



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

ESCUELA NACIONAL DE ESTUDIOS PROFESIONALES  
CAMPUS ARAGON

"TEORÍA DE OPERACIÓN DE UNA PLANTA ELÉCTRICA DE EMERGENCIA DE BAJA TENSIÓN CON UN RANGO DE 10 A 35 KW"

**T E S I S**

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE:  
INGENIERO MECÁNICO ELÉCTRICO  
(ÁREA: ELÉCTRICA - ELECTRÓNICA)  
P R E S E N T A N :  
ALEJANDRO GUTIÉRREZ CONTRERAS  
ROGELIO RAMOS GONZÁLEZ

ASESOR DE TESIS: ING. JESÚS NÚÑEZ VALADEZ

ESTADO DE MEXICO, 2005

m. 342412



Universidad Nacional  
Autónoma de México



**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  
AVENIDA DE  
MEXICO

ESCUELA NACIONAL DE ESTUDIOS PROFESIONALES  
ARAGÓN  
DIRECCIÓN

ALEJANDRO GUTIERREZ CONTRERAS  
P R E S E N T E.

En contestación a la solicitud de fecha 31 de agosto del año en curso, presentada por Rogelio Ramos González y usted, relativa a la autorización que se les debe conceder para que el señor profesor, Ing. JESÚS NÚÑEZ VALADÍZ pueda dirigirles el trabajo de tesis denominado "TEORIA DE OPERACIÓN DE UNA PLANTA ELECTRICA DE EMERGENCIA DE BAJA TENSION CON UN RANGO DE 10 A 35 KW", 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 aprobada su solicitud.

Aprovecho la ocasión para reiterarle mi distinguida consideración

Atentamente  
"POR MI RAZA HABLARÁ EL ESPÍRITU"  
San Juan de Aragón, México, 17 de septiembre de 2004.  
LA DIRECTORA

*L. Turcott*

ARQ. LILIA TURCOTT GONZÁLEZ



- C p Secretaría Académica.
- C p Jefatura de Carrera de Ingeniería Mecánica Eléctrica.
- C p Asesor de Tesis.

LTG/AIR/agm



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO  
ESCUELA NACIONAL DE ESTUDIOS PROFESIONALES ARAGÓN  
SECRETARÍA ACADÉMICA

**M. en I. ULISES MERCADO VALENZUELA**  
Jefe de la Carrera de Ingeniería Mecánica Eléctrica  
Presente.

En atención a la solicitud de fecha 25 de enero del año en curso, por la que se comunica que los alumnos ALEJANDRO GUTIERREZ CONTRERAS y ROGELIO RAMOS GONZALEZ, de la carrera de Ingeniero Mecánico Electricista, han concluido su trabajo de investigación intitulado "TEORÍA DE OPERACIÓN DE UNA PLANTA ELÉCTRICA DE EMERGENCIA DE BAJA TENSIÓN CON UN RANGO DE 10 A 35 KW", y como el mismo ha sido revisado y aprobado por usted, se autoriza su impresión; así como la iniciación de los trámites correspondientes para la celebración del Examen Profesional.

Sin otro particular, reitero a usted la seguridad de mi atenta consideración.

**Atentamente**  
**"POR MI RAZA HABLARÁ EL ESPÍRITU"**  
San Juan de Aragón, México, 25 de enero de 2005  
**EL SECRETARIO**

**Lic. ALBERTO IBARRA ROSAS**

Cp Asesor de Tesis.  
Cp Interesado.

AIR/



UNIVERSIDAD NACIONAL  
AUTÓNOMA DE  
MÉXICO

ESCUELA NACIONAL DE ESTUDIOS  
PROFESIONALES ARAGÓN - UNAM

JEFATURA DE CARRERA DE  
INGENIERÍA MECÁNICA ELÉCTRICA

OFICIO: ENAR/JAME/052/05.

ASUNTO: Sínoo.

LIC. ALBERTO IBARRA ROSAS  
SECRETARIO ACADÉMICO  
P R E S E N T E.

Por este conducto me permito relacionar los nombres de los Profesores que sugiero integren el Sínoo del Examen Profesional de el alumno: GUTIÉRREZ CONTRERAS ALEJANDRO, con Número Cuenta 9140018-3 con el tema de tesis: "TEORÍA DE OPERACIÓN DE UNA PLANTA ELÉCTRICA DE EMERGENCIA DE BAJA TENSION CON UN RANGO DE 10 A 35 KW"

PRESIDENTE:	ING. JESÚS NÚÑEZ VALADEZ	ABRIL	77
VOCAL:	ING. NOÉ GONZÁLEZ ROSAS	DICIEMBRE	82
SECRETARIO:	ING. SERGIO GALICIA RANGEL	NOVIEMBRE	84
SUPLENTE:	ING. ADRIÁN PAREDES ROMERO	MAYO	90
SUPLENTE:	ING. ESTEBAN ARELLANO RIBERA	FEBRERO	97

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 HABLARÁ EL ESPÍRITU"

Bosques de Aragón, Estado de México 25 de enero del 2005.

EL JEFE DE CARRERA



M. en I. ULISES MERCADO VALENZUELA

c.c.p. Lic. Ma. Teresa Luna Sánchez.- Jefa del Depto. de Servicios Escolares.  
c.c.p. Ing. Jesús Núñez Valadez. Asesor.  
c.c.p. alumno

UMV/scd.

# DEDICATORIAS Y AGRADECIMIENTOS

ALEJANDRO GUTIÉRREZ CONTRERAS

Es grato saber que en cada persona que conozco hay algo que en algún momento me ha servido para llegar a esta parte de mi vida, por lo cual doy gracias.

A Dios por ser la antesala de mis pensamientos y mis acciones.

Un especial agradecimiento a mi madre Leonarda quien sin escatimar esfuerzo, ha sido siempre un invaluable apoyo para el logro de las metas que me he propuesto en la vida.

A mi padre Alejandro que siempre me motivo a continuar estudiando.

A mi esposa Marlene, mi compañera, amiga y confidente, sin cuyo valioso apoyo y comprensión, la culminación de esta etapa de mi existencia no habría sido posible.

A mi pelusita Valeria quien con su dulzura y candidez es la luz de mi existencia y la principal razón de mis esfuerzos.

A mi hermana Cecilia a quien agradezco por haberme aguantado toda la infancia, tus berrinches me enseñaron mucho, igualmente a Toño por ser parte de esta familia y a Denisse por volverme a recordar que para vivir hay que luchar.

A mis tíos Rodolfo y Paty por darme su apoyo y palabras de aliento incluyendo jalones de orejas, ya que sin ello no hubiera sido posible la culminación de esta tesis.

A la memoria de mis abuelos Nezahualcoytl, Alfonso y Celia, con quienes me hubiera gustado compartir este momento.

A mi Abuela Simona, a mis tíos Lucero, Yolanda, Mauricio, Alfonso, y Guillermo a quienes sé, les dará mucho gusto.

A todos mis primos Gerardo, Guillermo, Nohemí, Celia, Luz María, Eduardo, Isaac, Maribel, Ernesto, Mario, Rudy, Alfonso, por compartir la dicha de ser familia.

A mi suegro el Doctor Sánchez y su esposa por ayudarme con sus consejos y por confiar en mí.

Al ingeniero Carlos Vera López por su apoyo y confianza incondicional, porque los amigos aceptan nuestros límites pero buscan nuestro progreso.

A mi cuñada Judith y su esposo Jorge por su inestimable ayuda al permitirme colaborar en el Bigburger.

A mi cuñada Lizbeth por sus buenos deseos.

A mis compañeros de oficina Tomas Alberto, Agustín, Julio, Juan Antonio, El Roger por supuesto, Ing. Juan José Reyes, Flor Susana, Carlos, Rubén Agustín, Norma Aidee, Ing. Alberto Prom, Ing. Juan José Piña, por sus ideas y apoyos.

A mis amigos de la universidad Rosario Pérez, Carlos, Miguel y Juan por compartir tantas nuevas vivencias e ir de la mano creciendo cada año.

Y a todos los que por mi amnesia mental en este momento se me hayan olvidado.

Gracias.

Con voluntad he logrado una meta más ante el sinuoso y difícil camino de la vida. Sin embargo esto no hubiera sido posible sin el profundo cariño y apoyo que he recibido de mis padres y hermanos. No existen palabras para agradecerles lo que han hecho por mí; les estaré eternamente agradecido y son a ustedes, a quienes dedicare mis triunfos.

A mis Padres:

Aurelia González López  
Octaviano Ramos Fermín.

A mis hermanos:

Margarita, Luz María, Maria Carmen Reyna  
Luz Gloria, Roberto, Aurelio.

Y especialmente a:

Octaviano por alentarme a terminar y lograr una meta más.

A Pascual.

Mi hermano.

Quien me ha apoyado siempre en todo momento, y que ha tenido la paciencia de soportar mi carácter que solo a mí me identifica.

A mi compadre Ángel.

Quien por siempre lo he considerado mi mejor amigo desde la niñez y que por el solo hecho de serlo, tiene un lugar muy importante en mi vida y con el cual quiero compartir mi esfuerzo.

Y a todas aquellas personas que no he mencionado y que incondicionalmente han puesto un granito de su confianza en mi persona, solo me resta decir .....

Gracias.

## INTRODUCCIÓN.

La función principal y primordial de un grupo electrógeno es suministrar energía eléctrica a una carga en la cual la interrupción por parte de la línea comercial (Comisión Federal de Electricidad y/o Compañía de Luz y Fuerza del Centro), puede ser crítica o provocar pérdidas cuantiosas en una Empresa o Industria por detener proceso(s) de producción, pérdida de información en los equipos de cómputo respaldados por Fuentes No-Interrumpibles, en los cuales el respaldo se limita a sólo unos minutos, o la pérdida de las comunicaciones como es el caso de las estaciones retransmisoras, estaciones de radio, canales de televisión, etcétera.

El grupo electrógeno está formado principalmente por un motor de combustión interna, el cual puede ser de 2 ó de 4 tiempos, y puede ser del tipo alimentado por gasolina, diesel o gas natural. El Motor Diesel normalmente se acopla en forma directa a un Generador de Corriente Alterna, el cual puede ser monofásico o trifásico del tipo de inducción sin escobillas, la función del mismo, es transformar la Energía Mecánica del Motor de Combustión Interna en Energía Eléctrica disponible en las terminales del Generador. La potencia neta que proporciona el Motor de Combustión Interna en Caballos de Vapor (HP) medidos en el volante del mismo, es igual a la potencia en kW que proporciona el Generador Eléctrico en las terminales del mismo multiplicada por la eficiencia de operación del Generador Eléctrico.

Cuando se tienen equipos trabajando bajo condiciones de operación diferentes a las especificadas en la placa del mismo, como son: factor de potencia, altura de operación en metros sobre el nivel del mar, temperatura ambiente, etcétera; se tiene que realizar algunas correcciones en los cálculos de la potencia, ya que ésta se ve afectada por los factores antes descritos, para no incurrir en errores, y por lo mismo, no afectar la vida útil del equipo electrógeno. También se debe tener especial atención en la combinación de cargas con las que cuenta la instalación, ya que esto modifica el factor de potencia de operación del equipo, y se modifica automáticamente, la corriente a suministrar por dicho equipo electrógeno.

En la actualidad, se pueden encontrar cada vez más cargas con un grado de complejidad superior en relación al pasado, como son los sistemas ininterrumpibles de energía (UPS), variadores de velocidad, cargadores de baterías. O cualquier equipo que esté compuesto por rectificadores controlados por silicio (SCR); estos dispositivos debido al disparo de los SCR, generan picos transitorios de alto voltaje en el generador y "generan" así mismo, un alto contenido de armónicas en el sistema con el consiguiente daño a los componentes del generador, equipo de control y fatiga del aislamiento de cables y embobinados del generador.

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 35 KW, tanto en su Diseño como en su Puesta a Punto.*

### OBJETIVOS PARTICULARES.

- 1.- Establecer las características generales del Funcionamiento Básico de una Planta Eléctrica Automática.
- 2.- Establecer las características, descripción y funcionamiento del Sistema Eléctrico del Motor Diesel de Combustión Interna de una Planta Eléctrica Automática.
- 3.- Establecer las características operativas de una Planta Generadora Automática de rango de 10 a 35 kW.
- 4.- Establecer las políticas de Mantenimiento Preventivo y Correctivo de una Planta de Emergencia de Baja Tensión.

## CAPÍTULO I.

### GENERALIDADES DE UNA PLANTA ELÉCTRICA AUTOMÁTICA.

#### **I.1.- Características Generales.**

Las Plantas Eléctricas “SELMEC”<sup>1</sup> 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, kilowathorímetro (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.

---

<sup>1</sup> SELMEC. Marca Registrada de Plantas Eléctricas de Emergencia.

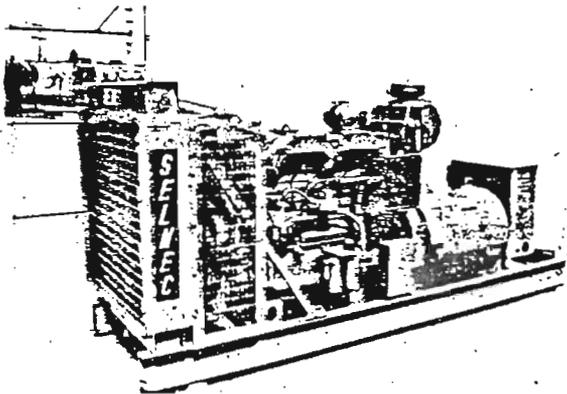


Figura I.1.- Planta Eléctrica Automática.

