saquen las bolsas con desecante, antes de poner a funcionar el generador.

IV.11.- Ubicación.

El Generador de la Marca *POTENCIA*® se puede instalar en cualquier lugar bien ventilado, que permita suficiente accesibilidad para operación y mantenimiento de la unidad y permita una circulación suficiente y sin restricciones del aire para enfriamiento. Evitar los lugares en que el generador esté sometido a excesos de humedad, polvo, vapor de agua y vapores de ácidos u otros productos corrosivos. Si no se puede evitar esa exposición, establecer un rígido programa de mantenimiento preventivo periódico. El efecto adverso de la humedad excesiva, por lo general, se puede eliminar o reducir en forma considerable con el uso de calefactores de espacio o de tiras. Si se han mojado los embobinados del generador, comprobar la resistencia de aislamiento y, si es baja, secar los embobinados antes de poner a funcionar el generador.

Los cimientos o soportes para montaje del generador y la máquina motriz deben estar rígidos, nivelados y tener tamaño y capacidad suficientes para soportar el peso del generador y de la máquina motriz. Aunque, por lo general, una base o cimiento de concreto reforzado es mejor para maquinaria pesada, el generador y la máquina motriz se pueden colocar sobre cualquier material estructura de concreto, acero o de otro tipo, que soporte en forma adecuada el peso de la unidad. Las capacidades de carga de los materiales estructurales se pueden obtener en manuales de ingeniería civil.

IV.12.- Montaje de Generadores de Un Rodamiento.

El generador se puede montar en una extensión de la base de la máquina motriz o sobre un cimiento separado que esté debidamente alineado y nivelado con el cimiento para la máquina motriz. Instalar calzas (laminas) según sea necesario entre la base del generador y la superficie de montaje, para linear y nivelar correctamente el generador con la máquina motriz.

IV.13.- Acoplamiento y Alineación del Generador con Acoplamiento de Disco y Adaptador de la Máquina Motriz.

El acoplamiento de disco consiste en dos discos de acero, atornillados en el rotor del generador y en el volante de la máquina motriz. Debido a que se mantienen tolerancias muy precisas en la manufactura de los componentes de la máquina motriz, armazón del generador o discos de acoplamiento, los únicos procedimientos para alineación que normalmente se requieren son: cerciorarse de que la flecha del rotor y el volante de la máquina motriz estén bien alineados y de que el rodamiento del generador tenga un juego longitudinal de: juego longitudinal total del cigüeñal de máquina motriz más 1.6 mm. Para asegurar una alineación correcta, comprobar las dimensiones indicadas en los pasos siguientes:

NOTA: Limpiar las acumulaciones de mugre o grasa de las superficies de montaje, antes de comprobar las dimensiones o de acoplar el generador con el motor.

- 1.- Quitar la envoltura del generador y la tapa de la caja de terminales.
- 2.- Comprobar el juego longitudinal del rodamiento del generador y la alineación del campo del excitador y la armadura del excitador. La dimensión a la Figura IV.7. El campo del excitador y la armadura del excitador deben estar alineados en sentido horizontal.
- 3.- Comprobar la distancia desde la superficie de montaje en la cubierta del volante de la máquina motriz y el rebajo para los discos de impulsión (dimensión C, Figura IV.8), y comprobar la distancia desde la superficie de montaje del anillo de extremo del generador hasta la superficie externa en los discos de impulsión (dimensión Y, Figura IV.8). La dimensión Y debe ser igual a la dimensión C.

NOTA: La flecha del rotor del generador debe estar paralela con el armazón del generador al comprobar la dimensión "Y".

4.- Comprobar el diámetro de los discos de impulsión y el de alojamiento para los discos en el volante, dimensiones S y S', Figura IV.8. Si los discos son de mayor o menor tamaño, se deben devolver a la fábrica. **No intentar esmerilar los discos.**

5.- Comprobar que los centros de los agujeros para tornillos en el disco de impulsión y en el rebajo para los discos en el volante, sean de la misma medida, dimensiones B y B', Figura IV.8. Devolver los discos a la fábrica e indicar los datos del volante si los discos no coinciden con las dimensiones del volante. **Nunca intentar taladrar otros agujeros ni agrandar los existentes en el disco.**

6.- Con la base del micrómetro de carátula montada en el volante, y con el botón del micrómetro en la cubierta del volante como se ilustra en la Figura IV.10 hacer girar el cigüeñal de la máquina motriz una vuelta completa. La lectura máxima total del micrómetro no debe exceder de 0.076 mm por cada 304.8 mm de diámetro de la cubierta del volante. Ver figura IV.13. Si la desviación excede de los límites, consultar a *POTENCIA® Industrial, S.A.*, y solicitar las recomendaciones del fabricante de la máquina motriz. Indicar la medida de la cubierta del volante y la desviación que se encontró.

7.- Con la base del micrómetro de carátula montada en la cubierta del volante, y con el botón del micrómetro en el rebajo para el disco del volante, como se ilustra en la Figura IV.11, hacer girar el cigüeñal de la máquina motriz una vuelta completa. La lectura máxima total del micrómetro no debe exceder de 0.076 mm por cada 304.8 mm de diámetro del volante. Ver Figura IV.13. Si la desviación excede de los límites, consultar a *POTENCIA® Industrial, S.A.* y solicitar las recomendaciones del fabricante de la máquina motriz. Indicar la medida del volante y la desviación que se encontró.

Cuando las dimensiones sean satisfactorias, acoplar el generador a la máquina motriz, como se describe a continuación.

NOTA: El generador se ensambla a la máquina motriz introduciendo tornillos desde el lado del generador, y apretándolos en los agujeros roscados en el volante y cubierta del volante. Los tornillos deben de ser de la longitud correcta para que enrosquen en forma adecuada en los agujeros en el volante y en la cubierta del volante.

1.- Elaborar dos tornillos de guía descabezando dos tornillos de la medida correcta. Colocarlos en los agujeros en el volante y la cubierta del volante, sobre una línea que pase a través del centro de las superficies de montaje, como se ilustra en la Figura IV.12.

2.- Instalar rondanas de presión en los tornillos que van del arillo del extremo del adaptador del generador a la cubierta del volante. Instalar rondanas de presión en los tornillos que van del disco de impulsión al volante.

NOTA: Si no hay suficiente profundidad en los barrenos del volante para permitir el montaje y ajuste de los tornillos que sujetan los discos de acoplamiento, el uso de espaciadores como se ilustra en la Figura IV.16, usualmente corregirá este problema.

NOTA: El ventilador se ajusta en la fábrica con una separación entre el ventilador y la tolva (bóveda) que permita máxima eficiencia del ventilador. Antes de aflojar y mover el ventilador, marcar la posición del ventilador en la flecha. Instalar el ventilador en la posición marcada. Una separación de unos 13 mm entre el ventilador y la tolva es normal.

3.- Con una garrucha soportar el generador y moverlo horizontalmente a su lugar. Cerciorándose de que los discos de acoplamiento queden bien colocados en el escalón para los discos en le volante.

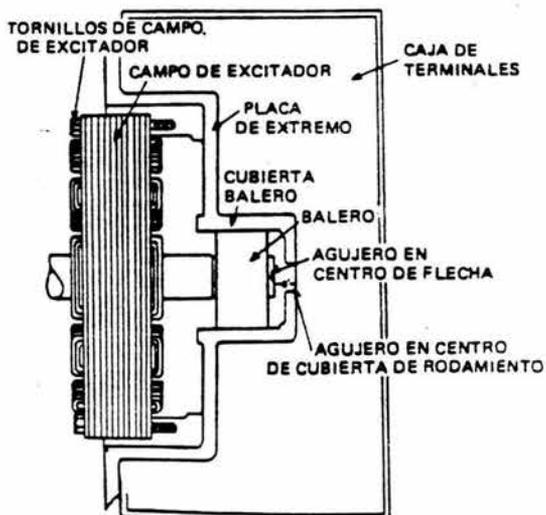


Figura IV.7.- Comprobación de Juego Longitudinal de Balero.

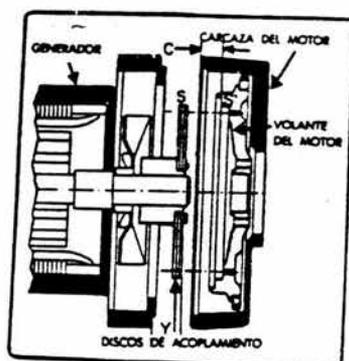


Figura IV.8.- Dimensiones para Acoplamiento entre Motor y Generador.

4.- Instalar los tornillos del volante. Apretarlos alternada u uniformemente (en cruz). Quitar el tornillo de guía e instalar el tornillo restante.

PRECAUCIÓN: Cerciorarse de que los tornillos no sean de longitud excesiva, de modo que puedan llegar a fondo en le volante antes de que queden apretados contra los discos de impulsión.

5.- Instalar tornillos de la cubierta del volante apretándolos alternada y uniformemente (en cruz) Ver figura IV.13. Quitar el tornillo de guía e instalar el tornillo restante.

PRECAUCIÓN: Cerciorarse de que los tornillos no lleguen a fondo, antes de que el adaptador quede finalmente sujeto contra la cubierta del volante.

6.- Volver a apretar todos los tornillos en círculo, tanto en el disco de impulsión como en el adaptador para el generador.

7.- Utilizar un calibrador de hoja para determinar si hay abertura entre las patas de montaje del generador y la base del montaje del mismo. Agregar las calzas (lainas) necesarias entre las patas y la base del generador y, luego, atornillar el generador a la base.

8.- Si el espacio lo permite, colocar un micrómetro de carátula en le adaptador para en generador, con el botón del micrómetro contra la flecha del generador, como se ven en la Figura IV.15. Hacer girar el cigüeñal de la máquina motriz una vuelta completa. La lectura máxima total del micrómetro no debe exceder de 0.127 mm.

9.- Cuando la alimentación esté correcta, colocar en su interior el ventilador, y apretar los tornillos.

NOTA: Antes de aflojar y mover el ventilador, marcar la posición del ventilador en la flecha. Instalar le ventilador en la posición marcada y una separación de 13 mm entre en ventilador y la tolva, es normal.

Después de terminar el acoplamiento y alineación del generador con la máquina motriz, pero antes de poner a funcionar el generador comprobar el entrehierro y holgura entre las partes estacionarias del generador, en especial el campo del excitador y la armadura del excitador. Instalar todas las tapas y protectores antes de poner a funcionar el generador.



Figura IV.9.- Medición de las Distancias desde el Adaptador del Generador hasta los Discos de Impulsión.

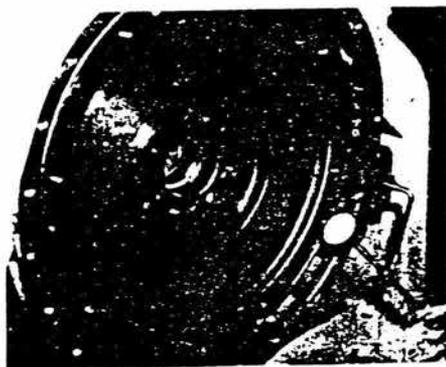


Figura IV.10.- Comprobación de Desviación de Cubierta del Volante.



Figura IV.11.- Comprobación de Desviación del Volante del Motor.

