120
2 ej

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

FACULTAD DE INGENIERIA

SISTEMAS ELECTRICOS DE EMERGENCIA (INSTALACION, OPERACION, MANTENIMIENTO Y SELECCION)

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE:

INGENIERO MECANICO ELECTRICISTA

P R E S E N T A N :

DIONISIO RIVERO FLORES

JORGE MARTINEZ OLVERA

MEXICO, D. F. **1991**

UNAM – Dirección General de Bibliotecas Tesis Digitales Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS © PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

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

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

PROLOGO

Debido al constante incremento en la demanda de energía eléctrica, que se ha convertido en un elemento vital en cualquier proceso productivo, hay momentos en que la compañía suministradora, por diversas razones, no puede mantener el suministro normal a los usuarios.

El uso de la energía eléctrica no se limita sólo al industrial pues es ampliamente utilizada en otros campos, por ejemplo hospitales, centros de cómputo, sistemas de comunicación, tiendas de autoservicio, centros de diversión, etc., donde en todos ellos se requiere un suministro constante de energía.

En México la generación, transmisión y distribución del fluido eléctrico está en manos del sector público que tiene la tarea de satisfacer en todo momento una demanda de energía que varía según el período del año, el día de la semana, la hora de labores, o bien la zona del país, pero ocurre que en ocasiones no puede mantener el suministro total o parcial para todos los consumidores y éstos se quedan sin energía eléctrica hasta que se restablezca la alimentación normal de la compañía suministradora.

Si no hay energía, las empresas paran su producción y ésto origina pérdidas económicas. En algunas de las aplicaciones, la carga conectada se considera crítica y se requiere de un suministro continuo y en otras, la carga puede permanecer unos segundos o minutos sin alimentación, sin consecuencias serias. En ocasiones el suministro llega con variaciones de voltaje o frecuencia fuera del rango nominal de operación de los equipos que también repercuten en la producción.

Por todo lo anterior, cuando las fallas de alimentación normal ocurren con frecuencia y la carga conectada es crítica, el problema se resuelve auxiliándose de un sistema eléctrico de emergencia que suministre energía cuando ocurra alguna anomalía en la línea comercial.

El trabajo que estamos presentando tiene como propósito, demostrar que los sistemas eléctricos de emergencia reúnen características de economía, sencillez en su construcción y mantenimiento, calidad en la energía, garantizan una larga vida sin interrupciones en el servicio, ofrecen ventajas técnicas, operativas y de eficiencia, como una alternativa acorde a los requerimientos y exigencias cada vez más fuertes del constante crecimiento económico.

No todos los usuarios requieren de uno de estos sistemas, ni todos tienen las mismas necesidades, pero en cualquier caso siempre existe alguna opción. Básicamente contemplamos 2 tipos de sistemas, Plantas Eléctricas de Emergencia y Sistemas Ininterrumpibles de Energía, con pequeñas variantes o arreglos entre ellos que se pueden ajustar a cualquier requerimiento particular con los resultados deseados.

En los temas tratados se sigue una secuencia de tal manera que partimos de lo que es la energía eléctrica, su generación, y todas las etapas posteriores hasta llegar al usuario, su problemática y las alternativas de solución que puede tener el consumidor cuando falle el suministro comercial, dentro de un marco legal. En la parte de los equipos de emergencia se maneja la instalación, operación y mantenimiento para conocer las características de cada uno de ellos y finalmente una vez familiarizados seleccionar el más adecuado para un requerimiento específico.

No nos metemos en cuestiones de diseño, pues los equipos mencionados los encontramos en el mercado y la información manejada es la que proporcionan las empresas proveedoras de estos equipos. Partimos del principio de funcionamiento del tipo de equipo que se analiza, la descripción de los elementos que los constituyen, la forma en que trabajan, la interconexión entre ellos, su secuencia de operación, algunas variantes que pueden existir entre diferentes modelos, el mantenimiento preventivo necesario y el procedimiento para calcular y seleccionar un sistema eléctrico de emergencia.

Queremos agradecer al Instituto Selmec de Capacitación las facilidades otorgadas para la realización de este trabajo.

I N D I C E

Prólogo 1

1.- GENERALIDADES DEL SUMINISTRO DE ENERGIA ELECTRICA.

1.1 Introducción..... 6
1.2 Energía Eléctrica en México..... 11
1.3 Sistemas Eléctricos de Potencia..... 13
1.4 Generación..... 16
1.5 Transmisión y Distribución..... 21
1.6 Consumo de Energía..... 30

2.- SISTEMAS ELECTRICOS DE EMERGENCIA.

2.1 Fallas en el Suministro..... 34
2.2 Marco Legal..... 37
2.3 Aplicaciones..... 54
2.4 Diagrama de Bloques..... 59

3.- EQUIPOS ELECTRICOS DE EMERGENCIA.

3.1 Plantas Eléctricas de Emergencia..... 63
3.1.1 Instalación..... 66
3.1.2 Operación..... 71
3.1.2.1 Características Generales..... 71
3.1.2.2 Motor de Combustión Interna..... 80
3.1.2.3 Control Maestro..... 103
3.1.2.4 Circuito de Control de Transferencia y Paro.... 110
3.1.2.5 Interruptor de Transferencia..... 115
3.1.2.6 Generador Síncrono sin Escobillas..... 125
3.1.2.7 Diagrama General..... 137
3.2 Sistemas de Fuerza Ininterrumpibles (UPS)..... 143
3.2.1 Instalación..... 144
3.2.2 Operación..... 151

3.2.2.1 Características Generales..... 151
3.2.2.2 Componentes del UPS de Estado Sólido..... 162
3.2.2.3 Otros Sistemas..... 184

4.- MANTENIMIENTO PREVENTIVO.

4.1 Planta Eléctrica de Emergencia..... 196
4.2 Sistemas Ininterrumpibles de Energía..... 201

5.- SELECCION DE EQUIPOS.

5.1 Planta Eléctrica de Emergencia..... 209
5.2 UPS..... 211
5.3 Memoria de Cálculo..... 222

6.- RESULTADOS Y CONCLUSIONES. 226

7.- BIBLIOGRAFIA. 230

C A P I T U L O 1

GENERALIDADES DEL SUMINISTRO DE ENERGIA ELECTRICA

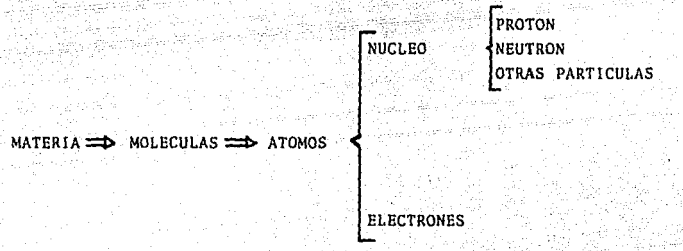
1.1 INTRODUCCION

El hombre ha sido capaz de lograr grandes civilizaciones gracias al uso de energéticos, necesarios para que una nación crezca, progrese y obtenga una estabilidad económica. Primero fue la palanca, después la rueda, luego la máquina de vapor, posteriormente la electricidad y en nuestros días la energía nuclear. Todos los recursos energéticos son capaces de producir trabajo (energía), aunque por el incesante desarrollo de su aprovechamiento se están volviendo escasos.

El crecimiento acelerado de la industria, comercio, agronomía, pesca, computación y otras formas de explotación y crecimiento económico, han demostrado altos índices de consumo de energía en todas sus formas y en especial la eléctrica. A principios del siglo pasado se sabía poco de la producción de energía eléctrica; en este siglo han ocurrido innumerables avances científicos en todos los ámbitos que pueden atribuirse a la expansión de los principios y aplicaciones de la electricidad.

Hace unos 2000 años, los griegos observaron que un material (ámbar), se cargaba con una fuerza misteriosa después de frotarlo con ciertos materiales y atraía a cuerpos ligeros como hojas secas o viruta de madera. Los griegos llamaban al ámbar electrón de donde se derivó el nombre de electricidad. Más tarde, por el siglo XVII, se clasificaba a los materiales en eléctricos según se comportaban como ámbar o no. Para 1733, el francés Charles Dufay, observó que un trozo de vidrio eléctricamente cargado, atraía algunos objetos también cargados pero repelía a otros, concluyéndose que existían dos tipos de electricidad, positiva y ne-

gativa. Actualmente sabemos que la electricidad es una forma de energía originada por el desplazamiento de electrones entre los cuerpos, por lo cual es necesario hechar un vistazo a la forma en que está constituida la materia y es la que se muestra en el siguiente esquema:



Los átomos son sistemas en movimiento continuo en donde el núcleo es la parte central, es la más pesada y tensa del átomo -- formada por protones (tienen carga eléctrica positiva y peso relativamente grande), neutrones (no poseen carga eléctrica, pero pesan tanto como los anteriores), y otras partículas que no nos interesan para el caso. Alrededor del núcleo girando en órbitas definidas están los electrones, que no tienen peso, pero tienen carga eléctrica negativa. Aunque todo electrón tiene la misma carga negativa, no todos tienen el mismo nivel de energía; aquellos cuya órbita está próxima al núcleo, contiene menos energía que los que se encuentran en órbitas más externas ya que a éstos el núcleo los atrae con menor fuerza. A los electrones exteriores se les llama electrones "libres" y pueden ser expulsados fácilmente de sus órbitas, mientras que los de órbitas interiores se les denomina "fijos" porque no pueden expulsarse con facilidad.

La última órbita de los electrones se le conoce como capa de valencia y puede contener hasta ocho de ellos. Los átomos que -- tienen menos electrones de valencia, les dejarán liberarse más rá pidamente, a este tipo de materiales se les conoce como conductores y son los que tienen 1 ó 2 electrones de valencia. Los mejores conductores, como la plata, el cobre o el oro, sólo tienen 1 electrón de valencia y tienden a liberarlo para vaciar la capa -- inestable. Los materiales que tienen más de 4 electrones libres son más estables y no se desprenden tan fácilmente de ellos, por lo que se les clasifica como aisladores. Algunos materiales, como el silicio y el selenio, tienen propiedades intermedias entre las de un conductor y un aislante, a los cuales se les denomina - semiconductores que permiten el paso de corriente en un sentido y ofrecen una alta resistencia en sentido contrario. Por último, - existen átomos estables que resisten cualquier tipo de actividad y no se combinan con ningún otro átomo (argón, helio, neón, kripton, xenón y radón).

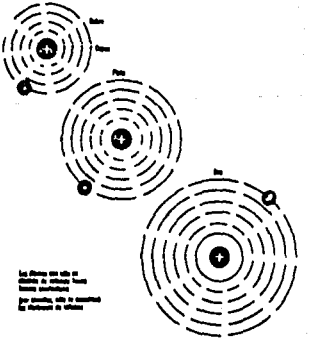


Fig. 1.1.- Materiales conductores

Después de la pequeña referencia de la constitución de la materia, podemos señalar que la electricidad se produce cuando los electrones se liberan de sus átomos. Actualmente, conocemos diversas formas de producir energía eléctrica, las cuales son: por efecto fricción, que produce electricidad estática entre dos sustancias que se rozan entre sí; por efectos químicos, luminosos, caloríficos y de presión, que producen electricidad dinámica en forma de corriente continua, pero en todos ellos se generan cantidades relativamente pequeñas de energía y su uso es en equipos especiales; finalmente, por efecto magnético se logra generar grandes cantidades de energía eléctrica en forma de corriente alterna.

Las corrientes continuas (C.C.), son las que circulan en un sólo sentido y pueden dividirse en constantes, pulsantes y onduladas. La primera de ellas tiene un sentido de circulación e intensidad que permanecen constantes en el tiempo; la segunda, aumenta o disminuye de intensidad pero no cambia de sentido y puede llegar a ser nula; la ondulada, aumenta y disminuye su intensidad periódicamente al paso del tiempo sin llegar a ser nula y su sentido no cambia.

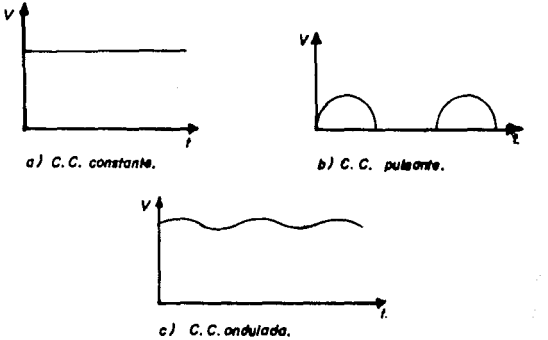


Fig. 1.2.- Tipos de corriente continua

La corriente alterna es aquella cuyo sentido de circulación cambia en sentidos opuestos periódicamente y su intensidad aumenta y disminuye en ambos sentidos. En temas posteriores veremos a detalle el principio de funcionamiento de un generador para producir corriente alterna por efecto magnético, mientras tanto, sólo mencionaremos los aspectos más importantes, al observar la siguiente figura.

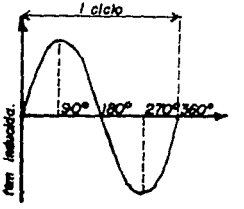


Fig. 1.3.- Corriente alterna

La rotación de un imán frente a una bobina o viceversa, origina - en esta última una corriente alterna inducida cuya forma se le -- llama sinusoidal. Si se continúa girando el imán o la bobina, la onda se reproduce con la misma periodicidad. Si se hace 1 vuelta en 1 segundo, la frecuencia es de 1 ciclo/segundo (Hert), comer-- cialmente se producen 60 ciclos por segundo (60 Hz). Los generadores constan de tres grupos de bobinas defasadas 120° eléctricos entre ellas, lo que nos da como resultado un sistema trifásico, - del cual salen 4 conductores, tres fases y un neutro. Al utili-- zar los 4, tendremos un sistema de 3 fases-4 hilos, con tres, sería 3 fases-3 hilos. También, hay sistemas de dos fases a 3 y 2 hilos tomados de un sistema trifásico y por último, sistemas monofásicos de 2 hilos, fase y neutro. Las fases son las que transportan la corriente y el neutro se puede hacer artificialmente cerrando circuitos con tierra (tuberías o partes de estructuras metálicas).

1.2 ENERGIA ELECTRICA EN MEXICO.

Fue hasta el año de 1881, cuando 40 lámparas incandescentes iluminaron una noche la ciudad de México, marcando así el principio del uso de la electricidad como servicio público en nuestro país. Durante la Epoca Porfiriana, el gobierno recibió con agrado a la industria extranjera, a condición de que llegaran con la modernización para la nación bajo el brazo. Así, fue como se instalaron las primeras plantas eléctricas en México, a las que se otorgaron muchos privilegios, comenzando por la libertad casi irrestricta para explotar nuestros recursos naturales. Estas aprovecharon la situación expandiéndose hacia los lugares donde podían cumplir sus fines mercantilistas.

A principios del siglo funcionaban 177 plantas eléctricas, además de las empresas privadas que daban servicio público en las principales ciudades de la República. En 1902, el canadiense Fred Stark organizó la empresa Mexican Light and Power Co. Ltd y obtuvo los derechos para explotar la zona de Necaxa, Puebla. Esta empresa creció de tal manera que tuvo la capacidad de absorver a otros consorcios dedicados a actividades similares: Compañía Mexicana de Electricidad, Compañía Mexicana de Gas y Luz Eléctrica, Compañía Explotadora de las Fuerzas Eléctricas de San Ildefonso.

El gobierno quedó fuera del juego, pues aunque comenzó a participar en el manejo de la electricidad, su inexperiencia lo condujo al fracaso, fortaleciendo aún más al capital extranjero. El 14 de agosto de 1937 por decreto presidencial, en el gobierno de Lázaro Cárdenas, se crea la Comisión Federal de Electricidad (CFE), con un presupuesto de 50 mil pesos y un personal de 15 trabajadores entre funcionarios, técnicos y empleados y su objetivo era el de organizar y dirigir un sistema nacional de generación y distribución de energía eléctrica con fines sociales. Comenzó

sus funciones al echar a andar la planta hidroeléctrica de Xia, - Oaxaca, con una unidad de 85 Kw.

Al principio la CFE vendía su fluído eléctrico a las empre-- sas privadas porque no tenía la infraestructura adecuada para su distribución. Poco a poco la Comisión creció al adquirir diver-- sas compañías eléctricas. El 11 de enero de 1949, el presidente de la República, Miguel Alemán, expidió el decreto que hizo a la Comisión un organismo público descentralizado, con personalidad - jurídica y patrimonio propio.

Para 1950 la energía producida por CFE representaba el 14% - de lo que se generaba en el país. En 1959 el organismo estatal - se encontraba consolidado: originaba el 42% de energía de un to-- tal de 4126 millones de KWH. Mientras la CFE se fortalecía cada vez más, los consorcios extranjeros comenzaban a perder terreno y en 1960 fueron comprados por el gobierno y pasan a ser patrimonio nacional. Al finalizar el año, CFE poseía el 54% de la capacidad instalada, para atender al servicio público de energía eléctrica del país.

Finalmente, durante el gobierno de Adolfo López Mateos, se - hizo un agregado al artículo 27 constitucional donde el derecho - exclusivo para generar, conducir, transformar, distribuir y abas- tecer la energía eléctrica como servicio público, sólo correspon- día a la nación. En el agregado se indica textualmente: ".... no se otorgarán concesiones a los particulares y la nación aprovecha- rá los bienes y recursos naturales que se requieran para dichos fines...." (el uso de la energía eléctrica). Desde entonces, a - la fecha, sigue vigente dicho decreto y la capacidad instalada y generación del fluído eléctrico en México han ido creciendo.

1.3 SISTEMAS ELECTRICOS DE POTENCIA.

Antes de describir los sistemas eléctricos de potencia, es necesario mencionar que dentro del campo general de utilización de la energía eléctrica, encontramos que cerca del 95% del consumo público, industrial o privado se han electrificado en corriente alterna, lo cual no quiere decir que cubra todas las posibles aplicaciones, ni que sea superior a la corriente continua, pues cada una tiene sus usos específicos, por ejemplo, tranvías, procesos electrolíticos, algunos tipos de lámparas de arco, máquinas soldadoras, etc., en donde es ideal el uso de C.C.

Sin embargo, en la mayoría de los casos anteriores, la energía se produce en C.A. y después se rectifica para convertirse en C.C. para su distribución y aplicación. Algunas de las razones técnico-económicas que justifican la producción de energía eléctrica en C.A., son las siguientes:

a) La corriente eléctrica se puede generar a tensiones relativamente altas, que por medio de transformadores estáticos se puede elevar o reducir y transportarla con facilidad.

b) Con valores altos de voltaje en C.A., es mucho más económico transportarla a distancias considerables y ésto representa una ventaja, ya que el peso del cobre varía en razón inversa del cuadrado de la tensión, para una potencia, distancia y pérdidas admitidas determinadas.

c) Con C.C. el transporte de energía suele ser económico, sin embargo, en la actualidad no se ha logrado conseguir un método práctico y costeable para elevar o reducir la tensión generada. Por otro lado, el voltaje de generación en C.C. no es muy alto, alrededor de 700 V como máximo, ésto es, por los aislamientos

lo suficientemente robustos que llevaría la armadura, la conmutación sería problemática con esos voltajes y el costo de la unidad más alto que para C.A.

En algunos países, existen líneas experimentales en las cuales se rectifica la C.A. de alta tensión por medio de convertidores electrónicos para transmitirla en C.C., por el extremo receptor de la línea se convierte en C.A. por dispositivos inversores electrónicos para su uso. La aplicación a gran escala no ha tenido auge, quizá por lo costoso de la instalación.

d) Con C.A., es posible construir grandes centrales generadoras con velocidades altas, con lo que el costo de construcción y gastos de explotación por KV; son reducidos, pues los acoplamientos son fáciles a turbinas de alta velocidad de gas y de vapor.

La compañía que se encarga de suministrar energía eléctrica, construye centrales generadoras en zonas donde las riquezas naturales son suficientes para generar en forma económica, como es el caso donde existe gran cantidad de energía hidráulica o combustible natural de bajo costo. La energía producida a un cierto voltaje, debe llevarse hasta la periferia de los centros de consumo y ésto se logra mediante una serie de etapas posteriores a la generación. Primero, el voltaje se eleva a un valor mayor y se transporta por medio de líneas de transmisión en alta tensión, en ciertos puntos, el voltaje se reduce y transmite a otras localidades, vía las llamadas líneas de subtransmisión para reducir nuevamente el voltaje y la energía se entrega a los usuarios por medio de las redes de distribución. Sin embargo, puede haber más etapas de transformación de voltajes, es decir, la conexión entre las centrales eléctricas y los consumidores, no es una trayectoria simple, pues está formada por una red eléctrica compleja. Al conjunto de todos los elementos que intervienen desde la central generadora hasta la distribución, se le conoce como SISTEMA ELECTRICO DE POTENCIA.

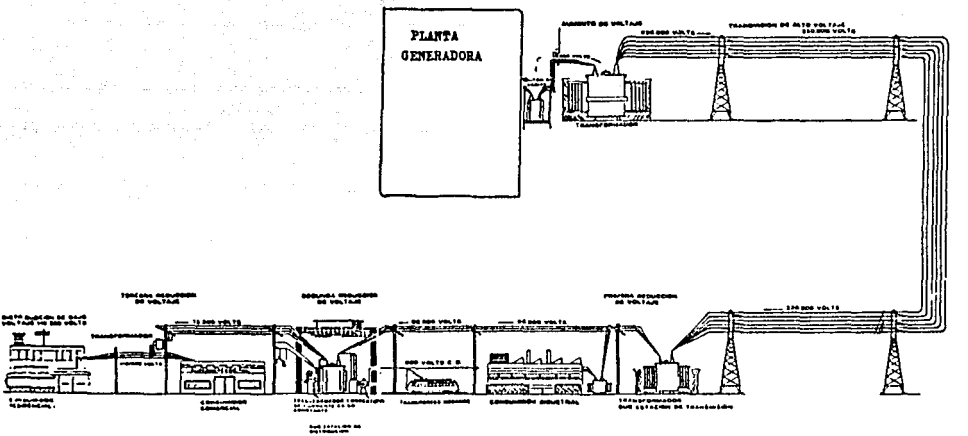


Fig. 1.4.- Diferentes aspectos de la utilización de la energía eléctrica.

1.4 GENERACION.

La potencia eléctrica se produce en las centrales generadoras aprovechando fuentes de energía primaria para convertirlas a la forma eléctrica, por ejemplo, la conversión de la energía química, de los combustibles fósiles o hidrocarburos, la energía cinética del agua al caer una cierta altura, energía solar, etc.

Las centrales están constituídas por uno o más generadores y un medio mecánico para impulsarlos; varían en tipo y tamaño, pueden ser principalmente: Termoeléctricas, Hidroeléctricas, Núcleoeléctricas, Geotérmicas, pasando a segundo término otras fuentes primarias como la energía solar, eólica, maremotriz, motor de combustión interna, ya que no es costeable en este momento utilizarlas para generación a grandes niveles.

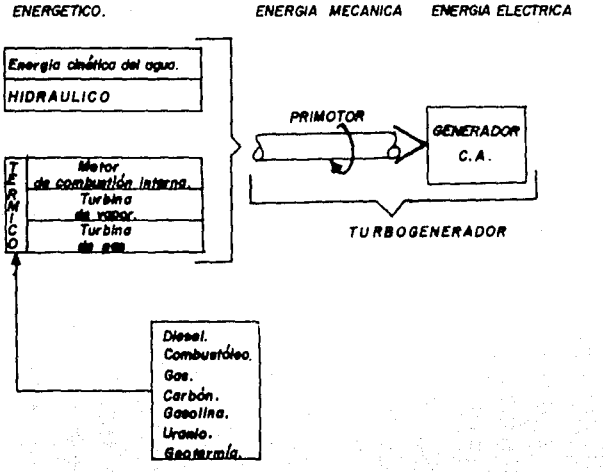


Fig. 1.5.- Fuentes de generación de energía eléctrica.

Este trabajo no está enfocado a analizar las centrales eléctricas mencionadas, sólo describiremos brevemente como se logra - generar en cada una de ellas.

1. **Termoeléctrica.**- Se aprovecha la energía térmica de un combustible para producir vapor a presión, el cual mueve a una turbina que proporciona movimiento a un generador de corriente alterna. Se puede usar como combustible, derivados del petróleo, o bien, del carbón. Estas centrales ocupan el primer lugar de capacidad instalada en nuestro país, debido a que contamos con el energético primario como el petróleo.

2. **Hidroeléctricas.**- La energía potencial que tiene el agua, se - conduce hasta turbinas hidráulicas produciendo energía mecánica y se le acopla un generador. El agua es considerada la -- fuente de potencia más barata y ocupan el segundo lugar de capacidad instalada en México.

3. **Geotérmicas.**- Aquí se aprovecha la energía térmica que se encuentra almacenada en la tierra. La mezcla de agua-vapor es - separada, conduciendo el vapor hasta una turbina en donde se - produce energía mecánica y se acopla al generador. Entre el - punto de extracción y la superficie, se produce una caída de - presión, que depende de la permeabilidad del terreno, por lo - que, se construyen muchos pozos que se interconectan entre sí para limitar esa caída de presión. México tiene un alto potencial geotérmico (todo el eje neovolcánico), incluso las unidades de Cerro Prieto en Baja California Norte, están generando energía eléctrica de exportación a los E.U., y por otro lado, se asesora a los países centroamericanos en el aprovechamiento de este tipo de energía, sin embargo, no se han logrado grandes niveles de capacidad instalada, como en las dos anteriores.

4. **Centrales con turbina de gas.**- La turbina de gas es un motor - que se pone en rotación por medio de un fluido gaseoso y se --

aprovecha la energía mecánica en los álabes de la turbina, que se acopla al generador, produciéndose de esta manera la energía eléctrica.

5. **Centrales Nucleares.**- Se aprovecha la energía calorífica que desprenden algunos materiales al provocarse una reacción nuclear en cadena con elementos pesados como el uranio, para producir vapor de agua y con esto mover una turbina, a la cual se le acopla un generador. Con la energía nuclear se logran grandes capacidades de generación. México ha dado los primeros pasos para el aprovechamiento de este tipo de energía, aunque todavía, la capacidad instalada en el país depende de las centrales ya mencionadas.

6. **Centrales con Motor de Combustión Interna.**- Aprovechan la energía térmica de un combustible, como el diesel o una mezcla de diesel y combustóleo, para producir energía mecánica en un motor de combustión interna y éste a su vez mueve un generador de C.A. . Se usan unidades generadoras del orden de 30 MW y tienen la ventaja de que se pueden poner en servicio con gran rapidez, lo que es importante cuando se trata de cubrir cargas pico o funcionar como reserva instantánea, que son los casos en que se aplican estas centrales.

7. **Centrales Maremotrices y Eólicas.**- Son aquellas donde se aprovecha la energía dinámica de las olas del mar, o del viento, respectivamente, para mover unas turbinas a las cuales a su vez, se les acopla un generador. Sin embargo, sólo en algunos países se han aprovechado estas fuentes primarias, pero con capacidades pequeñas e intermitentes, por lo que, se encuentran lejos todavía de ser consideradas centrales convencionales.

En nuestro país, todas las centrales generadoras están a cargo de la C.F.E., la cual ha normalizado las tensiones nominales -

de generación, que de acuerdo con la especificación CFE L0000-12, que entró en vigor el 20 de agosto de 1986 y que se aplica a nivel nacional, son las siguientes:

TABLA 1 Tensiones nominales de generación

Preferentes (V)	Restringidas (V)
480 [1) 2) 3) 5)]	440
4160 [1)]	
13800 [1) 2) 3) 4)]	13200
15000	
20000	

1) Uso en centrales Geotérmicas.

2) Uso en centrales Hidroeléctricas.

3) Uso en centrales Termoeléctricas.

4) Para centrales Hidroeléctricas se puede aceptar una tensión de generación superior a 13800 V conforme al diseño y tecnología para la fabricación de los devanados que emplee el proveedor del equipo, y puede ser hasta 18000 V.

5) Tensión nominal para el generador auxiliar.

Algunos puntos importantes que contempla la Especificación referida, son por ejemplo:

- Las tensiones mencionadas son de corriente alterna y sus valores son eficaces.

- Tensiones preferentes son aquellas que se deben utilizar en todo el sector eléctrico.

- Tensiones restringidas son las que no es posible eliminarlas y su uso es para casos especiales.

- En la parte de generación se tienen sistemas de 3 fases-3 hilos y en caso de generar en baja tensión, el sistema debe estar conectado en estrella con su neutro aterrizado a través de una resistencia.

- Los límites de las tensiones de generación, deben ser del orden de ± 5% de variación de su valor nominal, cuando mucho.

Por último, dentro del campo de la generación en México, tenemos según datos de 1985, una distribución en porcentaje del total de centrales eléctricas instaladas de acuerdo a su fuente primaria.

Fuente primaria	Porcentaje total instalado
TERMICA (Combustión derivados del petróleo)	55 %
HIDRAULICA	44 %
GEOTERMICA	1 %

1.5 TRANSMISION Y DISTRIBUCION.

Un sistema eléctrico de potencia, está constituído principalmente, por las centrales generadoras; las subestaciones eléctricas, donde se elevan o reducen los valores de voltaje; las líneas de transmisión y subtransmisión, que son los elementos encargados de llevar la potencia eléctrica de los centros de generación a la carga; y las redes de distribución, que constituyen el punto de contacto más cercano del usuario con el sistema eléctrico.

Una vez generada la energía eléctrica, es necesario llevarla hasta los centros de consumo y se transporta por medio de líneas de transmisión, con diferentes valores de tensión, según sea la potencia por transmitir y la distancia a que se haga, ya sea con líneas aéreas o cables subterráneos. Para las primeras, transmitiendo corriente alterna, la potencia máxima transmitida está dada para tramos cortos, con el límite térmico de los conductores; para tramos largos, es directamente proporcional al cuadrado de su voltaje, e inversamente proporcional a su reactancia (que depende de su longitud).

$$P = \frac{V^2}{X}$$

Por esta razón, se incrementa la tensión de operación de las líneas, para aumentar la capacidad de transmisión.

Las líneas de transmisión, también están destinadas a distribuir la energía eléctrica entre algunos consumidores individuales, en algunas regiones particulares; además tienen la función de interconexión entre centrales generadoras y las subestaciones eléctricas primarias. Con los sistemas interconectados, en general, se logra una mayor eficiencia global, se mejora la calidad del --

servicio y se tiene una mayor confiabilidad en el suministro de - energía.

En México, a excepción de las penínsulas de Baja California y Yucatán, la mayor parte de las centrales generadoras constituyen el Sistema Interconectado Nacional.

Transmisión y Distribución, cumplen ciertos requerimientos - básicos para entregar la energía eléctrica, al usuario en forma - adecuada, como son:

1) Suministrar en forma ininterrumpida, la potencia que los usuarios demandan.

2) Mantener estables el voltaje y la frecuencia nominales, dentro de un rango de variación fijado por la CFE.

3) Respetar las normas de seguridad, establecidas en cuanto a distancia en aire, o a construcciones en zonas urbanas, cruzamientos con ríos, carreteras, etc.

4) Cumplir con los requerimientos de estética y de protección del medio ambiente y suministrar la energía a un precio aceptable.

Después de la generación, el voltaje de 13800 V es elevado, en una subestación local, a 69000; 115000; 230000 ó 400000 V, para posteriormente en otra subestación cercana a los centros de -- consumo, reducir el voltaje a valores de distribución, como 34500, 23000 ó 13800 V; algunas otras tensiones especiales para casos -- particulares, en mediana tensión, y 440 ó 220 V en baja tensión.

Todos los valores de voltajes mencionados, se encuentran contemplados en la Especificación CFE L0000-02 de fecha junio 1985 - de la Comisión Federal de Electricidad.

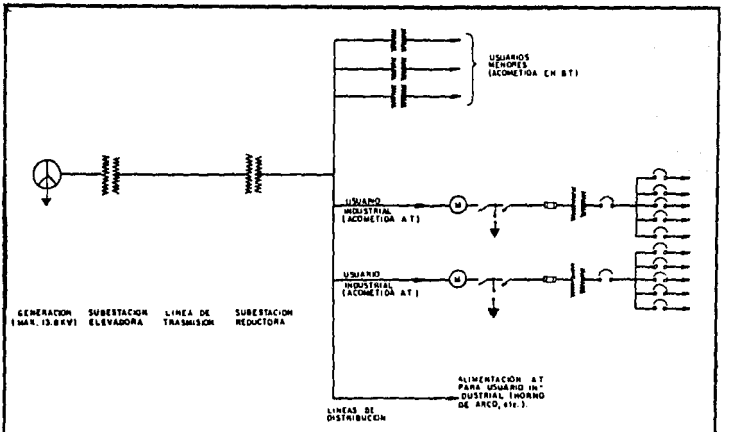


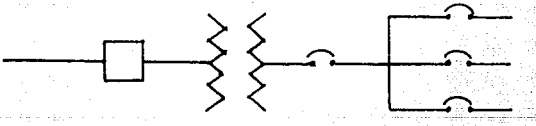
Figura 1.6

DIAGRAMA UNIFILAR TIPICO DE GENERACION, ELEVACION, TRASMISION, REDUCCION, DISTRIBUCION Y UTILIZACION DE ENERGIA ELECTRICA.

El usuario puede consumir potencia en cualquiera de las tensiones de distribución y para ésto contrata los servicios de la compañía suministradora en diferentes tarifas, de las cuales las más comunes son: la 3 (servicio general para más de 25 KW de demanda en baja tensión); la 8 (servicio general en alta tensión, con demanda inicial de 20 KW o más); y la 12 (servicio general para tensiones de 66 KW o superiores); aparte de la tarifa 1 para uso doméstico y otras, para aplicaciones especiales.

Existen diferentes arreglos de los sistemas de distribución de donde se alimenta a los usuarios. Algunos de los principales arreglos, con sus ventajas y desventajas de acuerdo a lo que se requiera, son los siguientes:

SISTEMA RADIAL SIMPLE



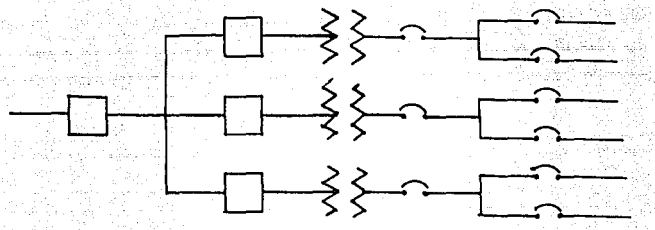
Ventajas y usos:

- Es el más económico; operación y expansión simple; satisfactorio para pequeñas industrias, donde el proceso puede interrumpirse y la planta puede alimentarse con un solo transformador.

Desventajas:

- Confiabilidad baja, si no se usan elementos de muy buena cali-- dad; una falta de cualquier elemento deja fuera el sistema; el equipo debe desconectarse para mantenimiento rutinario.

SISTEMA RADIAL EXPANDIDO



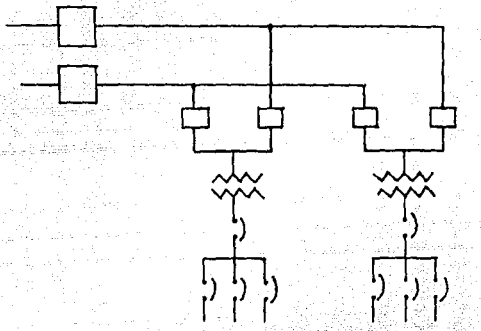
Ventajas y usos:

- Mismas que el caso anterior, se utiliza cuando la magnitud de la carga requiere usar más transformadores.

Desventajas:

- Mismas que en el caso anterior.

SISTEMA PRIMARIO SELECTIVO



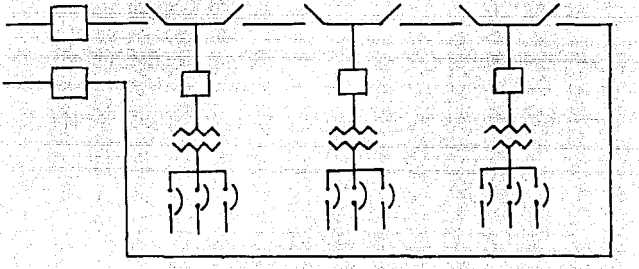
Ventajas y usos:

- Se tienen 2 fuentes distintas de alimentación en el primario; - se puede dar un mejor mantenimiento al equipo primario de buses e interruptores.

Desventajas:

- Mayor costo que el radial; falla en el transformador o en el tablero secundario.

SISTEMA PRIMARIO EN ANILLO



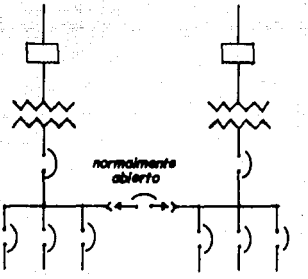
Ventajas y usos:

- Mismas que el anterior pero ligeramente más económico.

Desventajas:

- Es difícil encontrar una falla en un cable de anillo; peligroso, se puede energizar un punto por 2 lados.

SISTEMA SECUNDARIO SELECTIVO



Ventajas y usos:

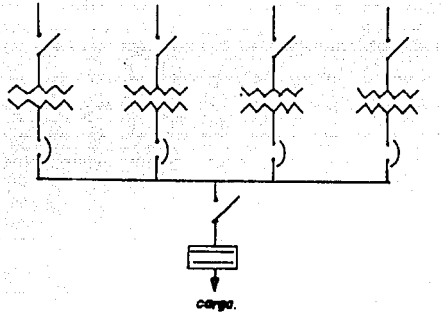
- Si falla el sistema primario o el transformador, el servicio no se interrumpe, ésto requiere:
  - . sobredimensionar los transformadores.
  - . aire forzado durante emergencia.
  - . echar fuera carga no esencial.
  - . sobrecargar un transformador aceptando pérdida en la vida del mismo.

Desventajas:

- Más costoso que los anteriores, para dar mantenimiento al tablero de baja tensión, requiere echar fuera la carga; operación -- más compleja.

Combinado con el primario selectivo es el sistema más confiable.

RED SECUNDARIA CON PROTECTORES



Ventajas y usos:

- Muy confiable; no hay interrupciones de ninguna especie, a menos que falle alguno de los alimentadores primarios, adecuado para cargas grandes.

Desventajas:

- Costoso; si falla el tablero secundario falla el sistema; elevada corriente de corto circuito.

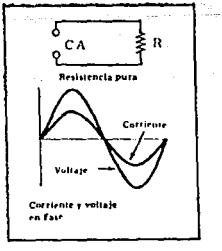
1.6 CONSUMO DE ENERGIA.

En 1769, el químico francés Lavoisier enuncia un principio fundamental que dice: "Nada se crea ni se destruye, sólo se transforma". De acuerdo al enunciado, podemos concluir que la electricidad es una forma de energía en transferencia, pues independientemente de la causa que la produce, se aprovecha para generar otro tipo de energía al aplicarla a una carga que puede ser resistiva, inductiva o capacitiva utilizadas para alumbrado, fuerza o control.

Es importante analizar el comportamiento de cada carga cuando consume potencia (que es la rapidez con que se consume o entrega energía), para poder hablar de lo que es el factor de potencia.

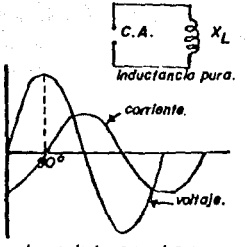
Cargas Resistivas.

La resistencia eléctrica es la oposición al paso de electrones. La potencia consumida en un circuito de C.A. resistivo, se disipa en forma de calor, luz o trabajo. La corriente y el voltaje ocurren al mismo tiempo, es decir, están en fase.



Cargas Inductivas.

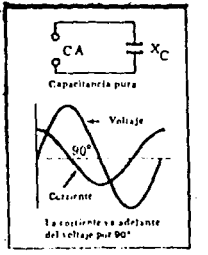
Un inductor es una bobina que se opone a cambios en la co- - rriente. Sólo una pequeña parte de la energía consumida se disipa en forma de calor, la otra produce campo magnético, lo cual hace que el inductor se oponga a la C.A. y a esta oposición la llamamos Reactancia Inductiva. La corriente va atrasada 90° con -- respecto al voltaje.



La corriente va en atraso 90° respecto al voltaje.

Cargas Capacitivas.

Un capacitor se opone a cambios en el voltaje y almacena campo eléctrico. La corriente va adelantada 90° con respecto al voltaje.