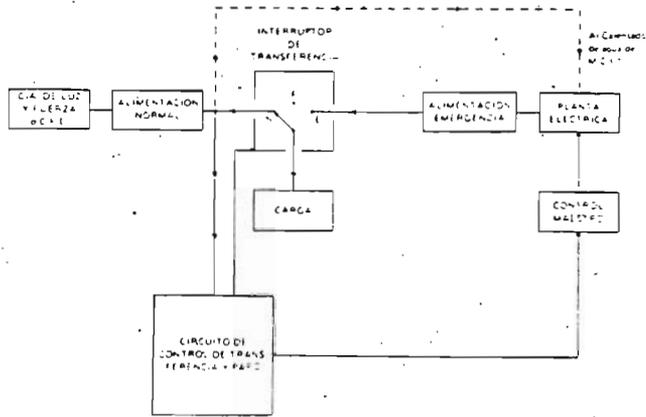


Figura 1.2.- Sistema de Emergencia "SELMEC"

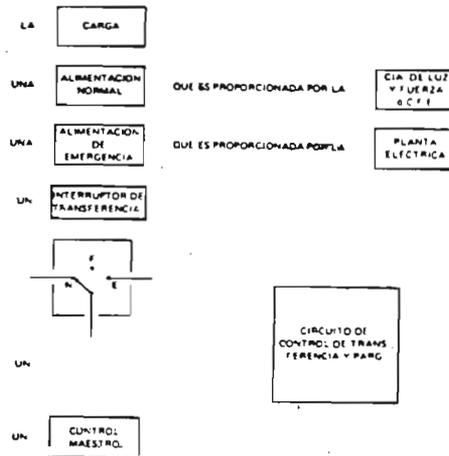


Figura 1.3.- Arreglo Típico del Sistema Eléctrico de una Industria con dos Alimentaciones.

## 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:

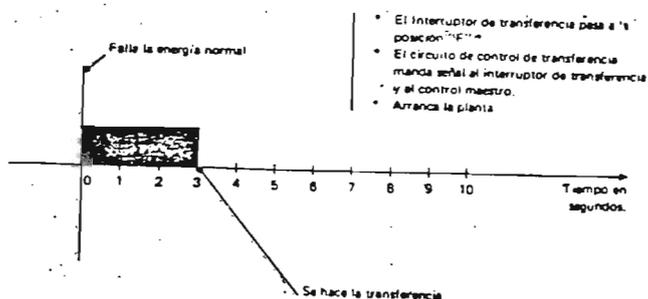
Interruptor de transferencia para que éste se prepare para pasar a la posición de emergencia "E".

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.



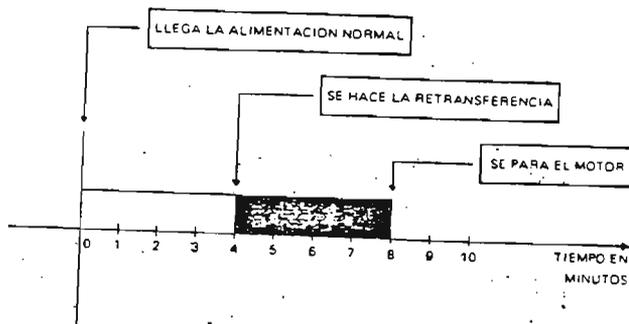
Gráfica I.1.- Secuencia de Operación del Sistema de Control en el caso de: Falla en la Alimentación Normal.

### 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.

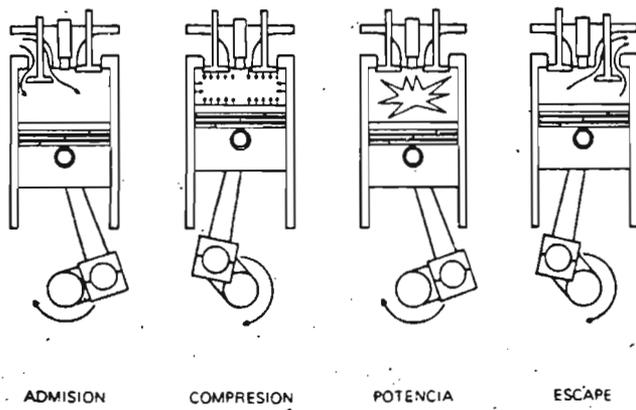


Figura I.4.- Motor Diesel SELMEC.

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.

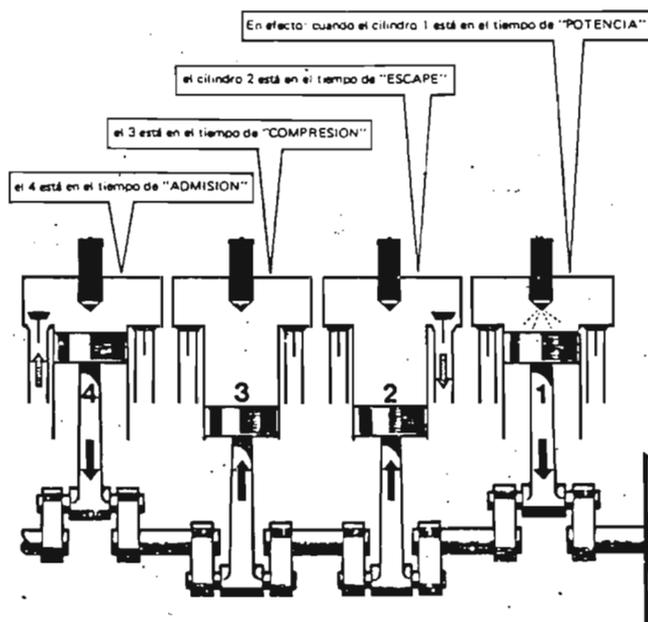


Figura I.5.- Tiempos de un Motor de Combustión Interna Diesel.

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 recíproca; 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 materia 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.

### 1.3.6.- Lista de Partes del Motor Diesel.

#### 1.3.6.1.- 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 Autotrabador.
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.

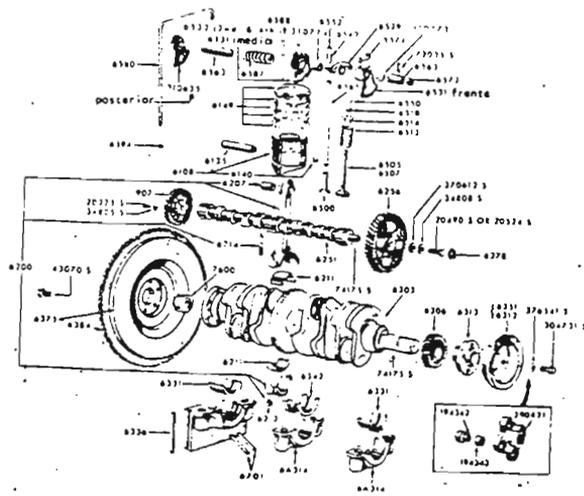


Figura I.6.- Vista Interior de un Motor Diesel.



### 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.

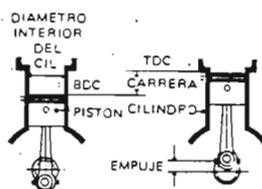


Figura 1.8.- Partes Mecánicas de un Motor.

**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 se 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 <sup>2</sup>	500-600 lbs/plg <sup>2</sup>
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.

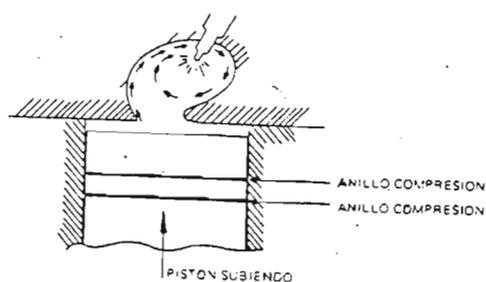


Figura 1.9.- Inyección Indirecta. La inyección se hace en la Cámara de Combustión Maquinada en la Cabeza del Motor fuera del Cilindro.

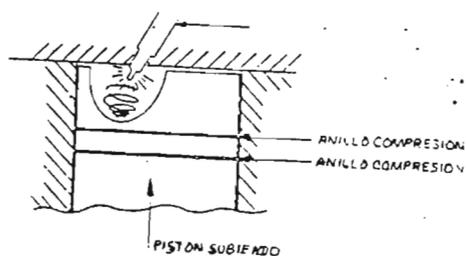


Figura 1.10.- Inyección Indirecta. La inyección se hace sobre la Cámara de Combustión Maquinada en el Pistón.

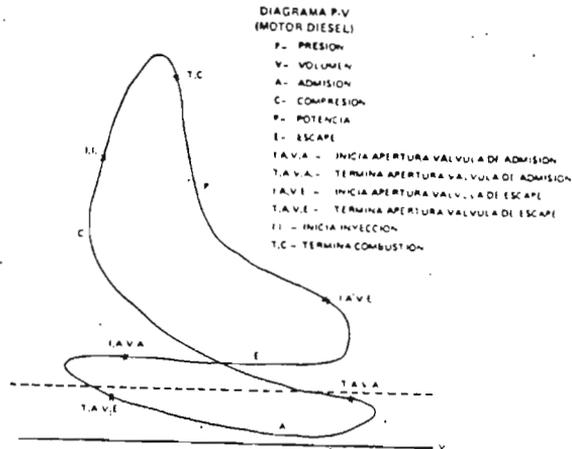
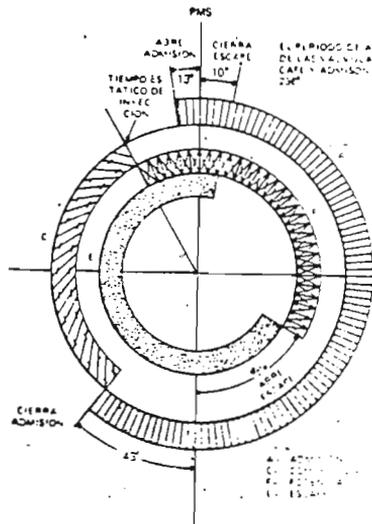


Figura I.11.- Diagrama P.V.



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 DEL SISTEMA ELÉCTRICO DEL MOTOR DE COMBUSTIÓN INTERNA DE UNA PLANTA ELÉCTRICA AUTOMÁTICA.

#### **II.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.

#### **II.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.

#### **II.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.

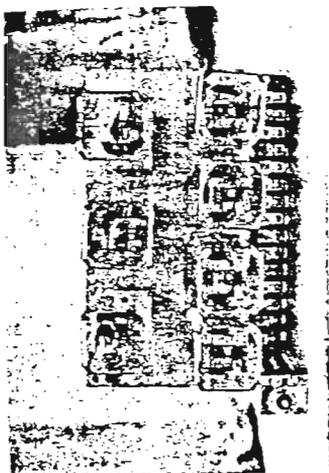


Figura II.1.- Vista Física del Control Maestro.

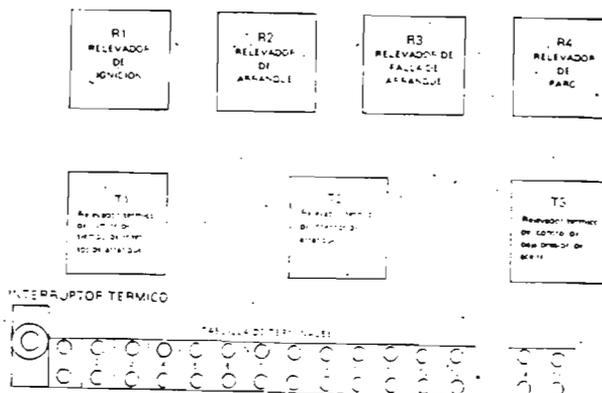


Figura II.2.- Localización Física de los Componentes del Control Maestro.

## II.4.- Relevadores Magnéticos.

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

### II.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.

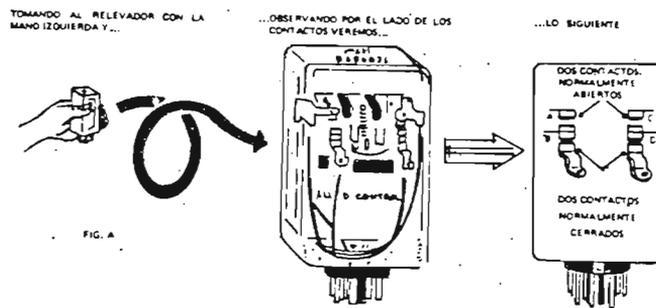
ñ).- Ya que los relevadores son utilizados en control y los controladores tienen su diagrama, entonces el relevador se representa por medio de un símbolo, y el símbolo que se usará para representar un relevador en un diagrama elemental es:

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:

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



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

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

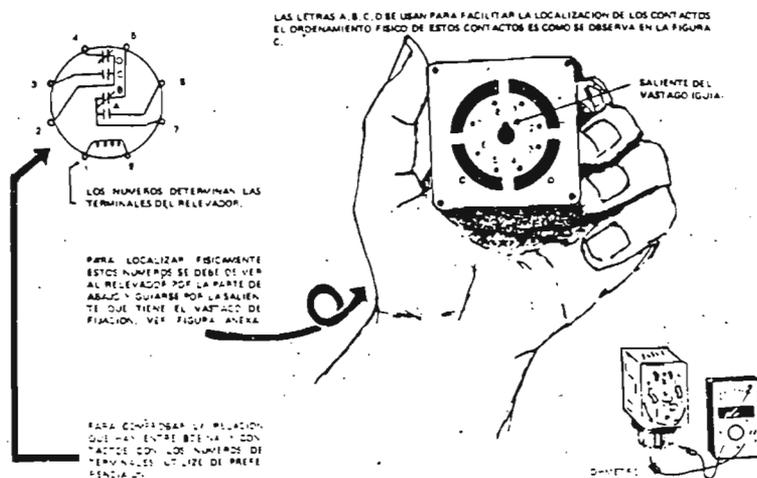


Figura II.4.- Diagrama Esquemático de cada uno de los Relevadores.

## II.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.

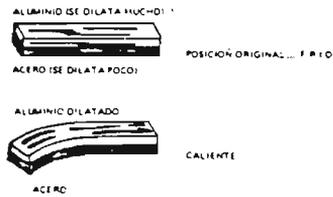


Figura II.5.- Principio Físico de Dispositivos Bimetálicos.

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.

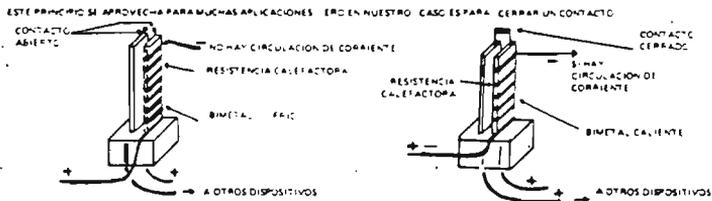


Figura II.6.

