

# **Facultad de Ingeniería Eléctrica**

**Selección, Instalación, Protección y Operación  
de Sistemas de Suministro de Potencia  
de Emergencia (Equipo Rotatorio)**

## ***INFORME TECNICO***

**Previo a la obtención del Título de  
INGENIERO EN ELECTRICIDAD**

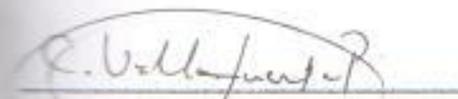
**Especialización: POTENCIA**

**Presentado por:**

***Orly Antonio de Jesús Guzmán Kure***

**GUAYAQUIL - ECUADOR**

**1994**



ING. CARLOS VILLAFUERTE P.

DECANO DE LA FACULTAD DE  
INGENIERIA ELECTRICA



ING. CARLOS DEL POZO C.

PROFESOR SUPERVISOR



ING. JORGE FLORES M.

MIEMBRO PRINCIPAL

## AGRADECIMIENTO

A la ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA, a sus PROFESORES en general que supieron darme sus conocimientos desinteresadamente y formarme con una carrera técnica y hombre de bién para el mañana.

En especial al Ing. CARLOS DEL POZO por su valioso asesoramiento en la elaboración del presente proyecto.

Y al Ing. CARLOS MARCIAL por la ayuda recibida.

DECLARACION EXPRESA

"La responsabilidad por los hechos, ideas y doctrinas expuestos en este Informe Técnico, me corresponde exclusivamente; y, el patrimonio intelectual de la misma, a la ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL"

(Reglamento de Exámenes y Títulos profesionales de la ESPOL).



ORLY ANTONIO DE JESUS GUZMAN KURE

## DEDICATORIA

A la memoria de mi MADRE AFIFE KURE DE GUZMAN ya que su preocupación, por mi superación fué el gran impulso para la culminación de este trabajo.

A mi PADRE DR. ORLY GUZMAN PEREZ, que me dá ejemplo de honradez y entrega profesional.

A mi ESPOSA BLANCA ARMENDARIZ PEÑA, por su invalorable ayuda en la realización de este trabajo.

A mis HIJOS ORLY y AFIFE.

A mis HERMANOS y SOBRINOS.

## RESUMEN

Los sistemas de suministro de potencia de emergencia (SSPE) están instalados en lugares donde es "imprescindible" el suministro continuo de energía eléctrica tales como: hospitales, teatros, centro de computo, industrias de procesos continuos, comercios, emparadoras de banano, etc.

La interrupción del servicio eléctrico normal puede ser causada por: Fenómenos naturales tales como: tormentas, terremotos, deslizos, inundaciones, sequias, estiaje, etc.

Falla del equipo eléctrico; que puede suceder cuando el sistema se torna muy complejo, cuando el equipo llega a envejecer, por falta de mantenimiento, etc.

Error humano; tales como una mala operación del sistema etc.

En nuestro país la dependencia mayoritaria en las centrales hidroeléctricas y la despreocupación por el mantenimiento y la ampliación del parque termo-eléctrico, a ocasionado una reducción en la confiabilidad de los servicios eléctricos suministrados por Inceel, y como consecuencia de una "crisis energética" se puede producir pérdidas tanto humanas como materiales.

A la hora de diseñar un sistema de emergencia hay que valorar principalmente los factores que pueden tener una influencia decisoria en el tipo de emergencia que debemos conciderar en la instalación requerida, y desarrollar dicho sistema de emergencia en función del

factor que condicione a todos los demás. Estos factores condicionantes son: el tiempo, la potencia requerida, la seguridad, duración del servicio de emergencia, sistemas de refrigeración.

Dentro de los SSPE se puede establecer dos subdivisiones que vienen impuestos por la propia naturaleza de la corriente eléctrica, esto es, corriente continua y corriente alterna. En los sistemas de emergencia de corriente continua, y siempre que se trate de pequeñas potencias, se recurre al empleo de baterías que pueden ser de plomo o alcalinas. Para potencias medias y altas se prefiere alimentar a la carga de emergencia con corriente alterna proporcionada por un grupo M-G, el motor es de combustión interna y puede estar alimentado por diesel, gasolina o gas. La elección del tipo de motor está en función de:

- La potencia necesaria
- El tipo de combustible más económico
- La velocidad de entrada en servicio y
- De la velocidad de funcionamiento

Una vez elegido el tipo de motor se elegirá el tipo de alternador, así; si el primotor es una turbina de gas será un generador sincrónico trifásico de rotor cilíndrico, ya que las turbinas de gas son máquinas impulsadoras de alta velocidad.

Si por el contrario, la máquina impulsadora es de baja velocidad como un motor diesel, se utilizará un generador sincrónico trifásico de polos salientes.

Los generadores pequeños monofásicos son accionados por motores a gasolina y en estos por lo general la armadura es el elemento rotatorio.

Una nueva clasificación para los generadores de corriente alterna se la tiene debido a los diferentes "tipos de excitación", es decir, diferentes mecanismos utilizados para utilizar corriente continua, capaz de generar un campo magnético en los polos del generador.

El tamaño del generador y del primotor, se determina en función del valor de la carga que debe absorber durante una interrupción en el servicio normal.

Los SSPE solo deben alimentar a las cargas consideradas como indispensables, de manera que para una instalación eléctrica en particular, se debe hacer un censo de aquellas cargas que se deben de mantener en operación, cuando se interrumpe el suministro normal de energía eléctrica por lo que su capacidad se ve restringida.

Por el hecho de que su operación es mucho más costoso que la del suministro normal, se los utiliza por lapsos de tiempo relativamente cortos.

Es necesario disponer del tanque del combustible que permita generar a la potencia requerida durante un lapso de tiempo especificado.

Los SSPE pueden entrar a dar servicio ya sea en forma manual o automática. Debido a que estos deben de entrar en servicio en el menor tiempo posible, haciendo ellos solos, a través de un cuadro de automatismos, todo tipo de ajuste, regulaciones y conexiones. Está transferida de la carga de la red normal a la de emergencia se la hace a través del "conmutador de transferencia", este tiene un mecanismo que asegura que nunca la carga va a quedar alimentada al mismo tiempo por

la red normal y la de emergencia. Esta transferencia de redes puede ser de muy diversas formas, según lo que el servicio exija del mismo; y también, según la forma de utilización. Las empresas eléctricas locales establecen normas para la instalación de este conmutador de transferencia que hay que respetarlas.

Los medios de los que se valen el sistema de arranque del grupo y de la transferencia de carga de la red normal a la del generador de emergencia, recibe el nombre de "Accesorios de control de la conmutación", ya sea un vigilante de tensión cuando lo hace el automático o mediante un pulsador en manual. En automático, al fallar la red normal, el vigilante de tensión, relé de mínima tensión, etc, que estaba alimentado, acciona un temporizador que al cabo de un tiempo de la orden al sistema de arranque del grupo.

El relé temporizado está justificado por qué los cortes de corriente pueden ser instantáneos, no interesando el arranque del grupo.

El grupo también puede arrancar en forma manual si se necesita probarlo para asegurar su correcto funcionamiento o si se precisa acoplar el grupo a los consumidores por no haber funcionado la modalidad de automático en una falta de tensión en la red normal.

Ciertos consumidores en los que el tiempo que permanecen sin tensión es un factor fundamental, se los dota de sistemas de emergencia de los denominados de "Tiempo cero", o de los suministro ininterrumpido de energía (UPS). Es decir que no hay un cero de tensión desde que

desaparece ésta en la red normal hasta que se conecta el sistema de emergencia de que dotamos al equipo en cuestión.

El mantenimiento preventivo y las pruebas periódicas de funcionamiento son de gran importancia en los grupos de emergencia eléctrica, ya que de lo contrario no estaríamos seguros de su correcto funcionamiento en el instante en que sean requeridos.

Es preciso que los sistemas de protección de los grupos de emergencia abarquen el mayor número posible de parámetros fiables, ya que de otra forma podrían producirse averías irreparables, tanto en el propio grupo, como en los equipos que alimenta. Estas protecciones podrían desglosarse en tres tipos; térmicas, mecánicas y eléctricas.

El buen servicio de un sistema de emergencia eléctrica depende en parte de una buena localización en la proximidad del centro de carga eléctrica, con fácil forma de abastecimiento de combustible, buena ventilación e iluminación, y un correcto montaje lo que requiere de una cimentación apropiada.

El escape de los gases de combustión, se debe de llevar a la atmósfera en forma rápida y silenciosa, esto es; se debe de proveer a los motores de combustión de un escape apropiado, en lo posible con silenciador.

Todos los grupos de emergencia, antes de ser instalados, requiere de un análisis, tanto en el alternador como en todo los circuitos de mando y fuerza.

Recomendamos por último que aún si en la zona dónde está localizada la

carga, el suministro de potencia eléctrica normal haya sufrido un reducido número de fallas en los años anteriores; es conveniente estar preparados en caso de un apagón o de una falta completa de energía. Aplicando el siguientes pensamiento:

" TODO ES POSIBLE  
TODO PUEDE SUCEDER"

1. INTRODUCCION.....
2. PROPOSITO.....
3. CANTIDAD DE EQUIPO.....
4. DETERMINACION DE LAS CARGAS A SER SERVIDAS POR UN GENERADOR DE EMERGENCIA.....
5. SELECCION DEL GENERADOR DE EMERGENCIA

#### CAPITULO IV

##### INSTALACION DE LOS SSPE

1. INTRODUCCION.....
2. INSTALACION.....
  - 2.1. VENTILACION.....
  - 2.2. SISTEMA DE ENFRIAMIENTO.....
  - 2.3. SISTEMA DE ESCAPE.....
  - 2.4. INDUCCION DE AIRE.....
  - 2.5. ALINEAMIENTO DEL MOTOR.....
  - 2.6. LOCALIZACION DEL EQUIPO.....
  - 2.7. SISTEMAS DE COMBUSTIBLES.....
  - 2.8. CIMENTACIONES .....

#### CAPITULO V

##### CONTROL Y PROTECCION DEL EQUIPO

1. CONTROLES ELECTRICOS.....
2. PROTECCION .....
- 2.1. INTRODUCCION.....

2.2.	CONSIDERACIONES DE LA CORRIENTE DE CORTOCIRCUITO .....
2.3.	DISPOSITIVOS DE TRANSFERENCIA.....
2.3.1.	NORMAS Y CODIGOS.....
2.3.2.	REGIMEN DE RESISTENCIA.....
2.3.3.	RIGIDEZ DIELECTRICA DE UN CONMUTADOR DE TRANSFERENCIA...
2.3.4.	SIGNIFICADO DE LA RAZON X/R.....
2.3.5.	PROTECCION CON C.B.....
2.3.6.	PROTECCION CON FUSIBLES.....
2.4.	PROTECCION DEL GENERADOR.....
2.4.1.	NORMAS Y CODIGOS.....
2.4.2.	PROTECCION DEL DESARROLLO PRINCIPAL.....
2.4.3.	SISTEMAS DE PROTECCION DE LA EXITACION Y EL ROTOR.....
3.	PROTECCION DEL MOTOR PRIMARIO.....
3.1.	NECESIDADES GENERALES.....
3.2.	PROTECCION CONTRA UN MAL FUNCIONAMIENTO DEL EQUIPO.....
3.3.	PROTECCION DEL SISTEMA DE COMBUSTIBLE.....
4.	PUESTA A TIERRA .....
5.	EJEMPLO DE APLICACION.....
6.	CONCLUSIONES.....

## CAPITULO VI

### OPERACION DE UN SSPE

1.	PREPARACION DEL GRUPO M.G. PARA EL ARRANQUE.....
2.	PUESTA EN MARCHA Y PRUEBA.....
3.	PARADA DEL GRUPO M.G.....

ANÁLISIS DE LAS CONDICIONES DE FUNCIONAMIENTO.....

DESCRIPCIÓN DE UN SISTEMA AUTOMÁTICO DE UN GRUPO MOTOR GENERA  
DO EN EMERGENCIA.....

INTRODUCCIÓN.....

NECESIDAD DE MANTENIMIENTO.....

CONCEPTO DEL SISTEMA.....

PERSONAL COMPETENTE DE MANTENIMIENTO.....

PLAN DE REVISIÓN GENERAL PARA LOS SSPE.....

CONSIDERACIONES Y CONSIDERACIONES DE LOS EQUIPOS.....

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....

ANEXOS.....

## INTRODUCCION

Este tema es de mucho interes en la actualidad, ya que debido a factores ambientales, de operación, etc, la confiabilidad en el sistema eléctrico comercial es muy baja, lo que ha dado lugar a que en muchos locales se instalen suministros de potencia de emergencia (SSPE) para prevenir contra las pérdidas materiales y de vida, por lo cual se estudiará lo relacionado con estos equipos. Informo a continuación sobre los objetivos y la metodología utilizados.

### OBJETIVOS

1. Justificar la utilización de la generación de emergencia
2. Describir los diferentes sistemas de suministros de potencia de emergencia (equipo rotatorio).
3. Dar a conocer las diferentes prácticas recomendadas, para, la selección, instalación y operación de un sistema de suministro de potencia de emergencia (equipo rotatorio).

### METODOLOGIA

El camino a seguir para la realización de este tema es:

1. Realizar una investigación bibliografica de lo que ha escrito acerca del tema bajo estudio.
2. Conocer las diferentes compañías que se encargan de la venta, instalación y mantenimiento de los sistemas de suministro de

potencia de emergencia (equipo rotatorio).

3. Hacer una visita de observación en los diferentes lugares en donde existe instalados generadores de emergencia.
4. Seleccionar el tipo y capacidad de la generación de emergencia para una instalación en particular.
5. Instalar y poner en marcha el generador de emergencia.
6. Dar a conocer al personal técnico del local en donde se realizó la instalación del equipo de las diferentes prácticas recomendadas para la operación y el mantenimiento del equipo.
7. Concluir y dar las recomendaciones necesarias sobre el tema de estudio.

## CAPITULO 1

### JUSTIFICACION DE LA GENERACION DE EMERGENCIA

#### 1. INTRODUCCION

El sistema de suministro de potencia de emergencia (SSPE) abarca una amplia variedad de equipos. El equipo que se denomina SSPE varía desde una simple batería autocontenida para alumbrado hasta un sistema múltiple complejo con motores y generadores de alta Ingeniería con una capacidad de varios megawatts. Estos dos ejemplos extremos sugieren una división de estos sistemas basada en la fuente de la potencia de emergencia. El primer ejemplo utiliza un dispositivo de energía almacenada, una batería, como la fuente de potencia, en tanto que el segundo ejemplo emplea rotatorio, conjuntos de motor-generador como fuente de potencia. Los sistemas de energía almacenada y de equipo rotatorio son las dos categorías de los sistemas de suministro de potencia de emergencia. Este trabajo se refiere a los sistemas de equipo rotatorio (grupos electrógenos).

#### 2. PREVENCIÓN DE PERDIDAS

Si en la zona dónde esta localizada la carga el suministro de potencia eléctrica normal haya sufrido un reducido número de fallas en

Los años anteriores; es conveniente estar preparados en caso de un apagón o de una falta completa de energía.

La interrupción del servicio eléctrico normal puede ser causada por:

**Fenómenos naturales** tales como: tormentas, terremotos, deslizamientos, inundaciones, sequías, estiaje, etc.

**Falla del equipo eléctrico;** que puede suceder cuando el sistema se torna muy complejo, cuando el equipo llega a envejecer, por falta de mantenimiento, etc.

**Error humano;** tales como una mala operación del sistema, etc.

En nuestro país la dependencia mayoritaria en las centrales hidroeléctricas y la despreocupación por el mantenimiento y la ampliación del parque termo-eléctrico, a ocasionado una reducción en la confiabilidad de los servicios eléctricos suministrados por Inceel, y como consecuencia de una "crisis energética" se puede producir pérdidas tanto humanas como materiales.

### 3.- SEGURIDAD

La pérdida de energía eléctrica puede amenazar la seguridad del personal. Un SSPE es necesario para poner en marcha sensores, bombas contra incendio, alarmas de incendio, redes de comunicación y otros equipo relacionados con la seguridad.

### 4.-REQUISITOS LEGALES

El NEC contiene requisitos que deben cumplir los usuarios que instalan generadores de emergencia. La EEE, INC (Guayaquil). ha emitido el

siguiente instructivo a sus usuarios que esten adquiriendo o ya tengan instalados generadores de emergencia.

A) Para quienes esten adquiriendo generadores de emergencia:

-la instalación de estos generadores deben hacerse de acuerdo a estrictas normas técnicas.

-Para asegurar su correcta utilización se ejercerá estricto control a fin de evitar accidentes de quien los opera o utiliza y aún se terceras personas.

-los interesados deben pedir información técnica en el departamento de Planificación e Ingeniería de la Empresa Eléctrica.

B) Para quienes poseen equipo o generadores eléctricos.

Proporcionar los siguientes datos:

1.- Usuario

a.- Nombre o Razón Social

b.- Dirección (ubicación y teléfono)

c.- Tipo de consumo (Residencia, comercial, industrial u otros).

2.- Equipo (s) Generador (es)

a.- Cantidad

b.- Capacidad base y standby KVA

c.- Tipo de transferencia (manual o automática).

d.- Qué porcentaje de la carga del usuario es tomada por el generador.

3.- CONDENSACION DE CRITERIOS GENERALES

La prevención de pérdidas, la seguridad y los requisitos legales son

las tres justificaciones comunes para un SSPE. Los ahorros significativos en pólizas de seguros también justifican la inversión. Daremos a continuación una condensación de criterios generales que justifican un SSPE en diferentes instalaciones.

#### TRANSPORTACION

Este tópico cubre el movimiento de gente y productos por métodos que dependen de la potencia eléctrica y de la importancia de mantener rangos de potencia deseable para una emergencia.

Algunos pocos ejemplos de sistemas de transportación los cuales pueden necesitar potencia de emergencia son listados a continuación:

- En el transporte de materia prima
- Para descargar o cargar equipos
- Bombas de combustibles para grandes tuberías
- Alimentadores de ganado
- En hospitales donde el servicio de elevadores es crítico para personal y pacientes.

#### PRODUCCION

Prevenir contra las pérdidas de las facilidades de producción debido a una falla en la potencia es justificado sobre la suma total de muchos tangibles e intangibles ahorros. Algunos de estos detalles son:

a) si toda la potencia eléctrica se perdiera durante ciertos procedimientos como en la elaboración del azúcar, vidrio, acero, farmacéuticos, papel, químicos y algunos otros materiales, el producto debería ser desperdiciado.

b) Un detalle tangible menor podría presentarse en un espectáculo, si se perdiera la potencia normal algunos clientes no aceptarían un nuevo boleto para una próxima vez y esto originaría pérdidas.

c) Los costos de inversión en materiales y maquinarias sin uso.

Un estimado razonable de los costos asociados con cada pasada pérdida de potencia deberá ser calculada y registrada con la fecha, duración y las condiciones existentes.

Ta que los costos de una falta de potencia, como los definidos aquí, son pagados por el usuario.

#### SISTEMA DE APOYO Y SEGURIDAD DE LA VIDA

Potencia de emergencia es requerida para sistemas de apoyo de vidas, tales como:

- 1.- En la unidad de pacientes de Cuidados Intensivos depende de ventiladores alimentados por electricidad.
- 2.- Dispositivos de asistencia cardiaca que precautelan la propia circulación a los pacientes en las unidades cardiacas.
- 3.- Iluminación continua es necesaria para observar pacientes en areas de cuidados primario.

Adicionando a estos ejemplos, podriamos indicar que una pérdida sostenida de potencia eléctrica puede resultar en una indeseable experiencia traumática para algunos pacientes seriamente enfermos.

Para los sistemas de seguridad de vida se requiere de potencia de emergencia en muchos tipos diferentes de instalaciones tanto comerciales como industriales. los siguientes son algunos de estos

ejemplos:

1.- Control del nivel de presión en recipientes tales como calderas o hornos, dónde una falla puede resultar un peligro a la vida por explosiones o incendios.

2.- Sistemas de suministro de aire para personas en áreas cerradas.

3.- Sistemas de bomba y alarmas contra incendio

4.- Sistemas de comunicación en áreas peligrosas

5.- Procesos industriales en los cuales una interrupción de la potencia podría crear un peligro a la vida.

6.- Alumbrado de emergencia.

#### **PROCESAMIENTOS DE DATOS**

Como resultado de una falta de potencia eléctrica, falla el sistema de procesamientos de datos que a menudo causa la pérdida de los datos almacenados o la interrupción de un proceso crítico del cuál puede resultar una gran pérdida de vidas y económica necesitando de horas, día y hasta semana para su reprogramación.

#### **REFRIGERACION**

Las exigencias para refrigeración son usualmente no críticas para falta de potencia de corto tiempo de algunos minutos a algunas horas. La necesidad se podría convertir en crítica cuando se incrementa el tiempo de falta de potencia. Se considera necesaria la refrigeración para:

-La producción de helados o el enfriamiento de alimentos.

-Utilidad médica como los bancos de sangre y fármacos que requieren de refrigeración.

A causa de la lenta elevación de la temperatura se facilita el almacenamiento en frío y un ahorro se podría tener usando un pequeño generador eléctrico de emergencia. Utilizando interruptores de potencia podemos tener varias unidades en turno y una aceptable temperatura almacenada se mantendrá hasta que la potencia eléctrica normal se halla restablecido.

### SISTEMAS DE COMUNICACION

Los sistemas de comunicación son aquellas instalaciones las cuales requieren potencia eléctrica para transmisión de una señal y reproducción de la misma en otro lugar, sistemas comunes de este tipo son:

-Teléfono

-Radio

-TV

-Fax

-Teleimpresora

La necesidad de uno o de todos los sistemas de comunicación antes indicado durante una falta de potencia de emergencia, posiblemente en conjunción con cualquier otra carga crítica.

### CIRCUITO DE SEÑALIZACION

El circuito de señalización suministra potencia a un dispositivo el cual entrega una reconocible señal. Tales dispositivos incluyen

campanas, sirenas, equipo de luces, zumbador, códigos de llamada y cualquier otro dispositivo. Tales circuitos se los encuentra en instalaciones para el cuidado de la salud, edificios comerciales e industriales, etc y es recomendable la utilización de un SSPE.

Circuitos de señalización son generalmente solo una pequeña parte de la carga total que también requiere de una fuente de emergencia. De aquí que, la selección del sistema de emergencia y sus equipos generalmente dependen de las demandas de otras cargas relacionadas.

#### ALUMBRADO

La falta del suministro normal de energía eléctrica producirá una interrupción del sistema normal de alumbrado y podría ser causa de lesiones o pérdidas de vida, robo o daños a la propiedad y la utilización de un SSPE es justificada en:

1.- El alumbrado de emergencia para propósitos de evacuación, que deberá energizarse automáticamente una vez que el sistema de alumbrado normal se pierda.

2.- El alumbrado perimetral de seguridad que es suministrado necesariamente para reducir el riesgo de lesión, robo o daño a la propiedad.

3.- Las luces de advertencia en aviación, buques, confines de vías acuáticas, estructuras altas.

Para fallas de corta duración, principalmente alumbrado para seguridad personal, propósitos de evacuación; los grupos de baterías son

satisfactorios. Para largos periodos de falla y cargas pesadas son requeridos los grupos motor-generador.