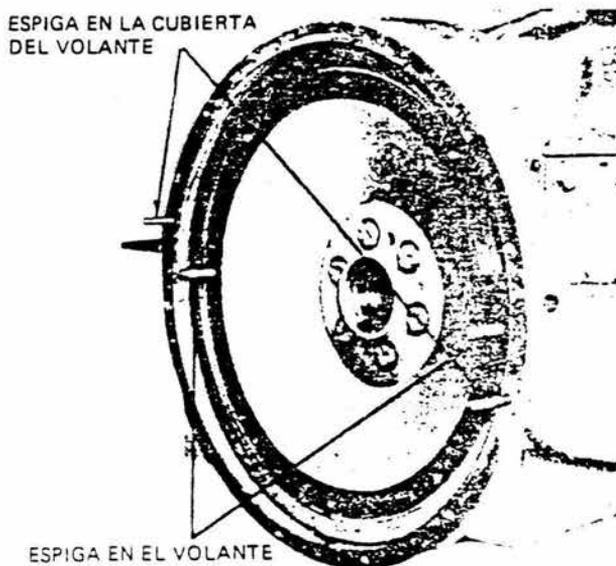


Figura IV.12 - Alineación del Generador y el Motor con Tornillos de Guía (Pilotos)

REBAJO EN EL VOLANTE PARA DISCOS DE IMPULSION		
Diámetro de Guía cm (Pulg.)	Diám. Nominal de Embrague cm (Pulg.)	Desviación Máxima Permisible mm (Pulg.)
16.5 (6.500)	21.5 (8.500)	0.050 (0.002)
19.0 (7.500)	24.1 (9.500)	0.050 (0.002)
20.3 (8.000)	26.3 (10.375)	0.050 (0.002)
25.4 (10.000)	31.4 (12.375)	0.076 (0.003)
29.2 (11.500)	33.9 (13.375)	0.076 (0.003)
35.5 (14.000)	46.6 (18.375)	0.101 (0.004)
40.6 (16.000)	51.7 (20.375)	0.127 (0.005)
45.7 (18.000)	57.1 (22.500)	0.127 (0.005)
53.3 (21.000)	67.3 (26.500)	0.152 (0.006)
60.9 (24.000)	73.3 (28.875)	0.177 (0.007)

DESVIACION DEL VOLANTE		
No. de Cubierta SAE	Diam. Interior de Cubierta, cm (Pulg.)	Máxima Permisible mm (Pulg.)
6	26.6 (10.500)	0.050 (0.002)
5	31.4 (12.375)	0.076 (0.003)
4	36.1 (14.250)	0.076 (0.003)
3	40.9 (16.125)	0.101 (0.004)
2	44.7 (17.625)	0.101 (0.004)
1	51.1 (20.125)	0.127 (0.005)
1/2	58.4 (23.000)	0.127 (0.005)
0	64.7 (25.500)	0.152 (0.006)
00	78.7 (31.000)	0.177 (0.007)

Figura IV.13.- Tabla, Desviación Permisible del Volante y del Rebajo para los Discos De Impulsión.

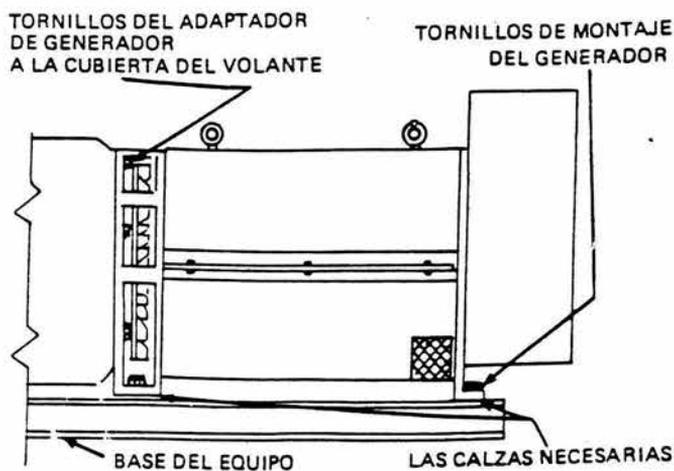


Figura IV.14.- Montaje del Generador en la Base

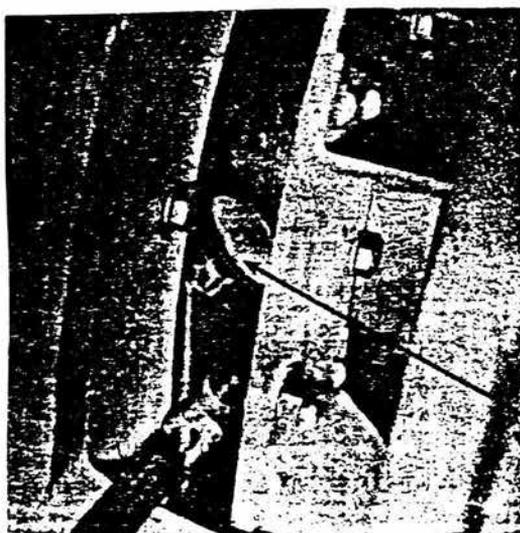


Figura IV.15.- Comprobación de Desviación de Flecha del Generador.

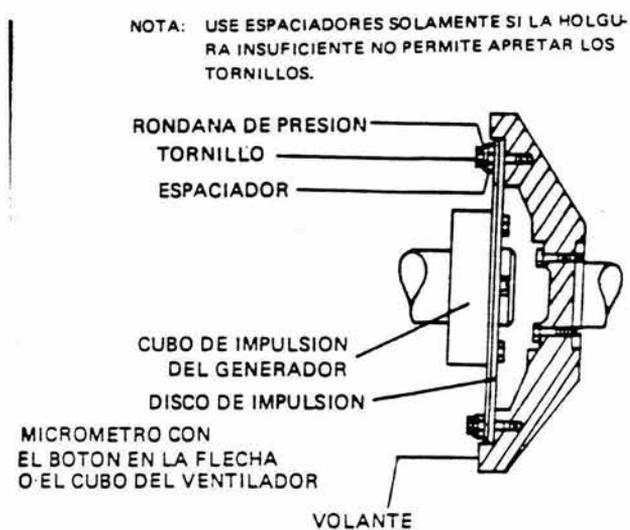


Figura IV.16.- Vista Seccional de los Discos de Impulsión y del Volante

IV.14.- Montaje de Generadores de Dos Rodamientos.

Los generadores de dos rodamientos impulsados por banda (correa) se pueden montar en una extensión de la base de la máquina motriz o en la base o cimiento separado. Los generadores de dos rodamientos que se van a conectar a la máquina motriz con acoplamientos sólidos o flexibles o con impulsión por engranes, se deben montar en una base rígida. Esta base deberá servir para el montaje tanto de la máquina motriz como del generador. La base se debe colocar sobre una cimentación plana, y debe estar bien sujeta antes de alinear la máquina motriz y el generador.

IV.15.- Selección de Impulsión para Generadores de Dos Rodamientos.

El funcionamiento satisfactorio del generador dependerá de la selección cuidadosa de los acoplamientos para impulsión. En general, no se recomiendan los acoplamientos sólidos, excepto cuando el generador y la máquina motriz está conectado directamente, no se deben usar bandas cuando la velocidad de la banda excede de 1500 metros por minuto.

IV.16.- Impulsión por Bandas (Información General).

La alineación y tensión correctas de bandas, son esenciales. La alineación y tensión incorrectas aumentarán el desgaste de las bandas, a la vez que aumentarán las cargas sobre rodamientos y vibraciones. Seleccionar las bandas de acuerdo con las especificaciones del fabricante de la banda. Cerciorarse de que el generador y la máquina motriz están montados rigidamente. En general, no se recomiendan bandas cuando la velocidad de la banda excede de 1500 metros por minuto.

IV.17.- Bandas Trapezoidales ("V").

Utilizar bandas sólo por juegos completos y evitar el uso de poleas y bandas con paso mínimo. Las bandas deben entrar y salir de las poleas sin flexión lateral. Deben estar apretadas justamente lo preciso para evitar el patinaje a plena carga. Nunca aplicar grasa ni cosmético en las bandas.

IV.18.- Bandas Planas.

La selección de bandas y poleas de suficiente anchura reducirá la cantidad de tensión requerida para evitar el patinaje con plena carga. Una tensión más baja en las bandas reduce las cargas sobre los rodamientos y el desgaste de las bandas. Cerciorarse de que las flechas de la máquina motriz y el generador estén paralelas. Observar los límites indicados por el fabricante o recomendados por NEMA para los tamaños de las poleas.

IV.19.- Bandas Dentadas.

En general, la instalación de las bandas dentadas (bandas de distribución) es la misma que para las bandas planas. Se deben tomar las siguientes precauciones al instalar una impulsión con bandas dentadas:

- ◆ Las bandas dentadas se deben instalar con una tensión intermedia, ni muy floja ni muy apretada. No es necesaria una elevada tensión inicial; pero, cuando la torsión es sumamente alta, la banda que está floja puede "saltar" las ranuras. Si la banda "salta" las ranuras, se debe aumentar gradualmente la tensión, hasta que se logre un funcionamiento satisfactorio.
- ◆ Cerciorarse de que las flechas estén paralelas y de que las poleas estén alineadas. En una impulsión de mucha longitud entre centros, debido a la tendencia de la banda a moverse contra una ceja, en ocasiones es aconsejable descentrar la polea mandada para compensarlo.
- ◆ En una impulsión de mucha longitud entre centros, es indispensable que la combadura de la correa no permita que los dientes en el lado holgado acoplen con los dientes en el lado tenso.
- ◆ Es importante que tanto la máquina motriz como el generador estén montados rígidamente para evitar variaciones en la tensión de las bandas.
- ◆ Aunque la tensión de las bandas requiera poca atención después de la instalación inicial, se debe proveer algún medio para ajustar la distancia entre centros, para mayor facilidad al instalar o quitar las bandas. Las bandas no se deben pasar a la fuerza sobre la ceja de las poleas.

IV.20.- Acoplamiento por Engranés y Acoplamientos Flexibles (Información General).

Cuando se instalen de estos tipos en lugar de bandas, se deben alinear cuidadosamente la flecha de salida de la máquina motriz y la flecha de entrada del generador; después de la alineación, el motor y el generador se deben montar firmemente en una base rígida para evitar la desalineación de las flechas durante el funcionamiento. La desalineación excesiva puede ser causa de vibración, funcionamiento ruidoso, desgaste excesivo del acoplamiento o los engranes, y de falla prematura de los baleros.

IV.21.- Impulsión por Engranés.

La alineación exacta y el montaje rígido son esenciales para el funcionamiento satisfactorio con impulsión por engranes. El diámetro de paso y la anchura deben quedar acoplamientos que impongan empuje excesivo contra los rodamientos.

En todos los casos, los dientes de los engranes deben estar centrados entre sí. Las caras de los engranes deben estar paralelas, y se debe mantener la distancia correcta entre centros de las flechas. Evitar que los dientes engranen a tal profundidad que se puedan trabar o desviar.

Probar si la alineación está correcta haciendo girar las flechas con la mano. Determinar si hay juego muerto entre dientes girando las flechas, cuando menos, una vuelta completa. Después de apretar los tornillos de montaje, comprobar el juego muerto y el paralelismo de las caras de los engranes. Instalar o quitar calzas debajo de las patas del montaje para que las caras de los engranes queden paralelas.

IV.22.- Instalación y Alineación de Impulsión con Acoplamiento Flexible.

Los procedimientos descritos a continuación son para alinear impulsiones con acoplamientos flexibles. Observar las tolerancias especificadas por el fabricante del acoplamiento, si son menores a las indicadas.

Instalar los cubos de acoplamiento en las flechas de la máquina motriz y del generador de acuerdo con las instrucciones suministradas por el fabricante del acoplamiento. Después comprobar si hay desalineación angular, haciendo una marca de referencia con pintura en el cubo del acoplamiento, en donde se coloca el botón del micrómetro de carátula, para marcar su posición en el cubo. Hacer girar ambas flechas simultáneamente y mantener el botón del micrómetro en las marcas de referencia en el cubo del acoplamiento. Observar la lectura del micrómetro cada cuarto de revolución. Consultar la instalación del micrómetro en la Figura IV.17.

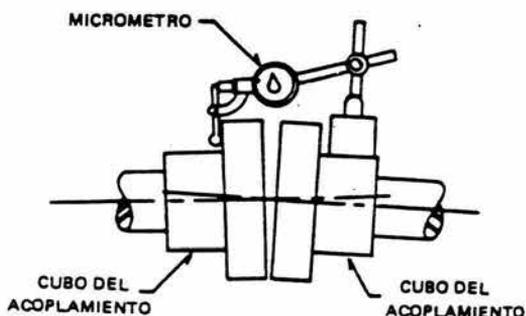


Figura IV.17.- Prueba de Alineación Angular de las Flechas del Motor y del Generador.

LA DESALINEACIÓN ANGULAR DE LA FLECHA DE SALIDA DE LA MÁQUINA MOTRIZ DE LA FLECHA DE ENTRADA DEL GENERADOR, NO DEBE EXCEDER DE 0.025 mm POR CADA 25.4 mm DE RADIO DEL CUBO DEL ACOPLAMIENTO.

Si la desalineación angular es excesiva, aflojar los tornillos de montaje de la máquina motriz y del generador, y poner calzas ranuradas debajo de las caras de montaje de la máquina motriz y el generador, según se requiera, para corregir la alineación. Volver a comprobar la alineación, instalar o quitar calzas debajo de las caras de montaje hasta lograr la alineación.