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).

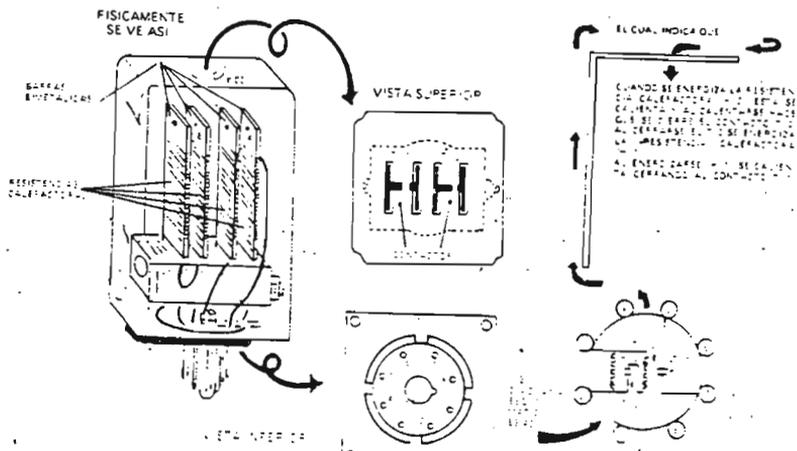


Figura II.7.- Relevadores en un Control Maestro.

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.

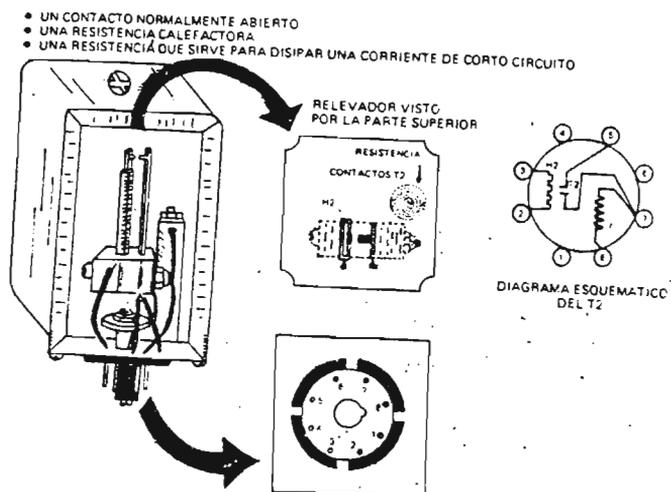


Figura II.8.- Relevador Visto por la Parte Inferior.

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.

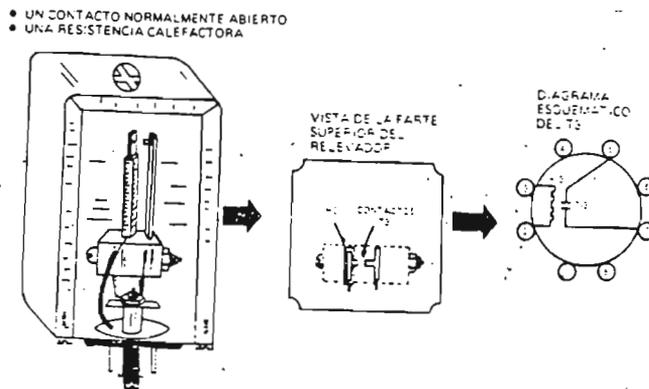


Figura II.9.- Relevador visto de la parte Superior.

## II.6.- Interruptor de Circuito.

Este dispositivo funciona:

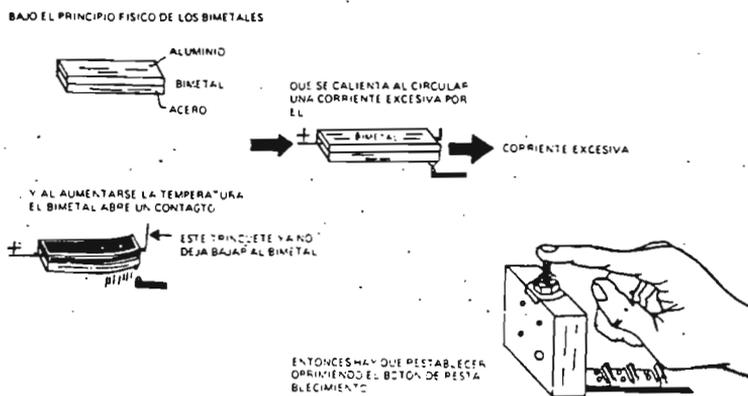


Figura II.10.- Interruptor de Circuito.



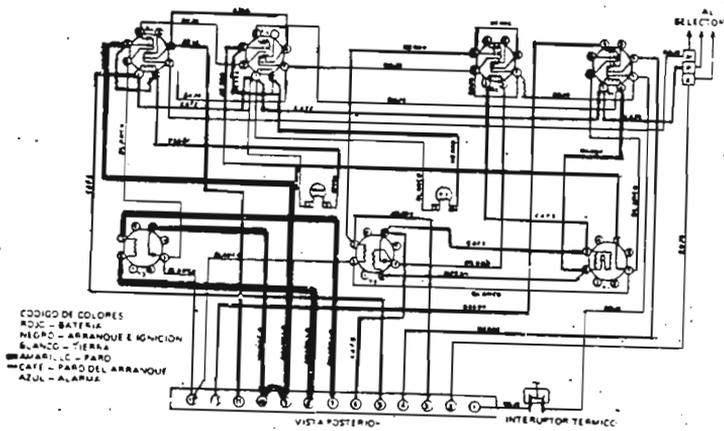


Figura II.12.- Diagrama de Alambrado del Control Maestro 10 CAP para 12 y 24 Volts.

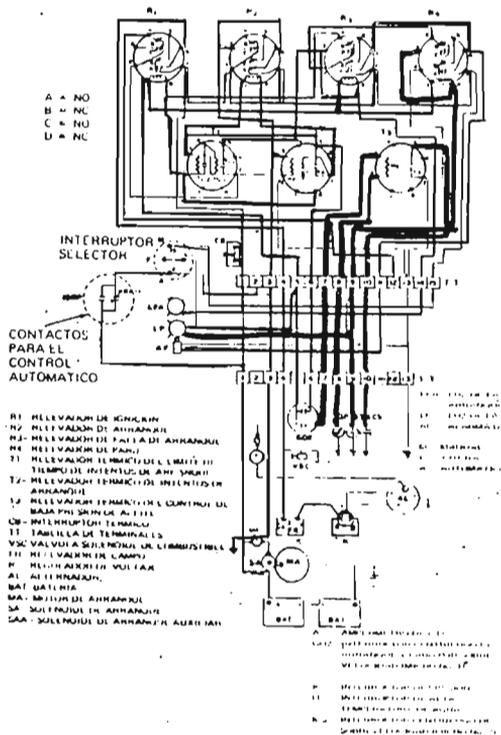


Figura II.13.- Diagrama de Alambrado del Sistema Eléctrico de un MCI (Diesel), de una Planta Eléctrica de Emergencia en el cual va Instalado un Control Maestro.

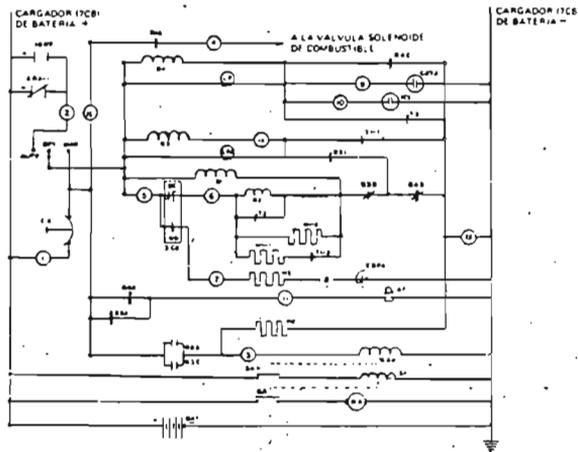


Figura 11.14.- Diagrama de Control Maestro para Plantas Eléctricas Automáticas.

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 Centrifugo 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.

### **II.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 centrifugo 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.<sup>2</sup> 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).

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.

<sup>2</sup> R.P.M.- Revoluciones por Minuto.

Al desenergizarse el solenoide auxiliar de arranque, éste 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 de 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.

### **II.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	Solenoide Auxiliar de Arranque.
SMA	Solenoide 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.



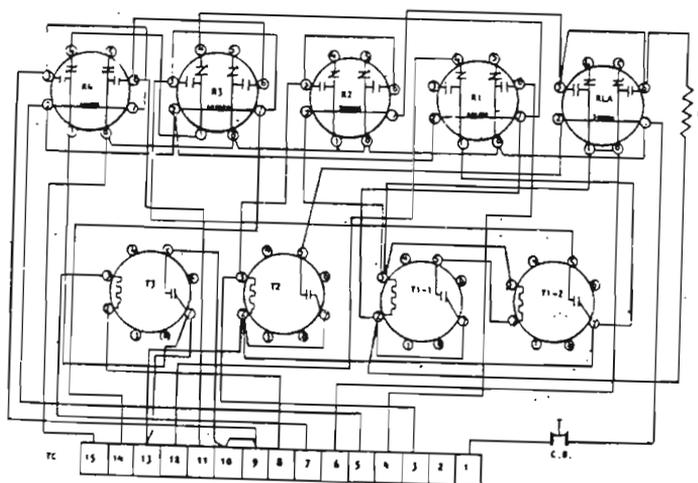


Figura II.16.- Diagrama de Alambrado del Control Maestro (Nuevo Diseño).

### CAPÍTULO III

#### CARACTERÍSTICAS OPERATIVAS DE UNA PLANTA GENERADORA AUTOMÁTICA DE RANGO DE 10KW A 35 KW.

#### INTRODUCCIÓN Y DESCRIPCIÓN.

##### III.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.

##### III.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.

##### III.3.- Generador de la Marca *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 esta soportado por el volante de la máquina impulsora, y el armazón o carcasa a la campana del motor, se pueden surtir para acopiarlos 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.

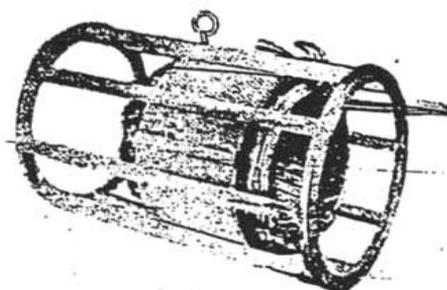


Figura III.1.- Conjunto de Armazón y Estator.

#### III.4.- Excitador de la Marca *Potencia*® sin Escobillas.

El Excitador de la Marca *Potencia*® sin Escobillas es un generador de alta frecuencia, trifásico, de armadura rotatoria; la salida es rectificadora 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 III.2.- Conjunto de Rotor del Generador y Armadura del Excitador.

### III.5.- Regulador de Voltaje de la Marca *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.

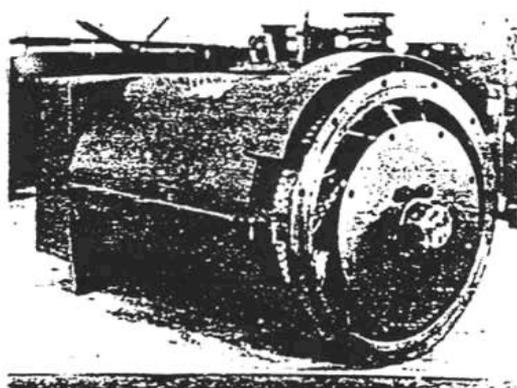


Figura III.3.- Generador de la Marca *Potencia*® 15 de Corriente Alterna.

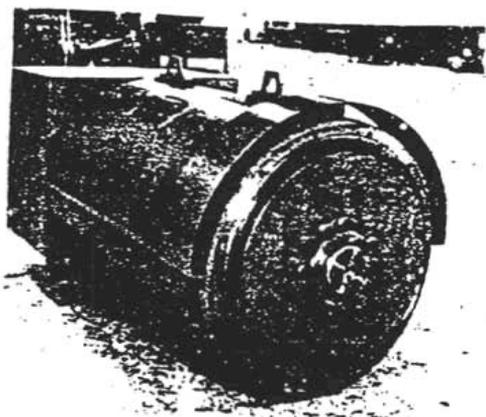


Figura III.4.- Generador de la Marca *Potencia*® 20 de Corriente Alterna.

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, capacitares 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's<sup>3</sup>, 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 Óhms
◆ Resistencia de Campo Máxima	400 Óhms
◆ 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.

<sup>3</sup> SCR.- Diodo Controlado de Silicio.

El voltaje de polarización del zener D8, del transistor Q2 y del monojuntura Q1 es cero 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.

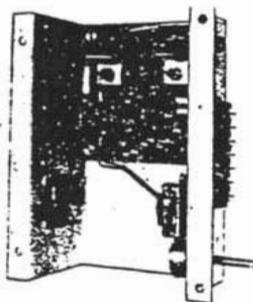


Figura III.5.- Regulador Estático Marca *Regutron*®.

### **III.6.- Especificaciones del Generador Marca *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.

### **III.7.- Generadores de la Marca *POTENCIA*® 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.

### **III.8.- Teoría de 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 tienen 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.

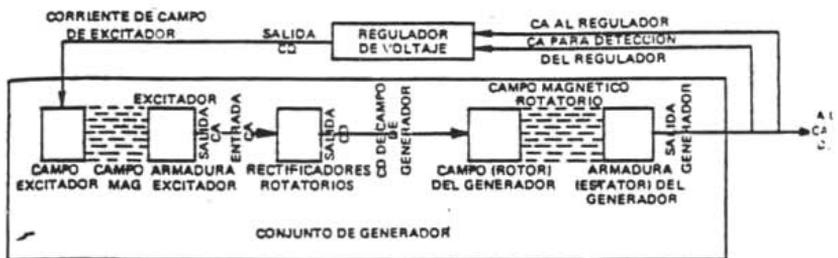


Figura III.6.- Diagrama de Bloque, Sistema de Generación de la Marca Potencia®.