Potencia Activa (P)

La Potencia Activa es aquella que se consume y disipa en forma de calor o luz, como en el caso de la carga resistiva pura. Se mide en watts y se puede calcular con la fórmula $P = I^2R$ (W)

Potencia Aparente (S)

Es la potencia total disponible en un circuito, independientemente de la forma en que se esté consumiendo. Se mide en VA y se puede hallar multiplicando la corriente total por el voltaje aplicado.

$$S = V \times I \quad (VA)$$

Factor de potencia (FP)

Es el coseno del ángulo de defasamiento que existe entre el voltaje y la corriente, dicho de otra manera, es una medida de la eficiencia de un circuito inductivo.

Se encuentra dividiendo la potencia real entre la disponible o aparente.

$$FP = \frac{P}{S} = \frac{KW}{KVA}$$

Si tenemos un FP = 0.8, quiere decir, que el 80% de la potencia disponible se está comportando como carga resistiva (se consume en el momento en que se entrega), pero no por eso el otro 20% no se esté aprovechando, ya que si tenemos inductores o capacitores, debemos hablar de un nuevo concepto:

Potencia reactiva (Q), que es la que consumen este tipo de cargas y están generando campo magnético o eléctrico respectivamente, -- aunque no ocurran con voltajes y corrientes en fase, pero que realizan una función específica. La potencia reactiva se mide en -- VAR que pueden ser inductivos (atrasados) o capacitivos (adelantados).

Triángulo de potencias.

Con los 3 tipos de potencia que hemos visto y el FP, podemos construir un triángulo rectángulo al cual se le conoce como triángulo de potencias.

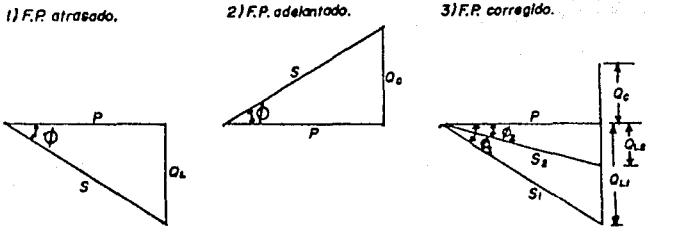


FIG. I. 7 TRIANGULOS DE POTENCIAS.

Cuando partimos de un valor inicial de Cos Ø, y conectamos - capacitores en paralelo (Fig. 1.7), estamos corrigiendo el FP - - (Cos $Ø_2$) haciendo más eficiente el sistema. Sin embargo, nunca - existirá un FP mayor que 1, pues sólo puede estar atrasado, ade-- lantado o unitario, de acuerdo a los triángulos de potencia. En un sistema trifásico, la potencia activa está dada por:

$$P = \sqrt{3} \times V \times I \times \text{Cos } Ø$$

C A P I T U L O 2

SISTEMAS ELECTRICOS DE EMERGENCIA

2.1 FALLAS EN EL SUMINISTRO.

La compañía suministradora tiene la tarea de satisfacer momento a momento una demanda que varía según el período del año, el día de la semana, la hora de labores, o bien, la zona del país. Sin embargo, en ocasiones no puede mantener el suministro total o parcial de energía eléctrica para todos los usuarios pues además existe el problema de satisfacer un crecimiento acelerado en la demanda, de aproximadamente 6% anual según datos de CFE.

Muchas son las causas que pueden perturbar el suministro de energía eléctrica al usuario. Las fallas se pueden producir desde los generadores hasta las redes de distribución y algunas de las causas pueden ser, por ejemplo:

1. Perforaciones en los aislantes de máquinas y cables, producidos por envejecimiento, corrosión o calentamiento.

2. Descargas atmosféricas y sobretensiones interiores.

3. Influencia de animales; roedores que corroen cables, gatos que producen corto circuito entre barras, pájaros que provocan corto circuito en las líneas aéreas, etc.

4. Destrucciones mecánicas por agarrotamiento o por embalamiento de máquinas, por caída de árboles en líneas aéreas, etc.

5. Factores humanos, como apertura de un seccionador bajo carga, falsas maniobras en las máquinas, etc.

6. Exceso de carga conectada a la línea, por lo que los transformadores y generadores trabajan en condiciones adversas.

7. Puestas a tierra intempestivas, producidas por la humedad del terreno.

Estas y algunas otras perturbaciones provocan cualquier de los siguientes problemas: corto circuito, sobrecarga, retorno de corriente, subtensión o sobretensión, fallando el suministro para el usuario.

Como ejemplo de lo anterior, podemos mencionar un dato estadístico que nos proporcionó la Gerencia de Distribución y Transmisión de la Compañía de Luz y Fuerza del Centro, del mes de octubre de 1990, en el cual observamos los tipos de falla y el tiempo que dura para diferentes voltajes de distribución y por alimentador, pero lo resumiremos con el dato general para todos los voltajes y que ellos lo manejan como índice de confiabilidad:

- Tiempo de interrupción por usuario debido a disturbios propios y externos de la Compañía, 21 minutos en el mes.-

Aparentemente, el tiempo es corto, sin embargo, si tomamos en cuenta el tipo de usuario que está contemplado en ese suministro y el tipo de carga que tenga conectada, podemos considerar que es un tiempo largo para aplicaciones particulares como veremos más adelante.

El consumidor requiere una buena regulación, ésto es, que el voltaje y la frecuencia que les llega se mantengan dentro de un rango aceptable de variación sin que perjudique el funcionamiento de los equipos conectados o los dañe. Ni el usuario o la compañía suministradora saben cuando va a ocurrir una falla, ni cuanto tiempo va a durar cuando suceda.

La energía eléctrica no se limita al uso industrial, pues es ampliamente utilizada en otros campos, por ejemplo: hospitales, centros de cómputo, tiendas de autoservicio, centros de diversión, etc., y en todos ellos se requiere un suministro constante. Cuando por alguna causa, la compañía suministradora no puede mantener la alimentación total o parcial para todos los usuarios, éstos paran su producción originándose pérdidas económicas, humanas, de información, etc., por lo que se hace inminente la necesidad de auxiliarse con un sistema eléctrico de emergencia.

Existe el problema pero también la solución. Nuestro propósito es demostrar que el uso de sistemas eléctricos de emergencia reúnen características de economía y sencillez en su construcción y mantenimiento, garantizan una larga vida sin interrupciones, aunado a las ventajas técnicas, operativas y de eficiencia, justificándose con ello la inversión que se realiza.

Para algunos consumidores, la importancia del suministro continuo es vital, pero para otros no lo es tanto pues pueden permanecer algunos minutos sin energía sin consecuencias serias. Más adelante veremos diferentes sistemas que pueden adecuarse a cualquiera de los casos anteriores.

2.2 MARCO LEGAL.

En México, todo el sistema eléctrico nacional está en manos del sector público, sin embargo, ya vimos que en ocasiones es imposible que suministre la energía sin perturbaciones, por lo que, dependiendo de las regulaciones del país, el usuario puede optar por generar su propia energía para casos de emergencia, sólo si cumple una serie de requisitos y trámites que establece el gobierno para no lesionar los intereses del servicio público nacional.

La generación de emergencia, básicamente debe alinearse a los requerimientos especificados para el caso, contemplados en la Ley de Suministro de Energía Eléctrica y el Reglamento de Obras e Instalaciones Eléctricas. Los trámites y autorizaciones se realizan en SEMIP y SECOFI y se debe cumplir con la Norma Oficial Mexicana para equipos auxiliares de emergencia.

A continuación, presentamos los requerimientos legales que se deben satisfacer para poder utilizar equipos de emergencia, que consideramos los más representativos para nuestro análisis, con su referencia correspondiente.

LEY DEL SERVICIO PUBLICO DE ENERGIA ELECTRICA

CAPITULO I, DISPOSICIONES GENERALES.

ART. 1o.- Corresponde exclusivamente a la Nación, generar, conducir, transformar distribuir y abastecer energía eléctrica que tenga por objeto la prestación de servicio público, en los términos del artículo 27 Constitucional. En esta materia no se otorgarán concesiones a los particulares y la Nación aprovechará a través de la Comisión Federal de Electricidad, los bienes y recursos materiales que se requieran para dichos fines.

ART. 2o.- Todos los actos relacionados con el servicio público de energía eléctrica son del orden público.

ART. 3o.- No se considera servicio público el autoabastecimiento de energía eléctrica para satisfacer intereses particulares, individualmente considerados.

ART. 4o.- Para los efectos de esta ley, la prestación del servicio público de energía eléctrica comprende:

I - La planeación del sistema eléctrico nacional.

II - La generación, conducción, transformación, distribución y venta de energía eléctrica, y:

III - La realización de todas las obras, instalaciones y trabajos que requieran la planeación, ejecución, operación y mantenimiento del sistema eléctrico nacional.

ART. 5o.- La Secretaría de Energía, Minas e Industria Paraestatal dictará, conforme a la política nacional de energéticos,

las disposiciones relativas al servicio público de energía eléc-- trica, que deberán ser cumplidas y observadas por la Comisión Federal de Electricidad y por todas las personas físicas o morales que concurran al proceso productivo.

ART. 7o.- La prestación del servicio público de energía eléctrica que corresponde a la Nación, estará a cargo de la Comisión Federal de Electricidad, la cual asumirá la responsabilidad de -- realizar todas las actividades a que se refiere el artículo 4o.

ART. 8o.- La Comisión Federal de Electricidad es un organismo público descentralizado con personalidad jurídica y patrimonio propio.

ART. 21o.- La Comisión Federal de Electricidad deberá mantener sus instalaciones en forma adecuada, para la prestación del - servicio público de energía eléctrica en condiciones de continuidad, eficiencia y seguridad.

ART. 25o.- La Comisión Federal de Electricidad deberá suministrar energía eléctrica a todo el que lo solicite, salvo que -- exista impedimento técnico o razones económicas para hacerlo, sin establecer preferencia alguna dentro de cada clasificación tarifaria.

El reglamento fijará los requisitos que debe cumplir el solicitante del servicio, y señalará los plazos para celebrar el contrato y efectuar la conexión de los servicios por parte de la Comisión.

ART. 27o.- La Comisión Federal de Electricidad no incurrirá en responsabilidad, por interrupciones del servicio de energía -- eléctrica motivadas:

I.- Por causas de fuerza mayor o caso fortuito.

II.- Por realización de trabajo de mantenimiento, reparaciones normales, ampliación o modificación de sus instalaciones.

III.- Por defectos en las instalaciones del usuario.

En los casos previstos en la fracción II, la Comisión Federal de Electricidad deberá comunicar la interrupción del servicio a los usuarios afectados, en los términos que establezcan el reglamento de esta ley.

ART. 28.- Corresponde al solicitante del servicio, realizar a su costa y bajo su responsabilidad, las obras e instalaciones destinadas al uso de energía eléctrica, mismas que deberán satisfacer los requisitos técnicos y de seguridad que fijen los reglamentos.

Antes de la ejecución de dichas obras e instalaciones, deberán formularse los proyectos correspondientes de acuerdo con los lineamientos y normas que fije la Secretaría de Comercio y Fomento Industrial. Sin perjuicio de las facultades de dicha Secretaría para corroborar el cumplimiento de los requisitos que se establezcan, sólo requerirán la previa aprobación de la misma Dependencia, las instalaciones eléctricas para industrias, servicios de alta tensión, suministros en lugares de concentración pública, edificios destinados para varios usuarios, y en áreas consideradas peligrosas, de conformidad con las normas citadas.

La Comisión Federal de Electricidad sólo suministrará energía eléctrica previa comprobación de que las instalaciones a que se refiere el párrafo anterior han sido aprobadas por la Secretaría de Comercio y Fomento Industrial.

ART. 29o.- Sólo podrán ponerse a la venta y utilizarse en la República Mexicana los materiales, componentes, dispositivos, maquinaria, equipos o sistemas destinados al uso de energía eléctrica, cualquiera que sea el origen de ésta, cuyas características técnicas y de seguridad, así como sus instructivos, advertencias y, en su caso, garantías, hayan sido aprobadas previamente por la Secretaría de Comercio y Fomento Industrial.

ART. 36o.- La Secretaría de Energía, Minas e Industria Paraestatal, oyendo a la Comisión Federal de Electricidad, otorgará permiso de autoabastecimiento de energía eléctrica destinada a la satisfacción de necesidades propias de personas físicas o morales individualmente consideradas. Para el otorgamiento de estos permisos será condición indispensable la imposibilidad o la inconveniencia del suministro del servicio de energía eléctrica por parte de la Comisión Federal de Electricidad. Se exceptúan de dicha condición los casos previstos en los siguientes párrafos de este artículo; así como cuando se trate de plantas generadoras destinadas exclusivamente al uso de emergencias derivadas de interrupciones en el servicio público de energía eléctrica.

Igualmente la Secretaría otorgará los permisos de autoabastecimiento correspondiente, cuando se satisfagan los siguientes requisitos:

a) Que con la generación de la planta de autoabastecimiento se incremente la eficiencia de transformación de energéticos primarios, con base en la producción simultánea de otros energéticos secundarios o en la utilización de fuentes de calor provenientes de procesos industriales.

b) Que el proceso utilizado en la generación de electricidad produzca otro u otros energéticos secundarios para la satisfacción de las necesidades del solicitante, como vapor o bien que

utilice energéticos obtenidos durante algún proceso industrial, como gas de alto horno; y que la electricidad se destine a la satisfacción de necesidades propias de personas físicas o morales, individualmente consideradas, poniéndose los excedentes a disposición de la Comisión Federal de Electricidad en los términos del inciso d) de este artículo.

c) Que las obras e instalaciones para la producción de energía eléctrica se realicen y operen de acuerdo con las especificaciones técnicas que expida la Secretaría de Energía, Minas e Industria Paraestatal, atendiendo a las propuestas de la Comisión Federal de Electricidad.

d) Que el solicitante del permiso convenga en otorgar las facilidades necesarias a la Comisión Federal de Electricidad, a fin de que ésta pueda utilizar la electricidad que resultare en exceso de la que demanda el autoabastecimiento, siempre que pueda ser aprovechada por dicho Organismo para los fines que constituyan su objetivo, en condiciones técnicas y económicas adecuadas, y sin detrimento o interferencia de los procesos de producción del permisionario, de conformidad con los estudios y programas que al efecto se aprueban.

En los citados convenios que celebre la Comisión Federal de Electricidad con los solicitantes de permisos, deberá pactarse la retribución que corresponda por la aportación de la electricidad que resulte en exceso de la indispensable para autoabastecimiento.

Los convenios mencionados se someterán a la Secretaría, en cada caso, para su aprobación, la cual deberá vigilar además del exacto cumplimiento de los mismos por ambas partes.

ART. 37o.- Los titulares de permisos otorgados con base en el artículo anterior, quedan obligados a contribuir, en la medida de sus posibilidades, con energía eléctrica para el servicio público, cuando por causas de fuerza mayor o caso fortuito el servicio público se interrumpa o restrinja y únicamente por el lapso que comprenda la interrupción o la restricción.

ART. 38o.- Los permisos a que se refiere el artículo 36 tendrán duración indefinida mientras subsistan los fines para los que fueron otorgados, la conveniencia pública de realizarlos y se cumplan las normas legales aplicables. Estos permisos, no podrán ser transmitidos o explotados total o parcialmente o a título oneroso o gratuito.

ART. 39o.- La Secretaría de Energía, Minas e Industria Paraestatal inspeccionará y ejercerá vigilancia en toda obra o instalación destinada al autoabastecimiento de energía eléctrica.

ART. 40o.- Con las salvedades a que se refiere el artículo 21 segundo párrafo de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos y sin perjuicio de las penas que correspondan por el delito o delitos que resulten, se sancionará administrativamente con una multa hasta de tres veces el importe de la energía eléctrica consumida, vendida o revendida, a partir de la fecha en que se cometió la infracción, en los casos a que se refieren las fracciones I a V. Cuando se trate de las infracciones previstas en la fracción VI, la multa será de tres veces el salario mínimo general diario vigente para el Distrito Federal, por cada KW de capacidad de la planta de autoabastecimiento. En el caso de la fracción VII la multa será de dos a cien veces el importe de dicho salario mínimo.

I. A quien conecte sin la debida autorización sus líneas particulares, conductores de energía eléctrica, con las generales de la Comisión Federal de Electricidad o con otra línea particular alimentada por dichas líneas.

II. Al usuario que consuma energía eléctrica a través de instalaciones que alteren o impidan el funcionamiento normal de los instrumentos de medidas o control del suministro de -- energía eléctrica.

III. A quien consuma energía eléctrica sin haber celebrado contrato respectivo.

IV. A quien utilice energía eléctrica en forma o cantidad que no esté autorizada por su contrato de suministro.

V. A quien venda o revenda energía eléctrica.

VI. A quien instale plantas de autoabastecimiento sin las autorizaciones a que se refiere el artículo 36 de esta ley.

VII. A quien incurra en cualquier otra infracción a las disposiciones de esta ley o su reglamento.

Las multas serán impuestas por la Secretaría de Comercio y - Fomento Industrial, para las infracciones a que se contraen las - fracciones I a IV inclusive; por la Secretaría de Energía, Minas e Industria Paraestatal, en los casos de las fracciones V y VI; - por la Secretaría competente para las infracciones a que se refiere la fracción VII.

APENDICE "A"

De la solicitación de concesiones, permisos y de su otorgamiento.

ART. 4o.- Las solicitudes de permisos para la generación, -- transmisión, distribución, importación o exportación y venta de - energía eléctrica, se presentarán, asimismo, a la Secretaría consignando los datos que a continuación se expresan:

I. Nombre y domicilio del solicitante;

II. Objeto del permiso;

III. Ubicación de la planta, capacidad de la instalación, extensión de las líneas y lugares donde se utilizará la energía;

IV. Procedencia de la energía cuando no sea generada por el solicitante;

V. El combustible o las aguas que no sean de propiedad nacional o que no hayan sido declaradas con tal carácter, que vayan a utilizarse;

VI. Los señalados en las fracciones VII y XI del artículo anterior si el permiso comprende servicio público de abastecimiento;

VII. Plazos dentro de los cuales se iniciarán y terminarán las - obras e instalaciones a partir de la fecha de la autorización que para iniciarlas otorgue la Secretaría, con indicación de las etapas y plazos intermedios correspondientes -- cuando lo requieran su naturaleza y las circunstancias de - su ejecución;

VIII. Plazo de duración del permiso; y

IX. Garantías que ofrezca prestar el solicitante para asegurar la realización del proyecto.

ART. 7o.- Cuando una misma persona trate de obtener permiso para instalar diversas plantas que no vayan a estar interconectadas, deberá presentar solicitud separada para cada una de ellas.

NORMAS TECNICAS PARA INSTALACIONES ELÈCTRICAS

" INSTALACIONES PARA EL USO DE ENERGIA ELECTRICA "

SECCION 513.- INSTALACIONES DE EMERGENCIA PARA ALUMBRADO Y FUERZA

A. Generalidades

513.1.- Aplicación.

Esta sección contiene requisitos que deben cumplir los circuitos y el equipo relacionado con los mismos, que, en determinados locales, se emplean para el suministro de energía eléctrica a los servicios que son esenciales y cuya falta, en caso de interrupción del abastecimiento normal, puede ponerse en peligro la vida de personal y a sus propiedades. No es el propósito de esta sección establecer cuáles son los locales en que se requieren instalaciones de emergencia, ya que en este punto es materia del Reglamento de la Ley del Servicio Público de Energía Eléctrica y de otros ordenamientos expedidos por las autoridades competentes.

Generalmente se requieren circuitos de emergencia: en los locales para espectáculos y de gran concurrencia de público, tales como teatros, cines, auditorios, estaciones de ferrocarriles y autobuses, etc., para proporcionar iluminación que permite la evacuación segura y fácil del público hacia el exterior; en hospitales, para fuerza e iluminación de quirófanos, salas de partos, salas de incubadoras, etc.; en sistemas de alarma y bombas contra incendio y otros casos similares.

Salvo lo modificado por la presente sección, las instalaciones de emergencia deben cumplir con los requisitos de otras secciones de estas Normas Técnicas, que sean aplicables.

513.2.- Pruebas y Mantenimiento.

Los sistemas de emergencia, a que se refiere a esta sección, deben probarse periódicamente para asegurar su buen funcionamiento en el momento en que se requieran. Cuando se usen acumuladores, éstos deben ser cargados continuamente.

B. Fuentes de Alimentación

513.6.- Suministro a los Circuitos de Emergencia.

En condiciones normales, los circuitos de emergencia son alimentados por el sistema suministrador de servicio público; en condiciones de emergencia, dichos circuitos se alimentan de alguna de las fuentes que se mencionan en el artículo 513.7 siguiente. Para hacer el cambio de una a otra fuente de suministro se requiere el empleo de un interruptor especial de transferencia (ver art. 513.19).

513.7.- Fuentes de Emergencia.

En caso de interrupción del abastecimiento normal, los circuitos de emergencia deben poder alimentarse inmediatamente con alguna de las fuentes siguientes:

a) Una batería de acumuladores de suficiente capacidad para abastecer y mantener, a no menos de 90% de la tensión nominal, la carga total de los circuitos de emergencia, por un tiempo no menor de media hora.

   Se recomienda para este objeto los acumuladores en vasos de vidrio completamente cerrados; los acumuladores ordinarios para automóviles no se consideran adecuados para este uso.

b) Una planta generadora con capacidad suficiente para abastecer a los circuitos de emergencia. Esta planta debe contar con -- los medios adecuados para su arranque automático en caso de falla del servicio normal. En hospitales, el intervalo de tiempo entre el instante de falla del servicio normal y el instante en que el generador empieza a operar no debe ser mayor de - 10 segundos (ver sección 514).

513.8.- Otros circuitos Alimentados por la Planta.

Se permite que la planta generadora alimente otros circuitos que no sean los de emergencia a que se refiere esta sección.

513.9.- Dispositivos de Señalización.

Se recomienda instalar dispositivos de señalización, audi- - bles o visibles, para los siguientes fines:

a) Dar aviso de avería en la fuente de emergencia.

b) Indicar que el acumulador o generador está suministrando carga.

c) Indicar (con señal visible) que el cargador de batería está -- funcionando adecuadamente.

513.10.- Equipo de Iluminación Unitario.

En algunos casos puede ser suficiente un equipo unitario, para proporcionar iluminación de emergencia. Este equipo debe es-- tar permanentemente en su lugar.

Un equipo de iluminación unitario consistirá de lo siguiente: 1) una batería de acumuladores, 2) un cargador de baterías, 3) una o más lámparas montadas sobre el equipo, permitiéndose también que

tenga terminales para lámparas remotas, y 4) un relevador que conecte automáticamente las lámparas en caso de interrupción del abastecimiento del alumbrado normal.

C.- Circuitos

513.14.- Cargas.

Las cargas de emergencia a que se refiere esta sección deben ser alimentadas por circuitos derivados exclusivos para las mismas.

513.15.- Canalizaciones.

Los circuitos de emergencia deben estar alojados en canalizaciones independientes, exclusivas para los mismos, a fin de que dichos circuitos puedan tener un mantenimiento especial.

D.- Control

513.19.- Interruptor de Transferencia.

El abastecimiento de energía a los circuitos de emergencia debe ser controlado por un interruptor de transferencia automático, que sea accesible sólo a personas idóneas.

513.20.- Interruptores de Circuitos Derivados.

Los interruptores para el control de los circuitos derivados de emergencia deben ubicarse en un lugar que sea fácilmente accesible y conveniente a las personas autorizadas para su operación. En el caso de teatros o cines, estos interruptores no deben instalarse en el escenario o en la caseta de proyección.

E.- Protección contra Sobrecorriente

513.24.- Dispositivo General.

Solamente el dispositivo de sobrecorriente del alimentador - de emergencia puede ir colocado antes de los dispositivos de so-- brecorriente de los circuitos derivados de emergencia.

513.25.- Accesibilidad.

Los dispositivos de sobrecorriente de los circuitos deriva-- dos de emergencia deben ser accesibles solamente a personas idó-- neas.

SECCION 514.- PLANTAS GENERADORAS DE USUARIOS

514.1.- Aplicación.

Esta sección contiene requisitos que deben cumplir las plantas generadoras instaladas por usuarios con objeto de abastecer, en caso de interrupción en el sistema de suministro público, algunas cargas que, por razones especiales, requieren la mayor continuidad posible de servicio. Tal es el caso, por ejemplo, de las cargas alimentadas por los circuitos de emergencia a que se refiere la Sección 513 ó bien, el de los servicios esenciales en sistemas de comunicación y en ciertos procesos industriales, cuya interrupción originaría serios perjuicios al propio usuario.

Salvo lo modificado por la presente sección, el equipo que - se instale en las plantas generadoras de usuarios y los circuitos alimentados por ellas deben cumplir con los requisitos de otras - secciones de estas Normas Técnicas, que sean aplicables.

514.2.- Autorización.

La instalación de las plantas de usuarios requiere autorización previa de la Secretaría de Comercio y Fomento Industrial, para lo cual debe seguirse el procedimiento que ésta fije en los instructivos correspondientes.

514.3.- Local.

Las plantas generadoras de usuarios deben instalarse en un local especialmente destinado a ellas, o en un local que aloje a otro equipo electromecánico, siempre que se delimite el área de la planta con una cerca, con el fin de que tengan acceso sólo personas autorizadas. Dichos locales deben proveer espacio suficiente para la operación y mantenimiento de la planta y contar con ventilación adecuada.

514.4.- Equipo de Transferencia.

Debe contarse con el equipo de transferencia, manual o automático, necesario para hacer el cambio de la alimentación normal a la alimentación con la planta propia, de los circuitos que lo requieren. Dicho equipo debe ser de características adecuadas para el uso a que se va a destinar y estar construído e instalado de manera que no haya posibilidad de interconectar inadvertidamente la red de abastecimiento público con la propia planta del usuario.

514.5.- Conexión a Tierra.

La carcaza del generador y la cubierta del equipo de protección y control del mismo deben estar conectadas a tierra. Igualmente, el conductor neutro del sistema que se origina en el generador, debe estar conectado a tierra en la forma indicada en el artículo 206.16.

514.6.- Otros Requisitos cuando la Planta es Obligatoria Legalmente.

Cuando algún ordenamiento de las autoridades competentes requiere la instalación de una planta por parte del usuario, además de los requisitos anteriores deben cumplirse los siguientes:

a) La planta debe estar provista de medios adecuados para su arranque automático, al fallar el suministro normal y para la transferencia y abastecimiento a plena carga de los circuitos que debe alimentar, en el tiempo mínimo que establezca el ordenamiento respectivo.

b) La planta debe contar con abastecimiento de combustible suficiente para su operación a plena carga durante dos horas, como mínimo.

c) El sistema completo, propio de la planta, debe ser probado al terminarse su instalación y mantenimiento, en forma periódica, según el programa y procedimientos que fija la Secretaría de Comercio y Fomento Industrial, para asegurarse de que el sistema se mantiene en condiciones adecuadas de operación.

SECRETARIA DEL TRABAJO Y PREVISION SOCIAL

REGLAMENTO GENERAL DE SEGURIDAD E HIGIENE EN EL TRABAJO.

ARTICULO 156.- En los lugares de trabajo en los que la interrupción de la iluminación artificial representa un peligro para los trabajadores, se instalarán sistemas de iluminación eléctrica de emergencia.

Lo anterior, aparece publicado en el Diario Oficial de la Nación con fecha 5 de junio de 1978.

2.3 APLICACIONES.

Un sistema de emergencia, lo podemos definir como un equipo eléctrico destinado a proporcionar, controlar y distribuir energía eléctrica necesaria en un proceso productivo, cuando se interrumpe el suministro normal.

En algunas empresas existen equipos que requieren de una alimentación permanente de energía eléctrica y otros que no. En los primeros, el problema se resuelve al utilizar un Sistema de Emergencia que satisfaga la demanda de energía de esas cargas críticas al fallar la alimentación normal y también puede suministrar energía a otras cargas no críticas, aunque no sea estrictamente necesario.

Las cargas críticas pueden ser desde el simple alumbrado hasta equipos de protección en casos de siniestros y su importancia se refleja en una serie de aspectos que repercuten en los costos directos e indirectos de un proceso productivo, pérdidas humanas, caos total, daños en los equipos, pérdida de información, tiempos muertos, de recuperación, etc.

A medida que aumenta la importancia de la carga crítica para equipos eléctricos o electrónicos, aumenta también la necesidad de contar con un equipo de respaldo para casos de emergencia, que proporcionen la energía eléctrica que requiera en el momento oportuno.

No sólo la ausencia total de energía es perjudicial para la carga crítica, pues puede haber variaciones de voltaje, alto, bajo, mono o bifásico e incluso variaciones de frecuencia que también afectan. Por lo tanto, un sistema de emergencia debe entregar energía eléctrica de buena calidad en cuanto al voltaje y la frecuencia con una buena regulación.

Otro aspecto muy importante en las cargas críticas, es la tolerancia en tiempo que pueden estar fuera de servicio, y ésto depende de la actividad que realicen. No todos los procesos tienen las mismas necesidades, así que a continuación, mencionamos algunos sistemas típicos con sus características particulares que nos determinan si son o no cargas críticas:

Alumbrado. Cuando la falta de iluminación artificial pone en peligro vidas humanas por siniestros o riesgos al operar maquinaria, los primeros segundos después de ocurrida la falla de alumbrado - normal, se considera carga crítica. En otros casos, se debe evaluar si conviene o no contar con un equipo de emergencia.

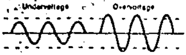
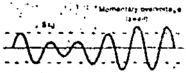
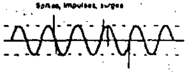
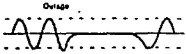
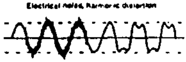
Aire acondicionado. Sólo en algunos casos se considera carga crítica, por ejemplo, donde el equipo instalado sea sensible a cambios de temperatura como el caso de los equipos con componentes - de estado sólido. Sin embargo, no se requiere de un suministro - inmediato de energía, pues no hay cambios instantáneos de temperatura y por lo tanto la carga puede permanecer un tiempo corto sin alimentación.

Protección contra incendio. Los circuitos de los sistemas contra incendio se consideran críticos y requieren de energía eléctrica de respaldo lo más pronto posible para salvaguardar la seguridad del personal y de los bienes de la empresa. La necesidad de energía en estos casos se justifica al utilizarla para arrancar los - sistemas de control de las bombas, alarmas, iluminación, los sistemas de comunicación, etc.

Sistemas de cómputo. Los equipos que constituyen un sistema de - cómputo, son muy sensibles a variaciones de voltaje y frecuencia y por lo mismo, requieren de un suministro continuo de energía ante cualquier anomalía. El principal problema de estos sistemas, es la pérdida de memoria ante cualquier ligera falla en el suministro de energía eléctrica. Las anomalías transitorias en la po

tencia transmitida por la alimentación puede llegar al sistema -- aún antes de que el computador pueda reaccionar y ésto altera o - borra algunos bits almacenados o que estén introduciéndose a la - memoria del sistema. También son afectados otros elementos como motores, unidades de disco, equipo de control de procesos y otros dispositivos similares. Para este caso, la carga siempre será -- crítica.

Types of disturbances and effective protection equipment

Waveform	Type of disturbance	Type of equipment affected	Effective protection equipment
	Undervoltage or overvoltage are conditions of abnormally low or high voltages lasting more than a few seconds and caused by circuit overloads, poor voltage regulation, and intentional reductions by the utility (brownout).	All equipment is affected, although most equipment is designed to operate 120 volts ± 10 percent. [illegible]	Voltage regulator, line conditioner, or uninterruptible power supply (UPS).
	Voltage sags (voltage decreases outside normal tolerance lasting less than a few seconds) that are often caused when heavy loads are started, by lightning, and by power system faults. Swells are brief voltage increases often caused by sudden load decreases or turn-off of heavy equipment.	Sags affect power down sensing circuitry on computers and large controllers and can cause equipment to shut down. Swells can damage equipment (including spike suppressors) that have insufficient tolerance. [illegible]	Voltage regulator, ferroresonant transformer, line conditioner, or UPS.
	Spikes (impulses, switching surges or lightning surges) are microsecond to millisecond long voltage increases, ranging in amplitude from 200 to 6000 volts and caused by lightning, switching of heavy loads, also short circuits or power system faults.	Electronic loads can be destroyed and transformer or motor insulation broken down.	Spike suppressor (also called surge suppressor), or some line conditioners.
	An outage is the complete loss of power for several milliseconds to several hours and may be caused by power system faults, accidents involving power lines, transformer failures, and generator failures. Some sensitive equipment may be disrupted by outages as short as 15 ms.	All equipment is affected.	UPS or standby power supply.
	Electrical noise is a distortion of the normal sinewave power and can be caused by radar and radio transmitters, fluorescent lights, power electronic control circuits, arcing utility and industrial equipment, loads with solid-state rectifiers, and switching power supplies typically used in computer systems.	Electrical noise disturbs microprocessor based equipment such as microcomputers and programmable controllers. Harmonic distortion causes motor loads such as compressors, pumps and disk drives to overheat.	Filter, isolation transformer, UPS, or some line conditioners.

Sistemas de comunicación. En el proceso de comunicación, transmisión y/o recepción de información verbal, escrita o en imágenes, se requiere de una fuente de energía de respaldo para casos de emergencia, pues sin señales de comunicación todo se vuelve confusión, anarquía en la retroalimentación de información en una sociedad. Se puede considerar la mayor parte de estos sistemas como cargas críticas aunque pueden soportar unos segundos sin energía, en lo que entra el equipo de respaldo, sin consecuencias serias para algunos casos.

Producción. La falla de energía repercute directamente en la producción a través de lo que se deja de ganar por no producir y lo que se tiene que pagar de salarios por tiempos no productivos, costo de materiales arruinados, tiempo perdido por retraso en el proceso, etc. Aún cuando no se requiere de un sistema de respaldo ininterrumpible, se justifica el uso de algún sistema auxiliar al cuantificar el total de los ahorros o beneficios que se obtienen por no suspender la producción.

Existen muchas otras actividades en las que dependiendo el criterio del encargado de la empresa, considera o no necesario un sistema eléctrico de emergencia para alimentar su carga crítica en caso de fallar el suministro normal.

Ya se habló de lo que son las cargas críticas en cuanto a la actividad que se realice y si requieren energía inmediatamente -- después de que ocurra la falla o pueden permanecer unos instantes sin ella. A continuación damos una clasificación de los equipos que consumen energía eléctrica y el tiempo en que requieren el suministro de emergencia:

Cargas que toleran ausencia de voltaje durante más de un cuarto de ciclo:

- motores
- elementos de calefacción.
- sistemas de iluminación de emergencia (incandescente o fluorescente), en donde la continuidad no sea esencial;

Cargas con tolerancia de ausencia de voltaje hasta de un cuarto de ciclo:

- transformadores de voltaje constante.
- sistemas de control de interrupción de flama.
- instrumentos electrónicos de control de procesos.
- contactores y relevadores.
- computadoras y procesadores de datos.
- equipos digitales de información y comunicaciones.
- sistemas de iluminación (fluorescente o de vapor de mercurio), en donde la continuidad es necesaria;

Cargas que no toleran ausencia de voltaje:

- sistemas de control en reactores nucleares.
- sistemas electrónicos de procesamiento de datos en los que un mseg. significa pérdida de memoria.
- sistemas de control de tráfico aéreo.
- redes de comunicación en los que se pierda la información.
- sistemas repetidores de microondas; y

Cargas que no toleran variaciones de frecuencia:

- computadoras.
- circuitos sintonizados y críticos de tiempo.
- selectores de frecuencia.

Con el tipo de actividad y la carga crítica conectada se puede ubicar que tan importante y necesario es un sistema eléctrico de emergencia para cada caso particular, y si conviene o no tenerlo.

2.4 DIAGRAMA DE BLOQUES.

Los sistemas eléctricos de emergencia se adecúan a nuestras necesidades particulares en tiempo de respuesta y calidad de la - energía entregada, pero todos los posibles arreglos tienen un fin común: suministrar energía eléctrica de respaldo en caso de fallar la alimentación normal. Cuando se puede permanecer unos segundos sin energía, el sistema auxiliar puede ser una Planta Eléctrica - de Emergencia, o bien, si se requiere alimentación inmediata, se utiliza un Sistema Ininterrumpible (UPS), específico de acuerdo - al tiempo de respuesta necesario. Sin embargo, este último equipo puede entregarme energía durante el tiempo que soporte su banco de baterías y si la falla dura más allá de este tiempo, se pueden combinar ambos equipos para tener una continuidad en el suministro durante toda la falla de alimentación.

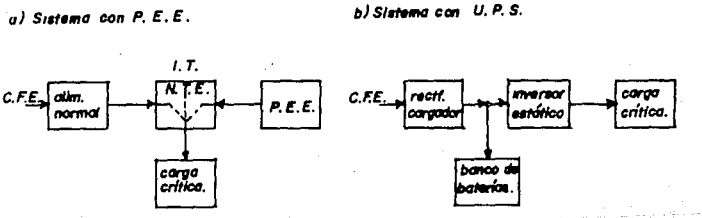


Fig. 2.1- Sistemas eléctricos de emergencia

En la figura anterior en a) tenemos una PEE y en b) un UPS como sistemas de emergencia. En el siguiente capítulo se trata a detalle el funcionamiento de ambos sistemas, en los cuales basamos este trabajo, así como un arreglo posible entre los dos y otras - alternativas que se pueden tener, para ubicar ventajas de cada -- uno de ellos con respecto a la necesidad particular que se tenga.

En un circuito eléctrico se puede tener parte de la carga - como crítica y otra no crítica. En este caso, al fallar el suministro normal de energía entra en operación el sistema eléctrico de emergencia para alimentar sólo la carga crítica.

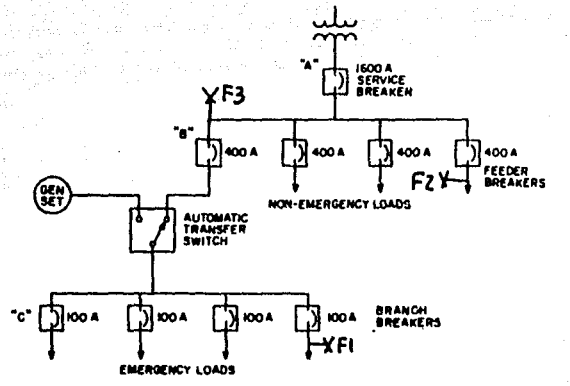


Fig. 2.2.- Carga crítica y no crítica

En algunas aplicaciones, la carga crítica requiere de un suministro ininterrumpido de energía y que el respaldo con que se cuente sea capaz de suministrar energía durante todo el tiempo - que dure la falla o anomalía por parte de la compañía suministradora. Para este caso, el sistema eléctrico de emergencia más --

apropiado es un arreglo de UPS con una PEE para satisfacer los - requerimientos de este tipo de cargas. En general, este último arreglo (fig. 2.3) es el más completo como Sistema Eléctrico de Emergencia y satisface cualquier requerimiento de la carga, si es bien seleccionado.

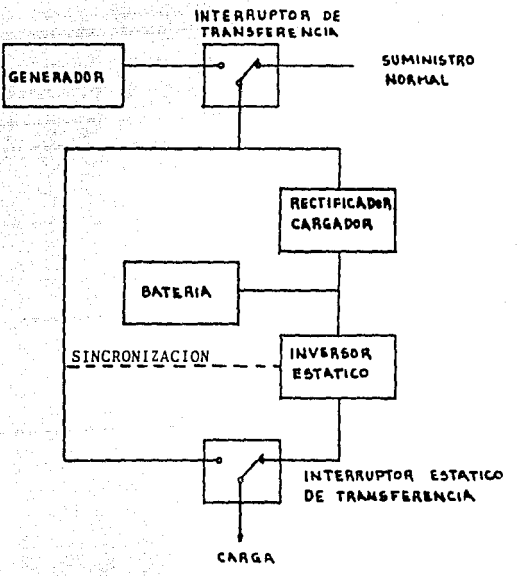


Fig. 2.3.- UPS con PEE

Existen otros arreglos y alternativas para casos de emergencia que se describen con más detalle en el siguiente capítulo.