#### PROTECCION CONTRA INCENDIO

Varios códigos, reglas, normas, leyes y regulaciones contienen asesoría u ordenes relacionados con la utilización de un SSPE para protección contra fuego.

Las necesidades específicas de los usuarios conectados son las de emergencias y los SSPE para protección de incendio incluye lo siguiente:

- Potencia usualmente baterías, para mover el motor o una bomba de incendio
- Alarma del sistema de salpicadura
- Potencia de comunicación para llamar el cuerpo de bomberos y asistir en sus actividades
- Iluminación para facilitar el trabajo de los bomberos en los edificios, en las áreas de salida y movimiento
- Potencia para los calderos para producir el vapor que mueve las bombas incendios (si las hay)
- Compresores de aire asociados a un tanque de agua para incendio
- Alarmas de humo y calor
- Válvulas de dilubio
- Puertas de plantas operadas eléctricamente
- Comunicaciones para dirigir la evacuación del personal
- Detectores de fuego y gases peligrosos.

## CONDICIONES ESPACIALES

Un medioambiente controlado es un espacio condicionado, ya sea para mantener las condiciones normales del ambiente o alguna alteración artificial de éste, ya sea en un edificio, cuarto, u otro cerco.

Un medioambiente controlado puede incluir cualquiera de las siguientes variables:

Temperatura, contenido de vapor, ventilación, iluminación, sonido, olor, gas, polvo y organismos.

La aplicación de códigos principalmente en dónde está involucrada la seguridad personal, es especialmente hecha para requerimientos de SSPE. Sin embargo; en dónde la humedad y el calor causa daños a los equipos y problemas de operación, se requerirá algún tipo de SSPE de la que se puede valer cuando se pierde la fuente normal.

## CAPITULO II

### GENERALIDADES

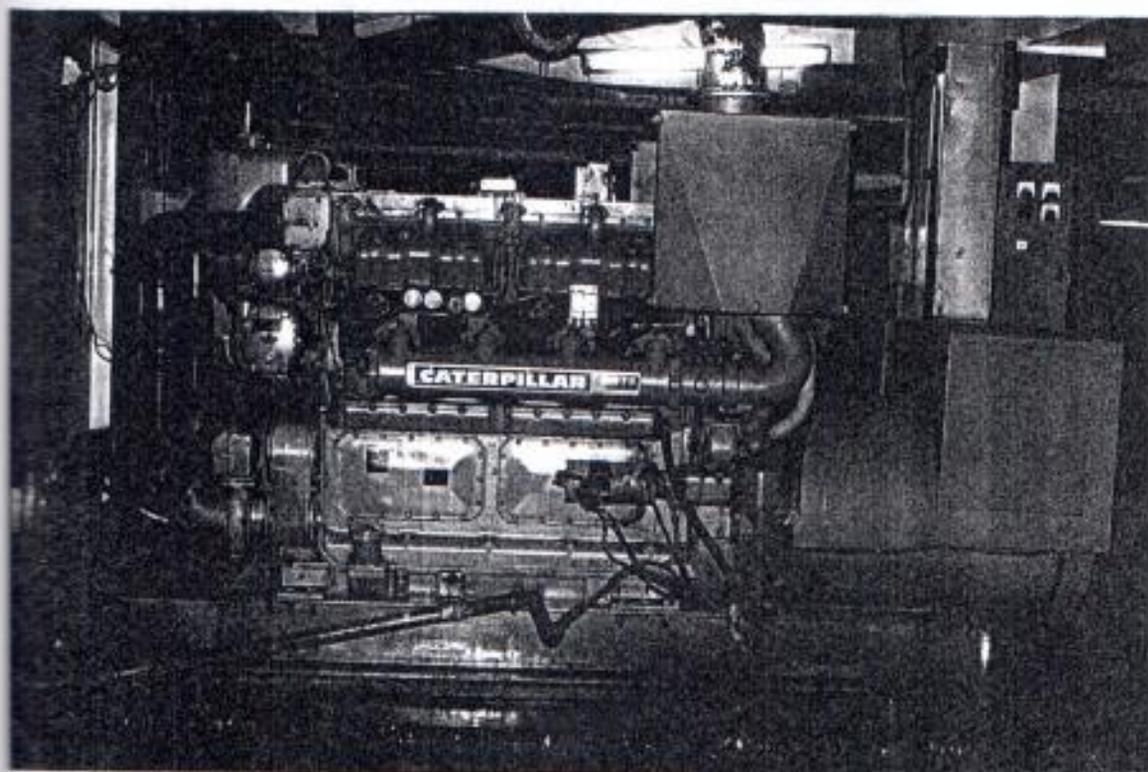
#### 1. DESCRIPCION DEL SSPE.

Cuando falla la fuente de potencia normal, el SSPE funciona para suministrar potencia eléctrica a cargas específicas seleccionadas. El equipo que comprende el sistema está determinado principalmente por las características y requisitos de las cargas divididas. Dos grupos de equipos, la fuente de potencia de emergencia y el equipo de conmutación eléctrica, subdividen el sistema con base en las funciones. Aun cuando los dos grupos de equipo tienen funciones independientes, estos están interrelacionados y ambos sirven el propósito común del sistema completo.

#### 2. FUENTE DE POTENCIA DE EMERGENCIA.

La función de este equipo es generar potencia eléctrica. El conjunto motor-generador es la parte principal del grupo. El generador está acoplado permanentemente para ser impulsado por un motor primario que puede ser un motor diesel, de gasolina, de gas o una turbina de gas. La figura ilustra un grupo típico diesel de motor-generador. En este grupo está incluido un suministro independiente de combustible con equipo de almacenamiento y transferencia y el grupo motor-generador con equipo de soporte, como el gobernador, regulador de voltaje, excitador, sistema

sistema de enfriamiento, equipo de ventilación, sistema de escape y control del motor con medidores y alarmas.



Grupo electrogeno enfriado por agua instalado en el  
Hospital del IESS Guayaquil

### 3. EQUIPO DE CONMUTACION ELECTRICA.

Se da a continuación la memoria técnica y los planos de un equipo de transferencia.

ELABORADO POR:

EDGAR DELGADO LEIVA

Ingeniero Eléctrico ESPOL (1979).

Gerente de Ingeniería, Square D Company Andina S.A. Mayo 1.988.

Para la Compañía Texaco-Guayaquil.

### 1. GENERALIDADES:

El equipo de transferencia automático y control de generador está comandado por un controlador programable de Square D. Su Software se desarrolló en Square D Andina y se ha configurado de tal manera que permita el arranque y parada tanto automático como manual de un grupo electrógeno y, transferencia automática y manual entre red de energía pública y generador.

Del lado de la red se tiene un relé tipo MPS de Square D que sensa bajo voltaje, falla de fase y secuencia inversa. Del lado del generador está un contactor auxiliar para sensar la presencia de la red de emergencia. A las salidas del controlador están conectados los contactores que activan los sistemas de la red normal, emergencia, arranque y parada del grupo electrógeno, y sus respectivas señalizaciones en las que se incluyen la de falla de generación. El controlador se alimenta de 120 VCA que se obtiene de un mini UPS que permite que el microcontrolador siempre esté energizado. En caso de apagar el mini UPS, se bloquea todo el sistema automático y quedará solamente conectado a la red de la empresa eléctrica.

## 2. OBJETIVOS:

El equipo de transferencia automática tiene los siguientes objetivos:

- a) Sensar el estado de voltaje del suministro normal (red empresa eléctrica).
- b) En caso de falla por bajo voltaje, falla de fase o secuencia inversa, arrancar el generador para que funcione la fuente de suministro de emergencia (grupo electrógeno) y desconectar el sistema de fuerza del suministro normal (a fin de evitar entradas falsas por recierres de la red).
- c) Si al cabo de 10 segundos, no ha arrancado el generador, esperar 20 segundos y hacer un nuevo intento, y así sucesivamente hasta el tercer intento, luego delo cual se para la operación y se activa la señal de falla del generador.
- d) Una vez que el grupo electrógeno se encuentre funcionando normalmente, dar la orden pertinente para que el sistema sea transferido al servicio de emergencia.
- e) Cuando se restablece el servicio normal, esperar 60 segundos para que el sistema se desconecte del servicio de emergencia, y se transfiera a servicio normal.
- f) Permitir que el grupo electrógeno funcione un tiempo en vacío para que se enfríe.
- g) Realizar una autopruueba simulando falla del servicio en el suministro normal, semanalmente durante 10 minutos.

a) Arrancar y parar el generador (para prueba) sin realizar transferencia; en control manual.

i) Probar arranque y transferencia simulando falla en el suministro normal, en el momento y por el tiempo que requiera el usuario.

Es necesario aclarar que los tiempos y el número de intentos de arranque no son fijos, estos se ajustarán de acuerdo a las especificaciones del fabricante del grupo electrógeno y a las necesidades del usuario.

### 3. SEÑALIZACION:

El controlador cuenta con las siguientes luces indicadores (leds)

IN:	0:	Entrada del suministro de la red normal.
	1:	Posición manual (transferencia)
	2:	Posición de prueba
	3:	Entrada del suministro de emergencia
	4:	Posición automático (control generador)
	5:	Posición arranque (control generador)
	6:	Autoprueba activada
	7:	Solo contacto (para los modelos de grupos electrógenos con esta característica)
OUT	200:	Activación circuito red normal
	201:	Activación circuito de emergencia
	202:	Falla generación
	203:	Contacto generador
	204:	Arranque generador

#### 4. OPERACION:

##### 2.1 Selector SW-1

Este selector tiene 3 posiciones:

###### a. Manual:

En esta posición del equipo operará manualmente, esto es si tiene presencia de la red pública operará con este equipo y si tiene presencia de energía del generador operará con este otro. En esta posición no hay transferencia automática a no ser que se coincida con un corte de energía; en cuyo caso el equipo realizará la transferencia respectiva.

En esta posición es posible una prueba del generador sin realizar transferencia y también hay que pasar a esta posición si es que se ha encendido la luz indicadora de falla de generación (roja).

###### b. Automático:

En esta posición el equipo realizará las siguientes operaciones:

-Encendido automático del generador (Si SW-2 está en posición automática) inmediatamente después de haber sentido la ausencia de la red pública.

-Apertura del contactor o interruptor correspondiente a la red

-pública.

-Cierre del contactor o interruptor correspondiente al generador 3 segundos después de haber sentido presencia de energía del generador y encendido de la luz amarilla (emergencia).

- En caso de no existir presencia de energía del generador el equipo hará 3 intentos de arranque de 10 segundos cada uno con intervalos de 20 segundos entre ellos. En caso de que el generador no logre el encendido se parará la secuencia y se encenderá la luz de falla de generación (roja).

-Al retorno de la red de energía pública el sistema esperará 60 segundos luego de lo cual abrirá el contactor o interruptor del generador. 3 segundos luego de lo anterior se cerrará el contactor o interruptor de la red normal con el encendido de su correspondiente luz indicadora de color verde (normal). En esta situación el equipo dejara funcionando en vacío el generador durante 3 minutos, luego activará el equipo de partida hasta 30 segundos después de haber sentido ausencia de generación.

-El equipo realizará una autoprueba de generación y transferencia con una duración de 15 minutos e intervalos de una semana. Para realizar esto es necesario activar el selector SW-3 y fijarse que este encendida la luz indicadora blanca.

c. Prueba:

En esta posición se realiza una prueba en cualquier momento y con cualquier duración del equipo de arranque y transferencia. Para terminar la prueba solamente es necesario retornar el selector SW-

1 a la posición de automático.

## 2.2 Selector SW-2

Este selector comanda las operaciones del generador y tiene tres posiciones:

### a. Automática

En esta posición actuará de acuerdo a lo descrito para la parte automática del selector SW-1.

### b. Off. (SW-1 en posición manual)

En esta posición se activará el equipo de parada del generador y consecuentemente se apagará el mismo si es que esto ha estado funcionando. Caso contrario no realizará ninguna operación.

### c. On. (SW-1 en posición manual)

Esta posición enciende el generador para una prueba solamente del generador sin realizar transferencia.

## 2.3 Selector SW-3

Este selector activa la función de auto-prueba del equipo y tiene dos posiciones:

### a. Off

Cuando el usuario no requiere que el equipo tenga la secuencia de auto-prueba.

### b. On

En esta posición el equipo hará una auto-prueba secuencial de arranque del grupo y transferencia simulando ausencia de red

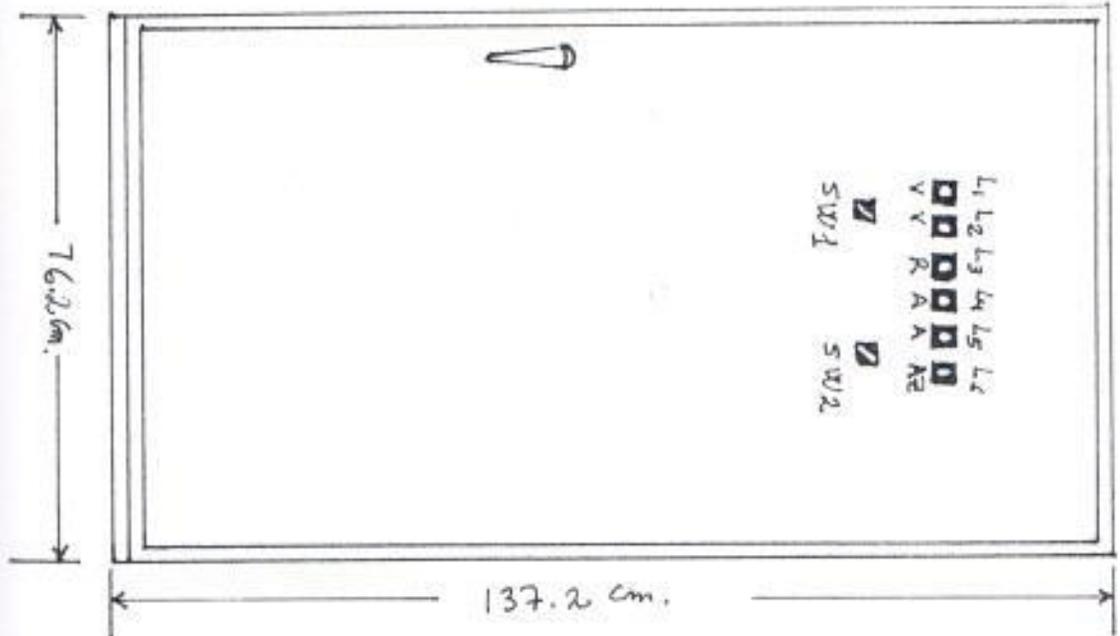
pública. Cuando este equipo esta activo, encenderá la luz azul; y la auto-prueba será semanal con una duración de 10 minutos. Es necesario inicializar la primera vez para lo cual el usuario deberá colocar el selector en la posición de On el día y la hora que consideré conveniente efectuar la auto-prueba. Transcurrido una semana a la misma hora el sistema hará la auto-prueba establecida y así sucesivamente. En caso de ser necesario cambiar de hora o día de auto-prueba hay que llevar el selector SW-3 a la posición de Off y activarlo nuevamente a la hora y día requeridos.

El equipo se complementa con relés auxiliares de acuerdo a la configuración del grupo electrógeno, especialmente en cuanto a lo que tiene que ver con el equipo de arranque-parada del grupo que necesariamente tiene que ser de mando eléctrico, con autoregulación de frecuencia y voltaje. Así mismo, están los contactores con bloqueo mecánico, que para potencias pequeñas se utiliza como sistemas de barra, y para potencias medianas y grandes como control de los operadores motorizados de los interruptores del lado de red y de generador.

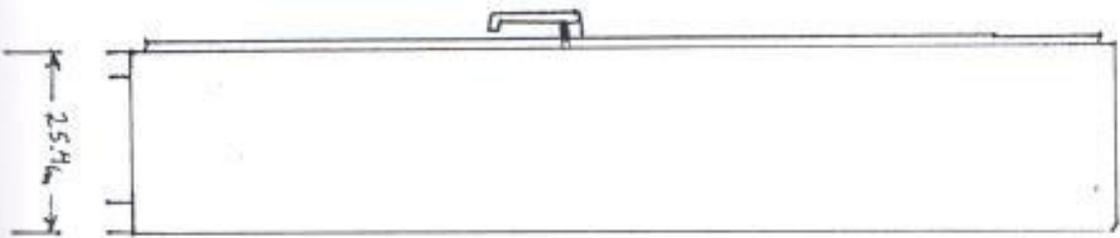
Adicionalmente el usuario deberá realizar mantenimiento periódicos a fin de estar seguro de un correcto funcionamiento de las batería (se puede instalar un cargador opcional), buenos niveles de combustibles en el depósito y todas las demás recomendaciones del fabricante del grupo.

Así mismo el grupo debe estar listo para arrancar, instalando un equipo precalentamiento (especialmente con baja temperatura ambiental) en los grupos que así lo requieran.

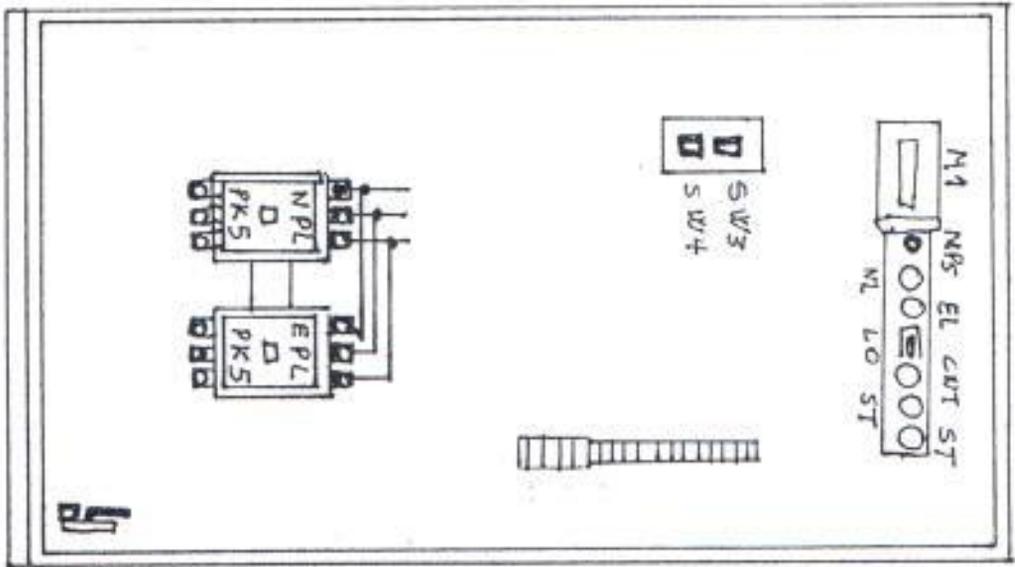
VISTA FRONTAL



V. LATERAL



Dispos. DE EQUIPOS



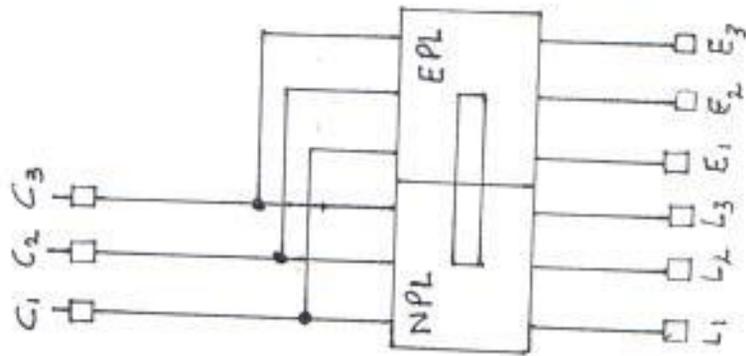
BARRA  
NEUTRAL  
TIERRA



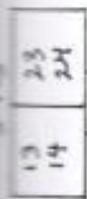
VISTA INFERIOR

- L1 Red Empresa Electrica
- L2 Normal
- L3 Emergencia
- L4 Falla Generador
- L5 Generador
- L6 Prueba Programada
- Sw1 Control Transferencia
- Sw2 Control Generador
- Sw3 Activación Prueba Programada
- NL Contactor Red Normal
- EL Contactor Emergencia
- EV Relé Bajo Voltaje y Falla de Fase
- LO Contactor Sensor Voltaje Generador