## INSTALACIÓN.

### III.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.

### III.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.

### III.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.

### III.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 (lainas) según sea necesario entre la base del generador y la superficie de montaje, para linear y nivelar correctamente el generador con la máquina motriz.

### III.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 *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 el volante.

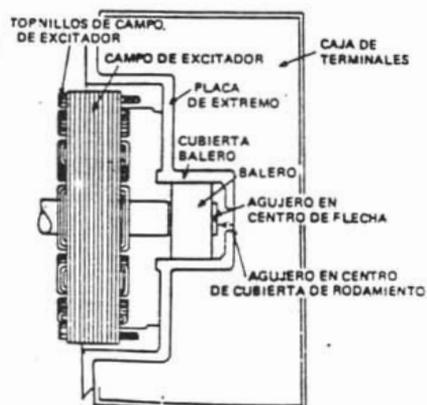


Figura III.7.- Comprobación de Juego Longitudinal de Balero.

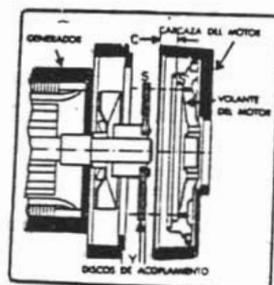


Figura III.8.- Dimensiones para Acoplamiento entre Motor y Generador.

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 el 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 el adaptador para el 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 el ventilador en la posición marcada y una separación de 13 mm entre el 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.

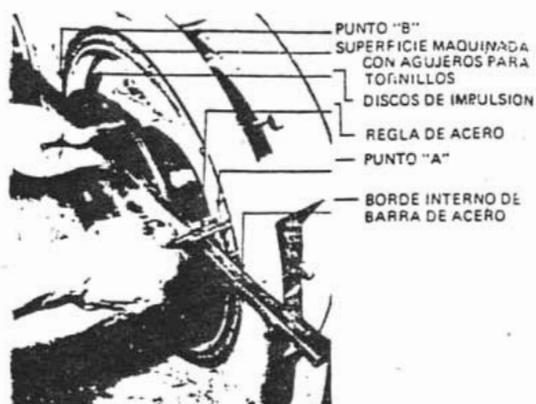


Figura III.9.- Medición de las Distancias desde el Adaptador del Generador hasta los Discos de Impulsión.



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



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

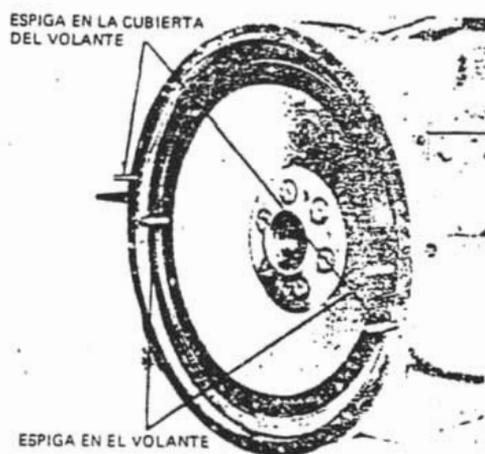


Figura III.12.- Alineación del Generador y el Motor con Tornillos de Guía (Pilotos).

REBAJO EN EL VOLANTE PARA DISCOS DE IMPULSION		
Diametro de Guia cm (Pulg.)	Diam. 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 Cubiertas 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 III.13.- Tabla, Desviación Permisible del Volante y del Rebajo para los Discos De Impulsión.

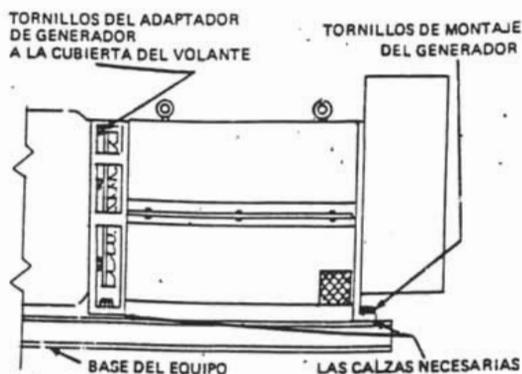


Figura III.14.- Montaje del Generador en la Base.



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

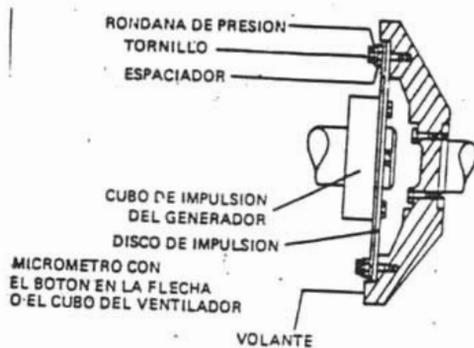


Figura III.16.- Vista Seccional de los Discos de Impulsión y del Volante.

### **III.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.

### **III.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.

### **III.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.

### **III.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.

### **III.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.

### **III.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 evita 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.

### **III.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.

### **III.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.

### **III.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 III.17.

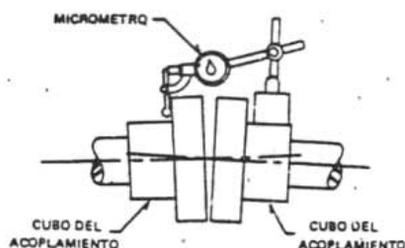


Figura III.17.- Prueba de Alineación Angular de las Flechas del Motor y del Generador.

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 III.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 III.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.

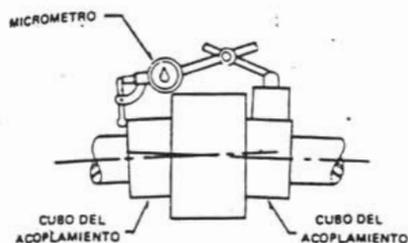


Figura III.18.- Prueba de Alineación Angular de las Flechas del Motor y del Generador Después de Instalar el Acoplamiento.

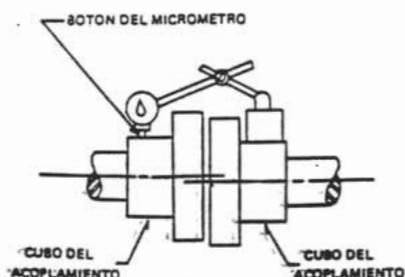


Figura III.19.- Prueba de la Alineación Paralela de las Flechas del Motor y del Generador.

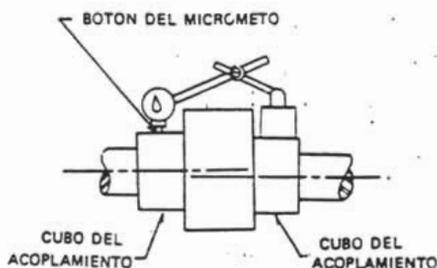


Figura III.20.- Prueba de la Alineación Paralela de las Flechas del Motor y del Generador después de Instalar el Acoplamiento.

### III.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.

### III.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.

### III.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.

### III.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.

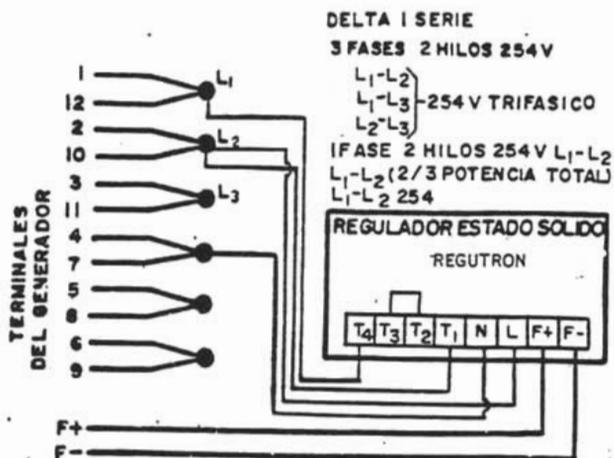


Figura III.21.

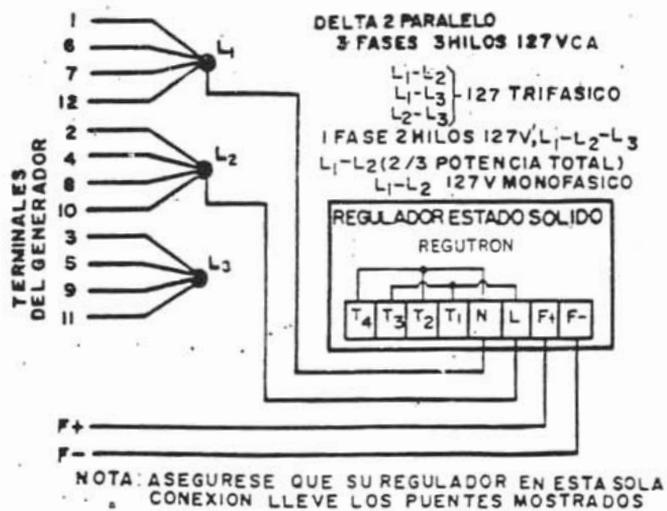


Figura III.22.

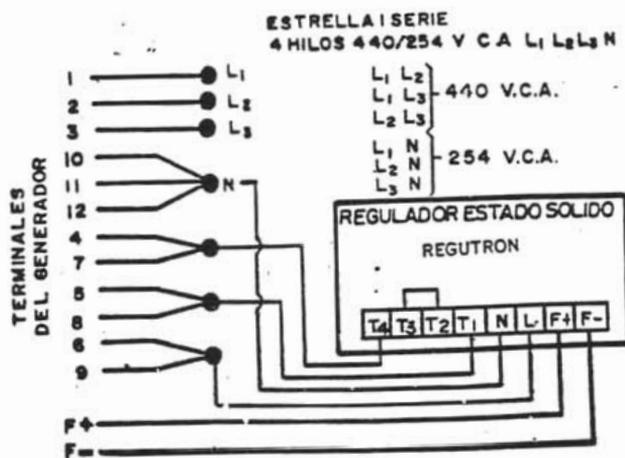


Figura III.23.

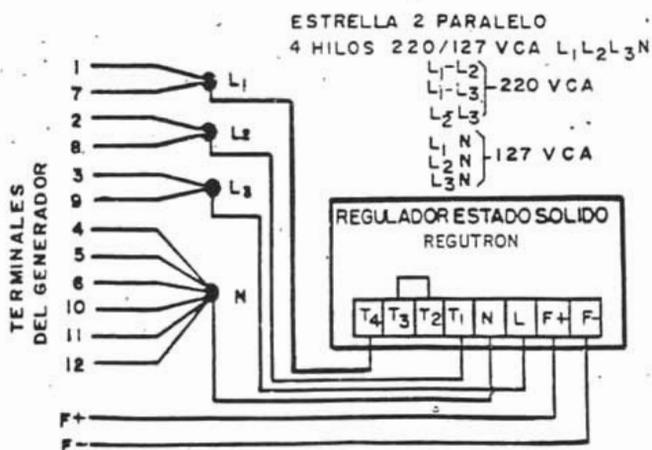


Figura III.24.

- ◆ 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 el 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.

### III.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.

### III.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 III.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 III.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 enfíe 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.

### III.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. Aceleralo 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.

### III.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.

### III.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.

### III.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 III.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.

### III.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.

### III.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 reóstato 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 reóstatos para ajuste de voltaje y las resistencias de control de caída.

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

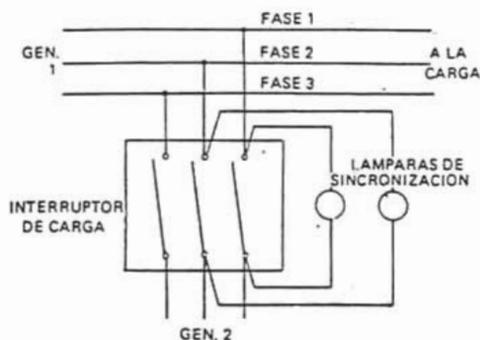


Figura III.25.- Sincronización de Generadores en Paralelo con Lámparas de Sincronización.

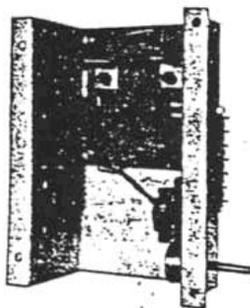


Figura III.26.- Regulador de Voltaje REGUTRON®.

## CAPÍTULO IV.

### MANTENIMIENTO DE UNA PLANTA DE EMERGENCIA DE BAJA TENSIÓN.

#### **IV.1.- Introducción.**

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.6 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.2.- 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.3.- 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/cm<sup>2</sup>.

b). Limpiar el interior del generador con aspiradora que use aire comprimido entre 1.7 y 2.8 Kg/cm<sup>2</sup>. 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.4.- 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.5.- 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.6.- 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 SATISFATORIA.

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.7.- 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.1 y IV.3. 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.

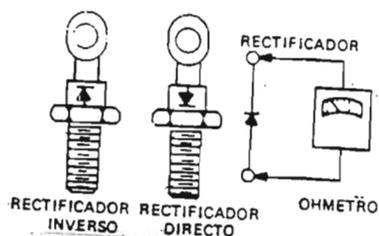


Figura IV.1.- Prueba de Rectificadores Rotatorios con Óhmetro.

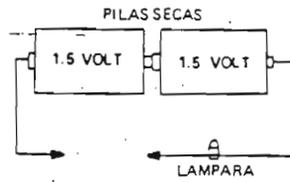


Figura IV.2 - Lámpara de Prueba.

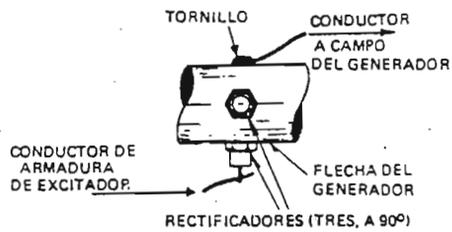


Figura IV.3.- Rectificador de Potencia de Media Onda.

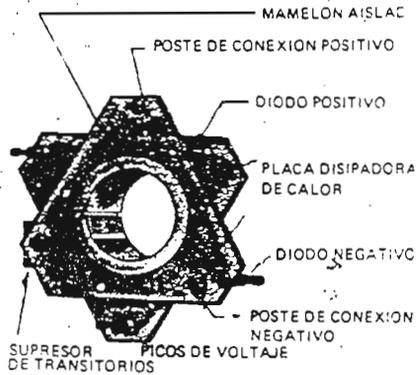


Figura IV.4.- Rectificador de Onda Completa.