C A P I T U L O 3

EQUIPOS ELECTRICOS DE EMERGENCIA

En este capítulo analizaremos algunos de los equipos de emergencia típicos, como son: la planta eléctrica de emergencia, banco de baterías, sistemas ininterrumpibles de energía y diferentes arreglos entre ellos, ya que con estos podemos cubrir cualquier necesidad particular de energía de emergencia. No obstante, también mencionamos algunos otros sistemas con el objeto de mostrar diferentes alternativas que se pueden tener. Es necesario recordar que en México, la Generación, Transmisión y Distribución de Energía Eléctrica está en manos del Sector Público y para que cualquier usuario pueda generar su propia energía eléctrica en caso de emergencia debe hacerlo dentro de un marco legal, satisfaciendo las normas técnicas correspondientes, trámites, instalación, etc.

Partiremos del hecho de que cualquiera de los sistemas mencionados, cubren los requerimientos legales, pues corresponde satisfacerlos, la mayoría de veces, al proveedor del equipo. El primer paso a seguir una vez que se ha concluido, después de un análisis técnico-económico, la necesidad de utilizar un sistema eléctrico de emergencia es la selección del mismo, pero en este trabajo, contemplamos primero la instalación, operación y mantenimiento en ese orden, de los diferentes equipos que podemos usar, para conocer las características, tiempos de respuesta, condiciones de operación, mantenimiento, confiabilidad, costo, etc., en cada uno de ellos para tener parámetros de comparación y en base a la necesidad específica que se tenga, se seleccione el sistema más adecuado.

En México no se fabrican de línea estos equipos, sólo se ensamblan o llegan ya ensamblados, excepto la parte de control automático y que es el sello particular de cada empresa que se dedica a comercializar estos equipos. Cualquiera de ellos sale a la venta después de una serie de pruebas de calidad y cumpliendo todas las normas técnicas vigentes que correspondan.

3.1 PLANTAS ELECTRICAS DE EMERGENCIA.

Una planta eléctrica de emergencia, para consumo individual de un usuario, es aquel equipo electromecánico que me sirve para generar energía eléctrica y utilizarla en cargas críticas en caso de que falle la alimentación por parte de la compañía suministradora, hasta que ésta restablezca el suministro normal.

La planta está constituída por un Motor de Combustión Interna, un Generador Síncrono sin Escobillas y todo un Equipo de Control para enviar señales de transferencia, retransferencia, protecciones del motor, etc., y su tiempo de respuesta para entregar la energía generada anda alrededor de 4 a 10 segundos, dependiendo del tipo de interruptor de transferencia que se use.

Existen pocas empresas nacionales fuertes en este mercado, como son: Otto Motores, Maquinaria IGSA, Selmec, Planelec, por mencionar algunas y que pueden trabajar equipos comunes en cuanto al MCI y el generador (Grupo Electrógeno), pero la diferencia entre ellas es la parte de control que automatiza el equipo, pero que tienen la misma finalidad aunque los elementos y su secuencia de operación no sea la misma. El equipo de control generalmente se fabrica en el país.

El principio de funcionamiento de una planta eléctrica de emergencia es el mismo en todos los casos y todas cubren el mismo

marco legal. El motor de combustión interna puede usar gas, gasolina o diesel como combustible, pero el último de ellos es con el que mayor eficiencia térmica se obtiene, por lo tanto, es el más empleado para capacidades desde 20 hasta 1200 KW, pues en realidad son pocas las empresas que requieren de potencias mayores.

Dentro de ese rango, existen gran cantidad de modelos con características particulares, aunque, la operación y las condiciones de mantenimiento son semejantes.

Por esta razón, en este trabajo describimos una PEE en términos generales pero comunes en todas las capacidades sin meternos en cuestiones técnicas de diseño de los equipos, pues sólo nos limitaremos a utilizar lo que ya existe en el mercado.

La mayor parte de información que manejamos está referida específicamente a PEE SELMEC por ser la empresa donde laboramos y por lógica tenemos acceso a conocer de cerca el producto, aparte de tener contacto directo en el área y poder mencionar algunas experiencias prácticas vividas a lo largo de nuestra estancia aquí y la manera en que se han solucionado muchos problemas técnicos.

De aquí en adelante, utilizaremos el término grupo electrógeno, o bien, el equipo, como sinónimo de planta eléctrica de emergencia (PEE).

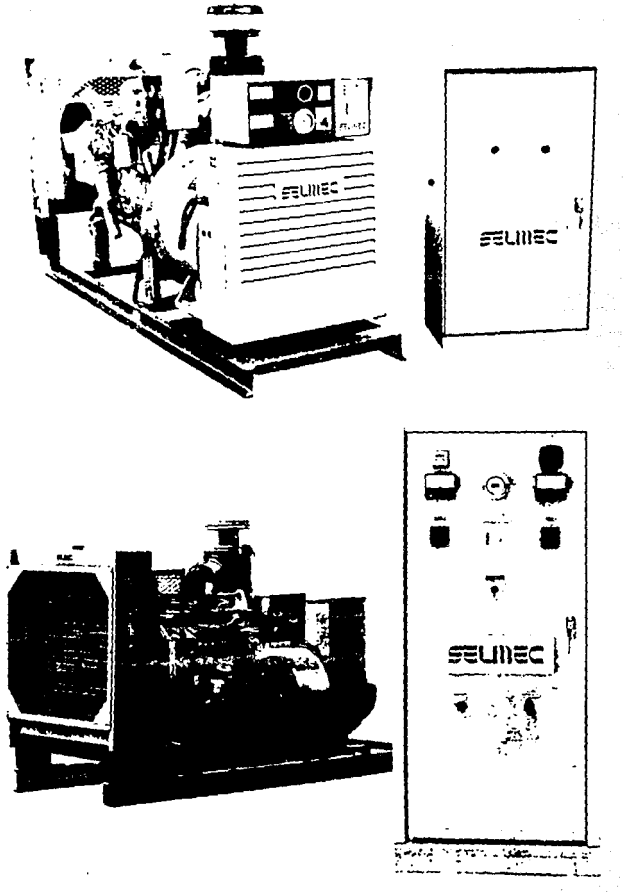


Fig. 3.1.- Plantas Eléctricas de Emergencia Automáticas

3.1.1. INSTALACION.

Para la instalación de una PEE, podemos hablar en términos generales de los parámetros más importantes que deben tomarse en cuenta y que son aplicables para cualquier modelo.

Cuando se va a instalar un grupo electrógeno (PEE), y este equipo pueda funcionar correctamente de una manera segura y eficiente bajo cualquier régimen de carga contemplada, es necesario considerar algunas condiciones importantes como son:

1. Una superficie de montaje nivelada.
2. Suministro adecuado de aire de enfriamiento y admisión.
3. Descarga del aire circulado.
4. Descarga de los gases de escape.
5. Conexiones eléctricas.
6. Accesibilidad al local.
7. Niveles de ruido.
8. Amortiguación de la vibración.

Todas las condiciones anteriores deben considerarse en el lugar donde se va a ubicar el equipo. Este debe ser una zona alejada de temperaturas ambiente extremas y que proteja al grupo electrógeno de condiciones climáticas adversas, es decir, mantenga una temperatura ambiente promedio y con la suficiente cantidad de aire para la admisión y el enfriamiento, de preferencia un local exclusivo para la PEE.

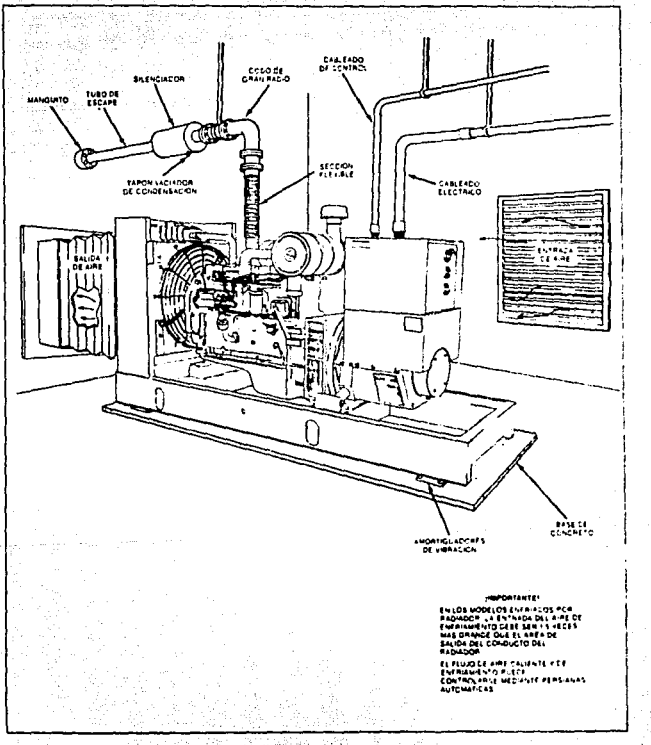


Fig. 3.2.- Instalación típica

MONTAJE.

Los grupos electrógenos están montados en un chasis de acero que los apoya adecuadamente. También existen montajes de caucho que amortiguan la vibración a un nivel adecuado y en casos críticos, se instalan aisladores de vibración entre la base del chasis y los cimientos. Es necesario montar el grupo en una base firme y nivelada y usar pernos de anclaje para sujetar el chasis al piso y evitar movimiento indeseado, con una arandela plana y una tuerca hexagonal en cada perno.

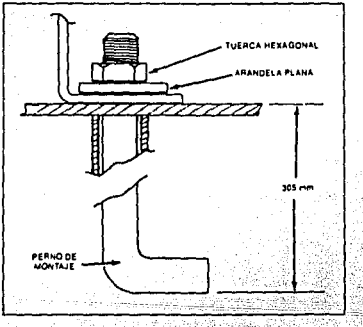


Fig. 3.3.- Perno de montaje

También es necesario, dejar espacio suficiente y que tenga buena iluminación el local, para facilitar los trabajos de mantenimiento de rutirna e inspecciones necesarias. Las condiciones requeridas para aire, combustible, escape de gases, niveles de ruido y conexiones eléctricas, las manejamos en los temas que abarcan dichos sistemas para analizarlos individualmente.

El proveedor del equipo entrega los planos correspondientes para cada modelo, como el de la figura 3.4. Existe un protocolo de pruebas en donde el técnico responsable de la instalación realiza un reporte donde asegura que todo el equipo está completo, bien instalado y listo para su operación y que el cliente quede conforme con el equipo que recibe.

Las pruebas que se realizan para llenar el reporte, son las de arranque con y sin carga, simulación de fallas, verificación de parámetros de operación, observación de anomalías en el equipo si las hay, etc., y al final se dan instrucciones de operación y mantenimiento al personal encargado y se hace la entrega oficial del equipo si no se observó ningún problema.

Una mala instalación seguramente ocasionará fallas posteriores en la operación del equipo, como pérdida de potencia, daño al motor, etc., por lo que es muy importante, como usuarios, exigir este protocolo de pruebas que se realiza en el mismo lugar donde queda instalada la planta.

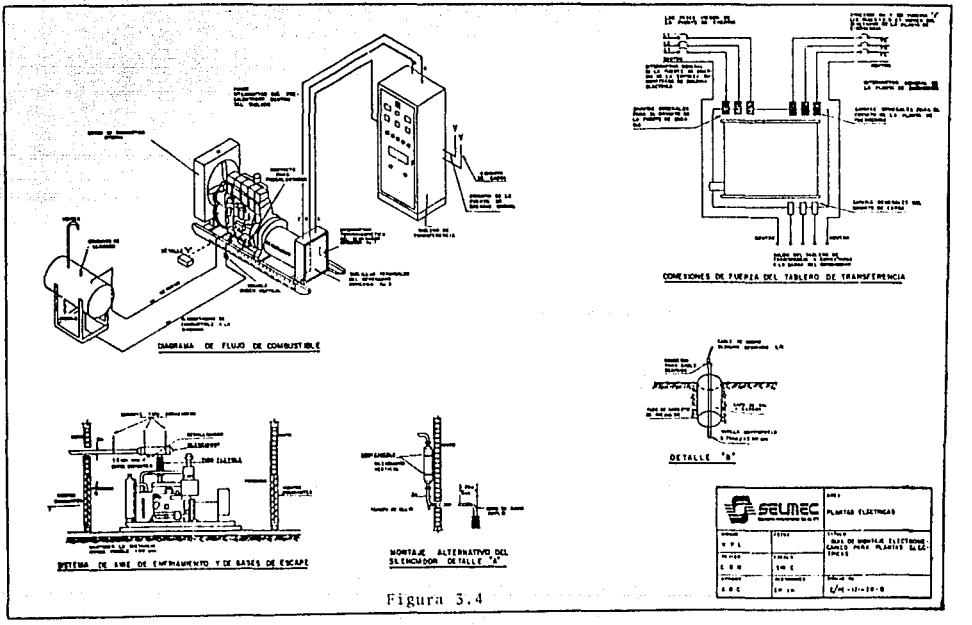


DIAGRAMA DE FLUJO DE COMBUSTIBLE
CONEXIONES DE FUERZA DEL TABLERO DE TRANSFERENCIA
DETALLE "B"
SISTEMA DE AIRE DE ENFRIAMIENTO Y DE GASES DE ESCAPE
MONTAJE ALTERNATIVO DEL SILENCIADOR DETALLE "A"
SELMEC
PLANTAS ELECTRICAS

Figura 3.4

3.1.2. OPERACION.

3.1.2.1. CARACTERISTICAS GENERALES.

Las PE con Motor de Combustión Interna, son las que aprovechan la energía térmica de un combustible para producir energía mecánica y mover un generador de C.A., clasificándolas de la siguiente manera:

A) Por el tipo de combustible:

1. Gas
2. Gasolina
3. Diesel

Los motores de gasolina son utilizados para instalaciones pequeñas hasta aproximadamente 150 KVA, arrancan rápidamente, tienen bajos costos iniciales pero altos de operación, peligro asociado con el almacenamiento y manejo de gasolina y requieren de inspección y mantenimiento frecuente. Los motores a gas están disponibles hasta capacidad de 600 KVA, arrancan rápidamente debido a su combustible limpio, la vida del motor es más alta y requieren menos mantenimiento que el de gasolina.

Los motores diesel son caros, robustos y más confiables, el costo del combustible es menor y el peligro de explosión o incendio es reducido en relación a los anteriores, además, el diesel tiene una eficiencia térmica de aproximadamente el 34% que es mayor a la del gas o gasolina y a cualquier otro combustible convencional.

B) Por el tipo de servicio:

1. Continuo
2. Emergencia

Las de servicio continuo se utilizan en lugares donde no hay energía eléctrica por parte de la compañía suministradora como el caso de radiotransmisores, aserraderos, etc.

El servicio de emergencia se emplea en sistemas de distribución con dos o más fuentes de alimentación, por razones de seguridad y/o economía en instalaciones que requieren suministro permanente, por ejemplo: las áreas críticas de los hospitales (cirugía, recuperación, otras), instalaciones de alumbrado en estadios, aeropuertos, hoteles y locales donde acude un gran número de personas, instalación en computadoras, bancos de memoria, procesamiento de datos, etc.

Las plantas eléctricas que nos interesan son las de emergencia automáticas con todos los elementos que las pueden constituir. La primera información que podemos tener de un equipo, viene impresa en una placa de datos donde se incluyen las características del producto. Generalmente, los equipos son diseñados para trabajar al nivel del mar y a una temperatura ambiente promedio de 25 a 30°C, pero no siempre se trabaja en esas condiciones, por lo que es necesario considerar los datos adecuados de acuerdo a la altitud y temperatura promedio del lugar donde operará el equipo.

Todos los equipos tienen una placa de datos del fabricante y otra del vendedor, que es la que nos interesa ya que en ésta se maneja la capacidad real en base a la altitud y temperatura ambiente del lugar de trabajo, incluidas las pérdidas por estos parámetros. La fig. 3.5 es una placa de datos del proveedor, de un equipo que trabajará en la Cd. de México con una temperatura ambiente promedio de 25°C, que si la comparáramos con la del fabricante observaríamos una pérdida de potencia del 14% aproximadamente por la altitud sobre el nivel del mar que se tiene aquí, 2280 msnm.

Fabricante: 63 KW emergencia. Proveedor: 54 KW emergencia.

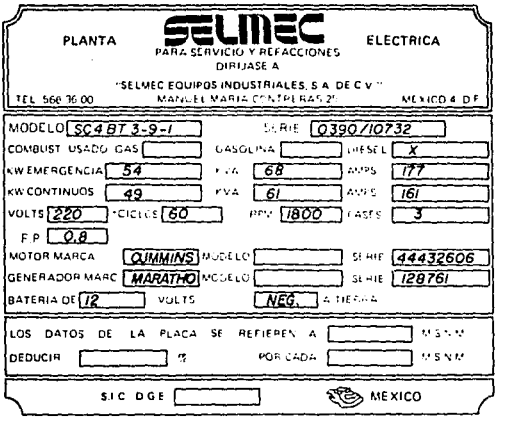


Fig. 3.5.- Placa de datos

Al trabajar en servicio de emergencia, durante todo el tiempo que dure la falla, se tiene una capacidad 10% mayor con respecto al servicio continuo. No obstante, se debe cuidar que se tenga suficiente combustible para que la planta funcione todo el tiempo necesario.

Los KW se refieren a la energía mecánica que debe soportar el MCI y los KVA a la energía eléctrica que puede entregar el generador como valores nominales. Esto quiere decir que a un generador de capacidad determinada le corresponde un MCI de potencia específica.

Por último, cuando se cuenta con una PEE automática, como fuente de respaldo, ésta tiene la función de suministrar energía eléctrica, con el voltaje y la frecuencia adecuados, a la carga crítica durante el tiempo que dure la falla de alimentación normal. En la fig. 3.6 mostramos un diagrama de bloques del arreglo típico de un sistema eléctrico con dos alimentadores y la interconexión de los elementos que la componen.

COMPONENTES:

1. **CARGA.**- Son los equipos que están instalados en el circuito y demandan energía eléctrica.

2. **COMPAÑIA SUMINISTRADORA.**- Es la que se encarga de proporcionar energía eléctrica a los usuarios y la llamamos alimentación normal.

3. **CIRCUITO DE CONTROL DE TRANSFERENCIA Y PARO.**- Es el equipo que hace automática a la PEE y tiene las siguientes funciones:
   - Sensar el voltaje de la Compañía Suministradora y compararlo con valores de referencia previamente ajustados.
   - Envía señal al Interruptor de Transferencia para que prepare el cambio de alimentación de Normal a Emergencia (Transferencia) y viceversa (Retransferencia).
   - Manda señal al Control Maestro para que arranque o pare la planta.
   - Retarda la señal de cambio de Emergencia a Normal (Retransferencia), para dar oportunidad de que la Compañía Suministradora estabilice su alimentación.
   - Retarda el paro del motor para lograr que se enfríe, después de la Retransferencia.

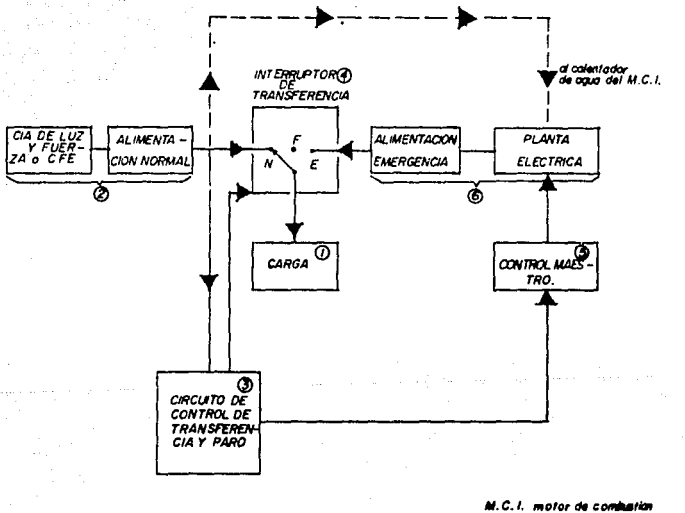


Fig. 3.6.
ARREGLO TIPICO DEL SISTEMA ELECTRICO DE UNA INDUSTRIA CON DOS ALIMENTACIONES.

- Permite ejercitar la planta mediante un reloj programador.
- Simula fallas de alimentación normal con un interruptor de - prueba.
- Mantiene cargada la batería.
- Para casos especiales, retarda la señal de transferencia.

4. **INTERRUPTOR DE TRANSFERENCIA.-** Alimenta la carga por Normal o Emergencia y hace los cambios correspondientes.

5. **CONTROL MAESTRO.-** Arranca, para y protege al Motor de Combus-- tión Interna.

6. **PLANTA ELECTRICA.-** Genera energía eléctrica de respaldo y alimenta a la carga por alimentación de emergencia.

Conociendo la función de cada componente, podemos analizar - la fig. 3.6 y seguir la secuencia de operación, cuando:

A) FALLA LA ALIMENTACION NORMAL:

1. El CCTP mediante el sensor de voltaje detecta alguna anomalía en el suministro normal (ausencia, alto, bajo voltaje, mono o bifaseo), inmediatamente manda señales a:
   - El IT para preparar el cambio de alimentación de N a E.
   - Al CM para que arranque la planta y proteja al MCI en caso - de falla de arranque, baja presión de aceite, alta temperatura de agua o sobrevelocidad.

2. A los 3 segundos la planta genera a toda su capacidad y se hace el cambio de posición en el IT alimentándose la carga por - el lado de emergencia. Esta transferencia puede durar de 3 a 7 segundos, dependiendo de la capacidad de la planta y el tipo de IT que tenga.

NOTA: Los tipos de interruptores los veremos más adelante. Por otro lado, existen casos particulares en donde la transferencia se realiza con un tiempo de retardo ajustable (0-60 seg.), pero ésto no es muy común, sin embargo, sí lo consideramos en la fig. 3.7 para dichos casos.

B) SE RESTABLECE LA ALIMENTACION NORMAL.

1. El CCTP detecta la presencia de línea normal y retarda la retransferencia (cambio de alimentación de emergencia a normal) el tiempo que se haya ajustado para tal efecto. Se recomiendan 4 minutos para dar oportunidad a la compañía suministradora de que estabilice completamente su alimentación.

2. Cuatro minutos después de la retransferencia, o el tiempo ajustado, el CCTP envía señal al control maestro para que éste ordene el paro del motor. Se da este tiempo para que el motor trabaje en vacío y se vaya enfriando poco a poco.

C) SE EJERCITA LA PLANTA.

La planta debe ejercitarse por lo menos media hora a la semana para tenerla en condiciones de operación cuando falle la energía normal. Para ésto se cuenta con un reloj programador que está en el circuito de control. La planta trabaja en vacío, es decir, no hay transferencia.

En caso de que falle la alimentación normal mientras se está ejercitando la planta, el CCTP manda señal al interruptor de transferencia para que éste haga el cambio de alimentación inmediatamente y también manda la señal de falla de alimentación normal al control maestro. La planta sigue trabajando aunque el reloj programador dé la señal de paro predominando así la condición de falla de alimentación normal.

Algunos proveedores están optando por no ofrecer el reloj -- programador como elemento del CCTP, ya que el usuario se confía y no verifica las condiciones normales de operación. Sin él, el -- operario debe arrancar la planta manualmente, revisar y comprobar durante todo el tiempo que se ejercite que no exista ninguna anomalía y corregirla si la hubiera para cuando se presente una falla en el suministro normal, la planta entre sin ningún problema. No obstante el reloj programador es un elemento opcional.

RETARDO EN LA TRANSFERENCIA.

Cuando se tienen conectados motores síncronos y falla la alimentación normal, ocurre que no se paran inmediatamente y siguen con movimiento durante algunos segundos, si en ese lapso llega el suministro de emergencia se convierten en generadores provocando un corto circuito en el sistema. Por otro lado, existen zonas -- donde las anomalías en la alimentación son transitorias o de pocos segundos y ésto provoca el arranque y paro de la planta sin - llegar a realizar la transferencia disminuyendo la vida del motor.

Existe un elemento opcional para estos casos y se trata de - un relevador temporizado que retarda la transferencia a un tiempo ajustable entre 0-60 seg. que realiza el cambio de alimentación - sólo si la falla dura el tiempo ajustado, si no la planta trabaja en vacío.

ESTA TESIS NO DEBE SALIR DE LA BIBLIOTECA

Fig. 3.7.- DIAGRAMA DE BLOQUES DEL INTERRUPTOR AUTOMATICO DE TRANSFERENCIA.

3.1.2.2 MOTOR DE COMBUSTION INTERNA.

Un motor de combustión interna está formado por una serie de elementos estáticos y otros dinámicos, cuya función es transformar la energía térmica de un combustible en energía mecánica. Existen una gran cantidad de marcas y modelos pero el principio de funcionamiento es el mismo en todos ellos.

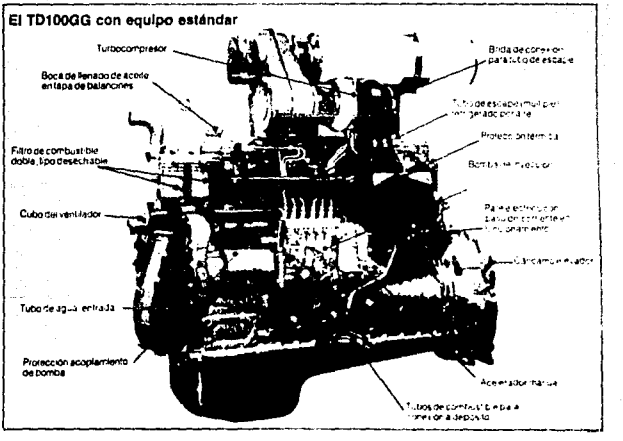


Fig. 3.8.- Motor de Combustión Interna

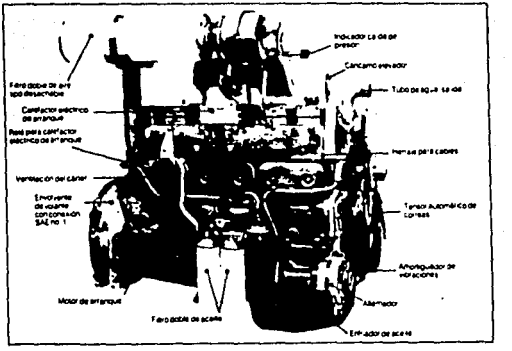
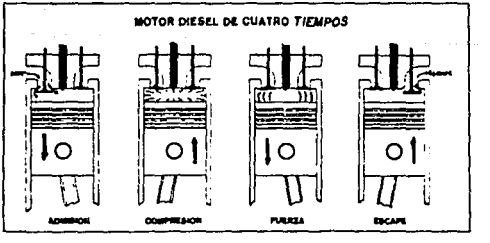


Fig. 3.9.- Vista posterior del motor

Existen 2 formas de iniciar la combustión, una por ignición y otra por compresión, la segunda se utiliza en los motores diesel y es la que nos interesa. El ciclo termodinámico en un MCI consiste en 4 etapas, que son: Admisión, Compresión, Potencia y Escape.



1.- **Admisión.** Se abre la válvula de admisión con la de escape cerrada y entra aire a la cámara de combustión. El pistón va hacia abajo.

2.- **Compresión.** Las válvulas de admisión y escape se cierran y se comprime el aire unas 19 veces, con respecto al volumen inicial admitido. Se alcanzan temperaturas de entre 500 y 600°C. El pistón se desplaza hacia arriba.

3.- **Potencia.** Las válvulas de admisión y escape permanecen cerradas y en este momento se inyecta combustible (diesel) y se incendia por la alta temperatura que existe, iniciando la combustión. El pistón baja.

4.- **Escape.** Se abre la válvula de escape, con la de admisión cerrada, permitiendo el desalojo de los gases producto de la combustión. El pistón sube.

Estas 4 etapas se pueden realizar en dos o cuatro giros del cigüeñal de 180° cada uno. Con 2 giros el motor es de 2 tiempos y con 4 es de 4 tiempos. Se puede tener 1 ó varios cilindros con determinado orden de encendido, pero en cada uno de ellos se realizan las 4 etapas. Por ejemplo, un motor de 4 cilindros puede tener el siguiente orden de encendido: 1 - 3 - 4 - 2 ó de 6 sería: 1 - 5 - 3 - 6 - 2 - 4.

Un mismo motor puede entregar diferentes potencias, dependiendo de la altitud y temperatura ambiente promedio del lugar donde se encuentre instalado. Generalmente, el equipo se diseña para funcionar al nivel del mar, sin embargo, el fabricante tiene tablas o gráficas que contemplan el % de pérdida de potencia al variar los parámetros mencionados.

Cuando se arranca por primera vez el MCI, es necesario purgar la bomba de inyección para evitar burbujas de aire y con ello pérdida de potencia.

Para realizar el ciclo completo, se requiere de una serie de sistemas que cumplen una función específica y son los que mencionamos a continuación:

Sistemas del MCI
- Combustible
- Admisión de aire
- Escape
- Lubricación
- Enfriamiento
- Eléctrico

SISTEMA DE COMBUSTIBLE.

Si hablamos de combustión, es necesario contar con un combustible, en este caso debe ser diesel centrifugado para obtener una mejor eficiencia de combustión. Los elementos que constituyen este sistema son:

1.- **Tanque de uso diario.** Debe ser exclusivo para la PEE y estar de preferencia a nivel de la planta pero abajo de los inyectores y no muy separada de la misma, digamos unos 5 metros. Si se está arriba o abajo del nivel de la planta, se tendría una carga neta de succión positiva o negativa respectivamente que se debe compensar con bombas, para el retorno y suministro, de mayor potencia.

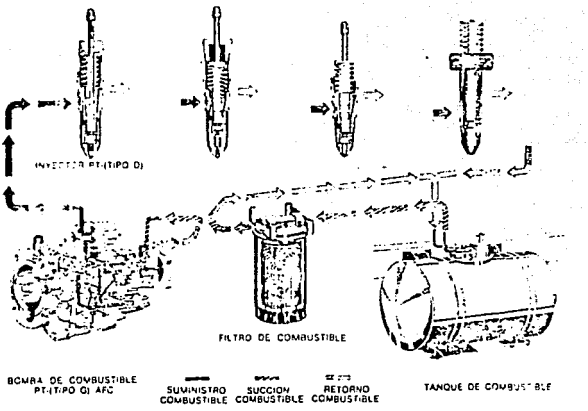


Fig. 3.10.- Sistema de combustible

2.- **Tubería de suministro y retorno.** Se debe utilizar, de preferencia tubería negra o de cobre, pero jamás galvanizada pues puede contaminar el combustible.

3.- **Bomba de transferencia.** Sirve para traer el combustible del tanque de uso diario a los filtros y bomba de inyección para que al arrancar la planta no se dañe esta última al trabajar sin combustible.

4.- **Filtros de combustible.** Elimina partículas indeseadas en el combustible. Puede ser una o varias etapas de filtrado.

5.- **Bomba de inyección.** Envía el combustible a los inyectores para que éstos lo inyecten en el momento oportuno. Existen básicamente 2 tipos, de distribución y de presión- tiempo que funciona con un árbol de levas propio, sincronizado con el cigüeñal.

6.- Inyectores. Inyectan el combustible atomizado en la cámara de combustión de cada cilindro, justo en el momento que les corresponde el encendido.

Es importante cambiar el filtro, por lo menos cada 100 horas.

SISTEMA DE ADMISION DE AIRE.

Para que se realice la combustión, también se requiere del comburente que es el oxígeno del aire, pero debe entrar limpio para evitar problemas posteriores.

1.- Filtro de aire. Existen 2 tipos, seco y húmedo y su función es dejar pasar el aire a la cámara de combustión lo más limpio posible.

2.- Indicador de restricción. Mediante una señal visual me indica que el filtro ya se encuentra muy sucio y hay que cambiarlo, en ese momento.

3.- Turbocargador (compresor). La etapa del compresor sirve para compensar la pérdida de potencia por altitud sobre el nivel del mar, introduciendo mayor cantidad de aire.

4.- Mangueras de conexión y múltiple de admisión. Conducen el aire desde el filtro hasta las cámaras de combustión.

Para su mantenimiento, hay que cambiar filtro cada 200 horas o cuando el indicador de restricción haya accionado, verificar el nivel de aceite en filtro tipo húmedo y cambiarlo de ser necesario.

SISTEMA DE ESCAPE.

En toda combustión se generan gases que hay que desalojar del sistema con los siguientes elementos:

1.- **Válvulas y múltiple de escape.** Permiten el paso de los gases de la cámara de combustión hacia el medio ambiente.

2.- **Turbocargador (turbina).** Los álabes de la turbina aprovechan la energía cinética de los gases y mueven una flecha que está acoplada al compresor. Los gases ceden energía y pierden velocidad, temperatura, además de que se amortigua un poco el nivel de ruido en esta etapa.

3.- **Junta de expansión.** Tubería flexible que absorbe dilatación, vibraciones, etc., debe estar lo más cerca posible del motor.

4.- **Silenciador.** Amortigua el nivel de ruido a valores permitidos. Existen diferentes tipos que se diferencian en el amortiguamiento del nivel de ruido o por su tipo de construcción, pero con todos ellos se logra estar abajo de los 90 dB que es el valor que exige SEDUE.

5.- **Tubo rígido de escape.** Es el conducto por donde salen los gases hacia la atmósfera.

Es muy importante asegurar que la restricción en el escape no sea muy grande, ésto se logra con diámetro de tuberías adecuado de acuerdo a la longitud total, que no existan muchas curvas en el camino, el silenciador debe ser de 3 a 5 veces mayor en volumen que la capacidad cúbica del motor y que la configuración de

la salida final ya sea vertical u horizontal impida que entre - - agua de la lluvia al sistema con un pequeño capuchón. Constantemente hay que verificar que no existan fugas ni tornillos flojos.

SISTEMA DE LUBRICACION.

Hay que lubricar todas las partes que tienen movimiento, utilizando aceite con grado de viscosidad adecuado.

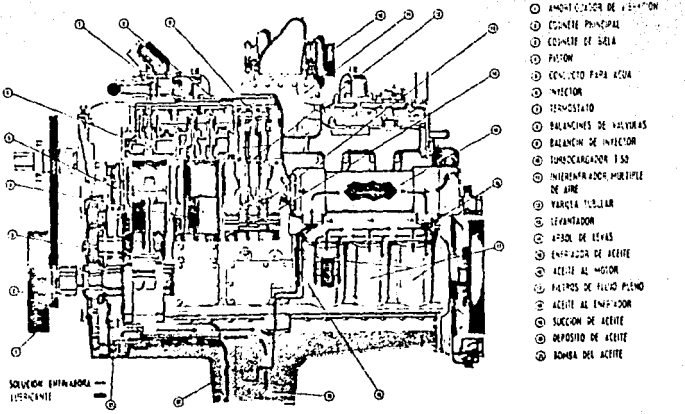


Fig. 3.11.- Sistema de lubricación

Todo aceite además de lubricar debe refrigerar, limpiar y sellar, lo cual se logra con los diferentes aditivos que se pueden agregar al aceite. No todas las marcas de aceite manejan los mismos aditivos, por lo tanto, no son compatibles unos con otros y si se llegan a mezclar marcas diferentes el resultado puede ser contrario al esperado.

1.- **Cárter.** Es el depósito donde se aloja todo el aceite del sistema. Dentro de él, hay un pequeño colador que sirve para detener impurezas que vayan con el aceite.

2.- **Bomba de aceite.** Incrementa la presión al aceite para que pueda circular por todo el sistema. Generalmente es una bomba de lóbulos movida por el cigüeñal del motor.

3.- **Enfriador de aceite.** En plantas grandes se requiere un intercambiador de calor que enfríe al aceite para que no pierda viscosidad.

4.- **Filtro de aceite.** Este elemento es un purificador y elimina partículas indeseadas en la circulación del aceite.

5.- **Varilla de inspección de nivel.** Permite medir la cantidad de aceite que tiene el motor, para no trabajar con bajo nivel que lo dañaría.

6.- **Galerías de lubricación.** Son los ductos internos del monoblock por donde circula el aceite.

Aceites recomendados para Motores Diesel

TRABAJO MEDIANO

PEMEX DIS
TEXACO URSA EXTRA DUTY
ESSO HDX
INTERNATIONAL DILCO S-2
MOBIL DELVAC 1200

→ MIL-L-2104-B

TRABAJO PESADO

PEMEX DEX
TEXACO URSA OIL LA-3
ESSO XD-3 ó D-3
INTERNATIONAL DILCO S-3
MOBIL DELVAC 1300

→ MIL-L-2104-C

SAE 30 PARA TEMPERATURAS AMBIENTES MENORES DE 30°C.
SAE 40 PARA TEMPERATURAS AMBIENTES MAYORES DE 30°C.
Para temperaturas menores de 0°C consultar el Manual del Motor.

Diario hay que verificar el nivel de aceite y que no existan fugas en el sistema. Cambiar el aceite y su filtro cada 100 horas ó 3 meses, lo que ocurra primero, con el motor caliente para lograr que se drene totalmente. Se puede utilizar cualquier marca de aceite pero nunca combinarlas pues el resultado puede ser adverso. Los rangos normales de operación para la presión y temperatura del aceite son de 30-80 psi y 180 a 225°F respectivamente.

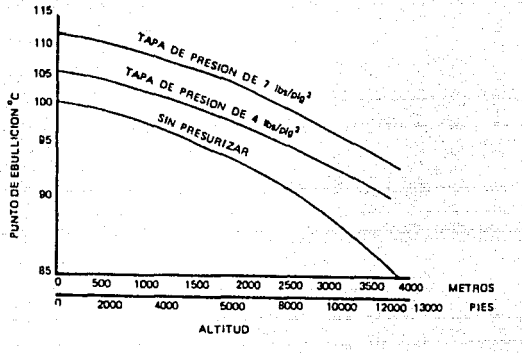
SISTEMA DE ENFRIAMIENTO.

Este sistema tiene por objeto disipar la energía térmica que no se convierte en potencia, transfiriéndola al medio ambiente, - ya sea por los gases de escape o por radiación de la superficie - del motor. Con ésto se evita que la alta temperatura generada en la combustión dañe culatas, válvulas, pistones, etc., además de - adelgazamiento del lubricante.

El enfriamiento se logra al utilizar agua y aire como medios refrigerantes y los componentes del sistema son los siguientes:

1.- **Radiador.** Es un intercambiador de calor en cuyo interior hay un serpentín por donde circula agua caliente de la parte superior que viene del motor y sale fría en la parte inferior hacia el motor. Cuenta con un tapón radiador que es una válvula reguladora de presión que sirve para evitar pérdidas de líquido refrigerante, al elevarse el punto de ebullición, limitando la presión dentro del sistema a 7, 10, 12 ó 15 psi.

2.- **Ventilador.** Para PEE, generalmente se utilizan ventiladores expulsores y su función es forzar a que el aire que hay en el exterior del motor pase por el radiador y enfríe el agua que va circulando. Es accionado por una banda que viene del cigüeñal.



Curva: Temperatura de ebullición del agua vs. altitud

3.- **Bomba de agua.** La bomba centrífuga es impulsada por el motor, toma el agua del radiador y la hace circular hacia el mono- - block directamente, o a través de un enfriador de aceite, para que vaya absorbiendo el exceso de calor y llegue a la parte superior del radiador con una temperatura mayor.

4.- **Filtros de agua.** Son inhibidores de oxidación para el caso - de que el agua no sea muy limpia y las impurezas se queden -- atrapadas en este filtro.

5.- **Termostato.** Este termostato cuenta con 3 válvulas de pequeño diámetro que son operadas independientemente por medio de elementos térmicos o cápsulas. Las válvulas están provistas de sus respectivos resortes para cerrarlas cuando la temperatura del agua desciende más allá del valor predeterminado en grados. Una de las válvulas comienza a abrir entre los 76-78°C y las otras dos entre 81-83°C. Todas están completamente - - abiertas entre los 93-96°C.

Cuando el motor está frío, el agua no pasa por el radiador sino que pasa por los desviadores del termostato hacia la bomba. Al elevarse la temperatura abre la primera válvula permitiendo que un poco de agua pase al radiador.

Al llegar el agua a una temperatura de 81-83°C, o sea la temperatura normal de operación, se abren las otras 2 válvulas y el agua circula totalmente hacia el radiador y los conductos desviadores se cierran.

6.- **Precalentador de agua.** Este elemento permite calentar el agua mediante una resistencia eléctrica aún cuando el motor no esté trabajando, para mantener una temperatura que asegure un arranque sin problemas cuando el motor está caliente. Se cuenta con un pequeño termostato que se ajusta a una temperatura de operación de 50-60°C.

Es importante contar con una buena instalación en cuanto al aire para enfriamiento, por otro lado, el agua utilizada no debe contener sales minerales, ni ser destilada, ya que ésto provoca formación de depósitos e incrustaciones, corrosión y ataque de ácidos. Es conveniente darle un tratamiento al agua o utilizar agua potable con un inhibidor para mayor seguridad del motor.

