

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

FACULTAD DE INGENIERIA

**SISTEMAS DE RESPALDO DE ENERGIA ELECTRICA
EN SUBESTACIONES DE 1.5 MVA PARA LAS
TELECOMUNICACIONES**

TESIS

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE:

INGENIERO ELECTRICO-ELECTRONICO

PRESENTA:

ERNESTO VARGAS ANGELES

DIRECTOR DE TESIS: ING. HUGO A. GRAJALES ROMAN

Mexico, D.F. 2005



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

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

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

autorizo a la Dirección General de Estudios de la UNAM a publicar en Internet el contenido de mi trabajo recepcional.

NOMBRE: Vargas Angeles Ernesto

FECHA: 28 de Enero de 2005

FIRMA: [Firma]

DEDICATORIA

AGRADECIMIENTOS

A MIS PADRES POR HABERME DADO TODO.

A MIS HERMANOS POR ESTAR SIEMPRE CONMIGO.

A MI ABUELA, TIOS Y PRIMOS QUE ME BRINDARON SU APOYO.

A LOS PROFESORES POR DARME SUS CONOCIMIENTOS.

A MIS AMIGOS Y COMPAÑEROS POR TODOS LOS GRATOS MOMENTOS.

Y A TI...

INDICE

OBJETIVO I

INTRODUCCIÓN I

Capítulo I “Análisis de carga”

1.1 Definición de una red de corriente alterna (CA)	1
1.2 Componentes de una red de CA	4
1.3 Parámetros eléctricos	9
1.4 Instrumentos de medición de una red de CA	14

Capítulo II “Grupos electrógenos”

2.1 Definición de grupos electrógenos	23
2.2 Principio de funcionamiento	25
2.3 Componentes de una planta de emergencia	29
2.4 Motor de combustión interna	59
2.5 Máquinas síncronas	60
2.6 Generador síncrono	64
2.7 Circuito de transferencia	65
2.8 Operación de controladores	70
2.9 Protecciones	73

Capítulo III “UPS”

3.1 Definición y clasificación de UPS	77
3.2 Componentes de un UPS	79
3.3 Parámetros que definen un UPS	79
3.4 Inversores	81
3.5 Baterías	85
3.6 Topologías de UPS	92

Capítulo IV “Proyecto integral de un sistema de respaldo en subestaciones de hasta 1.5 MVA”

4.1	Dimensionamiento de una planta de emergencia	101
4.2	Dimensionamiento de un UPS	108
4.3	Cálculo de alimentadores	110
4.4	Selección de protecciones	113
4.5	Cálculo de ventilación	114
4.6	Valoración económica de los equipos	117

Capítulo V “Especificaciones de Instalación”

5.1	Conexión de una planta de emergencia	119
5.2	Conexión de un UPS	121
5.3	Conexión de una planta de emergencia y UPS	121
	CONCLUSIONES	125
	APÉNDICE	127
	BIBLIOGRAFÍA	145

OBJETIVO

OBJETIVO:

Diseñar sistemas de suministro de energía eléctrica de respaldo para empresas dedicadas a las telecomunicaciones en subestaciones de hasta 1.5 MVA.

- Establecer el diseño a las centrales telefónicas con mayor contratación de usuarios.

INTRODUCCIÓN

A consecuencia de la gran importancia que han tomado las comunicaciones, en donde no se puede carecer en ningún momento del suministro de energía eléctrica, es necesario sistemas de respaldo que garanticen el servicio continuo a los sistemas de comunicaciones, ya que de lo contrario se tendría como consecuencia graves pérdidas de información y a su vez económicas.

En la actualidad, confiar solamente en el suministro de energía eléctrica comercial no basta, ya que se pueden presentar anomalías en el servicio, como pueden ser: altos o bajos voltajes, variaciones en la frecuencia, armónicos e inclusive la suspensión del servicio. Por consiguiente resulta necesario tener alternativas que nos permitan asegurar un servicio continuo y confiable.

En base al problema antes mencionado, es indispensable tener fuentes que nos proporcionen energía eléctrica, además de la comercial. Actualmente las fuentes de generación de electricidad más comerciales son los grupos electrógenos (plantas de emergencia) y los sistemas ininterrumpidos de potencia (UPS).

Las unidades de potencia ininterrumpibles tienen tiempos de respuesta al corte de energía eléctrica que van desde los 4 hasta los 500 milisegundos. Las plantas de emergencia tienen tiempo de respuesta de 3 a 9 segundos. Estos tiempos son de gran importancia para las telecomunicaciones, ya que los equipos que se utilizan para la transmisión ó recepción de datos son muy sensibles a las variaciones de voltaje, con lo cual si el tiempo de respuesta es mayor al que puede tener el equipo para su funcionamiento, ocasiona que se pierda toda la información recabada.

Al conocer las necesidades reales de las empresas que tienen sistemas de comunicación, se puede diseñar tanto un grupo electrógeno como un UPS que garanticen el servicio continuo de la energía eléctrica y que a su vez esta será confiable.

Así, el objetivo de este trabajo, es de diseñar tanto un grupo electrógeno como un UPS que pueda garantizar el servicio continuo de la electricidad en los sistemas de comunicación que tienen las empresas en el ramo de las telecomunicaciones, tales como las centrales telefónicas.

CAPÍTULO I

"ANÁLISIS DE CARGA"

1.1 Definición de una red de corriente alterna (CA)

La aplicación de la energía eléctrica es muy extensa, pero si bien es cierto que en su utilización final es en parte para la energía química (electrólisis, electroforesis), energía térmica (calefacción, arco eléctrico), energía luminosa (alumbrado) y en mayor porcentaje de la misma se aplica para la obtención de energía mecánica (motores).

La mayoría de estos aparatos se alimentan de la energía eléctrica que proviene del suministro comercial, el cual se efectúa de manera generalizada en nuestros días con lo que se conoce como corriente alterna (CA).

Se denomina a la corriente alterna (CA ó AC en inglés) a la corriente eléctrica que cambia repetidamente de polaridad, esto es, que su voltaje instantáneo va cambiando en el tiempo desde 0 a un máximo positivo, vuelve a cero y continúa hasta otro máximo negativo y así sucesivamente. La corriente alterna más comúnmente utilizada cambia sus valores instantáneos de acuerdo con la función trigonométrica seno y de ahí que se le pueda denominar como corriente alterna senoidal, tal y como se muestra en la figura 1.1.

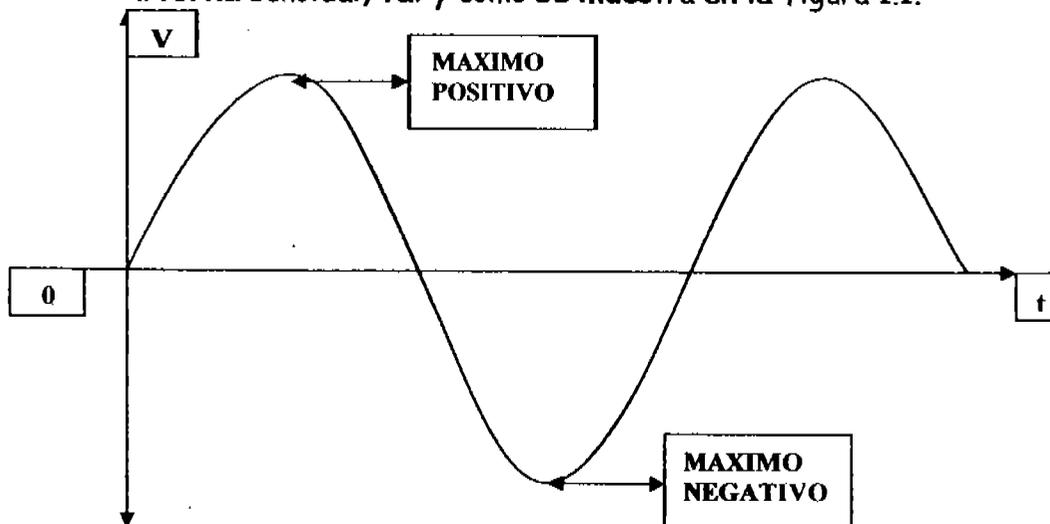


Figura 1.1 Forma de una onda senoidal.

La función de excitación senoidal tiene importantes aplicaciones prácticas. Resulta fácil generarla y su uso predomina en la industria eléctrica; en todo laboratorio de esta industria se puede contar con varios generadores senoidales que operan en un amplio rango de frecuencias útiles.

Como la corriente alterna esta en función de una nomenclatura trigonométrica (senoidal o cosenoidal), la tensión alterna (v) puede ser descrita matemáticamente como una función del tiempo por medio de la siguiente ecuación:

$$v(t) = V_m * \text{sen}(\omega * t)$$

donde:

- V_m es la amplitud en voltios (también llamado voltaje de pico),
- ω es la velocidad angular en radianes/segundo , y
- t es el tiempo en segundos.

Dado que la velocidad angular es más interesante para las matemáticas que para los ingenieros, la fórmula anterior se suele expresar como:

$$v(t) = V_m * \text{sen}(2 * \pi * f * t)$$

donde:

- f es la frecuencia en hertzios.

El valor pico a pico de una tensión de una CA se define como la diferencia entre su pico máximo positivo y su pico negativo. Como el valor máximo de $\text{sen}(x)$ es +1 y el valor mínimo es -1, una tensión de corriente alterna oscila entre $+V_m$ y $-V_m$. La tensión pico a pico, escrito como V_{p-p} , es por lo tanto $(+V_m) - (-V_m) = 2 V_m$.

El valor instantáneo de la onda senoidal que se elige para representar el amperio en CA se denomina valor eficaz, ya que debe ser de tal magnitud que produzca el mismo efecto calorífico que 1 A en corriente continua.

El valor eficaz de una onda senoidal es, por tanto, la raíz cuadrado de la media de los cuadrados instantáneos. También se puede hallar el valor eficaz

usando matemáticas más elevadas (cálculo) que muestran que el valor eficaz de una onda senoidal es siempre igual a su valor máximo dividido por raíz de 2.

Este valor es el comúnmente aceptado y se expresa:

$$V_{rms} = V_m / \sqrt{2}$$

A este valor cuadrático medio se le suele denominar también como el valor efectivo.

En la mayoría de los contactos eléctricos de las casas es una tensión senoidal, con una frecuencia de 60 Hz. y una tensión de 115 V., pero ciertamente este no es un valor instantáneo de la tensión, ya que la tensión no es constante. El valor 115 tampoco es la amplitud que se ha estado representando como V_m , ni tampoco puede aplicarse el concepto del valor medio, porque el valor promedio de una onda senoidal es cero, por lo que de esta forma el valor que se utiliza comercialmente es el valor eficaz ó efectivo que en este caso sería el valor de los 115 V.

La corriente alterna presenta entonces las siguientes ventajas para ser utilizada en la industria eléctrica:

- Los generadores de CA (alternadores) son más eficaces y sencillos.
- La tecnología necesaria para el transporte de energía a grandes distancias es mucho más económica y accesible en alterna.
- Los receptores de CA son más numerosos y utilizables en casi todas las aplicaciones.
- La conversión de CA en CC no presenta complicaciones.

Además, frente a otros tipos de onda, la señal senoidal tiene las siguientes propiedades:

- La función seno se define perfectamente mediante su expresión matemática.
- Es fácil de operar.
- Se genera en los alternadores sin grandes dificultades.
- Su elevación y reducción, necesarias para reducir las pérdidas de energía, se realiza con altos rendimientos y bajo costo mediante los transformadores.

1.2 Componentes de una red de CA

Las compañías eléctricas generadoras producen energía eléctrica transformando algún tipo de energía (hidráulica, nuclear, térmica, etc.) en movimiento rotatorio que aplicado a un alternador produce la energía eléctrica alterna. La generación de la energía eléctrica alterna a partir del movimiento producido por las energías es relativamente sencilla y se puede realizar en grandes cantidades.

Al contrario que la corriente continua, la tensión de una corriente alterna puede ser elevado mediante un transformador. De acuerdo con la Ley de Ohm, las pérdidas de energía en las líneas de transmisión son dependientes del flujo o intensidad de corriente y no del flujo de energía, por lo que si mediante un transformador elevamos la tensión hasta altos valores (alta tensión), la misma potencia puede ser distribuida a largas distancias con bajas intensidades de corriente y por tanto con bajas pérdidas. Una vez en el punto de utilización o en sus cercanías la tensión puede ser de nuevo reducido para su uso doméstico de forma segura.

La generación trifásica de energía eléctrica es la forma más común y que provee un uso más eficiente de los conductores. La utilización de electricidad en forma trifásica es común, mayormente para uso en industrias donde muchos motores están diseñados para su uso.

La corriente trifásica es un conjunto de tres formas de onda, desfasadas una respecto a la otra de 120 grados, como se muestra en la figura 1.2.

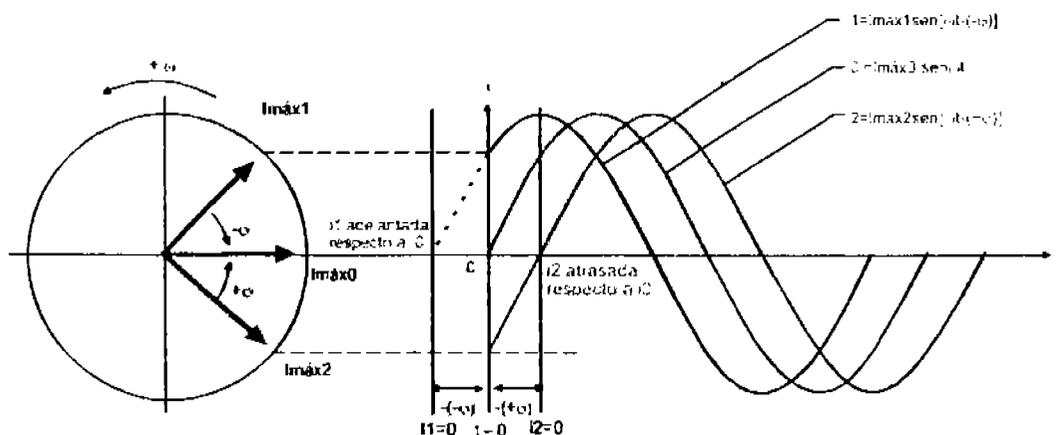


Figura 1.2. Diagrama de una corriente trifásica

Las corrientes trifásicas se generan mediante alternadores dotados de tres bobinas o grupos de bobinas, arrolladas sobre tres sistemas de piezas polares equidistantes entre sí. El retorno de cada uno de estos circuitos o fases se acopla en un punto, denominado neutro, donde la suma de las tres corrientes es cero, con lo cual el transporte puede ser efectuado usando solamente tres cables. El sistema trifásico es una clase dentro de los sistemas polifásicos de generación eléctrica, aunque con mucho el más utilizado.

Cuando solo se necesita suministro de una sola fase, como sucede con el suministro doméstico, y la red de distribución es trifásica, esta consta de cuatro conductores, uno por cada fase y otro para el neutro. En este caso lo que se hace es ir repartiendo la conexión de los diferentes hogares entre las tres fases, de forma que las cargas de cada una de ellas queden lo más igualadas (equilibradas) posibles cuando se conectan muchos consumidores.

Por motivos de seguridad, a menudo se conecta un quinto hilo entre el interruptor principal o caja de fusibles del edificio y los aparatos eléctricos en el interior de cada hogar, este hilo es conocido como hilo de tierra. El hilo de tierra es conectado a una barra o pica de cobre clavada en el suelo en un lugar donde pueda ser humedecida convenientemente a fin de facilitar el mejor contacto con el terreno circundante.

En caso de avería, por contacto accidental de una fase con la carcasa de un aparato, el hilo de tierra debe poder soportar la corriente necesaria para fundir el fusible y aislar el circuito averiado, evitando de esta forma que el usuario pueda sufrir daño por la corriente eléctrica.