#### IV.8.- 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.2. Consultar las Figuras IV.3, IV.4, IV.5 y IV.6 para identificación y, luego, conectar los alambres de la luz de prueba como sigue:

- a). Desoldar el conductor en el rectificador. Quitar el rectificador.
- b). 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.

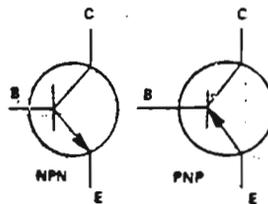


Figura IV.5.- Esquema de Transistores Bipolares.

#### IV.9.- 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.10.- 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  $\Omega$ ), 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.11.- 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 capacitores 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.6.- Cuadro para Prueba de Transistores.

#### IV.12.- 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.7.

#### IV.13.- 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 cojin caliente en la flecha. Asentar el rodamiento hasta que quede contra el reborde de la flecha.

#### IV.14.- 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.8. Corrige cualquier pequeña falla de inmediato. Las fallas pequeñas que no se corrijan, pueden causar serios daños y reparaciones costosas y pérdidas de tiempo.

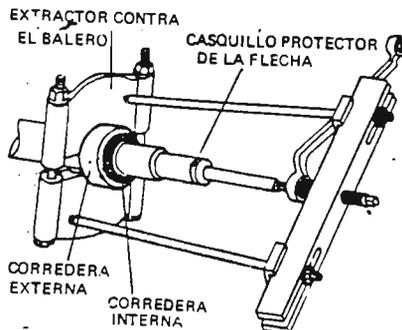


Figura IV.7.- Desmontaje de Balero.

#### **IV.15.- Instrucciones para Desarmar el Generador *Potencia*® de Dos Rodamientos.**

**Consultar** la ubicación de las piezas en la Figura IV.14 y la nomenclatura en la Figura IV.11. 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.8 y IV.9.

10). Para reemplazar los rodamientos 7 ó 23 consultar el procedimiento en los puntos IV.11 y IV.12.

SINTOMA	CAUSAS PROBABLES	CORRECCION
No Hay Voltaje	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	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.
	Circuito abierto en el campo del excitador	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.
	Pérdida de magnetismo residual en los polos del campo del excitador	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.
	Circuito abierto en el embobinado del estator	Probar la continuidad en los embobinados. Devolver a la fábrica para reparación si están abiertos.
	Mal funcionamiento del regulador automático de voltaje	Consultar el Párrafo 4.11 "Pruebas de los Componentes del Regulador de Voltaje".
	Cables de salida del generador, en corto	Eliminar el corto para restaurar el aumento de voltaje
	Abertura en los rectificadores rotatorios	Probar rectificadores rotatorios y reemplazarlos si están abiertos.
	Abertura en el campo del alternador	Probar la continuidad. Devolver el rotor a la fábrica para reparación si está abierto el campo.
	Abertura en el campo del alternador	Probar si hay cortos. Reemplazar si están deficientes.
	Armadura del excitador en corto	Probar si hay cortos. Reemplazar si está deficiente.
Bajo Voltaje	Conductores en corto entre la armadura del excitador y el campo del generador	Probar y reparar lo necesario
	Interruptor de Marcha Mínima del Motor de Combustión Interna, Abierto.	Abrir el interruptor. Ver "NOTA" en "No Hay Voltaje".
	Ajuste incorrecto del rebato de ajuste de voltaje del rebato de ajuste de gama de voltaje.	Ajustar los rebatos. Ver Sección 3 "Procedimientos para Operación".
	Carga excesiva.	Reducir la carga. Con generadores monofásicos de 3 alambres y trifásicos de 4 alambres, la carga en cada penna debe estar balanceada con la mayor uniformidad posible, y no debe exceder de la corriente especificada en ninguna de las penas.
	Pérdidas en la línea.	Aumentar el tamaño de los conductores para la línea.
	Conexión de alta resistencia. Las conexiones estarán calientes.	Hacer mejores conexiones
	Campo en corto.	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.

Figura IV.8.- Tabla de Correcciones.

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 caballoje 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.</p> <p>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 cualesquiera 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>Bateros 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 bateros secos. Reemplazar los bateros deficientes.</p> <p>Alinear el equipo generador o ajustar la banda.</p> <p>Probar si hay cortos o tierras. Reemplazar el rotor si corto o devolverlo a la fábrica para reparación.</p>

Figura IV.8.- Tabla de Correcciones (Continuación).

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.

Figura IV.8.- Tabla de Correcciones (continuación).

#### **IV.16.- Instrucciones para Desarmar el Generador de la Marca *Potencia*® de Un Rodamiento.**

Consultar la ubicación de las piezas en la Figura IV.12 y la nomenclatura de la Figura IV.10. 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.11 y IV.12.

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.9.- Descripción de las Partes de la Figura IV.11, Generador Marca *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	CUNA, sujeción del cubo de impulsión	1

Figura IV.10.- Descripción de las Partes de la Figura IV.12 Generador Marca *Potencia*® de un Rodamiento con Acoplamiento de Discos Flexibles.

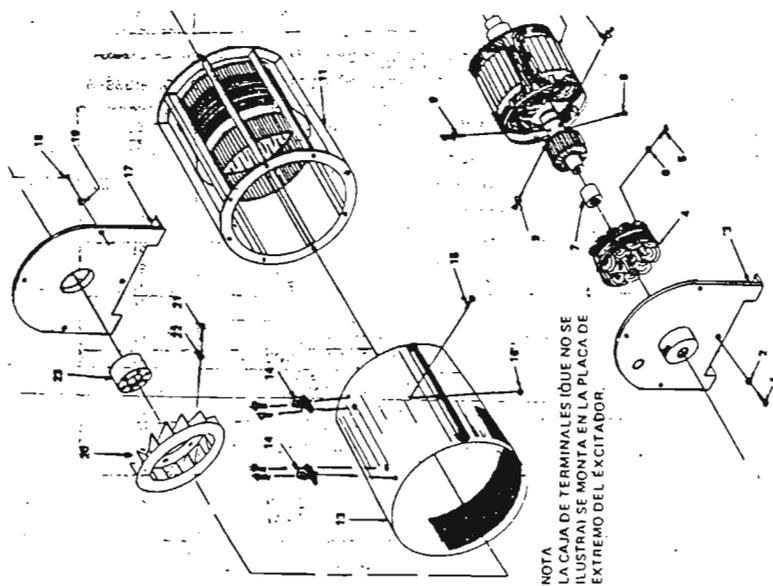


Figura IV.11.- Vista Desplegada de los Componentes Generador Marca *Potencia*®  
de Dos Rodamientos.

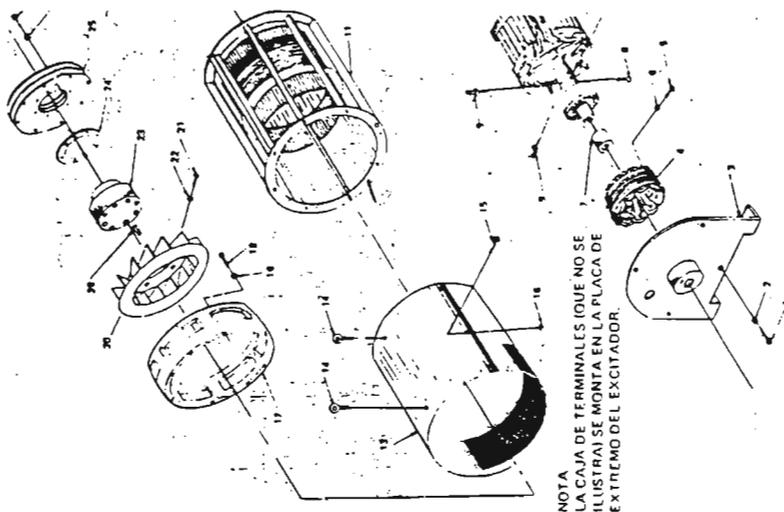


Figura IV.12.- Vista Desplegada de los Componentes, Generador Marca *Potencia*®  
de Un Rodamiento.

## 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 el caso que una Planta se tenga que aplicar a una carga compuesta por este tipo de equipos, se deberán realizar las siguientes consideraciones:

- Distorsión total armónica de la carga. (UPS).
- Impedancia del sistema. (Carga).
- Capacidad real en kW y kVA del UPS o de las cargas no-lineales.
- Capacidad de crecimiento a futuro (%).
- Capacidad real de los equipos de aire acondicionado (normalmente empleados en los Centros de Cómputo).
- Máximas desviación de frecuencia permitida por la carga a ser alimentada por la Planta Eléctrica.
- Máxima desviación de voltaje permitida por la carga a ser alimentada por la Planta Eléctrica.

Lo más común debido a las altas reactancias subtransitorias ( $X''d$ ), de los generadores en la actualidad, es que las Plantas se sobredimensionen entre una y media y dos veces la capacidad del UPS en ocasiones realizando gastos mayores a los necesarios, sin ningún beneficio adicional. En la actualidad, la avanzada tecnología en los equipos UPS permite tener aplicaciones donde se requiere la Planta con características de 1.25 de capacidad de Planta a 1 capacidad de UPS.

Se deberá tener especial cuidado bajo estas condiciones de operación ya que las corrientes armónicas en los generadores, "generan" sobrecalentamiento en el rotor y estator del mismo, problemas con la regulación de voltaje, disparo en falso de circuitos que cuentan con SCR, problemas de sincronización con los UPS, teniendo como consecuencia que éstos trabajen descargando las baterías, etcétera.

Los generadores se calculan para operar una carga con un factor de potencia de 0.8, cuando el usuario opera una carga con un factor de potencia diferente de 0.8 se deberá efectuar la corrección en los cálculos de la corriente. En caso de exceder la corriente máxima o el valor de sobrecarga permisible se puede incurrir en daños al equipo como son:

- Una reducción considerable de la vida útil del Motor Diesel y generador.
- Reducción de la velocidad del motor provocando baja frecuencia del voltaje generado y posible daño al generador, regulador de voltaje y equipos conectados a la carga.
- Sobrecalentamiento del generador y del Motor Diesel.
- Mala operación del equipo.

En el caso de tener problemas con la frecuencia del equipo se debe cerciorar primero, que el valor de la frecuencia se encuentra dentro de los límites permitidos para una correcta operación.

La frecuencia no deberá variar por arriba o debajo de:

- 5% en motores con gobernador mecánico.
- 2% en motores con gobernador hidráulico.
- 0.5% en motores con gobernador electrónico.

Lo anterior en operaciones de vacío a plena carga o en condiciones de carga variable. La frecuencia del generador está relacionada directamente con la velocidad angular del Motor Diesel según la siguiente fórmula:

$$\text{Frecuencia} = \text{Velocidad en (rpm)} / 30 \text{ (Hz)}.$$

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 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  $1.414 \pm 0.1$ . 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, G. (1984). **Protección de Sistemas Eléctricos.** México: Limusa, 1ª reimpresión.
- Henríquez Harper, E. (1992). **Manual de Instalaciones Eléctricas Residenciales e Industriales.** México: Noriega Editores.
- Henríquez Harper, G. (2004). **Control de Motores Eléctricos.** México: Limusa.
- 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.
- Morf, J. J. y Aguet, M. (1988). **Energía Eléctrica.** México: Limusa.
- Ottomotores S. A. (2001). **Manual Técnico de Instalación, Operación, Mantenimiento y Servicio de Plantas Generadoras de Energía Eléctrica.** México: Editorial Ottomotores S. A.
- Pérez, V. M. (2004). **Pruebas de Equipo Eléctrico.** México: Limusa.
- SELMEC. (2000). **Manual de Operación y Mantenimiento de Plantas Eléctricas de Emergencia.** México: Editorial SELMEC.

## ÍNDICE

Introducción .....	1
Objetivo General .....	4
Objetivos Particulares .....	4
<b><u>CAPÍTULO I.- GENERALIDADES DE UNA PLANTA ELÉCTRICA AUTOMÁTICA</u></b> .....	<b>5</b>
I.1.- Características Generales .....	5
I.2.- Funciones del Sistema de Control .....	8
I.2.1.- Falla de Alimentación Normal .....	8
I.2.2.- Se Reestablece la Alimentación Normal .....	9
I.2.3.- Se Ejercita la Planta Eléctrica .....	10
I.3.- Motor de Combustión Interna Diesel .....	10
I.3.1.- Definición .....	10
I.3.2.- Clasificación del Motor Diesel .....	10
I.3.3.- Principio de Funcionamiento .....	10
I.3.4.- Partes Estacionarias del Motor .....	14
I.3.5.- Partes Móviles del Motor .....	15
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
<b><u>CAPÍTULO II.- DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA ELÉCTRICO DEL MOTOR DE COMBUSTIÓN INTERNA DE UNA PLANTA ELÉCTRICA AUTOMÁTICA</u></b> .....	<b>28</b>
II.1.- Introducción .....	28
II.2.- Instalación .....	28
II.3.- Operación .....	28
II.4.- Relevadores Magnéticos .....	30
II.4.1.- Principios Electromagnéticos .....	30
II.5.- Relevadores Térmicos .....	33
II.6.- Interruptor de Circuito .....	37
II.7.- Secuencia de Operación para el Circuito de Arranque y Paro del Motor de Combustión Interna (Control Maestro) .....	42
II.8.- Paro del Motor .....	44
<b><u>CAPÍTULO III.- CARACTERÍSTICAS OPERATIVAS DE UNA PLANTA GENERADORA AUTOMÁTICA DE RANGO DE 10 kW a 35 kW</u></b> .....	<b>48</b>
III.1.- Introducción .....	48
III.2.- Sistema Generador de Corriente Eléctrica de la Marca <i>Potencia</i> ® .....	48
III.3.- Generador de la Marca <i>Potencia</i> ® .....	48
III.4.- Excitador de la Marca <i>Potencia</i> ® sin Escobillas .....	50
III.5.- Regulador de Voltaje de la Marca <i>Potencia</i> ® (Regutrón) .....	51
III.6.- Especificaciones del Generador Marca <i>Potencia</i> ® .....	54
III.7.- Generadores de la Marca <i>Potencia</i> ® Opcionales .....	54
III.8.- Teoría de Funcionamiento .....	54
III.9.- Inspección de Recibo .....	56