En condiciones ambientales extremas, donde en épocas del año la temperatura es muy baja y en otras muy alta, conviene mezclar el agua con un anticongelante adecuado para evitar el congelamiento del agua. Dependiendo la proporción de la mezcla será la temperatura de congelamiento, por ejemplo 30% anticongelante con 70% agua en volumen, la protección sería hasta - 15°C.

Diario hay que revisar el nivel de agua y verificar que no existan fugas. El valor del pH del refrigerante debe mantenerse entre 7.5 a 9.5 y agregar un agente inhibidor de corrosión si se pasan estos valores. Cambiar el agua del sistema 2 veces al año y lavar el radiador con agua dulce hasta que salga limpia por los grifos de drenaje. Revisar que la tensión de la banda al flexionarlas no se elonge más de 1 pulgada, retensarla de ser necesario o cambiarla.

SISTEMA ELECTRICO.

El sistema eléctrico del MCI está formado a su vez por los siguientes subsistemas:

A.- **Arranque.** El motor se puede arrancar con una marcha, el crank o un medio de remolque. La marcha es el medio más común y es un motor eléctrico de corriente continua que se alimenta con 12 ó 24 volts, de tamaño reducido, gira hasta 1800 RPM máximo y es capaz de vencer el estado de reposo del MCI para que éste empiece a girar y genere potencia mecánica.

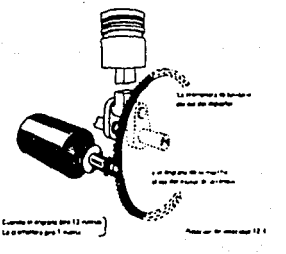
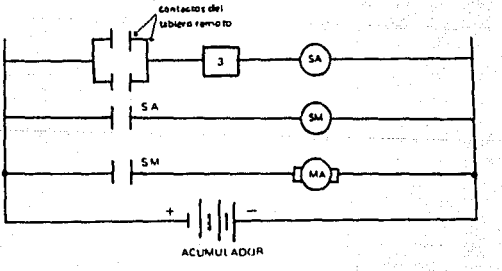


Fig. 3.12.- Marcha

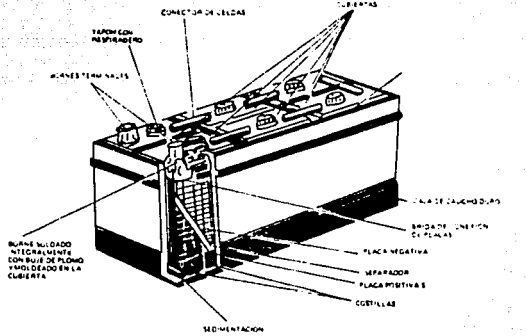
El MCI puede ser impulsado con una velocidad entre 100 a 150 RPM y en régimen normal puede girar hasta 5000 RPM, aunque para el caso de PEE gira a 1800. Como la relación de velocidad entre engranes es de 12:1, cuando el motor arranque, la marcha puede alcanzar 21600 RPM que provocaría una destrucción de sus órganos internos e incluso puede explotar. Por lo tanto, es necesario desacoplar el engrane de la marcha antes de que ocurra lo anterior y ésto se realiza a las 300 RPM del motor aproximadamente.

Para lograr el saque de marcha preciso, es necesario auxiliarse de elementos de control que veremos más adelante, así como de una solenoide de arranque y en algunos casos solenoide auxiliar de arranque para compensar caídas de voltaje. En el siguiente diagrama de control para el sistema de arranque, podemos apreciar que cuando SA se energice cierra su contacto que permite el paso de corriente por SM que a su vez cierra su contacto aventando el piñón a la posición de engranaje y energiza MA. Cuando SA se desenergiza saca de operación la marcha y la señal viene del Control Maestro.

DIAGRAMA DE ALAMBRADO DEL MOTOR DE ARRANQUE Y SOLENOIDES



B.- Carga. Se requiere de una fuente de energía para alimentar - la marcha y en este caso se cuenta con un acumulador de pla-- cas de plomo para servicio pesado (27 placas), 100 a 180 ampe res-hora y 12 ó 24 volts dependiendo de la capacidad del mo-- tor.



VISTA SECCIONAL DE UN ACUMULADOR

Una de las causas más comunes, por la que no funciona la PEE es la descarga de la batería y ésto hace necesario utilizar un -- mantenedor de carga para la misma. Dicho equipo se alimenta con C.A. de la compañía suministradora y entrega CD a la batería con un determinado régimen de carga. También mediante densímetros o hidrómetros, podemos medir el estado de carga de la batería compa rando la lectura que se obtenga con el flotador de dichos medido- res, con una tabla de densidades del electrolito. En condiciones iniciales, el electrolito es una solución que contiene 66 partes de agua por 34 de ácido sulfúrico.

Lectura del densímetro 26.7°C del electrolito.	Estado de carga
1.260° D.E.	100% carga
1.250° D.E.	90% carga
1.225° D.E.	50% carga
1.200° D.E.	40% carga
1.175° D.E.	20% carga
1.150° D.E.	descargada

La lectura se debe tomar antes de que la batería entregue energía para tener lecturas reales en todas las celdas. Si la lectura indica que la batería está descargada podemos agregar agua a las celdas pero nunca ácido, ni sales minerales pues la reacción química sería más fuerte y la vida del acumulador se acortaría. Hay que contar con una batería de reserva por si se llega a necesitar.

Algunos cuidados que se deben tener con la batería son los siguientes:

1.- Mantener la superficie del acumulador limpia y seca para evitar descargas y que entre polvo.

2.- Los tapones con respiraderos deben mantenerse limpios y los orificios libres.

3.- El nivel del electrolito debe mantenerse por lo menos 1 cm arriba de las placas. No sobrepasarse pues con el calentamiento el electrolito se tira y baja la densidad del mismo.

4.- Al descargarse el acumulador no es recomendable cargarlo en carga rápida sino lenta.

5.- Procurar no dejar mucho tiempo sin trabajar el acumulador. Vaciar el electrolito si éste fuera el caso.

6.- No agregar aditivos comerciales al acumulador.

7.- Evitar falsos contactos apretando bien las terminales.

8.- No invertir las conexiones de los cables al acumulador, etc.

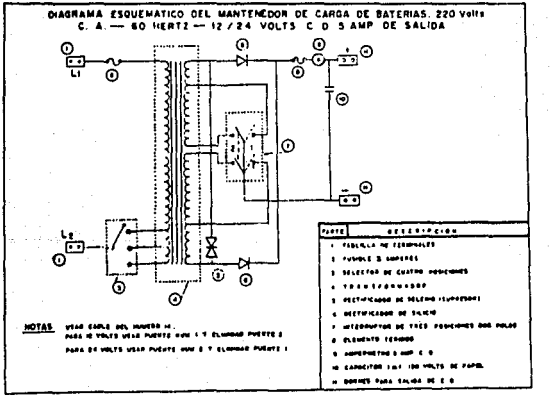


Fig. 3.13.

Cuando falla la alimentación normal y entra la PEE, la batería se carga ahora con un **alternador** que viene montado en el cuerpo del MCI y es accionado por una banda que está acoplada directamente a la polea del cigüeñal. El alternador es un generador de corriente alterna y tiene la función de suministrar corriente continua al acumulador a su mismo voltaje.

En su interior se compone de un rotor formado por dos piezas polares montadas sobre la flecha y sus dos terminales van soldadas a unos anillos rozantes de cobre que van unidos a la flecha. El rotor es el campo inductor y se alimenta con corriente continua del acumulador.

Otra parte interna es el estator, que es un grupo de bobinas con núcleo de hierro laminado, con embobinado trifásico. En el estator se produce la corriente alterna y mediante un puente rectificador de onda completa se convierte en CD para posteriormente alimentar al acumulador. También, se cuenta con un regulador de voltaje, generalmente electrónico e integrado en el alternador, cuya función es mantener el voltaje de salida del alternador dentro de ciertos límites para no dañar el acumulador.

El alternador tiene 3 terminales de conexión, una para el positivo de la batería, otra que va al campo del rotor y la última que se conecta a tierra.

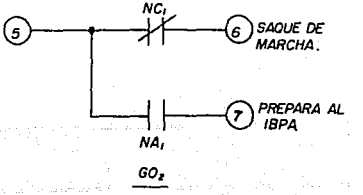
C.- **Medición y control.** El primer elemento es una tablilla de 13 terminales para la interconexión de todos los elementos que forman el sistema eléctrico montada en un panel de instrumentos. La terminal 1 es el positivo y la 13 el negativo conectado a tierra, las demás reciben señal de alguno de los elementos que se mencionan a continuación.

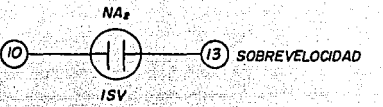
1.- **Válvula solenoide de combustible (VSC).** Abre o cierra el paso de combustible hacia la bomba de inyección mediante accionamiento eléctrico y va conectada a las terminales 4 y 13 de la tablilla.

2.- **Control de alta temperatura de agua (CATA).** Este elemento sirve para medir la temperatura del agua además de enviar señal de paro del motor cuando la temperatura se incrementa a un nivel peligroso. El control es un contacto normalmente abierto que se cierra al alcanzar el agua una alta temperatura cuyo valor se ajusta con un tope del lado derecho de la aguja indicadora. El contacto se conecta en las terminales 9 y 13.

3.- **Control baja presión de aceite (CBPA).** Es un indicador de presión de aceite que puede mandar señal de paro del motor cuando por alguna razón baja la presión de aceite. El control es un contacto normalmente cerrado cuando el motor está parado y se abre cuando arranca el motor y se alcanza presión. En caso de no abrir este contacto, quiere decir que existe algún problema en el sistema de lubricación y se para el motor para evitar daños serios en el mismo. Las terminales utilizadas son la 8 y 13.

4.- **Interruptor centrífugo de sobrevelocidad.** Este interruptor está formado por 3 contactos en las terminales que se indica a continuación.





Como vemos, el interruptor tiene la función de sacar de operación la marcha, preparar la señal para la baja presión de aceite y parar el motor en caso de sobrevelocidad y todo ésto ocurre cuando cambian de posición los contactos por señales de velocidad. Existen 3 tipos de interruptor: GO_2, de accionamiento mecánico acoplado mediante un chicote a la bomba de inyección que lleva la velocidad del motor; Syncro-start, utilizado en algunos casos, sustituye el GO_2 y está formado por una tarjeta electrónica y un pequeño generador eléctrico montado en la bomba también mediante chicote, para enviar las señales por voltaje generado a determinada velocidad del motor; Interruptor de presión, realiza sus funciones con señal de presión y la sobrevelocidad se detecta por un elemento sensor de frecuencia que viene en el tablero de medición del generador de la planta. En los 3 casos, el cambio de contactos del microinterruptor 1 se da a las 300 RPM aproximadamente, al voltaje o presión correspondientes a esa velocidad. El contacto NA2 siempre estará abierto y sólo cierra cuando se pasa la velocidad nominal de operación del motor a plena carga (1800 RPM) con un rango de variación que depende del tipo de carga conectada.

5.- **Amperímetro.** Mide la corriente que entrega el alternador a la batería y debe ser una señal hacia el lado positivo de la carátula de medición.

6.- **Gobernador de velocidad.** Tiene la función de mantener la velocidad nominal de operación del motor para que en el generador se obtengan los 60 Hz de frecuencia, y ésto lo realiza

dosificando la cantidad de combustible que va a los inyecto-- res para cualquier régimen de carga. Existen 2 tipos de go-- bernador, uno mecánico o manual y el otro electrónico, obvia mente el segundo es el más completo pues como vemos en la gi- gura 3.14, sensa con un pickup magnético en el volante la ve- locidad del motor, compara contra el valor ajustado en la tar jeta de control y ordena a un actuador hidráulico permita el paso de mayor o menor cantidad de combustible para mantener - la velocidad nominal independientemente de la carga que se -- tenga conectada.

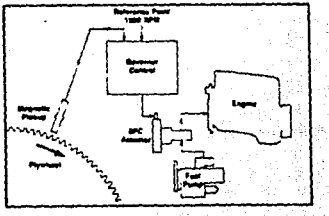


Fig. 3.14.- Gobernador de velo- cidad electrónico.

Por último, la figura 3.15 es un diagrama de interconexión - eléctrica, de todos los elementos anteriores, en la tablilla de - terminales del motor.

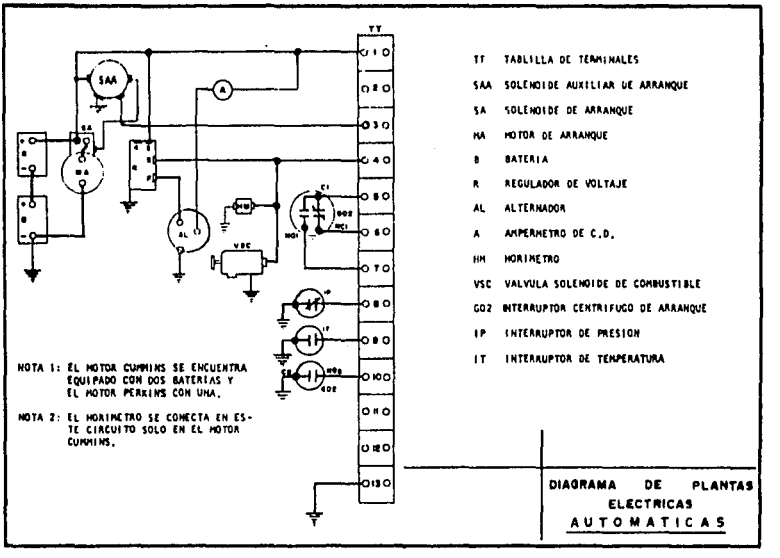

TT
SAA
SA
MA
A
AL
HM
VSC
C1
GO2
NC1
NO1
IP
IT
NO2
GO2
1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
11
12
13
TT TABLILLA DE TERMINALES
SAA SOLENOIDE AUXILIAR DE ARRANQUE
SA SOLENOIDE DE ARRANQUE
MA MOTOR DE ARRANQUE
B BATERIA
R REGULADOR DE VOLTAJE
AL ALTERNADOR
A AMPERMETRO DE C.D.
HM HORIMETRO
VSC VALVULA SOLENOIDE DE COMBUSTIBLE
GO2 INTERRUPTOR CENTRIFUGO DE ARRANQUE
IP INTERRUPTOR DE PRESION
IT INTERRUPTOR DE TEMPERATURA
NOTA 1: EL MOTOR CUMMINS SE ENCUENTRA EQUIPADO CON DOS BATERIAS Y EL MOTOR PERKINS CON UNA.
NOTA 2: EL HORIMETRO SE CONECTA EN ESTE CIRCUITO SOLO EN EL MOTOR CUMMINS.
DIAGRAMA DE PLANTAS ELECTRICAS
AUTOMATICAS

Figura 3.15

3.1.2.3 CONTROL MAESTRO.

El control maestro es un aparato que tiene la función de arrancar, parar y proteger exclusivamente y de manera automática al MCI. Tiene una tablilla de terminales que se conecta en paralelo con la del motor correspondientemente, un breaker para protección y una serie de relevadores magnéticos y térmicos que permiten energizar todos los accesorios eléctricos del motor mediante una secuencia de control que se explica más adelante.

También tiene una perilla selectora para arrancar y parar manualmente el motor, o bien para que, automáticamente espere señal del control de transferencia y paro por los contactos 4RA-1 ó 19RP para realizar esas funciones.

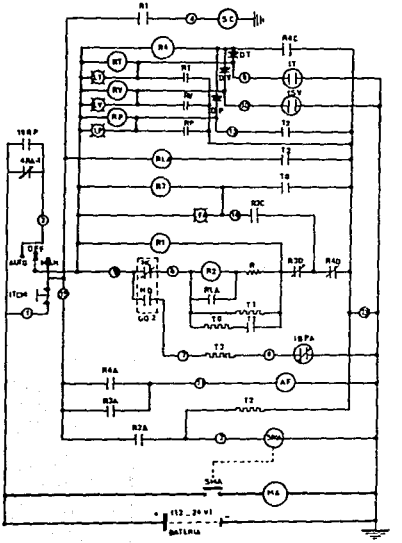
El diagrama que se presenta es el más completo en cuanto a relevadores se refiere. La interconexión entre las terminales numeradas y encerradas en un círculo, muestra únicamente los contactos de los relevadores que intervienen en la secuencia de control. El funcionamiento automático del motor es el que se explica a continuación:

SECUENCIA DE OPERACION PARA EL CIRCUITO DE ARRANQUE Y PARO DEL MOTOR DE COMBUSTION INTERNA (CONTROL MAESTRO).

Cuando el interruptor manual automático está en la posición automático y se interrumpe el suministro normal, se cierra el platino 4RA-1 pasando la corriente desde la terminal 1 hasta los relés R1 y R2.

El relé R1, cierra el circuito de tierra a través de los platinos normalmente cerrados R3D y R4D, y al energizarse su bobina cierra el platino R1A permitiendo circulación de corriente por SC para el paso de combustible.

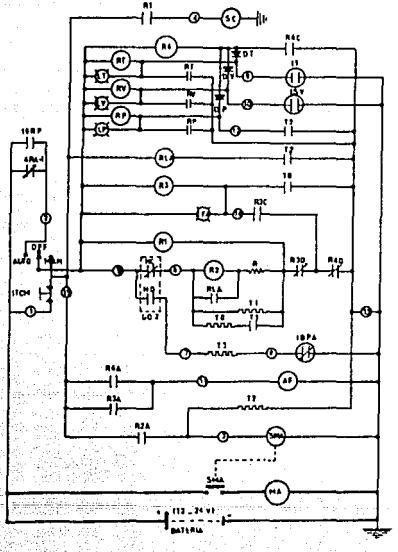
DIAGRAMA ELECTRICO DEL CONTROL MAESTRO



NOMENCLATURA

SC	Válvula solenoide de combustible
R1	Relevador de falla de alta temp. de agua
RV	Relevador de falla por sobrevelocidad
RP	Relevador de falla por baja presion de aceite
LT	Lámpara de falla de alta temperatura de agua
LV	Lámpara de falla por sobrevelocidad
LP	Lámpara de falla por baja presion de aceite
IT	Interruptor de temperatura del motor
ISV	Interruptor de sobrevelocidad del motor
RLA	Relevador de intentos de arranque
19RP	Contacto del reloj programador
4RA-1	Contacto del control de transferencia y para
R3	Relevador de falla de arranque
R4	Relevador de falla (temp., bpa., sobrevel.)
R2	Relevador de arranque
RI	Relevador de val. sol. de combustible
LFA	Lámpara de falla de arranque
SO	Selector auto. fuera manual
R	Resistencia
TO	Relevador térmico de lim. de tiempo de int. a.
T1	Relevador térmico de lim. de tiempo de int. a.
T2	Relevador térmico de intentos de arranque
T3	Relevador térmico de control de b.p.a.
LBPA	Interruptor de baja presion de aceite
AF	Alarma de falla
SMA	Solenoide del motor de arranque
MA	Motor de arranque
ITCM	Interruptor térmico del control maestro
GO2	Interruptor centrífugo
D	Diodos de bloqueo

DIAGRAMA ELECTRICO DEL CONTROL MAESTRO



NOMENCLATURA

SC	Válvula solenoide de combustible
RT	Relevador de falla de alta temp. de agua
RV	Relevador de falla por sobrevelocidad
RP	Relevador de falla por baja presion de aceite
LT	Lámpara de falla de alta temperatura de agua
LV	Lámpara de falla por sobrevelocidad
LP	Lámpara de falla por baja presion de aceite
IT	Interruptor de temperatura del motor
ISV	Interruptor de sobrevelocidad del motor
RLA	Relevador de intentos de arranque
19RP	Contacto del reloj programador
4RA-1	Contacto del control de transferencia y paro
R3	Relevador de falla de arranque
R4	Relevador de fallas (temp., bpa., sobrevel.)
R2	Relevador de arranque
RI	Relevador de val. sol. de combustible
LFA	Lámpara de falla de arranque
SO	Selector auto. fuera manual
R	Resistencia
TO	Relevador térmico de lím. de tiempo de int. a.
T1	Relevador térmico de lím. de tiempo de int. a.
T2	Relevador térmico de intentos de arranque
T3	Relevador térmico de control de b.p.a.
19PA	Interruptor de baja presion de aceite
AF	Alarma de falla
SMA	Solenoide del motor de arranque
MA	Motor de arranque
ITCM	Interruptor térmico del control maestro
GO2	Interruptor centrifugo
D	Diodos de bloqueo

El relé R2, se energiza a través del contacto normalmente cerrado del GO_2 y cierra el platino R2A a través del cual se energiza al elemento térmico T2 y a la bobina SMA, que cierra su platino y de este modo se energiza MA para realizar el arranque del motor.

Cuando el motor arranca, el contacto normalmente cerrado del GO_2 abre a las 300 R.P.M. y el contacto normalmente abierto, cierra (Si el motor va equipado con Syncro-Start en vez de GO_2 ocurre lo mismo sólo que con voltaje o presión con el IP). Al abrir el contacto cerrado, se desconecta el relé R2, el cual a su vez, abre el platino R2A, desconectándose el elemento térmicoT2 y SMA que abre su platino sacando de operación la marcha. Por otro lado, se genera presión e IBPA abre su contacto y así se queda trabajando el MCI.

Se presenta falla de arranque.

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

Si la máquina no arrancó al primer instante, el control dejará que el motor de arranque esté trabajando, intentando arrancarla por un lapso de 15 segundos. Si en este período no arranca, el control provee de un receso y vuelve a permitir otro intento de arranque. El control permite 4 intentos hasta completar un minuto y medio de intentos de arranque, pasados los cuales sacan el sistema de arranque y se conecta la luz de falla de arranque y la alarma de falla de arranque.

La secuencia es la siguiente:

El elemento térmico T2, al energizarse a través del platino R2A se empieza a calentar cuando no se desconecta, por no haber

arrancado la máquina, éste cierra su platino T2 permitiendo que - se energice RLA y cierre su contacto para desenergizar R2. Al -- realizarse lo anterior, el contacto R2A se abre desconectando al elemento térmico T2 y al SMA terminando así el primer período de intento de arranque.

Al enfriarse el elemento térmico T2, abre su platino y se - vuelve a energizar el relé R2, iniciándose de esta manera el se-- gundo período de intento de arranque, y así sucesivamente, hasta completar de un minuto a un minuto y medio de estar intentando -- arrancar la planta.

Los elementos térmicos To y T1 proveen el tiempo límite to-- tal de los intentos de arranque.

Cuando se inicia el primer intento de arranque T1 es energi- zado y empieza a calentarse; si no arranca la planta, al calentar se, cierra el platino T1, el cual cierra el circuito para el ele- mento térmico To. Cuando este elemento se calienta, cierra el -- platino To y se energiza el relé R3, el cual cierra los platinos R3A y R3C y abre el platino R3D. El platino R3A cierra el circui to para la alarma; el platino R3C cierra el circuito para la luz de falla de arranque y para sostener la bobina R3 y el platino -- R3D abre los circuitos del relé R1, R2 y elementos térmicos To y T1 cesando así los intentos de arranque.

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

Si por falta de aceite u otra razón hay baja presión de acei te, el IBPA permanece cerrado y el elemento térmico T3, es alimen tado a través del platino normalmente abierto que ahora se encuen tra cerrado, del GO_2, Syncro-start o IP y empieza a calentarse. -

Aproximadamente 25 segundos después cerrará el contacto T3, para energizar R4, RP y LP, a través de DP.

El relé R4 cierra los platinos R4A y R4C, que energizan la alarma y sostienen energizado al relé R4, abre el platino R4D que desenergiza al relé R1, y éste abre su contacto R1A para desenergizar la válvula solenoide de combustible parando así al motor. LP sigue encendida pues al energizarse RP cierra su platino para autosostenimiento y se mantiene la falla en memoria.

Se presenta una falla de alta temperatura de agua.

Cuando la temperatura del agua en el sistema de enfriamiento pasa de un valor predeterminado, el control de alta temperatura de agua cierra su contacto y energiza R4, RT y LT por DT. En ese momento R4 cierra los platinos R4C y R4A con lo que queda autosoportado el relé R4 y se completa el circuito de la alarma respectivamente. También se abre el contacto R4D para desenergizar al relé R1 y abrir el contacto R1A, con lo que se desenergiza la válvula solenoide de combustible y el motor se para. IT abre pero LT sigue encendida ya que al energizarse RT cierra su platino para autosostenimiento y memoria de falla.

Se presenta una falla de sobrevelocidad.

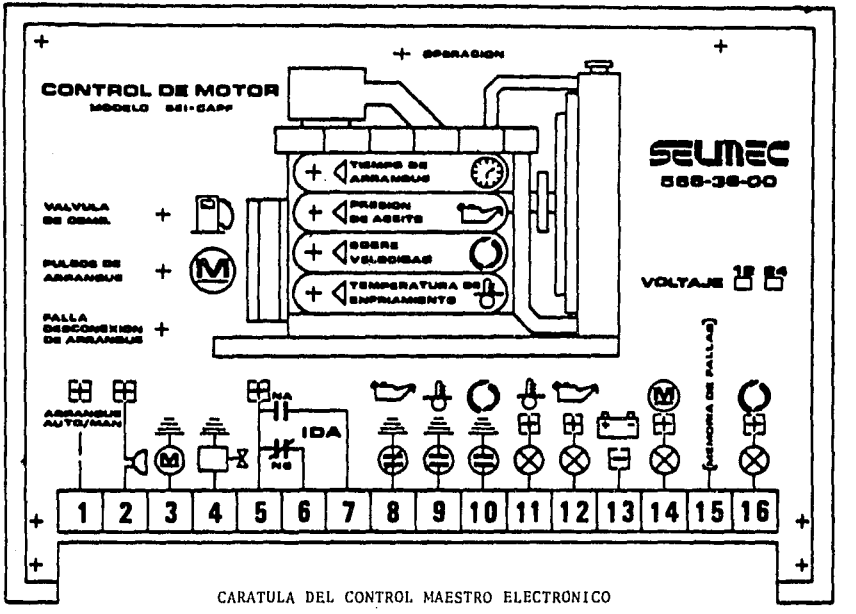
Cuando la planta está trabajando y por cualquier causa se dañe el gobernador o se pasa de las revoluciones gobernadas causando que la frecuencia sea mayor, el interruptor centrífugo de arranque y paro por sobrevelocidad (GO_2) cierra el contacto ISV energizando R4, RV y LV a través de DV. El relé R4 cierra los platinos R4C y R4A con lo que queda autosostenido y se completa el circuito de la alarma. También se abre el contacto R4D para desenergizar al relé R1 y abrir el contacto R1A, con lo que se desenergiza la válvula solenoide de combustible y el motor se para. ISV abre pero LV sigue encendida pues RV cerró su contacto para autosostenimiento y memoria de falla.

PARO DEL MOTOR.

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

La planta de emergencia también puede arrancar manualmente - colocando el selector en la posición MANUAL. En estas condiciones, las protecciones actúan de la misma forma que en automático. El motor se para en el momento de accionar el interruptor selector a la posición FUERA o AUTOMATICO (siempre que la alimentación NORMAL esté presente).

Existe otro control maestro electrónico a base de circuitos integrados, pero la secuencia de operación es análoga al anterior y las conexiones externas de la tablilla de terminales siguen - - siendo las mismas.



CARATULA DEL CONTROL MAESTRO ELECTRONICO

3.1.2.4 CIRCUITO DE CONTROL DE TRANSFERENCIA Y PARO.

Ya se habló de las funciones que tiene el CCTP y ahora veremos como las realiza. Al igual que en el Control Maestro, se muestra el diagrama de control a base de relevadores para corriente alterna, aunque también existe el de elementos electrónicos cuya función y secuencia de operación es análoga al primero.

La secuencia de control se basa en el arreglo mostrado en el diagrama que es el más típico y completo, aunque existen otros arreglos con más o menos elementos para cubrir las mismas funciones. Los componentes de este circuito de control de transferencia y paro son:

. Sensitivo de voltaje (19S1)
. Relevador de carga (2RC)
. Relevador auxiliar de carga (1RC)
  (en algunos tipos de plantas).
. Relevador de tiempo de retransferencia (1RTR)
. Relevador de tiempo de paro (3RTP)
. Relevador auxiliar (4RA)
. Reloj programador (19RP)
. Interruptor de prueba (IP)
. Fusibles de protección (16F1 y 16F2)
. Mantenedor de carga del acumulador (7CB)

Los números y letras que están dentro de los paréntesis corresponden a la nomenclatura interna de SELMEC.

En este circuito, el IP sirve para simular falla de alimentación normal y debe estar normalmente cerrado. Por otra parte, con el 19RP se programa la ejercitación de la planta en vacío y su contacto es normalmente abierto.

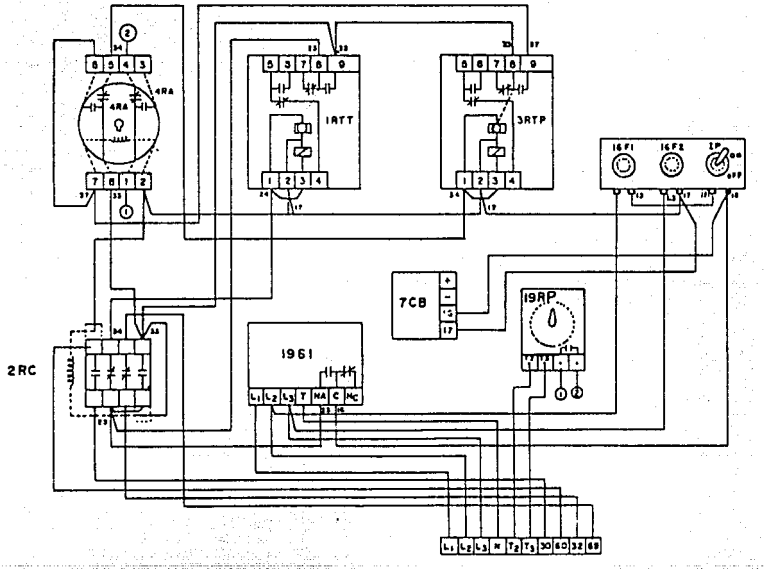
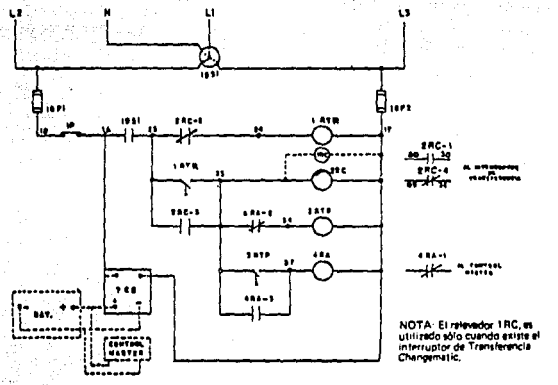


Diagrama de alambrado del circuito de control de transferencia y paro.
(A base de relevadores).

DIAGRAMA ELEMENTAL DEL CIRCUITO DE CONTROL
DE TRANSFERENCIA Y PARO



NOTA: El relevador 1RC, es utilizado sólo cuando existe el interruptor de Transferencia Changematic.

En el CCTP, el sensitivo de voltaje es el elemento más importante y se encarga de supervisar que haya nivel de voltaje adecuado por parte de la compañía suministradora,comparándolo contra un rango de valores previamente ajustado. Cuando el voltaje es adecuado, el 19S1 cierra su contacto y alimenta el circuito por dos fases. Cuando la tensión falta, sube, baja, llega sólo 1 fase o bifase, el 19S1 abre el contacto desenergizando el sistema.

Dependiendo el tipo de sensitivo que se tenga, será el procedimiento de ajuste y los rangos que se puedan manejar. El más -- sencillo de todos es el que viene en una tarjeta electrónica pues únicamente se cambia de posición un puente de un microinterruptor para ir 2% arriba o abajo de los valores calibrados en fábrica en 220 ó 440 volts nominales.

SECUENCIA DE OPERACION DEL CIRCUITO DE CONTROL DE TRANSFERENCIA Y PARO.

A) LLEGA ALIMENTACION NORMAL.

El selector del CM debe estar en la posición automático. L3 - sirve como común a 1RTR, 2RC, 3RTP, 4RA y 7CB.

El sensitivo detecta voltaje normal y cierra su contacto 19S1 y se energiza 1RTR el cual con tiempo (ajustado) cierra su contacto 1RTR para energizar 2RC y 3RTP.

Al energizarse 2RC abre y cierra contactos: 2RC-3 cierra para autosostenimiento; 2RC-4 abre para bloque eléctrico en el interruptor de transferencia; 2RC-1 cierra para permitir la energización del contactor o interruptor de alimentación normal; -- 2RC-2 abre y desenergiza 1RTR que abre su contacto correspondiente.

Cuando se energiza 3RTP, éste con tiempo (ajustado) cierra su contacto para energizar 4RA y dar paso al paro del motor.

El relé 4RA abre y cierra contactos: 4RA-3 cierra para autosostenimiento; 4RA-2 abre y desenergiza 3RTP que abre su contacto correspondiente; 4RA-1 abre y se desenergiza el sistema eléctrico del MC1 (señal de paro).

Así se queda funcionando el sistema y sólo quedan energizados el 19S1, 2RC y 4RA.

B) FALLA LA ALIMENTACION NORMAL.

El sensitivo detecta alguna anomalía en el suministro normal, se desactiva y abre su contacto 19S1 desenergizando 2RC y 4RA.

Al desenergizarse 2RC cambia de posición sus contactos: 2RC-2 cierra y prepara el 1RTR para cuando se restablezca la alimentación normal; 2RC-4 cierra y prepara el contactor de alimentación de emergencia para cuando genere la planta se haga la transferencia; 2RC-1 abre y bloquea eléctricamente el contactor de alimentación normal mientras el de emergencia esté energizado; 2RC-3 abre el enclave.

Cuando se desenergiza 4RA abre y cierra contactos: 4RA-2 cierra y prepara el 3RTP para cuando se restablezca la alimentación normal; 4RA-1 cierra y envía señal al sistema eléctrico del MC1 para que arranque y se genere energía eléctrica; 4RA-3 abre el enclave.

Al generar la planta se energiza el contactor de la alimentación de emergencia que cierra sus contactos para alimentar la carga. Así se queda funcionando el sistema hasta que el sensitivo detecte condición normal y se repita la secuencia A para retransferencia.

3.1.2.5 INTERRUPTOR DE TRANSFERENCIA.

Dependiendo la carga por conmutar, se utilizan diferentes tipos de interruptores de transferencia como se indica a continuación:

TIPO CONTACTORES	hasta 250 amperes
TIPO CHANGEMATIC	hasta 1000 amperes
TIPO QUICK MAKE	hasta 3000 amperes

Cualquier transfer operado eléctrica o mecánicamente, es capaz de manejar toda la energía del generador, van equipados con protección térmica y magnética para proteger al generador, a las líneas y aparatos, en caso de algún corto circuito o una sobrecarga constante.

INTERRUPTOR DE TRANSFERENCIA TIPO CONTACTOR MAGNETICO

Este interruptor consta de los siguientes elementos:

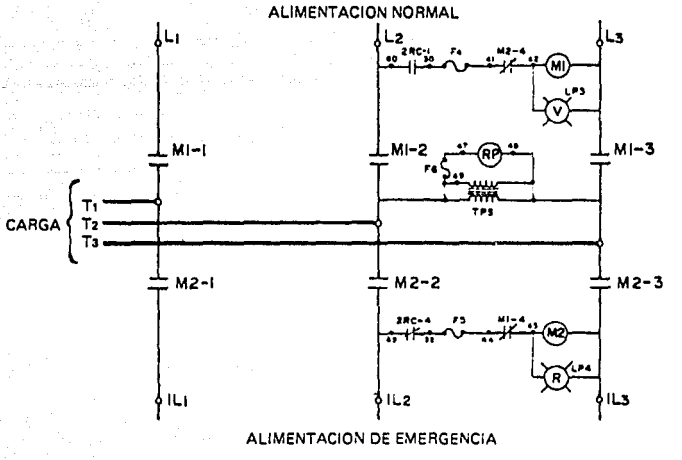
1.- Un contactor de alimentación normal (M1)
2.- Un contactor de alimentación de emergencia (M2)
3.- Un juego de palancas para el bloqueo mecánico.
4.- Una lámpara piloto de alimentación normal (verde).
5.- Una lámpara piloto de alimentación de emergencia (roja)

A continuación se describe la secuencia de operación de este interruptor.

A) LLEGA LA ALIMENTACION NORMAL:

La señal llega por los contactos del relevador de carga que pertenece al CCTP. El platino 2RC-1 cierra con tiempo y energiza M1 que cierra sus contactos principales M1-1, M1-2, M1-3 y abre el auxiliar M1-4 para bloqueo eléctrico y se alimenta la

INTERRUPTOR DE TRANSFERENCIA TIPO CONTACTORES



carga por el lado normal, también enciende la lámpara verde y así se queda funcionando (2RC-4 queda abierto).

Existe también un bloqueo mecánico para impedir que estén cerrados ambos contactores al mismo tiempo. Por otro lado, la carga se alimenta por fases comunes, por lo que es necesario que tengan la misma secuencia de fases los dos interruptores.

B) FALLA LA ALIMENTACION NORMAL:

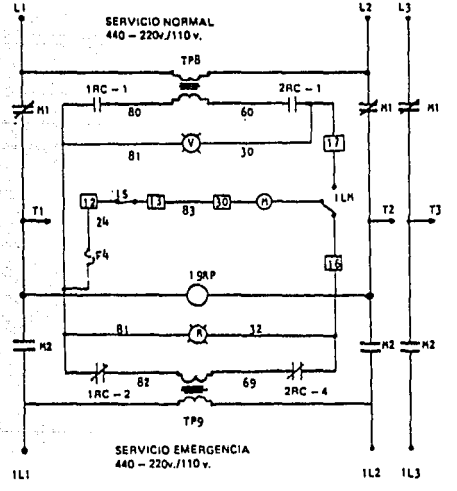
El platino 2RC-1 abre y desenergiza M1 que abre sus contactos principales y cierra M1-4; 2RC-4 cierra y se energiza M2 que cambia de posición sus contactos principales, cerrándolos para alimentar la carga por emergencia y abre M2-4 para bloqueo eléctrico. También enciende la lámpara roja y así se queda trabajando el sistema.

NOTA: La velocidad de operación para la conmutación, es decir, el cambio de alimentación, es de aproximadamente 60 mseg. para capacidades menores de 100 amperes y de 300 mseg. como mínimo para capacidades mayores. Cuando falla la energía comercial existe un tiempo de no energía de 3 a 10 seg. Si la carga fuera de equipos como computadoras que no pueden tolerar una interrupción tan prolongada, se debe complementar la PEE con una unidad de continuidad para reducir el tiempo de interrupción de energía hasta aproximadamente 0.017 seg. que es poco menos de un ciclo en 60 Hz.

INTERRUPTOR DE TRANSFERENCIA TIPO CHANGEMATIC

Este transfer está formado por 2 interruptores en aire, caja moldeada accionados por un mecanismo común que puede colocarse en tres posiciones diferentes: NORMAL, ABIERTO Y EMERGENCIA.

DIAGRAMA ESQUEMATICO PARA GABINETE DE FUERZA DE TRANSFERENCIA AUTOMATICA PARA 440/220 v. 60 HZ. EQUIPO F. P. E. 400 – 1000 AMPERES.
CHANGEMATIC



DESCRIPCION

L1, 2, 3	LINEA DE ENERGIA NORMAL
1L1, 2, 3,	LINEA DE ENERGIA DE EMERGENCIA
M1	CONTACTOS DEL INTERRUPTOR NORMAL
M2	CONTACTOS DEL INTERRUPTOR DE EMERGENCIA
TP8, 9	TRANSFORMADOR DE POTENCIAL 440 – 220 v. /100 volts, 350 V.A.
2RC	RELEVADOR AUXILIAR PARA TRANSFERENCIA
1RC	RELEVADOR AUXILIAR PARA TRANSFERENCIA
M	MOTOR DEL INTERRUPTOR
1LM	INTERRUPTOR LIMITE DEL MOTOR
IS	INTERRUPTOR MANUAL – AUTOMATICO
F4	FUSIBLE DE PROTECCION DEL MOTOR 5 AMP. 110 volts
V	LAMPARA VERDE 110 volts SERVICIO NORMAL
R	LAMPARA ROJA 110 volts SERVICIO EMERGENCIA
T1, 2, 3	LINEAS HACIA LA CARGA
19 RP	RELOJ PROGRAMADOR
	TABLILLA DE TERMINALES DEL INTERRUPTOR DE TRANSFERENCIA

NOTA: AL CONECTAR EL TABLERO A 440 VOLTS, EL 19 RP SE CONECTA A TRAVES DE UN TRANSFORMADOR DE POTENCIAL 440/220 VOLTS 25 V.A. Y UN FUSIBLE F6 DE 1 AMP. 220 VOLTS.