DIAGRAMA DE FUERZA

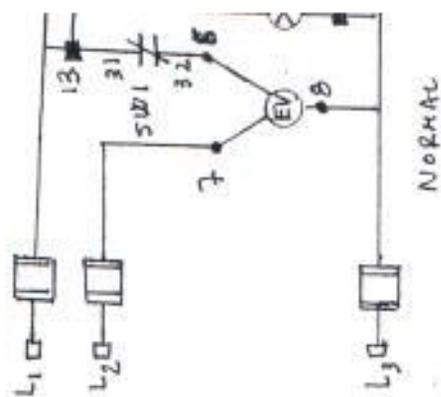


13 23 24  
14

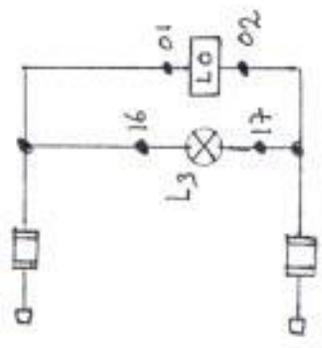


ON OF AUTO

CONTROL DEL GENERADOR



NORMAL

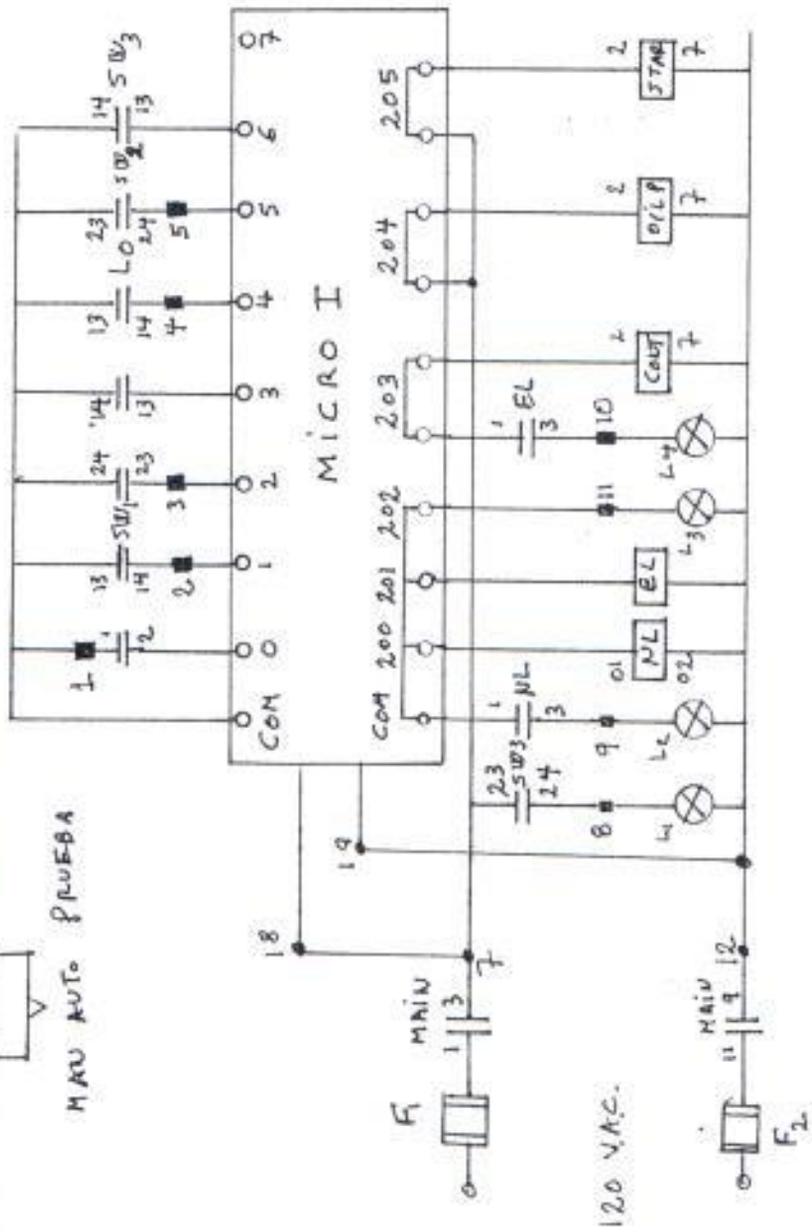


GENERADOR

13 23 24  
14

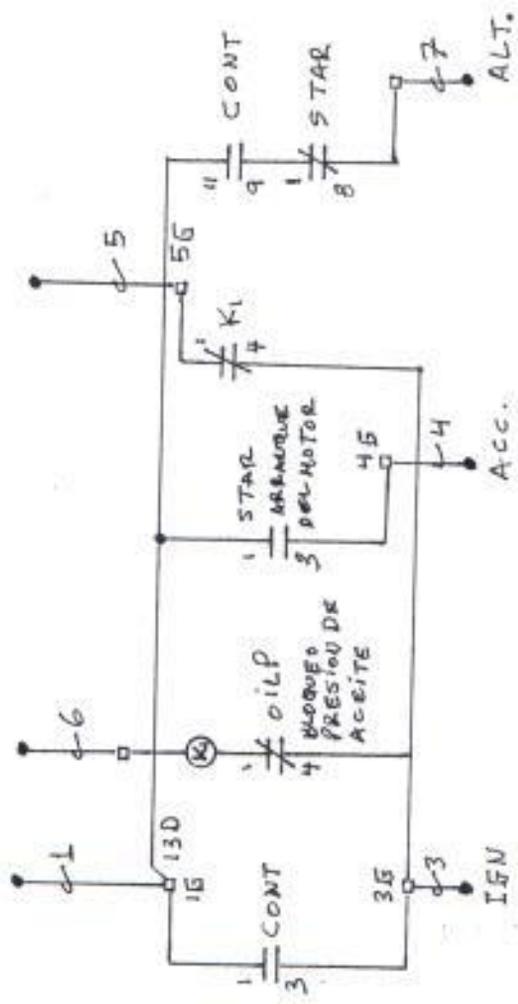


MANU AUTO PRUEBA

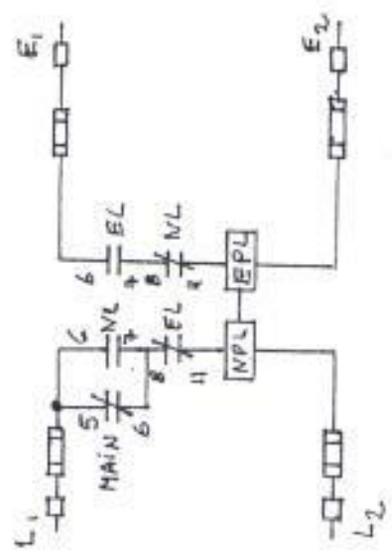


120 V.A.C.

ENTRADAS Y SALIDAS DEL CONTROLADOR PROGRAMABLE

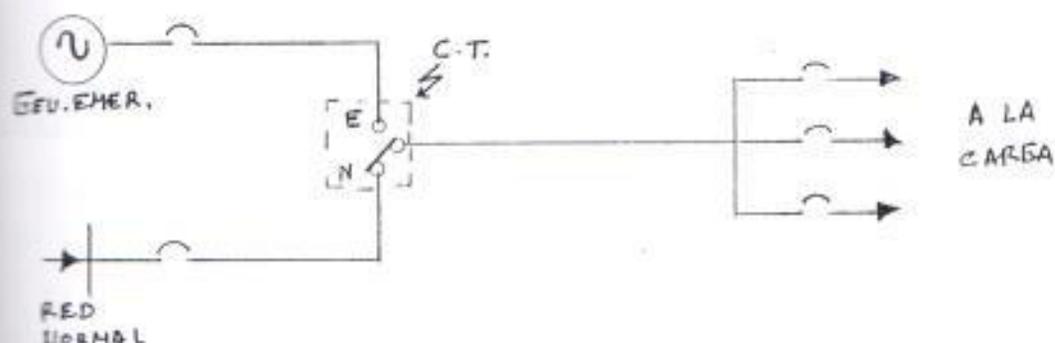


CONTROL DEL GENERADOR

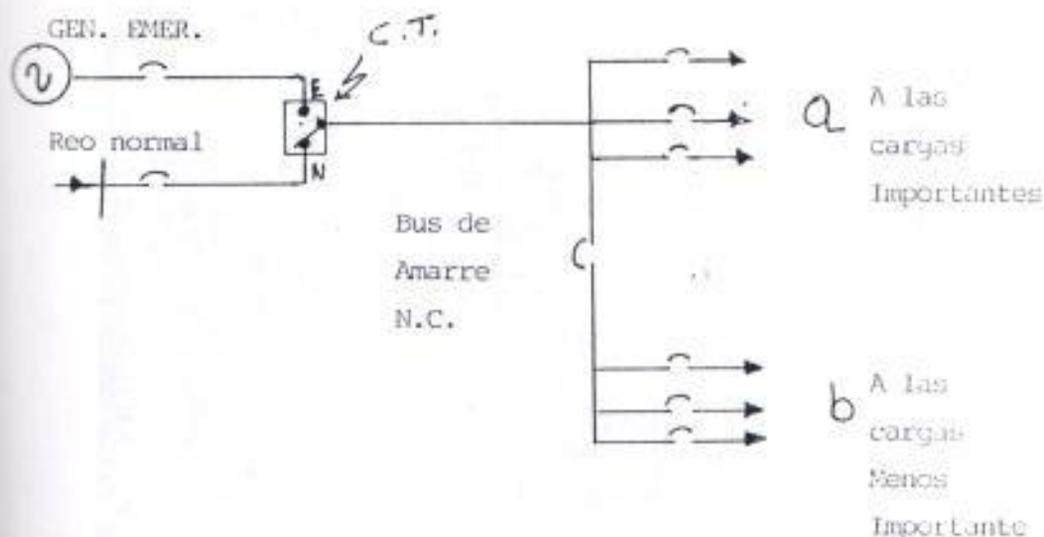


La conmutación de redes, puede ser de muy diversas formas, según lo que el servicio exija del mismo, y, también según la forma de utilización, por ejemplo:

1. Si se tratara de transferir la carga total del generador de emergencia, este debe tener capacidad suficiente para absorber la carga total. El diagrama de conexión, es como el mostrado en la figura siguiente.

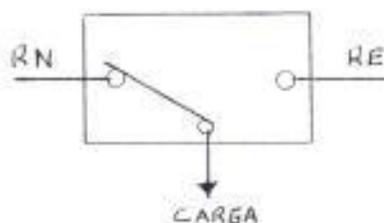
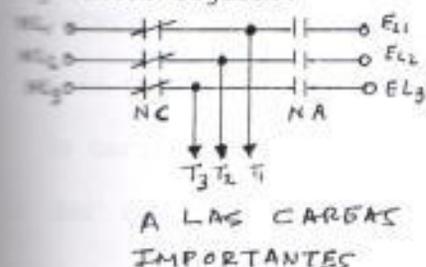


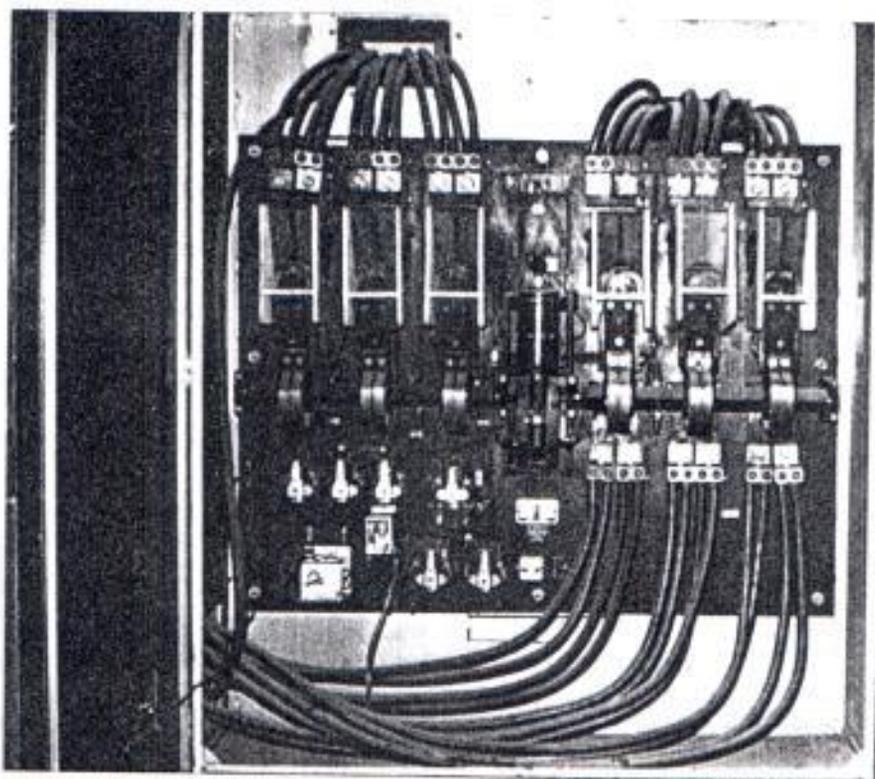
2. Si la capacidad del generador de emergencia es suficiente sólo para absorber la carga definida como de emergencia por ejemplo: aire acondicionado, elevadores, centro de procesamiento de datos, etc. se usa una conexión como la mostrada en la figura siguiente.



NOTA: Cuando el c.t. cambia de posición de N a E se abre el interruptor n.c. y saca a las cargas menos importantes energizando solo a las más importantes.

Como se puede observar en los dos ejemplos anteriores, el corazón de un equipo de transferencia es el conmutador de transferencia que es el encargado de transferir los circuitos de potencia y alumbrado importantes de la red normal a la emergencia cuando falla la red normal. Es esquema de conexión y símbolo se han reproducido en las siguientes figuras.





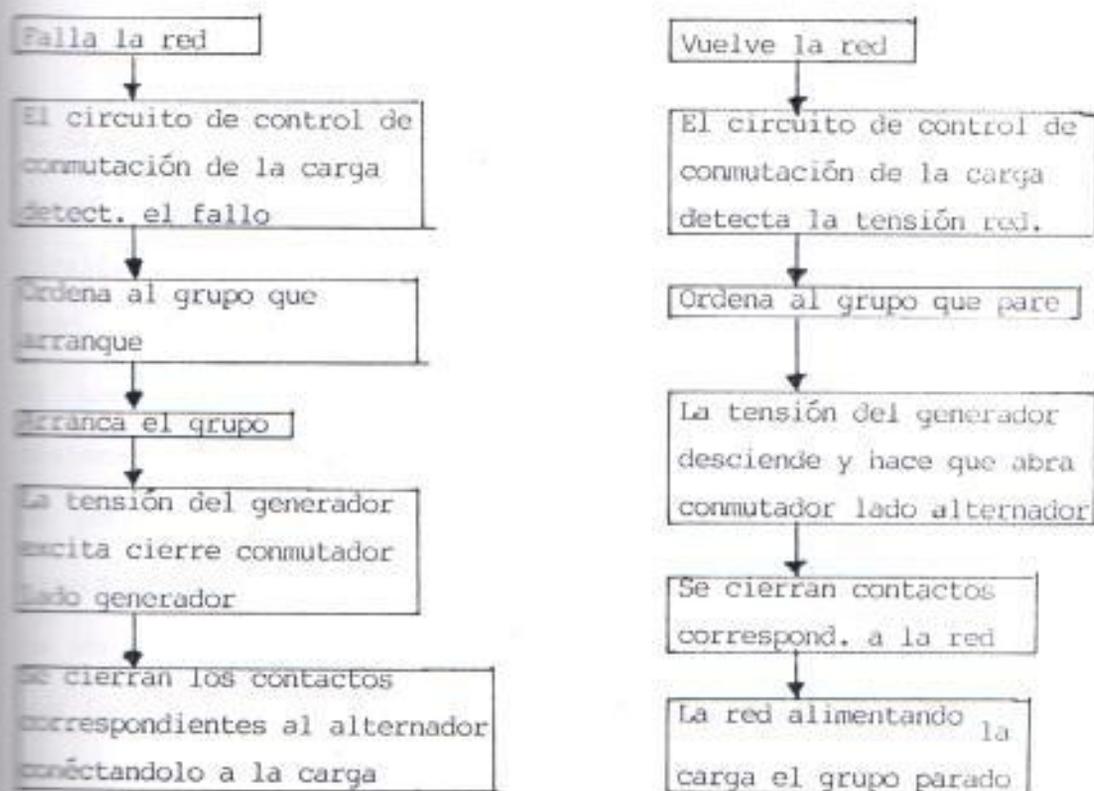
Las características requeridas de un conmutador de transferencia son:

1. Adecuada capacidad de conducción de corriente y habilidad para cerrar los contactos a alta corriente de interrupción sin que estos se suelden o se dañen.
2. Llevar la corriente nominal sin sobrecalentarse.
3. Los contactos principales deberán ser capaces de resistir posibles altas corrientes de cortocircuito en orden para prevenir que los contactos se aparten y resulten dañados.
4. Deberá ser capaz de alta velocidad de transferencia de una fuente a la otra para asegurar la continuidad del suministro de potencia a la carga.
5. Ser capaz de interrumpir el arco cuando se abre un conjunto de

contactos principales y antes de cerrarse el otro conjunto. Esto previene el cortocircuito de sistema a sistema.

6. Tomar carga de emergencia en forma automática o manual, con retardo y con tal secuencia que no sobrecargue a la fuente de emergencia.

En la figura se representa el diagrama de bloques del funcionamiento de un conmutador de transferencia con enclavamiento eléctrico.



Los conmutadores con enclavamiento mecánico son normalmente utilizados en grupos de alta tensión.

El conmutador de transferencia puede conectar el grupo a las cargas importantes de dos maneras:

1. En manual
2. En automático

Asimismo, puede sacar el grupo:

1. En forma manual
2. Por sobreintensidad
3. Por alarmas
4. Por retorno de red

#### 4. CLASIFICACION DE LOS SSPE.

Reconociendo la diversidad de tipos y aplicaciones de los SSPE se los clasifica en base al tipo, la clase, la categoría y el nivel.

##### TIPO.

El tiempo de respuesta es el criterio para determinar el tipo de sistema. Los tipos varían desde sistemas ininterrumpibles de suministro de potencia que "flota" en línea, a los sistemas de potencia sin requisito de tiempo de respuesta. Los sistemas con tiempos de respuesta de 60s ó más cortos, generalmente con sistemas automáticos, en tanto que los sistemas sin límite de tiempo de respuesta con frecuencia son de arranque manual y portátiles.

##### CLASE.

Los sistemas se separan en clase según la duración y operación a plena carga posible sin reabastecimiento de combustible o recarga. Los extremos de clase son los de muy corta duración, 5 min, hasta los

sistemas con duración indefinida de acuerdo con las necesidades del usuario. Los sistemas de equipo rotatorio adecuadamente diseñados tienen capacidad de operación ilimitada.

#### **CATEGORIA.**

Existen dos categorías:

La primera categoría comprende los sistemas de energía alternativos que reciben energía de la fuente de potencia normal.

La segunda categoría incluye los sistemas de equipo rotatorio conjuntos de motor-generador como fuente de potencia.

#### **NIVEL.**

La naturaleza crítica de la carga servida por el SSPE determina el nivel del sistema. Por ejemplo, un sistema que suministra cargas que ponen en peligro la vida humana y su seguridad es considerado como el nivel más crítico. El nivel más bajo define un sistema que suministra cargas que podrían originar pérdidas económicas cuando falta la potencia. El nivel de un sistema legalmente requerido influye directamente en los requisitos que deben cumplir el equipo.

#### **5. CONSIDERACIONES DE LOS SSPE.**

La mayor parte de las consideraciones sobre los sistemas pueden agruparse en tres enunciados: confiabilidad, capacidad y calidad.

#### **CONFIABILIDAD.**

La confiabilidad del sistema es la capacidad del SSPE para cumplir su

propósito sin problemas. El grado de confiabilidad necesaria para un sistema de emergencia está íntimamente relacionado con la naturaleza crítica de la carga servida.

Muchos factores contribuyen a la confiabilidad del sistema; los que se presentan aquí son consideraciones previas a la instalación. Después de la instalación, el mantenimiento adecuado, el ejercicio y los operadores experimentados contribuyen a la confiabilidad.

a. COMPATIBILIDAD.- Ya que todo el equipo en el sistema está interrelacionado y debe funcionar para un propósito común, es importante que cada pieza del equipo esté coordinada con el resto del sistema. Una fuente única de diseño para el sistema completo ayuda a asegurar la compatibilidad.

a. PRUEBAS.- Las pruebas del prototipo durante el proceso del desarrollo del conjunto de motor-generador aseguran que el equipo sea adecuado para el propósito que se intenta. Las pruebas del prototipo ayudan a asegurar el comportamiento en muy diversas condiciones, como sobrecargas, cargas repentinas, cortocircuitos y otras que pudieran ocurrir en el servicio real. La prueba de los sistemas completos para verificar la compatibilidad y el rendimiento como se especificó, antes de la instalación, también aumentan la confiabilidad.

capacidad.

Una de las consideraciones más importantes para un SSPE es la capacidad, o la cantidad de potencia que puede generar el sistema. La

determinación de la capacidad requiere un estudio cuidadoso de la carga del equipo.

#### **CALIDAD.**

El SSPE puede generar potencia que sea esencialmente igual en calidad a la potencia de la fuente normal. Requerimiento como la regulación de frecuencia, la regulación de voltaje, las desviaciones en la forma de onda, contenido armónico y las interferencias de ruidos definen la calidad de la potencia de emergencia.

#### **6. COMPARACION DE MOTORES PRIMARIOS.**

La siguiente tabla muestra las ventajas y desventajas de dos tipos de sistemas.

##### **VENTAJAS**

##### **DESVENTAJAS**

##### **RECIPROCANTES DE GASOLINA**

Costo inicial menor que el diesel

Almacenamiento de combustible

Arranque rápido, especialmente en ambientes bajos.

La gasolina se deteriora con el tiempo.

Peso ligero.

Eficiencia térmica más baja que el diesel.

##### **RECIPROCANTES DE DIESEL**

Necesidades bajas de mantenimiento

Costos iniciales más altos que

fácil almacenamiento del combustible. el de gasolina.

Bajos costos de operación

Buena eficiencia térmica

Disponible en una amplia gama de capacidades de kW.

Para muchas instalaciones, la mejor elección es la de los motores diesel, por ser este combustible relativamente más económico, ser menos inflamable y tener un mayor poder calorífico que otros combustibles.

Las características principales de un motor diesel son:

1. Tipo
2. Potencia (En HP)
3. La velocidad, que dependiendo del número de polos del gobernador da la frecuencia; pudiendo ser por ejemplo, de 1200 RPM a 1800 RPM, para generar a 60 Hz.
4. Consumo de combustible
5. Número de ciclos y de cilindros
6. La cilindra, que se refiere al volumen que admite cada cilindro cuando succiona aire; multiplicado por el número de cilindros de la máquina.
7. El diámetro que tienen los cilindros y su desplazamiento (carrera)
8. Condiciones ambientales como: Presión atmosférica, temperatura y humedad.

**UNIDADES ESTANDAR Y DISTRIBUIDORES LOCALES.**

Continuación a los distribuidores locales, las marcas y unidades estandares disponibles de grupos de generadores de potencia. Estas distribuidoras cuentan con asesoramiento, mantenimiento y accesorios como el panel de transferencia, etc.

DISTRIBUIDOR	MARCA	UNIDADES ESTANDARES ( $f_p=0.8$ )
(Sociedad)	Kohler	5-10-15-20-30-50
(Sociedad)		-80-100-1500 KW
(Sociedad)		113-4910 KW
(Sociedad)	Caterpillar	60-100 KW
(Sociedad)	Massey ferguson	1-48 KW
(Sociedad)	Kubota	SA-33 KW
(Sociedad)	Connis	33A-175 KW
(Sociedad)		200A-1500 KW
(Sociedad)	Slanzi	1 KVA-50 KVA
(Sociedad)	Perkins	1-1500 KW

**GENERADORES.**

Los regimenes nominales de los generadores sincrónicos se atiende a la potencia de salida en (KW) o (KVA) a la velocidad de régimen del eje primario y a la tensión nominal en bornes.

Los generadores sincrónicos funcionan según estas características de la placa indicadora, se supone que la elevación de

la temperatura (calentamiento) no será excesiva y que no se sobrecalentarán.

La máxima sobret temperatura que puede soportar una máquina depende de la clase de aislamiento de sus devanados. Hay cuatro clases normalizadas, A, B, F, y H. A pesar de que existe alguna variación en la temperatura aceptable, dependiendo de la construcción particular de la máquina y del método de medición de la temperatura, estas clases generalmente corresponden a aumentos de temperatura de 60°C, 80°C, 105°C y 125°C, respectivamente, sobre la temperatura del ambiente, mientras más alta sea la clase del aislamiento de una máquina, mayor es la potencia que puede obtenerse de ella sin sobrecalentar sus arrollamientos.

El sobrecalentamiento de los devanados es un problema muy serio en motores o generadores. Una vieja regla establece que por cada 10°C que se exceda la temperatura nominal del devanado, el tiempo promedio de vida de la máquina se acorta a la mitad. Los materiales aislantes modernos son menos susceptibles a la rotura, pero las sobret temperaturas todavía acortan drásticamente sus vidas. por esta razón, una máquina síncrona no debería ser sobrecargada a menos que sea absolutamente necesario.

La habilidad del generador síncrono de producir energía eléctrica queda limitada en primera instancia por el calentamiento sus devanados. Como hay dos devanados diferentes (de armadura y de campo), existen dos restricciones separadas sobre el generador. El calentamiento máximo

permitido del devanado de armadura fija los kilovoltamperios de la máquina; y el calentamiento máximo permisible del devanado de campo fija la máxima magnitud del voltaje generado. Las magnitudes máximas de voltaje y corriente de armadura conjuntamente determinan el (fp) nominal del generador.