En adición a este sistema de protección, la legislación actual obliga a efectuar la conexión del suministro a cada hogar a través de una caja de protección que consta, como mínimo, de interruptor diferencial o un interruptor termo magnético.

Cuando la energía eléctrica se utiliza de forma industrial, es decir, que las empresas tienen equipos en donde se utiliza una tensión más elevada al comercial, que es de 115 volts, estas tienen sus propias subestaciones y transformadores que reducen la tensión que da la compañía suministradora de energía, transformando así, la alta tensión a baja tensión y con esto, satisfacen sus necesidades eléctricas de cada una de las empresas.

Las subestaciones eléctricas en general tienen la función de recibir, transformar y distribuir la energía eléctrica, así como la de proporcionar un medio para la protección, control, seguridad de los equipos anexos y del personal que la opera. Generalmente una subestación eléctrica está compuesta por los siguientes elementos:

- a) Tableros en Alta Tensión
- b) Transformador
- c) Tableros en Baja Tensión

El tablero de alta tensión está diseñado para recibir el equipo de medición de la Compañía Suministradora que consta de un bus principal soportado por elementos aislantes y de sujeción, dispositivos de apertura y cierre y conexiones de entrada y salida de la energía eléctrica, pasando también por dispositivos de protección eléctricos y mecánicos, así como su sistema de puesta a tierra.

Las subestaciones requieren como su complemento de operación y de seguridad, un buen sistema de puesta tierra, el cual deberá poseer una impedancia adecuada.

El transformador es una máquina eléctrica estática de inducción electromagnética en la cual la energía eléctrica es transformada en sus factores de voltajes y corrientes, generalmente la energía es clasificada como alta tensión (primario) y la transforma en una tensión baja (secundario).

El tablero de baja tensión generalmente posee un interruptor principal y otros derivados, los cuales pueden ser electromagnéticos o termo magnéticos los cuales sirven para proporcionar un control en la apertura o cierre de los circuitos secundarios, así como sus protecciones contra sobrecarga para los conductores contra corto circuito, así como para todos los demás elementos del circuito y equipos anexos.

Por otra parte la subestación eléctrica también requiere de otros equipos y accesorios anexos para su correcto funcionamiento, estos son:

- a) Cables de Potencia
- b) Terminales (conos de alivio)

- c) Apartarrayos (acometida y seccionadores)
- d) Equipo de medición (TCs Y TPs)

Teniendo a los principales componentes de una red eléctrica como son: las máquinas de generación de energía eléctrica, los transformadores y los sistemas de protección, el interés ahora radica en la manera de representar estos componentes para poder modelar un sistema completo. Ya que un sistema trifásico balanceado siempre se resuelve como un circuito equivalente monofásico, o por una sola fase, compuesto por una de las tres líneas y un neutro de retorno, es rara vez necesario mostrar más de una fase y el neutro de retorno cuando se dibuja un diagrama del circuito. En ocasiones el diagrama se simplifica aún más al omitir el neutro del circuito e indicar las partes que los componen mediante símbolos estándar; así, las líneas de transmisión se representan por una sola línea entre las dos terminales. A este diagrama simplificado de un sistema eléctrico se le denomina diagrama unifilar o de una sola línea. Este indica, por una sola línea y por símbolos estándar, como se conectan las líneas de transmisión con los aparatos asociados de un sistema eléctrico.

El propósito general de un diagrama unifilar es la de suministrar en forma concisa la información significativa del sistema. La importancia de las diferentes piezas que componen al sistema varía con el problema a consideración y la cantidad de información que se incluye en el diagrama depende del propósito para el que se realiza.

El Instituto Nacional de Normas Americanas (ANSI por sus siglas en inglés) y el Instituto de Ingenieros Eléctricos y Electrónicos (IEEE por sus siglas en inglés) han publicado un conjunto de símbolos estándares para poder ilustrar un diagrama eléctrico. Algunos de estos símbolos se muestran en la figura 1.3.¹:

¹ Véase el complemento de símbolos gráficos en el apéndice.

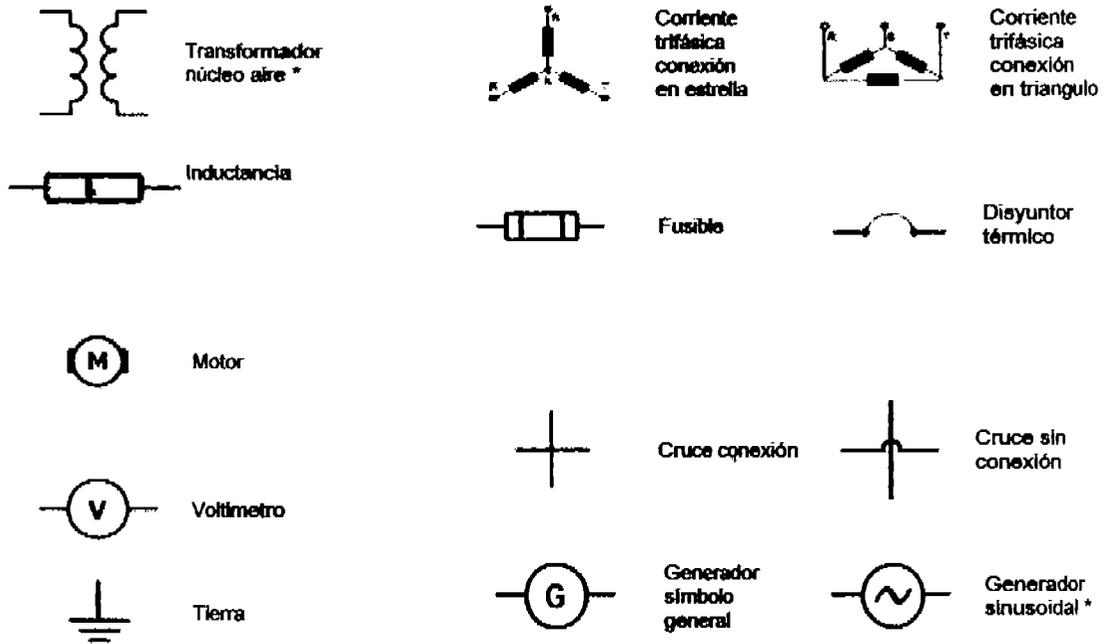


Figura 1.3. Símbolos eléctricos.

Es común dar información sobre el diagrama que este relacionado con la carga, los valores nominales de los equipos y las reactancias de los diferentes componentes del circuito. La unión de todos estos símbolos dan el diagrama unifilar. A continuación se muestra en la figura 1.4. un diagrama unifilar sencillo con una fuente de generación eléctrica, un transformador, línea de transmisión, interruptores y las diferentes cargas que se pueden conectar.

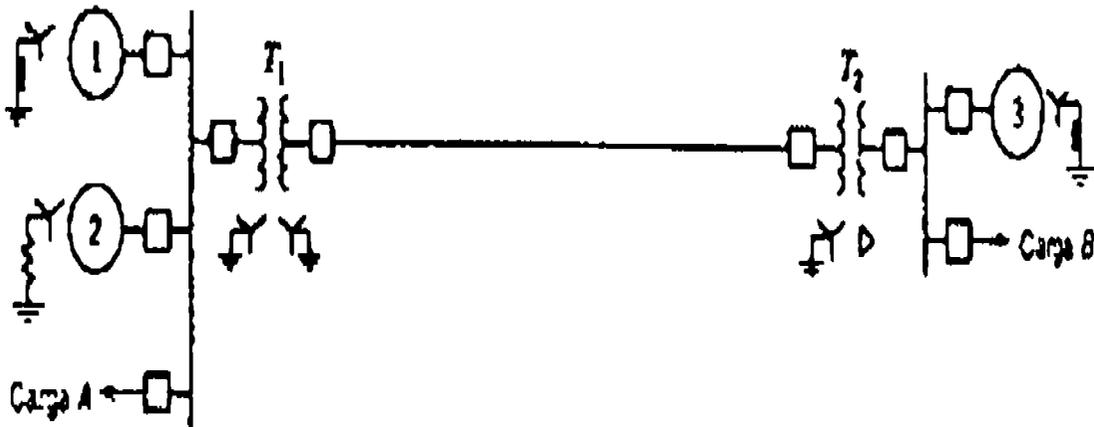


Figura 1.4. Diagrama unifilar.

1.3 Parámetros eléctricos.

Existen varias cantidades eléctricas dentro de un sistema eléctrico de potencia, sin embargo, en las redes industriales hay parámetros eléctricos de mayor importancia, tales como la tensión, la corriente, la potencia y la carga eléctrica. Esta última es de gran importancia, ya que al conocer los tipos de carga que se tienen en una industria específica, podremos determinar que aparatos e instrumentos son de gran ayuda para tener un sistema eléctrico confiable.

En electricidad, la definición de diferencia de potencial es la tensión. En general, la energía necesaria para separar las cargas depende de la tensión, y de la cantidad de cargas movidas o transportadas. A partir de esta definición, se usa 1 Joule de energía para mover una carga de 1 Coulomb de un punto a otro. El potencial entre estos dos puntos se llama tensión eléctrica. La ecuación es la siguiente:

$$v = W / Q$$

donde:

W es la energía (Joule),
 Q es la carga (Coulomb),

el resultado es la Diferencia de Potencial que tiene como unidad los voltios (v).

La ecuación anterior es la definición formal de potencial eléctrico o tensión, aunque no ofrece ningún significado útil para medir; es decir, la ecuación no se puede usar para realizar ninguna medición real. En la práctica, se utilizan voltímetros para realizar la medición de diferencia de potencial. Sin embargo, la ecuación es de gran importancia, ya que es la que se usará para comprender el concepto básico del voltímetro y de otros circuitos.

El otro concepto importante es la corriente. Si tomamos como ejemplo a una barra de cobre en donde existe una gran cantidad de electrones libres, que se mueven al azar dentro del material, el desplazamiento de los electrones es cero en cualquier dirección. Si se conecta una batería al circuito, como se

muestra en la figura 1.5., los electrones serán atraídos hacia el electrodo positivo y repelidos por el electrodo negativo. Se moverán por el conductor, el foco y la batería, alrededor del circuito. A estos electrones que se mueven se le llaman "flujo de electrones". La corriente se aumenta conforme una mayor cantidad de electrones fluye por segundo dentro del circuito. De esta forma, la corriente es la velocidad con la cual se mueven las cargas.

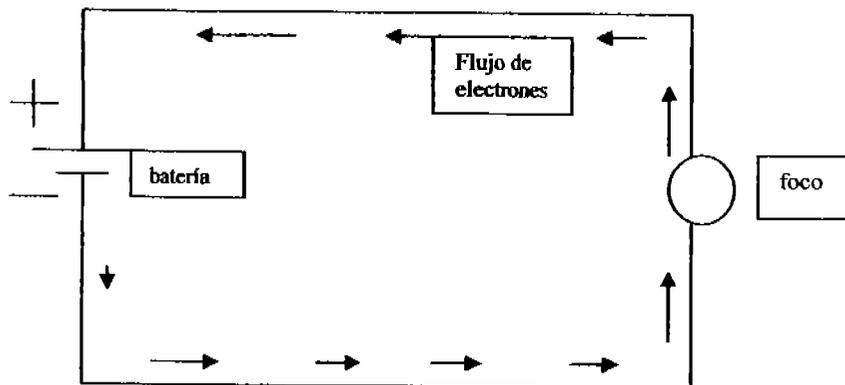


Figura 1.5. Circuito con una fuente y una carga eléctrica.

La cantidad de cargas que fluyen por segundo por una sección transversal del conductor se le llama corriente y esta expresada en amperes. La unidad usada para la carga es el Coulomb (C), y la velocidad a la cual se mueven las cargas sería C/seg. En las unidades SI, un Coulomb por segundo se define como 1 Amperio (Amp. ó A). De esta forma, el Amperio se define como una carga de 1 Coulomb que se mueve de un punto a otro en 1 segundo. El símbolo de corriente es I , y se expresa matemáticamente como:

$$I = Q/t$$

donde:

Q es la carga
 t es el tiempo.

La corriente es entonces la dirección de movimiento de las cargas positivas. Estas fluyen del electrodo negativo hacia el positivo. Esta dirección se ha tomado como convencional para el flujo de corriente. Sin embargo, partiendo de las características del átomo, encontramos que las cargas que se mueven en un conductor son electrones. El término corriente eléctrica o simplemente corriente se utiliza para describir la rapidez de flujo de la carga

por alguna región del espacio. La mayor parte de las aplicaciones prácticas de la electricidad se refieren a las corrientes eléctricas.

En un circuito de corriente alterna puramente resistivo, las magnitudes tensión y corriente están en fase, es decir ambas pasan por sus estados máximos o mínimos simultáneamente. En un circuito de corriente alterna común, las magnitudes de corriente y tensión no están en fase debido a las componentes inductivas y capacitivas de los diferentes elementos que componen los circuitos en la práctica.

Otro concepto importante es la potencia eléctrica. Si volvemos al ejemplo del circuito anterior (Figura 1.5.) y se utiliza una batería para establecer una corriente eléctrica en un conductor, existe una transformación continua de energía química almacenada en la batería a energía cinética de los portadores de carga. Esta energía cinética se pierde rápido como resultado de las colisiones de los portadores de carga con el arreglo de iones, ocasionando un aumento en la temperatura del conductor. Por lo tanto se ve que la energía química almacenada en la batería es continuamente transformada en energía térmica.

Considérese un circuito simple que consista de una batería cuyas terminales estén conectadas a una resistencia R (un foco), como en la figura 1.5., la terminal positiva de la batería está al mayor potencial. Ahora si sigue una cantidad de carga positiva Q moviéndose alrededor del circuito desde el punto $-$, a través de la batería y de la resistencia, y de regreso hasta el punto $+$. El punto $-$ es el punto de referencia que está aterrizado y su potencial se ha tomado a cero. Como la carga se mueve desde $-$ hasta $+$ a través de la batería su energía potencial eléctrica aumenta en una cantidad, mientras que la energía potencial química en la batería disminuye por la misma cantidad. Sin embargo, como la carga se mueve desde $-$ hasta $+$ a través de la resistencia, pierde esta energía potencial eléctrica por las colisiones con los átomos en la resistencia, lo que produce energía térmica. Obsérvese, si se desprecia la resistencia de los alambres interconectores, no existe pérdida en la energía en las trayectorias $-$ $+$. Cuando la carga regresa al punto $+$ debe tener la misma energía potencial (cero) que tenía al empezar. La carga positiva fluye en la dirección de la terminal negativa hasta la positiva de la batería. Como la rapidez con la cual la carga pierde la energía es igual a la potencia perdida en la resistencia, tenemos:

$$P = I * V$$

En este caso, la potencia se suministra a la resistencia por la batería. Sin embargo, la ecuación anterior puede ser utilizada para determinar la potencia transferida a cualquier dispositivo que lleve una corriente I , y tenga una diferencia de potencial V entre sus terminales. Utilizando la ecuación anterior y el hecho de que $V = I * R$ para una resistencia (ley de Ohm), se puede expresar la potencia disipada en las formas alternativas:

$$P = I^2 * R = V^2 / R$$

Cuando I está en amperes, V en volts y R en ohms, la unidad de potencia en el SI es el watt (W). La potencia perdida como calor en un conductor de resistencia R se llama calor joule; sin embargo, es frecuentemente referido como una pérdida I^2R . Al igual que la potencia mecánica, la potencia eléctrica se expresa en watts (W).

Así, la potencia es la cantidad de trabajo que se puede realizar en un determinado momento y la unidad eléctrica comercialmente utilizada es el kiloWatt (kW). Ahora bien, la energía es la potencia que se utiliza a lo largo del tiempo y se mide en kiloWattthora (kWh). De esta forma, existen dos tipos de potencia: la activa y la reactiva.

- La potencia activa (P) es la que efectivamente se aprovecha como potencia útil en el eje de un motor, la que se transforma en calor en la resistencia de un calefactor y es necesaria para el funcionamiento de estos artefactos.
- La potencia reactiva (Q) es la que los campos magnéticos de los motores, reactores, balastos de iluminación, etc., intercambian con la red sin significar una energía útil.