El mecanismo se acciona manual o eléctricamente. En el segundo caso, el movimiento del motor (110 volts) se transmite a través de un tren de engranes a la barra maestra de accionamiento común. Por la posición de los dos interruptores con respecto al mecanismo, la barra de accionamiento sirve también como un interlock mecánico que evita que ambos interruptores estén cerrados al mismo tiempo. Este sistema permite obtener conmutaciones con tiempos muertos que no excedan de 10 ciclos.

El transfer está equipado con un switch selector (1S) de dos posiciones (manual-automático). En automático, el transfer hace la conmutación sin detenerse nunca en la posición de abierto. En manual y operando el mecanismo por medio de la palanca, se puede accionar el transfer hacia la posición abierta en la que ambos interruptores se encuentran desconectados.

El diagrama que se muestra, como todos los anteriores, es sin energía. Cuando se alimenta por primera vez, lo único que ocurre en la posición automática, es el cierre de los contactos 1RC-1, 2RC-1, la apertura de 1RC-2 y 2RC-4, alimentándose la carga por T1, T2 y T3.

A) FALLA LA ALIMENTACION NORMAL Y LA PLANTA GENERA:

La señal llega del CCTP cerrando 1RC-2 y 2RC-4, abriendo 1RC-1 y 2RC-1. La alimentación de emergencia energiza TP9 que alimenta al motor (110 V) y a la lámpara roja. El motor mueve el mecanismo que abre el interruptor de normal, cierra el de emergencia y cambia de posición 1LM que desenergiza M y prepara el camino para cuando regrese la energía normal.

B) REGRESA LA ALIMENTACION NORMAL:

Con tiempo, los contactos 1RC-1 y 2RC-1 cierran, abren 1RC-2 y 2RC-4. La energía normal pasa desde TP8 hasta la lámpara ver-

de y pasa por el ILM al motor que acciona el mecanismo para - abrir el interruptor de emergencia, cerrar el de normal y cambiar de posición ILM que desenergiza M y queda preparado el camino para cuando falle la alimentación normal.

INTERRUPTOR DE TRANSFERENCIA TIPO QUICK MAKE

Este transfer está formado por dos interruptores electromagnéticos, montaje fijo o removible. Cada interruptor está equipado con un mecanismo de energía mecánica almacenada mediante un potente resorte que se comprime automáticamente por medio de un motor (110 V) colocado en cada interruptor.

Al comprimirse el resorte, el interruptor se cierra. Para - abrir en forma automática, se acciona una bobina de disparo alimentada por la energía del lado opuesto (emergencia o normal), - también puede abrirse manualmente oprimiendo un botón de disparo colocado en el frente del interruptor.

Solo uno de los dos interruptores puede cerrarse debido a - que el control automático cuenta con un bloqueo eléctrico y un interlock mecánico que consiste en un mecanismo de chicote conectado mecánicamente a las flechas de cierre de los interruptores. - Cuando un interruptor cierra, jala el otro extremo del chicote y actúa una leva que opera el mecanismo de disparo del interruptor contrario y mantiene bloqueado el mecanismo que cierra los contactos.

La posibilidad de alimentar monofásicamente la carga conectada al transfer (al igual que en el Changematic) queda eliminada, debido a que los interruptores cuentan con una barra de disparo - común que abre todos los polos al accionarse el mecanismo de interrupción. Las señales de control las envía el CCTP a través de - los contactos del relevador 2RC.

Los elementos que componen el diagrama que se muestra para este caso son:

L1, 2, 3	-	Líneas de energía normal.
1L1, 2, 3	-	Líneas de energía de emergencia.
T1, 2, 3	-	Líneas hacia la carga.
TP10, 11	-	Transformador de potencial 440/220 V/110 volts 500 VA.
F9, 10	-	Fusibles 5 amperes.
2RC-1, 4	-	Contactos del relevador 2RC.
RDN, E	-	Relevador de disparo (cierre) del interruptor N o E.
MN, E	-	Motor del interruptor N o E.
N1, 2, 3	-	Contactos del interruptor normal.
E1, 2, 3	-	Contactos del interruptor de emergencia.
N	-	Contactos auxiliares del interruptor normal.
E	-	Contactos auxiliares del interruptor de emergencia.
TCN, E	-	Bobina de disparo (apertura) del interruptor N o E.
LSN, E	-	Interruptor de aleta de disparo.
V	-	Lámpara piloto normal (verde).
R	-	Lámpara piloto de emergencia (roja).
□	-	Tablilla de terminales del interruptor normal.
☒	-	Tablilla de terminales del interruptor de emergencia.
19RP	-	Reloj programador.

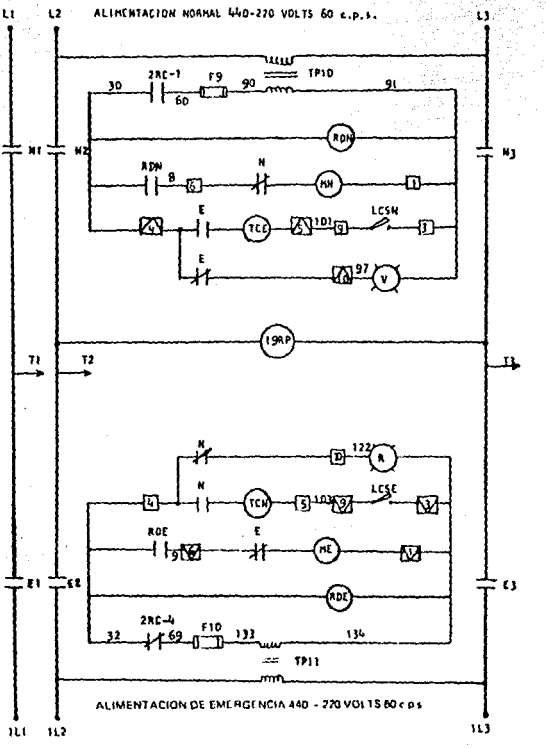
Los números sobre las líneas indican la numeración del conductor para SELMEC.

El diagrama que se muestra se encuentra desenergizado. En la posición automático, la secuencia de operación es la que sigue:

A) LLEGA LA ALIMENTACION NORMAL:

1. Con tiempo, el relevador 2RC cambia de posición sus contactos: 2RC-4 abre, se bloquea eléctricamente el circuito de control del interruptor de emergencia, se apaga la lámpara

DIAGRAMA ELECTRICO DEL INTERRUPTOR DE TRANSFERENCIA
ELECTROMAGNETICO EN AIRE (QUICK MAKE)



piloto roja, se denergiza RDE y abre su contacto; 2RC-1 cierra se energiza RDN y TCE a través del secundario de TP10.

2. Al energizar TCE, esta destraba al interruptor de emergencia y se abren los contactos E1, E2 y E3 y cambian de posición los contactos E auxiliares: abre E en serie con TCE y la desenergiza; cierra E en serie con la lámpara piloto verde, la enciende; cierra E en serie con el motor de interruptor de emergencia, se prepara al interruptor para cuando falle otra vez la energía normal; se desopera el bloqueo mecánico y el microinterruptor LCSN se abre.

3. Al energizar RDN cierra su contacto dando continuidad al motor del interruptor de normal. Este carga el resorte y al final de su carrera se destraba y cierra los contactos N1, N2 y N3 pasando la energía normal a la carga y el reloj programador. También cambian de posición los contactos N auxiliares: abre N en serie con el motor del interruptor de normal y para el motor; abre N en serie con la lámpara piloto roja de emergencia y bloquea la alimentación a ésta; cierra N en serie con TCN (bobina de disparo de normal), prepara el circuito para cuando falle la alimentación normal; actúa el bloqueo mecánico a través del chicote y el microinterruptor LCSE se cierra. Así se queda trabajando el sistema.

B) FALLA LA ALIMENTACION NORMAL Y LA PLANTA GENERA.

1. El CCTP manda el cambio de los contactos 2RC-1 y 2RC-4: abre 2RC-1 para bloquear eléctricamente el circuito de control del interruptor de normal, la lámpara verde se apaga y se desenergiza RDN abriendo su contacto; cierra 2RC-4 y pasa el voltaje producido en el generador de la planta al resto del circuito, el voltaje se transforma a 110 volts en TP11 y se energiza el relevador RDE y la bobina TCN.

2. Al energizar TCN, ésta destraba al interruptor de normal - abriendo los contactos N1, N2, N3 y cambiando de posición los contactos N auxiliares: cierra N en serie con el motor de normal y prepara MN para la retransferencia; cierra N en serie -- con la lámpara piloto de emergencia y la enciende; abre N en - serie con TCN y la desenergiza; también se desbloquea mecánicamente el interruptor de emergencia y el microinterruptor LCSE se abre.

3. Al energizar el relevador RDE cierra su contacto, el cual da - continuidad al motor del interruptor de emergencia. El motor empieza a trabajar cargando el resorte. Al final de su carrera se destraba y cierra los contactos E1, E2 y E3, pasando así la energía del generador a la carga y al reloj programador. - También cambian de posición los contactos E auxiliares: abre E en serie con el motor del interruptor de emergencia para pararlo; abre E en serie con la lámpara piloto de normal y la bloquea; cierra E en serie con TCE (bobina de disparo del inte- - rruptor de emergencia), prepara el circuito para cuando se normalice la alimentación normal; actúa el bloqueo mecánico y el microinterruptor LCSN se cierra. Así se queda trabajando el - sistema hasta que se restablezca la alimentación normal.

3.1.2.6 GENERADOR SINCRONO SIN ESCOBILLAS.

El generador que se utiliza en las PEE, es una máquina de corriente alterna que gira a velocidad constante, conocida como velocidad síncrona representada como "ns", cuya función es producir energía eléctrica a partir de la energía mecánica proporcionada por un MCI.

El generador (conocido también como alternador), debe proporcionar un voltaje de frecuencia constante, que para el caso de México es de 60 Hz. La frecuencia depende de la velocidad a la que gira el MCI y del número de polos magnéticos del generador. Normalmente la velocidad de la máquina motriz se expresa en revoluciones por minuto (RPM) que representa la velocidad síncrona (n_s) y el número de polos con la letra P.

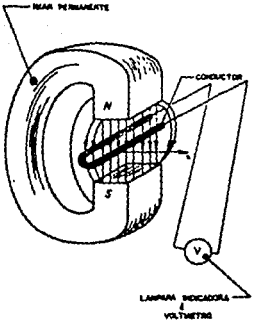
$$f = \frac{P}{2} \times \frac{RPM}{60} \quad (Hz)$$

Las RPM del MCI se controlan con el gobernador de velocidad. El número de polos depende de la capacidad del generador y el más común es de 4, de tal manera que la velocidad debe ser de 1800 RPM para obtener los 60 Hz requeridos, pero ésto es, a plena carga.

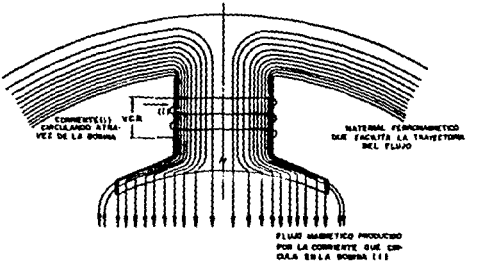
CONCEPTOS BASICOS DE GENERADORES DE C.A.

El concepto elemental de la generación de energía eléctrica está basado en la Ley de Inducción de Faraday que establece lo siguiente: "Cuando un conductor se introduce en un campo magnético y existe movimiento relativo entre el conductor y el campo, existirá un voltaje inducido en el conductor, que es proporcional a la intensidad del campo magnético, a la velocidad relativa y a la longitud del conductor".

$$E = v B l$$



a) Voltaje inducido



b) Imán temporal

Fig. 3.1.6.- Aplicación de la Ley de Faraday

donde:
- E = voltaje inducido
- v = velocidad del conductor
- B = densidad del campo magnético
- l = longitud del conductor

La fuente del campo magnético puede ser un imán permanente, o bien, se puede obtener haciendo circular corriente por un arrollamiento con resultados similares (fig. 3.16). Este último es el medio más comúnmente usado en las máquinas eléctricas y el arrollamiento del conductor será de varias espiras formando bobinas interconectadas entre sí según se requiera. Se tienen, también, cierto número de polos con una determinada configuración para lograr una mejor distribución de flujo y desde el punto de vista mecánico se requiere una estructura adecuada que soporte estos elementos.

En un generador comercial de C.A., generalmente los conductores del inducido, están distribuidos a lo largo del estator dentro de ranuras. El campo magnético inductor, se produce en los polos colocados en un rotor y por medio de una máquina impulsora se hace girar, obteniéndose la velocidad relativa entre el inductor y el inducido, bajo estas condiciones se obtiene la onda del voltaje generado en forma senoidal.

CLASIFICACION DE LOS GENERADORES.

En el mercado nacional, se utilizan generadores fabricados en el país o importados. Potencia Industrial y Fairbanks-Morse son los fabricantes nacionales más fuertes y del extranjero se utilizan generadores Kato, The Lima Electric, Marathon Electric, etc., aunque prácticamente la construcción interna en ambos casos es similar, con la salvedad de que los importados llegan en ocasiones como un paquete completo (moto-generador y tablero de control).

Los generadores se pueden clasificar en base a una serie de parámetros que se mencionan a continuación:

a) **Aplicación y uso:** Pueden ser fabricados estándar o especiales para aplicaciones específicas.

   1.- Generadores autoregulados. Son autoexcitados y disponen del campo con devanado en serie y en derivación conectados al devanado del estator principal para lograr un efecto acumulativo y una excitación variable que guarda cierta proporcionalidad con la intensidad de corriente exigida a la máquina y contraresta la tendencia a la disminución de voltaje de línea con el aumento de corriente de carga. Las desventajas de este arreglo son su regulación de voltaje amplia ± 5%, el voltaje es afectado por la velocidad y no se pueden hacer ajustes al voltaje de salida.

   2.- Generadores con regulador. El regulador de voltaje se alimenta del mismo generador y entrega corriente continua al estator excitatriz. La regulación de voltaje se puede mantener dentro de ± 1% y no es afectado por las variaciones de velocidad. Se puede ajustar dentro de un rango de ± 10% del voltaje nominal, pero tiene menor capacidad de respuesta a cambios bruscos de carga.

b) **Potencia nominal.** Los KVA necesarios y el factor de potencia de trabajo son los parámetros más importantes en este punto.

c) **Velocidad síncrona y frecuencia.** Para 60 Hz con generadores de 2 polos se requieren 3600 RPM y con 4 polos 1800 RPM.

d) **Voltaje de salida.** Voltaje de operación requerido.

e) **Tipo de construcción.** Se refiere a si el generador es abierto

a prueba de goteo, a prueba de intemperie, totalmente cerrado, a prueba de explosión, protecciones ambientales, etc.

COMPONENTES Y PRINCIPIO DE OPERACION.

En esta sección, trataremos el generador de construcción estándar, que es el que más se utiliza, con regulador de voltaje, factor de potencia 0.8, 3 fases, 60 Hz, 1800 RPM, 4 polos, adaptador directo SAE, armazón abierto a prueba de goteo, 1 balero sellado, aislamiento NEMA clase F, etc., para capacidades hasta de 1200 KW y voltaje 220 ó 440 con 12 terminales reconectables.

Independientemente de la marca, los componentes se muestran en la fig. 3.17 y su secuencia de operación se describe en base al diagrama esquemático mostrado más adelante.

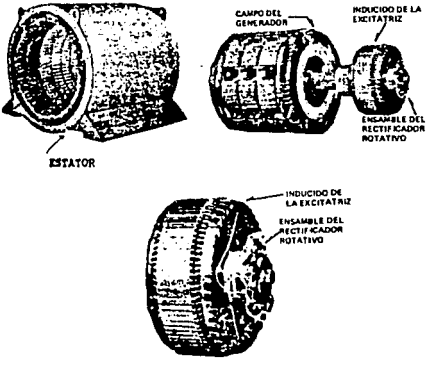
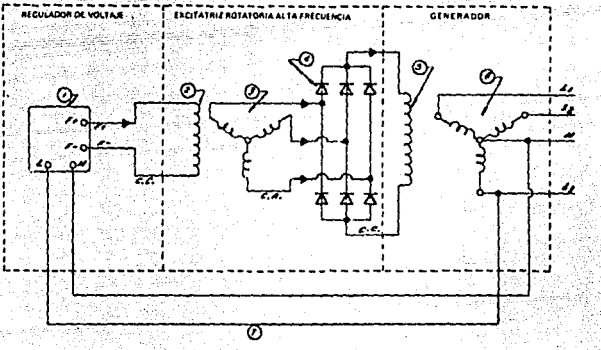


Fig. 3.17.- Componentes del generador

DIAGRAMA ESQUEMATICO DEL CIRCUITO ELECTRICO DEL GENERADOR
C.A. SIN ESCOBILLAS



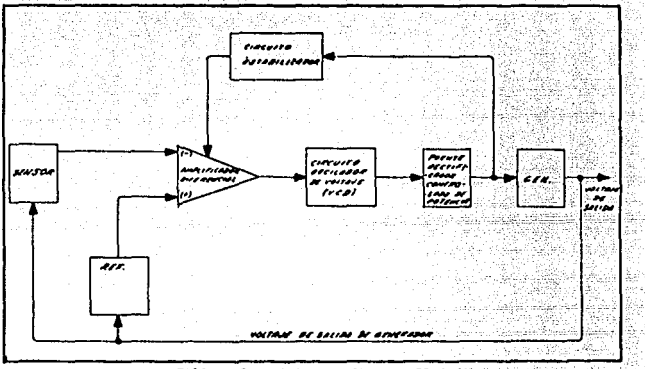
1.– Regulador automático de voltaje.
2.– Inductor sección excitadora (estático).
3.– Inducido sección excitadora (rotativo).
4.– Puente rectificador de diodos (rotativo).
5.– Inductor del generador de 4 polos (rotativo).
6.– Inducido generador trifásico (estático).
7.– Retroalimentación al regulador de voltaje.

En el diagrama esquemático anterior, se muestran los componentes principales de un generador síncrono sin escobillas y su interconexión eléctrica y magnética.

Partiendo de un campo magnético remanente que guarda el campo excitador (de 3 a 5 volts) y con el movimiento giratorio proporcionado en la flecha del generador por la máquina motriz; se cortan líneas de flujo con los conductores del rotor excitatriz y se genera un voltaje inducido en forma de C.A., que a su vez pasa a un puente rectificador de onda completa (o media onda en generadores pequeños), para alimentar al campo del generador con C.C. y lo magnetiza para producir un flujo giratorio que es cortado por los conductores del estator generador, que a su vez están interconectados en estrella, en los cuales se induce un voltaje (C.A.) -- que finalmente se obtiene en las terminales del generador. De esta salida de voltaje, se toma una señal de 127 volts para alimentar el circuito de senseo del regulador de voltaje de estado sólido y lo compara con uno de referencia previamente establecido y el error se amplifica (si lo hay) y manda una señal para contrarestar esta diferencia hasta que el valor esté dentro de las especificaciones del circuito.

Existen varias marcas de regulador de voltaje y cada una tiene sus especificaciones técnicas particulares, pero todas tienen un fin común, proporcionar corriente de excitación para obtener el voltaje de operación requerido. Los mejores son aquellos con menor tiempo de respuesta, mayor regulación de voltaje y forma de onda más próxima a la senoidal. A la salida pueden entregar hasta 75 VCD.

Cuando el generador no se trabaja durante un buen período, se puede perder el magnetismo remanente y éste se puede recuperar desconectando las puntas de la excitatriz y conectando un piquete de voltaje con una batería de 6 ó 12 volts, desconectar y volver a conectar la excitatriz teniendo cuidado de no invertir polaridades.



Cargas y capacidad del generador.

El generador puede alimentar cargas resistivas (Factor de Potencia 1.0) o cargas reactivas cuyo factor de potencia es menor a 1. La capacidad de un generador está dada en KVA y la mayoría son construidos para trabajar a 80% de F.P., razón por la cual es muy importante que la carga conectada trabaje a este FP o mayor.

Por ejemplo, un generador de 100 KW a 440 V operando a F.P. de 1.0 puede sostener una carga de 131.2 amperes. Si esta capacidad de KW se mantuviera con un F.P. de 0.5, entonces los KVA serían 200 y la corriente de 262.4 amperes ó 200% pero, las pérdidas del estator (I^2 R) aumentarían bastante. Por lo tanto, los KVA tendrían que ser limitados a: (100 KVA x 0.5) ó sea 50 KW y la corriente entonces sería de 131.2 amperes, que son los de régimen, pero la carga podrá ser sólo de 50 KW.

El generador debe ser impulsado por una fuente rotatoria de

potencia y el caballaje de entrada requerido por la flecha, debe ser igual a la salida en KW por lo menos y hay que considerar pérdidas posibles. Los HP de la máquina motriz se deben calcular según la demanda en KW/KVA del tamaño del generador que se seleccione.

En muchas aplicaciones se debe considerar la carga máxima. - Los motores eléctricos, por ejemplo, tienen una demanda máxima para su arranque y generalmente requieren 6 veces más de corriente durante este lapso. Motores de menos de 1 HP sólo requieren de 2 a 4 veces la corriente nominal al arranque. Para motores grandes se recomienda usar arrancadores a tensión reducida. Dependiendo la marca de generador, están diseñados para producir su potencial total con una caída momentánea de voltaje hasta 30% aproximadamente.

Otra característica importante de los generadores, es la de que deben ser capaces de soportar sobrecargas momentáneas del 50% de la corriente nominal durante 1 minuto, un 10% de sobrecarga durante 2 horas de cada 24 u otras especificadas por el usuario en máquinas con 40 ó 50°C de aumento de temperatura.

Por último, el tipo de carga conectada repercute directamente en la vida útil del generador ya que si se tienen cargas no lineales como componentes electrónicos, equipos de telecomunicaciones, UPS, variadores de velocidad, lámparas fluorescentes, etc., producen distorsión de la forma de onda y corrientes armónicas -- que provocan incremento en la temperatura, histéresis, corrientes de Eddy, problemas de regulación de voltaje, ruido eléctrico, etc.. que al paso del tiempo dañan el generador y también a la carga. - La figura 3.18 muestra una gráfica con los rangos de distorsión - de la forma de onda del generador cuando se alimentan cargas de - SCR.

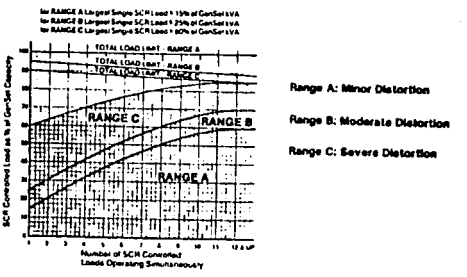


Figura 3.18

Generadores en paralelo.

Antes de conectar dos o más generadores en paralelo, hay que cerciorarse de que tengan la misma secuencia de fases. Esto se puede lograr conectando un motor trifásico, de inducción en cada uno de los generadores y determinando la rotación del mismo, cuidando que las terminales del motor estén conectadas a las terminales correspondientes del generador o la barra colectora. La secuencia de fases será igual si el motor gira en la misma dirección al conectarlo a cualquiera de los generadores. Si la rotación del motor es contraria a la deseada, se invierten un par de líneas hasta que la dirección resulte la misma en todos los generadores.

Sincronización. Cuando se ha comprobado la secuencia de fases, el mismo voltaje de salida del generador, el interruptor de línea abierto y con la ayuda de un sincronoscopio o lámparas in--

candescentes conectadas en el circuito de carga (fig. 3.19), se pueden sincronizar los generadores variando la velocidad del generador que va a entrar hasta que la fluctuación de las lámparas sea muy lenta. Cuando no enciendan las lámparas se cierra el interruptor de línea y en ese momento quedan sincronizados los generadores.

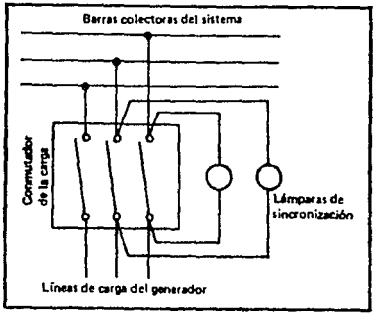
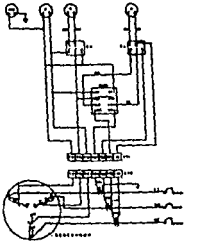


Figura 3.19

División de carga. La división de carga activa (KW) entre los generadores conectados en paralelo, es prácticamente independiente de la excitación del generador y los KVA reactivos sí dependen de ella. Los métodos para corregir la excitación de los generadores que estén bajo una mayor o menor carga reactiva de la que les corresponde, consisten en controles de compensación de corriente cruzada o de caída de voltaje en el circuito del regulador de voltaje. El ajuste del reóstato para corriente cruzada o de caída de voltaje debe ser tal que permita el funcionamiento estable de los generadores en condiciones de carga con KVA reactivos.

Sección de instrumentos. El generador cuenta con una sección de medición, que permite observar los parámetros de operación y se encuentra localizada al frente del panel del circuito de control o montada sobre el mismo generador. Los instrumentos que se proporcionan como equipo de norma en PEE son: vólmetro, amperímetro, frecuencímetro, horímetro, conmutador vóltmetro, conmutador ampérmetro y kilowatthorímetro (opcional). Además, debe tener un interruptor termomagnético para protección contra cortocircuitos y sobrecargas, conectado a la salida del generador.



Las doce terminales que salen del generador son reconectables para obtener el voltaje deseado (fig. 3.20). Por último, en las PEE, el voltaje se controla con el regulador de voltaje y la frecuencia con las RPM del MCI que a su vez se controlan con el gobernador de velocidad.

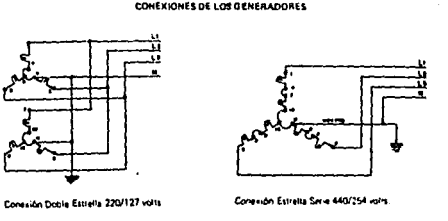
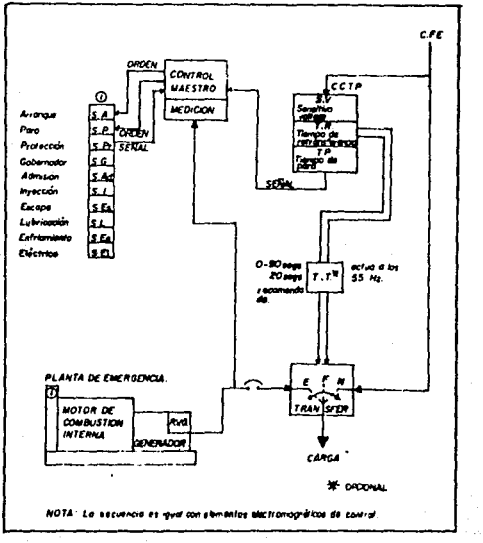


Figura 3.20

3.1.2.7 DIAGRAMA GENERAL.

La secuencia general de control es la que ocurre cuando están interconectados todos los elementos que intervienen en una PEE automática ya sea a base de relevadores o circuitos integrados como se muestra en los diagramas posteriores, que son arreglos típicos aún vigentes.

En esta sección incluímos algunas tablas de modelos por capacidades y datos técnicos que entrega el proveedor. Por otra parte, es importante mencionar que cualquier PEE en México, debe cumplir la norma NOM J 467 y que cada proveedor debe entregar una lista de refacciones que se deben tener como stock.



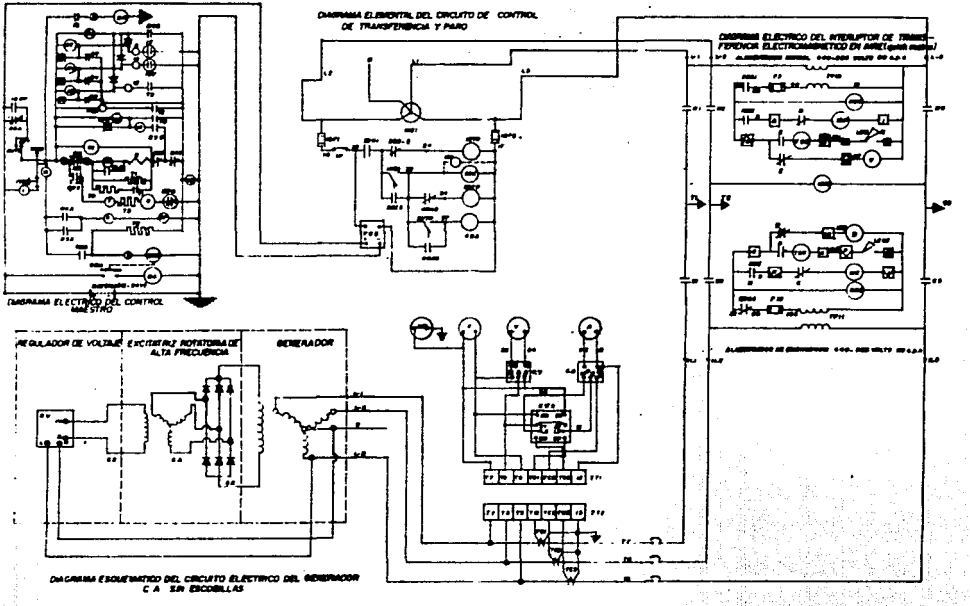
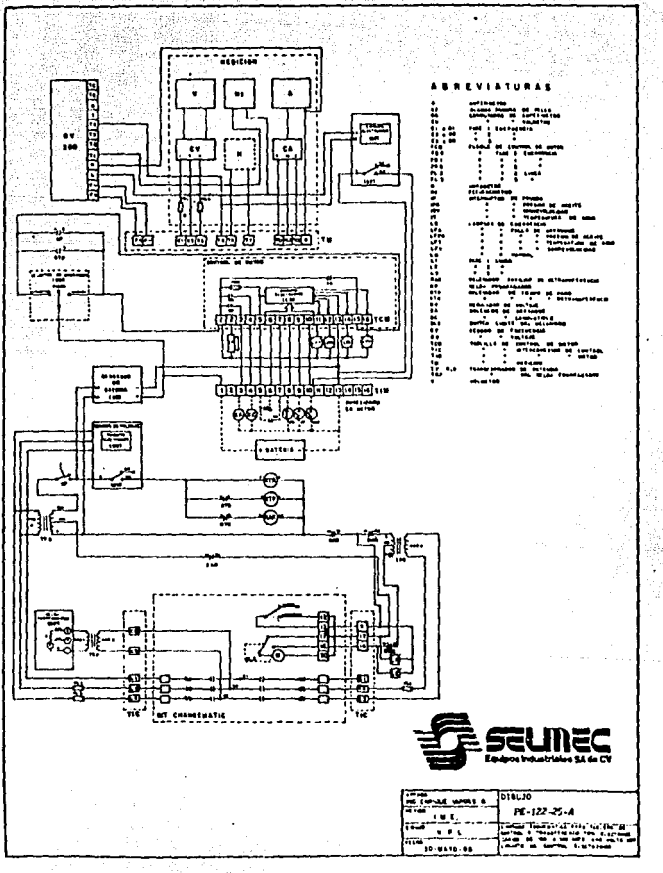


DIAGRAMA ELEMENTAL DEL CIRCUITO DE CONTROL DE TRANSFERENCIA Y PARO
DIAGRAMA ELECTRICO DEL INTERRUPTOR DE TRANSFERENCIA ELECTROMAGNETICO EN AIRE(para motor)
DIAGRAMA ELECTRICO DEL CONTROL MANUAL
REGULADOR DE VOLTAJE
EXCITATRIZ ROTATORIA DE ALTA FRECUENCIA
GENERADOR
DIAGRAMA ESQUEMATICO DEL CIRCUITO ELECTRICO DEL GENERADOR C.A. SIN ESCOBILLAS


ABREVIATURAS
SELMEC
Equipos Industriales SA de CV
DIBUJO
PE-122-25-A

CUADRO DE REFERENCIAS TECNICAS

PLANTA DE EMERGENCIA SELMEC								AIRE "A"		TUBO CONDUIT "A" o DUCTO "A"				TUBO CONDUIT "B"				TUBO CONDUIT "C"				TUBO CONDUIT "D"			
	CAPACIDAD KW	CAPACIDAD EN AMPERES		[illegible]		No. DE [illegible]				[illegible]		CALIBRE DE LOS CONDUCTORES		[illegible]				[illegible]				[illegible]			
		220 V	440 V	220 V	440 V	220 V	440 V	220 V	440 V	220 V	440 V	220 V	440 V	220 V	440 V	220 V	440 V	220 V	440 V	220 V	440 V	220 V	440 V	220 V	440 V
1	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
2	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
3	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
4	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
5	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
6	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
7	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
8	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
9	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
10	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
11	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
12	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
13	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
14	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
15	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
16	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
17	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
18	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
19	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
20	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
21	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
22	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
23	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
24	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]

NOTAS

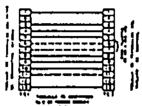
[illegible]

CUADRO INDICATIVO

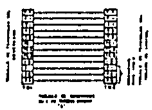
[illegible]	TUBERIA CONDUIT	DESCRIPCION
1	"A"	[illegible]
2	"B"	[illegible]
3	"C"	CONDUCTORES DE CONTROL DEL MOTOR AL TABLERO DE CONTROL

ABREVIATURAS DE TIPO DE TRANSFERENCIA

[illegible]



ALAMBRADO DE CONTROL



ALAMBRADO DE CONTROL

SELMEC	OBRA: PLANTAS ELECTRICAS	
V. P. L.	1-01-80	[illegible]
C. G. M.	[illegible]	
A. C. C.		C/PE-121-21-B

CARACTERISTICAS DEL MOTOR

MODELO DE PLANTA	MARCA	MODELO	No TIEM POS.	No CIL.	DIAM. PIST. mm.	CARR. PIST. mm.	CAP. EMB. lts.	VELOC. PISTON m/s	VEL. ANG. RPM	P.MAX. EFECT. HP	% DE S.CARGA EMERG.	RELAC. COMPR.	COMB. CONS. lt/kwh	TIPO ASP.	CAPAC. CARTER lts.	CAP. RAD. lts.	COD.	DIST ELEC VOLT	REG. VEL. %
EPR4	PERKINS	LD096	4	4	98.43	127	3.86	7.62	1800	60	10	16:1	0.31	N	7.5		MEC.	12	
EPR6	PERKINS	TJ006	4	6	98.43	127	5.80	7.62	1800	85	10	16:1	0.31	N	8.0		MEC.	12	
EPR6T	PERKINS	TJ001	4	6	98.43	127	5.80	7.62	1800	110	10	15.5:1	0.31	T	8.0		MEC.	12	
6C4B3.9	CUMMINS	4B3.9 ✓	4	4	102	120	3.92	7.2	1800	61	10	18.5:1	0.29	N	9.5	9.3	MEC.	12	0.25
6C4BT3.9-1	CUMMINS	4BT3.9 ✓	4	4	102	120	3.92	7.2	1800	82	10	17.5:1	0.29	T	9.5	6.2	MEC.	12	0.25
6C4BT3.9-1	CUMMINS	4BT3.9-1 ✓	4	4	102	120	3.68	7.2	1800	134	10	17.5:1	0.29	T	14.3	8.1	MEC.	12	0.25
6C4BT3.9-2	CUMMINS	4BT3.9-2 ✓	4	4	102	120	3.88	7.2	1800	166	—	16.5:1	0.29	T	14.3	12.2	MEC.	12	0.25
6CNR55	CUMMINS	NT855-4 ✓	4	6	140	152	14	9.12	1800	375	10	14:1	0.29	N	31.0	40	ELEC	24	0.25
6CNR55-1	CUMMINS	NT855-4 ✓	4	6	140	152	14	9.12	1800	375	10	14:1	0.29	N	31.0	40	ELEC	24	0.25
6C6CT8.3	CUMMINS	6CT8.3 ✓	4	6	114	135	8.27	8.1	1800	154	10	17.3:1	0.29	T	19.0	17	MEC.	12	0.25
6CACTA8.3	CUMMINS	6CTA8.3 ✓	4	6	114	135	8.27	8.1	1800	217	10	16:1	0.29	TA	19.0	17	MEC.	12	0.25
6CNT855	CUMMINS	NT855-4 ✓	4	6	140	152	14	9.12	1800	375	10	14:1	0.29	T	31.0	40	ELEC	24	0.25
6CNT855-2	CUMMINS	NT855-4 ✓	4	6	140	152	14	9.12	1800	375	10	14:1	0.29	T	31.0	40	ELEC	24	0.25
6CNTA855	CUMMINS	NT855-4 ✓	4	6	140	152	14	9.12	1800	375	10	14:1	0.29	T	31.0	40	ELEC	24	0.25
6CNTAM55-1	CUMMINS	NTA855-2	4	6	140	152	14	9.12	1800	465	10	14:1	0.29	TA	22.7	42	ELEC	24	0.25
6CNTA855-2	CUMMINS	NTA855-2 ✓	4	6	140	152	14	9.12	1800	465	10	14:1	0.29	TA	22.7	42	ELEC	24	0.25
6CNTTA855-2(	CUMMINS	NTTA855-2 ✓	4	6	140	152	14	9.12	1800	535	10	13.7:1	0.29	TTA	22.7	45	ELEC	24	0.25
6CNTTA855-2	CUMMINS	NTTA855-2 ✓	4	6	140	152	14	9.12	1800	535	10	13.7:1	0.29	TTA	22.7	45	ELEC	24	0.25
6CKTA19-2(	CUMMINS	KTA19-2 ✓	4	6	159	159	19	9.54	1800	600	10	14.5:1	0.28	TA	32.0	82	ELEC	24	0.25
6CKTA19-2	CUMMINS	KTA19-2	4	6	159	159	19	9.54	1800	600	10	14.5:1	0.28	TA	32.0	82	ELEC	24	0.25
6CKTTA19(	CUMMINS	KTTA19-1 ✓	4	6	159	159	19	9.54	1800	685	10	14.5:1	0.28	TTA	32.0	82	ELEC	24	0.25
6CKTTA19	CUMMINS	KTTA19-1 ✓	4	6	159	159	19	9.54	1800	685	10	14.5:1	0.28	TTA	32.0	82	ELEC	24	0.25
6CKTTA19-2	CUMMINS	KTTA19-2 ✓	4	6	159	159	19	9.54	1800	730	10	14.5:1	0.28	TTA	32.0	82	ELEC	24	0.25
6CVTA28-2(	CUMMINS	VTA28-2 ✓	4	12	140	152	28	9.12	1800	900	10	14:1	0.30	TA	60.5	95	ELEC	24	0.25
6CVTA28-2	CUMMINS	VTA28-2 ✓	4	12	140	152	28	9.12	1800	900	10	14:1	0.30	TA	60.5	95	ELEC	24	0.25
6CKTA38-2	CUMMINS	KTA38-2	4	12	159	159	38	9.54	1800	1200	10	14.5:1	0.28	TA	87.0	207	ELEC	24	0.25
6CKTA50-1	CUMMINS	KTA50-1	4	16	159	159	50	9.54	1800	1490	10	14.5:1	0.29	TA	95.0	230	ELEC	24	0.25

NOTA: LA POTENCIA EFECTIVA INCLUYE LA SOBRECARGA.

EL CONSUMO DE COMBUSTIBLE EN LOS MOTORES PERKINS ESTA CALCULADO A PLENA CARGA Y EN LOS CUMMINS A 3/4 DE CARGA.