La potencia se indica en KVA como en los transformadores porque el factor de potencia ( $\cos \phi$ ) depende de la carga y la máquina está dimensionada para una determinada intensidad de corriente y una determinada tensión.

El más sencillo y obvio de estos regímenes es el de la rotación, constituido por la velocidad de rotación, a la cual es elemento rotatorio se factura en partes que principian a volar por separado. La velocidad de régimen de un dispositivo rotatorio se encuentra muy por debajo de este límite estructural y de soporte (generalmente un 50% o menos) y lo determinan la frecuencia, el voltaje y la potencia a los que va a operar la máquina.

A medida que los generadores tienen que operar a altitudes mayores, del descenso en la densidad del aire resulta una disipación inferior a la comprobada al nivel del mar; prácticamente, en el margen de 0 a 1000m de altitud se asume la disipación constante, para una determinada temperatura ambiente. Por lo tanto, el que está instalado a una altura mayor debe entregar una potencia menor.

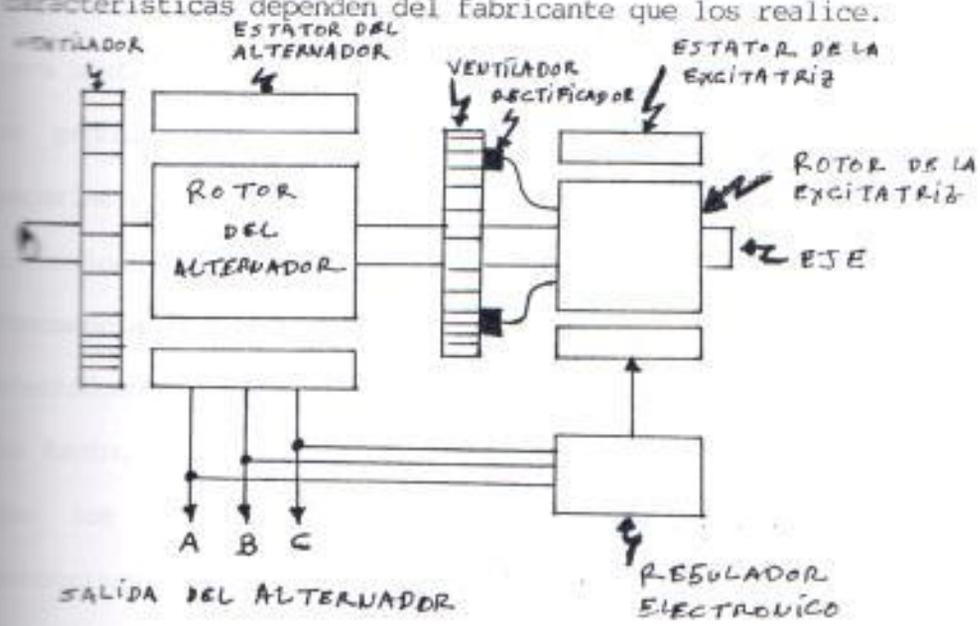
El alternador sin escobillas es el más usado actualmente. Tiene las ventajas de no requerir prácticamente mantenimiento y disponer de una regulación entre valores del + 5%, realizada ésta automáticamente.

Estos alcos están provistos de magnetismo remanente y constan esencialmente de:

- Una excitatriz de polo fijos de acero fundido, de uno o dos devanados diferentes, según el modelo y la casa constructora.
- Un disco de diodos rectificadores giratorios.
- Una rueda polar inductora principal, colocada en el eje, en conjunto con el inducido de la excitatriz y el disco rectificador giratorio.
- Un inducido de la excitatriz sin colector de delgas.
- Un equipo de regulación de potencia reactiva e intensidad.
- Un equipo de regulación de tensión.

La figura representa un alternador de este tipo.

Dentro de estos alternadores, existen muchos sistemas cuyas características dependen del fabricante que los realice.



### 3. MEDIDORES.

El propósito de los medidores es dar el valor de los parámetros eléctricos, térmicos y mecánicos al personal que se encarga de hacer lecturas o pruebas.

#### PARÁMETROS ELÉCTRICOS.

Los más importantes a tener en cuenta son los siguientes;

**Tensión que suministra al alternador.** Los grupos electrógenos disponen de un voltímetro y de un conmutador de voltímetros si es trifásico, necesarios para ver las variaciones de tensión con respecto a la carga, ya que si el grupo no tiene regulación automática tendremos que ir variando los valores de tensión dados por la excitatriz encargada de suministrar corriente continua a los polos magnéticos del alternador.

**Intensidad de carga de los receptores.** Se suele utilizar un amperímetro para sistemas monofásicos y tres para trifásico, dado que el sistema no es probable que éste totalmente equilibrado. La señal de estos amperímetros viene dada normalmente por unos transformadores de intensidad.

**Frecuencia del alternador.** Las variaciones de la carga en un grupo electrógeno produce unas variaciones proporcionales de velocidad y, por lo tanto, de la frecuencia, que nos vemos obligados a compensar para que los receptores que han sido diseñados para una frecuencia determinada, no vean variadas sus características de funcionamiento.

**Potencia activa, reactiva y factor de potencia.** En algunos cuadros de instrumentación, y dependiendo de la potencia necesaria, es conveniente

instalar corregir el factor de potencia con una batería de condensadores autorregulada.

También suele emplearse el "fasímetro", aparato que mide el factor de potencia.

**Intensidad de los polos magnéticos del alternador.** Consiste en la medición, por medio de un amperímetro, de la corriente suministrada a los polos de excitación del alternador.

**Intensidad de la carga de las baterías.** Este es un factor a tener muy en cuenta, ya que cuando el grupo Motor-Generador arranca, las baterías quedan muy descargadas, siendo necesario disponer de un equipo de carga que lo realice en el menor tiempo posible, con el fin de que puedan, en caso necesario, efectuar otro arranque rápidamente.

#### **PARAMETROS TERMICOS Y MECANICOS.**

Cuando un grupo está arrancado y en funcionamiento, es necesario tener en cuenta, no sólo las medidas eléctricas, sino que también son indispensables las mecánicas y térmicas.

Las más importantes son:

**Presión de aceite.** Esta debe estar comprendida entre unos valores dados por el fabricante del motor, y normalmente vienen expresadas, en Kg/cm<sup>2</sup> o en libras/pul<sup>2</sup>.

Este valor de la presión de aceite sufre una variación desde el arranque, cuando el aceite está denso, hasta su situación normal cuando está trabajando en carga, con un valor ligeramente inferior al del aceite caliente.

**Temperatura de la culata.** La temperatura del agua de enfriamiento, en grupos refrigerados por agua, está comprendida dentro de unos valores con muy pequeña variación si el grupo está en vacío o trabaja en carga. Estos valores vienen expresados en grados centígrados, para grupos pertenecientes al área de medidas DIN, o en Fahrenheit para el área inglesa o americana.

**Resoluciones por minuto (r.p.m.)** El número de revoluciones por minuto de un grupo determina la tensión y frecuencia que produce, por lo que estas revoluciones de deben mantener siempre constantes, normalmente 1.600 para alternadores movidos por motor diesel.

En grupos regulados electrónicamente, este número de revoluciones se mantiene prácticamente constante, independientemente de la carga.

En grupos no regulados electrónicamente, donde las variaciones de cargas son numerosas, es preciso la vigilancia y actuar sobre la regulación del diesel para mantener siempre constante la velocidad.

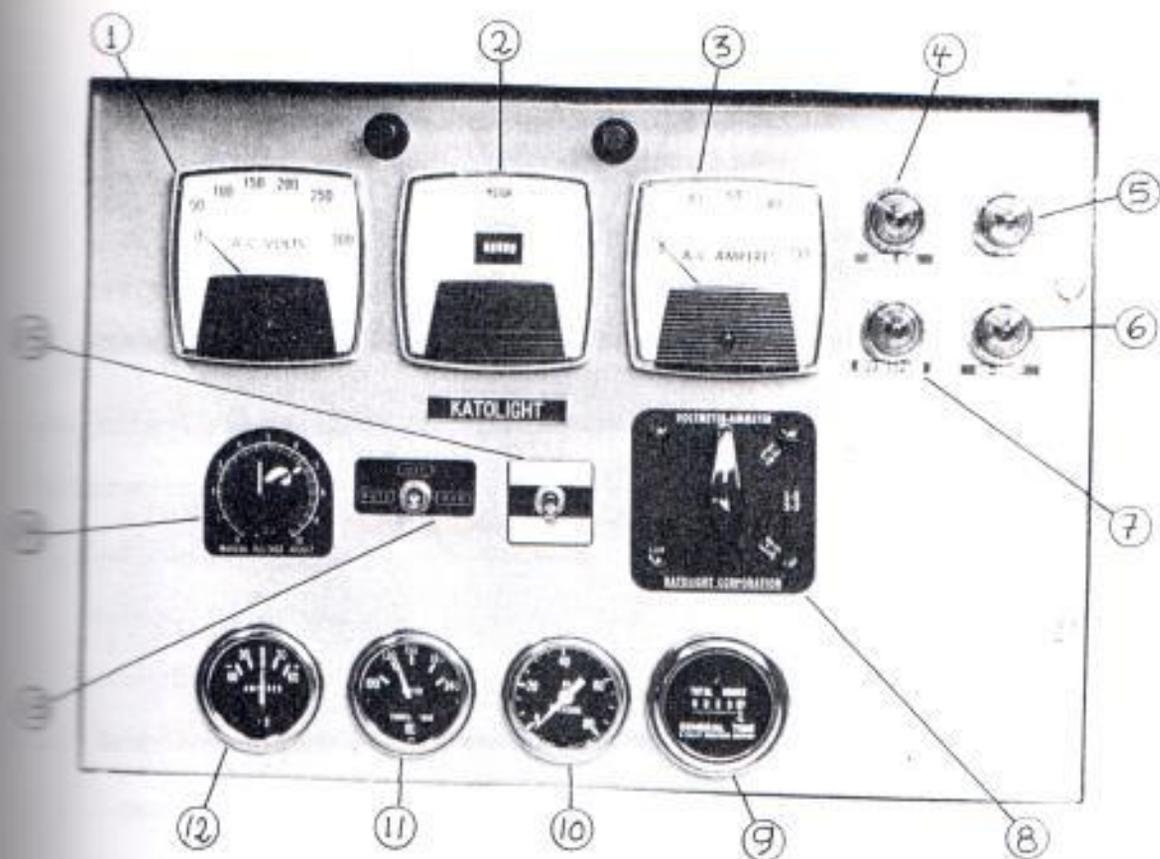
Dentro de esta medida, es muy común la utilización del denominado tacómetro electrónico, consistente en un dispositivo acoplado en el eje del alternador, que gira al unísono, estando formado por un dínamo taconétrica cuya tensión generada excita un medidor eléctrico de r.p.m.; a través de un divisor de tensión, excita un relé alimentado por un circuito electrónico dependiendo de la tensión generada, la cual depende a su vez del número de revoluciones.

Es importante señalar la importancia que tiene instalar un reloj cuenta horas de funcionamiento del grupo, ya que va a marcar el ritmo de

mantenimiento, tanto del alternador como del diesel.

Normalmente, sólo existe un reloj instalado en el diesel y suele ser de impulsos mecánicos a una frecuencia determinada, o bien conectado con el cuenta revoluciones, en el eje.

También se usan relojes eléctricos que se instalan de forma que, conectados como si fueran de voltímetro al que se incorpora un pequeño motorcito, dan vueltas en una esfera.



1. Voltmetro AC
2. Medidor de frecuencia
3. Ampermetro AC
4. Indicador luminoso de baja presión de aceite
5. Indicador luminoso de overcrank
6. Indicador luminoso de alta temperatura de la máquina
7. Indicador luminoso de sobrevelocidad
8. Interruptor selector de foses
9. Indicador de tiempo de operación
10. Medidor de presión de aceite
11. Medidor de la temperatura de enfriamiento
12. Intensidad de la batería
13. Selector de modo
14. Ajuste del voltaje del generador
15. Interruptor de iluminación del panel.

## CAPITULO III

### SELECCION DEL EQUIPO

#### 1. INTRODUCCION

Debido a la naturaleza variada de las aplicaciones de los SSPE existen de factores como:

1. Las características específicas del producto de la planta y su proceso de producción lo mismo que su sensibilidad a la caída de potencia.
2. Las necesidades de potencia de la planta en términos de disponibilidad de la potencia comparada y la confiabilidad de las fuentes normales de potencia.
3. Consideraciones económicas en términos de la localidad, costo de la potencia comprada, cargos de demanda y equipo.
4. Consideraciones económicas de la potencia generada en la planta en términos de disposición de capital, operación, mantenimiento y costo del combustible.

#### 2. PROPOSITO

Debe establecerse el propósito de la instalación y definirse con precisión los requisitos eléctricos de carga.

¿Los generadores de potencia van a suministrar toda la carga de la planta o sólo una parte de ella?

¿Cuál es el factor de potencia característico de la carga? (los motogeneradores se tasan normalmente a un factor de potencia de 0,8 en atraso).

¿Se hará algún intento de controlar o mejorar el factor de potencia?

¿Cuál es el más grande block de carga en kilowatts anticipado y qué motores grandes se van a poner en marcha y en qué bases, a través de la línea, a voltaje reducido?

¿Están involucradas cargas de computadora, SCR, invertidores, rayos X o equipo pesado de soldadura?

### 3. CANTIDAD DE EQUIPO.

La selección del tamaño y el número de unidades para servir la carga demanda una consideración cuidadosa.

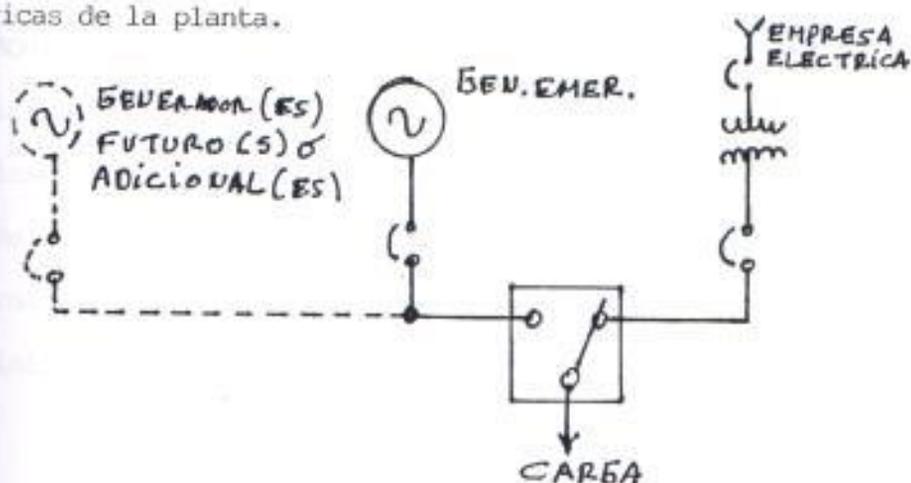
La protección de emergencia puede proporcionarse por una sola unidad con capacidad para proteger un segmento conocido de la carga que puede aislarse con un conmutador de dos vías (emergencia normal) de transferencia. El tamaño de este tipo de unidad puede variar de 50kW o menos hasta aproximadamente 1 500 kW.

Para cargas muy arriba de 1000 kW, se acostumbra proporcionar unidades múltiples de motor generador, y algunas veces hasta ocho unidades en paralelo en una barra colectora común o dividida para una capacidad total de carga de 10000 kW o más.

Las unidades para emergencia de que generalmente se dispone se valoran a la velocidad síncrona de 1800 rpm para servicios de 60 Hz hasta

aproximadamente 1000 kW y a 1200 rpm hasta 2000 kW, en tanto que las unidades de potencia primaria están disponibles en ambas velocidades síncronas de 1200 y 900 rpm para servicio en 60 Hz hasta 3000 kW de capacidad por unidad.

Cuando se selecciona el tamaño y el número de unidades, es de mucha ayuda estudiar el perfil eléctrico de carga en el curso de un año. Si éste no está disponible, puede desarrollarse un perfil basado en las cargas conectadas con la carga anticipada y los factores de diversidad. Los generadores de reserva para emergencia de una sola unidad se suelen aplicar con factores de carga de sólo el 50 y 75 % de la capacidad. Las instalaciones de potencia primaria con unidades múltiples favorecen factores de carga en el nivel de 75 a 90 %, ya que esta selección produce una economía óptima de combustible y eficiencias globales de operación. Se debe prever el crecimiento futuro de las cargas eléctricas de la planta.



#### 4. DETERMINACION DE LAS CARGAS A SER SERVIDAS POR UN GENERADOR DE EMERGENCIA.

Una de las consideraciones más importantes para un SSPE es la capacidad, o la cantidad de potencia que puede generar el sistema. La determinación de la capacidad requiere un estudio cuidadoso de la carga del equipo. Se enlista el voltaje, la corriente y los requisitos de potencia de cada parte de carga del equipo. Se incluye la información pertinente acerca de la carga: Inercia, factor de potencia, método de puesta en marcha y otra información que pudiera afectar a la capacidad. Se elige entre la protección plena o la protección seleccionada. La protección plena significa un sistema mucho mayor, y la protección seleccionada significa menos capacidad y costo reducido de alumbrado. Si aumentan las necesidades en el futuro, todo lo que se provea con respecto a la expansión puede dar fruto a la larga.

Se justificó la compra de un grupo M-G de carga para el GRAN HOTEL GUAYAQUIL, basandose en la necesidad de dar una continuidad en ciertos servicios al huésped, tomando en cuenta las necesidades propias esto es, analizando cómo puede afectar la falta de corriente eléctrica en cada uno de los circuitos y acogiéndose a reglamentos de hotelería y turismo internacionales, se encontró que la carga de emergencia ubicada en distintas áreas de la instalación son las siguientes:

## CARGA DE EMERGENCIA

POTENCIA KW

## 1. Servicios Generales:

Iluminación de pasillos,  
habitaciones y exteriores.

120 volteos - FP=1.0

45

## 2. Cocina:

Iluminación, congeladores  
y calentadores.

240 V- 120 V- FP=0.9

15

## 3. Bombas de Agua:

Para servicio interno  
y de incendio.

240 V- FP=0.85

10

---

**TOTAL****70**

## 5. SELECCION DEL GENERADOR DE EMERGENCIA.

De acuerdo a los datos de las cargas, se puede consultar con los distribuidores locales el grupo M-G de emergencia que más convenga.

La distribuidora **MARRIOTT** fué la elegida y se compro e instaló un grupo de 75 KW (FP=0.8) marca caterpillar a un costo total de \$85'000.000,00 (Mayo/90).

### DATOS DE PEDIDO

1. Carga
2. La altura de operación
3. La temperatura máxima ambiente
4. Posible mantenimiento
5. Nivel de voltaje

### RECEPCION

1. documento de garantía
2. Instalación en el sitio
3. La garantía termina después de las pruebas del grupo.

### PRUEBAS

1. **Vacío.**- Verificando si los niveles de vacío cumplen con las especificaciones técnicas.
2. **Carga.**- Verificando la operación bajo carga escalonada hasta cumplir con las condiciones nominales del grupo.

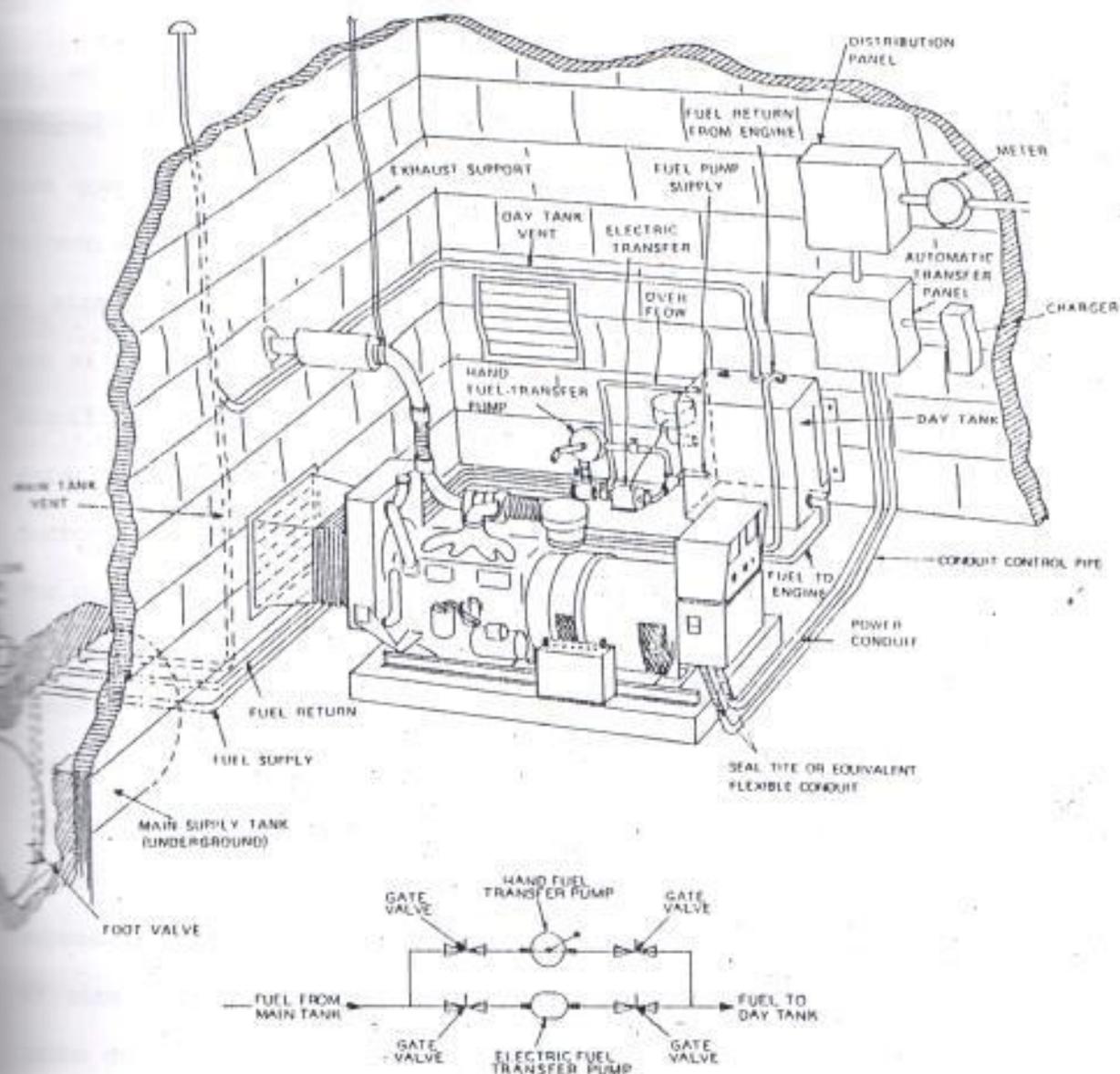
CAPITULO IV  
INSTALACION DE LOS SSPE

1. INTRODUCCION.

Los folletos de los fabricantes dan instrucciones completas para la instalación, pero conviene indicar algunas sugerencias tales como:

- a. La estructura de soporte deberá ser adecuada para el grupo y sus accesorios.
- b. Las vibraciones deberán ser efectivamente aisladas y amortiguadas para reducir la transmisión de las vibraciones y prevenir la fráctura por fatiga de los sistemas conectados.
- c. El área debe ser limpia y seca y no estar sujeta a inundaciones.
- d. El área debe permitir fácil acceso para mantenimiento y reparaciones.
- e. La ventilación estará disponible en el área con una mínima cantidad de trabajo de flujo de aire y estar en un rango de temperatura el cual dará un arranque automático rápido.
- f. Un adecuado sistema de escape de los gases de la combustión.
- g. Un adecuado suministro de combustible deberá estar disponible siempre para mantener la operación.
- h. Buena iluminación.
- i. La unidad se situará cerca de paredes externas para minimizar los costos de ductos de ventilación, escape de gases, y otros ductos.
- j. Es aconsejable la colocación de un canal, con tapa preferiblemente de hierro, en todos los costados del grupo electrógeno, para colocar

El cableado eléctrico de salida del grupo.