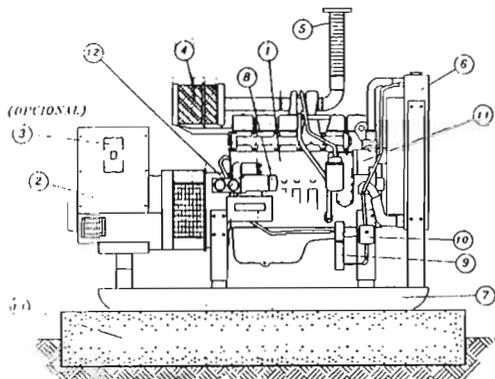
III.10. - Desempaque y Almacenaje .....	56
III.11. - Ubicación .....	57
III.12. - Montaje de Generadores de Un Rodamiento .....	57
III.13. - Acoplamiento y Alineación del Generador con Acoplamiento de Disco y Adaptador de la Máquina Motriz .....	57
III.14. - Montaje de Generadores de Dos Rodamientos .....	65
III.15. - Selección de Impulsión para Generadores de Dos Rodamientos .....	65
III.16. - Impulsión por Bandas (Información General) .....	65
III.17. - Bandas Trapezoides .....	65
III.18. - Bandas Planas .....	65
III.19. - Bandas Dentadas .....	65
III.20. - Acoplamiento por Engranajes y Acoplamientos Flexibles (Información General) .....	66
III.21. - Impulsión por Engranajes .....	66
III.22. - Instalación y Alineación de Impulsión con Acoplamiento Flexible .....	66
III.23. - Vibración .....	69
III.24. - Uso de Espigas de Agua .....	69
III.25. - Dispositivos Protectores .....	70
III.26. - Conexiones Eléctricas .....	70
III.27. - prueba del Equipo antes de la Operación .....	73
III.28. - Procedimientos para Arranque Inicial del Generador <i>Potencia®</i> .....	73
III.29. - Instrucciones para Operación de un solo Generador .....	74
III.30. - Instrucciones para Operación de Generadores en Paralelo .....	74
III.31. - Secuencia de Fases .....	75
III.32. - Sincronización de Generadores en Paralelo .....	75
III.33. - División de carga Activa (kW) entre Generadores en Paralelo .....	75
III.34. - División de kVA Reactivos entre Generadores en Paralelo .....	75

#### **CAPÍTULO IV. - MANTENIMIENTO DE UNA PLANTA DE EMERGENCIA DE BAJA**

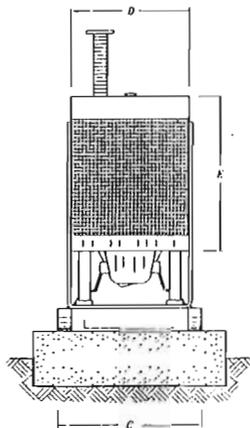
<b><u>TENSIÓN</u></b> .....	78
IV.1. - Introducción .....	78
IV.2. - Información para Lubricación de Rodamientos .....	78
IV.3. - Limpieza .....	78
IV.4. - Protección para los Embobinados .....	79
IV.5. - Prueba de Resistencia del Aislamiento .....	79
IV.6. - Secado de Embobinados .....	79
IV.7. - Prueba de Rectificadores Rotativos del Excitador sin Escobillas con un Óhmetro .....	80
IV.8. - Prueba de Rectificadores Rotativos del Excitador sin Escobillas con una Luz de Prueba .....	82
IV.9. - Prueba del Protector contra Sobrevoltaje con Luz de Prueba .....	83
IV.10. - Restauración del Magnetismo Residual .....	83
IV.11. - Prueba de Componentes del Regulador de Voltaje .....	83
IV.12. - Desmontaje de Rodamientos .....	85
IV.13. - Instalación de Rodamientos .....	85
IV.14. - Localización de Defectos o Fallas .....	85
IV.15. - Instrucciones para Desarmar el Generador <i>Potencia®</i> de Dos Rodamientos ..	86
IV.16. - Instrucciones para Desarmar el Generador de la Marca <i>Potencia®</i> de Un Rodamiento .....	90
Conclusiones .....	95
Bibliografía .....	98
Índice .....	99
Anexo 1. - Planos de la Instalación de una Planta Generadora Automática .....	101

ANEXO 1.

PLANOS DE LA INSTALACIÓN DE UNA PLANTA GENERADORA AUTOMÁTICA.



SE RECOMIENDA LA BASE DE CIMENTACION CUANDO EL SUELO ES FIRME

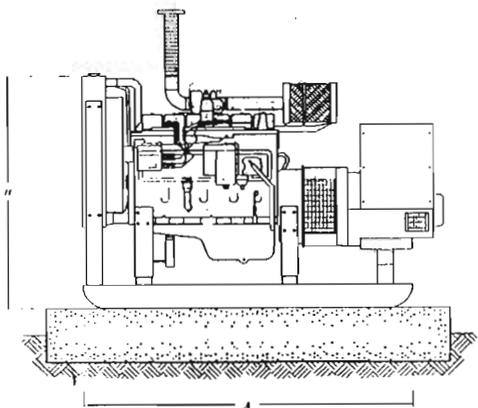


### PARTES

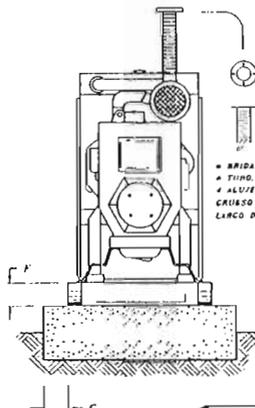
No.	ESPECIFICACIONES
1	MOTOR DIESEL WEA CUMMINS MOD. H.P.
2	GENERADOR WEA HERSCHE MOD. V.F. 7
3	INTERRUPTOR TERMOMAGNETICO 3P AMP (OPCIONAL)
4	FILTRO DE AIRE TIPO 3150
5	TUBO FLEXIBLE DE 2 PULG. 4
6	RADIADOR MOD. 1002
7	BALE PASTIN PEFROLERO CON MANAJE 2 PULG.
8	MOTOR DE ARRANQUE 12 VOLTS
9	PRECALENTADOR DE 1000 WATTS 127 VOLTS.
10	TERMOSTATO AUTOMATICO DEL PRECALENTADOR
11	ALTERNADOR DE 12 VOLTS 64 AMP
12	TABLERO DE ENSEÑAMIENTOS
13	BASE DE CIMENTACION (POR OTRAS)
14	
15	
16	

### DIMENSIONES

MODELO	A	B	C	D	E	F	G	PESO Kg.
EP 30	100	210	65	20	70	200	20	240
EP 30	100	210	65	20	70	160	20	250
EP 30	100	210	65	20	70	160	20	270
EP 60	100	210	65	20	70	160	20	280

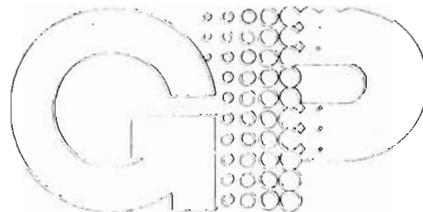


VISTAS DE PLANTA



TUBO DE CASAS PARA EQUIPOS DE HASTA 60 KW

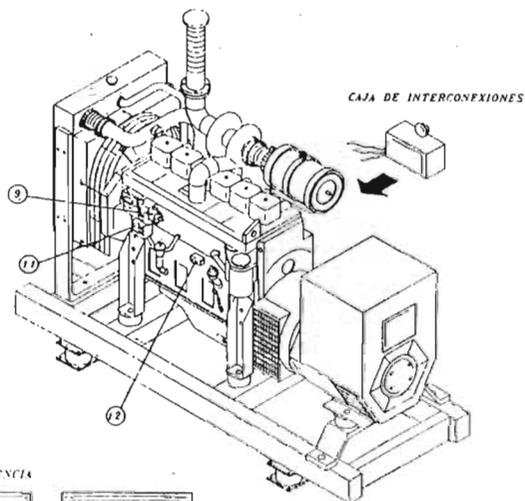
• BRIDA: 3 1/2"  
 • TUBO: 3"  
 • 4 ALIJEROS CON Ø DE 1/16"  
 • GRUESO DE LA BRIDA: 3/16"  
 • LARGO DEL TUBO: 30 PULG.



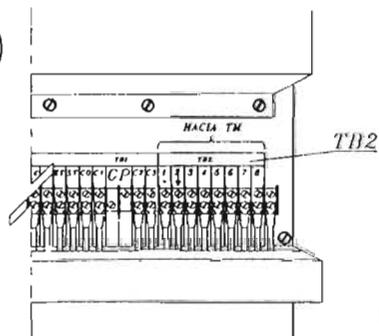
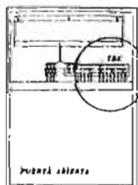
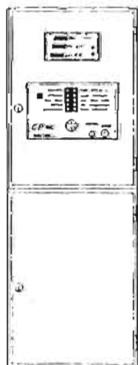
### PLANTA GENERADORA MODELO GP-

KW. --- VOLTS. 3 FASES. 4 HILOS. 60 HZ. 1000 RPM.

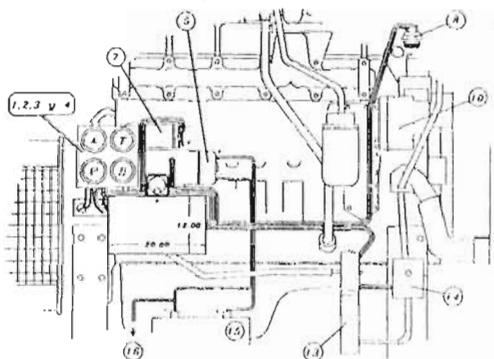
COND.	1-W	DISEÑO	LEYES E	REFERENCIA
COND.	V.E	DISEÑO	PL. PAGO	



TABLERO DE TRANSFERENCIA



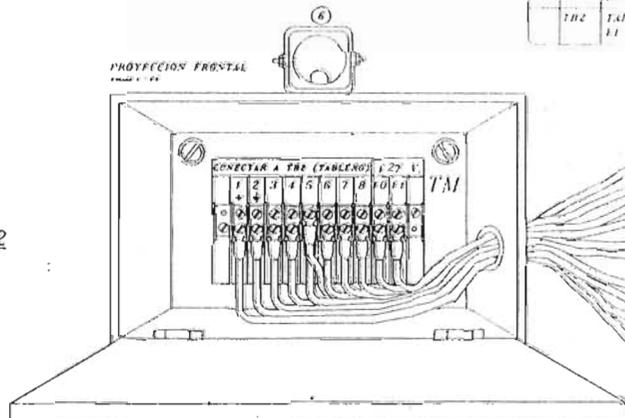
VISTA FRONTAL



Nº	SIMB	DESCRIPCION
1	A	AMPERIMETRO
2	T	TERMOMETRO DE AGUA
3	P	MANOMETRO DE ACEITE
4	H	HORIMETRO
5	M	MOTOR DE ARRANQUE
6	SA	SOLENOIDE AL VILAR
7	SAR	SOLENOIDE DE ARRANQUE
8	TER	TERMOSTATO
9	V	VALVULA DE COMBUSTIBLE
10	ALT	ALTERNADOR
11	PHES	PRESOSTATO
12	SV	SENSOR VELOCIDAD
13	PHC	PRESOSTATOR
14	TPHC	TERMOSTATO PRESOSTATOR
15	BAT	BATERIA
16		TERMINAL

TM	TABLA DE TERMINALES EN EL MOTOR
TB2	TABLA DE TERMINALES EN EL TABLERO DE TRANSFERENCIA

PROYECCION FRONTAL



CONEXION HACIA...

- 1 A. ALT. M. PRES.
- 2 SA. SIG. TER. SV
- 3 BAT. TIRPA
- 4 SA
- 5 A. ALT. M. PRES. SA
- 6 SAR. TER. SV
- 7 ALT. PRES. V
- 8 ALT. PRES(4) V
- 9 ALT. A. SV
- 10 PHC. TPHC
- 11 PHC. TPHC

CAJA DE INTERCONEXIONES  
ELECTRICAS ENTRE EL MOTOR DIESEL  
Y EL TABLERO DE TRANSFERENCIA

MOTORS  
OPERADOR  
MOTOR

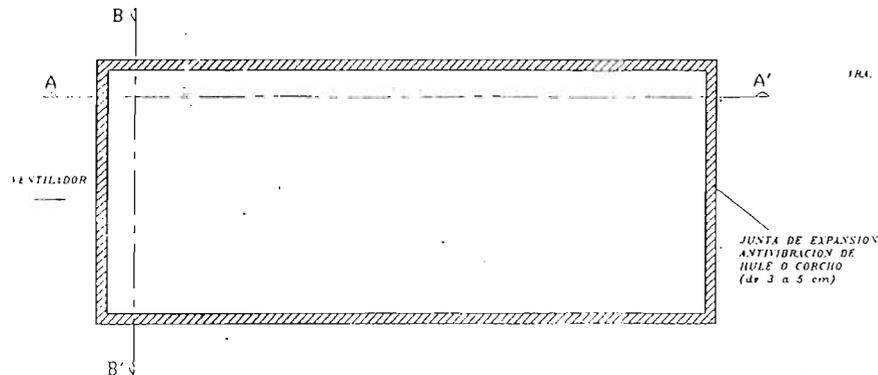
CON. EM

DIBUJO CLEMA

OBSERVACIONES:

ESCALA INDICADA

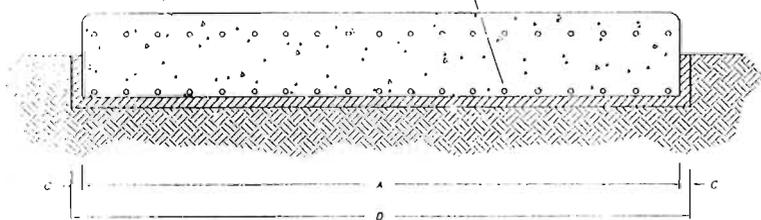
PLANO No. ...