Como ejemplo podemos decir que los artefactos que basan su funcionamiento en resistencias eléctricas transforman la totalidad de la energía requerida en calor o luz (energía activa). Sin embargo la mayoría de las maquinarias destinan una parte de la energía consumida para transformarla en frío, luz, movimiento, etc. (energía activa) y por estar equipada con bobinados eléctricos otra parte es utilizada para su propio funcionamiento (energía reactiva). Cuando mayor es el consumo de energía reactiva peor será el aprovechamiento de la energía recibida.

La mayoría de las cargas que se tiene en un sistema eléctrico, tiene como referencia la potencia que consume, es decir, que los equipos para funcionar necesitan de una tensión de entrada, la cual convertirá una corriente eléctrica. Al hacer esta función, estará realizando un trabajo que será la potencia eléctrica. Así, para determinar la capacidad eléctrica de una industria, se utiliza la potencia eléctrica que consumirá para su desarrollo.

Un concepto importante que se tiene en la industria eléctrica y que resulta de las potencias que tiene cada una de las plantas, es el factor de potencia, con el cual se denomina al cociente entre la potencia activa y la potencia aparente, que es coincidente con el coseno del ángulo entre la tensión y la corriente cuando la forma de onda es sinusoidal pura, es decir, que el factor de potencia debe tratarse que coincida con el coseno de la onda senoidal, aunque este no es lo mismo. Es aconsejable que en una instalación eléctrica el factor de potencia sea alto. Las empresas que proporcionan el servicio eléctrico exigen valores de 0,8 y más. La definición más simple para el factor de potencia, es la relación de la potencia activa usada en un circuito, expresada en watts o kilowatts (kW), a la potencia aparente que se obtiene de las líneas de alimentación, expresada en volts-amperees o kilovolts-amperees (kVA).

Las cargas industriales en su naturaleza eléctrica son de carácter reactivo a causa de la presencia principalmente de equipos de refrigeración, motores, etc. Este carácter reactivo obliga que junto al consumo de potencia activa (kW) se sume el de una potencia llamada reactiva (kVAR), las cuales en su conjunto determinan el comportamiento operacional de dichos equipos y motores. Esta potencia reactiva ha sido tradicionalmente suministrada por las empresas de electricidad, aunque puede ser suministrada por las propias industrias.

Al ser suministradas por las empresas de electricidad deberá ser producida y transportada por las redes, ocasionando necesidades de inversión en capacidades mayores de los equipos y redes de transmisión y distribución. Todas estas cargas industriales necesitan de corrientes reactivas para su operación.

Una forma de que las empresas de electricidad a nivel nacional e internacional hagan reflexionar a las industrias sobre la conveniencia de generar o controlar su consumo de energía reactiva ha sido a través de un

cargo por demanda, es decir cobrándole por capacidad suministrada en kVA. Factor donde se incluye el consumo de los kVAR que se entregan a la industria.

De esta forma, la industria tiene una demanda eléctrica, la cual es la potencia consumida por la planta en un período de tiempo, el cual varía de acuerdo a las características específicas de la planta. El concepto de demanda eléctrica es importante, ya que así se podrá conocer el impacto de su costo sobre los costos de producción, la evaluación de la expansión de los sistemas industriales, identificar cargas que inciden en la demanda pico y determinar las horas de menor demanda. En el plano eléctrico, la demanda nos proporciona información para determinar los equipos que se podrían utilizar para un diseño de energía eléctrica alterna a la utilizada por la compañía que proporciona este suministro, ya que así se sabrá cuanta energía consume la planta tanto en las horas pico como en las horas de estabilidad eléctrica.

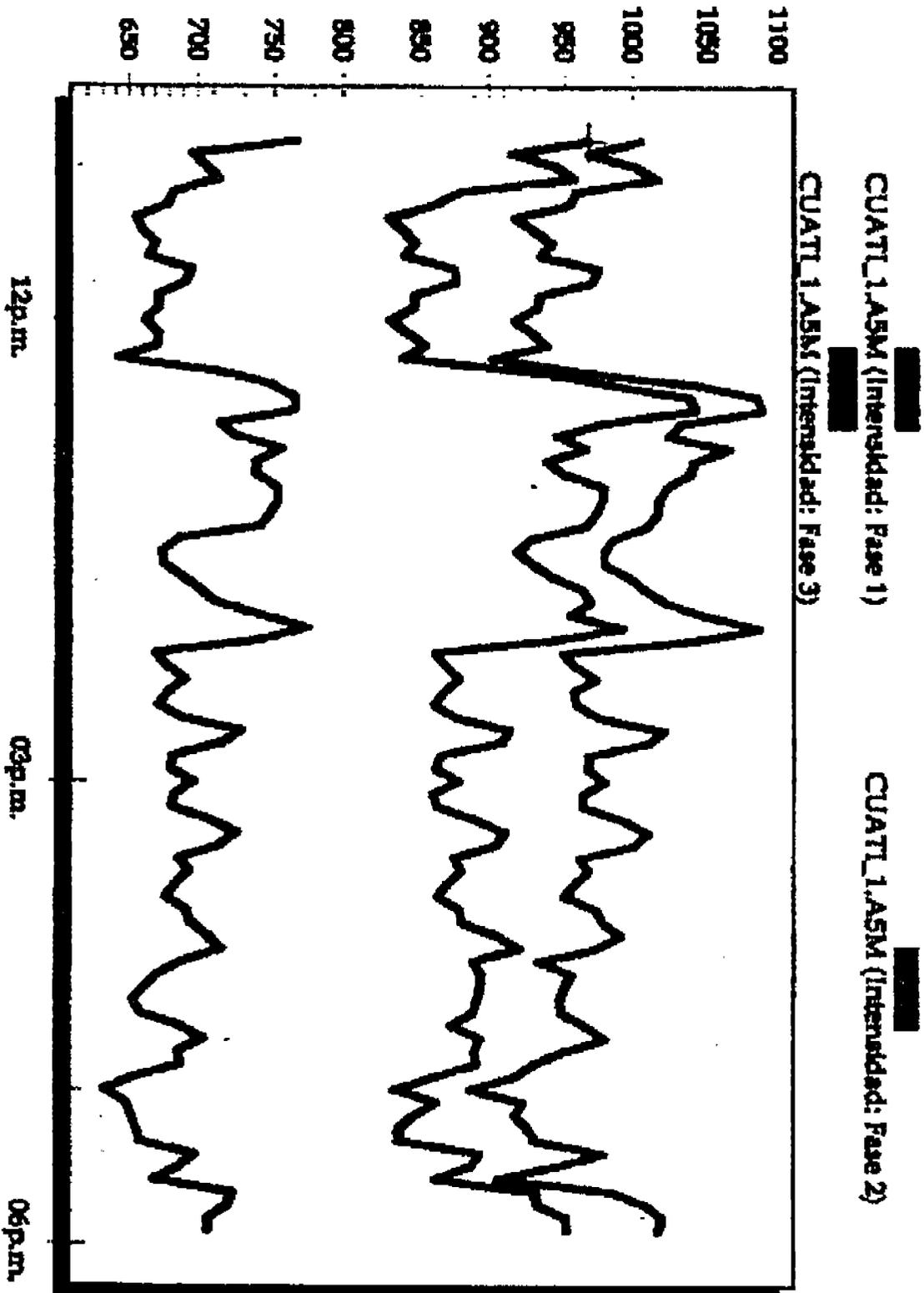
1.4 Instrumentos de medición de una red de CA

Para el análisis de un sistema eléctrico de potencia, es necesario un instrumento que pueda medir por lo menos los siguientes parámetros eléctricos:

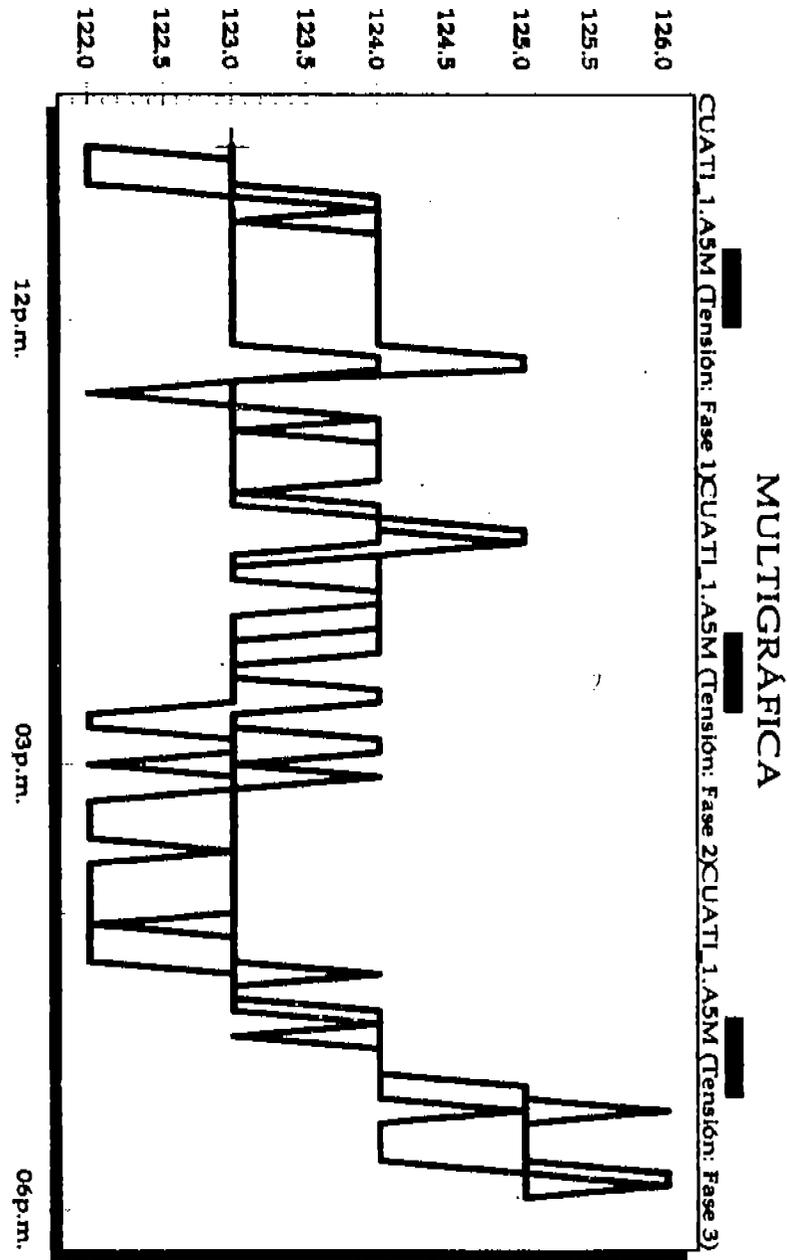
- a) Tensión eléctrica (entre la fase y neutro y entre las tres fases)
- b) corriente eléctrica
- c) potencia eléctrica (activa y reactiva)
- d) factor de potencia
- e) frecuencia.

Los instrumentos tienen por función principal determinar el valor o el tamaño de alguna cantidad. La acción de determinar tales cantidades se conoce como medida. El valor de la medida se visualiza por la posición de una aguja en la escala, y/o dígitos. Los equipos actuales de medición son mediante una computadora, la cual nos dan los resultados mediante gráficas que son de gran ayuda para el estudio de cada parámetro (corriente, tensión, potencia activa, factor de potencia y frecuencia), como se muestra en las gráficas 1.1, 1.2, 1.3, 1.4 y 1.5.

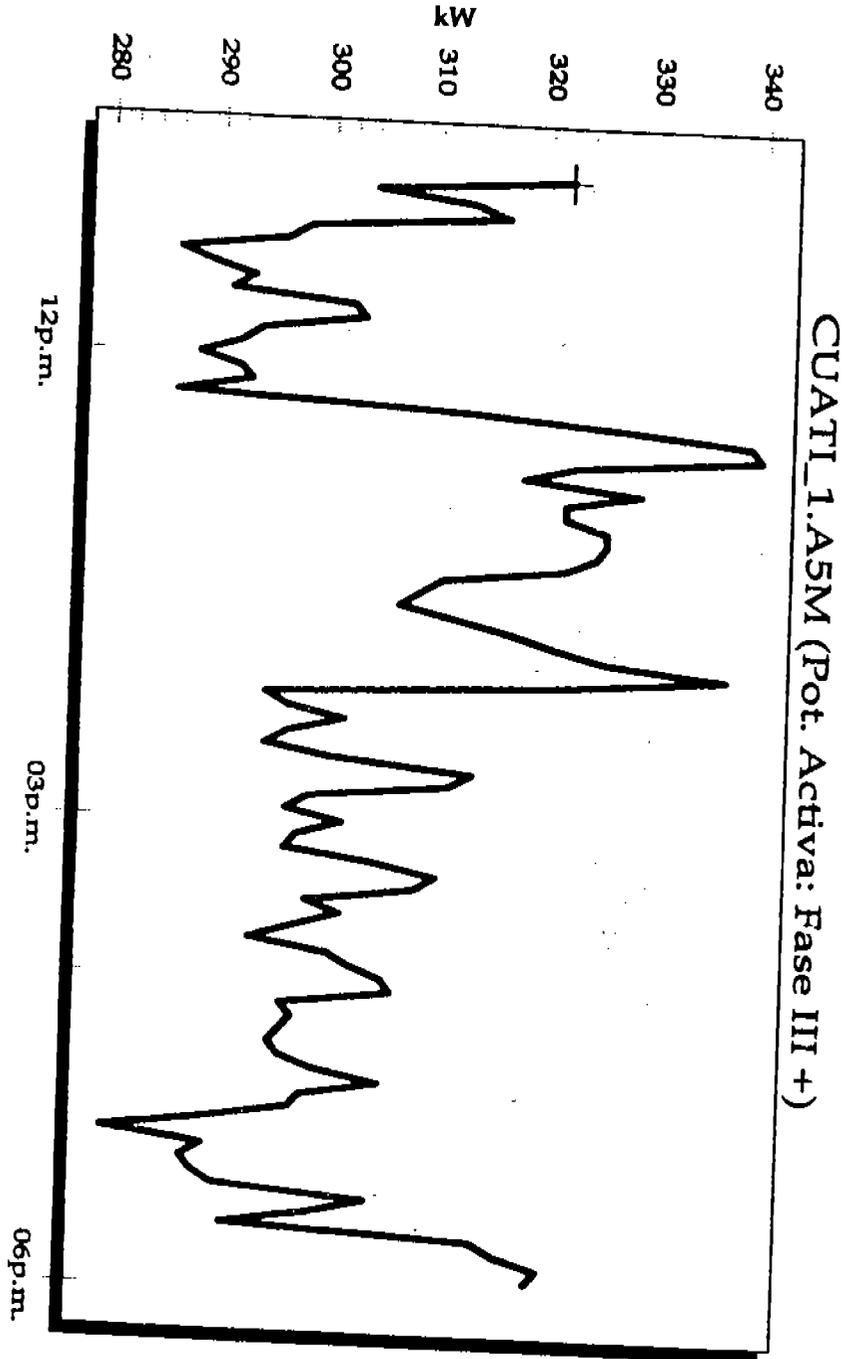
Gráfica 1.1. Medición de corriente eléctrica