Instalación típica de un grupo motor-generador de emergencia.

## 2. INSTALACION.

### 2.1. VENTILACION.

Como se sabe, todas las llamadas máquinas de combustión interna, producen gases producto de la combustión; pero también es necesario para quemar el combustible, proporcionar suficiente aire, que lleve el oxígeno al combustible.

El aire que se inyecte al motor, debe estar exento de impurezas; ya que si tiene polvo o partículas corrosivas, se puede perjudicar; esto significa que el local en donde se aloje el grupo de emergencia, debe estar provisto de una buena dotación de aire, por medio de ventanas y ductos amplios y filtros, cuando se considere necesario.

Por otra parte de la energía generada, aproximadamente del 15 al 25 por ciento, se transforma en calor; mismo que se debe extraer del local en donde esta el grupo, por lo que se debe disponer de un sistema de ventilación apropiado; para esto se estima que la cantidad de aire necesario (en M<sup>3</sup>/seg.), para evacuar el calor de las pérdidas, se obtiene por un factor 0,166; multiplicado por la potencia de la planta expresada en kVA.

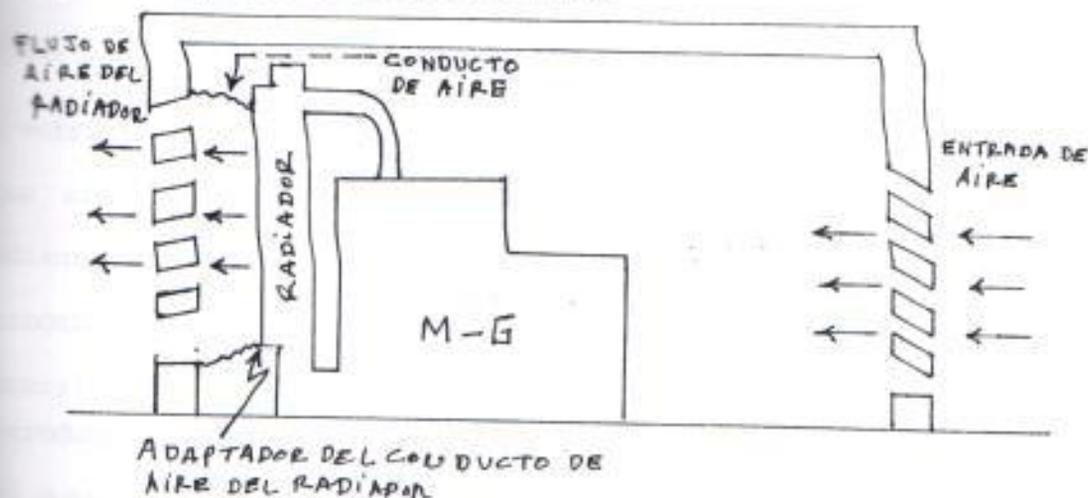
El aire necesario para la combustión del motor, se estima que es del orden de 5,5 A 6,8 M<sup>3</sup>/kW/h; se considera que es pequeño, en comparación con el necesario para la ventilación; y por lo mismo, no se considera en los cálculos.

### 2.2. SISTEMA DE ENFRIAMIENTO.

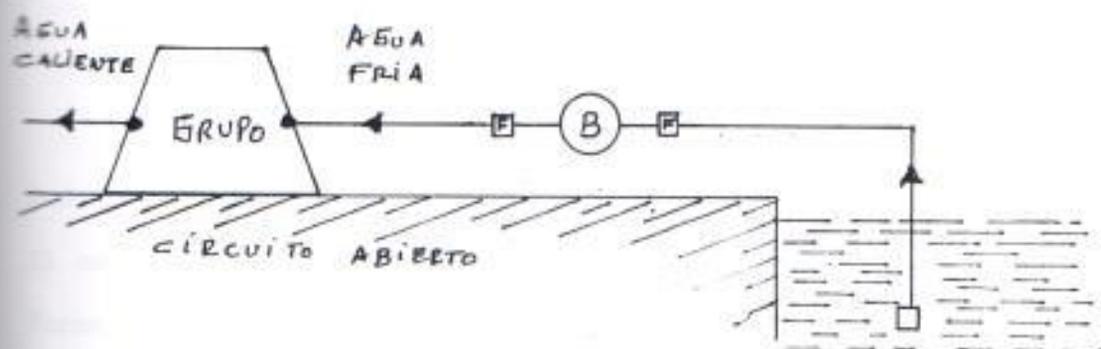
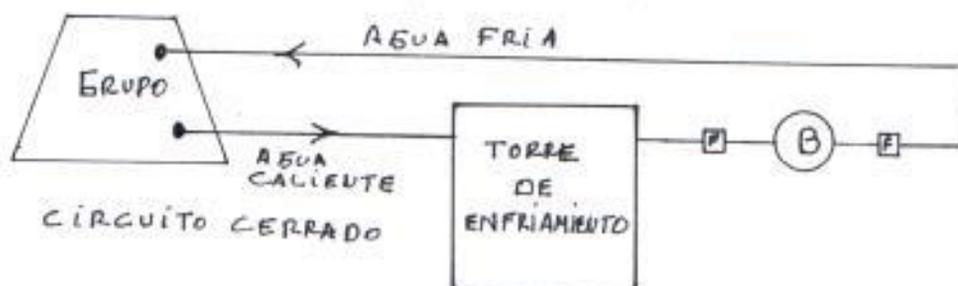
Los grupos de emergencia que usan como motor impulsor a los llamados motores diesel; pierden por radiación del calor, aproximadamente la tercera parte del poder calorífico del combustible; este calor producido, se tiene que disipar por medio de los sistemas de refrigeración, que básicamente es agua circulante, que se hace pasar alrededor de los cilindros; esta agua se enfría de distintas formas, como por ejemplo:

a) Para grupos con potencias no mayores de 1000 kW, se usa radiador y ventilador incorporado al propio motor; como es el caso del enfriamiento de los motores de vehículos.

Colóquese el radiador alejado de una pared o cualquier otra obstrucción que pudiera causar recirculación de aire o restringir el flujo de aire. Estas obstrucciones también incluyen cualquier fuente de suciedad, trayectoria de paso de vehículos, unidades de acondicionamiento de aire o tubos de escape o chimeneas. Recuérdese que el radiador debe estar en un lugar donde puede limpiarse o dársele servicio.

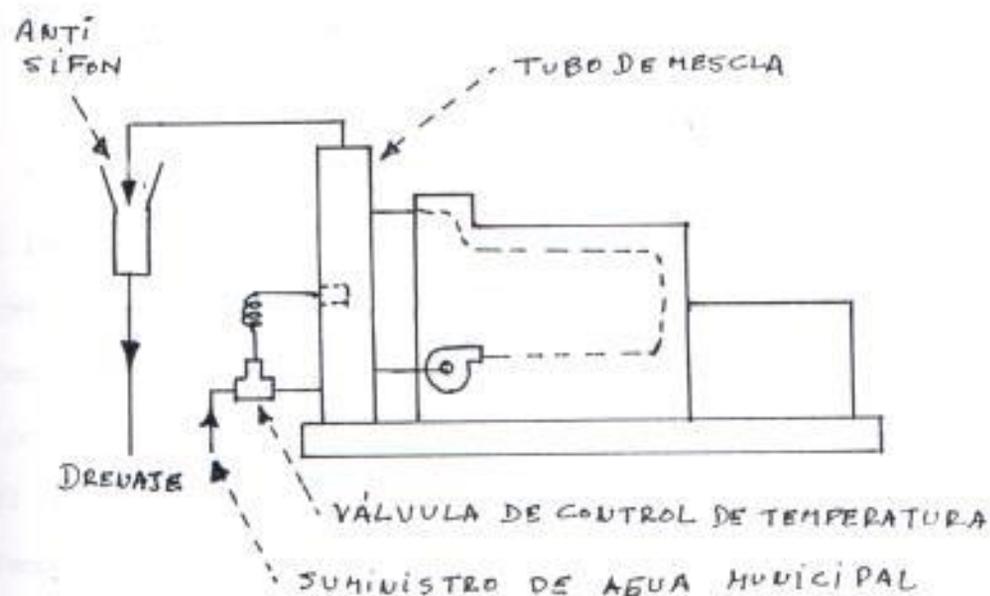


b) Para grupos de potencias mayores de 1000 kw, se pueden usar las llamadas torres de enfriamiento, o bien haciendo circular el agua hacia un río, cuando se tiene esta facilidad, cercana al grupo.



En los sistemas motor generador de emergencia se emplea ocasionalmente el enfriamiento con agua municipal, que es simplemente el mezclado de agua cruda fría con el agua del encamisado durante la operación mediante el uso de un regulador de la presión del agua y válvulas termostáticas de control, derivándose el exceso al desperdicio (ver figura) **PRECAUCION.** Aunque barato en su instalación, este método introduce elementos minerales y corrosivos en el agua del encamisado del motor, y como depende del suministro de agua municipal, puede estar

fuera de operación en tiempo de desastre.



### 2.3. SISTEMA DE ESCAPE.

El escape de los gases de combustión, se debe llevar a la atmósfera en forma rápida y silenciosa; para esto, se debe proveer a los motores de combustión de un escape apropiado, con silenciador.

No deben descargarse los gases cerca de las ventanas, tiros de ventilación o entradas de aire. La salida del escape debe diseñarse para evitar la entrada de agua, polvo y suciedad. Se monta en el motor una conexión flexible de escape para aislar la vibración del motor.

Debe tenerse especial cuidado de no colocar los tubos de salida de gases en dirección contraria al de los vientos predominantes en la zona, ya que tal cosa dificultaría considerablemente la salida de los

mismos hacia el exterior.



#### 2.4. INDUCCION DE AIRE.

Se deben de considerar los siguientes factores cuando se instale un sistema de ventilación:

- a. Localización de la entrada y salida de aire.
- b. El procedimiento de entrada y salida de aire.
- c. Temperatura ambiente.
- d. Recorrido del ducto de salida de aire.

La entrada y salida del aire deberán estar en línea, de tal forma que el flujo del aire de ventilación del cuarto de máquina sea paralelo al flujo del aire del grupo electrógeno de emergencia.

- e. El filtro debe estar localizado en la entrada del sistema de ventilación.
- f. Los ductos de aire deben sellarse perfectamente para evitar que se arrastre aire sucio después del filtro.
- g. Fácil acceso para mantenimiento.
- h. Cerrarse todos los ductos de aire lejos de las tuberías de escape, del motor, líneas de calefacción y otras áreas calientes.

Siempre la entrada de aire lejos de las concentraciones de humo, tubos de escape, tanques de combustibles, venteos de tanques y acumulaciones de productos químicos y desperdicios industriales.

Los ductos de aire deben sellarse perfectamente para evitar que se arrastre aire sucio después del filtro. Todos los ductos deben verificarse periódicamente para localizar fugas.

### 2.5. ALINEAMIENTO DEL MOTOR.

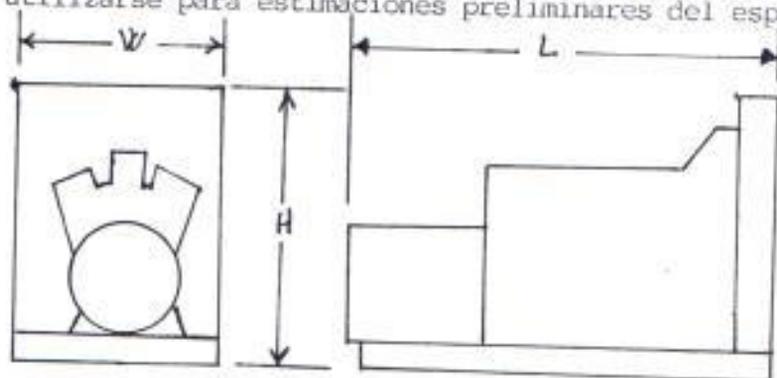
El alineamiento entre el primotor y el generador es fundamental para la larga vida del grupo. El alineamiento debe verificarse periódicamente de acuerdo con las recomendaciones del fabricante.

### 2.6. LOCALIZACION DEL EQUIPO.

La localización del motor-generador en la planta debe incluir muchas consideraciones prácticas, tales como:

- a. El área debe ser limpia y seca y no estar expuesta a inundaciones.
- b. El grupo electrógeno se suele controlar automáticamente y localizarse en las cercanías de otro equipo (calderas) que requieren atención periódica del operador y pueda recibir también la atención que merece.

La figura muestra las dimensiones de la envolvente típica para grupos M-C a diesel. También se muestra los claros mínimo en todos los lados, que pueden utilizarse para estimaciones preliminares del espacio.



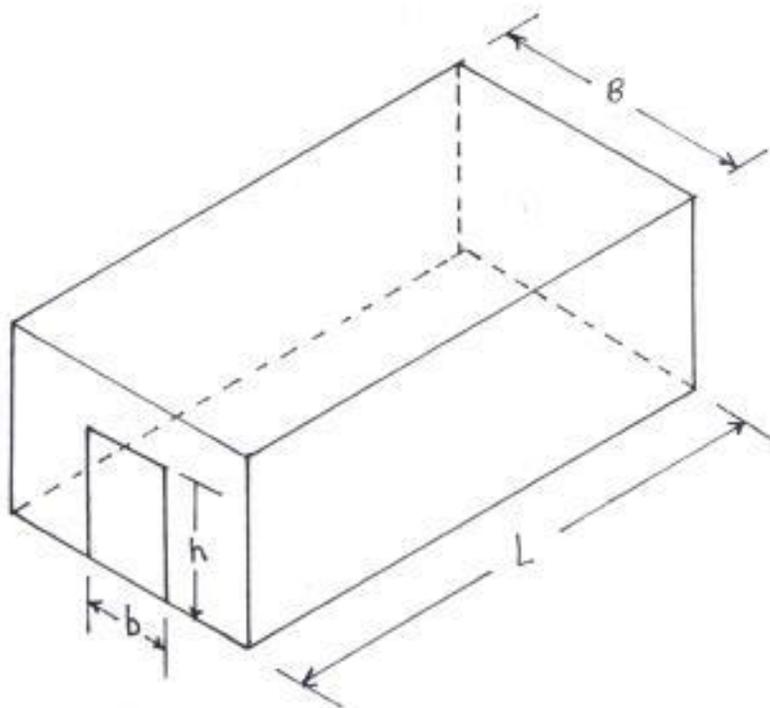
(LONGITUD, ANCHO Y ALTURA EN METRO)

KW	RPM	L	W	H	WT, LB
50	1800	1,73	0,76	1.27	2300
100	1800	2.79	0.91	1.40	4200
150	1800	2.90	0.91	1.52	4500
200	1800	2.90	1.07	1.52	6000
250	1800	2.90	1.07	1.52	7000
300	1800	3.56	1.42	2.29	13000
400	1800	4.06	1.75	2.29	16000
500	1800	4.06	1.83	2.29	19000
600	1200	5.33	1.88	3.07	32000
700	1200	5.49	2.13	3.15	32500
800	1200	5.64	2.13	3.15	33000
900	1200	5.64	2.44	3.15	35000
1000	1200	5.64	2.44	3.23	36000
*1200	1200	4.72	2.03	2.49	38000
*1500	1200	6.65	1.98	2.87	42000
*2000	900	8.38	1.83	3.53	45000

\* Indica menos radiador de enfriamiento.

Para las determinaciones finales, trabájese siempre con los requisitos específicos de espacio dado por el fabricante del equipo para espaciamientos óptimos, tanto alrededor de la unidad como sobre ella para el mantenimiento eficiente, y las reparaciones.

Como una medida orientativa de los tamaños de locales, para plantas de emergencia en función de su potencia; se dan los datos siguientes:



**DIMENSIONES GENERALES DE LOCALES PARA PLANTAS ELECTRICAS:**

DIMENSIONES GENERALES:	-POTENCIA DE LA PLANTA GENERADORA-			
	20 - 60 kW	100 - 200 kW	250 - 550 kW	650 - 1500 kW
L	5.0	6.0	7.0	10.0
B	4.0	4.5	5.0	5.0
B	3.0	3.5	4.0	4.0
b	1.5	1.5	2.2	2.2
h	2.0	2.0	2.0	2.0

## 2.7. SISTEMAS DEL COMBUSTIBLE.

La instalación de un motor diesel requiere planeación especial para manipular el suministro de combustible, almacenamiento y tubería.

La mayor parte de las instalaciones para motores diesel utilizan un sistema de dos tanques; un tanque principal de almacenamiento y un tanque de día.

El tanque de día se diseña para mantener por gravedad un suministro limpio de aceite cercano al motor y proporcionar combustible de inmediato cuando se pone en marcha el motor. Al utilizar el tanque de día cercano al motor, la bomba de transferencia de combustible será capaz de transportar el combustible más fácilmente, sin tener que desarrollar altas presiones de succión.

Si el tanque de día está localizado por encima del nivel de la bomba de inyección del combustible al motor, el flujo del combustible mantendrá una presión constante en la entrada de la bomba de transferencia de combustible.

Siempre que el tanque esté sobre el nivel de la bomba de inyección de combustible debe agregarse un medio positivo de corte precisamente después del tanque de día. Si el tanque de día está montado sobre una estructura que está sujeta a vibración, debe agregarse un conector flexible entre el tanque y la tubería del combustible. (en realidad, se recomienda conexiones flexibles entre un motor y cualquier sistema de soporte que incluya combustible, aire, agua o aceite). El peso del

tanque y del combustible se debe considerar cuando se diseña y monta el tanque. A continuación se da una tabla que contiene datos de consumo y volumen del tanque diario típicos.

POTENCIA DEL GENERADOR. (KW)	POTENCIA DEL MOTOR EN Hp.	CONSUMO LITROS/HORA.	VOLUMEN DEL TANQUE (LITROS).
75	112	14.6	200
100	155	21.0	200
125	202	26.5	200
150	235	31.0	200
200	315	41.0	200
250	505	69.0	500
350	660	100.0	500
400	790	114.0	500
600	1190	180.0	1000
900	1570	260	1000

Los tanques principales de almacenamiento. Son esférico o cilíndrico se deben emplear por su resistencia adicional. Evitense los tanques cuadrados. Los tanques principales de almacenamiento deben ser bastante grandes para contener combustibles para diez días. Si el suministro de combustible es incierto debido al estado del tiempo, el tránsito o cualquier otra razón, debe aumentarse el tamaño del tanque.

La localización del tanque principal de almacenamiento está relacionada con el método de suministro. Si un camión suministra el combustible el

tanque y la abertura de llenado deben estar cercanos al camión. Los tanques deben localizarse siempre de tal forma que se minimice la longitud de las líneas de combustible.

Adelante, los tanques principales de almacenamiento exteriores deben localizarse debajo tierra. En esta forma el tanque quedará aislado contra los cambios de temperatura y la condensación de agua del tanque se mantendrá a un mínimo. Para los tanques de almacenamiento bajo la tierra, el tubo de llenado debe localizarse lo suficientemente alto sobre el nivel del terreno para evitar la contaminación del combustible por el agua y la suciedad del suelo.

Como en los tanques de día, la toma del combustible nunca debe salir del fondo del tanque principal de almacenamiento.

El tanque debe instalarse lo suficientemente bajo y con un nanate que permita que la suciedad y el agua se asienten separándose del aceite para purgarse o extraerse con bomba.

Los tanque subterráneos deben purgarse por el fondo cuando menos dos veces cada año para remover todo el lodo y agua acumulados. Los tanques sobre la superficie están más sujetos a la condensación, de modo que deben purgarse por el fondo con más frecuencia.

**PRECAUCION.** Los tanques de combustibles diesel, conexiones y líneas nunca deben fabricarse con acero galvanizado ni deben ser de material de zinc aleado. El azufre presente en el combustible corroe esos

metales, y llena de bomba de inyección y los inyectores.

El tubo de venteo al exterior debe tener cuando menos una pulgada de diámetro, y un apartallamas aprobado se debe incorporar al venteo.

Los **cedazos y los filtros** son una parte importante de cualquier sistema de combustible diesel. Sin la acción de limpieza de estos componentes, la suciedad que pudiera haber en el combustible destruiría las partes finamente maquinadas en los inyectores y la bomba de inyección.

Se debe colocar un filtro precisamente antes de cada medidor y de cada bomba. Para asegurar el mantenimiento adecuado, se debe situar en una posición fácilmente accesible también dejar suficiente espacio debajo de cada filtro con un recipiente colector para evitar derrames desordenado y peligrosos de aceite combustible.