NOTA: Si se cambia de lugar la unidad generadora, comprobar la alineación paralela en el micrómetro, como se ilustra en la Figura IV.20, después girar las flechas y comprobar la alineación.

Comprobar si hay desviación en las flechas, haciendo una marca de referencia con pintura en el diámetro pulido del cubo del acoplamiento en el lugar donde se coloca el botón de micrómetro de carátula. Hacer girar ambas flechas simultáneamente y mantener el botón del micrómetro en las marcas de referencia en el cubo. Observar la lectura del micrómetro cada cuarto de revolución. Ver instalación del micrómetro en la Figura IV.19.

LA DESVIACIÓN TOTAL ENTRE LOS CUBOS NO DEBE EXCEDER DE 0.050 mm.

Si la desviación entre los cubos es excesiva, instalar o calzar calzas debajo de las caras de montaje de la máquina motriz o del generador; volver a comprobar la alineación. Agregar o quitar calzas hasta que las flechas estén paralelas. Después de la alineación angular y paralela, apretar los tornillos de montaje de la máquina motriz y del generador. Comprobar que los anillos de montaje de la base estén apretados. Volver a comprobar la alineación antes de hacer funcionar la unidad.

NOTA: Si se cambia de lugar la unidad generadora, comprobar la instalación paralela con el micrómetro como se ilustra en la Figura IV.20, girar las flechas y comprobar la alineación.

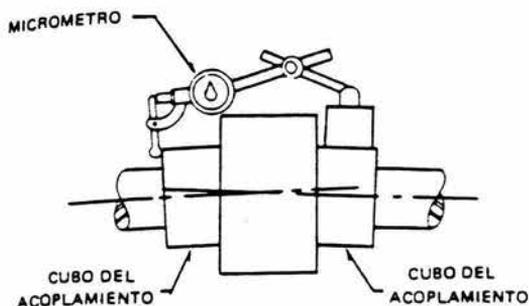


Figura IV.18. - Prueba de Alineación Angular de las Flechas del Motor y del Generador Después de Instalar el Acoplamiento.

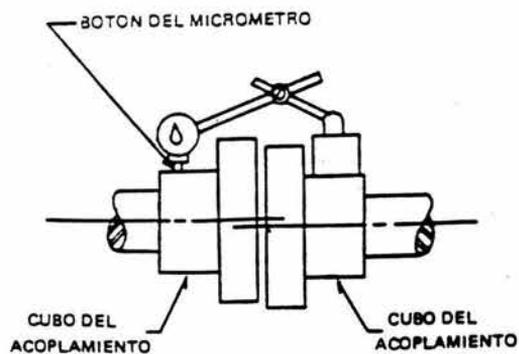


Figura IV.19.- Prueba de la Alineación Paralela de las Flechas del Motor y del Generador.

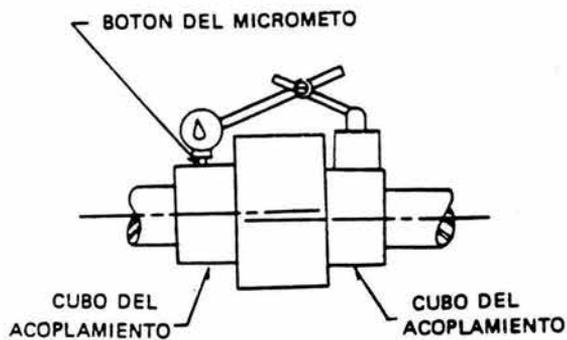


Figura IV.20.- Prueba de la Alineación Paralela de las Flechas del Motor y del Generador después de Instalar el Acoplamiento.

IV.23.- Vibración.

Después de haber efectuado la alineación de la máquina motriz y el generador, hacer funcionar la unidad sin carga y observar si hay vibración excesiva. Si la vibración es excesiva, aflojar ligeramente uno de los tornillos de montaje de la máquina motriz, y su disminuye la vibración, agregar calzas hasta que al volver a apretar el tornillo, se reduzca o se elimine la vibración. Repetir esta operación en todos los tornillos de montaje de la máquina motriz.

Cuando la vibración y la alineación de la máquina motriz estén dentro de los límites, hacer funcionar la unidad como una carga baja y volver a comprobar si hay vibración. Si es excesiva, agregar calzas debajo de las caras de montaje, del generador, de la misma manera que en el motor. Volver a comprobar la alineación después de cualquier cambio en las calzas, para controlar la vibración.

IV.24.- Uso de Espigas de Agua.

El uso de espigas en los equipos generadores evitará el movimiento de las unidades durante el funcionamiento si llegan a aflojarse ligeramente los tornillos de montaje. Instalar las espigas como sigue:

- ◆ Comprobar la alineación después de que el equipo generador ha trabajado alrededor de 40 horas. Si la alineación no es satisfactoria hay que corregirla.
- ◆ Taladrar agujeros pasantes en la base en caras opuestas de montaje de generador. Los agujeros deben tener un diámetro ligeramente menor que el de la espiga de guía.
- ◆ Limar los agujeros al diámetro correcto para las espigas, limpiar la viruta e instalar las espigas.
- ◆ Repetir este procedimiento para instalar las espigas de la unidad motriz.

NOTA: Instalar las espigas en la máquina motriz que no sean fabricados por P.I.S.A. de acuerdo con las instrucciones suministradas por el fabricante de la máquina motriz.

IV.25.- Dispositivos Protectores.

Los generadores impulsados por motores de combustión interna se deben proteger con gobernadores adecuados en el motor, y con dispositivos contra sobrevelocidad. Consultar mejor los reglamentos sobre los requisitos eléctricos mínimos para el equipo generador. La salida del generador de la Marca *POTENCIA®* a la demanda (carga) siempre se debe proteger con un dispositivo de protección contra sobrecarga, sea interruptor termomagnético o fusibles.

IV.26.- Conexiones Eléctricas.

- ◆ Antes de conectar el generador a la demanda, consultar las características eléctricas en la placa de identificación del generador, y conectarlo exactamente como se indica en los diagramas de conexiones. Consultar los reglamentos en cuanto a las especificaciones de calibre de alambres, los conduits y los dispositivos protectores.
- ◆ Los diagramas de conexiones para los generadores de la Marca *POTENCIA®* aparecen en las Figuras IV.21, IV.22, IV.23 y IV.24.

DIAGRAMA DE CONEXIONES

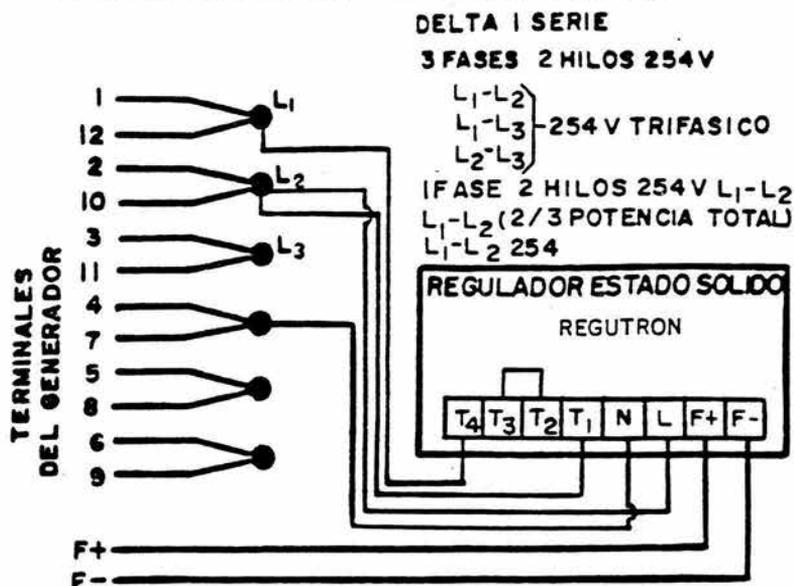
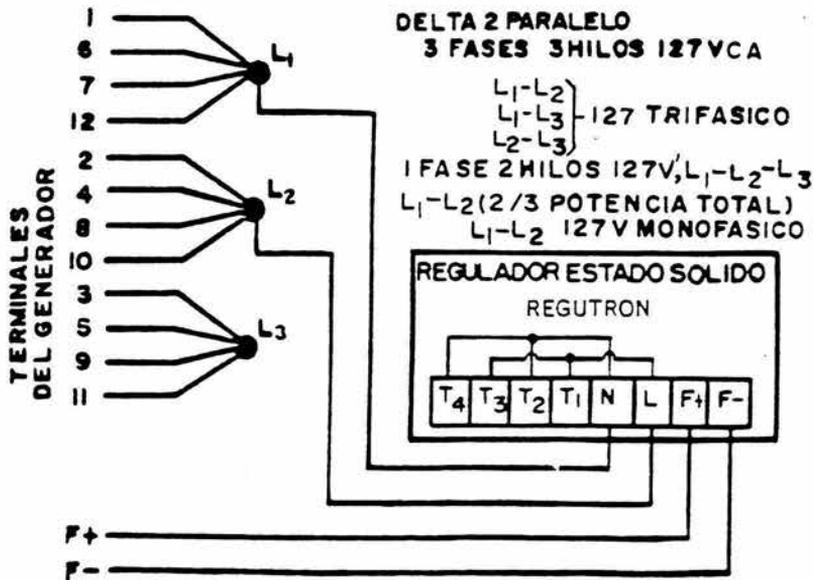


Figura IV.21.

DIAGRAMA DE CONEXIONES



NOTA: ASEGURESE QUE SU REGULADOR EN ESTA SOLA CONEXION LLEVE LOS PUENTES MOSTRADOS

Figura IV.22.

DIAGRAMA DE CONEXIONES

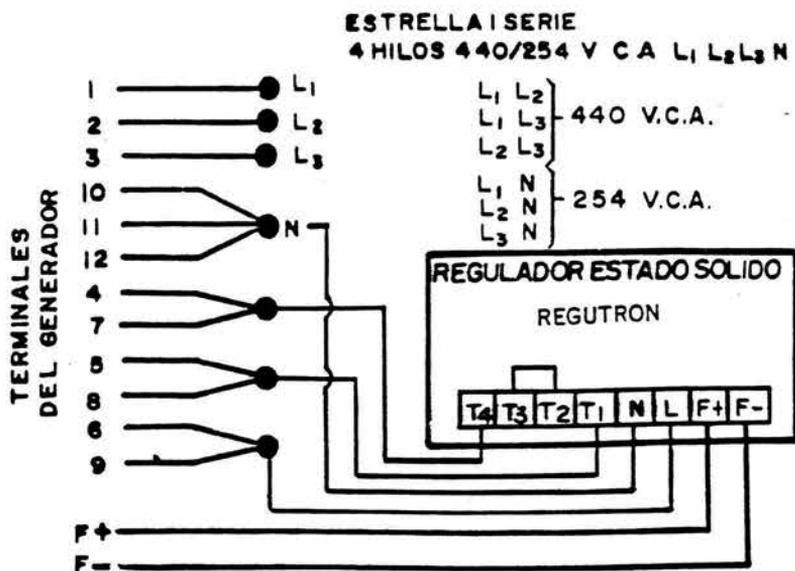


Figura IV.23.

DIAGRAMA DE CONEXIONES

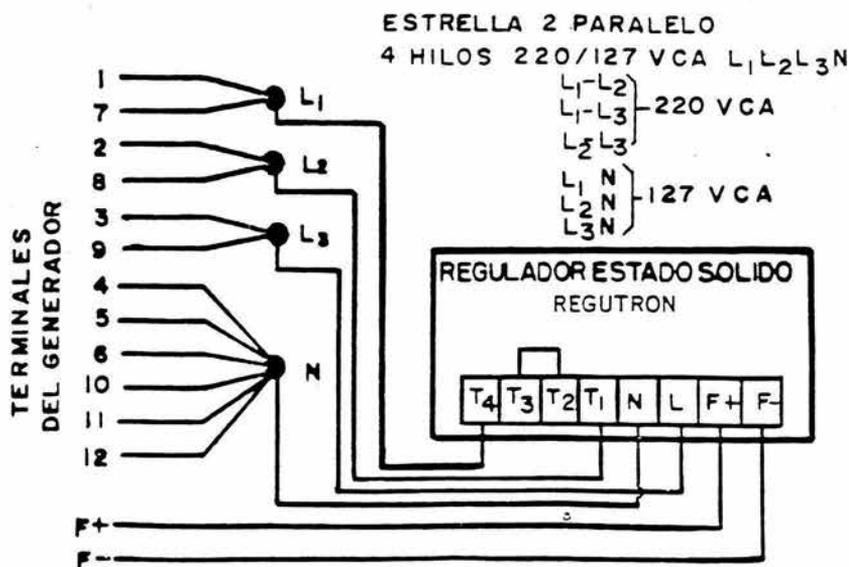


Figura IV.24.