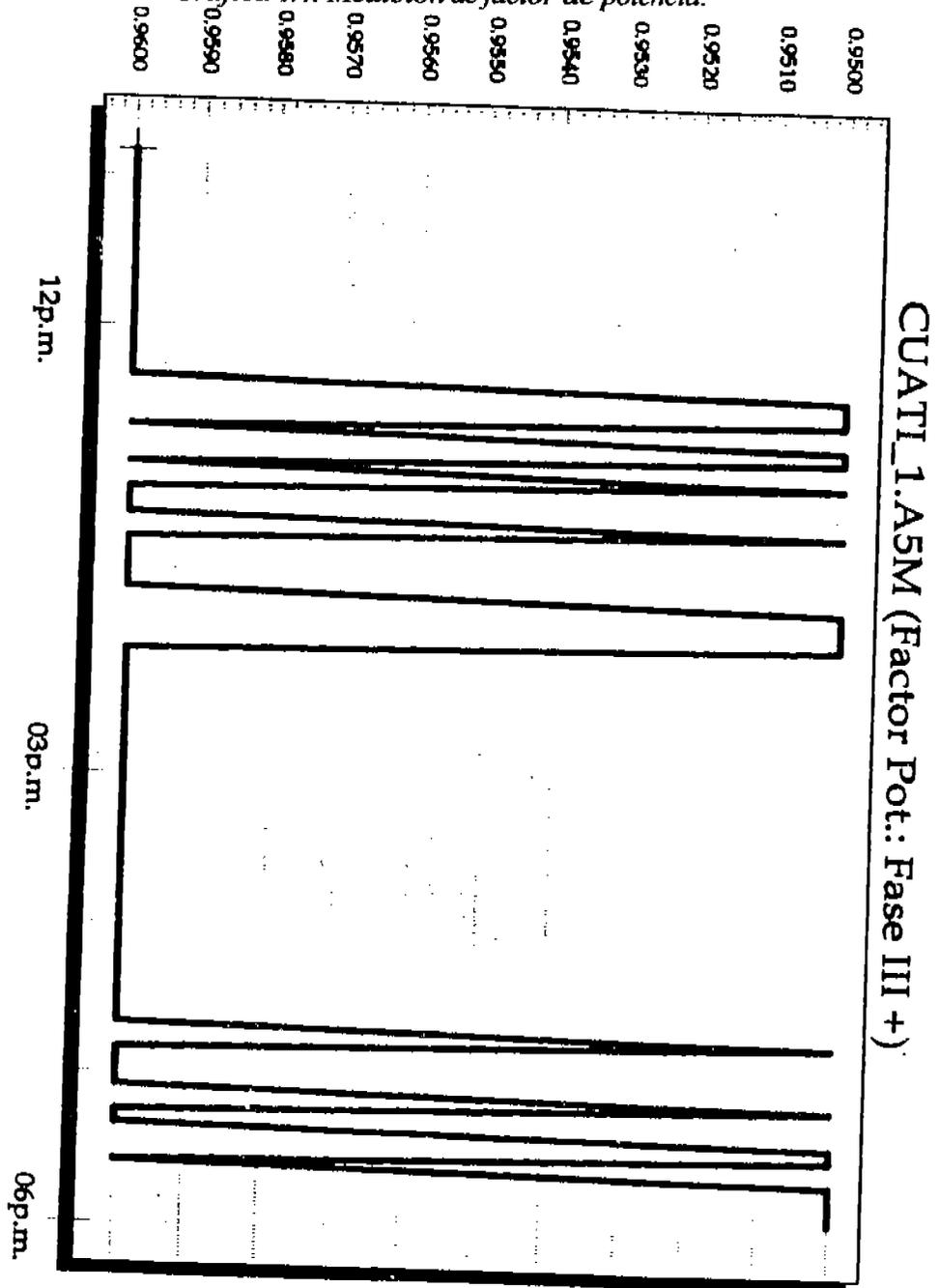
Gráfica 1.2. Medición de tensión eléctrica.



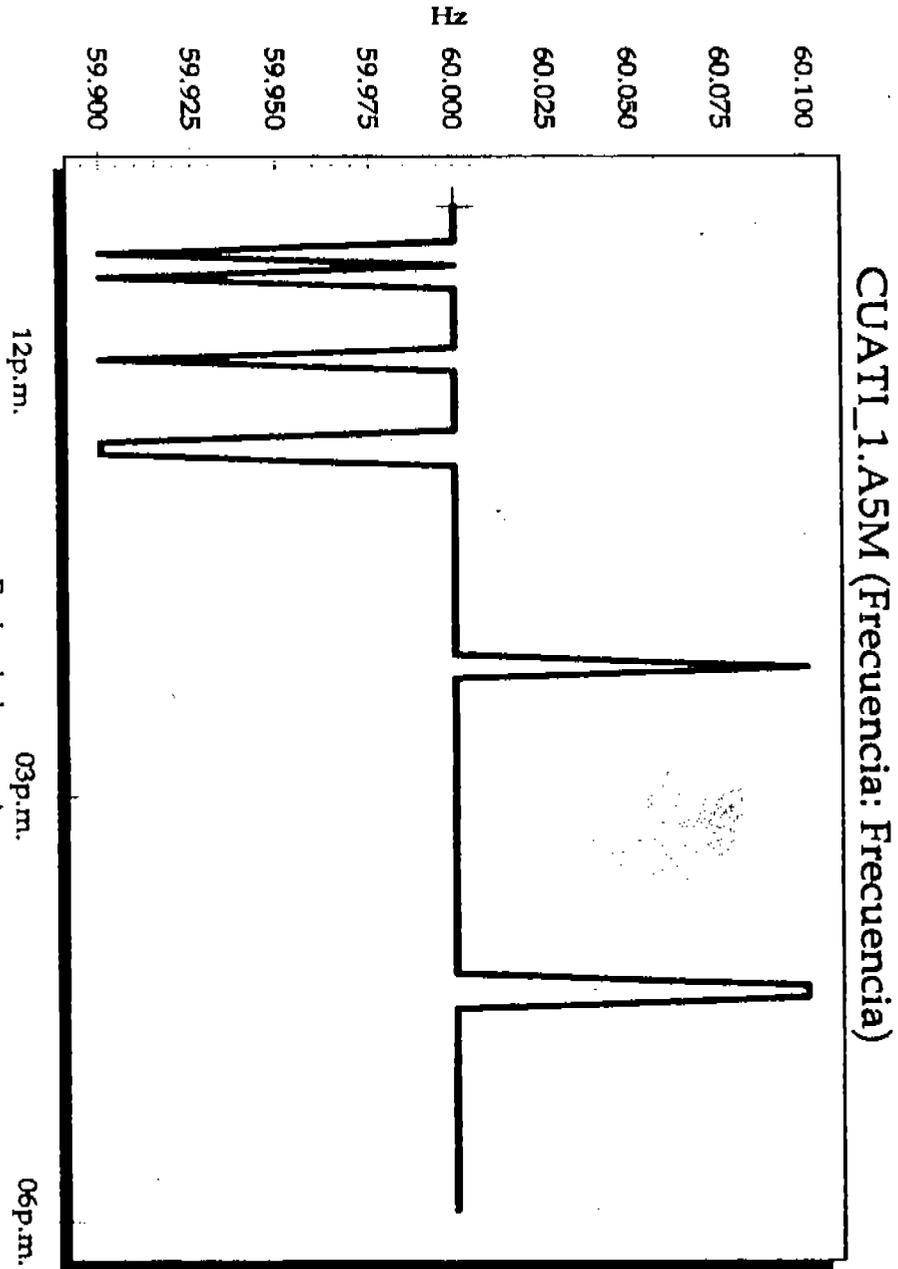
Gráfica 1.3. Medición de potencia activa.



Gráfica 1.4. Medición de factor de potencia.



Gráfica 1.5. Medición de frecuencia.



Algunos términos de especificaciones generales que poseen los instrumentos de medición son:

- Escala. - Es la matriz de marcas donde se tienen:
 - Longitud de escala
 - Intervalo de escala
- Margen.- Límites entre los que se puede realizar una lectura.
- Espacio muerto.- Es el margen de valores de la cantidad medida para los cuales no se obtiene lectura.
- Amortiguación.- Cuando la amplitud de las oscilaciones del indicador se reducen progresivamente o se anulan completamente.
- Frecuencia de muestreo.- Toma de muestras a intervalos regulares de la cantidad que está siendo medida.
- Sensibilidad.- Cambio en la lectura de escala del instrumento.
- Resolución.- Es el menor cambio en la cantidad medida. También llamado discriminación de un instrumento.
- Precisión. - Es la magnitud en que la lectura dada puede ser mala, es decir, la magnitud en que difiere la lectura del valor real. El valor real es el indicado por el mejor medidor patrón. La precisión se expresa en porcentaje o en rangos
- Error.- Es la diferencia entre el resultado de la medida y el valor verdadero o real.
Error = Valor medido - Valor real
- Sesgo.- Es el error constante que existe para el margen completo de sus medidas.
- Error de Histéresis.- Sucede como resultado de cosas tales como el rozamiento de cojinetes y movimiento lento de engranajes del instrumento.
- Fiabilidad. - Probabilidad de que este operará de acuerdo con un nivel de prestaciones bajo las condiciones específicas para su uso.
- Repetibilidad.- Si se toman repetidas tomas del mismo valor de la cantidad que está siendo medida, el instrumento podría mostrar la misma lectura.

Además de los términos de especificaciones generales, hay otros términos específicos utilizados como son:

- Dimensiones y peso.
- Temperatura de funcionamiento.

- Impedancia de salida.
- Potencia de entrada.
- Relación señal / ruido.
- Tiempo de respuesta.
- Ancho de banda.

Los equipos más comunes y sencillos para la medición de un parámetro eléctrico son los voltímetros, amperímetros y wattímetros, los cuales cada uno mide por separado el parámetro escogido. Sin embargo, estos equipos solo miden en el instante que se utiliza, lo cual, para monitorear una red eléctrica, se tendría que estar midiendo durante un tiempo prolongado. Existen en la actualidad equipos que nos proporcionan en un solo instrumento todos los parámetros antes mencionados y que solo se tiene que programar para medir el comportamiento de una red eléctrica en un periodo de tiempo determinado.

Entre los equipos más sofisticados para medición de demanda y calidad de energía se tienen:

1. El analizador de armónicos. - En aplicaciones de calidad de energía.
2. El analizador de transitorios. - En sistemas de potencia.
3. Registrador de eventos. - Para registro de interrupciones.

Los equipos analizadores de armónicos en su totalidad son del tipo digital, los que en general despliegan en pantalla las formas de onda, el valor de la amplitud de la onda fundamental y de cada armónica, el valor efectivo, el valor máximo y la distorsión total.

El estándar electrotécnico para las especificaciones son: la Internacional Electrotechnical Commission (IEC) IEC 50 parte 301, 302 y 303, a nivel de Europa el Comité Europeo de Estandarización (CEN), en Inglaterra la British Standard Institution (BSI), en Estados Unidos la IEEE respecto a la instrumentación se tienen IEEE 100 y 885, NEMA entre otros. En el país se aplica generalmente las normas IEC y las normas IEEE. La guía de calidad para los alcances entre cliente y proveedor se especifica por ISO 9000-9004 y las normas europeas EN 29000 y 29004. Los servicios de calibración deben hacerse en forma periódica y sistemática para luego documentarse y así asegurar su continua efectividad. Teniendo como referencia los patrones nacionales.

CAPÍTULO II

"GRUPOS ELECTRÓGENOS"

2.1 Definición de grupos electrógenos.

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. Este voltaje es proporcional a la intensidad del campo magnético, a la velocidad relativa y a la longitud del conductor".

Esto se expresa algebraicamente por la fórmula:

$$e = vBl$$

e = voltaje inducido.

v = velocidad del conductor.

B = densidad del campo magnético.

l = longitud del conductor.

Para lograr el campo magnético debe hacerse circular una corriente por el arrollamiento, obteniéndose resultados similares a los del imán permanente. Figura 2.1. Este es el medio más comúnmente usado en las máquinas eléctricas, aunque el primero se utilice en aplicaciones especiales.

También se tendrá un cierto número de polos con una determinada configuración para lograr una mejor distribución del flujo, en lugar de un imán. Figura 2.2. Desde el punto de vista mecánico, se requerirá una estructura adecuada de soporte de estos elementos, etc.

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

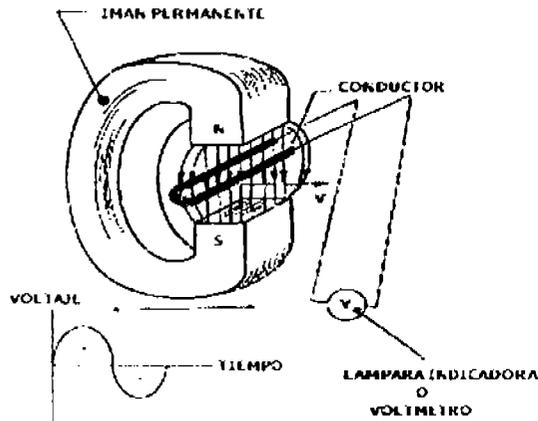


Figura 2.1. Imán permanente.

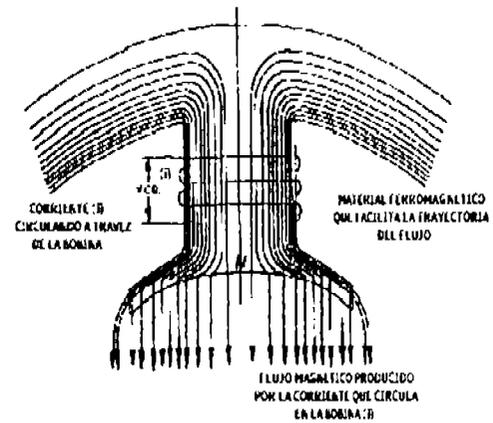


Figura 2.2. Flujo magnético

La planta de emergencia es un grupo motor-generator que convierte la energía calorífica de un combustible en energía eléctrica,

Algunos conceptos importantes para la planta de emergencia son:

- **POTENCIA NOMINAL**

Es la capacidad en kW obtenidos en las terminales del generador a una altitud del nivel del mar, considerando una temperatura ambiente máxima de 40 °C, en cualquiera de sus aplicaciones y a una velocidad nominal del motor de 1800 r.p.m.

- **STAND BY POWER RATING.**

Es aplicable para proveer energía durante una suspensión de la misma. No existe capacidad de sobrecarga disponible para el rango de Stand by. Estos motores están disponibles para operar en paralelo.

- **DISPONIBILIDAD.**

Es el tiempo máximo en segundos, necesario para que la planta de emergencia esté en condiciones adecuadas de operación, permitiendo la transferencia y toma de carga.

Existen 5 tipos de disponibilidad:

TIPO 1: básicamente inmediata de 3 a 9 milisegundos.

TIPO 2: hasta 5 segundos.

TIPO 3: hasta 15 segundos.

TIPO 4: más de 15 segundos.

TIPO M: manual (sin límite de tiempo).

Las plantas se clasifican por el tipo de servicio que prestan en:

- **SERVICIO CONTINUO.**

Son aquellas que operan por varias horas o todo el día y se utilizan en lugares lejanos, donde las Compañías Suministradoras no tienen acceso, por ejemplo, en las estaciones receptoras de radio y televisión, aserraderos, etc.

- **SERVICIO DE EMERGENCIA.**

Son aquellas que operan algunas horas al día y se utilizan en lugares donde se tienen sistemas de distribución por parte de las Compañías Suministradoras y donde se requiere que nunca falte la energía: Hoteles, Hospitales, Centros Comerciales, Aeropuertos, etc.

Las máquinas están diseñadas para operar con una capacidad en emergencia, si esta misma máquina se quiere operar en servicio continuo se tiene que disminuir la capacidad de servicio de emergencia un 10% aproximadamente.