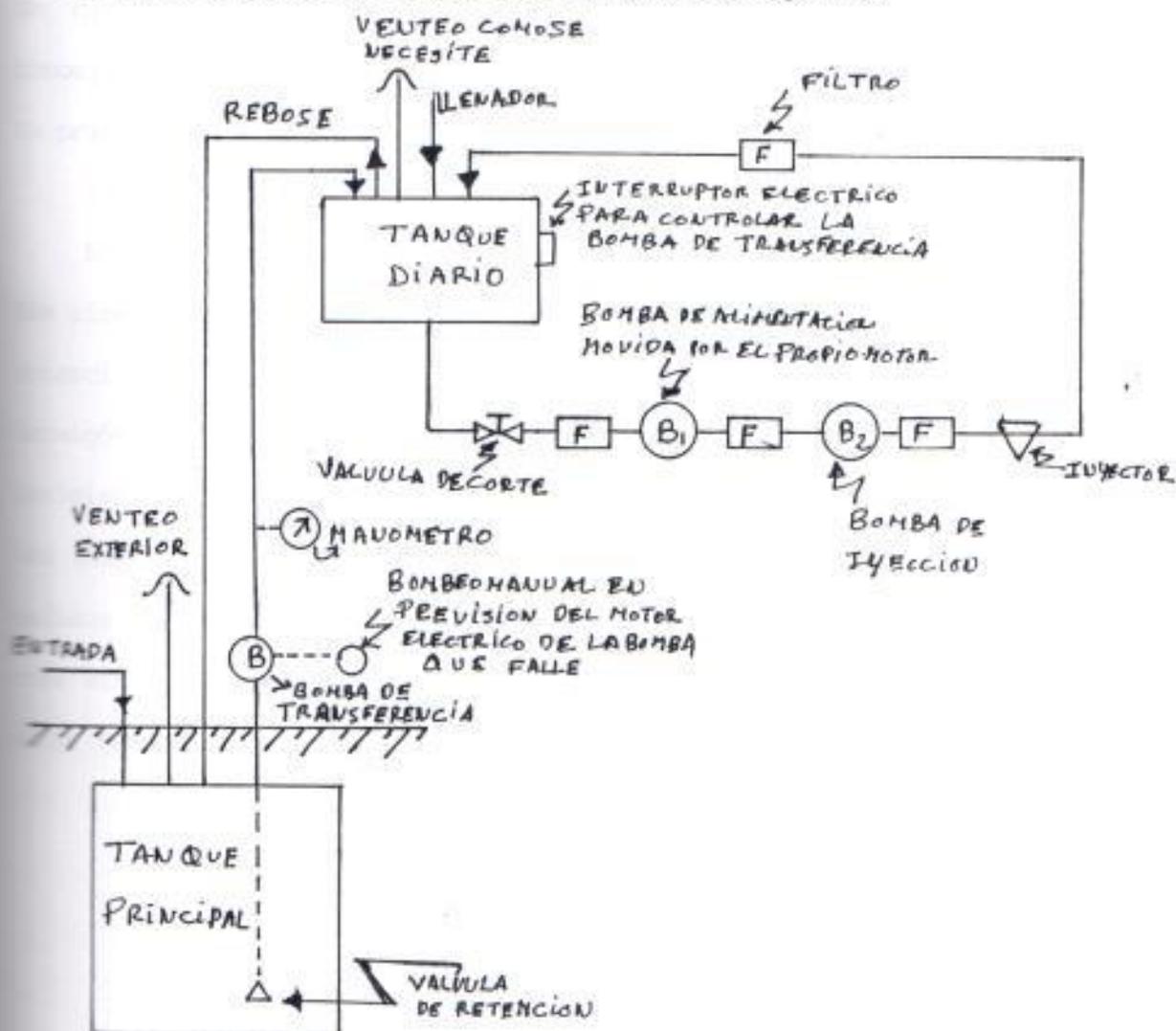
Se deben agregar separadores a un sistema, sobre todo en la salida del tanque principalmente de almacenamiento para remover los sedimentos.

Se deben incorporar **válvulas de corte** al sistema de combustible en la salida del tanque del combustible y en el punto donde la línea de combustible entra al edificio o sala de máquinas, en caso de existir una falla eléctrica o mecánica. Las **bombas de transferencias** se utilizan para suministrar combustible a la bomba de inyección, o para elevar el combustible a un tanque o un motor que están a un nivel más alto. No pueden utilizarse las bombas centrifugas como bombas de transferencia debido a que no son autosebantes. Se deben emplear bombas de desplazamiento positivo.

Las **líneas de retorno de combustibles** transportan el combustible

caliente en exceso, ya utilizado en el ciclo del motor, fuera del inyector y lo devuelven al tanque de almacenamiento o de combustible o al tanque de día. El calor excesivo del combustible se disipa en el tanque.

**PRECAUCION.** No debe devolverse nunca una línea de retorno de combustible directamente a las líneas de suministro de combustible al motor. El combustible se sobrecalentará y se descompondrá.



## 2.8. CIMENTACIONES.

La colocación de los grupos M-G de emergencia en los lugares fijos donde han de funcionar permanentemente, se realiza, situándolas sobre macizos de hormigón o de mampostería, contruídos expresamente para esta misión, y que se denominan, cimentaciones, la construcción de cimentación correspondiente se efectúa de acuerdo con un plano previo de cimentación. Cuyo proyecto queda fuera de los límites de los conocimientos profesionales de un técnico en electricidad.

En primer lugar las cimentaciones se clasifican en:

- a) Cimentaciones fijas
- b) Cimentaciones elásticas

Las cimentaciones fijas se utilizan, sobre todo, para grupos de pequeña potencia y en ellas, los elementos estructurales, tales como ladrillos, hormigón, etc. Se fijan rígidamente sobre el terreno sin posterior movimiento de ninguna de sus partes.

Las cimentaciones elásticas se emplean para la fijación de grupos de mediana y gran potencia; disponen de elementos más o menos móviles, cuya misión es absorber las vibraciones de las máquinas montadas sobre estas fundaciones, cuando dichas máquinas están en funcionamiento.

## CAPITULO V

### CONTROL Y PROTECCION DEL EQUIPO

#### 1. CONTROLES ELECTRICOS.

Después de seleccionar el tamaño en kilovatio de la unidad, debe de considerarse el voltaje de salida generada y los voltajes de control.

Pueden hacerse las decisiones sobre el modo de operación, manual, semiautomática, automática u operación si atención. Se deben hacer las decisiones de medición adecuadas, supervisión, lecturas y anunciadores. Una consideración adicional es el voltaje del motor de c.c. que arranca al motor primario y el voltaje del panel de control. Estos voltajes son siempre suministrados por una fuente de c.c. de baterías que permiten la operación y control de los interruptores y del motor sin voltaje de c.a. ya sea de la empresa productora o del generador de emergencias, El panel de control realiza, normalmente, entre otras las funciones de protección de sobre voltaje, bajo voltaje, protección diferencial, sobre o baja velocidad, sobrecarga.

#### 2. PROTECCION.

##### 2.1. INTRODUCCION.

La intención de esta sección es la discutir las necesidades y practicas recomendadas en la aplicación de protección a los SSPE.

Para este tipo de aplicaciones, la confiabilidad tendrá una consideración extraordinaria, tratandose de la alimentación de una

carga crítica. No es intención de esta sección enlistar todos los códigos y normas, pero, algunos de ellos serán mencionados cuando se estime necesario. La protección para la mayoría de los componentes individuales que constituyen los SSPE, será discutida aquí, con énfasis a mantener la integridad y confiabilidad del sistema.

## **2.2. CONSIDERACIONES DE LA CORRIENTE DE CORTOCIRCUITO.**

En muchas áreas interesa proteger los componentes que constituyen un SSPE, pero a lo que se da mayor atención es a la corriente de cortocircuito. Estudios deberán ser hechos para determinar la magnitud de la corriente disponible a través del SSPE, especialmente sobre los dispositivos de conmutación e interrupción de corriente.

## **2.3. DISPOSITIVOS DE TRANSFERENCIA.**

### **2.3.1. NORMAS Y CODIGOS.**

Las normas y códigos aplicados a la protección de los conmutadores de transferencia varían en cierto sentido entre los diferentes usos de los equipos. El NEC no es muy claro al indicar las necesidades de equipos de transferencia en los SSPE específicamente. Las normas UL 1003 tratan de la construcción y prueba de los conmutadores de transferencia que pueden obedecer con los requerimientos de régimen de carga pesada y oposición a la corriente de falla son elegidos por U.L. (underwriter Laboratories).

### **2.3.2. REGIMEN DE RESISTENCIA.**

Los conmutadores de transferencia tiene una especial consideración para la aplicación de dispositivos en ramas de circuitos normales.

El diseño, norma de resistencia, y régimen de corriente de falla de los conmutadores de transferencia, juegan un papel importante en la aplicación y los esquemas de protección.

Estos pueden ser capaces de cerrar con alta corriente sin daño o separación de los contactos, ser capaz de resistir severos ciclos de interrupción de carga nominal.

La coordinación de los dispositivos de protección de sobrecorriente para muchos conmutadores de transferencia bajo condiciones de régimen de falla, es uno de los aspectos más importantes para su aplicación, con el objeto de tener una operación confiable de un SSPE.

Dos son los efectos de estas altas corrientes de falla:

1. Los efectos magnéticos que atentan con abrir los contactos cerrados
2. El desarrollo de energía calórica, lo cuál puede soldar, deformar o producir otros daños al conmutador de transferencia.

Uno o ambos de estos efectos pueden causar daños a los conmutadores de transferencia.

La falla puede causar una sensible caída de voltaje, la cuál puede ser sensedada por un réle del equipo de transferencia. Es imperativo que los contactos del conmutador se mantengan cerrados hasta que un dispositivo de protección despeje la falla.

La separación de los contactos antes de la operación de los dispositivos de protección, pueden ocasionar un arco severo con generación de calor y posible daño del conmutador.

#### 2.3.3.4 REGIDEZ DIELECTRICA DE UN CONMUTADOR DE TRANSFERENCIA.

El área que no va a ser sobreprotegida es la rigidez dieléctrica del conmutador a ser aplicado.

Las pruebas U.L. requeridas, están diseñadas principalmente para ser satisfechas, pero su confiabilidad deberá ser considerada.

Después de resistir una falla, un conmutador de transferencia, que cumple con todos los requerimientos de la prueba podría fallar consecuentemente, debido a las oleadas de sobrevoltaje, sino es equipada una protección de sobrevoltaje.

Para una correcta aplicación de un conmutador de transferencia, con estos regímenes de resistencia, se obtendrá del fabricante toda la información concerniente a los circuitos de prueba, magnitudes de corrientes RMS de cortocircuito simétricas, razón de cortocircuito X/R y voltaje, sobre el cual el régimen de resistencia está basado.

#### 2.3.4. SIGNIFICADO DE LA RAZON X/R.

La razón X/R de un circuito determina la máxima corriente de pico disponible y así el esfuerzo magnético que puede ocurrir.

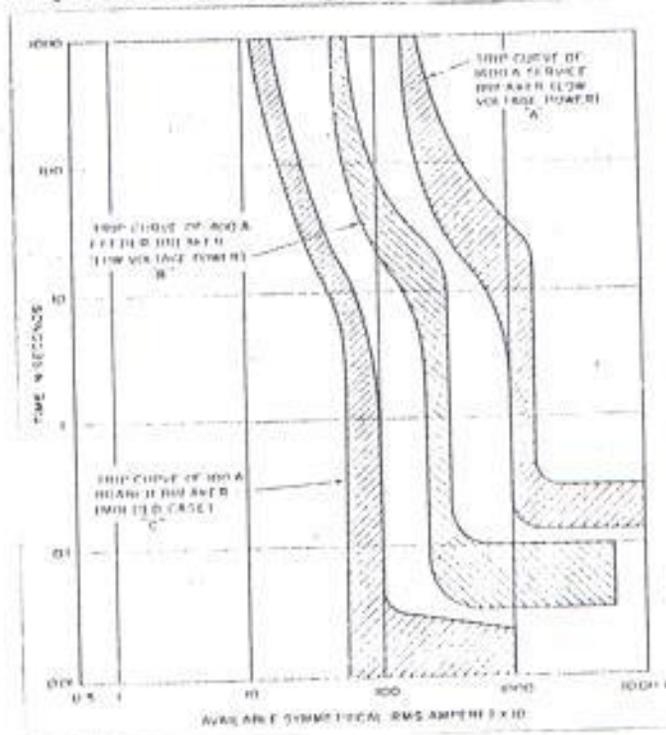
Cuando la razón X/R se incrementa, tanto la resistencia del conmutador a la falla y la capacidad del dispositivo de protección de sobrecorriente se tornan más críticos.

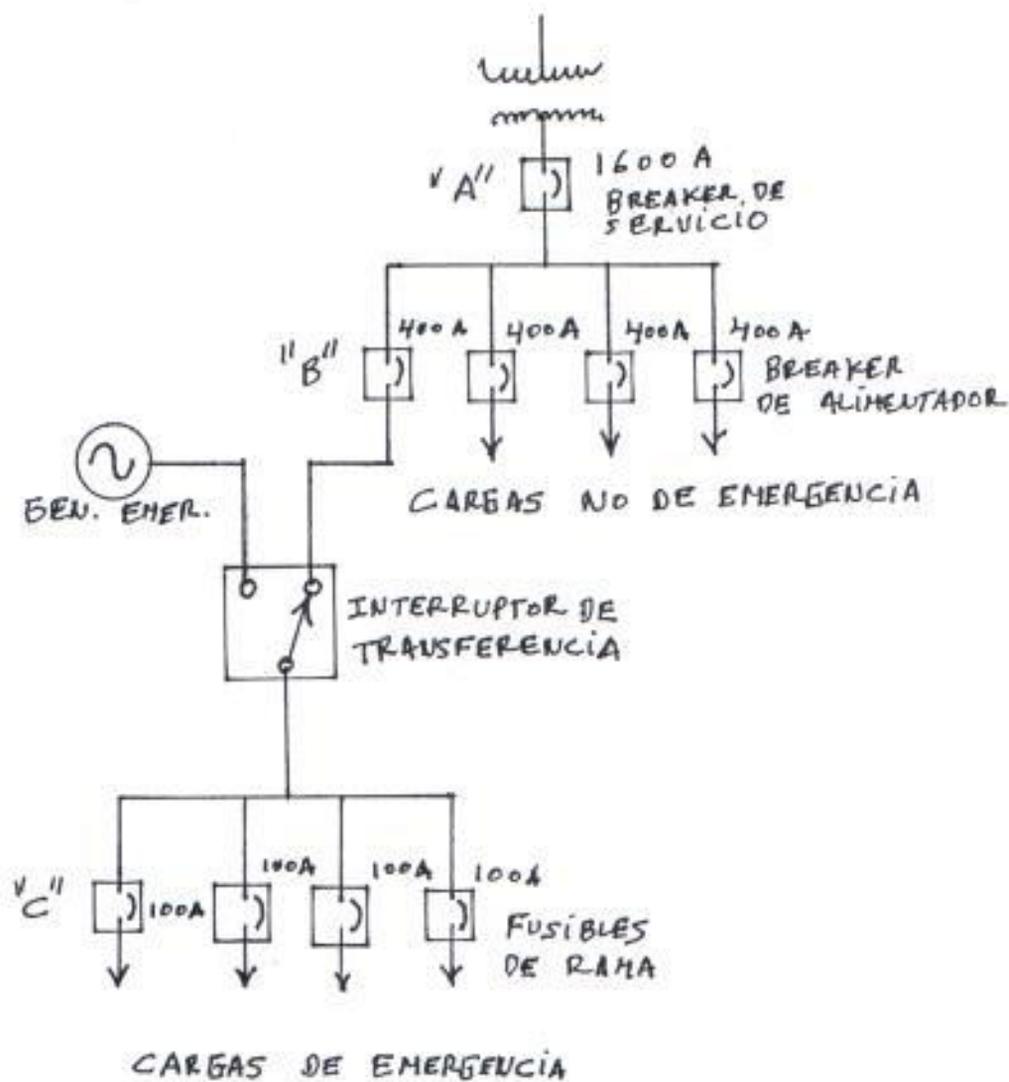
A algunas veces, el régimen de interrupción de la corriente simétrica de un C.B.O de un conmutador de transferencia y sus regímenes de resistencia se verán reducidos si son aplicados sobre una razón X/R mayor que el de resistencia del dispositivo bajo prueba.

### 2.3.5. PROTECCION CON C.B.

En los SSPE se deberá dar una consideración especial a la coordinación de la protección para circuitos principales y ramales, ya que las cargas son críticas. En añadidura a la protección de un conmutador de transferencia, la confiabilidad se mantiene por la selección apropiada de los breaker. Normalmente es requerida algún retardo de tiempo en los breaker principales para obtener selectividad. Obviamente, la apropiada coordinación deberá prevenir molestias del arranque del generador de emergencia sobre el disparo de los breaker del suministro de potencia normal.

Los costos adicionales de los breaker principales son justificados por el incremento de la confiabilidad en el servicio. Las figuras dan una ilustración simple de estos arreglos.





Los breaker "A" y "B" deberá estar previstos de un retardo de tiempo en la corta región de disparo, mientras que el breaker "C" tendrá un disparo instantaneo, para obtener la coordinación apropiada. Similarmente, el breaker que alimenta a la carga no esencial, deberá estar previsto de un disparo instantaneo para coordinar con el breaker principalmente. El conmutador de transferencia protegido con un C.B. tendrá que conducir la corriente de cortocircuito por un tiempo relativamente largo. Debido a la alta magnitud de la corriente de falla, el régimen  $I^2t$  del conmutador deberá ser relativamente bajo para prevenir un régimen de calor excesivo.

#### 2.3.6. PROTECCION CON FUSIBLES.

Los fusibles pueden en forma segura interrumpir más rapidamente que los C.B. la corriente de cortocircuito.

Una ventaja de los C.B. Sobre los fusibles es la banda operacional de polos, eliminando la posibilidad de condición manofásica.

El fusible deja pasar la corriente de pico y la energía  $I^2t$  dejada pasar será coordinada con las mismas características del conmutador de transferencia aplicada. Estas características varían con los muchos fabricantes y deberá, por lo tanto ser conocida para cada particular fusible utilizado.

Un conmutador de transferencia deberá tener las dimensiones y el régimen para la operación en serie con un fusible específico. Si otra clase de fusible, con el mismo régimen de amperios y de interrupción es

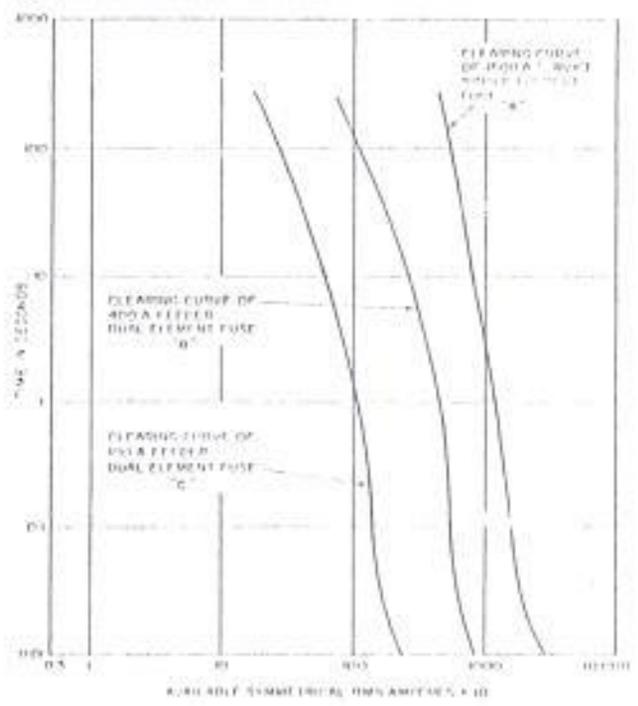
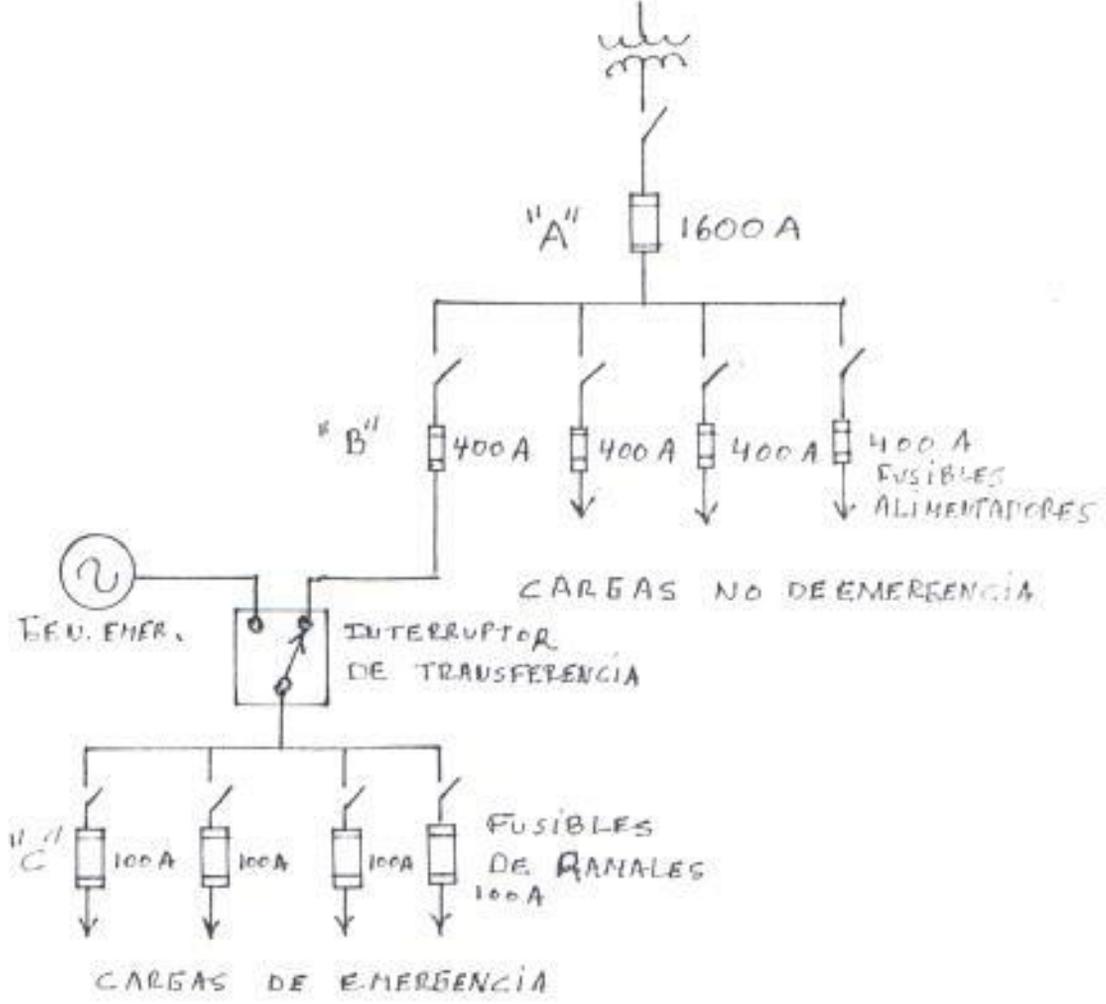
sustituida, los conmutadores de transferencia pueden mal funcionar bajo condiciones de falla. El fusible suplente podría permitir dejar pasar una elevada energía  $I^2t$  o la corriente de pico.

Cuando fusibles limitadores de corriente pueden ser utilizados con conmutadores de transferencia, los datos de régimen del interruptor, en añadidura a los datos de la prueba de circuito, se deberá incluir el pico de corriente máxima y la energía  $I^2t$  que deja pasar, en asociación con la clase de fusible recomendado.

Los diseñadores pueden luego coordinar el régimen del conmutador con un fusible de cualquier fábrica. Se podría también escoger una clase diferentes de fusibles con características T-I apropiados para la coordinación de un problema en particular, y aún mantener el paso con la capacidad del conmutador.

La siguiente ilustración, muestra un ejemplo de la coordinación y protección de un fusible.

Los fusibles A, B y C, son coordinados en el rango de operación de tiempo de 0.01 segundos (aproximadamente 3/4 de ciclo) a 1000 segundos. Para chequear la selectividad del fusible en el corto tiempo o en el rango de limitación de corriente (tiempos de operación menores que 1/2 ciclo). Las tablas de selectividad o de  $I^2T$  deberán ser consultadas.



## 2.4. PROTECCION DEL GENERADOR.

Cuando un generador de emergencia esta en funcionamiento, es el más critico y vital elemento del SSPE. Los esquemas de protección aseguran tanto protección como confiabilidad, por tal razón la protección se torna de vital importancia.

### 2.4.1. NORMAS Y CODIGOS.

El NEC en lo que se refiere a las necesidades de protección para los generadores de emergencia es muy general y breve. Los fabricantes generalmente suministran las necesidades de protección basicas para los equipos que los usuarios requieren con ciertas opciones.