- ◆ Al conectar para un voltaje diferente, quitar la cinta aislante y desconectar. Volver a conectar como se indica en el diagrama correspondiente. Cerciorarse de que todas las conexiones estén firmes.

Precaución: Las conexiones flojas en la caja de terminales puede producir serios daños al generador Marca *POTENCIA®* y a la demanda que abastece. Después de volver a conectar al generador Marca *POTENCIA®* y de haber examinado cuidadosamente las conexiones, volver a encintarlas con cinta aislante eléctrica de alta calidad, usar siempre cinta nueva; no volver a utilizar la cinta que se quitó de las viejas conexiones.

OPERACIÓN.

IV.27.- Prueba del Equipo antes de la Operación.

Después de haber instalado y conectado completamente el generador de la Marca *POTENCIA®*; pero, antes de operar la unidad por primera vez, efectuar una comprobación del equipo como sigue:

a). Si el generador ha estado sometido a una humedad extremada durante el embarque o almacenamiento, puede ser necesario secar los embobinados antes de poner a funcionar la unidad. Consultar los procedimientos para probar la resistencia del aislamiento de los embobinados y los procedimientos para secarlos que se verán posteriormente. Los generadores que se pongan a funcionar después de haber estado sometidos a temperaturas muy bajas, se deben calentar lentamente para evitar la condensación.

b). Comprobar que todos los alambres de conexiones estén conectados de acuerdo a los diagramas eléctricos correspondientes. Cerciorarse que las conexiones estén aisladas y encintadas adecuadamente.

c). Cerciorarse de que no hay cuerpos extraños alojados en el generador. Quitar todas las herramientas, trapos, utensilios, etcétera, de las inmediaciones del equipo.

d). Cerciorarse de que estén instaladas todas las tapas y protectores.

IV.28.- Procedimientos para Arranque Inicial del Generador *Potencia®*

Después de que la instalación esté completa y se haya efectuado todas las comprobaciones (señaladas en el punto IV.27) efectuar el arranque y pruebas iniciales de funcionamiento del equipo, como se indica a continuación:

a). Abrir el interruptor de Salida para desconectar el generador de la demanda (carga).

b). Girar el potenciómetro de Ajuste Manual de voltaje a la posición de mínimo voltaje máxima resistencia (totalmente hacia la izquierda).

NOTA: Si se usa interruptor de marcha mínima para el motor de combustión interna, abrir el interruptor cuando el generador esté a su velocidad especificada.

c). Parar la unidad, comprobar la rotación conforme la unidad va desacelerando hasta pararse.

d). Volver a poner en marcha el generador y acelerarlo hasta la velocidad especificada. Mientras vigila el voltaje de salida con un voltímetro, girar lentamente hacia la derecha el potenciómetro de Ajuste Manual de Voltaje para obtener el voltaje deseado. Figura IV.26.

e). Poner en marcha y parar el generador varias veces, y observar si hay cualquier condición anormal, tal como ruido o vibraciones excesivas. Dejar pasar suficiente tiempo entre cada arranque, para que enfríe el generador.

f). Cerrar el interruptor de Salida y aplicar una carga ligera. Graduar el potenciómetro de Ajuste Manual de Voltaje para obtener el voltaje deseado de Salida. Aumentar lentamente la carga hasta llegar al valor del factor de potencia especificado con plena carga. Graduar el potenciómetro de Ajuste Manual de Voltaje según sea necesario para obtener el voltaje deseado de salida.

g). Durante el funcionamiento, observar el generador a intervalos regulares, para poder corregir cualesquiera condiciones anormales de que ocurran daños serios.

h). Con un factor de potencia especificado a plena carga, comprobar la corriente de cada línea. Utilizar un amperímetro para pruebas, si el equipo generador no tiene amperímetro.

i). Comprobar el voltaje de línea. En los generadores trifásicos, entre fases 1, 2 y fases 2 y 3 y fases 1 y 3. En los monofásicos, L1 y L2, L1 a N y L2 a N.

IV.29.- Instrucciones para Operación de Un solo Generador.

Si los embobinados del generador están húmedos, comprobar la resistencia del aislamiento y secarlos antes de poner en marcha el generador.

Arrancar y operar el equipo generador de acuerdo con las siguientes instrucciones generales:

a). Poner en marcha el equipo generador de acuerdo con las especificaciones de la máquina motriz. Acelerarlo hasta la velocidad especificada.

b). Cuando sea ajustado el potenciómetro de Ajuste Manual de Voltaje para proveer el voltaje deseado de salida, no se requiere ajuste adicional de ellos antes de poner en operación el equipo generador. Si no se conoce la graduación previa del voltaje. Girar el potenciómetro de Ajuste Manual de Voltaje a una posición intermedia antes de poner en marcha el generador. Durante el funcionamiento, girar el potenciómetro de Ajuste Manual de Voltaje para obtener el voltaje deseado de salida.

NOTA: Si se puede obtener el voltaje deseado, el potenciómetro de Ajuste de Gama de Voltaje puede necesitar ajuste. Al girar los potenciómetros hacia la derecha, se aumenta el voltaje porque se disminuye la resistencia; al girarlos hacia la izquierda se reduce el voltaje porque se aumenta la resistencia.

c). Comprobar la regulación del voltaje con el factor de potencia especificado aplicado. Si la regulación o el voltaje de salida no son satisfactorios, consultar el punto IV.28.

d). Durante el funcionamiento, observar el generador a intervalos regulares para poder corregir cualesquiera condiciones anormales antes de que ocurran daños serios.

e). Parar el equipo generador de acuerdo con las especificaciones de la máquina motriz.

f). Cuando se utiliza el equipo generador para casos de emergencia, abrir el interruptor de Salida después de parar el equipo.

IV.30.- Instrucciones para Operación de Generadores en Paralelo.

El regulador de voltaje *REGUTRON POTENCIA®* se puede equipar para funcionamiento en paralelo, ya sea como opción en la fábrica, o por un técnico del representante. Con la opción en paralelo, se pueden "paralelizar" con éxito dos o más generadores, sin importar su capacidad, siempre y cuando cada uno de ellos no abastezca una demanda que exceda de su capacidad especificada en KW con plena carga. No intentar operar en paralelo ningún generador de la Marca *POTENCIA®* que no tenga la opción de paralelizarlos. Además, no intentar paralelizar un generador de la Marca *POTENCIA®* con las líneas de corriente comerciales.

PRECAUCIÓN: NO CERRAR EL INTERRUPTOR DE CARGA DEL GENERADOR QUE SE VA A PARALELIZAR CON EL QUE ESTÁ EN LA LÍNEA, HASTA QUE SE HAYA COMPROBADO LA ROTACIÓN CORRECTA DE FASES Y SE HAYA AJUSTADO LA SINCRONIZACIÓN DE QUE LOS GENERADORES COMO SE DETALLA A CONTINUACIÓN.

IV.31.- Secuencia de Fases.

Antes de poner dos o más generadores trifásicos en paralelo, cerciorarse de que los generadores tienen la misma rotación de fases. Esto se puede lograr conectando un motor trifásico de inducción en cada uno de los generadores y determinando la rotación del motor. Se debe tener cuidado de cerciorarse de que las terminales del motor estén conectadas a las terminales correspondientes del generador o la barra colectora. La rotación de la fase será la misma si el motor gira en la misma dirección al conectarlo a cualquiera de los generadores.

Si el motor gira en la dirección correcta al conectarlo a uno de los generadores, invertir dos de los tres conductores del generador (excepto las líneas neutras). Volver a comprobar la rotación del motor y seguir las pruebas hasta que el motor de inducción gire en la dirección correcta.

IV.32.- Sincronización de Generadores en Paralelo.

No intentar poner en paralelo generadores hasta que se haya comprobado la rotación correcta de fase de cada máquina, y hasta que se haya ajustado cada generador al voltaje requerido en el sistema, con el interruptor de línea abierto.

Si no se cuenta con un sincroscopio, los generadores se pueden sincronizar con el uso de lámparas incandescentes conectadas en un circuito de carga como se ilustra en la Figura IV.25. Cerciorarse de que el voltaje total de las lámparas en serie sea igual al voltaje especificado del generador.

Sincronizar los generadores variando la velocidad del generador que va a entrar, hasta que la fluctuación de las lámparas sea lenta. Cuando no enciendan las lámparas, cerrar el interruptor de línea. Se debe tener cuidado de cerrar el interruptor de línea en el momento en que se apaguen las lámparas.

PRECAUCIÓN: TENER CUIDADO EXTREMO AL USAR ESTE MÉTODO DE SINCRONIZACIÓN DE GENERADORES PARA NO EXPONERSE A VOLTAJES PELIGROSOS.

IV.33.- División de Carga Activa (KW) entre Generadores en Paralelo.

Ajustar los generadores de los motores de acuerdo con las instrucciones del fabricante del motor. La división de la carga activa o en Kilowatts entre los generadores que funcionan en paralelo, es prácticamente independiente de la excitación del generador. No intentar variar la cantidad de carga en Kilowatts entre los generadores en paralelo, haciendo ajustes en el regulador de voltaje.

IV.34.- División de KVA Reactivos entre Generadores en Paralelo.

La división de los KVA reactivos entre los generadores en paralelo, depende de la excitación de los generadores individuales si toman una parte mayor o menor que sus KVA reactivos, son la adición de controles para compensación de corriente cruzada o de caída de voltaje en el circuito del regulador de voltaje.

El ajuste del reostato para corriente cruzada o caída de voltaje, se debe graduar por lo general de modo que haya justamente la resistencia suficiente en el circuito para dar un funcionamiento estable de los generadores en condiciones de carga con KVA reactivos.

Poner a funcionar el generador y aplicar el factor de carga conductiva y comprobar la caída de voltaje. La máxima caída de voltaje desde sin carga hasta plena carga se obtienen al aplicar toda la resistencia para caída de voltaje. Con frecuencia se emplea una caída de 4% a 6%. Ajustar cada generador que se va a paralelizar para una caída idéntica.

Acelerar todos los generadores a la velocidad correcta, y ajustar todos los voltajes de salida a valores idénticos. Sincronizar y poner en paralelo los generadores. Aplicar carga a los generadores paralelizados y comprobar si hay una división satisfactoria de corrientes de carga. Corregir ajustando los reostatos para ajuste de voltaje y las resistencias de control de caída.

El regulador de voltaje debe llevar la opción de conexión en paralelo.

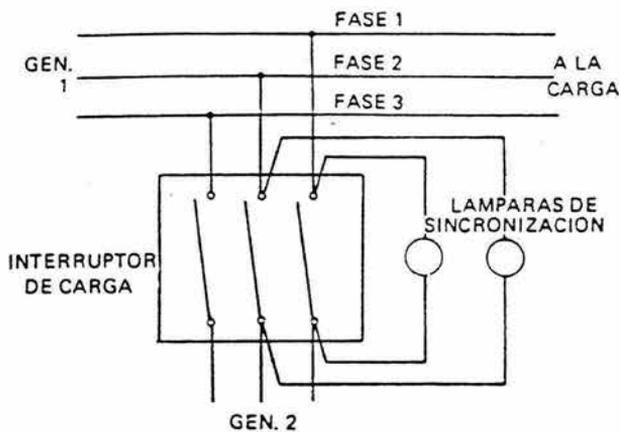


Figura IV.25.- Sincronización de Generadores en Paralelo con Lámparas de Sincronización.

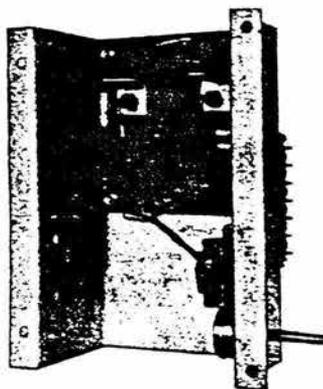


Figura IV.26.- Regulador de Voltaje REGUTRON®.