2.2 Principio de funcionamiento.

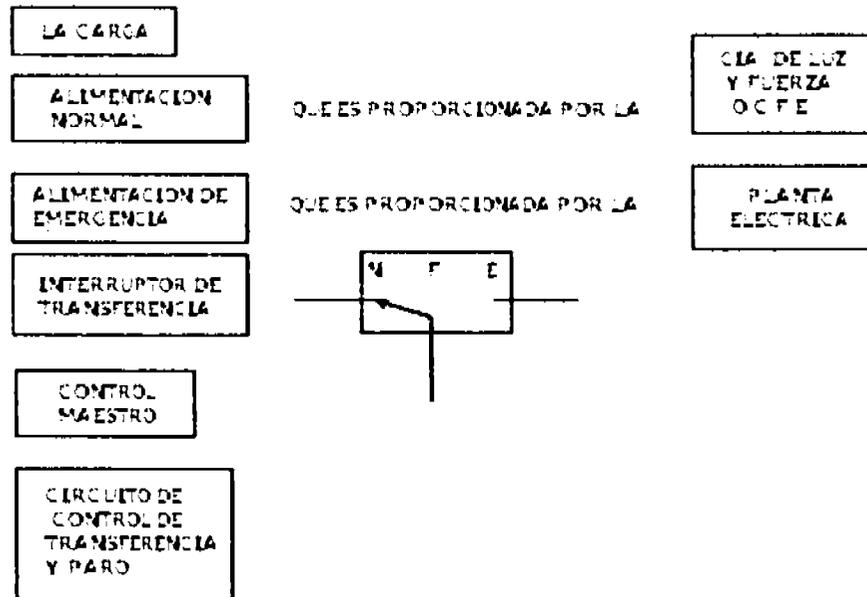
Bajo circunstancias normales, cuando la energía utilitaria esta disponible, esta actúa en los contactores del panel de transferencia, y conecta la energía al panel de distribución y después a las cargas de la casa. Un cargador de baterías instalado en el tablero de transferencia mantiene la batería de arranque del generador cargada.

Ocurre el corte de energía, cuando la tensión cae a menos del 85% del nominal, o falla por completo, el sistema de potencia iniciará automáticamente su secuencia de arranque para conectar la carga. El tablero de transferencia monitorea constantemente la fuente utilitaria y la del generador. Cuando el control del tablero de transferencia sensa energía utilitaria inaceptable, el control espera 3 segundos y después envía una señal para arrancar el motor del generador.

Si la energía regresa antes de haber pasado 3 segundos, el generador no arrancará. Cuando la señal de arranque es recibida, el motor arranca y alcanza la velocidad correcta de operación para tener disponible la corriente en el generador. El control del tablero de transferencia sensa, espera 3 segundos y transfiere la energía a la vivienda a través de los contactores del panel de transferencia. Esta secuencia de operación usualmente se lleva menos de 10 segundos desde que el corte de energía ocurre hasta que la carga del generador es conectada.

Cuando la energía utilitaria regresa, el panel de transferencia sensa y verifica que el voltaje sea el adecuado. Después de comprobar esto por cinco minutos, el control del tablero de transferencia envía la señal a los contactores del tablero para transferir la carga a la fuente utilitaria y desconectar al generador. En este momento, el generador esta fuera de línea y trabajará automáticamente otros cinco minutos para enfriarse adecuadamente. Después del ciclo de enfriamiento, el generador se apagará automáticamente y quedará listo en modo standby.

En la figura 2.3. se muestran los componentes básicos del sistema eléctrico de una industria con dos alimentaciones.



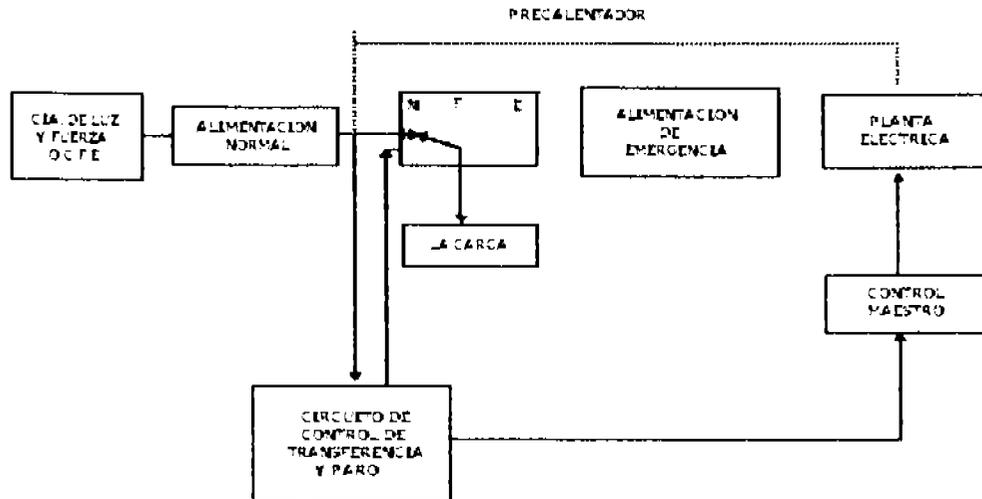


Figura 2.3. Arreglo típico del sistema eléctrico con dos alimentaciones.

Secuencia del diagrama de bloques de la figura 2.3.

a.- Falla alimentación normal.

Instantáneamente el interruptor de transferencia (tipo contactor magnético) sale de la posición normal "N" y pasa a la posición fuera "F". Al mismo tiempo el circuito de control de transferencia y paro manda señales al:

- Interruptor de transferencia para que este se prepare para pasar a la posición de emergencia "E".
- Control maestro para que éste a su vez mande la señal de arranque de la planta y lo proteja contra falla de arranque, alta temperatura, baja presión de aceite y sobrevelocidad.

A los tres segundos aproximadamente, la planta genera a toda su capacidad y el interruptor de transferencia se pasa a la posición de emergencia, alimentándose así la carga con la alimentación de emergencia. A esta operación se le denomina transferencia y puede variar de tres a nueve segundos dependiendo de la capacidad y tamaño de la planta. Figura 2.4.

En el caso de interruptores termomagnéticos y de interruptores electromagnéticos, estos no se desconectan instantáneamente sino que hasta que hay generación de voltaje del generador se desconecta de la posición normal a la de emergencia sin quedar en la posición FUERA en ningún momento.

Todas las demás operaciones descritas ocurren igual para todos los interruptores.

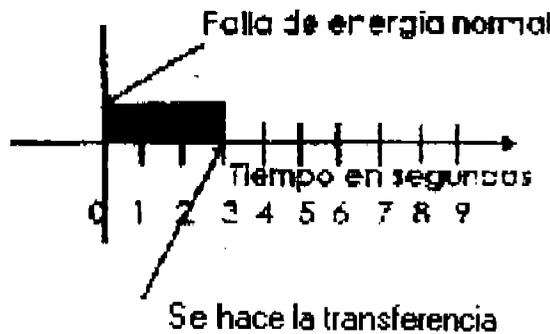


Figura 2.4. Tiempo de transferencia.

b.- Se restablece la alimentación normal.

El circuito de control de transferencia y paro detecta la presencia de la alimentación y:

- A los cuatro minutos (tiempo ajustable) manda la señal al interruptor de transferencia para que haga la retransferencia o sea que pase de la posición "E" a la posición "N". Se da este tiempo para dar oportunidad a la alimentación normal de restablecerse completamente, aunque también es variable dependiendo de la zona en que este instalada la planta.
- Cuatro minutos después (tiempo ajustable) manda la señal al control maestro para que éste dé la señal de paro de la planta. Se da este tiempo para dar oportunidad a la unidad para que ésta disipe el calor excesivo, lográndose con ello una mejor conservación del motor. Figura 2.5.

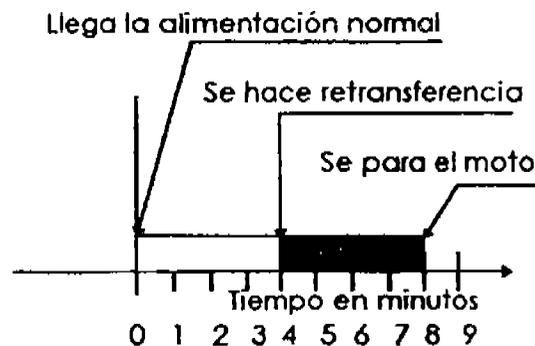


Figura 2.5. Tiempos de retransferencia.

Ejercitación de la planta eléctrica.

Existen dos formas de ejercitar la planta una es con carga y la otra sin carga.

La ejercitación de la planta SIN CARGA debe realizarse por lo menos una vez a la semana por un lapso de tiempo de 10 a 15 minutos máximo (generalmente cada fin de semana).

La ejercitación de la planta CON CARGA debe realizarse por lo menos una vez al mes durante 1/2 ó 1 hora máximo (también generalmente el fin de semana).

2.3 Componentes de una planta de emergencia.

Partes estacionarias del motor

Monoblock

Aunque se construye de una sola pieza de hierro fundido y es la parte principal del motor, está formado por diferentes partes o asientos para instalar los demás elementos.

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

Cabezas de cilindros

El diseño de estas cabezas varía según el tipo del motor, pero todas contienen las cámaras de combustión, los agujeros para los inyectores, cavidades de agua que conectan con las venas del monoblock. En algunos motores las cabezas contienen las válvulas y los mecanismos que las hacen funcionar incluyendo pasajes que permiten la entrada de la mezcla o bien la salida de los gases.

Depósito de aceite

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

Múltiples

En los motores de combustión interna tenemos múltiple de admisión y múltiple de escape.

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

Partes móviles del motor:

Cigüenal

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

Volante

Es un disco metálico perfectamente bien balanceado y que va atornillado en la parte trasera del cigüenal, su tamaño va a depender del número de pistones que tenga el motor al cual va a ser colocado, ya que para motores de pocos pistones será mayor que para motores con un mayor número de pistones. Su función es mantener girando al cigüenal debido a la fuerza de inercia.

Bielas y pistones

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

Pistón

Los pistones se mueven de arriba hacia abajo dentro del cilindro. Estos elementos son los primeros que reciben el empuje del combustible que se quema, su construcción generalmente es de una aleación a base de aluminio para que sean más ligeros y reducir la pérdida de potencia. La parte superior (donde van los anillos) se llama cabeza y la parte inferior se llama falda del pistón.

Anillos de pistón

La colocación de éstos es en las estrías o ranuras que tiene la cabeza del pistón y su función es la de sellar el espacio entre la pared del cilindro y el pistón para evitar que escapen los gases de la cámara de combustión, regular la cantidad de aceite en las paredes del cilindro y disminuir el calentamiento en las paredes del cilindro. Un mismo pistón lleva varios tipos de anillos: el de compresión, el de compresión raspador y el de aceite.

Engranajes de tiempo

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

Árbol de levas

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

Válvulas

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

- La válvula de admisión permite la entrada del aire a la cámara de combustión.
- La válvula de escape permite la salida de los gases quemados durante la misma carrera de escape, parte de la carrera de potencia y parte de la carrera de admisión.

Las partes interiores y exteriores de un motor a diesel, se muestran en las figuras 2.6. y 2.7.

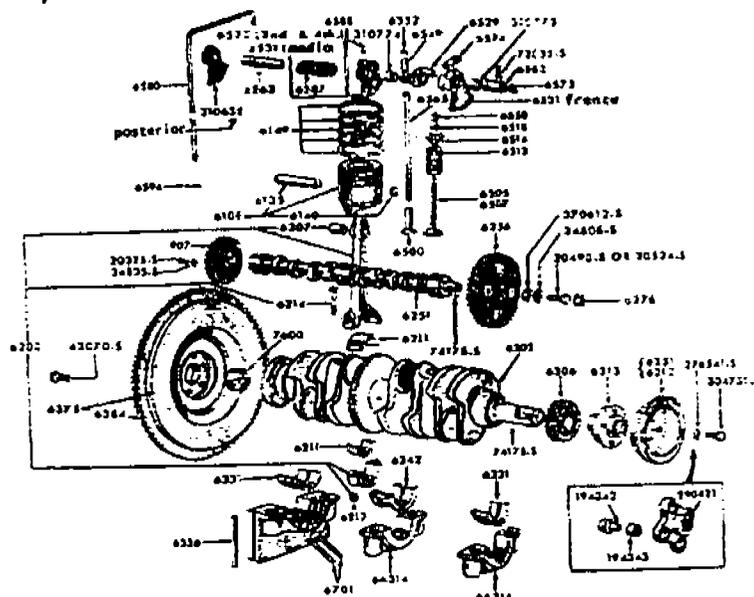


Figura 2.6. Vista interior de un motor diesel

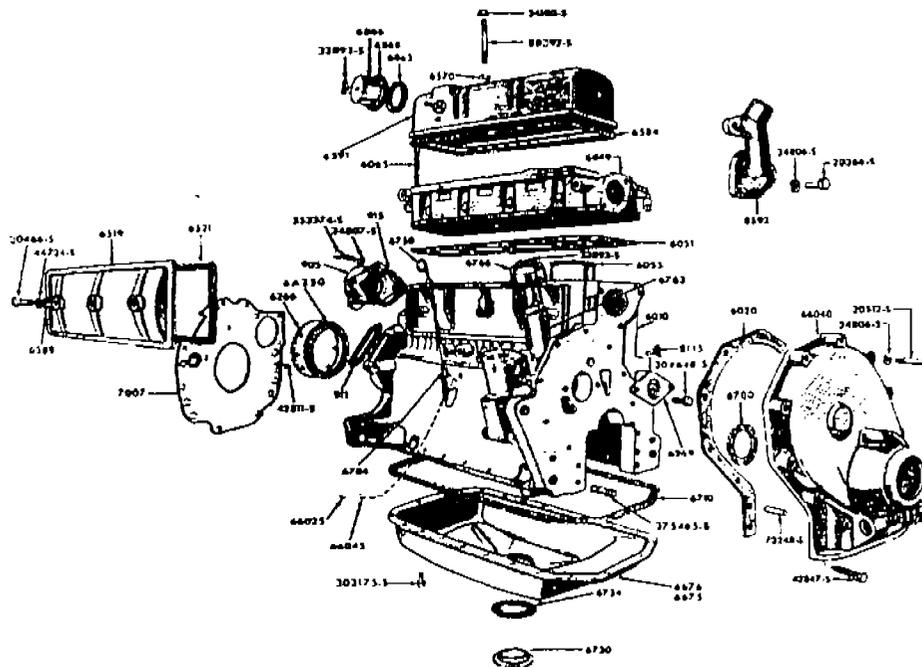


Figura 2.7. Vista exterior de un motor diesel

Principio de funcionamiento del motor

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

Las etapas o carreras que se presentan durante el funcionamiento del MCI son cuatro.

1) Admisión

En un movimiento descendente del pistón, el motor aspira durante el primer tiempo de trabajo, el tiempo de admisión, entrando aire sin estrangular a través de la válvula de admisión abierta.

2) Compresión

Durante el segundo tiempo de trabajo, el tiempo de compresión, el aire aspirado se comprime por el movimiento ascendente del pistón, según la relación de compresión que corresponda a la ejecución del motor (14:1 - 24:1). El aire se calienta a temperaturas de hasta 900 °C. Hacia el final del proceso de compresión, el inyector inyecta el combustible con alta presión (hasta 2000 bar) en el aire calentado.

3) Combustión (potencia o expansión)

Una vez transcurrido tiempo necesario para la transmisión de la temperatura al combustible (retardo de encendido), el combustible finalmente pulverizado se quema casi completamente por autoencendido, al comienzo del tercer tiempo, el tiempo de trabajo o combustión. De esta forma se calienta todavía más la carga del cilindro y vuelve a aumentar la presión en el cilindro. La energía liberada por la combustión se transmite al pistón. En consecuencia, el pistón se mueve otra vez hacia abajo y la energía de combustión se transforma en trabajo mecánico.

4) Escape

En el transcurso del cuarto tiempo, el tiempo de escape, la carga del cilindro ya quemada es expulsada por la válvula de escape abierta al producirse el movimiento ascendente del pistón. Para el siguiente ciclo de trabajo se aspira otra vez aire fresco.

Un motor de 2 tiempos realiza las cuatro etapas en una vuelta del cigüeñal y realiza una etapa de potencia. Es decir, que en 1800 RPM realiza 1800 etapas de potencia.

Un motor de 4 tiempos realiza las cuatro etapas en dos vueltas del cigüeñal y realiza una etapa de potencia. Es decir, que en 1800 RPM realiza 900 etapas de potencia. Figura 2.8.