ABREVIATURAS

N NATURAL
T TURBOCARGADOR
TT DOBLE TURBOCARGADOR
A POSTENFRIADOR

Modelo	Capacidad Kw 60 Hz Cont	Emer	Dimensiones Aproximadas Largo MM	Ancho MM	Altura MM	Peso KG	Notas
SC4B[illegible]	30	33	1981	737	1143	[illegible]	1
SC4B[illegible]	49	64	1981	737	1143	[illegible]	1
SC4B[illegible]	58	64	1981	737	1143	780	2
[illegible]	75	82	2242	737	1143	870	1
[illegible]	97	107	2242	737	1143	900	1
[illegible]	117	130	2540	838	1401	[illegible]	2
[illegible]	150	165	2540	838	1401	1485	1
SC[illegible]	200	220	3277	991	1448	[illegible]	[illegible]
SC[illegible]	223	248	3277	991	1448	[illegible]	[illegible]
SCSTARA[illegible]	256	279	3277	991	1448	[illegible]	[illegible]
SCSTAR[illegible]	274	295	3277	991	1448	[illegible]	[illegible]
SCSTAR[illegible]	300	315	3277	991	1448	[illegible]	[illegible]
SCSTAR[illegible]	315	350	3277	1016	1448	[illegible]	[illegible]
SC[illegible]TA19 2	350	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
SC[illegible]TA19 1	420	400	3505	1245	[illegible]	[illegible]	[illegible]
SC[illegible]TA19 2	460	500	3505	1246	1727	[illegible]	1
SCVTA26 2	500	560	3937	1448	2057	[illegible]	1
SCVTA26 2	500	590	3937	1446	2067	[illegible]	2
SC[illegible]TA38 1	630	700	4547	1906	2540	[illegible]	2
SC[illegible]TA38 2	732	800	4547	1906	2540	[illegible]	2
SC[illegible]TA38 3	825	[illegible]	4877	1906	2540	[illegible]	2
SC[illegible]TA50 1	[illegible]	1000	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
SC[illegible]TA50 3	[illegible]	1250	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]

Capacidad a nivel del mar a 60 ciclos y con un factor de potencia de 0.8

Notas: 1) Equipo Standard normalmente en stock
2) Equipo Standard no disponible en stock

Amplio Rango de Voltajes en Casi Todos los Tamaños

Ciclos	Conexión	Y 4 Hilos
60	Y corta	120/208 a 139/240
60	Y larga	220/380 a 277/480

3.2 SISTEMAS DE FUERZA ININTERRUMPIBLE.

Los grandes avances tecnológicos que se han logrado en la década de los 70; en el campo de la electrónica y en particular en el ámbito de los semiconductores, han propiciado el desarrollo de dispositivos de estado sólido (diodos, tiristores de potencia, circuitos integrados, transistores, etc.); con características de mayor confiabilidad, más larga vida y con tiempos de respuesta más cortos que los dispositivos electrónicos y electromecánicos; tales elementos han permitido disponer en la actualidad de: rectificadores, inversores y conmutadores estáticos, que son los componentes básicos de los actuales equipos de estado sólido para el suministro de energía eléctrica ininterrumpible (UPS), cuya función es la de proporcionar una alimentación limpia (libre de perturbaciones o defectos) y continua de energía eléctrica a la maquinaria y/o equipo considerado como carga crítica, que no pueden tolerar una interrupción ni siquiera de una fracción de ciclo, de la línea de alimentación en instalaciones industriales o comerciales.

Básicamente son 4 los principales tipos de problemas relacionados con el suministro de la energía eléctrica comercial y que afectan de manera desfavorable el funcionamiento de aquellos equipos comerciales e industriales (que requieren de energía eléctrica de excelente calidad) y las actividades relacionadas con ellas, éstos son:

. Fallas de parpadeos en la línea comercial de suministro: debidas a desconexiones de la red, a una capacidad limitada de reserva, disparos de los interruptores de circuito, fusibles quemados y correcciones del factor de potencia. Comúnmente estas dificultades resultan en pérdidas de potencia con períodos de duración desde 50 mseg. hasta 250 mseg. y pueden ocurrir muchas veces al año, dependiendo de una serie de factores como: ubicación del equipo, condiciones ambientales, etc.

. Las caídas, elevaciones y transitorios de voltaje y frecuencia son provocados por tormentas, rayos, desconexiones en la red, - corrección del factor de potencia en las subestaciones y la entrada de cargas grandes en la línea, esto causa efectos transitorios de hasta 2000 volts con duración de hasta 30 mseg. pu- - diendo ocurrir cientos de veces al año.

Períodos de bajo voltaje: Estos son provocados por las reducciones de voltaje en las plantas generadoras de la compañía sumi-- nistradora, presentándose este problema cuando la demanda de -- energía se acerca a la capacidad disponible de la planta generadora; generalmente estos períodos de bajo voltaje presentan reducciones del 3 al 5% respecto al normal, pero cuando son mayores pueden provocar calentamientos y daños sobre todo al equipo electrónico, haciéndose aún más grave al combinarse con otras - caídas de voltaje tanto del sistema de distribución como en el edificio del usuario.

Apagones: Estos son provocados por fallas en la red comercial, tormentas, rayos y reservas inadecuadas de energía eléctrica, - su duración es muy variable, pudiendo ser desde unos minutos -- hasta días enteros.

3.2.1 INSTALACION

La instalación de un UPS, requiere de una cuidadosa planea-- ción del lugar en el que operará; para lo cual es necesario considerar los siguientes parámetros básicos:

1.- Prever un camino suficientemente amplio y estructuralmente - resistente entre el punto de entrega y el lugar de operación del UPS.

2.- Una estructura y condiciones del piso capaces de soportar el peso del UPS y del banco de baterías; el peso aproximado de una unidad de 40 kva es de 3000 kg.

3.- Prever espacio suficiente en el local en que se instalará el UPS, considerando las dimensiones propias de la unidad, espacio suficiente para la realización de maniobras de instalación, mantenimiento y reparación; así como de las condiciones físicas exigidas por su operación y la posible expansión de la unidad para responder a las necesidades futuras.

4.- También debe tomarse en cuenta que existen condiciones que afectan el funcionamiento del sistema, primordialmente temperatura, vibraciones, humedad y altitud sobre el nivel del mar.

5.- La ubicación del local debe considerar aspectos como: nivel de ruido, ventilación, independencia de las áreas de trabajo y cumplir con la reglamentación y leyes vigentes correspondientes.

6.- Para el manejo adecuado de los gabinetes del UPS antes de su instalación, deben protegerse de la humedad, rayos solares u otras formas de calor radiante, polvo y contaminantes riesgosos.

Colocación y fijación del equipo:

1.- Antes de su colocación final, es conveniente remover todos los flejes, envolturas exteriores y bloques, que pueden ser de difícil remoción posterior, así como los plásticos de protección de las partes interiores.

2.- Debido a que muchos de los componentes de la UPS son muy frágiles, por ejem.: tarjetas lógicas, tableros de control, etc. exigen que el manejo sea cuidadoso.

3.- Colocar los gabinetes en la posición apropiada, como se indica en los dibujos de colocación del equipo o los de distribución del lugar, cuidando que los espacios recomendados sean mantenidos.

4.- La instalación de los gabinetes del UPS, deben estar perfectamente nivelados, tanto en su base de cada uno como respecto a las demás partes del conjunto.

5.- Las juntas de los gabinetes se cubren con cinta de sellado y se atornillan el conjunto de secciones.

6.- Se recomienda un claro entre el techo y la parte superior de los gabinetes del UPS, mínimo de 0.5 mts. (20") cuando en el cableado se utilizan alambres y de 1.2 mts. (48") cuando se utiliza tubo conduit.

7.- Durante las operaciones de conexión, empalmes y ajustes en el interior de la unidad, es necesario proteger los demás dispositivos contra caídas de objetos o herramientas sobre ellos.

8.- Generalmente los cables y ciertos elementos de interconexión no son suministrados con el equipo, de manera que deben ser calculados y seleccionados de acuerdo a la reglamentación de la localidad.

9.- Para el alambrado del equipo es necesario hacerlo de acuerdo a los diagramas de interconexión del sistema, en los cuales se delinean las terminaciones de punto a punto y auxiliarse

del diagrama unifilar y elegir los calibres del cableado a - utilizar con fundamento al voltaje/amperaje que manejarán durante la operación normal.

10.- Verificar en todas las conexiones de CA, tanto de entrada como de salida la correcta colocación de las fases. Los UPS requieren un suministro de rotación de fases ABC.

11.- Debe asegurarse que todos los interruptores del circuito se - encuentren en la posición de abierto antes de realizar las conexiones en cada circuito del sistema.

Inspección y pruebas de pre-arranque:

Generalmente la verificación de la integridad física y eléctrica del equipo, así como la supervisión y desarrollo de su instalación hasta las pruebas de arranque inicial es realizada por - personal calificado, representante del fabricante o distribuidor del equipo, ésto es a causa de que éste es un equipo sofisticado, costoso y muy susceptible a que un error puede alcanzar una magnitud tal que puede causar la destrucción total o parcial del equipo.

Una inspección final incluye: inspección física, revisión -- del alambrado de interconexión y pruebas de las instalaciones antes del arranque inicial.

Para satisfacer las condiciones del párrafo anterior, el procedimiento básico es el siguiente:

1.- Se verifica, el desenergizado total del sistema.

2.- La carga crítica se encontrará alimentada eléctricamente por la fuente a través del interruptor de bypass y el arranque del UPS se realizará, sin interrupción de energía a la carga crítica.

3.- Examinar que el interruptor del circuito de bypass esté cerrado.

4.- Comprobar que las conexiones en la caja de tarjetas sean correctas.

5.- Verificar que el indicador del bypass, esté en la posición de arranque manual y que el interruptor de salida del inversor esté en la posición de abierto.

6.- Examinar que los fusibles en sus portafusibles estén haciendo un contacto correcto.

7.- Comprobar que los interruptores de control de la batería y del control lógico de suministro de fuerza estén en la posición de cerrado (ON) y observar que los led's o señales correspondientes a la corriente alterna de suministro estén funcionando.

Procedimiento de arranque inicial.

1.- Cerrar el interruptor del circuito de entrada de CA del rectificador.

2.- Activar con el interruptor en "ON" (energizado del sistema).

3.- Después de energizar con el interruptor el sistema, los led's indicadores se encenderán y se procede a la activación del interruptor de la batería.

4.- Reconectar el interruptor de derivación, en el caso de no activarse, se procederá a realizar el ajuste correspondiente.

Transferencia de la carga al sistema UPS.

1.- Activar a la posición de cerrado, el interruptor de salida del inversor, obteniéndose lo siguiente:

1.a. Encendido de los led's de señalización de cierre de la salida del inversor.

1.b. El inversor alimentará a la carga crítica, esta corriente será registrada por el amperímetro de salida de CA y el interruptor del bypass se abrirá.

2.- La unidad UPS se encuentra así en operación normal, ésto es, con el inversor suministrando energía a la carga crítica. Cualquier desviación respecto al estado normal de funcionamiento, que se registre en los led's indicadores e instrumentos de medición, deben ser anotados e investigarse las causas de tal(es) anomalía(s) inmediatamente, a excepción de los medidores de corriente CD y CA que varían de acuerdo a las variaciones de carga y el medidor de carga- descarga de la batería, el cual indica la corriente CD de entrada-salida del UPS únicamente.

Parada normal del UPS.

Las condiciones iniciales para efectuar el paro del UPS son:

- El UPS está suministrando energía a la carga crítica.
- La fuente de suministro de energía al bypass está disponible en la entrada del interruptor de distribución.

El procedimiento de paro es el siguiente:

1.- Asegurarse que el indicador (led) de no interrupción de transferencia al bypass, esté encendido.

2.- Realizar la transferencia de la carga crítica a la fuente del bypass, colocando el interruptor de control de transferencia en la posición de bypass efectuándose la transferencia.

3.- Existen UPS que automáticamente por medio de dispositivos mecánicos, llevan al interruptor del UPS a la posición re-arranque manual, si éste no es el caso, la colocación del interruptor a la posición de re-arranque manual, la realizará la persona encargada del UPS.

4.- Situar el interruptor de salida del inversor, en la posición de abierto.

5.- Colocar el interruptor del UPS en la posición de apagado (OFF).

6.- Realizar la apertura del interruptor de la batería.

Una vez realizadas las operaciones anteriores, el estado del UPS es el siguiente:

- La lógica del sistema del UPS, estará aún en operación.
- El voltaje de CD, lentamente irá disminuyendo a cero.
- El interruptor del circuito de entrada permanecerá cerrado.
- Los interruptores de salida del inversor y de la batería, están abiertos.
- Ambos circuitos los del rectificador/cargador y el del inversor, así como los demás circuitos derivados permanecerán apagados -- hasta que el sistema sea nuevamente re-arrancado.

Todo el procedimiento de instalación mencionado, está referido a las condiciones óptimas que sugiere el fabricante. Dependiendo del tipo de UPS que se trate se hacen las modificaciones adecuadas y al igual que en PEE, el instalador debe dejar el equipo en perfectas condiciones de operación, con todo el protocolo de pruebas correspondientes. En general, la instalación de un UPS requiere dos condiciones muy importantes: que el local donde se instale se encuentre limpio y además seco.

3.2.2. OPERACION.

3.2.2.1. CARACTERISTICAS GENERALES.

Los UPS's en general deben cumplir con ciertos estándares, que son requisitos indispensables. En U.S.A. el estándar 1778 de Underwriters Laboratory (UL) describe que son, que hacen y que estándares deberán cumplir los UPS's. Las pruebas se concentran principalmente en la seguridad y sólo aquellos que cumplan los procedimientos específicos de UL podrán ostentar dicho sello. En Canadá la Asociación de Estándares de Canadá (CSA) tiene la misma función y en nuestro país es la Dirección General de Normas (DGN); por lo cual consideramos que tales aprobaciones son un factor importante a considerar en la selección de estos equipos.

Los UPS tienen una gran diversidad de aplicaciones, sobre todo en circuitos donde la carga crítica es muy delicada, por ejemplo, centros de cómputo, aeropuertos, procesos industriales automáticos, estaciones transmisoras, control, medición y muchos otros procesos más. Se pueden clasificar en dos grandes familias: UPS de estado sólido, que son el objeto de este trabajo y los de almacenamiento de energía mecánica (rotatorios o inerciales), de los cuales hablaremos más adelante.

UPS DE ESTADO SOLIDO

Estos sistemas se componen básicamente de los siguientes elementos: Un rectificador/cargador de baterías, banco de baterías, inversor estático e interruptor de transferencia o bypass. También se puede contar opcionalmente con una fuente auxiliar de generación (PEE), que se utiliza cuando se considera necesario tener protección contra fallas prolongadas de energía.

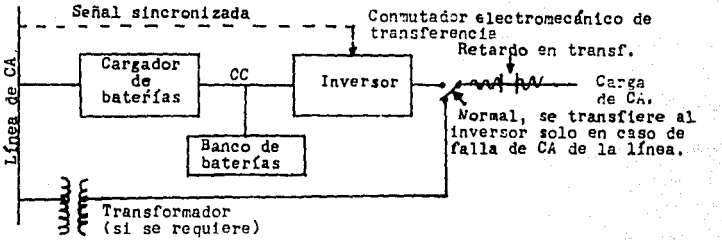
Los dispositivos de estado sólido proporcionan transitorios de reacción rápida, frecuencia estable de salida, alta eficiencia y operación relativamente silenciosa (60 dB). El equipo de estado sólido con rectificadores controlados de silicio y conmutadores estáticos, aisla los transitorios de voltaje de la línea de suministro normal, variaciones de frecuencia, estados de alto y bajo voltaje, es decir, estos dispositivos actúan como filtro de línea y regulador de voltaje, además de asegurar una alimentación continua durante las interrupciones normales de energía. El costo por KVA de un UPS se ha reducido debido a los avances técnicos y al desarrollo de la tecnología de estado sólido.

Existen básicamente 2 tipos de UPS de estado sólido, que se diferencían por el tiempo empleado en realizar la transferencia, cuando falla el suministro normal. Se pueden clasificar en 2 grandes grupos:

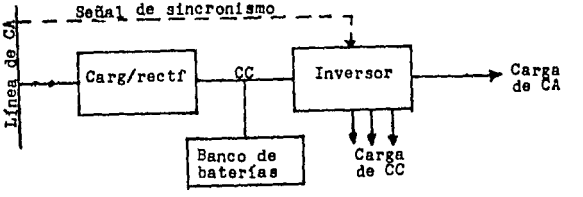
I.- **Sistemas fuera de línea.** Conocidos también como sistemas de reserva o apoyo. En estos equipos el inversor sólo se activa cuando se detecta alguna falla en la línea y la transferencia se realiza por conmutadores electromecánicos para alimentar la carga crítica a través del inversor. Esto significa que existe una ausencia momentánea de energía de 2 hasta 10 ciclos. Su costo es bajo y requiere poco mantenimiento, pero tiene un rango limitado de potencias.

II.- **Sistemas en línea.** En éstos, el inversor está permanentemente suministrando energía a la carga crítica y en el caso de presentarse una falla en la línea comercial, el banco de baterías alimenta al inversor y no se registran interrupciones mayores de 1/4 de ciclo. La transferencia se realiza mediante conmutadores de estado sólido (estáticos) que pueden tener cualquier de los arreglos siguientes:

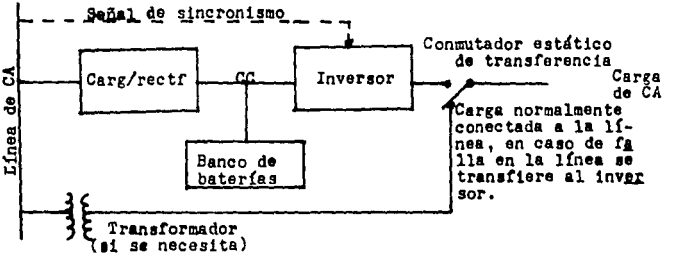
a) Sistema directo: En este sistema la carga es alimentada a través del conmutador estático desde la línea de CA, utilizando un transformador en aquellos casos en que son diferentes el voltaje de la línea de suministro y el voltaje requerido por la carga crítica. Cuando se presenta una falla de energía en la línea, el conmutador realiza la transferencia de la carga al inversor el cual se alimentará a su vez del banco de baterías. El cargador requerido es de baja capacidad pues sólo es utilizado para cargar al banco de baterías. Esta clase de sistemas no aseguran una buena regulación ni el aislamiento de los transitorios de la línea de CA.



Sistema fuera de línea

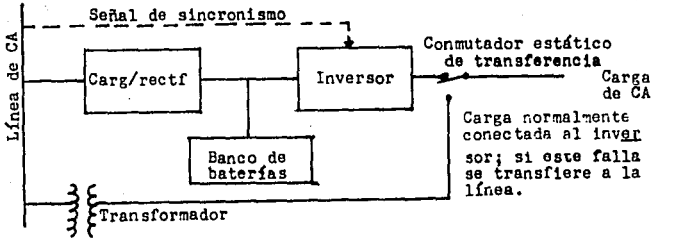


Sistemas en línea con derivaciones de CC



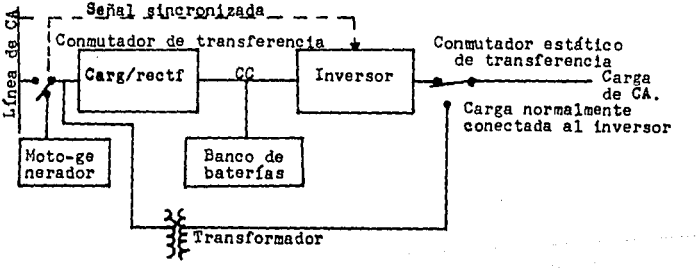
UPS con conmutador directo

b) Sistema inverso: Este sistema cubre las deficiencias del anterior, al proporcionar buena regulación y aislamiento de transitorios de voltaje y frecuencia, ésto lo hace muy confiable. -- La energía de la línea de CA alimenta al cargador/rectificador, que mantiene en flotación al banco de baterías y proporciona - la energía para la carga crítica mediante el inversor y el conmutador estático de transferencia. Si el inversor falla el -- conmutador transfiere la carga a la línea de suministro de CA en un período de 0 a 1/4 ciclo; este sistema tiene un costo mayor que el anterior.



UPS con conmutador inverso

c) Sistema inverso combinado con motogenerador: Este es el más - confiable al proporcionar mayor protección contra las fallas - prolongadas de energía que rebasen la capacidad de suministro del banco de baterías. El arranque de la planta de emergencia generalmente se realiza de manera automática y en un tiempo -- programado. Se debe ajustar la frecuencia y el voltaje a los requerimientos de la carga, antes de su transferencia y de manera automática. · La sincronización del motogenerador se efectúa por medio de conmutador de sincronización ubicado en el -- conmutador de transferencia de la planta de emergencia.



UPS con conmutador inverso y Motogenerador

En los diagramas de las figuras 3.21 a 3.25, se muestra la secuencia de operación que sigue el sistema para cada caso y cuyo principio de funcionamiento es el que describimos a continuación:

A) OPERACION NORMAL.

La corriente alterna que llega de la compañía suministradora alimenta al cargador/rectificador y éste la transforma en CD, para alimentar a su vez al inversor, el cual mediante tiristores y filtros capacitivos-inductivos realizan la transformación de la energía a CA para alimentar a la carga crítica. También, una pequeña fracción de energía se utiliza para mantener en voltaje de flotación el banco de baterías. En estas condiciones, el UPS actúa como un regulador de voltaje y amortigua considerablemente las sobretensiones que se puedan producir en las líneas de alimentación normal.

B) OPERACION CON EL BANCO DE BATERIAS.

Cuando se presenta una falla en la alimentación normal, el rectificador entra en condición de apagado y en este momento la batería proporciona la energía que requiere el inversor para seguir alimentando la carga crítica, quedando el control de la frecuencia a cargo de un oscilador local y se pierde la función de sincronismo con la línea normal al fallar el suministro de energía. La carga crítica no deja de recibir energía debido a que el banco de baterías en todo momento está conectado a las barras colectoras de C.D.

El tiempo de alimentación que normalmente se prevee del banco de baterías es de 30 minutos, aunque si es necesario se puede realizar la ampliación para soportar tiempos mayores. Los UPS --

tienen alarmas indicadoras de que el sistema está operando con baterías y se tomen las medidas precautorias pertinentes; en caso de llegar a un nivel mínimo de voltaje calibrado se efectúa el disparo automático del sistema, por lo que es necesario estimar el tiempo requerido para salvaguardar la carga crítica conectada.

C) RECARGA DEL BANCO DE BATERIAS.

Una vez restituida la alimentación normal, el rectificador se conecta automáticamente y proporciona una corriente para mantener alimentados tanto al inversor como al banco de baterías para restituir la energía que cedió anteriormente.

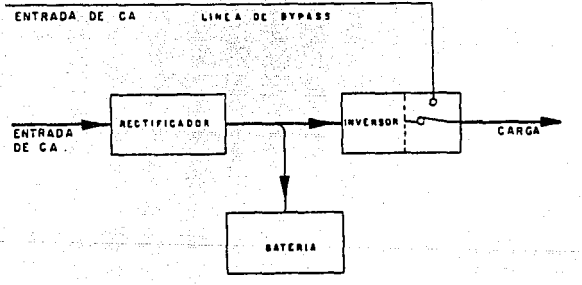
D) OPERACION DE TRANSFERENCIA A LA LINEA.

Cuando se presenta una falla del inversor o una sobrecarga en este mismo, o bien, no funciona el rectificador, se genera una señal de comando sobre el interruptor de salida del inversor, el interruptor estático y el interruptor de bypass. Estos 3 elementos tienen tiempos de operación diferentes, siendo el más rápido de ellos el interruptor estático que consiste en tres interruptores de estado sólido (tiristores) uno para cada fase, realizando la conexión para la carga tanto al UPS como a la línea, aproximadamente 1/4 de ciclo después de haber recibido la señal de disparo en las compuertas de los tiristores. Aproximadamente 2 ó 3 ciclos después abre el interruptor de salida del inversor y la carga es soportada por la línea a través del interruptor estático y entre los 8 y 10 ciclos, cierra el interruptor bypass puenteando la corriente que circulaba por el interruptor estático.

Esta secuencia se conoce como "make-before-break", o sea, conectar antes de desconectar, refiriéndose a la conexión a la línea antes de desconectar el equipo ininterrumpible, realizándose la transferencia sin afectar la carga crítica.

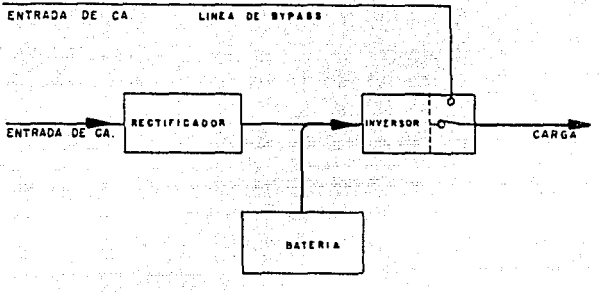
E) RETRANSFERENCIA DE LA LINEA AL UPS.

Para retransferir la carga de alimentación normal a UPS, se cierra el interruptor de salida del inversor y queda la carga conectada a través del bypass en paralelo. Cuando el UPS soporta la mayor parte de la carga se abre el bypass y se separa de la línea El tiempo que tarda la retransferencia es de aproximadamente 1/2 seg. y también se efectúa con la secuencia "conectar antes de desconectar".



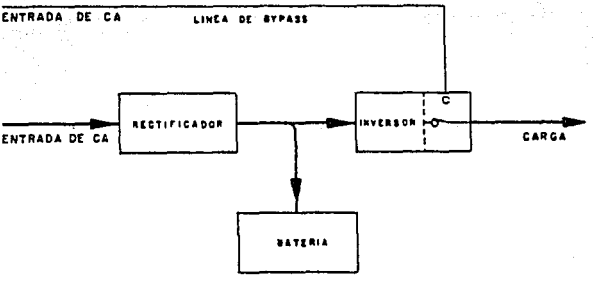
EL UPS ES ALIMENTADO CON CA.
LA BATERIA PERMANECE EN FLOTACION
LA CARGA SE ALIMENTA DEL UPS

Fig. 3.21.- Operación normal



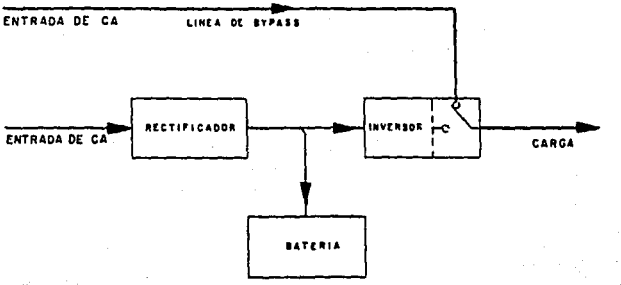
LINEA COMERCIAL FALLO
BATERIA ALIMENTANDO AL INVERSOR
CARGA ALIMENTADA POR EL INVERSOR

Fig. 3.22.- Operación con el banco de baterías



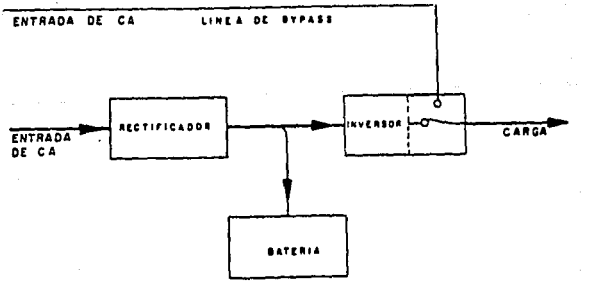
LINEA COMERCIAL SE RESTABLECE
RECTIFICADOR ALIMENTANDO AL INVERSOR Y
CARGANDO A LA BATERIA
CARGA ALIMENTADA POR EL INVERSOR

Fig. 3.23.- Recarga del banco de baterías



CARGA ALIMENTADA POR LA LINEA DE BYPASS
EL RECTIFICADOR Y EL INVERSOR PUEDEN O
NO ESTAR FUNCIONANDO.

Fig. 3.24.- Transferencia a la línea

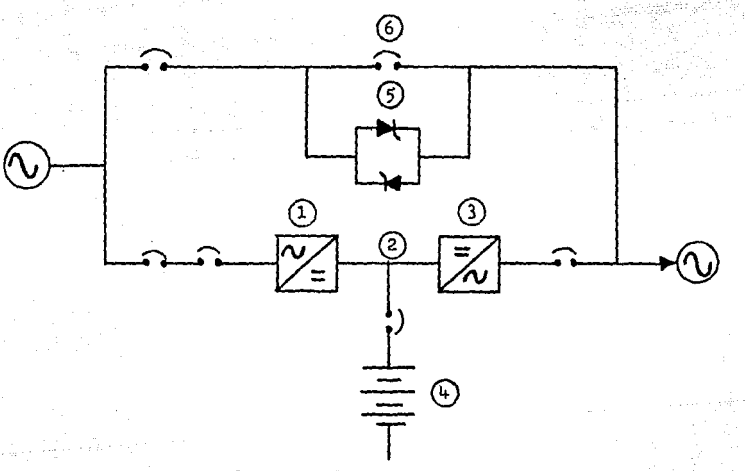


EL UPS ES ALIMENTADO CON CA
LA BATERIA PERMANECE EN FLOTACION
LA CARGA SE ALIMENTA DEL UPS

Fig. 3.25.- Retransferencia de la línea al UPS

3.2.2.2. COMPONENTES DEL UPS DE ESTADO SOLIDO.

En la fig. 3.26 se muestra un diagrama de bloques con los elementos que componen un UPS de estado sólido, de los cuales damos una pequeña descripción de la función que realizan y como lo hacen.



1.- Cargador/rectificador.

2.- Barras colectoras de CC.

3.- Inversor.

4.- Banco de baterías.

5.- Interruptor estático.

6.- Interruptor de bypass.

Fig. 3.26.- UPS de estado sólido

1.- CARGADOR/RECTIFICADOR.

Transforma la C.A. trifásica proveniente de la línea de alimentación a CC regulada, para mantener la alimentación a plena -- carga del inversor y la corriente de flotación al banco de bate-- rías.

Con los actuales cargadores que utilizan rectificadores de - estado sólido (RCS's o diodos), se ha logrado obtener con mayor - eficiencia (hasta del 93%) las características de: regulación de voltaje de ± 5% desde cero hasta plena carga con variaciones de - frecuencia y de voltaje de línea de ± 5% y ± 10% respectivamente a 60 ciclos; ésto anteriormente sólo se obtenía por medio de las plantas eléctricas.

Los rectificadores de gran capacidad son trifásicos y pueden ser de 2 tipos: de 1/2 onda cuya frecuencia de rizo es 3 veces mayor que la de C.A. (180 ciclos/seg.) y el de onda completa con -- circuito puente trifásico cuya frecuencia de rizo es 6 veces ma-- yor que la de C.A. (360 ciclos/seg.), este último es el utilizado generalmente en los UPS, cuyo diagrama y onda rectificada que genera se muestra en la fig. 3.27

Existen 3 métodos básicos utilizados para recargar baterías, éstos son: el de corriente constante a dos regímenes (rápida y -- lenta) y el de autoderivación, siendo este último el mejor; dado que su régimen de carga disminuye a medida que se recargan las baterías.

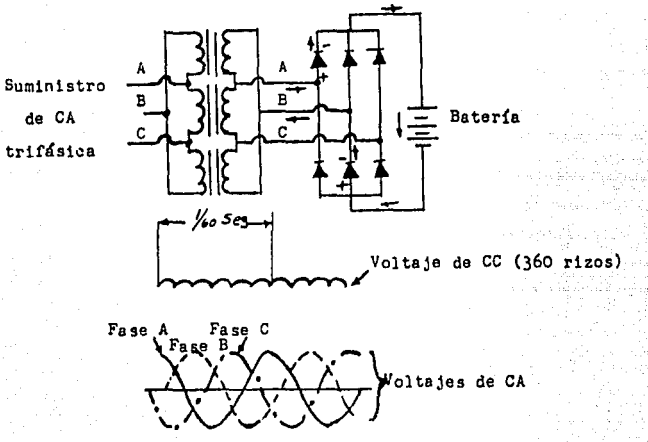
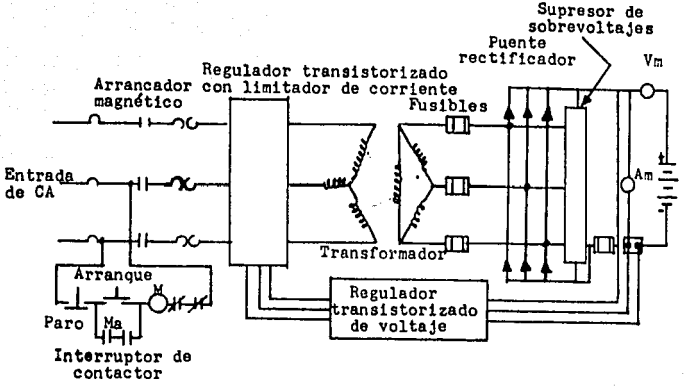


Fig. 3.27.- Cargador/Rectificador de onda completa tipo puente

El diagrama de la fig. 3.28 pertenece a un típico cargador de baterías de onda completa de voltaje constante y con regulación automática, ésta se logra por medio de RCS controlados por un regulador transistorizado; el voltaje constante se logra mediante la comparación del voltaje de salida de CC con un puente de voltaje constante de diodo Zener, éste al presentarse un desequilibrio genera una señal al rectificador para mantener el voltaje de CC, contando además con supresor de voltaje y limitador de corriente que protegen al cargador en valores seguros y los indicadores amperímetro y vóltmetro.

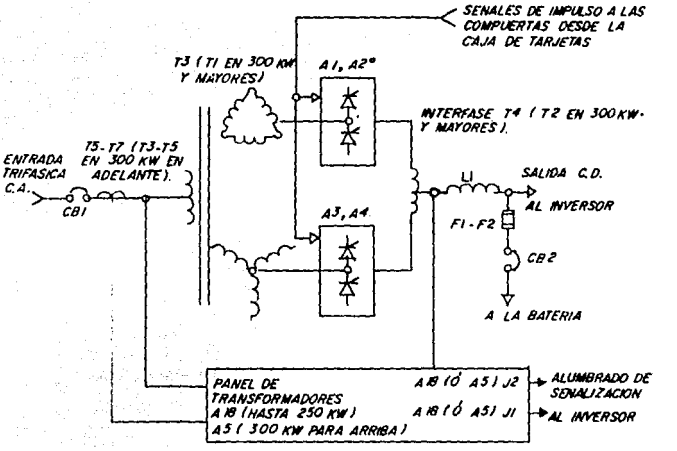


3.28.- Cargador de voltaje constante y regulación automática

La fig. 3.29 es de un cargador/rectificador de alta potencia y su funcionamiento es el siguiente:

Con el interruptor de entrada (CBI) cerrado, la energía de la fuente de alimentación normal de CA es suministrada primeramente al transformador principal T1, el cual tiene 2 embobinados secundarios (uno en delta y otro en estrella) cada uno alimenta a un circuito puente controlado por RCS's (tiristores de Potencia). El interruptor principal (CBI) normalmente puede ser abierto manualmente accionándolo a la posición "OFF".

La salida del cargador/rectificador de cada puente del circuito es conectada en paralelo a través de un transformador de in



EL NUMERO DE PIERNAS DEL RECTIFICADOR VARIA CON LOS KW SELECCIONADOS DE ACUERDO A LA CARGA CRITICA.

Fig. 3 .29. DIAGRAMA DE FUNCIONES EN EL RECTIFICADOR/CARGADOR.

terface T2. Siendo la salida de CC filtrada por una serie de - - chocks L1 (transformadores ferrorresontes).

La salida de CC del cargador/rectificador es conectada directamente a las terminales de entrada del inversor y al banco de baterías a través de los fusibles (F_1 y F_2) y al interruptor del -- mismo (CB2), ambos interruptores están en el módulo y son accionados en el mismo.

Los circuitos de control de límite de corriente, restringen a valores previstos la salida de corriente del cargador/rectificador a un porcentaje de su capacidad a plena carga (nominal 115%, ajustable de 95 a 125%), siendo ésto suficiente para recargar las baterías mientras se entrega energía al inversor para la carga -- programada. Un reducido límite de corriente está disponible en - el comando del control externo para disminuir la demanda de entrada de CA durante la operación del generador accionado por motor - diesel.

2.- BARRAS COLECTORAS DE CORRIENTE DIRECTA.

Estas interconectan las terminales de suministro de corriente directa del cargador/rectificador alimentando al inversor y al banco de baterías.

3.- BANCO DE BATERIAS.

Los bancos de baterías son la fuente más confiable para si-- tuaciones de emergencia o respaldo y aplicado con otros equipos - se puede configurar un sistema superior. Los bancos de baterías se instalan mediante conexiones en serie de las celdas individuales para alcanzar los voltajes requeridos.

Existen básicamente dos tipos de baterías: las baterías de ácido-plomo (ácidas) y las de níquel-cadmio (alcalinas). Las ácidas son más económicas que las alcalinas en su costo inicial, sin embargo, este ahorro de capital puede ser compensado en las alcalinas debido a que tienen una vida más prolongada, son de construcción más robusta y requieren de menos mantenimiento, sin embargo, ésto puede ser contradicho por la necesidad de ocupar más celdas alcalinas con 1.2 volts/celda contra 2 volts/celda de las ácidas, ver la tabla 3.2.1 comparativa.

El número de celdas de una batería de un sistema específico es función del voltaje disponible para cargar la batería y del nivel requerido en el voltaje al final del período de descarga, estos parámetros se visualizan mejor en la siguiente tabla (3.2.2).

TABLA 3.2.1 RELACION DE VOLTAJES CON EL TIPO Y NUMERO DE CELDAS.

VOLTAJE	NUMERO DE CELDAS		VOLTAJES DE		
NOMINAL	ACIDAS	ALCALINAS	RECARGA	FLOTACION	FINAL
120	60	92	143	129	105
48	24	37	58	51	42
24	12	19	30	26	21
12	6	10	15.5	13	10.5

Para el dimensionamiento apropiado de cualquier banco de baterías su ciclo de trabajo deberá contemplarse en base a:

1.- La cantidad de amperes-hora que entrega.

2.- El tiempo que se requiere para la descarga, es decir, el tiempo que durará conectada a la carga crítica en la condición de emergencia.

3.- El voltaje final del ciclo de descarga.

4.- La temperatura de operación.

5.- La secuencia de conexión de cargas.

Ciclo de recarga/igualación/descarga: En las baterías ácidas, aún sin descargarlas externamente el voltaje de las celdas tiende a bajar al mínimo en un período aproximado de 60 a 90 días, debido a ésto se hace necesario un incremento del 10% al voltaje nominal durante 25 ó 30 horas. Las baterías alcalinas presentan un mínimo de descargas propias por lo que si no son descargadas por circuitos externos, mantendrán los 1.2 volts/celda por varios meses, necesitando un 10% adicional en la recarga al voltaje nominal.

Las dimensiones del banco de baterías, en cuanto a capacidad se refiere, tiene que ser la adecuada para soportar la carga crítica hasta que ésta pueda ser retirada o desconectada ordenadamente, hasta el retorno de la energía comercial o bien hasta cuando la fuente de respaldo pueda ser arrancada y conectada a la carga crítica.

La aplicación de los bancos de baterías es ya muy extensa, encontrándoseles en instalaciones tales como: sistemas de comunicación, alumbrados de emergencia, arranque y alarmas de sistemas contra incendio, maniobras de operación en interruptores de potencia en subestaciones eléctricas y arranque de los motores de plantas de emergencia, etc.

TABLA 3.2.2 TIPOS DE BATERIAS

CARACTERISTICAS DE COMPARACION	A C I D A S		ALCALINAS
	PLOMO/CALCIO	PLOMO/ANTIMONIO	NIQUEL/CADMIO
Componentes: Placa + Placa - Electrolito	plomo/calcio plomo ácido sulfúrico en agua.	plomo/antimonio plomo ácido sulfúrico en agua.	níquel cadmio hidróxido de potasio en agua.
Operación:	. pobre a altas temperaturas. . altas descargas propias. . poco confiable en operaciones cíclicas. . pobre en descargas rápidas.	. buena en operaciones cíclicas.	. satisfactoria o cualquier temperatura. . sin descargas propias . la mejor en operaciones cíclicas. . buenas en descargas rápidas.
Costo	bajo	mediano	alto
Vida útil	12-15 años	10-12 años	20-23 años
Voltaje nominal	2v/celda	2v/celda	1.2v/celda
Celdas para 120 V.	60 celdas	60 celdas	92 celdas.
Para 120 volts Voltaje de recarga Voltaje de flotación. Voltaje final	20% adicional al voltaje nominal (143 V) 7.5% adicional al voltaje nominal (129 V) 12.5% menos del voltaje nominal (105 V)		

4.- INVERSOR.