VARILLA CORRUGADA DE  
1/2" DIAM. A CADA 200 mm

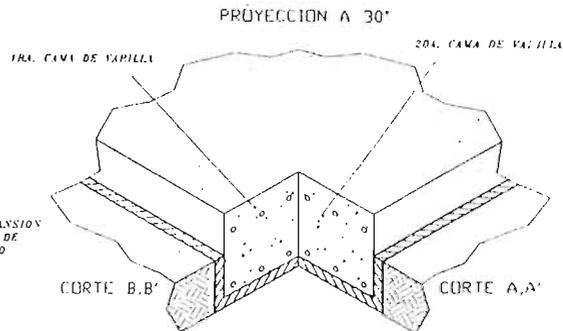
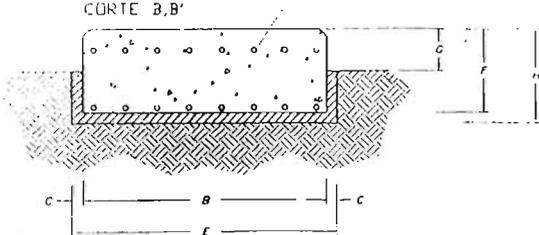
CORTE A,A'

2DA. CAPA DE VARILLA



CORTE B,B'

1RA. CAPA DE VARILLA



### DIMENSIONES

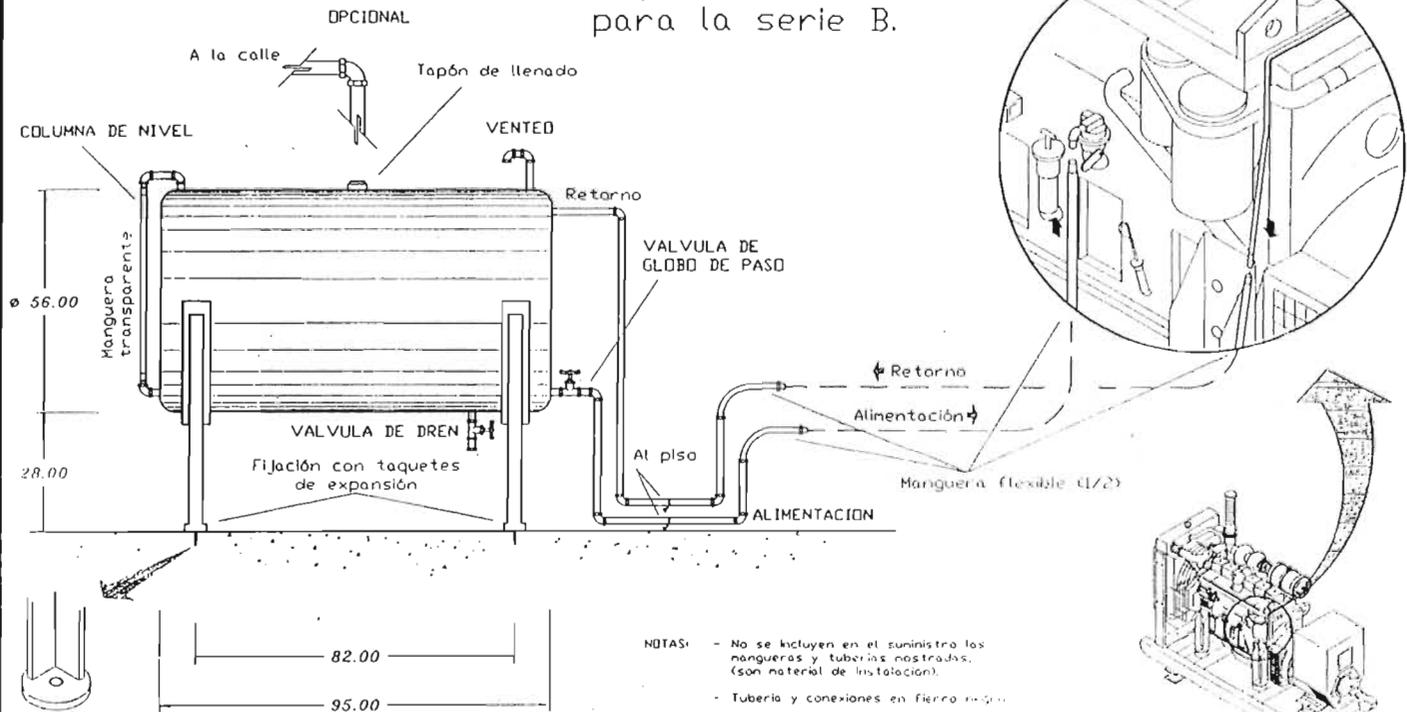
MODELO	PLANTA		BASE			CORCHO			ALTEZA		
	LARGO	ANCHO	A	B	C	D	E	F	G	H	
CP20-CP40	100	40	7.5	3.5	2	2.0	1.5	30	15	35	
CP21-CP61	210	60	14.5	6.5	2	3.5	2.5	30	15	35	
CP22-CP72	240	70	16.5	7.5	2	4.0	3.0	30	15	35	
CP23-CP83	280	80	19.5	8.5	2	4.5	3.5	30	15	35	
CP24-CP94	320	90	22.5	9.5	2	5.0	4.0	30	15	35	
CP25-CP105	360	100	25.5	10.5	2	5.5	4.5	30	15	35	
CP26-CP116	400	110	28.5	11.5	2	6.0	5.0	30	15	35	
CP27-CP127	440	120	31.5	12.5	2	6.5	5.5	30	15	35	
CP28-CP138	480	130	34.5	13.5	2	7.0	6.0	30	15	35	
CP29-CP149	520	140	37.5	14.5	2	7.5	6.5	30	15	35	
CP30-CP160	560	150	40.5	15.5	2	8.0	7.0	30	15	35	



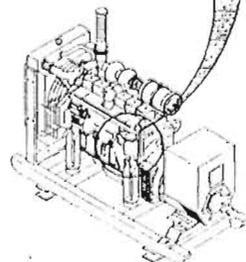
- NOTAS:
- EL CORCHO QUE DEBERA USARSE SERA DE 60 x 200 x 30 mm
  - LA EMPLANTACION DEBIA EFECTUARSE CUANDO MENOS UNA SEMANA ANTES DE EFECTUAR LA PLANTA PARA RESISTIR EL TIEMPO DE FRAGUADO A CUATRO DIAS UTILIZANDO CEMENTO DE FRAGUADO RAPIDO
  - PRIMERA CAPA DE VARILLA A 7 CM SOBRE EL NIVEL DE PISO
  - SEGUNDA CAPA DE VARILLA A 15 CM BAJO EL NIVEL DE PISO

DIMENSIONES PARA LAS BASES DE CIMENTACION			MODA GENERADOR DE VOLTS
ALTEZA	CM	DIAMETRO EN CM	REFERENCIA
ALTEZA	3.8	DIAMETRO 4 BC-PROUD	

# Tanque de 200 Lts. para la serie B.



- NOTAS:
- No se incluyen en el suministro las mangueras y tuberías mostradas. (son material de instalación).
  - Tubería y conexiones en hierro negro.
  - Longitud recomendable 5 mts. en la tubería, codos y nipples de 1/2", columna de nivel 1/2".
  - NIVEL MAXIMO 90%
  - NIVEL MINIMO 40%



## INSTALACION DEL TANQUE DE COMBUSTIBLE DE 200 LTS. PARA LA SERIE B

MOTOR:  
GENERADOR  
DS.  
VOLTS

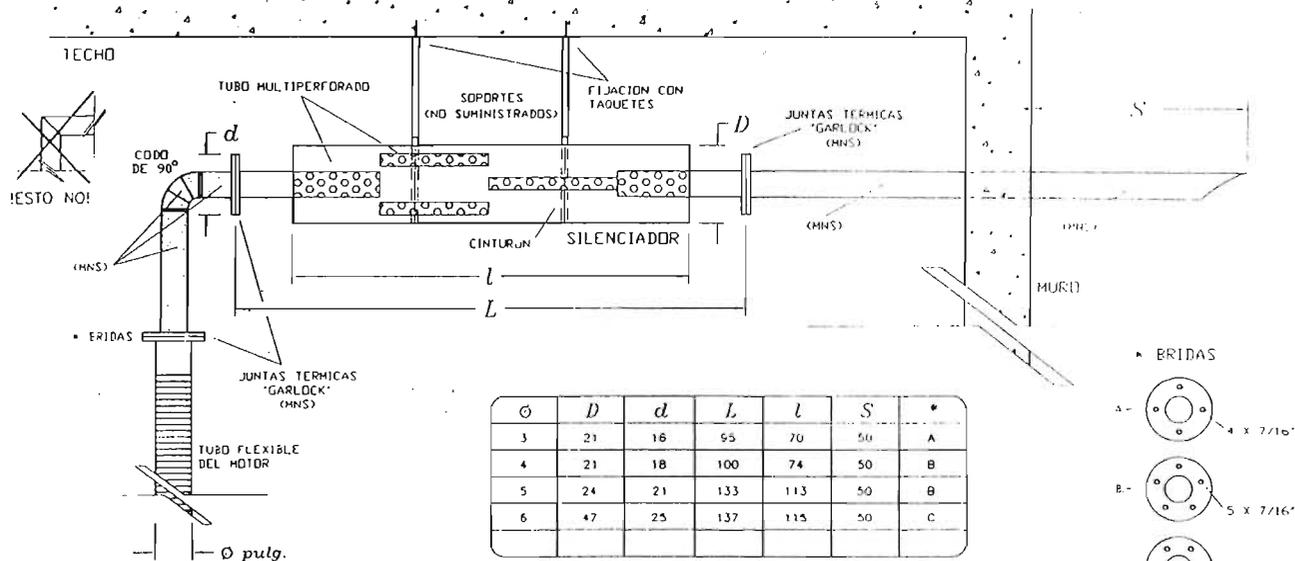
ACOT: S/A

DIBUJO: LEIS E.

REFERENCIA:

ESCALA: S/E

DIBUJO N° TN-PR9400



**NOTAS:**

1. SE RECOMIENDA FIJAR AL TECHO CON TAPUETES DE EXPANSION Y SOPORTES DE SOLERA (NO USAR TAPUETES DE MADERA).
2. SILENCIADOR CONSTRUIDO EN LAMINA NEGRA Y PINTADO EN COLOR ALUMINIO PARA ALTAS TEMPERATURAS.
3. "IMPORTANTE" SI LA DISTANCIA TOTAL ENTRE EL TUBO FLEXIBLE Y EL EXTREMO DE LA SALIDA DE GASES EXCEDE DE 15 mts. SE DEBERA AUMENTAR EL DIAMETRO DEL TUBO UNA PULGADA MAS.- NO COLOCAR MAS DE 3 CODOS DE 90°.
4. LA TUBERIA PUEDE SER CALIBRE No. 16 TIPO MOFLE.
5.   MATERIAL NO SUMINISTRADO (MNS).
6. LOS CODOS DE 90° GRADOS, NO TENDRAN UN RADIO MENOR AL Ø DE LA TUBERIA, (NO SE ACEPTAN COMBIOS RECTOS).

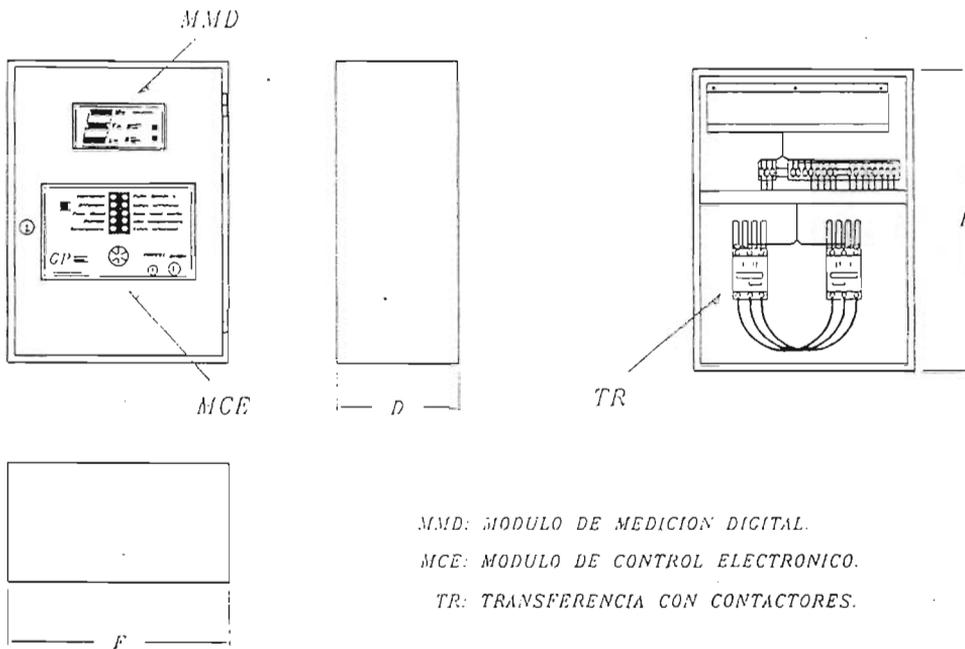
**INSTALACION DEL  
SILENCIADOR**

MOTOR \_\_\_\_\_  
GENERADOR \_\_\_\_\_  
DE \_\_\_\_\_ KW Y \_\_\_\_\_ VOLTS

ACOT. CM

DIBUJO: G.L.E.M.A

OBSERVACIONES:



MMD: MODULO DE MEDICION DIGITAL.  
MCE: MODULO DE CONTROL ELECTRONICO.  
TR: TRANSFERENCIA CON CONTACTORES.