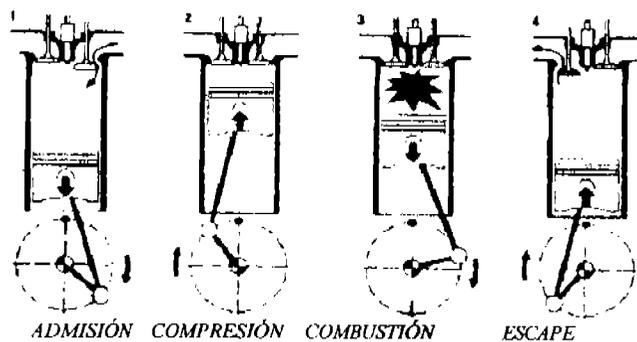


Figura 2.8. Ciclo de cuatro tiempos.

Sistemas del motor de combustion interna

Un motor diesel de la potencia necesaria para mover un grupo generador y el corazón del motor cuenta con cinco sistemas básicos: aire, escape, combustible, lubricación y enfriamiento.

Sistema de admisión.

- Filtros de aire.
- Indicador de restricción.
- Turbocargador (compresor).
- Múltiple de admisión.
- Válvula de admisión.
- Post-enfriador.

Sistema de escape.

- Válvula de escape.
- Múltiple de escape.
- Turbocargador (turbina).
- Junta de expansión.
- Silenciador.

- Trampa de condensado.
- Escape.

Sistema de enfriamiento.

- Agua
- Radiador y tapón presurizado.
- Ventilador.
- Bomba de agua.
- Galerías.
- Filtro (DCA's).
- Precalentador y termostato.
- Mangueras y accesorios.
- Enfriador de aceite.

Sistema de lubricación.

- Lubricante (SAE-15W-40)
- Cáster.
- Bomba de aceite.
- Filtros.
- Galerías.
- Varillas de Inspección.

Sistema de combustible.

- Combustible.
- Tanque de almacenamiento.
- Bomba de alimentación.
- Filtros.
- Bomba de inyección.
- Inyectores.
- Ductos de alimentación y retorno.

Sistema eléctrico.

- Sistema de arranque.
- Sistema de carga.

Sistema de admisión

Su misión es suministrar aire limpio, fresco y en cantidad suficiente para que el combustible se pueda quemar. Figura 2.9.

Admisión

La admisión consiste de una tubería desde una fuente de aire fresco al múltiple de admisión en los motores aspirados naturalmente o al turbocargador en motores turbocargados.

Filtros

Los filtros son purificadores de aire y pueden ser del tipo baño de aceite o seco.

Turbocargador

El turbocargador en su fase de admisión es un soplador que aumenta el flujo o circulación de aire hacia los cilindros del motor, esto permite que el combustible se queme con mayor eficiencia aumentando la potencia del motor. Con el turbocargador se compensa la potencia del motor por altitud.

Postenfriador

Es el elemento que enfría al aire para que no entre muy caliente a la cámara de combustión y se produzca antes de tiempo esta. Lo anterior lo logra a través de unos serpentines de agua.

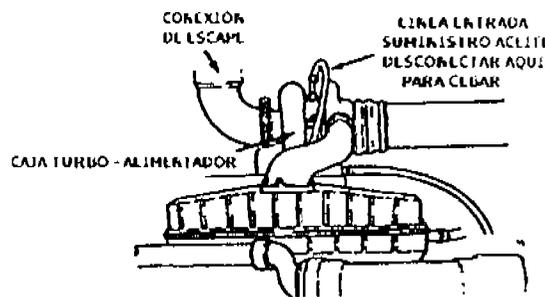


Figura 2.9. Sistema de admisión.

Múltiple de admisión y válvulas.

El múltiple de admisión es el que recibe el aire y lo manda a cada uno de los cilindros para la combustión, mientras que las válvulas dejan entrar el mismo al cilindro.

Sistema de enfriamiento

La función del sistema de enfriamiento es disipar al ambiente la parte de la energía térmica que no se convierte en potencia, o pasarla directamente a la atmósfera por los gases del escape o por la radiación de la superficie del

motor. Además, dependiendo del tipo de aplicación y diseño, puede requerirse también disipar el calor rechazado de la transmisión, los múltiples de escape enfriados por agua, etc.

Los detalles del sistema de enfriamiento varían ampliamente conforme a la aplicación, pero en todos los casos el sistema debe ser diseñado para mantener temperaturas del motor dentro de los límites especificados bajo las condiciones más extremas del ambiente y de operación en que la máquina se pueda encontrar. La energía térmica liberada por la combustión del combustible en un motor diesel es distribuida aproximadamente como sigue: Un 34% del valor calorífico del combustible consumido en un motor de pistones se recupera como potencia al eje, el 66% restante se rechaza como calor. Entonces:

- 34 % Potencia.
- 66 % Rechazo como calor.

De este 66 % se distribuiría de la siguiente manera:

- 26 % Al agua y aceite.
- 30 % Por el escape.
- 10 % radiación de las superficies del motor (al medio ambiente).

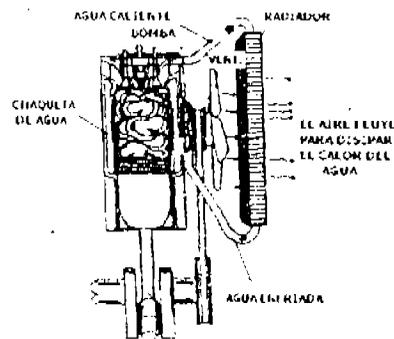


Figura 2.10. Sistema de enfriamiento.

El agua es circulada por una bomba para agua del tipo centrífugo, montada en la parte delantera del motor e impulsada mediante correas (bandas) desde el cigüenal. El agua circula alrededor de las camisas de tipo húmedo, por toda la culata de cilindros y alrededor de los manguitos de los inyectores. Los manguitos en los cuales están montados los inyectores son de cobre para una

disipación rápida del calor. El motor tiene uno o más termostatos para controlar la temperatura de funcionamiento del motor. La solución enfriadora esa enfriada por un radiador y ventilador o por un intercambiador de calor. El calor que no se transforma en potencia ni se manda directamente a la atmósfera es retirado por el sistema de enfriamiento. Figura 2.10.

Radiador

Enfriamiento por radiador

El sistema de enfriamiento por radiador estándar tiene un radiador montado en el chasis y un ventilador tipo soplador impulsado por el motor. El aire se toma del extremo del generador del grupo electrógeno, pasa a través del motor, y luego es empujado por el radiador. Una brida adaptadora para la conexión de un conducto de aire esta montada alrededor de la rejilla del radiador para permitir la instalación de un conducto de salida de aire.

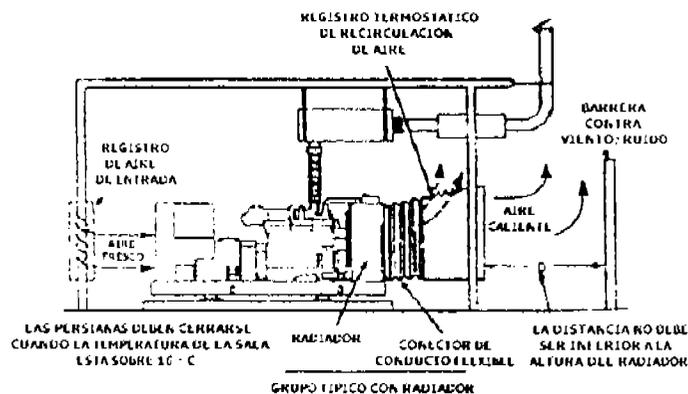


Figura 2.11. Sistema de enfriamiento por radiador.

Consta de un tanque y aletas para la transferencia del calor del agua al medio ambiente mediante un ventilador. Figura 2.11.

Tapón presurizado

El tapon del radiador se presuriza para que aumente el punto de ebullición del agua, es decir, para que el agua no hierva; ya que los sensores de temperatura detectan líquido y no gases calientes.

Temperatura del aceite lubricante

La temperatura normal máxima permisible del aceite lubricante, medida en el riel de presión principal del aceite o en la cabeza del filtro del aceite, es

de 107°C. Sin embargo, si el motor nunca llega a trabajar a su velocidad máxima por más de una hora a la vez, la temperatura de aceite permisible máxima (medida en el riel de presión de aceite principal o en la cabeza del filtro del aceite) se puede aumentar a 122°C.

Pre calentador

Los motores para plantas de emergencia van equipados con un precalentador de agua. Este precalentador cumple la función de mantener al motor a una temperatura cercana a la de operación, con la finalidad de que a la señal de arranque, el motor empiece a trabajar sin problemas. El precalentador funciona bajo el principio del termosifón para el calentamiento del agua y la circulación de la misma a través de los conductos del monoblock. Figura 2.12.

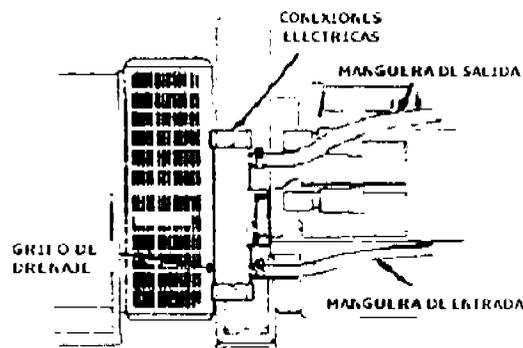


Figura 2.12. Vista de un precalentador

Termostatos

Son una especie de válvulas térmicas que van abriendo y permiten la circulación del agua al radiador cuando el agua se va calentando. La circulación del agua es por efecto de termosifón.

Sistema de lubricación

Los motores diesel son lubricados a presión. La presión es suministrada por una bomba de lubricante del tipo de engranes colocada dentro del depósito de aceite o en un lado del motor. En la bomba de lubricante está montado un regulador para controlar la presión del aceite lubricante. La bomba e inyectores se lubrican con el combustible.

El sistema de lubricación es una de las partes más importantes de un motor diesel. El aceite lubricante tiene varias funciones. Lubrica las partes en movimiento y da enfriamiento interno. Mantiene limpio el motor suspendiendo

los contaminantes hasta que los filtros de aceite los atrapan o hasta cuando se cambia el aceite. Es un sello para la combustión y protege las partes internas del motor contra óxido y la corrosión.

Lubricante

El aceite lubricante recomendado para los motores diesel turboalimentados es de la clase CC/CD API (Instituto Norteamericano de Petróleo), con un contenido máximo de cenizas sulfatadas del 1.85%. los aceites de esta clase satisfacen las recomendaciones del fabricante del motor para el funcionamiento satisfactorio bajo casi cualquier condición. Una vez que se selecciona el aceite, no mezclarlo con otros de otra clasificación o marca.

La viscosidad del aceite es la medida de su resistencia al flujo bajo ciertas temperaturas específicas. El aceite que puede satisfacer los requerimientos de flujo de baja (-18°C) y alta (100°C) temperaturas está designado como aceite de grados múltiples o multiviscosidad. El fabricante del motor recomienda el uso de aceite de multiviscosidad que cumple con los requerimientos de la clasificación API. El uso de un aceite de multiviscosidad mejora el control del aceite, el arranque del motor en tiempo frío y el ahorro de combustible, así como mantener una lubricación adecuada.

Varilla de medición

Para revisar el nivel de aceite durante los periodos de parada del motor, se tiene una varilla de medición, la cual tiene marcas de nivel alto y bajo para indicar el nivel de aceite en el carter .

Sistema de combustible

El sistema de combustible en el motor diesel tiene la finalidad de suministrar una cantidad precisa de combustible diesel en un momento exacto a una presión muy alta dentro de las cámaras de combustión del motor para producir la combustión en conjunto con el aire caliente que se encuentra en la cámara.

El concepto presión-tiempo (PT), se deriva de las dos principales variantes que afectan a la cantidad de combustible que es introducido por ciclo en el sistema de combustible . "P" se refiere a la presión de combustible hacia la entrada de los inyectores. Esta presión es controlada por la bomba de combustible. "T" se refiere al tiempo disponible que tiene el combustible para

fluir al interior de la copa del inyector. El tiempo es controlado por la velocidad del motor a través del árbol de levas y el tren de inyección.

Con respecto al suministro de combustible, no solamente es importante que exista un líquido, sino qué tanto flujo existe en un periodo de tiempo dado. Esto se refiere a un rango de flujo. Esto mide el volumen de líquido que pasa en un punto dado en un periodo de tiempo especificado. Una cantidad familiar para medir un rango de flujo es galones por minuto (litros/segundo en S.I.), y es abreviado como G.P.M.

Bomba de combustible

La bomba de combustible está acoplada al tren de engranes. El eje principal de la bomba de combustible gira a la misma velocidad que el cigüenal e impulsa la bomba (del tipo de engranes) el gobernador y el eje del tacómetro.

Bomba de engranes y amortiguador de pulsaciones

La bomba de engranes es impulsada por el eje principal de la bomba y contiene un solo juego de engranes que absorben y descargan combustibles en todo el sistema. La entrada a la bomba de engranes está en la parte superior de la bomba. Un amortiguador de pulsaciones montado en la bomba de engranes, contiene un diafragma de acero que absorbe las pulsaciones y suaviza la circulación de combustible por todo el sistema. Desde la bomba de combustible, el diesel pasa por la malla filtrante hasta los gobernadores.

Acelerador

El acelerador suministra un dispositivo para que el operador controle la velocidad del motor más allá de la marcha mínima, según las condiciones de velocidad y carga. En la bomba de combustible, el combustible circula a través del gobernador hacia el eje del acelerador. En marcha mínima, circula a través del orificio de marcha mínima en el barril del gobernador, más allá del eje del acelerador. Para trabajar a más de marcha mínima, el combustible circula a través del orificio del barril principal del gobernador hasta el agujero de aceleración en el eje.

Gobernadores.

El gobernador normal es accionado por un sistema de resortes y contrapesos y tiene dos funciones:

- 1.- El gobernador mantiene suficiente combustible para marcha mínima (en vacío) cuando el acelerador está en la posición de marcha mínima.
- 2.- Corta el paso de combustible a los inyectores cuando se excede de las revoluciones máximas gobernadas.

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

El gobernador VS (Velocidad Variable) se monta en la parte superior de la bomba y funciona en combinación con el gobernador normal para permitir el funcionamiento a una velocidad deseada (casi constante) dentro de la gama del gobernador normal. El ajuste para las diferentes revoluciones se hace con un control de palanca, en la parte superior de la bomba. La velocidad se puede variar con la palanca de control

El combustible diesel en un motor tiene dos funciones importantes:

1. Proveer la energía para el motor.
2. Enfría y lubrica la bomba de combustible y los inyectores.

Sistema eléctrico del motor de diesel.

Los componentes importantes de este sistema son:

- Sistema de arranque.
- Sistema de carga.
- Interruptor centrífugo de arranque y paro por sobrevelocidad.
- Syncro-start.
- Sensor magnético (PICK-UP).
- Control de baja presión de aceite.
- Control de alta temperatura del refrigerante.
- Válvula solenoide de combustible.

Estos componentes sirven para arrancar, proteger y parar el motor de combustión interna.

Este sistema eléctrico se interconecta con el control maestro de la planta eléctrica mandando y recibiendo señales eléctricas a través de tablillas de terminales.

Sistema de arranque

Los medios puestos a nuestra disposición para arrancar un motor son la marcha, el crank o un medio de remolque. De estos medios, el más común es el motor de arranque o marcha, que es un motor eléctrico de corriente continua que se alimenta con 6, 12 o 24 volts. Figura 2.13.