Este realiza la función inversa a la del rectificador, al convertir la energía de CC proveniente del cargador/rectificador o del banco de baterías, en energía de CA mediante el empleo de puentes inversores electrónicos a base de tiristores de potencia (RCS) y filtros capacitivo-inductivos cuya cantidad varía con la capacidad en KW del UPS.

El inversor consta de 3 elementos principales, realizando cada uno una función específica, estos son: un oscilador, un conmutador de energía (inversor constituido por RCS) y un filtro regulador (transformador ferrorresonante). En la fig.3.30 se muestra su disposición y su función de cada elemento.

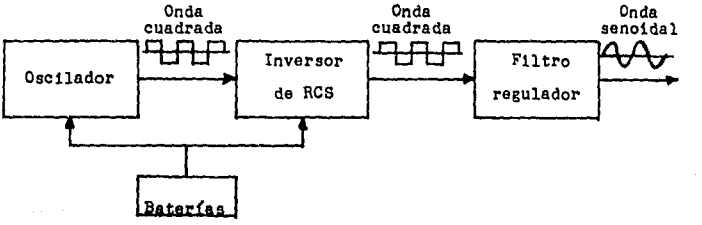


Fig. 3.30.- Diagrama de bloques de los elementos de un inversor.

El oscilador tiene la función de establecer la frecuencia de operación en un rango de ± 5 a ± 1% Hz, respecto al valor nominal, y además produce las señales de activación de los tiristores del inversor, controlándose la sincronización con la línea de suminis

tro mediante una señal externa o por medio de la frecuencia de - otro inversor. Una vez establecida la sincronía, la frecuencia - permanecerá estable e independiente de la carga y del voltaje de entrada.

Conmutador de energía (inversor de RCS's): Funciona conmutando la onda cuadrada de salida del oscilador energizado alternativamente los tiristores (RCS's); su salida también es una onda cuadrada de amplitud proporcional al voltaje de CC de entrada.

Se cuenta con el conmutador en circuito puente monofásico - utilizado para voltajes de alimentación en el primario de 120, -- 240 y 600 volts de CC y capacidades de 10 a 50 KVA, este circuito proporciona una excelente forma de onda.

En la fig. 3.31 se muestra el diagrama de bloques y las operaciones de un típico inversor monofásico con conmutador de energía conectado en circuito puente, que cuenta con interruptor de - arranque y resistencia limitadora que reduce la corriente en el - arranque. La lámpara encendida indicará que el interruptor de entrada está cerrado, aplicándose la tensión total y arrancando así el inversor. El filtro regulador cuenta también con resistencia de arranque en el primario; si el interruptor de salida se encuentra cerrado corto circuita la resistencia y se conecta la carga, quedando en funcionamiento.

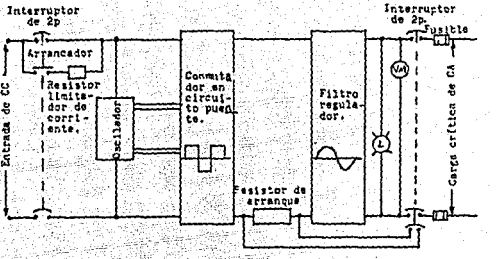


Figura 3.31

Diagrama de un inversor monofásico con conmutador en circuito tipo puente.

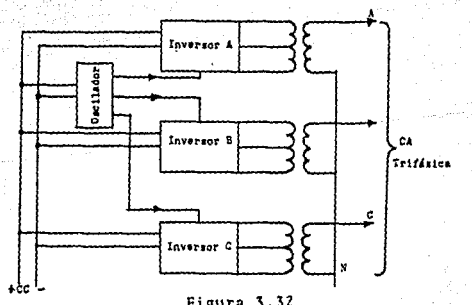


Figura 3.32

Inversor trifásico compuesto por 3 monofásicos, con alimentación de CC única y operados por un circuito de control (no mostrado).

Los conmutadores trifásicos (inversores): son la combinación de 3 conmutadores elementales monofásicos en cuyos secundarios de salida del transformador pueden estar conectados en delta o en estrella para alimentar la carga, estos conmutadores son empleados en los sistemas ininterrumpibles en capacidades desde los 10 KVA.

Filtro Regulador: Tiene varias funciones, que son: la de limitar la corriente de salida del conmutador protegiéndolo contra sobrecargas y corto circuitos, convierte la onda cuadrada de salida del conmutador en una onda senoidal con bajo contenido de armónicas (5% max. desde el 25 al 100% de carga), regula el voltaje de salida del ± 2 al 3% bajo todas las condiciones de operación.

El filtro es un transformador ferrorresonante similar al transformador de voltaje constante, protegido electrónicamente por un circuito limitador de corriente que evita que la corriente de salida del inversor exceda el 150% de la corriente total; es conveniente la selección y división de las cargas críticas para su protección por medio de fusibles de alta velocidad ya que por lo general estas cargas requieren interrupción instantánea ante los corto circuitos.

Antes de continuar, es conveniente definir un término utilizado frecuentemente en UPS's para designar a un conjunto de componentes y circuitos que forman una unidad y cuyo objeto, junto con otras unidades iguales es la de realizar una determinada función se les denomina "piernas" y su número en cada equipo varía con la capacidad de éste en KW.

A continuación se hará una descripción general de las partes y función de un inversor perteneciente a una unidad tipo de alta potencia; cuyo diagrama de funciones se muestra en la Fig. 3.33

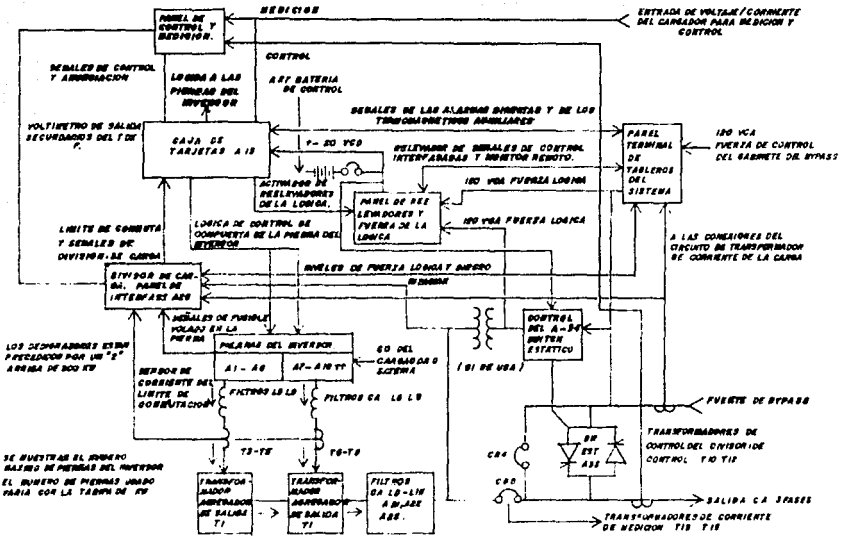


Fig.3.33. DIAGRAMA DE FUNCIONES EN EL INVERSOR.

En este inversor cada par de piernas (A_1 y A_6, etc.) constituye un circuito puente que realiza la conversión de CC a CA por la acción conmutada de los RCS's, suministrando una onda casi cuadrada de CA a uno de los embobinados primarios de los transformadores de fuerza T_1 ó T_2, obteniendo en su secundario un voltaje trifásico balanceado cuya forma de onda se aproxima a una senoidal; que es modificada a una buena senoidal por la acción de los filtros de salida de CA (A21, etc) y por los reactores (L_3, L_4, etc.).

La regulación del voltaje de salida (± 1%) para una amplia variación de carga y entrada de voltaje de CC también es realizada por los filtros a través de las señales de control generados por los sensores del sistema.

La lógica del sistema permite la realización de pruebas de funcionamiento de equipo como si éste estuviese trabajando normalmente, gracias a la fuente del bypass y/o banco de baterías.

El interruptor estático constituye también parte de los circuitos sensores del sistema y proporciona además la desconexión automática e inmediata de las piernas del inversor asumiendo además la continuidad de energía a la carga crítica.

5.- INTERRUPTOR ESTATICO.

Conocido también como conmutador automático de transferencia o simplemente conmutador estático: Estos tienen como función realizar la transferencia del suministro de energía eléctrica en forma casi instantánea (en un promedio aproximado de 1/4 de ciclo) - de una fuente principal de suministro a una fuente de protección de emergencia. En el caso particular de los UPS su función es, - que bajo las siguientes condiciones: fallas en el inversor (4), - detección de problemas en el rectificador (1), en las barras conductoras de CC (2), mantenimiento, inspección o reparación general del UPS, realizar la transferencia de la alimentación de energía a la carga crítica desde el UPS (fuente principal) a la línea de alimentación de CA (fuente de protección).

En la retransferencia de la fuente de protección a la fuente principal se efectuará una vez que se obtenga el restablecimiento de la energía al valor de ajuste preestablecido en la fuente principal, esta retransferencia es automática, con un retardo de aproximadamente 2 seg., ésto es con el propósito de asegurar la estabilidad del sistema y el mantenimiento en fase por medio de la -- operación del equipo de sincronización automática; cabe la aclaración de que en la retransferencia el tiempo de interrupción de -- energía a la carga crítica es igual al empleado en la transferencia.

Para lograr una conmutación tan rápida, ésta sólo es posible cuando la carga crítica tiene un factor de potencia muy cercano a la unidad de otra forma el voltaje y la corriente estarán defasados y la transferencia se dificulta, el empleo de capacitores llevará a la carga crítica a tener un factor de potencia unitario.

Algunas funciones adicionales de los conmutadores estáticos son: vigilar el voltaje de CA, lo que hace necesario hacer los ajustes a los rangos aceptables en su módulo de control, tanto para la transferencia como para la retransferencia, detección de sobrecargas, fallas de fase, invertir la energía y la secuencia de fase y hasta obtener con una entrada baja de voltaje.

Es así como estos componentes suministran energía con un mínimo de interrupción sin importar que la CA la proporcione el inversor a la línea de CA y si la falla es de esta última, de algún componente del UPS o de los circuitos secundarios.

Existe una gran diversidad de formas y tamaños de conmutadores monofásicos o trifásicos y con capacidades desde 100 VA hasta 400 KVA con capacidades de sobrecarga de 125% para 2 minutos y con tolerancias a transitorios de voltaje de la línea desde 120% para fuentes sincronizadas hasta 200% para fuentes no sincronizadas.

Cuando se alimenta a equipo crítico que puede resistir más de 5 ciclos de interrupción de energía, resulta más económico el empleo de conmutadores electromecánicos de transferencia, cuyo costo es varias veces menor. Pero debido al incremento de las necesidades de mayor productividad, mayor confiabilidad; así como del escaso mantenimiento que requiere, su demanda es creciente y su costo se justifica.

Al conectarse el conmutador a la salida del inversor (ver figura 3.34) permite el libre flujo de la CA a través del primero hacia la carga, ya que por medio de la conexión de 2 RCS's invertidos y conectados en paralelo, uno de ellos permitirá el paso de la 1/2 onda positiva y el otro de la 1/2 onda negativa de cada ciclo.

Cuando el voltaje del inversor disminuye por debajo de los rangos establecidos los RCS's de la línea se activarán alimentando a la carga y viceversa, controlándose ésto mediante la lógica de control de activación.

La presencia de corto circuitos en la carga crítica puede provocar que ésta se desenergice y falle, sobrecargando al inversor y activando al filtro limitador de corriente; lo que hace necesario la utilización de fusibles de acción rápida que debe de coordinarse con la corriente del filtro y con el tiempo que permite la carga.

La utilización del conmutador es opcional en los UPS no redundantes, pero es indispensable en los sistemas redundantes ya que sin éste la confiabilidad de los últimos se reduce aún más que en los no redundantes, pues la falla de un inversor ocasionaría que el otro inversor alimente al dañado paralizando al sistema.

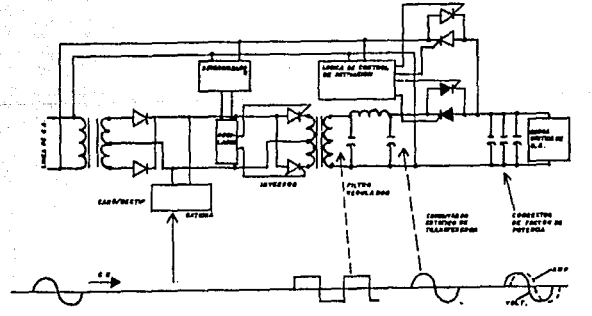


FIG. 3.14 UPS DEL TIPO INVERSO CON FILTRO Y CONMUTADOR ESTATICO, MOSTRANDO LAS FORMAS DE ONDA PRODUCIDAS POR SUS COMPONENTES.

ARREGLOS USUALES DE LOS UPS

A continuación se explicarán algunos de los arreglos más típicos de los sistemas ininterrumpibles, ya que existen diferentes alternativas que dependen esencialmente de las necesidades técnico-económicas prevalecientes en el lugar.

Sistema no Redundante: Esta es la configuración básica y consta de un cargador/rectificador, una batería y un inversor. Operando en su forma normal; es alimentado por la línea comercial de energía en el rectificador y éste a su vez alimenta al inversor y de éste a la carga, manteniendo en flotación a la batería, fig. 3.35

Este arreglo al no contar con la opción de transferencia a una planta de emergencia, únicamente dependerá del tiempo que duren las baterías alimentando a la carga crítica durante una falla en la línea de suministro restituyéndose la carga de las baterías al retorno de la energía de alimentación normal.

Esta configuración se encuentra en un amplio rango de potencias, desde 250 VA hasta 500 KVA.

Ventajas:

1) Proporciona energía ininterrumpible por un tiempo específico. al ocurrir alguna falla en el suministro.

2) El sistema es simple y de bajo costo, relativamente.

3) Tiene bajo mantenimiento, puesto que no existen partes en movimiento.

4) Presenta buena eficiencia en la conversión de energía, ya que que emplea componentes de estado sólido.

5) El sistema tiene alta confiabilidad.

Desventajas:

Al fallar el inversor, la carga crítica quedará sin suministro de energía, hasta que el inversor se repare.

La desventaja anterior puede ser superada por la inclusión de un interruptor estático para efectuar la transferencia de la carga crítica a la línea de alimentación, procurando que esta última tenga buena estabilidad en frecuencia y voltaje. Siendo el incremento del costo de un 10% aproximadamente cuando se incluye el interruptor estático.

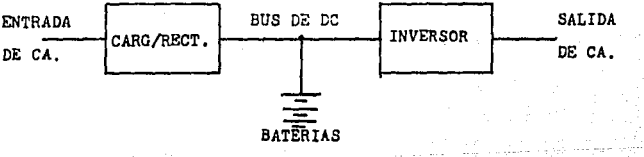


Fig. 3.35.- Sistema no redundante

Sistemas Redundantes: De estos sistemas el más común es el - compuesto por dos UPS's operando en paralelo (esto es la redundancia) como se muestra en la siguiente figura.

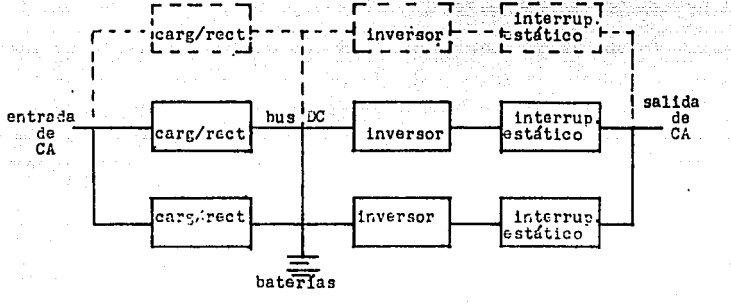


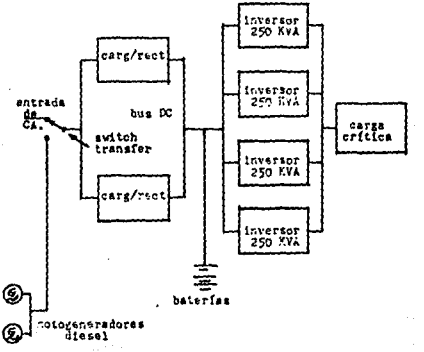
Fig. 3.36.- Sistema redundante

Teniéndose que cada unidad UPS que conforma el sistema es - escogida con la capacidad requerida para cubrir totalmente la carga crítica, con el objeto de que en caso de falla de alguno de -- ellos, el otro pueda relevarlo sin ningún efecto para la carga -- crítica. Es posible agregar más unidades, pero siempre conservando el criterio de que al fallar alguno de ellos el resto soportará la carga total; aumentándose así la disponibilidad y mejores - condiciones de operación en comparación al sistema anterior.

En general en los sistemas redundantes el banco de baterías no incrementa su capacidad, pero si aumentan los circuitos en forma proporcional a la redundancia y obviamente también se incrementa el costo.

Sistemas Paralelos Redundantes de Carga Compartida: La confiabilidad de estos sistemas, debido a su arreglo, es excesivamente grande y son empleados en instalaciones que tienen una gran demanda de energía en la carga y ésta no debe ser suspendida en ningún momento. Como ejemplos de instalaciones que requieren de este tipo de sistemas, se tienen: El sistema bancario que requiere de un servicio continuo de energía para la atención del público, los cajeros automáticos que operan todo el día, todos los días del año, estaciones de radio y televisión, comunicaciones, etc.

Cabe señalar que la característica de carga compartida no es exclusiva de los UPS's, sino que también se aplica en la generación de energía con plantas de emergencia como se muestra en el diagrama siguiente.



3.2.2.3 OTROS SISTEMAS.

SISTEMAS DE ALMACENAMIENTO DE ENERGIA MECANICA

Los sistemas considerados en esta clasificación, también conocidos como "NO BREAK" entregan energía ininterrumpible basándose en el principio de la conversión de energía cinética (EC) contenida en una masa rotatoria a energía eléctrica; donde la energía cinética es:

$$EC = \frac{1}{2} M V^2 = \frac{1}{2} M r^2 W^2$$

Donde:

EC = Energía cinética (joules)

M = Masa del volante (Kg)

r = Radio de giro de la masa rotatoria (m)

W = Velocidad angular (rad/seg)

Estos sistemas proporcionan un excelente amortiguamiento entre la fuente que alimenta al primotor y las cargas críticas que no toleran transitorios de voltaje y frecuencia.

Siendo mediante la transferencia a una planta de emergencia en el tiempo en que se está entregando la reserva de energía de estos sistemas, que se puede asegurar un suministro ininterrumpible de energía durante cualquier período de tiempo.

A continuación se describen 3 de los sistemas utilizados:

Sistema Inercial Simple: Este sistema está compuesto de un motor de inducción de bajo deslizamiento, una masa de alta iner--

cia y un generador de CA síncrono. La frecuencia de salida del - generador a plena carga es de 59.8 Hz. Cuando se interrumpe la - alimentación al motor, la energía almacenada en el volante es entregada al generador. La frecuencia de salida del generador se - mantiene arriba de 59.5 Hz, en un intervalo de tiempo de hasta -- 0.5 seg.

Este sistema es de relativamente bajo costo pero provee una mínima protección para cargas que no toleren 59.5 Hz. durante 0.5 seg.

Sistema Inercial de Frecuencia Constante: Este sistema tiene el mismo equipo del anterior pero cuenta además con un control de frecuencia mediante un "Clutch" que trabaja con corrientes de - - Eddy, manteniéndose la frecuencia a 60 Hz. ± 0.25 Hz. mediante este control.

La energía de alimentación a las cargas críticas se mantiene hasta 15 seg. después de la interrupción del suministro de energía al motor de corriente alterna. En este tiempo es posible - - arrancar la fuente de emergencia y transferir la carga crítica a ésta.

A continuación se describen las partes que constituyen a un sistema de este tipo, así como su funcionamiento y especificaciones.

1) Unidad de continuidad, Motor-Generador-Volante: De construcción vertical, abierto, autoventilado, a prueba de goteo, rodamientos de larga vida, flecha común, servicio continuo, -- formado por:

1.- Motor de CA: Inducción tipo jaula de ardilla, 4 polos, 3 fases, devanados reforzados, autoventilado, bajo deslizamiento, alto par de arranque, aislamientos NEMA clase F y terminales reconectables.

2.- Generador de CA: Síncrono, con sistema de excitación de alta frecuencia, sin escobillas, 4 polos, 3 fases, devanados reforzados, aislamientos NEMA clase F, servicio continuo y terminales reconectables.

3.- Volante de Inercia: Eje vertical, dinámicamente balanceado y maquinado con precisión.

4.- Base Estructural de Acero: Maquinada para montarse sobre una cimentación preparada especialmente.

II) Unidad de apoyo, Planta Diesel Generadora: Montada sobre patín de acero, incluyendo:

1.- Motor Diesel: Arranque eléctrico, 1800 rpm a 60 Hz (1500 rpm a 50 Hz), gobernador de velocidad, enfriado por radiador de agua, precalentador de agua del block del motor, protección contra baja presión de aceite y sobrecalentamiento de agua.

2.- Generador de CA: Síncrono, excitación de alta frecuencia, sin escobillas, 4 polos, 3 fases, devanados reforzados, aislamientos NEMA clase F, autoventilado, servicio continuo, terminales reconectables y diseño especial para actuar instantáneamente como fuerza motriz.

III) Tablero de Control: Para el mando de funciones, tales como, el arranque, paro y cambios (transferencia) automáticos de - fuentes, incluye:

1.- Equipo de medición para voltaje, corriente y frecuencia.

2.- Reguladores automáticos de voltaje para los generadores.

3.- Contactores y relevadores electromagnéticos para el - - arranque, paro y sobrecorriente.

4.- Interruptor manual de circuitos, para protección.

5.- Botones de mando y luces indicadoras de control, alarma y pruebas.

6.- Medición para eventos y tiempo operado (horímetro).

7.- Gabinete de acero NEMA 1 con puerta abisagrada.

Estos equipos se pueden encontrar en un amplio rango de capacidades, siendo los más comunes desde los 10 a 75 KVA, con un peso para la unidad de 10 KVA de 2000 Kg. (que incluye la unidad de continuidad, planta de apoyo y tablero), incrementándose aproximadamente en 450 Kg. por cada 10 KVA de incremento en capacidad, y con especificaciones de entrada y salida siguientes:

Entrada: 220 volts, 60 Hz, 3 fases y con tolerancia de variación de voltaje en la línea comercial de hasta 15%.

Salida: Voltaje ajustable ± 10%, 220/127 volts, 60 Hz, 3 fases, factor de potencia 0.8 (80%). variación de voltaje de 2%, variación de frecuencia 2%, forma de onda corregida con distorsión total 3%.

Funcionamiento básico de un sistema inercial de frecuencia - constante: La descripción se hará en base a la figura siguiente.

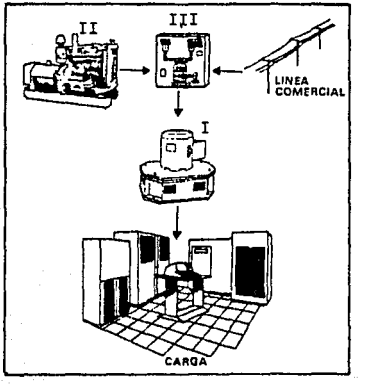


Fig. 3.37.- Sistema inercial de frecuencia constante.

La unidad (I), motor-generador-volante, opera continuamente con energía de la línea comercial, alimentando la carga con flujo eléctrico acondicionado y almacenando energía cinética en el volante. En el momento en que falla la energía comercial, el tablero (III) cambia las fuentes de alimentación, desconectando a la - energía comercial y conectando la energía de la planta diesel-generadora (II). El intercambio de las fuentes requiere de sólo -- unos segundos, durante los cuales el volante mantiene la suficiente velocidad para sostener la carga, sin afectarla. En el trans-

curso del cambio de fuentes, el motor de (I) se convierte en generador para alimentar al generador (II) que momentáneamente se convierte en motor para asistir a la aceleración del motor diesel -- (II) con rapidez y suavidad. Al retorno de la energía de la línea comercial, el tablero (III) automáticamente hace el cambio de fuentes de alimentación a la forma original, parando la planta -- diesel-generadora (II), en aproximadamente 45 segundos.

El arranque o puesta en marcha inicial de estos sistemas normalmente se realiza en forma manual con el tablero (III) hasta lograr una aceleración gradual de la unidad (I) mediante la energía de la planta diesel-generadora (II). Una vez que se alcanza la - velocidad nominal del volante, el tablero (III) es fijado para -- una operación automática.

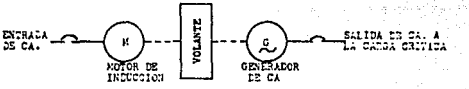
Sistema Inercial Soportado por Baterías: Este sistema está - constituido por un motor de inducción tipo jaula de ardilla, un - generador síncrono de CD, un banco de baterías, un volante de - - inercia y un generador de CA.

En operación normal, el motor de inducción mueve al generador de CA para alimentar la carga. Este arreglo tiene la opción de que el generador de CD recarga las baterías. En la condición de falta del suministro de energía comercial, se cierra un contactor de CD, con objeto de aplicar el voltaje de las baterías al generador CD, es entonces cuando éste opera como motor para mover - al generador de CA, siendo la inercia del volante y el de las máquinas rotatorias las que amortiguan la transición entre la operación normal y la de emergencia.

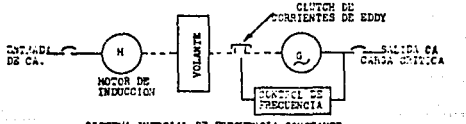
La capacidad del banco de baterías es seleccionado, en base al tiempo requerido en el estado de emergencia.

Enseguida se muestran los diagramas esquemáticos de los sistemas inerciales antes mencionados, así como una tabla comparativa de sus características de funcionamiento.

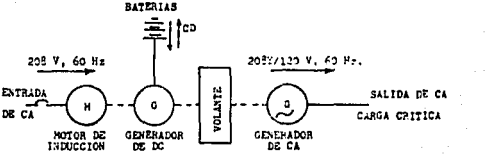
TIPOS DE SISTEMAS DE ALMACENAMIENTO DE ENERGIA MECANICA.



SISTEMA INERCIAL SIMPLE



SISTEMA INERCIAL DE FRECUENCIA CONSTANTE



SISTEMA INERCIAL SOPORTADO POR BATERIAS

Características Comparativas	Motor-Generador y Volante	Motor/Volante/ Clutch/Generador	Motor CA/Volante/Batería/Generador DC/ Generador CA.
Duración de la fuente en emergencia	Hasta 0.5 seg.	Hasta 15 seg.	Depende de la capacidad del banco de baterías.
Regulación de voltaje	208 Y/120 VCA ± 1%	208 Y/120 VCA ± 1%	208 Y/120 VCA ± 2%
Variación del voltaje en la etapa de cambio desde 33% hasta 100% de carga.	± 8%	± 8%	± 10% (desde 50% de carga)
Transitorio de voltaje.	0.5 seg.	0.5 seg.	
Regulación de frecuencia.	60 Hz ± 0.5	50 Hz ± 0.5	59.7 Hz en CA 60.0 Hz ± 0.5 en CD
Transitorio de frecuencia.	± 0.5 Hz	± 0.5 Hz	
Tiempo de recuperación del transitorio de frecuencia.	0.5 seg	0.5 seg.	
Angulos de fase con desbalanceo hasta 20% de carga.	12 120° ± 5°	120° ± 5°	
Armónica de voltaje	5% rms máximo	5% rms máximo	3% rms máximo
Interferencia electromagnética.	MIL-1-16910 ó mejor	MIL-1-16910 ó mejor	

Tabla 3.2.3. COMPARACION EN CARACTERISTICAS DE LOS SITEMAS DE ALMACENAMIENTO DE ENERGIA MECANICA

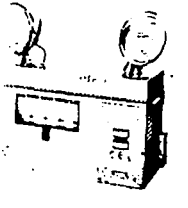
GENERACION POR TURBINAS

Las turbinas de gas empiezan a tener una mayor aceptación como primotores para unidades de soporte de energía. Son considerablemente más pequeñas y ligeras que los MCI de potencia equivalente. No requieren agua para su enfriamiento, están virtualmente libres de vibraciones y pueden responder rápidamente a los cambios de carga. Su arranque puede ser automático o manual (por un motor eléctrico energizado, por baterías, por un sistema de aire comprimido o por un pequeño motor diesel).

Las turbinas de gas que impulsan generadores de C.A., tardan de 40 segundos a varios minutos en poder tomar la carga y se utilizan cuando se necesita energía por varias horas o días. Una alta temperatura de aire en la entrada así como la altitud a la que operen, puede reducir sustancialmente la potencia de salida y con ésto su eficiencia; razón por la cual se deben tomar en cuenta estas limitaciones al hacer el balance de las diferentes opciones de selección.

LUCES DE EMERGENCIA

Las luces de emergencia son empleadas en fábricas, comercios, almacenes y espectáculos para la evacuación y seguridad de personas y bienes, reparaciones en los centros de control eléctrico, etc.



Los componentes básicos son: cargador de batería, batería, circuito de encendido/apagado manual o automático y lámparas.

Principio de funcionamiento.- Al presentarse una eventual falla de energía de CA, automática o manualmente se activará el equipo desde su batería encendiéndose las lámparas; al restablecerse el suministro externo las lámparas se apagarán y se hará la recarga de la batería.

Su costo y dimensiones dependerán del tipo de batería, número de lámparas; tiempo de mantenimiento en operación durante una interrupción de la energía normal.

Actualmente la tendencia en aquellos lugares que requieren de 10 a 100 lámparas es el empleo de una unidad central (gabinete, control, cargador de batería y batería). Areas que necesiten alrededor de 10 lámparas una unidad de 6 ó 12 volts es adecuada; para un mayor número de lámparas se cuenta con unidades de 32 y 115 volts. Las ventajas de este sistema son las siguientes:

1.- Centralizar la fuente de poder, eliminando el uso de unidades sencillas por todas partes y consecuentemente el empleo de un menor espacio (únicamente las lámparas se encuentran en las áreas a proteger) localizándose la fuente en un local, sótano, etc., facilitando el mantenimiento y pruebas del sistema.

2.- Una mejor disposición de alarmas y protecciones a los circuitos, lo que incrementa la flexibilidad del sistema.

3.- La ventaja de distribución en alto voltaje y baja corriente que resultan en menores caídas de voltaje, menor costo y mayor eficiencia del sistema.

4.- Una localización central reduce costos de mantenimiento y estipulaciones menores en las pruebas del sistema.

Algunos sistemas no necesitan mantenimiento en su batería durante su vida en servicio, permitiendo su instalación en lugares donde el mantenimiento puede ser un inconveniente.

SELECCION.

La distribución del local o edificio y su uso indicarán el área a proteger y el nivel de iluminación necesario. Las áreas prioritarias para iluminación de emergencia son: lugares cercanos a maquinaria en movimiento, pasillos, salidas, rampas o escaleras, etc.

Los factores que prescriben el nivel de iluminación son códigos y reglamentos, uso del local, fuentes de energía de que se dispone, seguridad del personal, número de lámparas y su potencia en watts, lumen/watt de salida de las lámparas y su eficiencia de reflexión, reflectancia de las paredes del edificio y el área a iluminar.

Lo anterior se utiliza para especificar la capacidad del sistema a seleccionar que se reduce a la determinación de: 1) número, localización y tipo de lámparas requeridas, 2) la potencia total en watts de las lámparas y 3) el tiempo de protección requerido.

Los sistemas grandes cuentan con panel de distribución y puede tener equipo opcional para funciones adicionales como el monitoreo de fallas tanto del sistema externo de CA como del sistema de emergencia y su señalización por medio de alarmas audibles y/o visuales, capacidad de remoción de circuitos dañados sin desenergizar a los restantes y panel de contactores para la selección de las zonas a iluminar, retardadores de retransferencia, etc.

CAPITULO 4

MANTENIMIENTO

El mantenimiento es un factor muy importante para reducir - los costos de operación. Cualquier equipo requiere de un mantenimiento regular para seguir trabajando de manera adecuada, pues de lo contrario se pueden tener fallas de operación que repercuten - en la carga instalada.

El tipo de mantenimiento que manejamos es el preventivo, - - efectuado a intervalos de tiempo que el mismo fabricante recomienda, sin embargo, los trabajos efectuados se deben ajustar a las - necesidades y condiciones particulares de cada caso. Un mantenimiento preventivo, como su nombre lo indica, es aquel que previene posibles fallas antes de que ocurran, asegurando las condiciones normales de todos los componentes del equipo para lograr su - operación correcta.

Cada fabricante indica el mantenimiento preventivo adecuado para el modelo del equipo, pero en general todos contemplan los - mismos puntos. En ocasiones se manejan intervalos de tiempo de - operación que posiblemente en toda la vida útil del equipo no se lleguen a alcanzar, aunque también deben ser considerados si es - necesario.

Aunque en el capítulo anterior se habló del mantenimiento necesario en cada componente del equipo, en éste se condensa esa información en forma de tablas para presentarlo como un programa de mantenimiento preventivo para horas de operación, días y meses -- con o sin trabajo del equipo.

No hablamos de mantenimiento correctivo, pues éste se realiza generalmente en fallas importantes y que se resuelven en un laboratorio o taller con personal más especializado y que puede tardar cierto tiempo en corregir la anomalía. No obstante, hay períodos de tiempo de operación muy largos contemplados en el programa de mantenimiento preventivo, que en realidad requieren de cierta corrección, sobre todo en elementos de precisión como inyectores o bomba de inyección en una PEE, con ajustes que se deben realizar en laboratorios.

Es muy importante que el personal encargado del mantenimiento esté lo suficientemente capacitado en la operación del equipo, para que sepa la importancia de su trabajo y desarrolle su labor apropiadamente. Muchas veces, han fallado equipos eléctricos de emergencia por un mantenimiento deficiente o inadecuado y las consecuencias son considerables. En cualquiera de los sistemas de emergencia, el mantenimiento es sumamente sencillo, rápido y barato, relativamente, comparado con la importancia de la función que desempeñan.

Con un mantenimiento apropiado, podemos esperar una vida útil de los sistemas de emergencia, entre 20 a 25 años. Conviene también, tener una tarjeta a manera de bitácora de las maniobras realizadas, rutinas de trabajo, problemas, etc., a manera de historial completo para cada equipo.

4.1 PLANTA ELECTRICA DE EMERGENCIA.

Para una PEE, el mantenimiento se divide en una parte mecánica y otra eléctrica. Primero presentamos, como muestra, un formato propuesto por el fabricante de la parte mecánica y posteriormente un programa de mantenimiento preventivo con los parámetros más importantes y que son comunes en cualquier marca, aún cuando ya se manejaron algunos aspectos en el capítulo anterior.

Las principales causas que originan fallas en este tipo de equipos son la humedad, el aceite, falta de lubricación y desgaste de partes móviles. En la parte mecánica, ésto se soluciona con rutinas de limpieza, inspección, verificación de parámetros, cambio de elementos, etc., para la parte eléctrica es mucho más sencillo ya que se requiere menos mantenimiento, como limpieza, verificación de instrumentos de medición, control y de ser necesario lubricación en el balero del generador, con el tiempo que indique el fabricante.

Para comprobar que ha mantenido usted correctamente su motor, debe conservar documentos tales como órdenes de reparación y facturas, a fin de mostrar que se ha efectuado el mantenimiento programado.

La forma de registro de mantenimiento cuya muestra aparece en esta página, es para conveniencia de usted.

Registro de Mantenimiento Efectuado

Número del Motor_____ Modelo del Motor_____

Nombre del Propietario_____ Nombre/Número del Equipo_____

Base para Intervalo		Comprobación	Fecha	Horas Reales	Efectuado en Taller de Distribuidor en:	Firma Autorizada
Horas	Calendario					
		A, B				
		A, B, C				
		A, B				
		A, B, C, D				
		A, B				
		A, B, C				
		A, B				
		A, B, C, D, E				
		A, B				
		A, B, C				
		A, B				
		A, B, C, D				
		A, B				
		A, B, C				
		A, B				
		A, B, C, D, E				

Programa de Mantenimiento

MOTORES CUMMINS DIESEL

UNIDAD No. ____________ NUM. DEL MOTOR ____________

MECANICO ____________ HORAS, CALENDARIO ____________

TIEMPO EMPLEADO ____________ INSPECCION EFECTUADA ____________

ORDEN DE PIEZAS No. ____________ FECHA ____________

Marcar √ cada operación según se efectúe

COMPROBACION A	COMPROBACION B	COMPROBACION C	COMPROBACION D	COMPROBACION E	COMPROBACION F	Por Estación Primavera y Otoño
☐ Diario Lubricación ☐ Comprobar Nivel de Aceite del Motor ☐ Comprobar Nivel de Aceite de Convertidor ☐ Lubricar Cojinetes y Embrague de Toma de Fuerza Sistema de Combustible ☐ [illegible] ☐ [illegible] ☐ [illegible] Sistema de Aire ☐ [illegible] ☐ Comprobar Nivel de Aceite del Filtro de Aire ☐ [illegible] Sistema de Enfriamiento ☐ Comprobar Nivel de Agua Otro Mantenimiento ☐ [illegible] ☐ [illegible]	☐ Repetir Comprobación "A" Lubricación ☐ Cambiar Aceite del Motor ☐ [illegible] ☐ [illegible] ☐ [illegible] ☐ [illegible] ☐ [illegible] Sistema de Combustible ☐ [illegible] ☐ [illegible] ☐ [illegible] Sistema de Aire ☐ [illegible] ☐ [illegible] ☐ [illegible] ☐ [illegible] ☐ [illegible] ☐ [illegible]	☐ Repetir "A" y "B" Lubricación ☐ [illegible] Sistema de Combustible ☐ [illegible] ☐ [illegible] ☐ [illegible] Sistema de Aire ☐ [illegible] Sistema de Enfriamiento ☐ [illegible] ☐ [illegible] ☐ [illegible] ☐ [illegible] ☐ [illegible]	☐ Repetir "A", "B" y "C" Lubricación ☐ [illegible] Sistema de Combustible ☐ [illegible] ☐ [illegible] ☐ [illegible] Sistema de Aire ☐ [illegible] ☐ [illegible] ☐ [illegible] ☐ [illegible] Sistema de Enfriamiento ☐ [illegible]	☐ Repetir "A", "B", "C" y "D" Lubricación ☐ [illegible] ☐ [illegible] Sistema de Combustible ☐ [illegible] ☐ [illegible] ☐ [illegible] ☐ [illegible] ☐ [illegible] Sistema de Aire ☐ [illegible] ☐ [illegible] ☐ [illegible] Otro Mantenimiento ☐ [illegible] ☐ [illegible] ☐ [illegible] ☐ [illegible] ☐ [illegible] ☐ [illegible] ☐ [illegible]	☐ Repetir "A", "B", "C", "D", "E" ☐ [illegible]	☐ [illegible] ☐ [illegible] ☐ [illegible] ☐ [illegible] ☐ [illegible] ☐ [illegible] ☐ [illegible]

Serie del Motor	Intervalo	B	C	D	E	F	Por Estación
C 464	Horas	200 (?)	400	900 (?)	1200 (?)	6000 (?)	
V 178, V 504, V 555	Horas	200 (?)	400	800 (?)	1500 (?)	6000 (?)	
V 903, VT 903	Horas	250 (?)	500 (?)	1000 (?)	1600 (?)	6500 (?)	
N 743, N 855, N 927	Horas	250 (?)	500 (?)	1000 (?)	1600 (?)	6000 (?)	
V 1710	Horas	250 (?)	500 (?)	1000 (?)	2000 (?)	6000 (?)	
	Calendario	3 meses	6 meses	1 año	2 años	5 años	

PROGRAMA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO: PEE.

1.- Verificar diariamente:

a) Nivel de agua en el radiador.
b) Nivel de aceite en el cárter y en el gobernador hidráulico, si lo tiene.
c) Nivel de combustible en el tanque.
d) Válvulas de combustible abiertas.
e) Purgar sedimentos en el combustible.
f) Nivel de electrolito en la batería y limpieza de los bornes.
g) Limpieza y buen estado del filtro de aire.
h) Nivel de aceite en filtro de aire tipo húmedo y cambios en condiciones extremo polvosas.
i) Que el precalentador eléctrico esté operando.
j) Que no haya fugas de agua, aceite o combustible.
k) Que no haya tornillos flojos, elementos caídos, sucios o faltantes en el motor y tablero.
l) Que no haya elementos extraños sobre el motor, generador y tableros.
m) Limpiar con trapo seco polvo o suciedad acumulada en el equipo.
n) Revisar que no existan conexiones flojas en las tablillas de terminales.
o) Inspeccionar que no haya alguna anomalía en el equipo de control.