IEEE (buff book0 suministra las recomendaciones totales en la práctica de protección, pero el usuario los podria aplicar para el uso particular de los generadores de emergencia.

### 2.4.2. PROTECCION DEL DEVANADO PRINCIPAL.

Los breakers principales estan normalizados tipicamente con un generador de emergencia. En donde un solo conmutador de transferencia va a ser suministrado con el generador de emergencia, podria ser deseable omitir el C.B. dependiendo del grado de confiabilidad requerida. Cuando un breaker principal va a ser usado, un breaker de potencia ofrece una facil coordinación con el ajuste de disparo caracteristico para rangos largos, cortos e instantaneos. Sin embargo, los breaker de caja moldeada, son más económicos y también más pequeños

En tamaño para determinado régimen, pero tienen la dificultad mayor para su coordinación con los dispositivos de sobrecorriente. Los breaker de caja moldeada están disponibles en el mercado, con mecanismos de tiempo de retardo a la abertura tanto mecánica como de estado sólido, pero a un alto costo. Los fusibles, por supuesto son los dispositivos de protección más económicos y simples, disponible en la actualidad. Ellos dan también una alta confiabilidad cuando son apropiadamente aplicados, pero no ofrecen la flexibilidad de un C.B.

Un compromiso obvio a lo anteriormente mencionado entre un C.B. y un fusible limitador de corriente, es cuando un breaker va a ser aplicado donde disponemos de corriente de cortocircuito que exceden estos regímenes de interrupción.

Cuando aplicamos pequeños generadores, la selectividad en la operación de breaker puede hacer un problema cuando solamente disponemos de limitadores de corriente de cortocircuito, como fué mencionado en 2.2. Consideramos deberían ser dadas para utilizar un regulador para permitir ganar la selectividad requerida.

El colapso de un generador debido a una operación lenta de disparo de un dispositivo de sobrecorriente podría desenergizar a toda la carga crítica y negar la inherente confiabilidad de una coordinación apropiada del sistema.

La protección para grandes máquinas se torna sofisticada dependiendo de la inversión. Los esquemas de protección normales para generadores pueden variar de un solo, simple breaker de caja moldeada a grandes C.B. con compleja transmisión para iniciar el disparo.

Los esquemas empleados de aterrizaje del neutro garantizan una especial atención en su aplicación para los generadores de emergencia. Esta es un área en dónde muchos argumentos favorecen el aterrizaje o sistemas de alta resistencia de aterrizaje para incrementar la confiabilidad.

Cuando el neutro del generador es aterrizado, problemas podrían presentarse cuando existiera una conexión múltiple a tierra, tal como un incompleto sentido de la corriente a tierra y un disparo molesto.

La protección sobrevoltaje no puede pasarse por alto, especialmente donde breaker de vacío son utilizados, cuando se utiliza generadores con régimen de alto voltaje, se torna más crítica esta protección. Esta protección se hace menos crítica para generadores pequeños y régimen de voltaje bajos (600 V y menores) ya que una mayor capacidad de aislación esta normalmente incorporada. Como fué mencionado en el apartado 2.2. un régimen de emergencia no tiene una corriente de falla disponible como en la red normal. Otro problema que a menudo se pasa por alto es la relativa elevada impedancia de los generadores de emergencia.

Además de el problema de la corriente de falla disponible, otras complicaciones que pueden presentarse son los siguientes:

- 1) Conmutador un condensador junto con una carga crítica podría sobre existir al generador.
- 2) Una distorsión en la forma de la onda es causada por convertidores de potencia estáticos originando un incorrecto funcionamiento del regulador del voltaje del generador y
- 3) Las elevadas corrientes armónicas asociadas con los convertidores pueden causar un sobre calentamiento al generador.

### 2.4.3. SISTEMAS DE PROTECCION DE LA EXITACION Y DEL ROTOR.

Un C.B. de campo de un medio positivo para proteger tanto el sistema de excitación como el rotor de daños debido a los sobrecorrientes originados en el generador por mal aplicación o falla de los componentes del sistema de excitación. El usuario no deberá asumir que un C.B. de campo suministra una adecuada protección a los devanados de fase. Este breaker de ninguna manera puede remplazar al breaker principal a la salida del generador.

## 3. PROTECCION DEL MOTOR PRIMARIO.

### 3.1. NECESIDADES GENERALES.

Generalmente no suele ser necesaria la protección de sobrecarga, en motores de pequeña potencia, dado que la variación de la carga y la consiguiente disminución en la velocidad apenas afecta. La protección de sobrecarga se hace más evidente cuando el grupo es de potencia considerable, donde la carga es variable o se dispone de otros grupos con posibilidades de acoplamiento; la más directa forma de protección de sobrecarga para estos casos, para mantener algún grado de confiabilidad, será el desprendimiento de la carga, que se la puede hacer en forma manual o automática utilizando sensores de frecuencia.

### 3.2. PROTECCION CONTRA UN MAL FUNCIONAMIENTO DEL EQUIPO.

Dispositivos de protección estandares y numerosas opciones son suministrados en los motores primarios para los fabricantes. La

inversión del equipo y la naturaleza crítica de la carga determina como aplicamos las protecciones.

Es probable que algunos dispositivos de cierre sean utilizados como alarma solamente, tales como en las instalaciones donde están atendidas y un mal funcionamiento puede rápidamente ser investigado cuando es necesario una cesación de trabajo debido a una condición de mal funcionamiento, la protección total será mantenida y la confiabilidad en el suministro de potencia será aumentada si el mal funcionamiento es tal que una alarma y su subsecuente cesación de trabajo puede ser empleada.

La alta temperatura del agua, la alta temperatura del aceite, baja presión del aceite, sobrevelocidad, alta temperatura del escape, y alta vibración son ejemplos típicos de un mal funcionamiento que tienden ellos mismos hacia dos niveles de protección como ha sido sugerido.

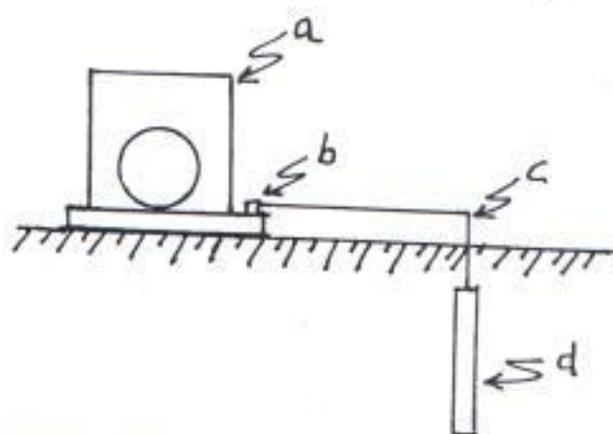
### **3.3. PROTECCION DEL SISTEMA DE COMBUSTIBLE.**

La importancia de la protección del sistema de combustible radica en la necesidad de mantener la confiabilidad de el suministro de potencia. Por ejemplo, es obvio que la baja presión y las alarmas de nivel podrían prevenir la necesidad de paro o falla del generador de emergencia que requiere un alto grado de confiabilidad.

### **4. PUESTA A TIERRA.**

La necesidad de contar con una puesta a tierra en las instalaciones eléctricas es la de cumplir con las siguientes funciones:

- a) Proporcionar un circuito de muy baja impedencia para la circulación de las corrientes a tierra, ya sea que se deban a una falla de cortocircuito o a la operación de protección contra sobretensiones.
- b) Evitar que, durante la circulación de estas corrientes de tierra, puedan producirse diferencias de potencia entre distintos puntos de la instalación, significando un peligro para el personal.
- c) Facilitar, mediante sistemas de reveladores, la eliminación de fallas a tierra.
- d) Dar mayor confiabilidad y continuidad en el servicio eléctrico.
- e) Proteger las máquinas y los aparatos de las sobretensiones.

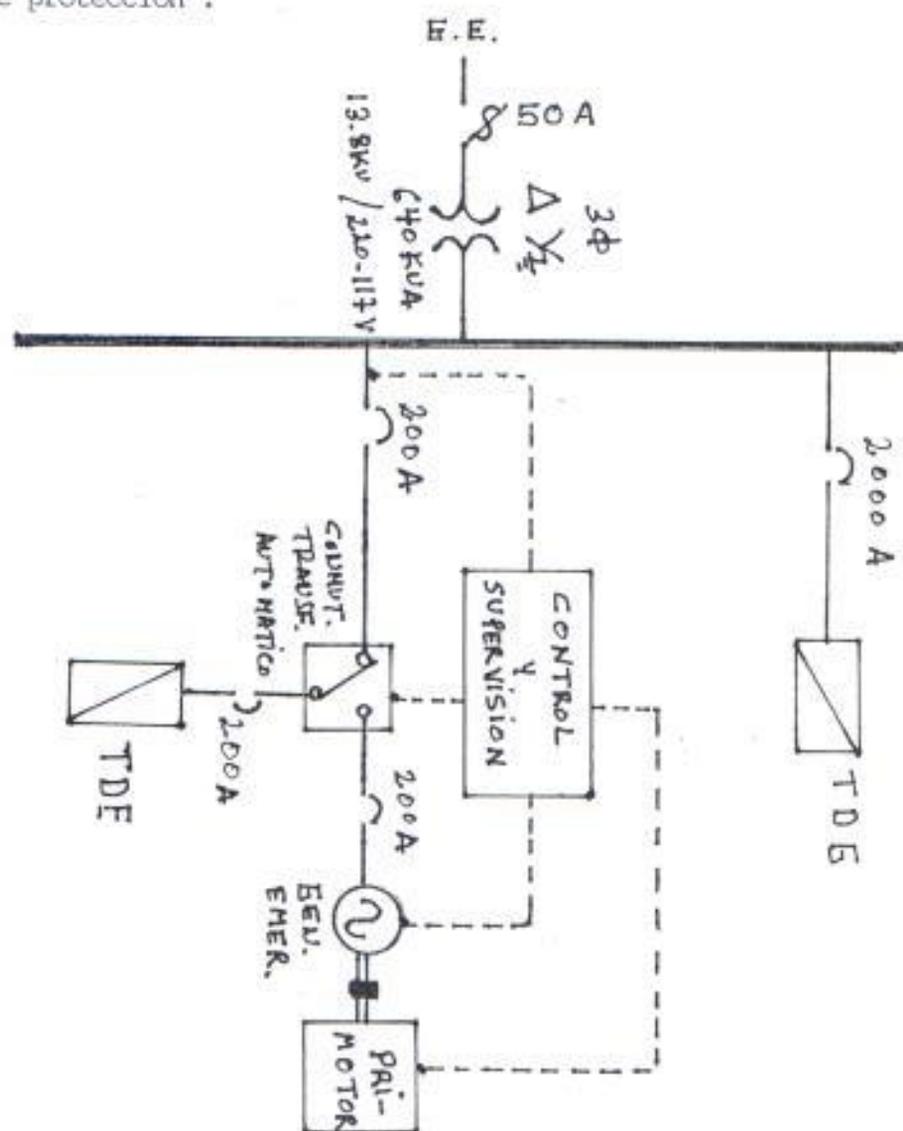


**ELEMENTOS CONSTITUTIVOS DE CONEXION A TIERRA.**

- a) Objeto por conectar a tierra
- b) Conexión a tierra
- c) Conductor de tierra
- d) Dispensor.

## 5. EJEMPLO DE APLICACION

La siguiente figura muestra el diagrama unifilar de la instalación eléctrica del "GRAN HOTEL GUAYAQUIL". se utilizó C.B. como dispositivo de protección .



## 6. CONCLUSIONES.

Es preciso que los sistemas de protección abarquen el mayor número posibles de parámetros fiables, tanto en el propio grupo, como en los equipos que alimenta.

Estas protecciones podríamos desglozarlas en tres tipos: térmicas y mecánicas y eléctricas.

Las térmicas más importantes son: Temperatura del aceite, temperatura del agua refrigerante.

Las mecánicas más importantes son: Alta y baja velocidad, falta de combustible, alta y baja presión de aceite, bajo nivel de agua.

Las eléctricas más importantes son: Sobreintensidad, puesta a tierra y protección diferencia del generador.

Los elementos sobre los que actúan las protecciones son:

Apertura interruptor grupo — | Sobreintensidad  
| Falta de tierra (diferencial)

Parada del grupo — | Alta temperatura del aceite  
| Alta temperatura del agua  
| Alta y baja presión de aceite  
| Alta y baja velocidad  
| Fallo de arranque

Alarma acústica y visual sólo — | Falta de combustible  
| Bajo nivel de agua en el radiador  
| 80% de carga.

CAPITULO VI  
OPERACION DE UN SSPE

1. PREPARACION DEL GRUPO M.G. PARA EL ARRANQUE.

Los SSPE en el menor tiempo posible (segundos), tienen que estar suministrando energía allí donde se encuentren instalados.

Un grupo de emergencia a diesel presentan inconvenientes para el arranque en breve intervalo de tiempo y para adquirir su régimen óptimo de revoluciones, comprendido sobre 1.500 r.p.m.; para solucionarlo se dispone de unos medios que mantienen una serie de constantes del grupo, como son: presión de aceite, temperatura del agua refrigerante, nivel de combustible en los tanques de almacenamiento, estado de carga de las baterías, temperatura del aceite.

2. PUESTA EN MARCHA Y PRUEBAS.

Antes de hacer un generador de C.A. la primera vez después de su instalación inicial como también después de cada reparación general.

1. Medir la resistencia de aislamiento de todos los bobinados. Si la resistencia de aislamiento es muy baja, debido a una larga exposición a una humedad alta, la máquina debe ser secada antes de ser puesta en servicio. Se deben interpretar los valores medidos con el debido criterio pues la temperatura y las suciedades en los

bobinados afectan a la resistencia de aislamiento.

2. Verificar todas las conexiones con el diagrama de conexiones, y que las conexiones terminales tanto de los bobinados del estator y rotor sean firmes.
3. Verificar que los pernos de los acoplamientos y los pernos de amarre de las bases estén apretados.
- 4.- Inspeccionar el entrehierro para determinar si el rotor está concéntrico al estator con un claro uniforme.
5. Examinar cuidadosamente el entrehierro y el interior de la máquina por si existe suciedad o pernos, tuercas o herramientas sueltas. Estas o cualquiera parte metálica suelta debe ser retirada. Si no se extraen, serán atraídas al entrehierro al conectar la excitación pudiendo resultar daños graves tanto en el rotor como el estator.
6. Verificar si hay suficiente claro entre todas las partes movibles.
7. Inspeccionar la lubricación de los descansos.
8. Armar las tapas y reponer los pernos de las tapas si se han desarmado.

Antes de aplicar carga a un generador de C.A.

1. Ver que la unidad sea puesta en marcha y aumente la velocidad de acuerdo a las instrucciones para el tipo de máquina motriz.
2. Prueba de los servicios de seguridad.
3. Ubicar y corregir cualquier vibración apreciable.

4. Si la máquina está equipada con calentadores, verificar que ellos estén desconectados.

5. Comprobar la secuencia de fases del generador. Una manera conveniente de hacerlo es empleado un indicador de secuencia de fase.

Cuando el generador está conectado a las barras del tablero, la secuencias de fases de las barras debería ser A.B.C. Otra manera conveniente es seleccionado un motor trifásico con dirección de rotación conocida y conectándolo a las barras. Asegurese que el terminal del motor T1 se conecte a la barra A. El terminal T2 a la B y el terminal T3 a la C. Si el motor gira en la dirección correcta, la rotación de fases del generador también es correcta. Si gira en sentido inverso, la rotación de fases es incorrecta y debe intercambiarse dos conexiones (cualquiera) a las barras.

Al efectuar esta comprobación, ya sea con el indicador de secuencias de fases o con el motor, asegurese que no haya equipo alguno conectado a las barras que puedan dañarse en caso de ser incorrecta la secuencia de fases.

6. Observar que el flujo natural de aire a través de la máquina no tienda a provocar arrastres de aceite (hacia el interior), proveniente desde los porta descansos y siguiendo a lo largo del eje.

7. Inspeccionar los extremos de las cajas porta descansos para ver

que no haya arrastres de aceite que no puedan alcanzar los enrollados a través del eje.

8. Examinar el aceite por si existen partículas mecánicas o polvo de descansos defectuosos, suciedades del sistema o agua proveniente de filtraciones en el enfriador de aceite.
9. Controlar las temperaturas de aceite y descansos y operar durante un tiempo lo suficiente largo para determinar que no haya sobrecalentamientos.
10. Aplicar un 100% de carga durante cuatro horas o hasta que la temperatura se estabilice.
11. Aplicación sobrecarga si fuese necesario ya que los grupos pueden admitir en forma eventual sobrecargas por lapsos de 1/2 hora a 1 hora, siempre y cuando no exedan al 10% o 20% de su capacidad.

### 3. PARADA DEL GRUPO M.G.

Una vez que se ha restablecido la red normal y que el empleo del grupo ya no es necesario, hay que proceder a pararlo. Esta maniobra se puede hacer manual o automáticamente, accionando sobre el pulsador de parada o a través de una orden dada por un relé que actuará sobre la parada del grupo.

En general, todos trabajan sobre la conducción del combustible o sobre el mando de la bomba de inyección, por medio de una electroválvula que cierra el paso de alimentación de combustible.

La válvula o electroimán está alimentada o no alimentada el tiempo necesario, del orden de segundos, hasta la total parada del diesel, en la que el electroimán volverá a su posición normal. Esta señal puede ser mandada desde diversos puntos, a saber: un pulsador de parada, un relé llamado de "vuelta de red", el detector de tensión, directamente a través de una cascada de relés temporizados o por un programador de levas.

Ultimamente, la parada de grupos más modernos se hace por medio de un regulador de velocidad gobernado electrónicamente, que cierra el paso de gas-oil al motor, originando la parada.

#### **4. AUTOMANALISIS DE LAS CONDICIONES DE FUNCIONAMIENTO.**

Teniendo en cuenta que estos grupos, después del arranque, tardan un tiempo en adquirir sus constantes de funcionamiento (térmicas, mecánicas y eléctricas), es necesario analizarlas antes de que no pueda llegar a conectarse el interruptor general.

Por otro lado, los grupos disponen de unos detectores relacionados con estas constantes, que sirven para provocar una alarma cuando varían entre unos valores fijados para un óptimo funcionamiento. Por esta razón, su entrada en servicio es temporizada, evitando de esta forma que se produzca alguna alarma durante el tiempo que el grupo tarda en conseguir sus constantes de funcionamiento normales.

Las constantes más importantes son las siguientes:

#### **PRESION DE ACEITE.**

Esta debe ser la propia del grupo, determinada por el fabricante. En ella no se producirá más que una pequeña variación entre el momento de arranque y el funcionamiento normal, motivada por el aumento de temperatura.

#### **REFRIGERACION.**

la temperatura del agua refrigerante o de la culata, para motores refrigerados por aire, se trata en adquirir más o menos tiempo, dependiendo de la carga a la que esté sometido el alternador.

Debemos comprobar el buen funcionamiento del ventilador del agua refrigerante. (generalmente impulsado por un motor eléctrico) o de la turbina que empuja el aire a través de las aletas de los cilindros.

La temperatura se puede medir por medio de los termómetros a pie de motor o por termopar.

#### **VELOCIDAD.**

En grupos de emergencia, los motores impulsores son generalmente diesel y su número de revoluciones debe permanecer siempre invariables durante todo su funcionamiento.

Al aumentar la carga a su suministrar por el alternador, desciende el número de revoluciones, siendo preciso ajustarlo nuevamente.

En grupos no automáticos, este ajuste se debe hacer manualmente actuando sobre el regulador de la bomba de inyección.

En los grupos en los que la regulación de la velocidad es automática,

un dispositivo electrónico se encarga de mantenerla constante ante cualquier variación de la carga.

En grupos de pequeña potencia no se dispone de un regulador para poder variar la velocidad, recurriéndose a mantener una velocidad ligeramente superior a la velocidad de operación en vacío.

#### **FRECUENCIA.**

Esta magnitud es función, lógicamente, de la velocidad. Cuando esta frecuencia sea la correcta, excitará un relé que dará paso a poder conectarse el interruptor general.

#### **TENSION.**

La tensión que genera el alternador va pasando de la pequeña ocasionada por el magnetismo remanente a la tensión nominal de funcionamiento, una vez que haya alcanzado las revoluciones necesarias, tensión ésta que se tiene que mantener en todo momento constante, bien a través de un regulador propio del alternador que va variando el campo magnético de los polos, o bien a través de la manipulación que un técnico hace sobre el reostato de la variación de campo.

Una vez que se ha adquirido la tensión deseada, un relé voltimétrico calibrado de paso para que se pueda energizar la bobina del interruptor general.

### **5. DESCRIPCION DE UN SISTEMA AUTOMATICO DE UN GRUPO MOTOR GENERADOR DE EMERGENCIA.**

Se dispone de un conmutador de modalidad de servicio, automático-

manual, para poder arrancar y parar el grupo por propia voluntad.

Si deseamos arrancarlo y pararlo por nuestra propia voluntad tenemos un conmutador de modalidad de servicio-automático, o manual; pero como es normal, recurrimos a la posición automático, cuando falla la tensión o baja dentro de unos límites no deseados, entonces sería necesario acudir a la red de energía de emergencia, y un detector de tensión dará una señal retardada a voluntad, por ejemplo, dos segundos, por si la anomalía es inferior, a este tiempo.

Suponiendo que la duración del fallo de red supere los dos segundos de tiempo, el detector nos manda una señal de arranque al diesel para que este empiece a andar. Si no arranca en el primer intento, porque el grupo no posee las condiciones para su puesta en marcha, por baja temperatura, falta de gas-oil, etc, da otras dos ordenes de arranque; si en la tercera señal y última no se pone en funcionamiento, bloquea el sistema de arranque y nos lo señala óptica y acústicamente.

Pero, es de suponer, arrancará en el primer intento, con lo que el motor se pondrá en marcha y una vez adquirido el 40% de revoluciones, se cortará el proceso inicial de arranque.

A la vez que se pone en marcha, tienen que entrar en servicios todos los sistemas de control, retardados en algunos segundos, ya que controles como por ejemplo, la presión de aceite, no se consiguen hasta que gire a un régimen normal de revoluciones.

Una vez que el control entra en servicio, todos los detectores de alarmas están preparados para que actúen en caso de producirse alguna avería.

Con el motor de combustión ya en funcionamiento, el generador empieza a

dar tensión, tardando en adquirir la de régimen lo que el grupo electrógeno en conseguir su número de revoluciones nominales, una vez adquirida la tensión y frecuencia, habrá tensión en bornas del interruptor general del grupo.

Verificada la operación anterior, se desconecta el interruptor general de red y se conecta el de grupo, por el que se está suministrando energía a la instalación de emergencia hasta que vuelva la red. Una vez analizada ésta y después de un tiempo en el que no hay interrupciones y la tensión es estable, se desconecta el interruptor del grupo y se conecta el interruptor general de red.

El grupo seguirá girando a su régimen de revoluciones durante un tiempo en vacío por si existieran nuevas interrupciones de corriente; a continuación, recibirá la orden de parada hasta que el diesel pase a cero revoluciones a través de un regulador o un electroimán de parada. Una vez que el diesel está totalmente parado, se volverán a conectar el precalentamiento y el preengrase por si es necesaria una nueva puesta en marcha del grupo.