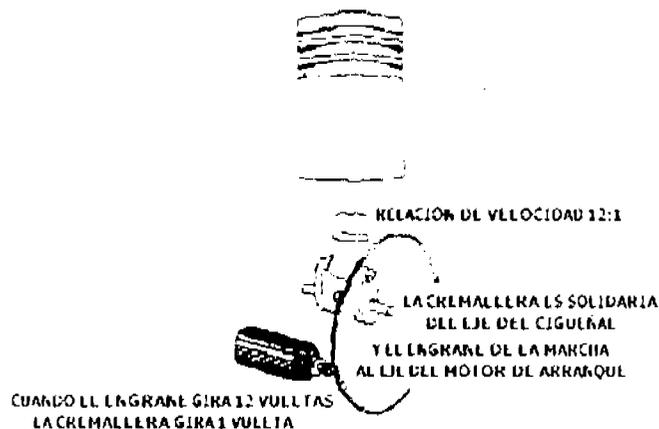


Figura 2.13. Acoplamiento de la marcha con el motor.

El motor de arranque necesita:

- Que la velocidad del motor de combustión alcance una velocidad entre 100 y 150 r.p.m.
- Vencer la compresión en los cilindros, la resistencia debida a la fricción y la inercia de los órganos metálicos del motor.

Por lo tanto es necesario desacoplar el engrane de la marcha del volante del motor. Este desacoplamiento podría efectuarse por ejemplo dejando retroceder el engrane sobre su eje cuando el motor de combustión interna gire por sí mismo. El engrane retrocede al desenergizar el motor. Esto se hace por medio de un dispositivo llamado solenoide de arranque. Este puede ser colocado en un lugar apartado del motor de arranque. Está formado por una bobina que

se conecta a la batería. De igual forma que en el caso anterior, la bobina se conecta al positivo por medio de un interruptor. Al accionarlo, la bobina se energiza y atrae un contacto móvil que se conecta a uno fijo y a través de esto, se energiza el motor de arranque.

La marcha se desacopla al desenergizar el motor cuando se deja de pasar corriente a la solenoide y se abre el contacto. El diagrama del sistema de arranque se muestra en la Figura 2.14.

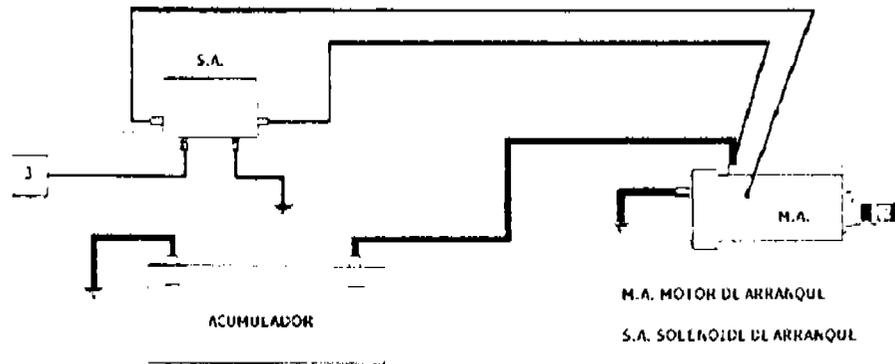


Figura 2.14. Diagrama del sistema de arranque

El sistema electromagnético se forma de:

- a) palanca de acoplamiento.
- b) resorte de retroceso.
- c) eje fijo.
- d) brazo accionador.
- e) Engranaje. Figura 2.15.

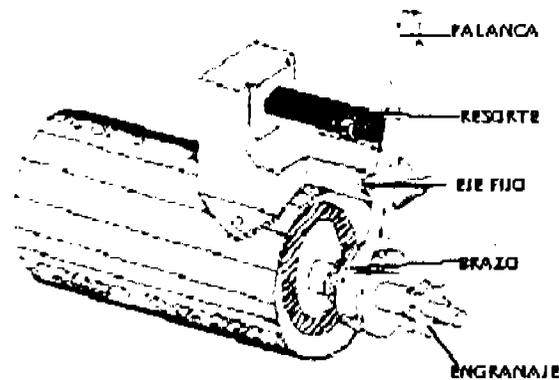


Figura 2.15. Componentes del motor de arranque

Acoplamiento y desacoplamiento del engrane y la cremallera

El resorte empuja la palanca que mantiene al engrane en posición desacoplada.

Una tracción sobre la palanca comprime el resorte, el engrane y la cremallera quedan en posición "acoplada".

La palanca de acoplamiento es evidentemente accionado a distancia utilizando un electroimán con núcleo normalmente afuera. El paso de una corriente continua en la bobina produce un campo magnético que atrae el núcleo.

Si se cierra el interruptor, el núcleo es atraído por la bobina y el engrane queda acoplado. Figura 2.16.

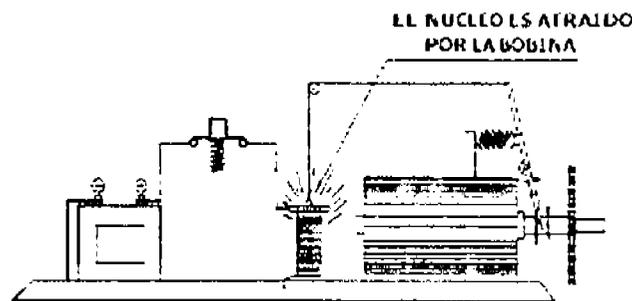


Figura 2.16 Acoplamiento de cremallera.

En esta forma el motor de arranque queda en posibilidades de hacer girar el motor de combustión interna. Para que se energice la bobina y atraiga el núcleo se requiere un interruptor. Este interruptor puede ser parte de un relevador (caso de plantas), un interruptor de llave (caso de un automóvil) o un interruptor de palanca o botón de resorte. Estos interruptores sólo se conectan unos cuantos segundos, ya que si el engrane de la marcha es arrastrado por el volante, la marcha se destruiría.

Cuando el interruptor esta abierto el núcleo está fuera de la bobina y el engrane está desacoplado así como la marcha está fuera de servicio.

La corriente es suministrada por la batería y para energizar el motor se utiliza el solenoide de arranque, colocando un contacto de presión mecánica solidario de la palanca. Figura 2.17.

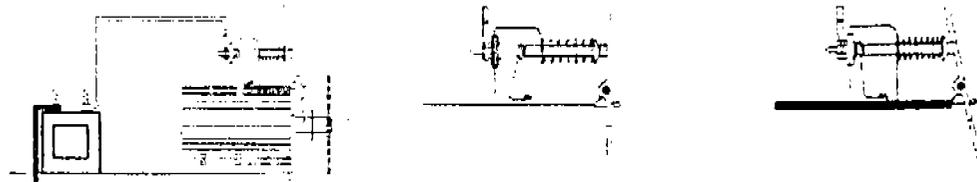


Figura 2.17.

El sistema consiste de un solenoide (el mismo que acciona la palanca de acoplamiento) conectado a la batería por medio de un interruptor (circuito de control) y de un contacto que permite se energice el motor de arranque (circuito de fuerza). Al cerrar el interruptor en serie con el solenoide, éste atrae a la palanca de acoplamiento y al mismo tiempo el contacto se cierra para hacer pasar corriente al motor. En posición de reposo la palanca es empujada por el resorte.

Cuando el engrane esta acoplado la palanca empuja una lámina flexible. El contacto se establece y la marcha se pone en servicio.

Un diagrama de bloques del sistema se representa en la figura 2.18.

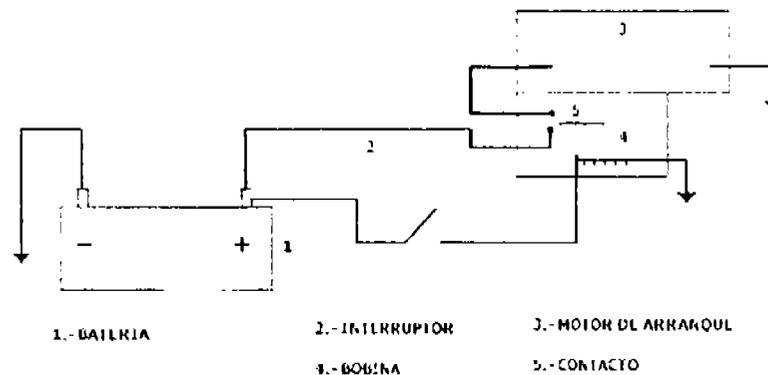


Figura 2.18. Diagrama del sistema

Cuando el motor de combustión interna arranca, el engrane vuelve a su posición de "reposo". Para esto se desconecta el interruptor que está en serie con la bobina. Al conjunto de la bobina, contacto, émbolo de la palanca de acoplamiento y resorte, se le conoce con el nombre de solenoide de arranque.

En la figura 2.19., un motor de arranque seccionado (del tipo de palanca de acoplamiento).

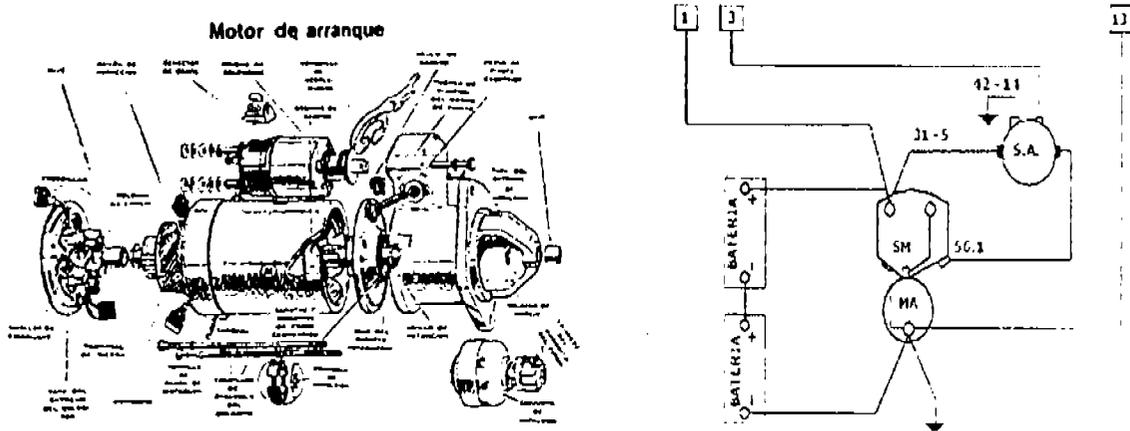


Figura 2.19. Motor de arranque y digrama de conexiones

Sistema eléctrico de carga

Desde el momento en que se acciona el selector de operaciones para arrancar una planta eléctrica de emergencia, hay necesidad de una fuente de energía eléctrica para alimentar a varios circuitos. Por ejemplo, el mismo sistema eléctrico de arranque que consume cantidades grandes de energía, válvula solenoide para motores diesel. Para el caso de una planta eléctrica de emergencia, la fuente de energía debe alimentar también una serie de relevadores magnéticos y térmicos que sirven para controlar el arranque, paro y protecciones, alimenta también lámparas indicadoras de falla e inclusive alarmas sonoras. Figura 2.20.

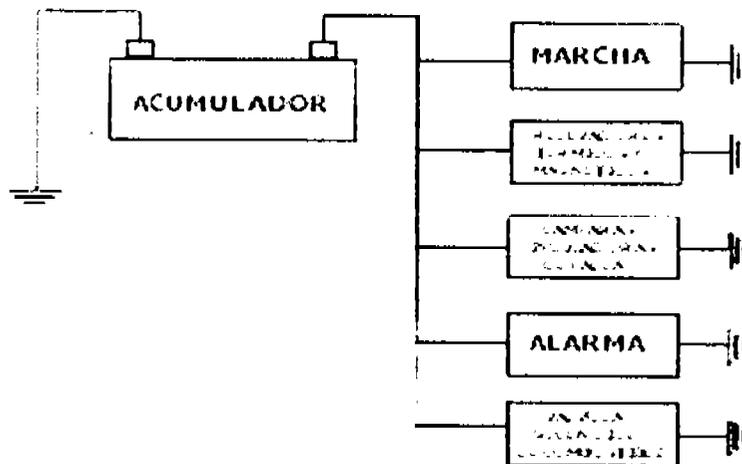


Figura 2.20. Sistema eléctrico de carga

El consumo de energía eléctrica es demasiado grande. Basta decir que el motor de arranque consume corrientes en el orden de cientos de amperes momentáneamente (dependiendo del motor de combustión interna de que se trate), y si a esto sumamos el consumo de corriente que se tiene permanentemente por mantener energizados relevadores, bobinas, etc.; por lo tanto tendremos la necesidad de contar con una fuente de energía demasiado eficiente para poder suministrarla en la cantidad y tiempo que se requiera.

La fuente de energía que se utiliza para suministrar la corriente que se requiere es el acumulador. Sin embargo, el acumulador no podría mantener permanentemente toda su energía. Por lo tanto, es requisito que el acumulador se cargue por medio de otra fuente y ésta es el alternador.

La carga al acumulador es controlada por un dispositivo denominado regulador de voltaje.

Estos tres componentes: acumulador, regulador de voltaje y alternador, forman el sistema eléctrico de carga.

Acumulador

El acumulador es una fuente de energía eléctrica de corriente continua (C.C. o C.D.). es fabricado en varios voltajes. Los más comunes son de 6 y 12 volts, aunque se pueden obtener otros valores conectándolos en serie.

Capacidad de los acumuladores

La capacidad de un acumulador generalmente se expresa en ampere horas, periodo de descarga específico. Hay varias formas de averiguar si el acumulador está dentro de su capacidad o no.

La primera es al medir la densidad del electrolito. El electrolito es una solución de agua bidestilada con ácido sulfúrico. En este momento cabe hacer mención de que todo compuesto tiene un determinado grado de densidad específica.

La densidad específica es el peso por unidad de volumen. Para poder tener un punto de referencia se toma como base la densidad específica del agua. Se dice que la densidad específica del agua es 1 gr/cm^3 a 20°C , esto es que un

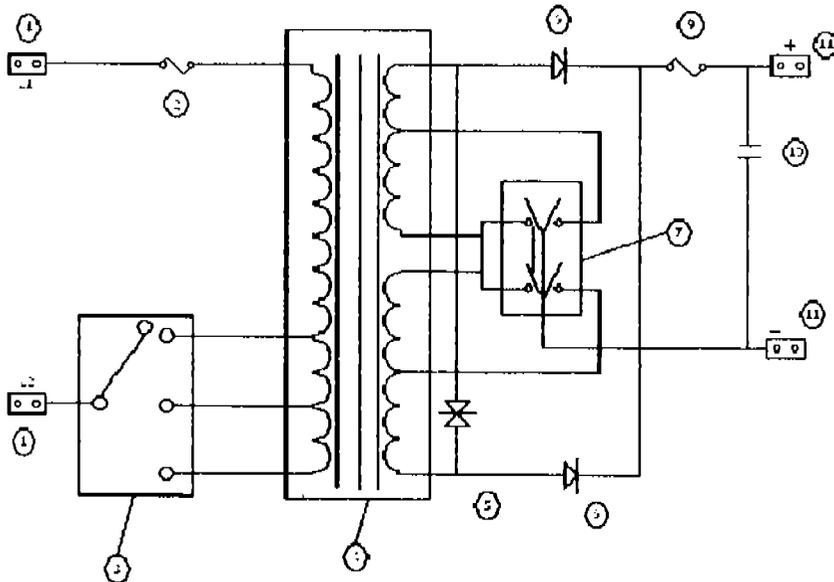
centímetro cúbico de agua pesa un gramo conservando una temperatura de 20 °C. Así, cada sustancia tiene un cierto peso por unidad de volumen.

El electrolito de un acumulador ($H_2O + H_2SO_4$) a una temperatura de 80 °F (26.7 °C) debe tener una densidad específica de 1.260 ° D.E. Si existe demasiada sulfatación en las placas, la densidad del electrolito baja. Esto quiere decir que la carga del acumulador estará abajo de la que debe estar.

A continuación se anota una tabla y diagrama donde se observa el estado de carga, de acuerdo a la densidad del electrolito.