2.- Cada semana:

a) Repetir el punto 1.
b) Operar la planta en vacío y si se puede con carga, para ejercitar la planta y comprobar que todos sus elementos funcionen satisfactoriamente, durante 30 minutos por lo menos.

3.- Cada mes:

a) Repetir los puntos anteriores.
b) Comprobar la tensión correcta y el buen estado de las bandas.
c) Limpiar los tableros y contactos de relevadores, en caso necesario.
d) Observar todos los elementos de la planta y corregir posibles fallas.

4.- Cada 100 horas (además de lo anterior):

a) Cambiar el aceite y su filtro.
b) Cambiar filtro de combustible.
c) Si el motor tiene filtro de aire tipo húmedo, cambiarle el aceite.

5.- Cada 200 horas, cambiar el filtro de aire tipo seco.

6.- Cada 300 horas:

a) Cambiar el elemento anticorrosivo del agua.

7.- Cada 600 horas:

a) Cambiar agua del radiador.
b) Limpiar y calibrar inyectores.
c) Calibrar punterías.
d) Desmontar y lavar el tanque de combustible.

8.- Para tiempos mayores, es necesario consultar el programa de mantenimiento del fabricante para saber cuando dar servicio a todos los accesorios, como motor de arranque, alternador, etc.

Todas las rutinas tienen el propósito de comprobar las condiciones normales o corregir cualquier anomalía. Por último, es necesario mencionar como una nota aparte, que en motores nuevos, los

filtros de combustible y aceite, así como el mismo aceite, se deben cambiar a las primeras 50 horas de trabajo y que los cambios regulares de aceite se deben hacer a las 100 horas de operación o a los seis meses, lo que ocurra primero.

4.2 SISTEMAS ININTERRUMPIBLES DE ENERGIA.

El mantenimiento de un sistema de fuerza ininterrumpible UPS, requiere de una serie de operaciones que únicamente deben ser realizadas por personal calificado para tal efecto, puesto que, existe el peligro de alto voltaje y el equipo requiere ser manejado con destreza. Los UPS's cuentan con sistemas y dispositivos eléctricos y electrónicos que señalan el estado de funcionamiento del sistema a través de alarmas, posiciones de los interruptores, y/o mensajes presentados en pantallas.

En general los manuales de operación y mantenimiento de cada UPS es proporcionado por el fabricante o distribuidor junto con el equipo y en la sección de mantenimiento, contienen un índice de indicaciones de disparo, alarmas y rutinas de localización de fallas, las cuales varían en relación al diseño del equipo. El desarrollo de un programa de mantenimiento debe incluir lo siguiente:

- Inspección del equipo.
- Corrección de cualquier desperfecto encontrado.
- Sustitución de cualquier componente que no esté funcionando correctamente.
- Actualización del equipo con cambios de ingeniería.
- Registrar las condiciones de funcionamiento.

PROGRAMA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO: UPS

1.- Verificar diariamente:

a) El buen estado de los instrumentos de medición y control.
b) Funcionamiento de los ventiladores.
c) La temperatura local y del inductor.
d) Limpieza y engrase del banco de baterías.
e) Nivel del electrolito.

2.- Cada semana, además de lo anterior, tomar lecturas de:

a) Voltaje y corriente de entrada al rectificador (CA).
b) Voltajes y corrientes de salida en flotación e igualación en el rectificador (CD).
c) Tamaño del shunt en Amp y mV.
d) Voltaje antes y después de aplicar igualación en el banco de baterías (VCD).
e) Temperatura de las celdas piloto (°C)
f) Gravedad específica corregida.
g) Gravedad específica de las celdas piloto.
h) Tiempo empleado en la igualación del banco de baterías.
i) Voltaje y corriente de entrada al inversor (CD).
j) Voltaje de salida por y entre fases del inversor (CA).
k) Corriente de salida por fases en el inversor (CA)
l) Potencia del sistema por fases (KW).

3.- Cada 3 meses, hacer lo que se indica en las tablas siguientes:

INFORME TRIMESTRAL DEL UPS

MCA:	MOD:	No. SERIE	CAP:		
VERIFICACION DE ESTADO Y/O LECTURA DEL DISPOSITIVO O PARTE.		1 (3 meses)	2 (6 meses)	3 (9 meses)	4 (12 meses)
a) Revisión exhaustiva del panel de señalización verificando contactos y cambiar piezas o dispositivos que presenten fallas o deterioro, señalando dichas piezas y la causa de su canje.					
b) Verificación del funcionamiento de las alarmas y su reposición - si presentan algún deterioro.					
c) Revisión de los sellos de los - capacitores:	. rectificador				
	. inversor				
	. transferencia				
d) Revisión de las conexiones de - potencia de:	. rectificador				
	. inversor				
	. transferencia				
e) Revisión de la posición de los medidores del:	. rectificador				
	. inversor				
	. transferencia				
f) Revisión del -- funcionamiento del paro de emergencia del:	. rectificador				
	. inversor				
	. transferencia				
g) Rectificador: Anotar los voltajes para la comparación con los proporcionados en los manuales de operación del equipo.					
h) PRUEBAS DE DESCARGA DEL BANCO DE BATERIAS Y DE RECARGA DEL RECTIFICADOR					
1. Registro de la rodilla de descarga de las baterías (VCD)					
2. Registro del tiempo en alcanzar la rodilla de descarga (min)					

3. Registro de la corriente máxima de descarga (ACD)	
4. Registrar el tiempo de operación del circuito de avance de co- - rriente (SEG).	
5. Registro de la corriente máxima DC de salida	
6. Registrar el tiempo desde recarga a plena carga (MIN).	
7. Tipo de celdas, número de unidades y fabricante.	
i)	INVERSOR
1. Revisión de las alarmas de los - capacitores de CA.	
2. Registro de los valores pico-pico de las ondas cuadradas del inversor.	
j)	TENSION Y CORRIENTE DEL SISTEMA
1. Registro de los voltajes de entrada al "BYPASS" (VCA)	. fase A
	. fase B
	. fase C
	entre fases A-B
	entre fases B-C
	entre fases C-A
2. Registro de los voltajes de entrada del inversor (VCA)	. fase A
	. fase B
	. fase C
	entre fases A-B
	entre fases B-C
	entre fases C-A
3. Registro de los voltajes pico-pico del sistema (VCA).	. fase A
	. fase B
	. fase C
	entre fases A-B
	entre fases B-C
	entre fases C-A

k)	REVISION DE LOS DETECTORES DE OPERACION NORMAL Y EN ALARMA	
1. Registro del límite de corriente del rectificador.	(ACD) (ACA)	
2. Registro de la corriente del circuito de inhibición de recarga	(ACD) (ACA)	
3. Registro de la corriente del circuito de inhibición de la batería.	(ACD) (ACA)	
4. Registro del disparo por alto voltaje del rectificador (VCD)		
5. Registro del ángulo de sincronía y la fase. (Mseg.)		
6. Verificación del estado del detector de falla del módulo.		
7. Registro del disparo por bajo voltaje del inversor (VCD).		
8. Registro de los voltajes del detector de voltajes del inversor (VCA)	fase A alto/bajo fase B alto/bajo fase C alto/bajo	
9. Registro de los voltajes del detector de voltajes del "Bypass" (VCA)	fase A alto/bajo fase B alto/vajo fase C alto/bajo	
10. Registro de los voltajes del detector de voltajes de salida del sistema (VCA)	fase A alto/bajo fase B alto/bajo fase C alto/bajo	
11. Registro de las corrientes del detector de sobre corriente.	fase A fase B fase C	

12. Verificación del detector de estado del banco de baterías.

OBSERVACIONES:

REPORTADO POR

Como podemos ver, el mantenimiento en un UPS es sencillo, -- pues consiste básicamente en verificaciones de los parámetros de operación con respecto a los datos que nos proporciona el fabri-- cante. Es muy importante que si se encuentran anomalías, de ser posible se corrijan, pero se requiere que el personal encargado - del mantenimiento esté lo suficientemente capacitado y pueda re-- solver los problemas que se presenten, o bien, anotar las observa ciones pertinentes para que se tomen las medidas correctivas ade-cuadas.

En resumen, podemos mencionar que aunque un equipo eléctrico se fabrica y diseña cuidadosamente, la confiabilidad y el grado - de ausencia de fallas en su vida útil, depende directamente de un buen y esmerado mantenimiento.

C A P I T U L O 5

S E L E C C I O N

Existen sectores (compañías, departamentos o personas) que - verdaderamente requieren un sistema eléctrico de emergencia, que los respalde en caso de fallar la alimentación normal. El personal encargado de la selección del equipo, debe determinar, de - - acuerdo con un análisis de necesidades, cuál sistema es el más -- apropiado para su caso. Se debe considerar el nivel de protec- - ción que requiere la carga crítica para no incurrir en una mala - selección que ocasionaría serios problemas en el sistema.

Los primeros parámetros que se toman en cuenta, cuando se decide contar con un equipo de emergencia, y de acuerdo al criterio del responsable de la selección, son los siguientes:

A) **Capacidad.** Que el equipo o sistema, pueda satisfacer la demanda de energía en todo momento y en su caso pueda soportar ex-- pansiones futuras, sin problema alguno.

B) **Flexibilidad.** Que la instalación no sea compleja y pueda ha-- cer cambios o modificaciones, sin que ésto represente proble-- mas técnicos complejos o gastos excesivos.

C) **Accesibilidad.** La instalación debe ser tal, que permita el fácil acceso para labores de mantenimiento o servicio en general.

D) **Confiabilidad.** El grado de seguridad del suministro de ener-- gía eléctrica de emergencia cuando se requiera y la calidad de la misma.

E) Costo. Para algunas personas, la inversión inicial junto con los gastos de operación, mantenimiento y capacitación de los operarios es el criterio más importante, pero para otros lo compensan con los demás parámetros.

Después de considerar los criterios mencionados, sigue un análisis técnico de las necesidades o requerimientos que se tienen, para la selección del equipo. El procedimiento es muy parecido en todos los casos, con pequeñas diferencias que dependen del equipo como lo veremos en los siguientes puntos.

5.1 SELECCION DE UNA PEE

El procedimiento para seleccionar adecuadamente una PEE, se divide en 2 etapas, una para la parte eléctrica y otra para la mecánica.

1.- PARTE ELECTRICA

a) **Análisis cuantitativo de cargas.** Analizar por separado circuitos de iluminación y circuitos de fuerza en watts y HP respectivamente y totalizar en watts, tomando en cuenta que 1 HP = 0.746 kilowatts.

b) **Determinar el tipo de carga por alimentar.** Es decir, la función de cada una de las cargas que serán alimentadas por el generador. Las características especiales determinan los puntos críticos de operación, tales como: centros de cómputo, procesamiento, elevadores, etc., y estos requieren voltaje, frecuencia, caídas de voltaje por arranque, contenido de armónicas, etc., dentro de rangos especificados.

c) **Tensión de alimentación.** Es el porcentaje de variación -- arriba o abajo del voltaje nominal dentro del cual la carga no sufre modificaciones sensibles. Tomando en cuenta - que el voltaje va en razón directa de la potencia e inversa a la corriente, la regulación específica a plena carga es del 2% y la caída máxima permitida se hace de acuerdo - al estudio previo de cada máquina.

d) **Aplicación específica del generador.** El uso específico - que se le vaya a dar al generador es muy importante, pues puede haber parámetros restringidos como contenido reducido de armónicas, estricto factor de forma, regulación de - voltaje menor del 2%, etc., en cuyo caso existen generadores con diseño especial que satisfacen esas condiciones.

e) **Capacidad del generador.** Se establece el total de KW reales demandados en base a las especificaciones de cada carga. Normalmente en una instalación eléctrica se considera un factor de carga y se preve un incremento de la misma a futuro.

2.- **PARTE MECANICA.**

a) **Capacidad del motor.** La potencia requerida por la máquina motriz debe calcularse según la demanda en KW del generador seleccionado. La potencia de entrada requerida por la flecha del generador es igual a la de salida en: KW/(Eficiencia x 0.746), que sería la potencia mínima requerida - por el motor a nivel del mar, debiéndose hacer la corrección por altitud de acuerdo a normas.

b) **Características de operación del motor.** Después de calcular la potencia mínima del motor, se debe prever un decremento en la misma por acoplamiento del equipo auxiliar, al

titud y temperatura. En el caso de motores de aspiración natural, por regla general se reduce 1% de la potencia por cada 10°F (6°C) arriba de 60°F (15.6°C) de la temperatura de entrada de aire y el 3.5% por cada 1000 pies (305 mts.) de altura sobre el nivel del mar. Para motores turbocargados que trabajen en la Cd. de México, en la placa de datos se indica la potencia total que me entrega el equipo a esta altitud.

c) **Tipo de acoplamiento.** Los generadores llegan de fábrica con uno o dos baleros para diferentes acoplamientos que son: acoplamiento directo, por bandas, flexibles y rígidos, por engranes. Estos tipos de acoplamientos son fabricados en forma estándar.

Otras consideraciones importantes que deben tomarse en cuenta, son si el generador se quiere auto-regulado o con regulador de voltaje y también, en el caso de motores, si todos arrancan al mismo tiempo o uno después de otro.

5.2 SELECCION DE UN UPS

El procedimiento es muy parecido al anterior pero más sencillo y lo podemos resumir en los siguientes puntos:

a) **Determinación de la carga crítica.** Se refiere al tipo de carga que se tiene y el nivel de protección requerido.

b) **Potencia del UPS.** Determinar la potencia que debe suministrar la unidad en KW y KVA. Esto se logra tomando mediciones reales o calculando con valores nominales en la placa de los equipos. Se puede considerar, además, una expansión futura o cargas críticas inesperadas.

c) **Capacidad de sobrecarga.** Se debe contemplar un máximo de sobrecarga que pueda tolerar el UPS, en condiciones ocasionales. Muchas empresas, seleccionan un 125% de sobrecarga con un 400% para sobrecorrientes momentáneas, pero esto obviamente implica un costo mucho mayor.

d) **Tiempo de reserva.** El tiempo durante el cual será necesario disponer de una reserva de energía en caso de falla total o parcial en el suministro normal. En instalaciones ordinarias, las baterías permiten entre 15 y 30 minutos de tiempo de reserva con el UPS a plena carga. Este tiempo se puede reducir o aumentar en función de las necesidades individuales y puede ser necesario contemplar la instalación de una PEE que entre a los pocos segundos de producida la falla y con ello disminuir el gasto del banco de baterías.

La selección del UPS más adecuado para una instalación determinada, se basa en el tiempo de transferencia requerido, características de la carga y de la confiabilidad requerida (redundancia o no redundancia del sistema). El tipo de carga crítica es el que determina el tiempo de transferencia y el acondicionamiento necesario de la alimentación. Los cálculos que se realizan para la selección de los equipos, se mencionan a continuación:

1.- **Inversor.** Se calcula la carga total que se va a alimentar, para especificar los KVA y el factor de potencia del inversor, con las fórmulas siguientes:

Potencia total o aparente $KVA = \frac{\text{volt x ampere}}{1000} = \frac{VA}{1000}$ .1

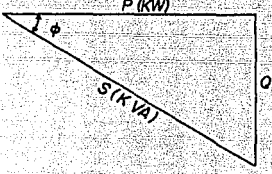
Potencia activa $KW = KVA \times FP$ 2

Factor de potencia $FP = \frac{KW}{KVA} = \text{Cos } \phi$ 3

Potencia reactiva $KVAR = KVA \sqrt{1 - FP^2}$ 4

Otras fórmulas útiles $KVA = \frac{KW}{FP}$ 5

$KVA = \sqrt{KW^2 + KVAR^2}$ 6



$FP = \text{COS } \phi$.

NOTA: Para sistemas trifásicos multiplicar por $\sqrt{3}$ en la fórmula 1.

Procedimiento

1.1. Obtener las siguientes mediciones: voltaje, corriente y potencia activa.

1.2. Calcular los KVA con las fórmulas 1 ó 5.

1.3. Calcular los KW con la ecuación 2.

1.4. Calcular los KVAR con la ecuación 4, asignando signo negativo a las cargas con factor de potencia en atraso (inductivas) y signo positivo a aquellas con factor de potencia en adelante (capacitivas).

1.5. Obtener la suma total (con sus respectivos signos) de los KVAR, a fin de obtener los KVAR netos.

1.6. Obtener la suma total de los KW.

1.7. Calcular el total de KVA por medio de la fórmula 6.

1.8. Calcular el factor de potencia total empleando la fórmula 3.

1.9. Obtener la corriente de energización o arranque del equipo.

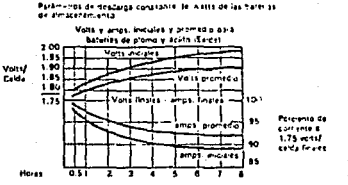
Con lo anterior se está ya en posibilidad de seleccionar el inversor adecuado.

2.- **Banco de baterías.** En la sección de sistemas de baterías se indicaron los tipos, características y sus ventajas relativas; a continuación se describe el procedimiento para el cálculo de la capacidad requerida.

2.1. Calcular la corriente continua a la entrada del inversor, suministrado por un banco de baterías en descarga, con un voltaje por celda de 1.75 volt/celda.

2.2. Determinar el tiempo de protección necesario al presentarse una falla en el suministro normal.

2.3. La corriente de descarga es para períodos hasta de 1 hora, para tiempos más largos, es necesario recurrir a las curvas de comportamiento de las baterías en la descarga a fin de obtener el factor porcentual de descenso de la corriente.



Curvas de descarga de baterías

2.4. Obtener la corriente promedio, multiplicando la corriente obtenida en 2.1 por el factor determinado en 2.3.

De esta manera se podrá seleccionar el banco de baterías para alimentar al inversor y éste a la carga total en -- las condiciones de descarga del banco de baterías (1.75 volt/celda), las baterías deben seleccionarse con un régimen específico de amperes promedio por hora.

3.- **Cargador Rectificador.** Su elección se fundamentará en las necesidades y características de la energía eléctrica solicitadas por el inversor, las cargas críticas ocasionales de CC y las de recarga del banco de baterías.

El cálculo para obtener los amperes que deberá suministrar el cargador/rectificador, es el siguiente:

$$A = \frac{AH \times 1.15}{T} + L$$

Donde:

A = Es la capacidad nominal en amperes del cargador/rectificador, nunca menor al 20% de la descarga nominal de las baterías en 8 hrs.

AH = Son los amperes-hora de descarga del banco de baterías; ésto es, la capacidad del banco de baterías en amperes-hora multiplicada por el porcentaje de descarga que se tenga.

T = Es el tiempo establecido para la recarga de las baterías en horas (hrs.)

L = Carga continua solicitada por el inversor en amperes.

1.15 = Factor de eficiencia de la recarga de las baterías.

Se selecciona un cargador con la capacidad nominal estándar - más próxima, pero no menor del 95% del valor calculado.

4.- **Consideraciones adicionales.** Si se tienen cargas con voltajes diferentes, el problema se resuelve utilizando transformadores. Se deben determinar los circuitos trifásicos y monofásicos, así como las formas de onda que necesita el equipo. - Existen una serie de dispositivos opcionales de control y protección que se deben tomar en cuenta para una mejor selección, y que pueden ser, por ejemplo:

- Limitadores de corriente que protegen al inversor contra sobrecargas y corto circuitos, que eliminan el inconveniente de que se desconecte la carga cuando ocurren dichos problemas.

- Circuitos de sincronización del inversor: utilizados para la igualación de la fase y frecuencia de salida del inversor con respecto a la señal de alimentación aplicada a las terminales del inversor.

- Conmutadores de transferencia, su selección generalmente se hace en base a catálogos del fabricante del inversor, puesto que no todos los inversores son adecuados para utilizar conmutadores estáticos debido a que deben ser compatibles respecto al factor de potencia.

- Interruptores manuales de paso, utilizados para la desconexión del inversor o del conmutador estático sin interrupción de energía a la carga.

- Filtros de audio: Aislar al inversor del ruido de audio y del rizo de las baterías.

- Regulador magnético de voltaje de la línea de CA: Regula el voltaje de la línea de CA generalmente en un rango de ± 2% y una distorsión armónica de ± 3% respecto al nominal.

- Interruptor de bajo voltaje: Este desconecta al inversor cuando se registra durante el suministro de energía del banco de baterías que el voltaje ha disminuido por debajo del valor de descarga

- Otros dispositivos que maneja cada fabricante.

El procedimiento para la selección de un equipo de emergencia es muy parecido en todos los casos, excepto que hay que hacer las modificaciones pertinentes para cada caso. Por otro lado, es conveniente mencionar que el proveedor del equipo tiene formatos

de especificaciones técnicas de sus productos, los cuales deben - ser llenados por los clientes para que se entregue el equipo que realmente se requiere, por lo que es necesario, para todo encargado de la selección de equipos, conocer todos los parámetros que - se manejan. Además existen programas de cómputo mediante los cuales se obtiene la capacidad del equipo adecuado de acuerdo al tipo de cargas y la forma en que se energizan.

A continuación se muestra alguna información necesaria para el proceso de selección en el caso de una Planta Eléctrica de Emergencia.

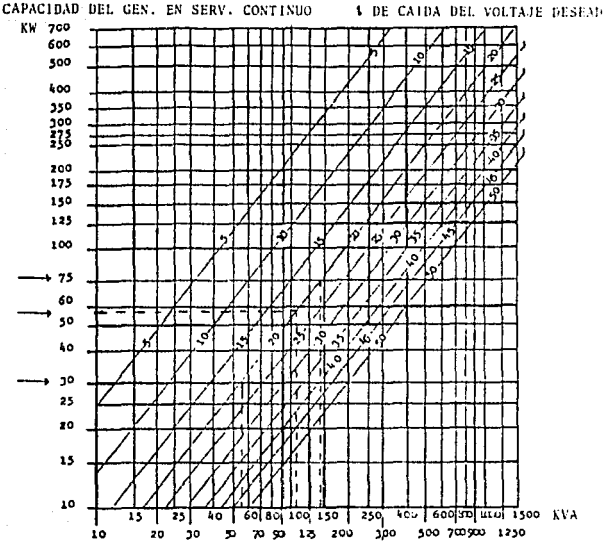
T A B L A 5

Letras de clave de bloqueo para determinar la corriente de arranque en motores eléctricos de inducción trifásicos con rotor en -- circuito corto (jaula de ardilla).

DESIGNACION	KVA POR CABALLO
A	0 - 3.15
B	3.15 - 3.55
C	3.55 - 4.0
D	4.0 - 4.5
E	4.5 - 5.0
F	5.0 - 5.6
G	5.6 - 6.3
H	6.3 - 7.1
J	7.1 - 8.0
K	8.0 - 9.0
L	9.0 - 10.0
M	10.0 - 11.2

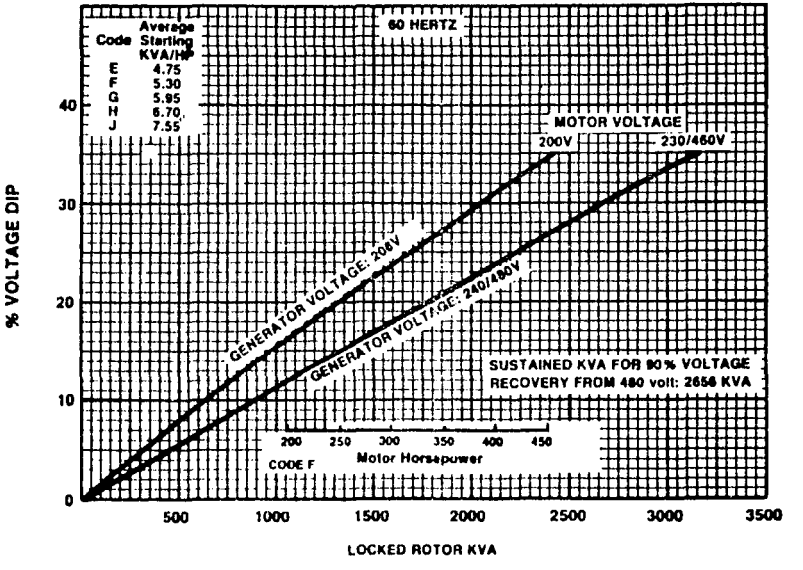
G R A F I C A 5

COMPORTAMIENTO DE LOS GENERADORES
REGULACION EXTERNA EN ARRANQUE DE MOTORES



CARGA EN K.V.A. DE ARRANQUE DE MOTORES

TYPICAL MOTOR STARTING CURVE



Fórmulas para calcular las características de arranque y operación para cada motor eléctrico.

$$\text{HP (motor eléctrico)} \times \frac{\text{KVA}}{\text{HP}} = \text{KVA arranque} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots \quad (1)$$

$$\text{KVA (arranque)} \times \text{F.P. (arranque)} = \text{KW arranque} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots \quad (2)$$

$$\text{AMP (arranque)} = \frac{\text{KW (arranque)} \times 1000}{1.732 \times \text{volts} \times \text{F.P. (arranque)}} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots \quad (3)$$

$$\text{Eficiencia} = \frac{\text{potencia mecánica}}{\text{potencia eléctrica}} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots \quad (4)$$

$$\text{Potencia eléctrica (KW)} = \frac{\text{pot. mec. (HP)} \times 0.746}{\text{eficiencia (decimal)}} \quad \ldots\ldots\ldots \quad (5)$$

$$\text{Factor de potencia (F.P.decimal)} = \frac{\text{potencia real (KW) operación}}{\text{potencia aparente(KVA) oper.}} \quad (6)$$

$$\text{Potencia (KVA) operación} = \frac{\text{potencia real (KW) operación}}{\text{F.P. (decimal) operación}} \quad \ldots\ldots \quad (7)$$

$$\text{Amperes (AMP) operación} = \frac{\text{potencia real (KW) operación} \times 1000}{1.732 \times \text{volts} \times \text{F.P.(decimal)operac.}} \quad (8)$$

Fórmulas para calcular las características de arranque.

$$\text{KW efectivos totales} = \text{KW arranque} \times 0.8^2 \text{ arranque} \quad \ldots\ldots\ldots \quad (9)$$

$$\text{KVA efectivos totales} = \text{KVA arranque} \times 0.8^2 \text{ arranque} \quad \ldots\ldots\ldots (10)$$

$$\text{AMP efectivos totales} = \text{AMP arranque} \times 0.8 \text{ arranque} \quad \ldots\ldots\ldots (11)$$

NOTA:

El factor 0.8^2 no es el factor de potencia al cuadrado, sino que debe interpretarse como el cuadrado del porcentaje decimal que -- disminuye el voltaje por efectos de arranque.

$$\text{BHP instantáneos} = \frac{\text{KW efectivos}}{\text{Eficiencia del generador} \times 0.746} \quad \ldots\ldots\ldots (13)$$

$$\text{BHP operación} = \frac{\text{KW operación}}{\text{Eficiencia del generador} \times 0.746} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots (14)$$

5.3 MEMORIA DE CALCULO.

A continuación presentamos algunos ejemplos de los cálculos que se realizan para la selección de un generador con regulador de voltaje.

1.- Se tiene un motor de 25 HP, 60 Hz, 220 V, 3 F, diseño NEMA B, código F.

De la fórmula (I)

Paso 1

$\frac{KVA}{HP}$ arranque x HP = KVA arranque

5.6 x 25 = 140 KVA en el arranque

Paso 2

Con este valor de 140 KVA localizamos en la gráfica 4 con el eje de las abscisas (horizontal) y la hacemos coincidir con la caída de voltaje en porciento (líneas diagonales) DESEADA.

Paso 3

1° Para este caso supondremos una caída del 20%

2° Corriéndose hacia la izquierda en forma paralela al eje de las abscisas hasta cruzar el eje de las ordenadas (vertical), en donde podremos leer la capacidad correspondiente, para este ejemplo resulta un generador de 75 KW, F.P. = 0.8.

2.- Suponiendo que se necesitará arrancar dos motores eléctricos, uno de 10 HP y el otro de 20 HP ambos a 220 volts, 60 Hz, 3 fases, diseño B, código F, necesitando arrancar primero el motor de 20 HP.

Paso 1

$$20 \text{ HP} \times 5.6 \frac{\text{KVA}}{\text{HP}} = 112 \text{ KVA}$$

Paso 2

Seleccionando con una caída de 20% de voltaje en la gráfica, nos da 58 KW (eje vertical), capacidad mínima que deberá tener el generador.

Paso 3

Si el motor de 20 HP tiene una eficiencia del 90%, esto representará una carga de 16.5 KW, cuando el motor ya haya alcanzado su régimen de operación. (ver fórmula 5).

Paso 4

Para el arranque del motor de 10 HP.

$$10 \text{ HP} \times 5.6 \frac{\text{KVA}}{\text{HP}} = 56 \text{ KVA}$$

y una caída de voltaje de 20% encontramos en la gráfica que requiere una capacidad mínima de 30 KW.

Paso 5

Para obtener la capacidad mínima requerida tenemos:

A) En el primer arranque requieren 58 KW del paso 2

B) En operación el motor de 20 HP consume 16.58 KW (paso 3), en el arranque del segundo motor (paso 4) se requiere:

$$16.58 \text{ KW} + 30 \text{ KW} = 46.58 \text{ KW}$$

Se elige el generador en función del arranque que consume mayor potencia (paso 2), ya sea para uno o varios motores, añadiendo la potencia que consumen otros motores en operación, en este caso, el generador seleccionado es de 60 KW, F.P. = 0.8

3.- En el caso inverso del ejemplo anterior, el motor de 10 HP en operación (8.29 KW) y arrancando posteriormente el de 20 HP - requiere:

$$8.29 \text{ KW} + 58 \text{ KW} = 66.29 \text{ KW}$$

Por lo que será necesario seleccionar un generador de 75 KW - tipo con regulador o de lo contrario aceptar una caída de voltaje de aproximadamente 24% en el caso de que se seleccione - el generador de 60 KW.

4.- Si requerimos de que ambos motores arranquen a un solo tiempo:

$$20 \text{ HP} \times 5.6 \ \frac{\text{KVA}}{\text{HP}} = 112 \text{ KVA}$$

$$10 \text{ HP} \times 5.6 \ \frac{\text{KVA}}{\text{HP}} = \frac{56 \text{ KVA}}{169 \text{ KVA totales}}$$

Con una caída de 20% del voltaje obtenemos una capacidad mínima de 90 KW (gráfica 4)., o si podemos operar con una caída -- del 23% de voltaje, podremos seleccionar un generador de 75 - KW tipo con regulador.

5.- Se tiene que alimentar una carga compuesta de lámparas incandescentes y fluorescentes, el circuito se compone también de cargas resistivas de diversos tipos.

Cafeteras eléctricas	10 x 1000 W/CU	= 10	KW
Tostadores	5 x 1000 W/CU	= 5	KW
Hornos eléctricos	2 x 5000 W/CU	= 10	KW
Otros	15 KW	= 15	KW
Lámparas incandescentes	50 focos x 100 W/CU	= 3	KW
Lámparas fluorescentes	100 x 60 W/CU	= 6	KW

Total carga resistiva	43 KW	= 43 KVA
carga inductiva	6 KW	= 7.5 KVA
Total carga	49 KW	= 50.5 KVA

Considerando lo anterior, el generador adecuado es el de 50 KW sin embargo no hay que olvidar que esta potencia es tomando un factor de potencia de 0.8 y si consideramos un factor de potencia de 1.0, el generador podrá alimentar una carga de 62.5 KVA siempre y cuando la carga sea puramente resistiva.

COSTOS.

Para darnos una idea del costo de los diferentes equipos, se muestra un comparativo con precios cotizados al mes de septiembre del 91.

EQUPO	UPS (fuera de línea)	UPS (en línea)	PEE
25 KVA	32,790	35,565	36,307
50 KVA	501,852	550,950	57,640 (62.5 KVA)
100 KVA	740,868	814,761	86,304 (125 KVA)
250 KVA	2'561,841	2'832,888	135,859 (310 KVA)

Los precios están dados en miles de pesos y las empresas que cotizaron fueron: para UPS International Power con baterías y Selmec para PEE. El voltaje de referencia es de 220 volts.

C A P I T U L O 6

RESULTADOS Y CONCLUSIONES

Es innegable que la energía eléctrica es un elemento vital en cualquier actividad económica del hombre. En México es notoria la necesidad que tienen muchas empresas (industrial, comercial, y de servicios) de contar con un suministro permanente de energía eléctrica y además de buena calidad, es decir, que tenga una buena regulación (voltaje y frecuencia), todo ésto para alimentar el equipo considerado como carga crítica y con ello, evitar una serie de problemas técnico-económicos que se podrían presentar ante cualquier anomalía en la alimentación de energía.

La continuidad en la producción de cualquier empresa es tan confiable como lo sea su sistema eléctrico de distribución. Sin embargo, dependiendo el tipo de carga crítica que se tenga será el tiempo que se pueda soportar una anomalía en el suministro de energía.

Existen una serie de Sistemas Eléctricos de Emergencia que se adecúan a la necesidad específica de cada usuario cuando falla la alimentación normal ya sea por ausencia total de energía, variaciones de voltaje o frecuencia fuera de las tolerancias preestablecidas, transitorios, etc.

Todos los Sistemas Eléctricos de Emergencia, satisfacen las 2 necesidades principales del usuario, es decir:

1.- Suministran energía eléctrica a la carga crítica cuando falla la alimentación normal.

2.- Entregan el voltaje y la frecuencia dentro de los rangos de variación permisibles.

Nadie puede determinar aún contando con estadísticas cuánto va a durar la anomalía de la compañía suministradora, pero se cuenta con diferentes tipos de equipos de emergencia y arreglos posibles entre ellos, con los cuales se puede satisfacer cualquier necesidad particular de los usuarios.

Los dos sistemas más comúnmente empleados son la PEE y los UPS. El primero de ellos tiene un tiempo de respuesta de 3 a 10 segundos, tiempo suficiente para desconectar cargas e iniciar el rearranque gradual y en etapas de los motores, o bien, si la planta lo soporta entrar a plena carga. Los UPS tienen una respuesta inmediata pero la energía que entregan está supeditada al tiempo que dure en descargarse el banco de baterías. Un arreglo con ambos equipos es lo más completo y confiable que se puede tener para cualquier tiempo que tarde la falla de la línea de suministro normal.

Las otras posibilidades son menos utilizadas pues presentan menores ventajas técnicas y operativas que los dos anteriores. De acuerdo a los fabricantes de estos equipos, podemos hablar de que en México son pocas las empresas que requieren más de 1200 kW para servicio de emergencia aún cuando se contemple una expansión futura, pues hay que recordar que no toda la carga de la instalación es crítica.

En resumen, podemos decir que todos los Sistemas Eléctricos de Emergencia, después de satisfacer el marco legal que deben cumplir, ofrecen ventajas técnicas, operativas, eficiencia, mantenimiento, seguridad y confiabilidad comparadas con el costo que pue

dan tener, ya que éste es relativo si se toma en cuenta la importancia de contar con energía eléctrica, permanentemente durante todo el año de producción.

Por otro lado, a pesar de que este tipo de equipos son muy confiables, es necesario mencionar que el abuso en la utilización o el descuido exagerado puedan provocar que el equipo falle, aunque también existe la posibilidad mínima de que fallen por defectos de fabricación a pesar de que éstos se someten a un estricto control de calidad cuando salen a la venta.

Todos los puntos que tratamos en este trabajo, son muy importantes para obtener los resultados deseados con este tipo de equipos. Si no se seleccionó adecuadamente, si hay una mala instalación, un exceso de carga, un mantenimiento nulo, deficiente o inadecuado, la operación del equipo fallará y con ello no satisface los requerimientos para los que fue comprado.

Lo anterior suele ocurrir con frecuencia y la culpa se le adjudica al equipo. Esto se puede solucionar plenamente capacitando al personal encargado de la operación y el mantenimiento del equipo para lograr una seguridad en las condiciones normales de todos los parámetros mencionados y aumentar con ello la confiabilidad del sistema.

Cuando se compra un equipo de emergencia, el personal encargado de la selección debe estar plenamente familiarizado con todos los aspectos técnicos involucrados en este proceso selectivo. Es necesario asegurarse de que el proveedor entregue los manuales de instrucción detallados en los cuales figuren los diagramas completos de los equipos, la explicación de las operaciones y las instrucciones de mantenimiento y reparación.

Cuando se va a seleccionar un equipo, se deben tomar en cuenta los contratos de garantía, mantenimiento, así como refacciones en el mercado nacional y el prestigio de las empresas proveedoras ya que muchas de ellas son distribuidores que desaparecen rápidamente.

Por último, queremos sugerir que para trabajos posteriores, con respecto a la utilización de energía eléctrica se tomen en cuenta temas que van adquiriendo mayor importancia conforme aumenta la demanda de energía y la necesidad de una mejor calidad en la misma, considerando que las fuentes primarias de energía se están volviendo escasas.

Temas como la cogeneración, uso racional de la energía, alternativas energéticas e impacto ambiental por generación de energía eléctrica, tienen mucho campo de estudio.

C O N C L U S I O N

Consideramos que desde el mismo momento en que se contempla contar con un equipo eléctrico de emergencia, de acuerdo a las necesidades particulares y con el estudio económico de las pérdidas ocasionadas por fallas de energía eléctrica, el costo del mismo se justifica, independientemente del tipo de sistema o arreglo que se pueda seleccionar.

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

- ANALISIS Y DISEÑO DE SISTEMAS ELECTRICOS.
  Irwin Lazar
  Ed. Limusa, 1988.

- CONFERENCIA DE GENERADORES SINCRONOS DE CORRIENTE ALTERNA SIN ESCOBILLAS.
  Potencia Industrial, 1988.

- CURSO: INSTALACIONES ELECTRICAS INDUSTRIALES.
  Tema 12.- Sistemas de Generación de Emergencia y no interrumpibles.
  Juan José Quezada.
  FI, UNAM, 1990.

- FUNDAMENTOS DE SISTEMAS DE ENERGIA ELECTRICA.
  G. Enríquez Harper
  Ed. Limusa, 1985.

- GENERADORES SIN ESCOBILLAS.
  M.R. de la Fuente
  Maquinaria IGSA, 1990.

- LEY DEL SERVICIO PUBLICO DE ENERGIA ELECTRICA.
  Ediciones Andrade, 1991.

- MANUAL DE INSTALACION DE PLANTAS ELECTRICAS SELMEC.
  Selmec, 1991.

- MANUAL DE OPERACION EXIDE.
  Exide Electronics, 1990.

- MANUAL DE OPERACION Y MANTENIMIENTO DE PLANTAS ELECTRICAS DE EMERGENCIA.
Selmec, 1988.

- MANUAL DE OPERACION Y SERVICIO.
Rolls Royce, 1981.

- MANUAL DEL SISTEMA UPS ASTRONIC "NO BREAK" DINAMICO.
Potencia Industrial, 1990.

- MANUAL: USO Y APLICACION DE LAS PLANTAS ELECTRICAS.
Motores Perkins, 1981.

- NORMAS TECNICAS PARA INSTALACIONES ELECTRICAS.
Ed. Libros Económicos, 1991.

- ORANGE BOOK: RECOMMENDED PRACTICE FOR EMERGENCY AND STANDBY POWER SYSTEMS.
Ed. IEEE Std 446, 1980.

- PLATICA SOBRE SISTEMA DE FUERZA ININTERRUMPIBLES ESTATICOS LORTEC-CONTINUAC.
Roberto S. Iriarte
Manufacturas Arco

- REVISTAS Y FOLLETOS TECNICOS:
. DATA SISTEMAS No. 13
Jesse J. Leaf
Edinorma Internacional, 1987.

. INFORMACION CIENTIFICA Y TECNOLOGICA CONACYT No. 146, 1988

. PC MAGAZINE Vol. 2 No. 3
Frank J. Derfler y Paul Ferrill
Ed. América, 1991.

. SELMEC Nos. 2 y 6, 1984.

. SPECTRUM
IEEE, 1990.

. ASTRONIC "NO BREAK", Potencia Industrial.

. LIEBER SERIE 300 (15-75 KVA); Liebert.

. EXIDE SYSTEM 50 (20-50 KVA); Exide Electronics.