DIMENSIONES Y PESO					
MODELO	AMPERS	FRENTE (F)	FONDO (D)	ALTO (H)	PESO (KG)
CP 30	100	55	26	75	90
CP 40	150	55	26	75	90
CP 50	185	65	35	90	100
CP 60	225	65	35	90	110
CP 80	280	65	35	90	110

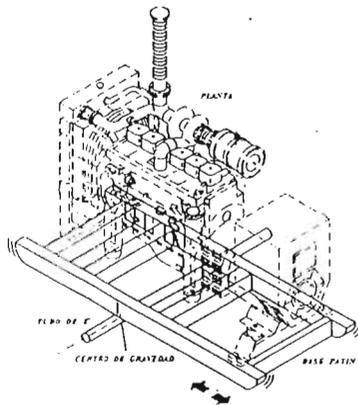
GENERADOR Y MOTOR ...	<b>TABlero DE TRANSFERENCIA</b>		MODELO _____ GENERADOR _____ MOTOR _____
	ACOT. CM ESCALA: S/F	DIBUJO: G.L.E.M.A. PLANO No. ____	OBSERVACIONES:

# MONTAJE Y FIJACIÓN DE PLANTA SOBRE CUATRO(4) Y SEIS(6) AMORTIGUADORES

## I. LOCALIZAR EL "CENTRO DE GRAVEDAD"

### HERRAMIENTAS

1. Tubo de 2"  $\phi$  y 1mt de largo.
2. Gato mecánico p/Htan.



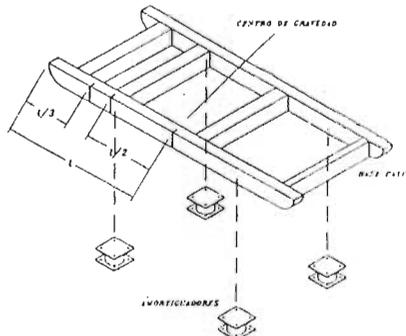
### PROCEDIMIENTO

1. Montar la planta sobre un tubo de 2"  $\phi$  o más.
2. Colocar el tubo en forma perpendicular a la base y moverlo hasta que el equipo quede balanceado.
3. Marcar en la base patín, exactamente sobre el tubo, el centro de gravedad.

### NOTAS.

1. AL TERMINAR EL MONTAJE VERIFICAR NIVELACIÓN Y ALINEAMIENTO.
2. NO USAR TAQUETES DE MADERA

## II. MARCAR POSICIÓN DE "AMORTIGUADORES"



### PROCEDIMIENTO A (4 AMORTIGUADORES)

Para localizar la posición en la que quedarán los cuatro(4) amortiguadores (2 por lado y opuestos entre si)

1. Medir la distancia entre los extremos de la base y el centro de gravedad (1) o cada lado de este centro
2. Marcar exactamente a el mitad de cada medida (L/2)

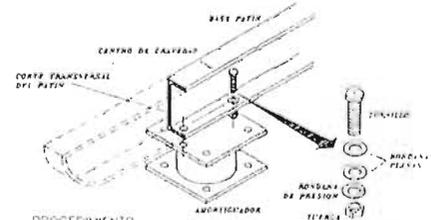
En estos 4 puntos (2 por lado) deben quedar los amortiguadores  $\pm$  10cm.

### PROCEDIMIENTO B (6 AMORTIGUADORES)

1. Medir la misma distancia (1) igual que en A
2. Marcar exactamente a un tercio de cada medida (L/3) apartir de los extremos.

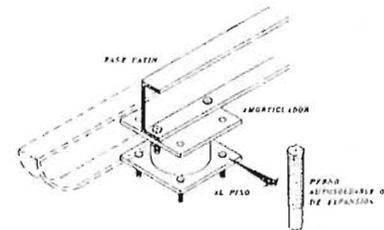
Colocar 2 amortiguadores en el centro de gravedad (1 por lado) y los 4 restantes colocarlas en (L/3). a  $\pm$  10cm.

## III. FIJAR AMORTIGUADOR A LA BASE PATÍN Y AL PISO



### PROCEDIMIENTO

1. Perforar al centro del patín un barrenno de 1/2"  $\phi$
2. Perforar entre los dos barrenos del amortiguador (al centro de ellos) un barrenno de 1/2"  $\phi$
3. Montar la planta sobre los amortiguadores haciendo coincide los agujeros del patín con los del centro del amortiguador, y atornillarlos



4. Colocar en posición la planta
5. Fijar con pernos al piso los amortiguadores.

### MONTAJE Y FIJACION DE PLANTA SOBRE 4 Y 6 AMORTIGUADORES

NOBLE: \_\_\_\_\_  
EXECCION: \_\_\_\_\_  
NOMBRE: \_\_\_\_\_

ACOT. CM

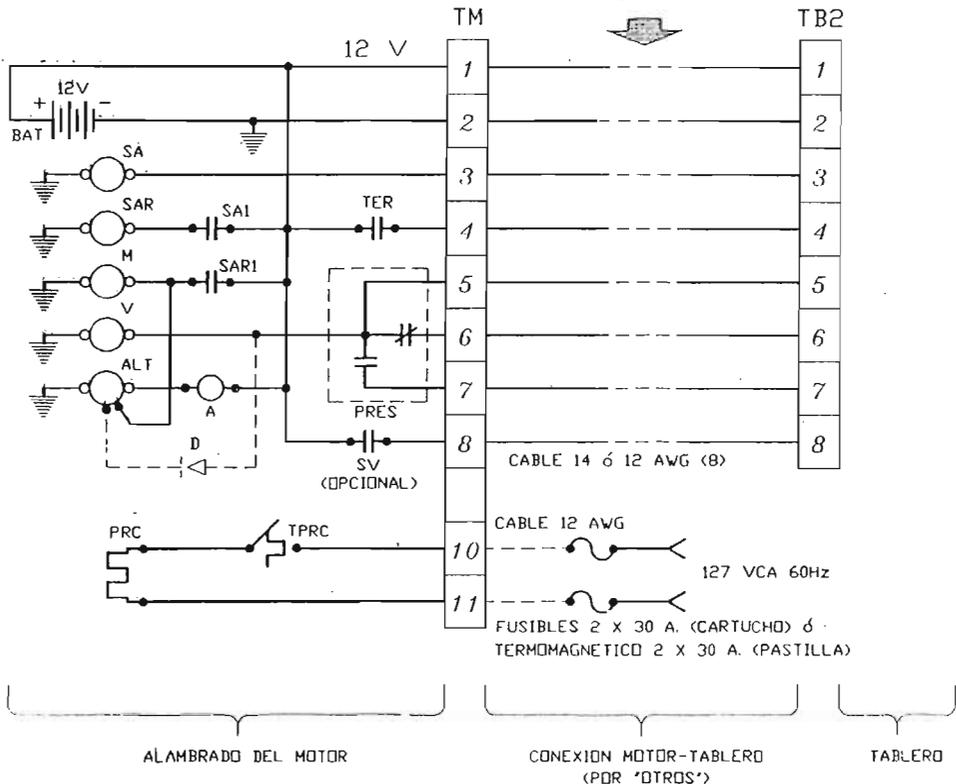
SECCION C.C.E.M.A.

OBSERVACIONES:

ESCALA 5/8

PLANO No. 5/8

NOTA: SI ESTA DISTANCIA ENTRE TM Y TB2 ES MAYOR A 15 m. DEBERA ADICIONARSE OTRO CABINETE DE CONTROL LOCAL.



SIMB	DESCRIPCION
A	AMPERIMETRO
M	MOTOR DE ARRANQUE
SA	SOLENOIDE AUXILIAR
SAR	SOLENOIDE DE ARRANQUE
TER	TERMOSTATO
V	VALVULA DE COMBUSTIBLE
ALT	ALTERNADOR
PRES	PRESOSTATO
SV	SOBRE VELOCIDAD
PRC	PRECALENTADOR
TPRC	TERMOSTATO PRECALENTADOR
BAT	BATERIA
D	DIODO (ALT. BOSCH)
⊕	TIERRA

TM	TABLILLA DE TERMINALES EN EL MOTOR
TB2	TABLILLA DE TERMINALES EN EL TABLERO DE TRANSF.



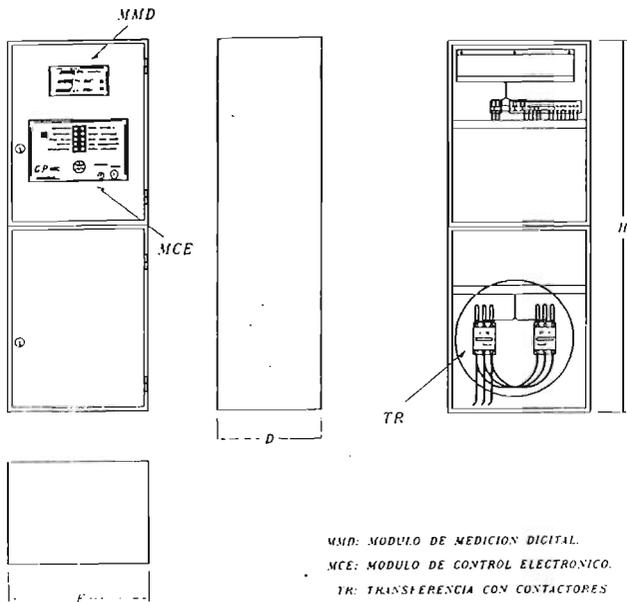
DIAGRAMA DE CONEXIONES P12V

MOTOR  
GENERADOR  
DE ... A ...  
VOLTS

ACOT. S/A

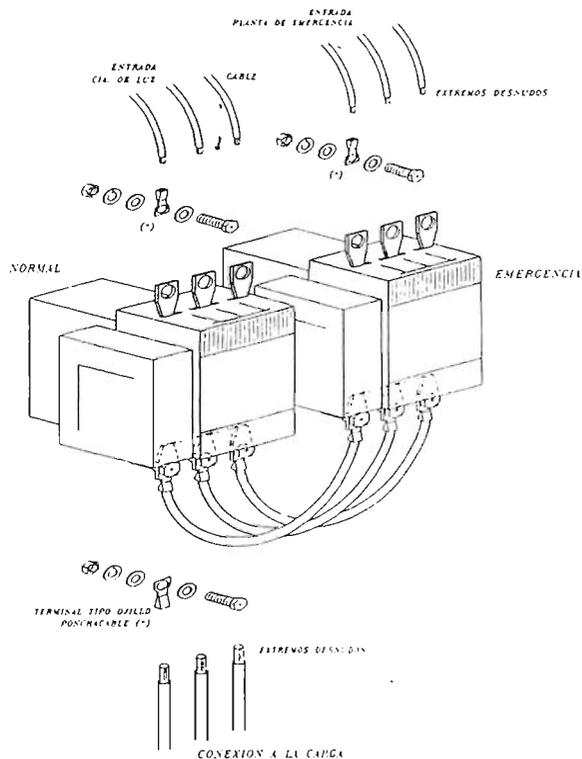
DIUJO: G.L.E.M.A

OBSERVACIONES:



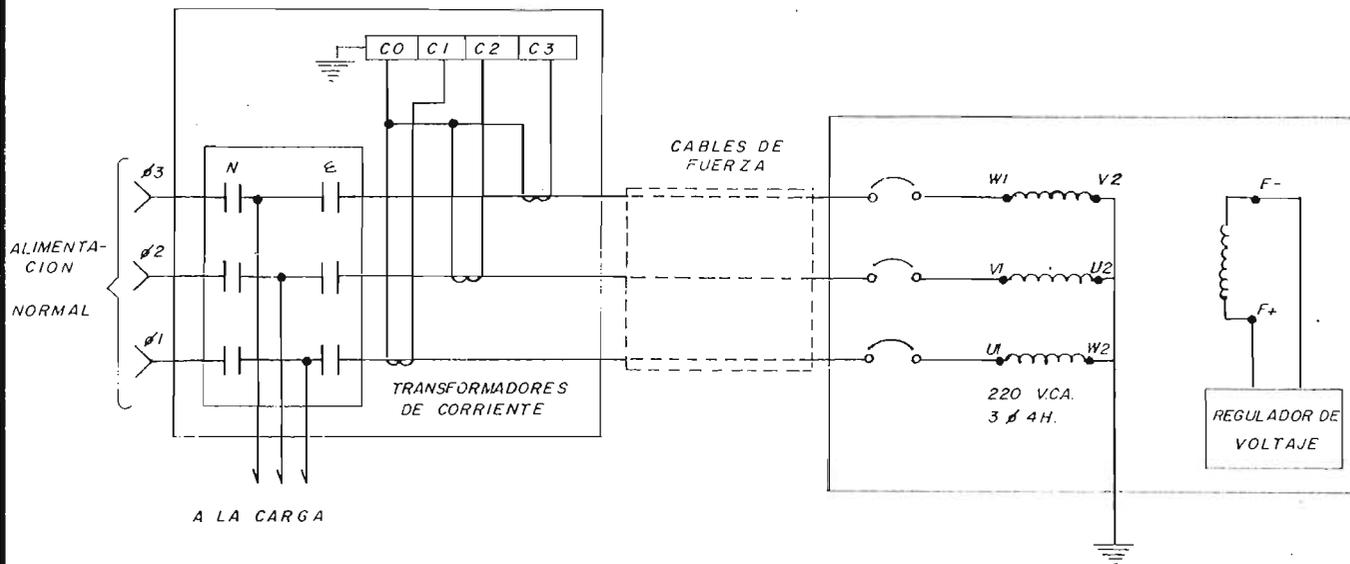
MMD: MÓDULO DE MEDICIÓN DIGITAL.  
 MCE: MÓDULO DE CONTROL ELECTRONICO.  
 TR: TRANSFERENCIA CON CONTACTORES

DIMENSIONES					
MODELO	AMPERS	FRENTE (F)	FONDO (D)	ALTO (H)	PESO (KG)



CONEXIONES DE FUERZA DEL TABLERO DE TRANSFERENCIA CON CONTACTORES:		WOTED	REVENDEDOR	NOTIA
ACDF 2W	DIRIDO CEE MW	DISTRIBUCIONER		
ESCALA 1/1	PLANO			





**TABLERO DE TRANSFERENCIA A  
BASE DE CONTACTORES**

**CONEXION GENERADOR A TABLERO**  
( materiales e instalaci3n  
por cuenta del cliente )

**GENERADOR MARCA MECCALTE**

GENERACION Y POTENCIA SA de CV.  
**DIAGRAMA TRIFILAR 220V CON CONTACTORES- GENERADOR MECCALTE .**  
 FECHIA: DIBUJO NUM A-DTCC9M-22