MANTENIMIENTO.

IV.35.- Mantenimiento Preventivo.

El Mantenimiento Preventivo es un método de inspección y limpieza del equipo generador para eliminar pequeñas fallas antes de que se vuelvan serias. Un programa rutinario y regular de mantenimiento preventivo, aplicado en forma constante, asegurará máximo rendimiento, prolongará la duración del generador y eliminará o por lo menos reducirá mucho, el tiempo perdido por desperfectos.

El programa de mantenimiento preventivo descrito en la Figura IV.32 se ha incluido como una guía para establecer un programa de mantenimiento preventivo para generadores que funcionen en condiciones normales. El usuario del equipo debe analizar las condiciones específicas de operación y establecer un programa apropiado de mantenimiento preventivo. Cuando la inspección para mantenimiento preventivo indique que es necesaria la limpieza del generador, limpiar el generador y los controles.

IV.36.- Información para Lubricación de Rodamientos.

Los generadores de la Marca *POTENCIA*® están equipados con rodamientos de bolas blindados. Normalmente no se requiere reabastecer periódicamente la grasa. El engrase ocasional de los rodamientos puede ser conveniente, dependiendo de la aplicación del generador. Se deben esperar normalmente varios años de operación antes de que sea necesario reemplazar y reengrasar los rodamientos. Cuando se efectúe la reparación mayor del generador o de la máquina motriz, es un buen momento para inspeccionar los rodamientos y reemplazarlos o empacarlos, dependiendo de las condiciones en que se encuentren.

Si se va a reengrasar los rodamientos, llenarlo por la mitad con una grasa para rodamientos de bolas de alta calidad, o base de litio No.2.

La grasa debe ser capaz de retener sus propiedades a temperaturas hasta de 116° C y, también a la temperatura ambiente más baja a la cual pueda operar el generador.

IV.37.- Limpieza.

Cuando la inspección determine que es necesaria la limpieza, limpiar el generador y los controles como sigue:

a). Limpiar el polvo flojo de las superficies pintadas externas del generador y del tablero de controles del generador con trapo limpio. Limpiar las acumulaciones de mugre con detergente o solvente. Limpiar todas las aberturas para ventilación con aspiradora o aire comprimido, seco, filtrado a una presión entre 1.7 y 2.8 Kg/cm².

b). Limpiar el interior del generador con aspiradora que use aire comprimido entre 1.7 y 2.8 Kg/cm². Limpiar las acumulaciones de mugre y grasa en los embobinados, con un trapo empapado de nafta.

PRECAUCIÓN: TENER CUIDADO EXTREMO CUANDO USE LA NAFTA, USARLA SOLAMENTE EN LUGARES BIEN VENTILADOS EN DONDE NO HAYA FLAMAS NI CHISPAS

c). Limpiar los contactos eléctricos, tales como los contactos de los relevadores, contactos y terminales de interruptores con un limpiador aprobado para contactos. No limpiar los contactos con lima.

IV.38.- Protección para los Embobinados.

Los generadores que funcionan de manera intermitente en lugares muy húmedos, se deben proteger con calentadores de espacio. Los generadores que son puestos en marcha después de haber estado a temperaturas muy bajas, se deben calentar lentamente, para evitar la condensación excesiva. La resistencia de los embobinados se debe comprobar antes de poner a funcionar el generador, si los embobinados están húmedos.

IV.39.- Prueba de Resistencia del Aislamiento.

La resistencia del aislamiento de los embobinados se puede comprobar en forma conveniente y segura con un "Megger" accionado por manivela de no más de 500 Volts. La siguiente fórmula es aceptada generalmente para medir la resistencia del aislamiento de los embobinados del estator. La resistencia del aislamiento de los embobinados, medida a 500 Volts de Corriente Directa, después del minuto, no deberá ser menor de:

$$\text{Resistencia en Megohms} = \frac{\text{Voltaje Especificado de la Máquina} + 1\ 000}{1\ 000}$$

La fórmula anterior es satisfactoria para la mayoría de las comprobaciones. Al utilizar el "Megger" en cualquier embobinado del generador, desconectar todas las conexiones en los componentes asociados tales como regulador de voltaje, puente rectificador o la carga.

IV.40.- Secado de Embobinados.

Si el aislamiento no pasa las pruebas especificadas, se puede secar el generador con calor en una estufa de aire caliente, con lámparas de calor o con calentadores de tira. La temperatura no debe exceder de 66° C. Los embobinados del generador también se pueden secar con la aplicación del calor interno.

PRECAUCIÓN: AL SECAR EN UNA ESTUFA, UTILIZAR CON CIRCULACIÓN FORZADA DE AIRE Y NO DE TIPO RADIANTE. LAS ESTUFAS U HORNOS RADIANTES SOBRECALENTARÁN ALGUNOS COMPONENTES DEL GENERADOR ANTES DE QUE LOS COMPONENTES MÁS ALEJADOS DEL CALOR ALCANCEN UNA TEMPERATURA SATISFACTORIA.

El secador del aislamiento de los embobinados del generador con la aplicación del calor interno, consiste en hacer funcionar el generador como se describe a continuación:

a). Examinar si hay acumulación excesiva (bolsas) de agua en los embobinados del generador. Secarlo lo mejor posible con aire comprimido antes de aplicar el calor interno.

b). Quitar la tapa de la caja de terminales del generador. Desconectar todos los conductores del estator (1 al 12), de los conductores para el regulador de voltaje de las líneas de carga.

c). Conectar los conductores del estator uno con otro, para poner los embobinados de estator en corto.

d). En uno de los conductores del generador, intercalar un amperímetro de suficiente capacidad para leer la corriente del generador a plena carga.

e). Desconectar los conductores del campo del excitador en las terminales F+ y F- en el regulador de voltaje, y conectar una fuente variable de corriente directa en los conductores del campo del excitador.

f). Hacer funcionar el generador a su velocidad normal. Suministrar una excitación que sea apenas suficiente para ocasionar que circule la corriente especificada en los embobinados del estator del generador.

g). Hacer funcionar el generador un tiempo suficiente para lograr el secado completo de los embobinados. Esto se puede determinar parando periódicamente el generador y probando la resistencia del aislamiento de los embobinados. Se sugiere comprobar la resistencia al aislamiento a intervalos de una hora.

h). Concluir el proceso de secado cuando la resistencia medida esté dentro de las Normas de prueba y, cambiar muy poco en un periodo de operación de dos a cuatro horas.

IV.41.- Prueba de Rectificadores Rotatorios del Excitador sin Escobillas con un Óhmetro.

Si se sospecha de una falla de los rectificadores, quitar la tapa del generador y probar los rectificadores con un óhmetro como sigue:

a): Desoldar el conductor en el rectificador. Quitar el rectificador.

b). Consultar las Figuras IV.27 y IV.29. Luego, conectar los alambres del óhmetro a través del rectificador en una dirección y, luego, en la dirección opuesta. Observar las lecturas del óhmetro, el cual debe registrar una resistencia baja en una dirección, y una resistencia elevada en la dirección opuesta.

c). Si el óhmetro indica baja resistencia en ambas direcciones, el rectificador está en cortocircuito. Una alta resistencia en ambas direcciones indica que el rectificador está abierto.

d). Reemplazar los rectificadores deficientes con rectificadores de las mismas características que los originales. Se deben ordenar por número de parte y se debe incluir el modelo y tipo de excitador, así como el número de serie del generador.

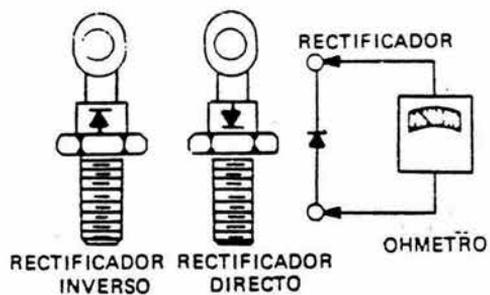


Figura IV.27.- Prueba de Rectificadores Rotatorios con Óhmetro.

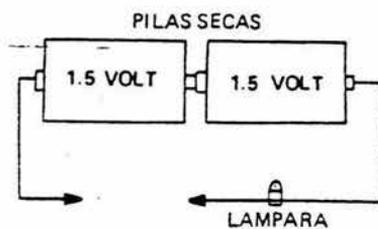


Figura IV.28.- Lámpara de Prueba

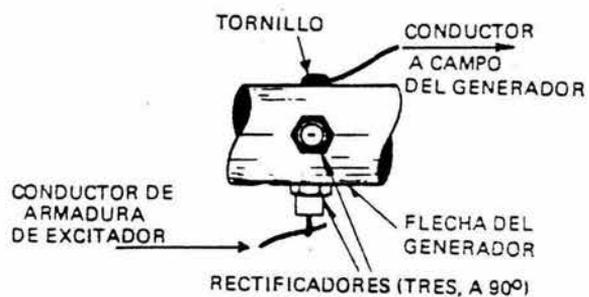


Figura IV.29.- Rectificador de Potencia de Media Onda.

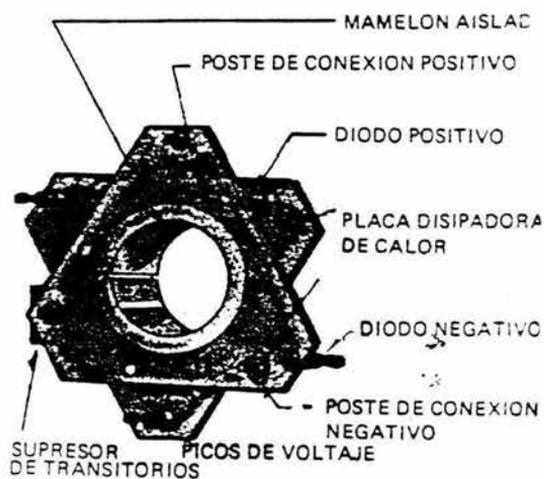


Figura IV 30.- Rectificador de Onda Completa

IV.42.- Prueba de Rectificadores Rotatorios del Excitador sin Escobillas con una Luz de Prueba.

Si no se cuenta con un óhmetro, los rectificadores se pueden probar con una luz de prueba consistente en pilas secas y un foco de linterna, como lo ilustra la Figura IV.28. Consultar las Figuras IV.28, IV.29, IV.30 y IV.31 para identificación y, luego, conectar los alambres de la luz de prueba como sigue:

- Desoldar el conductor en el rectificador. Quitar el rectificador.
- Conectar los alambres del probador a través del rectificador en una dirección y, luego, en la dirección opuesta. La luz debe encender al colocar los alambres en una dirección, y no debe encender en la dirección opuesta.

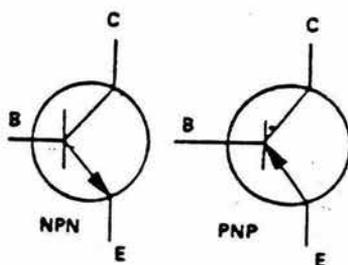


Figura IV.31.- Esquema de Transistores Bipolares.

IV.43.- Prueba del Protector contra Sobrevoltaje con Luz de Prueba.

Desconectar un conductor y probarlo con la luz de prueba. La luz no debe encender cuando los alambres del probador se coloquen a través del protector, en cualquier dirección. Si se enciende la luz, indica que el protector contra sobrevoltaje está en cortocircuito. Reemplazar el protector con otro de las mismas características. Ordenarlo por número de parte e incluir el número de serie del generador.

IV.44.- Restauración del Magnetismo Residual.

La corriente directa necesaria para magnetizar el campo del alternador se obtiene en el excitador. Inicialmente, al arrancar el generador, la circulación de corriente y el voltaje se inducen en la armadura del excitador por las líneas magnéticas de fuerza establecidas por el magnetismo residual de los polos del campo del excitador. El magnetismo se debilita por una inversión momentánea de la conexión de campos, por un campo magnético neutralizador intenso desde cualquier fuente o si el generador no ha funcionado durante un largo periodo de tiempo. Para restaurar la pequeña cantidad de magnetismo residual necesario para comenzar la elevación del voltaje, conectar un acumulador de 6 hasta 32 Volts al circuito del campo del excitador. Normalmente, es suficiente con un acumulador de 6 ó 12 Volts. Cuando los embobinados del campo tienen una resistencia elevada (75 a 100 Ω), se puede necesitar un acumulador de mayor voltaje. Conectar el acumulador y "polarizar" el campo como sigue:

a). Desconectar el conducto F2 (F+) del campo del excitador en la terminal F+ del regulador de voltaje. Desconectar el conductor F1 (F-) en la terminal F- en el regulador de voltaje.

b). Conectar el positivo del acumulador con el conductor F2 (F+) del campo.

c). "Polarizar" o magnetizar el campo tocando un instante con un cable desde el negativo del acumulador hasta el conductor F1 (F-) del campo. Observar el aumento de voltaje del generador.