Si con el grupo funcionando por cualquier causa, la presión del aceite descendiera a unos límites prefijados, la temperatura del agua y del aceite se elevarán a unos valores por encima del régimen de funcionamiento; el grupo se pasará de vueltas o descenderá de velocidad, una señal desconectará el interruptor del grupo y otra parará el diesel, avisándonos a través de una alarma acústica (bocina).

Si existiese una sobrecarga en el circuito, llegaría una señal de desconexión al interruptor de grupo, avisándonos una bocina como el caso anterior. Por medio un pulsador desconectamos la bocina y reparamos la avería producida (ver figura-diagrama de bloques).

Desaparecida la anomalía y encontrándose todo normal, accionamos el pulsador de desbloqueo, con lo que los relés de alarmas pasarán a su posición inicial de reposo.

## CAPITULO VII

### MANTENIMIENTO

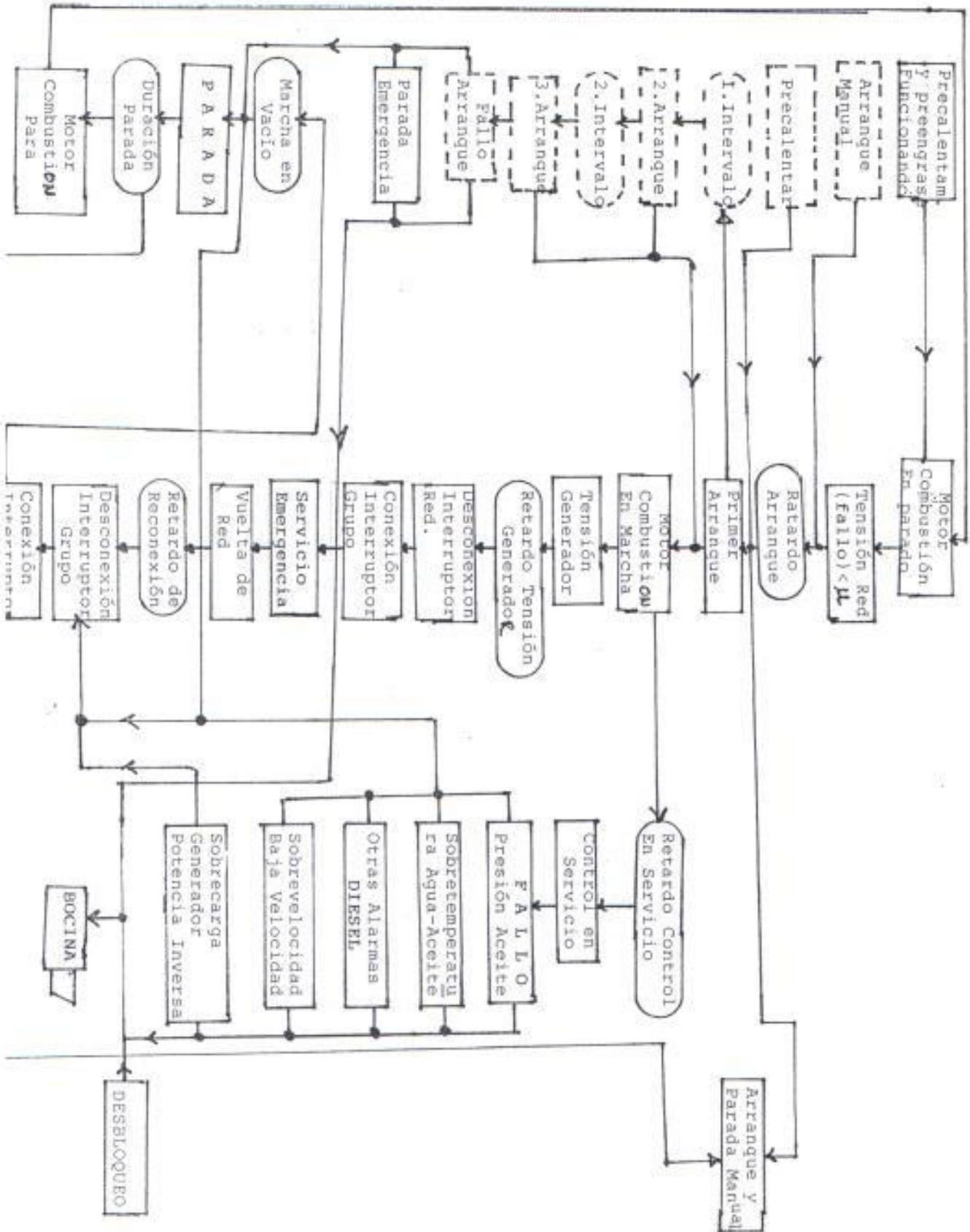
#### 1. INTRODUCCION.

Una vez que un SSPE está correctamente instalado, las fallas del sistema suelen ocurrir por falta de mantenimiento. Ya sea que el arranque del sistema sea manual o automático, la prevención depende de un programa de mantenimiento, del ejercicio del sistema y de la competencia del personal de mantenimiento.

#### 2. PROGRAMA DE MANTENIMIENTO.

El personal que establece el programa de mantenimiento debe preparar una lista de las tareas de mantenimiento que hay que llevar a cabo para el SSPE completo. A continuación, debe establecerse un medio para documentar la historia del mantenimiento y los servicios realizados en el sistema.

Si bien, el personal de mantenimiento prepara la lista de mantenimiento, debe incluir las recomendaciones del fabricante en los artículos del mantenimiento y los programas. Debido a la naturaleza infrecuente de la operación de estos sistemas, algunos artículos de mantenimiento requieren intervalos de servicios en horas de operación, en tanto que otros artículos requieren intervalos de días, semanas, meses y años. Algunos artículos requieren ambos. (el SSPE debe tener un



Un medidor de tiempo de actuación para indicar las horas de operación).  
A continuación se presenta una lista que muestra los artículos de mantenimiento y frecuencia de mantenimiento. Utilícese solamente como un lineamiento guía para reconocer las necesidades de mantenimiento de un sistema particular y para establecer un programa.

#### **CADA 8 HORAS DE OPERACION .**

- 1.- Verificación del nivel del enfriador (enfriamiento con agua).
- 2.- Verificación del nivel de aceite en cárter. Espérense 15 min. después de apagado el motor para mayor presión.
- 3.- Inspección visual del conjunto generador. Investiguense fugas de combustible, aceite y enfriador. Verifíquese el escape si es posible con el conjunto de generador en funcionamiento. Observése la firmeza de los herrajes y conexiones.
- 4.- Verificación del nivel de combustible.

#### **CADA 50 HORAS DE OPERACIÓN.**

- 1.- Verifíquese el filtro de aire. Hágase con más frecuencia en condiciones extremas de polvo. Reemplácese si es necesario.
- 2.- Drénese el sedimento del filtro de combustibles.

#### **CADA 100 HORAS DE OPERACION.**

- 1.- Límpiense e inspecciónese el respiradero del cárter.
- 2.- Cámbiense el aceite del cárter del motor. Cámbiense el aceite al menos cada tres meses, con más frecuencias en condiciones extremas de polvo.
- 3.- Reemplácese el elemento del filtro del aceite. En coincidencia con

los cambios de aceite de motor.

4.- Límpiense las aletas de enfriamiento del motor (enfriamiento por aire).

#### **CADA 250 HORAS DE OPERACION.**

1.- Reemplácese el elemento del filtro de combustible. Para sistemas de combustibles diesel con dos filtros, el segundo filtro del tanque principal del combustible necesita usualmente reemplazarse después de varios miles de horas.

2.- Inspecciónese el alternador cargador del acumulador.

3.- Verifíquese el filtro de agua (si lo tiene).

#### **CADA 1.000 HORAS DE OPERACION.**

1.- Límpiase el generador, soplese con aire comprimido filtrado, de baja presión.

En contraste con las horas de operación, los siguientes artículos requieren inspección o mantenimiento de acuerdo con una base regular de intervalos de tiempo. Los intervalos de tiempo son cada día, semana, mes, semestre y año.

#### **CADA DIA.**

Dar una inspección visual al generador, al interruptor de transferencia, los mecanismos de control y al equipo de arranque automático, a fin de cerciorarse de que no hay indicios de condiciones desfavorables.

#### **CADA SEMANA.**

1.- Nivel del tanque principal de combustible. Manténgase lleno tanto como sea posible.

- 2.- Nivel del tanque de combustible de día.
- 3.- Nivel del enfriador (enfriamiento por agua). El enfriador debe tener inhibidor de corrosión y anticongelante, si ello corresponde.
- 4.- Bandas del ventilador y del alternador.
- 5.- Mangueras y conexiones.
- 6.- Operación del calentador del enfriador (si es aplicable).
- 7.- Operación del calentador de aceite (si es aplicable).
- 8.- Acumuladores, verifíquese la limpieza, nivel del electrolito y conexiones de los cables.
- 9.- Cargador del acumulador. Obsérvese el régimen de carga.
- 10.- Trampa de condensación del escape. Drénesse el agua.
- 11.- Área del suministro de potencia de emergencia. Obsérvese la limpieza general. Límpiense el sistema entero. Para un área excepcionalmente limpia, el intervalo puede ser más largo.
- 12.- Pruebas de funcionamiento. Arránquese el conjunto generador y obsérvese lo siguiente (es preferible con carga):
  - a) Sistema de combustible. Verifíquese la operación del solenoide de combustible de la bomba auxiliar de combustible (si es aplicable), y la operación del sistema general del combustible.
  - b) Sistema de lubricación, obsérvese y tómesse la presión de aceite del motor.
  - c) Sistema de escape. Inspecciónese que las conexiones estén apretadas y búsquense las fugas. Obsérvese la condición del silenciador, la

línea de escape y sus soportes.

d) Sistema de enfriamiento. Obsérvese y anótese la temperatura de operación (el motor debe funcionar el tiempo suficiente para calentarse).

e) Cargado del acumulador. Obsérvese el régimen de carga del conjunto generador.

f) Medidores. Obsérvese la operación general.

13.- Documentación del sistema. Verifíquese que el manual de operación, el diagrama de alambrado, el programa y el registro de mantenimiento estén disponibles para el personal de mantenimiento.

#### CADA MES.

1.- Sistema de enfriamiento (enfriamiento por agua). Inspecciónese que exista caudal adecuado de agua. Elimínese cualquier material que interfiera con el flujo de aire al radiador, etc.

2.- Ventilación. Las entradas de aire y las salidas deben tener flujo libre de aire. Compruébese la firmeza de los ductos. Verifíquese la operación de las persianas operadas por motor.

3.- Sistema de combustible. Drénese el agua del tanque principal del combustible y de los tanques de día si ello corresponde. Verifíquese los respiraderos de los tanques de combustible.

4.- Acumulador, verifíquese la densidad relativa del electrólito. Límpiense las terminales del acumulador.

5.- Lámparas indicadoras de la operación del sistema. Verifíquese las

lámparas con el interruptor de prueba si así están equipadas.

- 6.- Conmutador de transferencia. El interior de los gabinetes debe estar limpio y libre de objetos extraños. Verifíquese la apariencia del aislamiento de alambrado y el color de las terminales.

#### CADA 6 MESES.

- 1.- Sistema de enfriamiento (enfriamiento por agua). Verifíquese la posible herrumbre e incrustación. Si es necesario, enjuáguese todo el sistema y reemplácese el enfriador.
- 2.- Dispositivos de alarma y paro del motor.
- 3.- Conmutador de control de transferencia. Inspecciónese los componentes y verifíquese los puntos de ajuste de los retardadores de tiempo, sensores de voltaje y ejercitador, si es aplicable. Límpiase el gabinete con aire comprimido filtrado de baja presión.
- 4.- Control del conjunto generador. Límpiase el interior con aire comprimido filtrado de baja presión.

#### CADA AÑO.

- 1.- Generador. Midanse las resistencias del aislamiento de los devanados con un megger. Anótense las lecturas.

Los registros de mantenimiento y servicios realizados en el sistema de suministro de potencia de emergencia proporcionan dos beneficios principales. Ayudan a asegurar que los procedimientos de mantenimiento

se llevaron a cabo y son un excelente sistema de historial. Una forma de registro de mantenimiento debe tener previsiones para anotar la fecha, el trabajo de mantenimiento realizado, el personal afectado y los comentarios generales (la forma puede incluir también previsiones para los costos de partes y mano de obra). Mostrará que los programas sean cumplidos y si es personal autorizado realizó el mantenimiento. El historial del mantenimiento puede puntualizar los problemas repetidos o los síntomas de un problema en el sistema.

### 3. EJERCICIO DEL SISTEMA.

La mayoría de los motores que se dejan ociosos por períodos largos de tiempo tienen dificultades en el arranque. Por esta misma razón, el SSPE necesita un programa regular de trabajo para facilitar la presteza de operación. El programa puede utilizar ya sea una característica automática de ejercicio o un conmutador de transferencia de control o prueba manualmente iniciada.

El uso frecuente del sistema beneficia especialmente al conjunto generador, ya que causa que el agua se evapore del sistema de lubricación y de los devanados del generador, y causa que las partes internas del motor se cubran con una película de aceite.

El ejercicio con carga, si es posible al menos durante 30 min, causa la evaporación de agua en el sistema de lubricación, minimiza la acumulación de carbón en el motor y evita que se ensucie el sistema de escape. El ejercicio del sistema debe realizarse cuando menos una vez por semana.

Un ejercitador automático puede tener puntos de ajuste para el número y longitud de los periodos de ejercicio sin atención. Las pruebas iniciadas manualmente dan los mismos beneficios al sistema que un ejercitador automático, excepto que requieren la presencia de personal de mantenimiento. Sin embargo, el personal puede utilizar estas ocasiones para aumentar su propia familiarización con el sistema, para entrenar otro personal o para realizar inspecciones del sistema.

#### 4. PERSONAL COMPETENTE DE MANTENIMIENTO.

Un método popular para obtener personal competente de mantenimiento es a través de contratos de mantenimiento. El fabricante o el representante del fabricante ofrecen usualmente su contrato de servicio que asegura que el personal que realiza el mantenimiento esté entrenado para el equipo y que los procedimientos de mantenimiento cumplan con los programas convenidos. Si el personal de la planta realiza los procedimientos de mantenimiento, deben recibir antes entrenamiento en el equipo. (Algunos fabricantes de sistemas de suministro de potencia de emergencia ofrecen dichos servicios en escuelas o sesiones de entrenamiento).

## 5. FICHA DE REVISION GENERAL PARA LOS SSPE.

Daremos a continuación un formato de ficha general de revisión para SSPE que puede ser recortada a conveniencia para presentar una ficha de revisión particular.

### FICHA DE REVISION GENERAL PARA LOS SSPE.

TECNICO.....

FECHA.....

POSICION..... GRUPO Nº.....

#### HORAS DE FUNCIONAMIENTO:

-Antes de la revisión.....

-Después de la revisión.....

#### COMPROBACIONES ANTES DEL ARRANQUE:

-Nivel del agua del radiador.....

-Nivel del aceite.....

MOTOR    Nivel de combustible.....

-Funcionamiento del preengrase.....

-Funcionamiento del precalentamiento.....

ALTERNADOR -Funcionamiento de las resistencias de calentamiento.....

.....

-Estado de la carga (I de carga).....

-Nivel del electrolito.....

BATERIAS cc-Densidad del electrolito.....

-Aspecto general (limpieza, conexiones, etc).....

OBSERVACIONES.....

COMPROBACIONES DESPUES DEL ARRANQUE:

MOTOR -Velocidad (r.p.m.).....

-Temperatura.....

-Tiempo de respuesta a la orden de arranque.....

-Ruidos anormales.....

ALTERNADOR -Tensión.....

-Frecuencia.....

BATERIAS c.c. -Intensidad de carga.....

OBSERVACIONES.....

COMPROBACION DE:

-Velocidad.....

-Tensión.....

-Frecuencia.....

-Intensidad.....

-Temperatura.....

-presión de aceite.....

OBSERVACIONES.....

COMPROBACION DEL FUNCIONAMIENTO DE LAS ALARMAS.....

OBSERVACIONES.....

COMPROBACION Y REAPRIETE DE LA TORNILLERIA.....

OBSERVACIONES.....

LIMPIEZA DEL COLECTOR DE DEL GAS.....

OBSERVACIONES.....

..COMPROBACION DE LOS REGULADORES DE VELOCIDAD.....

OBSERVACIONES.....

SE REALIZAN ENGRASES A LOS RODAMIENTOS?.....

OBSERVACIONES.....

COMPROBACION DE LAS PROTECCIONES Y RELES.....

OBSERVACIONES.....

¿SE CAMBIA EL ACEITE?.....¿FILTROS?.....

¿SE REALIZA EL ENGRASE?.....

¿SE CAMBIA FILTROS DE AIRE?.....

¿SE ENGRASE LA CORONA DENTADA DEL MOTOR DE ARRANQUE?.....

OBSERVACIONES.....

## 6. CUIDADOS Y CONSIDERACIONES DE LOS EQUIPOS.

Además de las revisiones periódicas, es importante realizar otros cuidados en los grupos electrogenos de emergencia, que se detallarán a continuación de forma independiente para cada equipo.

### MAQUINAS DE COMBUSTION INTERNA.

Las máquinas de combustión interna comunmente disponibles incluyen gas natural embotellado, gasolina, diesel. Hay más similitudes que diferencias en las necesidades de mantenimiento, de estas maquinas.

Larga vida y alta confiabilidad son características esperadas de estos primtores, pero esto se consigue solamente con un apropiado

mantenimiento para estas máquinas, el mejor punto de partida es el manual de servicio del fabricante. Este suministrará una guía para el chequeo de puntos específicos e inspección frecuentes. Estos puntos de referencia pueden ser modificados para las condiciones de operación de una instalación particular, más que cualquier otro factor, la lubricación determinara la vida de una máquina en uso.

#### **BATERIAS DE CORRIENTE CONTINUA.**

Las baterías son unos de los elementos más importantes en un SSPE. Esta importancia se debe a que el momento que se corta la corriente de Red es la única energía de que disponemos para arrancar el grupo.

#### **EQUIPO DE TRANSFERENCIA AUTOMÁTICA.**

El equipo de transferencia automática requiere mantenimiento, como se lo hace a muchos componentes de una instalación eléctrica.

#### **GENERADOR A.C. (ALTERNADOR).**

Una inspección general y un correcto mantenimiento del generador y sus equipos asociados como los equipos de control y protección son esenciales para prevenir fallas o una operación ineficiente.

#### **!PRECAUCION;**

Asegurece siempre que el motor primario del generador este parado y bloqueado antes de hacer cualquier mantenimiento. También asegurece que el C.B. del generador este bloqueado y que los circuitos de arranque automático del generador esten inhabilitado y que los calentadores eléctricos (si los hay) esten instalados.

## **ALARMAS, RELES, APARATOS DE PROTECCION Y MEDIDA.**

Es conveniente que todos los relés, aparatos de protección, etc, una vez que ha sido tarados, se anote en un fichero su número, la posición que ocupan y el tarado establecido. Con ésto, podremos corregir futuros fallos de funcionamiento y asegurarnos que estos tarados no han sido variados de forma accidental.

Los detectores de alarmas, tales como temperatura, velocidad, etc, se deben probar con bastante frecuencia, ya que de ellos depende, en caso de avería, la vida del grupo.

Algunas veces, es conveniente señalar en los aparatos de medida los valores normales de funcionamiento. De ésta forma, se pueden detectar anomalías de forma mucho más rápida.

### **MOTOR DE ARRANQUE.**

En cuanto el mantenimiento periódico se refiere, no es necesario prestar una vigilancia especial al motor de arranque durante su servicio, aún que es aconsejable realizar inspecciones periódicas del mismo para reducir las fallas al mínimo. La frecuencia de las mismas depende de las condiciones de servicio exigidas.

## CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

### CONCLUSIONES

A. Existe una escasa información sobre este tema en castellano en nuestro medio. La mayoría de la información está en inglés en libros o catálogos suministrados por fabricantes de SSPE.

B. Para determinar el tamaño de un SSPE hay que elegir si se alimentaría a toda la carga instalada o solo a una parte de ella considerada como importante. Esta elección se la hace tomando en cuenta factores económicos y también analizando cómo afectan la falta de corriente eléctrica en cada uno de los circuitos de la instalación. Una vez establecido el tamaño se elegirá uno entre los diferentes tipos que ofrecen los distribuidores locales en base al tipo, la clase, la categoría y el nivel.

C. De las visitas de observación a los lugares en donde se tiene instalado un SSPE se determinó que, en las instalaciones públicas tanto civiles como militares en la mayoría de los casos no cumplen con las normas de instalación y operación. El personal que le da atención a estos equipos no tienen la competencia necesaria. Debido a esto los equipos se encuentran dañados o funcionando inapropiadamente.

Lo contrario ocurre en el sector privado: Bancos, clínicas, bananeras, etc, en donde si existe el respeto a las normas de instalación y operación de los SSPE y cuentan también con el personal

competente.

#### RECOMENDACIONES

- A. Para mantener energizada una carga importante y así evitar pérdidas tanto humanas como materiales es necesario tomar precauciones, esto es, instalar un SSPE, a no ser que las condiciones económicas lo impidan, ya que por experiencia se sabe el que suministro de energía eléctrica dado por INECEL no es muy confiable por diferentes causas.
- B. Es necesario que las protecciones abarquen el mayor número posible de parámetros fiables, tanto en el propio SSPE, como en los equipos que alimenta. Para asegurar que su puesta en marcha y funcionamiento sean correctas y evitar averías.
- C. Que las empresas eléctricas locales hagan un inventario por cada alimentador principal de los usuarios que tienen instalados SSPE para:
- Seguridad en la operación de mantenimiento de los trabajadores de la empresa eléctrica local.
  - Elegir la ubicación de los seccionamientos de las trocales para restringir el suministro en caso de escasez de la energía eléctrica.
- D. Que instituciones como el Ministerio de Salud, Defensa Civil y Cuerpo de Bomberos emitan regulaciones para el uso obligatorio de SSPE en lugares donde pueden existir riesgos de lesión o pérdida de vidas debido a una falta de suministro eléctrico normal.

## B I B L I O G R A F I A

1. IEEE. EMERGENCY AND STANDBY POWER. Std 446-1980
2. Stromme Georg: COORDINATION PROCEDURES FOR ON-SITE POWER GENERATORS, Epecifying Engineer, May 1977, pp. 116-119.  
Stromme, Georg: EMERGENCY AND STANDBY POWER SYSTEMS, Building Operation Management, july 1977.
3. Katolight Corporation. INSTALLATION GUIDE FOR STANDBY POWER SYSTEMS.
4. CODIGO ELECTRICO NACIONAL 78.
5. Bautista Angel Miguel, Iglesias Eduardo, Castells Francisco, Coitia María Jesús. GRUPOS ELECTROGENOS, Paraninfo Madrid 1987.
6. Enríquez Harper Gilberto, EL ABC DE LAS INSTALACIONES ELECTRICAS INDUSTRIALES, Linusa México 1987.
7. Joseph F. Mcpartland, COMO DISEÑAR SISTEMAS ELECTRICOS, Diana México 1980.