NOTA: Desconectar los cables del acumulador al generador, después de 3 a 5 segundos. Si se deja conectado el acumulador mucho tiempo, podría ocurrir sobrecalentamiento y daños al excitador.

d). Repetir la "polarización" descrita en los pasos anteriores si es que no aumenta el voltaje de salida del generador.

e). Parar la unidad y conectar el conductor F2 (F+) del campo en la terminal F+ del regulador de voltaje. Conectar el conductor F1 (F-) en la terminal F- del regulador de voltaje.

NOTA: Si se invierte la polaridad del excitador al "polarizar" el campo, se puede corregir conectando los cables del acumulador en posición inversa.

IV.45.- Prueba de Componentes del Regulador de Voltaje.

Los rectificadores se pueden probar como se describió anteriormente.

Los capacitores se pueden probar en un puente de capacitares para medir la capacitancia o las fugas. La capacitancia no debe variar más de 10% del valor especificado. Se puede efectuar una prueba aproximada con un óhmetro graduado en una escala para lecturas de resistencia elevada. El óhmetro debe indicar inicialmente una baja resistencia y, luego, aumentará en forma gradual hasta que el capacitor quede totalmente cargado.

Prueba del Transformador de Potencia. Con el voltaje especificado en el embobinado primario, comprobar los voltajes secundarios. Los voltajes medidos cuando el transformador está descargado, deben ser alrededor de 10% mayores que los existentes cuando el transformador está conectado en el circuito. Las deficiencias típicas de los transformadores son los cortocircuitos entre embobinados y vueltas en corto. Por lo general, se pueden detectar comprobando las resistencias y los voltajes.

Cuando se sobrecaliente el transformador y no se pueda saber con seguridad si hay vueltas en corto con la medición de la resistencia, comprobar la corriente alterna sin carga en el embobinado primario. Esta corriente de excitación será excesiva si hay vueltas en corto.

Los potenciómetros y resistencias se pueden probar con un óhmetro. Los potenciómetros y las resistencias ajustables se deben probar en toda su gama de capacidad. Se debe tener cuidado para evitar daños al graduar las bandas ajustables en las resistencias ajustables. La banda ajustable se debe aflojar hasta que se deslice libremente en el tubo de la resistencia.

NOTA: Las lecturas tomadas con las resistencias conectadas en el circuito, se puede identificar la resistencia del circuito en vez de la unidad de resistencia propiamente dicha.

Prueba de Transistores de Silicio, en la Figura siguiente aparece el método para probar transistores con una luz de prueba de 3 Volts.

Tipo de Transistor	Alambre Positivo de Luz de Prueba Conectado a:	Alambre Negativo de Luz de Prueba Conectado a:	Indicación de la Luz
PNP	BASE	COLECTOR	ENCIENDE
	BASE	EMISOR	ENCIENDE
NPN	COLECTOR	BASE	NO ENCIENDE
	EMISOR	BASE	NO ENCIENDE
NPN	BASE	COLECTOR	NO ENCIENDE
	BASE	EMISOR	NO ENCIENDE
NPN	COLECTOR	BASE	ENCIENDE
	EMISOR	BASE	ENCIENDE

Figura IV.32.- Cuadro para Prueba de Transistores

IV.46.- Desmontaje de Rodamientos.

Quitar la tapa lateral para tener acceso a los rodamientos. Consultar "Para Desarmar el Generador". Utilizar un extractor para sacar el rodamiento de la flecha. Proteger el extremo de la flecha con un casquillo. Si se vuelve a usar el rodamiento, cerciorarse de que el extractor aplique presión solamente contra la corredera (pista) interna del rodamiento. Figura IV.33.

IV.47.- Instalación de Rodamientos.

Calentar el rodamiento a 121° C en una estufa con circulación de aire caliente y control de temperatura. Comenzar a colocar (con guantes) el cojín caliente en la flecha. Asentar el rodamiento hasta que quede contra el reborde de la flecha.

IV.48.- Localización de Defectos o Fallas.

La localización de fallas o defectos es el proceso para reconocer las fallas del sistema, analizar cuidadosamente la falla y efectuar las correcciones necesarias para restaurar el funcionamiento correcto de la unidad.

Esté siempre alerta a cualquier señal de problemas con el generador entre los periodos de mantenimiento preventivo. Los síntomas comunes se listan en la Figura IV.34. Corrige cualquier pequeña falla de inmediato. Las fallas pequeñas que no se corrijan, pueden causar serios daños y reparaciones costosas y pérdidas de tiempo.

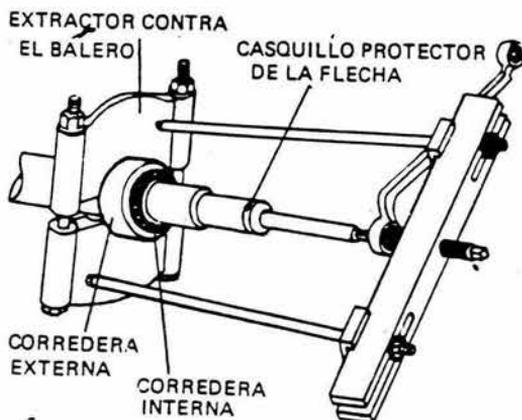


Figura IV.33.- Desmontaje de Balero.

IV.49.- Instrucciones para Desarmar el Generador *Potencia*® de Dos Rodamientos.

Consultar la ubicación de las piezas en la Figura IV.40 y la nomenclatura en la Figura IV.37. Desmontar el acoplamiento entre el generador y la máquina motriz y desarmar el generador como sigue:

- 1). Sacar los tornillos que sujetan las tapas laterales 3, 17 a la base. Separar el generador de la base.
- 2). Sacar los tornillos de las orejas de levantamiento 14 y los tornillos 15 y tuercas 16. Quitar la cubierta 13 del generador.
- 3). Quitar la tapa de la caja de terminales y desconectar los cables de salida del generador y los alambres de campo F - y F. Quitar cualesquiera broches que sujeten cables del campo del generador al armazón 11 del generador.
- 4). Sacar los tornillos 18 y rondanas 19 de la placa del extremo 17 de impulsión. Separar la placa del generador.
- 5). Sacar los tornillos 21 y rondanas 22 del ventilador 20. Quitar el ventilador. Al instalarlo colocar el ventilador a unos 13 mm de la tolva 12.
- 6). Sacar los tornillos 1 y rondanas 2 de la placa de extremo 3. Separar la placa del generador.
- 7). Si hay que reemplazar el campo 4 del excitador sacar los tornillos 5 y rondanas 6 que sujetan el campo a la placa del extremo 3. Al instalar, colocar el campo con los conductores hacia la placa del extremo.
- 8). Sacar del conjunto de armazón y estator 11, el conjunto del rotor 10.

9). Si hay que reemplazar los rectificadores 9, leer los puntos IV.42 y IV.43.

10). Para reemplazar los rodamientos 7 ó 23 consultar el procedimiento en los puntos IV.45 y IV.46.

SINTOMA	CAUSAS PROBABLES	CORRECCION
No Hay Voltaje	<p>Interruptor abierto o fusible fundido (si se mide el voltaje en el lado de carga de los fusibles o interruptor). Interruptor de Marcha Mínima, cerrado</p> <p>Circuito abierto en el campo del excitador</p> <p>Pérdida de magnetismo residual en los polos del campo del excitador</p> <p>Circuito abierto en el embobinado del estator</p> <p>Mal funcionamiento del regulador automático de voltaje</p> <p>Cables de salida del generador, en corto</p> <p>Abertura en los rectificadores rotatorios</p> <p>Abertura en el campo del alternador</p> <p>Abertura en el campo del alternador</p> <p>Armadura del excitador en corto</p> <p>Conductores en corto entre la armadura del excitador y el campo del generador</p>	<p>Comprobarlo. Restablecer interruptor o cambiar fusibles, según el caso. Abrir el Interruptor de Marcha Mínima. NOTA: Si se deja cerrado el interruptor de marcha mínima, el voltaje de salida puede ser bajo o no habrá voltaje, dependiendo de la cantidad de magnetismo residual en el campo del excitador.</p> <p>Probar continuidad del campo en derivación y los conductores al control de voltaje. (Usar óhmetro o puente de resistencias "Wheatstone"). Si hay abertura en los espiras o bobina de campo, desmontar los campos y devolver el conjunto a la fábrica para reparación.</p> <p>Graduar el potenciómetro de ajuste manual a máxima resistencia. "Polarizar" los campos con una conexión instantánea de C.D. a través de las terminales F1 a F2. Ver párrafo 4.10.</p> <p>Probar la continuidad en los embobinados. Devolver a la fábrica para reparación si están abiertos.</p> <p>Consultar el Párrafo 4.11 "Pruebas de los Componentes del Regulador de Voltaje".</p> <p>Eliminar el corto para restaurar el aumento de voltaje</p> <p>Probar rectificadores rotatorios y reemplazarlos si están abiertos.</p> <p>Probar la continuidad. Devolver el rotor a la fábrica para reparación si está abierto el campo.</p> <p>Probar si hay cortos. Reemplazar si están deficientes.</p> <p>Probar si hay cortos. Reemplazar si está deficiente.</p> <p>Probar y reparar lo necesario</p>
Bajo Voltaje	<p>Interruptor de Marcha Mínima del Motor de Combustión Interna, Abierto.</p> <p>Ajuste incorrecto del reóstato de ajuste de voltaje del reóstato de ajuste de gama de voltaje.</p> <p>Carga excesiva.</p> <p>Pérdidas en la línea.</p> <p>Conexión de alta resistencia. Las conexiones estarán calientes.</p> <p>Campo en corto.</p>	<p>Abrir el interruptor. Ver "NOTA" en "No Hay Voltaje".</p> <p>Ajustar los reóstatos. Ver Sección 3 "Procedimientos para Operación.</p> <p>Reducir la carga. Con generadores monofásicos de 3 alambres y trifásicos de 4 alambres, la carga en cada pierna debe estar balanceada con la mayor uniformidad posible, y no debe exceder de la corriente especificada en ninguna de las piernas.</p> <p>Aumentar el tamaño de los conductores para la línea.</p> <p>Hacer mejores conexiones</p> <p>Probar continuidad del campo. Usar óhmetro o puente de resistencias (Wheatstone). Si hay abertura en los campos, desmontar los campos y devolver el conjunto a la fábrica para reparación.</p>

SINTOMA	CAUSAS PROBABLES	CORRECCION
Bajo Voltaje (Cont.)	<p>Bajo Factor de Potencia.</p> <p>Campo débil debido a la operación en lugares calurosos.</p> <p>Voltaje y/o frecuencia incorrectos para impulsar el motor eléctrico de impulsión y producen baja velocidad.</p> <p>Baja velocidad debida a ajuste incorrecto de las bandas en generadores impulsados por motor eléctrico y bandas.</p> <p>Velocidad incorrecta del motor de combustión por deficiencias en el gobernador, sistema de ignición o carburador.</p>	<p>Reducir la carga inductiva. Algunos motores de CA consumen aproximadamente la misma corriente, sin que importe la carga. No use motores de caballaje mayor que el necesario para impulsar la carga mecánica.</p> <p>Mejorar la ventilación del generador. Se puede aumentar la corriente de campos, siempre y cuando no se exceda la temperatura especificada en la placa de identificación del generador.</p> <p>Comprobar voltaje de entrada. Corregir las deficiencias. Consultar los valores nominales de operación en la placa de identificación del motor.</p> <p>Alinear y ajustar bandas. Reemplazar si están muy gastadas. Comprobar que la polea sea del tamaño correcto.</p> <p>Comprobar y corregir las deficiencias.</p>
Fluctuación en el Voltaje	<p>Regulador de voltaje (si usa) no funciona correctamente.</p> <p>Fluctuaciones en la velocidad de la máquina motriz.</p> <p>Terminales o conexiones a la carga, flojas.</p> <p>Generador sobrecargado.</p> <p>Fluctuación en el voltaje de CD para excitación.</p>	<p>Comprobar regulador. Reemplazar si está deficiente.</p> <p>Comprobar el voltaje y la frecuencia de la corriente si el generador es impulsado por motor eléctrico. Comprobar el gobernador en los generadores impulsados por motor de combustión interna.</p> <p>Mejorar las conexiones.</p> <p>Reducir la carga al valor especificado.</p> <p>Seguir el circuito de excitación de CD. Corregir cuales quiera deficiencias.</p>
Alto Voltaje	<p>Sobrevelocidad.</p> <p>Conexión incorrecta del generador.</p> <p>Ajuste incorrecto del reóstato de ajuste de voltaje o del reóstato de ajuste de gama de voltaje.</p>	<p>Corregir la velocidad de la máquina motriz.</p> <p>Conectar correctamente el generador. Ver Párrafo 2.18, "Conexiones Eléctricas".</p> <p>Ajustar los reóstatos. Ver Sección 3 "Procedimientos para Operación".</p>
Sobrecalentamiento	<p>Rejillas y conductos de aire para ventilación, obstruidos.</p> <p>Baleros secos o deficientes.</p> <p>Acoplamiento desalineado: en generadores impulsados por banda, la banda está muy apretada.</p> <p>Campos del generador en corto o a tierra.</p>	<p>Limpiar todas las rejillas y conductos para aire.</p> <p>Lubricar los baleros secos. Reemplazar los baleros deficientes.</p> <p>Alinear el equipo generador o ajustar la banda.</p> <p>Probar si hay cortos o tierras. Reemplazar el motor en corto o devolverlo a la fábrica para reparación.</p>

IV.50.- Instrucciones para Desarmar el Generador de la Marca *Potencia®* de Un Rodamiento.

Consultar la ubicación de las piezas en la Figura IV.38 y la nomenclatura de la Figura IV.36. Desmontar el generador de los tornillos de montaje en el motor y desarmar el generador como sigue:

- 1). Sacar los tornillos que sujetan la tapa lateral 3 y el adaptador 17 a la base. Separar el generador de la base.
- 2). Sacar los tornillos de oreja de levantamiento 14 y los tornillos 15 y tuercas 16. Quitar la cubierta 13 del generador.
- 3). Quitar la tapa de la caja de terminales y desconectar los cables de salida del generador y los alambres de campos F - y F. Quitar cualesquiera broches que sujeten los cables de campos del generador al armazón 11 del generador.
- 4). Sacar los tornillos 1 y rondanas 2 de la placa de extremo 3. Separar la placa del generador.
- 5). Sacar le conjunto de rotor 10 del lado de impulsión del armazón 11 del generador.
- 6). Si hay que reemplazar el campo 4 del excitador, sacar los tornillos 5 y rondanas 6 que sujetan el campo a la placa de extremo 3. Al instalar colocar el campo con los conductores hacia la placa de extremo.
- 7). Sacar los tornillos 21 y rondanas 22 del ventilador. Quitar el ventilador. Al instalarlo colocar el ventilador a unos 13 mm de la tolva 12.
- 8). Si hay que reemplazar los rectificadores 9 desoldar el conductor y quitar rectificador.
- 9). Para reemplazar el rodamiento 7 consultar el procedimiento de los puntos IV.45 y IV.46.

SISTEMA	CAUSAS POSIBLES	CORRECCION
Vibración	Baleros secos o deficientes.	Lubricar los baleros secos. Reemplazar los baleros deficientes.
	Desalineación entre el generador y la máquina motriz.	Alinear el equipo generador.
	Generador montado incorrectamente.	Comprobar el montaje. Corregirlo si es necesario.
	Transferencia de vibración de otra fuente al generador.	Aislar el generador de la fuente de vibración instalando amortiguadores de vibración entre la base y el cimiento del equipo generador.

REF.	DESCRIPCION	CANTIDAD REQUERIDA
1	TORNILLO, sujeción placa de extremo excitador	4
2	ROLDANA de presión	4
3	TAPA LADO EXCITATRIZ	1
4	CONJUNTO DE CAMPO DE EXCITADOR	1
5	TORNILLO, montaje de campo del excitador	4
6	ROLDANA de presión	4
7	RODAMIENTO, lado del excitador	1
8	TORNILLO, conexión de campo del generador	1
9	RECTIFICADOR	3
10	CONJUNTO DE ROTOR	1
11	CONJUNTO DE ARMAZON Y ESTATOR	1
13	CUBIERTA DEL GENERADOR	1
14	OREJAS PARA LEVANTAR	2
15	TORNILLO, cabeza redonda	3
16	TUERCA, hexagonal	3
17	TAPA LADO MOTRIZ	1
18	TORNILLO, sujeción placa de extremo de impulsión	4
19	ROLDANA de presión	4
20	VENTILADOR	1
21	TORNILLO DEL VENTILADOR	2
22	ROLDANA	2
23	RODAMIENTO, lado de impulsión	1

Figura IV.35. - Descripción de las Partes de la Figura IV.37. Generador *Potencia*® de Dos Rodamientos.

1	TORNILLO, sujeción placa de extremo	4
2	ROLDANA de presión	4
3	TAPA LADO EXCITATRIZ	1
4	CONJUNTO DE CAMPO DE EXCITADOR	1
5	TORNILLO, montaje de campo de excitador	4
6	ROLDANA de presión	4
7	RODAMIENTO, lado del excitador	1
8	TORNILLO, conexión de campo del generador	1
9	RECTIFICADOR	3
10	CONJUNTO DE ROTOR	1
11	CONJUNTO DE ARMAZON Y ESTATOR	1
13	CUBIERTA DEL GENERADOR	1
14	OREJAS PARA LEVANTAR	2
15	TORNILLO, cabeza redonda	3
16	TUERCA, hexagonal	3
17	ADAPTADOR	1
18	TORNILLO, sujeción del adaptador	4
19	ROLDANA de presión	4
20	VENTILADOR	1
21	TORNILLO, cabeza hexagonal	2
22	ROLDANA de presión	2
23	CUBO DEL COPLÉ	1
24	ESPACIADORES	2*
25	DISCOS DE ACOPLAMIENTO	2*
26	ROLDANA de presión	8
27	TORNILLO, sujeción de disco de impulsión	8
28	CUÑA, sujeción del cubo de impulsión	1

Figura IV.36 - Descripción de las Partes de la Figura IV.38 Generador *Potencia*® de Un Rodamiento con Acoplamiento de Discos Flexibles

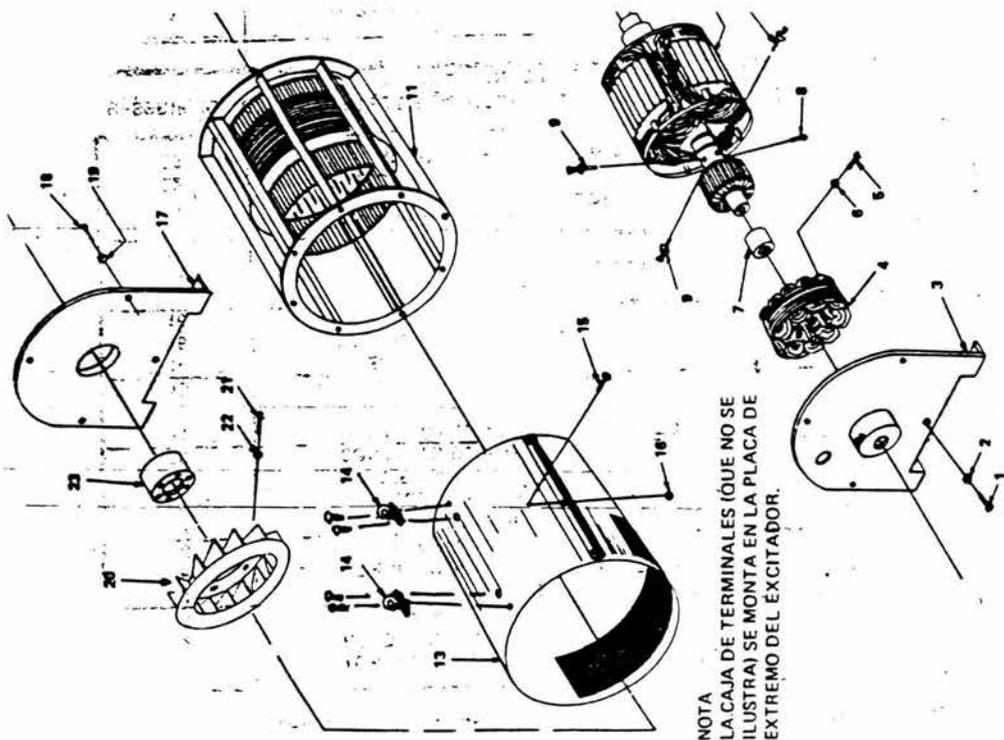


Figura IV.37.- Vista Desplegada de los Componentes Generador, *Potencia*®
de Dos Rodamientos.

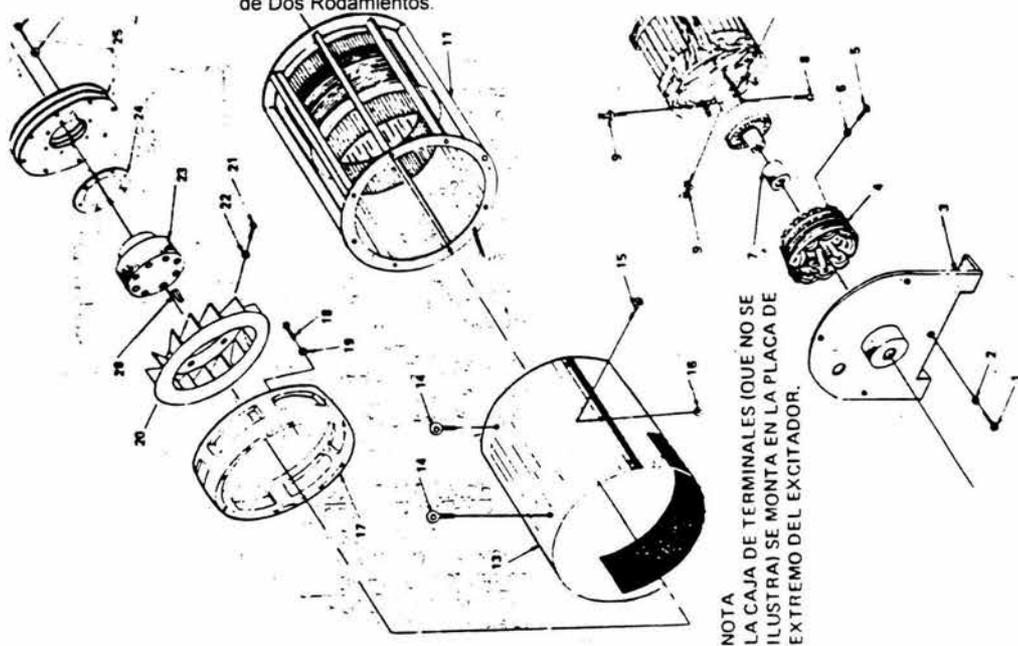


Figura IV.38.- Vista Desplegada de los Componentes, Generador *Potencia*®
de Un Rodamiento

PROGRAMA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO.

1.-Inspeccionar los conductores y dispositivos de control para ver si tienen aislamiento agrietado y terminales flojas.						
2.- Inspeccionar el equipo de control para ver si tiene tornillos flojos, etc.						
3.- Inspeccionar los aparatos de control para ver si tienen acumulaciones de polvo, humedad u otros.						
4.- Limpiar el exterior del generador y las rejillas de ventilación.						
5.- Cuando haya polvo o humedad excesivos limpiar o secar el interior del generador.						
6.- Con la unidad en marcha comprobar el ajuste y funcionamiento correctos de los dispositivos de control e indicadores.						
7.- Con la unidad en marcha observar si hay ruido o vibraciones anormales.						

CONCLUSIONES.

En México, los parámetros importantes que describen la Calidad de Energía Eléctrica son los siguientes:

- Frecuencia.
- Voltaje y sus variaciones.
- Contenido Armónico.
- Factor de Potencia.
- Cargas no lineales.
- Normas de el CBEMA.

La Frecuencia.- El parámetro de la frecuencia puede ser relativamente insignificante cuando la potencia es derivada de la Compañía de Luz y Fuerza del Centro (CLyF) o directamente de la Comisión Federal de Electricidad (CFE); pero puede llegar a ser una consideración importante de diseño, cuando fuentes independientes son aplicadas como medios para mejorar la calidad de potencia. Se debe tomar en consideración lo siguiente, en cuanto a frecuencia se refiere.

Voltaje y sus variaciones.- Los fabricantes de equipos, usualmente especifican las máximas desviaciones momentáneas de voltaje, dentro de las cuales los equipos pueden operar sin errores considerables o pueden soportar el daño debido a estas variaciones.

El voltaje monofásico y trifásico de 208Y/120 es la unidad de voltaje más comúnmente utilizado en el equipo de cómputo con algunos voltajes monofásicos de 120, 120/240 y 240 Volts. Algunos equipos son reconectables para usar varios voltajes usando un transformador con derivaciones internas. La tolerancia de voltaje a 60 Hz varía entre los fabricantes, los límites listados en ANSI-C84.1-1977. Estos límites se encuentran normalmente entre +6% y -13%. Algunos fabricantes especifican un límite de duración para la pérdida total de voltaje desde 1 mseg hasta un ciclo.

Aunque no es especificado por todos los fabricantes, el máximo desbalanceo de de voltaje de fase a fase con una carga trifásica balanceada, debe estar en el rango de 3.0%. Un excesivo desbalanceo de voltaje de fase, puede causar un calentamiento considerable en aparatos trifásicos. Además, altas ondulaciones o rizados, son provocados en los suministros de potencia trifásica de C. A. – C. D., si el desbalanceo de voltaje al suministro es alto. El porcentaje de desbalanceo de voltaje está definido por:

$$(100) (3) \left(\frac{V_{\text{máx}} - V_{\text{mín}}}{V_a + V_b + V_c} \right)$$

La curva de voltaje debe ser senoidal, con un factor de cresta de 1.414 ± 0.1 . La desviación en la forma de onda debe estar limitada a $\pm 10\%$ de Línea al Neutro. La variación en amplitud (en tiempo) de la onda no debe exceder $\pm 0.5\%$.

La excesiva modulación de voltaje puede producir pulsos y rizados adicionales en la salida de los suministros de potencia de C. A. – C. D. Algunos equipos (cargas), tienen unidades rectificadoras de media onda y SCR (control de fase de media onda), los cuales son capaces de crear una componente de Corriente Directa de carga y una corriente más grande en el Neutro que en los conductores de Fase.

La energización de un sistema de un equipo (carga), puede dar lugar a severas demandas en la fuente de potencia. Se han hecho esfuerzos por parte de los fabricantes para reducir la sobredemanda (*inrush*) por varios métodos y menos severo. La energización de grandes cargas es llevado a cabo en niveles y en forma secuencial, manual o automáticamente. Aun con los métodos de reducción, son comunes altas corrientes de sobredemanda en muchas piezas y partes de los equipos (cargas).

La máxima distorsión de armónicas permisible en las líneas de entrada está en el rango de 3 a 5%; pero normalmente es de 5%. El contenido excesivo de armónicas puede causar calentamiento en aparatos magnéticos tales como transformadores, motores y bobinas de reacción. La distorsión de armónicas también aparecerá como un rizo adicional en la salida de algún suministro de potencia de C. A. - C. D. y también, causa límites de umbral para variar en pico y en promedio en circuitos sensores. Cualquiera de las dos situaciones anteriores puede causar errores en los datos.

El factor de potencia característico de una carga es relativamente alto. El Factor de Potencia en las cargas de 60 Hz generalmente, se encuentra desde 80 a 85%. Durante la energización inicial y puesta en marcha, el Factor de Potencia puede estar tan bajo como el 50% por periodos cortos.

Ciertos elementos en la carga tales como circuitos magnéticos saturados, pueden causar distorsiones en la forma de onda del voltaje. Con frecuencia, resultan problemas en la fuente debido al reflejo del ruido generado por la carga tales como los picos bruscos causados por el encendido y apagado de dispositivos o por el disparo de dispositivos de estado sólido de alta velocidad (SCR o diodos), los cuales son una parte de la carga de cualquier circuito eléctrico. Los picos bruscos de duración de microsegundos, pueden hacer que en la línea de 120 Volts se presenten algunos cientos de volts. Estos disturbios, pueden ser eliminados por filtración para evitar interferencias con otras partes de la carga.

BIBLIOGRAFÍA.

- Bautista, R. (1992). **Análisis de Cortocircuito en Sistemas Eléctricos Industriales.** México: Limusa.
- Bratu, N. (1989). **Instalaciones Eléctricas, Conceptos Básicos y Diseño.** México: Alfa-Omega.
- Capistrán Martínez, L. (1997). **Instalaciones Eléctricas para Centros de Cómputo.** Tesis de Licenciatura en Ingeniería Mecánica Eléctrica. México: UNAM.
- Deere Power System Group. (1996). **Manual de Operación y Mantenimiento de Motores Diesel OEM 404 y 6068.** EUA: Deere Power System Group.
- Henríquez Harper, E. (1992). **Manual de Instalaciones Eléctricas Residenciales e Industriales.** México: Noriega Editores.
- Industrial S. A. (1998). **Información para Instalación, Operación y Mantenimiento de Generadores de potencia de 10, 15 y 20 KW.** México: Editorial Industrial S. A.
- Martín, J. R. (1990). **Diseño de Subestaciones Eléctricas.** México: Trillas.
- Ottomotores S. A. (2001). **Manual Técnico de Instalación, Operación, Mantenimiento y Servicio de Plantas Generadoras de Energía Eléctrica.** México: Editorial Ottomotores S. A.
- SELMEC. (2000). **Manual de Operación y Mantenimiento de Plantas Eléctricas de Emergencia.** México: Editorial SELMEC.

ÍNDICE

Introducción.....	1
Objetivo General.....	3
Objetivos Particulares.....	3

CAPÍTULO I.

Descripción y Funcionamiento Básico del Motor Diesel de Combustión Interna.

I.1.-Características.....	4
I.2.- Funciones del Sistema de Control.....	7
I.2.1.- Falla de la Alimentación Normal.....	7
I.2.2.- Se Reestablece la Alimentación Normal.....	8
I.2.3.- Se Ejercita la Planta Eléctrica.....	9
I.3.- Motor de Combustión Interna Diesel.....	9
I.3.1.- Definición.....	9
I.3.2.- Clasificación del Motor Diesel.....	9
I.3.3.- Principio de Funcionamiento.....	9
I.3.4.- Partes Estacionarias del Motor.....	13
I.3.5.- Partes Móviles del Motor.....	14
I.3.6.- Lista de Partes del Motor Diesel.....	16
I.3.6.1.- Ensamble Exterior.....	16
I.3.6.2.- Ensamble Interior.....	17
I.3.7.- Términos Básicos del Motor.....	21
I.3.8.- Diferencias Básicas entre los Motores de Gasolina y Diesel.....	23
I.3.9.- Tipos de Inyección en Motores Diesel.....	24
I.3.10.- Modelos de Plantas.....	26

CAPÍTULO II.

Descripción y Funcionamiento del Motor Diesel de Combustión Interna.

II.1.- Sistemas del Motor de Combustión Interna Diesel.....	28
II.1.1.- Sistema de Combustión (Cummins Perkins).....	28
II.1.2.- Sistema de Admisión de Aire.....	33
II.1.3.- Sistema de Escape.....	37
II.1.4.- Sistema de Lubricación.....	40
II.1.5.- Sistema de Enfriamiento.....	43
II.2.- ¿Qué le Falla al Motor Diesel?.....	47
II.3.- Mantenimiento de Motores.....	53
II.3.1.- Atención Periódica Motores Perkins.....	53

CAPÍTULO III.

Circuito de Arranque y Paro del Motor Diesel de Combustión Interna.

III.1.- Introducción.....	56
III.2.- Instalación.....	56
III.3.- Operación.....	56
III.4.- Relevadores Magnéticos.....	58
III.4.1.- Principios Electromagnéticos.....	58
III.5.- Relevadores Térmicos.....	61
III.6.- Interruptor de Circuito.....	65

III.7.- Secuencia de Operación para el Circuito de Arranque y Paro del Motor de Combustión Interna (Control Maestro).....	70
III.8.- Paro del Motor.....	72

CAPÍTULO IV.

Características Operativas del Generador de *Potencia*® Utilizado en una Planta Generadora de 10 Kw a 350 Kw.

INTRODUCCIÓN Y DESCRIPCIÓN.

IV.1.- Introducción.....	76
IV.2.- Sistema Generador de Corriente Eléctrica de Marca <i>Potencia</i> ®.....	76
IV.3.- Generador <i>Potencia</i> ®.....	76
IV.4.- Excitador <i>Potencia</i> ® sin Escobillas.....	78
IV.5.- Regulador de Voltaje <i>Potencia</i> ® <i>Regutrón</i>	79
IV.6.- Especificaciones de <i>Potencia</i> ®.....	82
IV.7.- <i>Potencias</i> ® Opcionales.....	82
IV.8.- Teoría del Funcionamiento.....	82

INSTALACIÓN.

IV.9.- Inspección de Recibo.....	84
IV.10.- Desempaque y Almacenaje.....	84
IV.11.- Ubicación.....	85
IV.12.- Montaje de Generadores de un Rodamiento.....	85
IV.13.- Acoplamiento y Alineación del Generador con Acoplamiento de Disco y Adaptador en la Máquina Motriz.....	85
IV.14.- Montaje de Generadores de Dos Rodamientos.....	93
IV.15.- Selección de Impulsión para Generadores de Dos Rodamientos.....	93
IV.16.- Impulsión por Bandas (Información General).....	93
IV.17.- Bandas Trapezoidales ("V").....	93
IV.18.- Bandas Planas.....	93
IV.19.- Bandas Dentadas.....	93
IV.20.- Acoplamiento por Engranés y Acoplamientos Flexibles (Información General).....	94
IV.21.- Impulsión por Engranés.....	94
IV.22.- Instalación y Alineación de Impulsión con Acoplamiento Flexible.....	94
IV.23.- Vibración.....	98
IV.24.- Uso de Espigas de Agua.....	98
IV.25.- Dispositivos Protectores.....	98
IV.26.- Conexiones Eléctricas.....	98

OPERACIÓN.

IV.27.- Prueba del Equipo antes de la Operación.....	101
IV.28.- Procedimiento para Arranque Inicial del Generador <i>Potencia</i> ®.....	101
IV.29.- Instrucciones para Operación de Un solo Generador.....	102
IV.30.- Instrucciones para Operación de Generadores en Paralelo.....	103
IV.31.- Secuencia de Fases.....	103
IV.32.- Sincronización de Generadores en Paralelo.....	103
IV.33.- División de Carga Activa (KW) entre Generadores en Paralelo.....	104
IV.34.- División de KVA Reactivos entre Generadores en Paralelo.....	104

MANTENIMIENTO.

IV.35.- Mantenimiento Preventivo.....	106
---------------------------------------	-----

IV.36 - Información para Lubricación de Rodamientos.....	106
IV.37 - Limpieza.....	106
IV.38 - Protección para los Embobinados.....	107
IV.39 - Prueba de Resistencia del Aislamiento.....	107
IV.40 - Secado de Embobinados.....	107
IV.41 - Prueba de Rectificadores Rotatorios del Excitador sin Escobillas con un Óhmetro.....	108
IV.42 - Prueba de Rectificadores Rotatorios del Excitador sin Escobillas con una Luz de Prueba.....	111
IV.43 - Prueba del Protector contra Sobrevoltaje con Luz de Prueba.....	111
IV.44 - Restauración del Magnetismo Residual.....	112
IV.45 - Prueba de Componentes del Regulador de Voltaje.....	112
IV.46 - Desmontaje de Rodamientos.....	114
IV.47 - Instalación de Rodamientos.....	114
IV.48 - Localización de Defectos o Fallas.....	114
IV.49 - Instrucciones para Desarmar el Generador <i>Potencia</i> ® de Dos Rodamientos.....	115
IV.50 - Instrucciones para Desarmar el Generador <i>Potencia</i> ® de Un Rodamiento.....	119
Conclusiones	124
Bibliografía	126
Índice	127