LECTURA DEL DENSIMETRO A 27 °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
1.176 ° D.E.	Descargada

Tabla de densidades



PARTE

DESCRIPCIÓN

- 1 TABLILLA DE TERMINALES
- 2 FUSIBLE 2 AMPERES
- 3 SELECTOR DE CUATRO POSICIONES
- 4 TRANSFORMADOR
- 5 RECTIFICADOR DE SELENIO (SUPRESOR)
- 6 RECTIFICADOR DE SILICIO

- | | |
|----|--|
| 7 | INTERRUPTOR DE TRES POSICIONES DOS POLOS |
| 8 | ELEMENTO TERMICO |
| 9 | AMPERMETRO 5 AMP. C.D. |
| 10 | CAPACITOR 1 DE 150 VOLTS DE PAPEL |
| 11 | BORNES PARA SALIDA DE C.D. |

NOTA: USAR CABLE DEL NUM. 14
 PARA 12 VOLTS. USAR PUENTE NUM. 1 Y ELIMINAR PUENTE NUM.
 2
 PARA 24 VOLTS. USAR PUENTE NUM. 2 Y ELIMINAR PUENTE
 NUM. 1

DIAGRAMA ESQUEMÁTICO DEL MANTENEDOR DE CARGA DE BATERIAS
 220 VOLTS C.A. - 60 HERTZ - 12/24 VOLTS C.D. AMP. DE SALIDA

Diagrama del cargador de baterías

Alternador

El alternador está montado en el cuerpo mismo del motor de combustión interna y es accionado por una polea a la que le da movimiento una banda que se acopla directamente a la polea del eje principal (cigüenal). Tiene como finalidad suministrar corriente continua al acumulador a su mismo voltaje.

En su interior se compone de un rotor formado por dos piezas polares. Están montadas sobre un eje (flecha principal) y sus dos terminales van soldadas a unos anillos rozantes de cobre que van sólidamente 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 montadas sobre un núcleo de hierro laminado.

El embobinado es trifásico, esto es, que tiene una salida de tres fases. El estator es el lugar donde se produce la corriente que alimentará al acumulador posteriormente.

Como en el estator se produce corriente alterna, es necesario rectificarla para obtener corriente continua.

En el exterior, el alternador se forma de dos tapas. La tapa delantera sirve de coraza al cuerpo interior, de apoyo a la flecha, y además por uno de sus extremos se acopla la polea y un ventilador.

La tapa trasera, aparte de servir como punto de apoyo para que gire la flecha y como coraza para el interior del alternador; tiene acoplado un puente rectificador trifásico de onda completa, un capacitor, un portaescobillas y las terminales de alimentación y salida del alternador.

El alternador tiene varias terminales en la tapa trasera que corresponden a:

Dos a la alimentación del rotor por medio de las escobillas y anillos rozantes.

Las otras dos terminales (que son más gruesas), corresponden a la salida del alternador, es decir, la corriente continua que va hacia el acumulador. Figura 2.21.

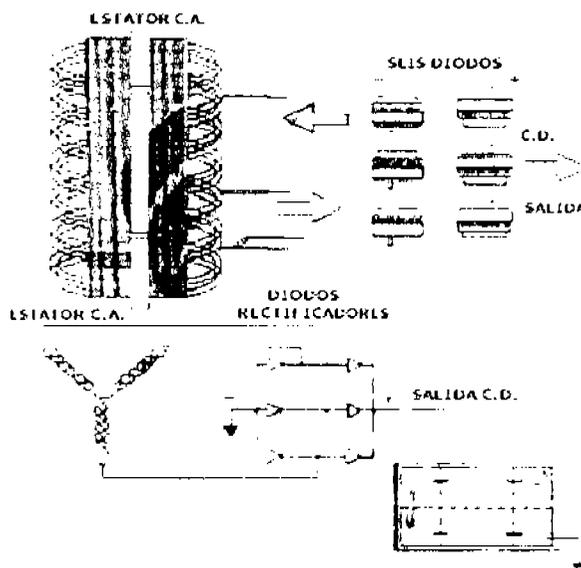


Figura 2.21. Diagrama del alternador

Los alternadores se fabrican en varias capacidades, siendo las más usuales 34 y 55 amperes a 12 y 24 volts.

Operación del control del motor.

El control de motor es un circuito electrónico que una vez energizado realiza las siguientes funciones:

Sensa el "valor logico" de sus señales de entrada y si ninguna señal errónea de inicio se encuentra activada envía la señal de apertura de la válvula de combustible y simultáneamente envía un tren de cuatro pulsos para el motor de arranque. El formato del tren de pulsos se muestra en la figura 2.22.

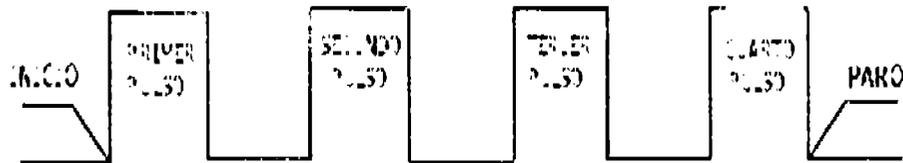


Figura 2.22. Pulsos de operación de control.

Con el envío del primer pulso de arranque se comienza a muestrear el valor de la señal de entrada que indica que el motor diesel ya arrancó (señal de arranque). Al ser activada esta señal inmediatamente se suspende el tren de pulsos de arranque. Si el motor diesel no arranca con el primer pulso, el circuito da la opción de 3 pulsos más, si en cualquiera de ellos el motor arranca, inmediatamente se suspenden los pulsos. Si el motor no arrancó en ninguno de los 4 pulsos el control suspende el tren de pulsos y simultáneamente desactiva la señal de apertura de válvula de combustible, activa una señal de falla (falla de arranque) y una alarma sonora intermitente. Esta señal de falla (así como las 3 fallas siguientes: Presión del Aceite, Temperatura del agua y sobrevelocidad) desactiva la lógica del control y queda memorizada todo el tiempo, el tiempo que el control este energizado.

Por lo tanto, para volver a utilizar el control después de la activación de un falla es necesario reiniciarlo mediante una interrupción momentánea de su fuente de alimentación (en un tablero esta operación se realiza cambiando momentáneamente el selector de operación (SO) a su posición "FUERA").

Por otra parte al activarse la señal que comprueba el arranque (señal de arranque) el circuito comienza a contar un tiempo de retardo de 25 segundos, al final del cual se muestra el valor lógico de la señal de entrada de presión del aceite. Si esta señal se encuentra activada el control simultáneamente desactiva la señal de apertura de válvula de combustible (con lo cual se desopera al motor diesel), activa una señal de falla (falla de presión de aceite) y la alarma sonora de falla.

Si al transcurrir el retardo de 25 segundos, y al muestrear la señal de presión del aceite, está se encuentra desactivada el circuito pasa a una condición de operación normal (es decir, el motor diesel está en operación). En esta condición el circuito sensa continuamente el valor lógico de la entrada de presión de aceite y si en algún momento esta señal es activada el circuito comienza a contar un tiempo de retardo de 20 segundos, al final del cual

muestrea nuevamente el valor lógico de esta señal. Si al muestrearse esta señal se encuentra que esta activada, entonces el circuito cambia a una condición de falla, desactivando la señal de apertura de válvula de combustible (desoperando al motor diesel), activando la señal de falla correspondiente y activando la alarma sonora.

El control de motor cuenta también con otras dos señales de entrada, señal de falla de temperatura del agua y señal de falla de sobrevelocidad las cuales (al igual que la señal de presión de aceite) provienen del motor diesel. Estas señales se sensan continuamente y son de acción instantánea, es decir, al activarse inmediatamente el control el control cambia a su condición de falla con lo cual se desactiva la señal de apertura de válvula de combustible, se activa la señal de falla correspondiente (temperatura del agua o sobrevelocidad) y se activa la alarma sonora.

Seccion generadora

La parte generadora la constituye el estator generador (INDUCIDO) y el rotor generador (INDUCTOR).

Estator generador

El núcleo del estator generador se construye de lámina troquelada de acero al silicio, que es un material ferromagnético de excelentes características magnéticas, con el objeto de evitar grandes pérdidas por el efecto de corrientes parásitas y ciclo de histéresis.

El embobinado del estator generador se hace de bobinas, devanadas con alambre magneto, con características eléctricas adecuadas a cada diseño.

El alambre magneto empleado es con doble capa de aislamiento. Este aislamiento es clase F (155 °C). Los aislamientos que se aplican al embobinado también son clase F.

Los generadores normalmente son trifásicos y se construyen con 12 terminales de salida, con objeto de hacerlos versátiles en cuanto a conexiones entre ellos, para obtener diferentes voltajes de salida. A estas terminales se les aplican zapatas para facilitar el cambio de conexión.

Rotor generador de fabricación estandar de 4 polos

El núcleo de rotor generador también se fabrica con lámina troquelada de acero al silicio de las mismas características mencionadas en el estator del generador.

Para asegurar la rigidez mecánica y una construcción robusta del núcleo, el yugo está formado de una sola pieza continua con la zapata polar, eliminando así el problema de dispersión de flujo por falsos contactos magnéticos que ocasionan los empalmes mecánicos.

Los rotores generadores se construyen con ductos de ventilación y barrenos en la zapata polar para alojar el devanado amortiguador en jaula de ardilla, que está diseñado para reducir armónicas en la forma de onda del voltaje de salida y evitar los movimientos pendulares cuando se acoplen generadores en paralelo.

El rotor gira concéntricamente montado en la flecha del generador a una velocidad síncrona de 1800 rpm (60 Hz).

Sección excitadora

La sección excitadora es de hecho un segundo generador auxiliar de alta frecuencia en conexión trifásica, en la cual, a diferencia del generador principal, el inductor está en la parte estática y el inducido en la parte rotatoria.

El voltaje de salida en el rotor excitador (INDUCIDO) se rectifica a través de un circuito de rectificación rotatoria con diodos de silicio, cuya capacidad sobrada los hace confiables aparte de ser autoprottegidos contra transitorios de voltaje.

El inductor (ESTATOR EXCITATRIZ) es de 8 polos de 3 a 175 kW y de 14 polos de 175 a 1000 kW: estos son de alta frecuencia.

El núcleo estator excitatriz esta construido con laminación troquelada de acero al bajo carbono, cuya característica es la de retener cierto magnetismo remanente (3 a 5 volts) lo ideal para este tipo de aplicación.

El rotor excitador (INDUCIDO) es de polos consecuentes construidos con lámina troquelada de acero al silicio de alto permeabilidad magnética.

Los embobinados tanto del estator como del rotor excitatriz están hechos de alambre magneto con doble capa de aislamiento clase F 155 °C y son sometidos a un ciclo de barnizado por inmersión muy rigurosa, como se menciona anteriormente. Este conjunto es el que alimenta de corriente al campo giratorio del generador principal pasado por un circuito de rectificación para alimentarlo en C.D.

La corriente de excitación del campo es provista por el regulador de voltaje.

El conjunto rotor excitador, circuito de rectificación y rotor generador se ensambla en la misma flecha.

Sección control

En la parte de control que es el regulador electrónico de voltaje automático de estado sólido se puede decir que está el cerebro del generador de CA sin escobillas.

Componentes mecánicos

Flecha

La flecha de los generadores sirven para evitar fallas por esfuerzos mecánicos, así como el debido seleccionando del material; por lo tanto, se fabrican de acero rolado en caliente.

Ventilador

Todos los generadores están provistos de un sistema de ventilación, para lo cual es necesario un ventilador de alto rendimiento y es de fundición de aluminio en generadores pequeños y fabricado en lámina para generadores grandes.

Baleros

La mayoría de los generadores de 75 kVA llevan baleros de bolas con doble sello. Este tipo de rodamientos se engrasan en fábrica, y en general pueden ser utilizados por varios años sin engrasarse de nuevo.

La mayoría de generadores POTENCIA de mas de 75 kVA llevan baleros de bolas reengrasables o de ser necesario, con baleros reengrasables de rodillos. En este tipo de aplicaciones, los alojamientos de baleros cuentan con válvulas para el llenado y vaciado de grasa.

La excitatriz rotatoria sin carbón es combinada con unidad rectificadora rotatoria.

La excitatriz rotatoria sin escobilla o carbones, con unidad rectificadora rotatoria, se usa para suministrar corriente de excitación al campo rotatorio de los generadores síncronos. Esta unidad de excitación es, en efecto, un refinamiento de la excitatriz convencional conectada directamente que usa carbones y conmutador. El diseño mejorado de la unidad sin carbones, simplifica el mantenimiento del equipo, eliminando las partes sujetas a desgaste normal, asegurando así periodos prolongados de operación eficaz y sin problemas.

La unidad de excitación completa consiste de dos conjuntos de componentes básicos: un generador de corriente alterna, del tipo de armadura rotatoria trifásico y un puente trifásico rectificador de onda completa, compuesto de seis diodos semiconductores, montados sobre dos bastidores de aluminio fijos a un mamelón de aislamiento moldeado.

La armadura de la excitatriz y el conjunto del puente rectificador se montan sobre la flecha del rotor en el generador síncrono y están interconectadas eléctricamente entre sí para los devanados del campo del generador. El estator de una excitatriz sin carbones consiste en bobinas de campo devanadas sobre una cabeza que está adosada al generador síncrono.

La unidad de excitación completa esta protegida por una cubierta removible o está dentro de la caja de control de la máquina síncrona.

Durante la operación del generador síncrono, la potencia trifásica generada en la armadura rotatoria de la excitatriz se aplica directamente al conjunto rotatorio del rectificador. Los tres diodos de polaridad positiva montados en uno de los bastidores del rectificador y los tres diodos de polaridad negativa montados en el otro bastidor, están conectados de forma que constituyen un puente rectificador de onda completa que rectifica la corriente alterna suministrada por la armadura de la excitatriz. La salida de

corriente continua del puente rectificador, a su vez, se aplica al campo rotatorio del generador síncrono, por medio de conductores canalizados a través de un paso taladrado en la flecha del rotor. En esta forma, los tres conjuntos (armadura de la excitatriz, rectificador rotatorio y campo del generador síncrono), forman una sola unidad rotatoria, permitiendo efectuar conexiones eléctricas sin usar carbones, anillos colectores o conmutadores.

La corriente de excitación para las bobinas estacionarias del campo de la unidad de excitación es suministrada por el generador síncrono a través del regulador automático de voltaje típico estático, que se usa junto a la instalación. El regulador de voltaje compara continuamente el voltaje de salida del generador síncrono con un voltaje estable de referencia.

La diferencia entre los dos voltajes constituye una señal de error que indica un voltaje de salida superior o inferior al punto de ajuste del generador. Esta señal de error se amplifica y se usa para controlar la salida de corriente continua del regulador de voltaje, que se aplica a las bobinas de campo de la excitatriz.

El diagrama de un generador se presenta en la figura 2.23.

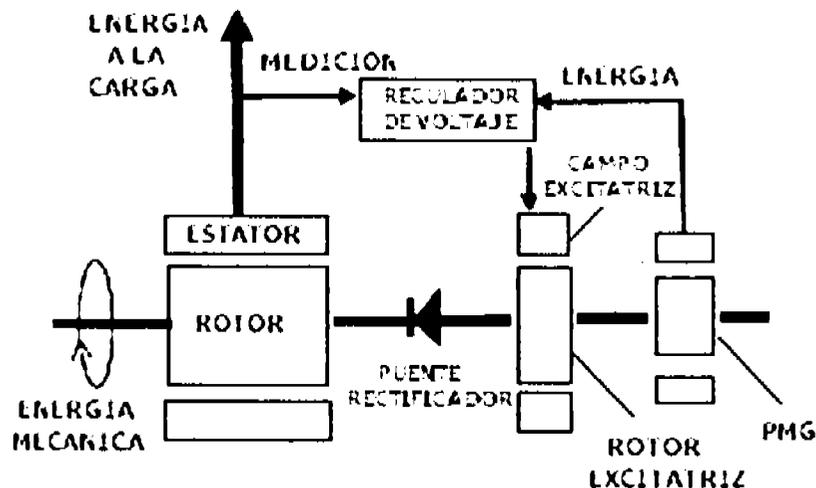


Figura 2.23 Diagrama del generador.

En la figura 2.24., se describen las partes de un generador.

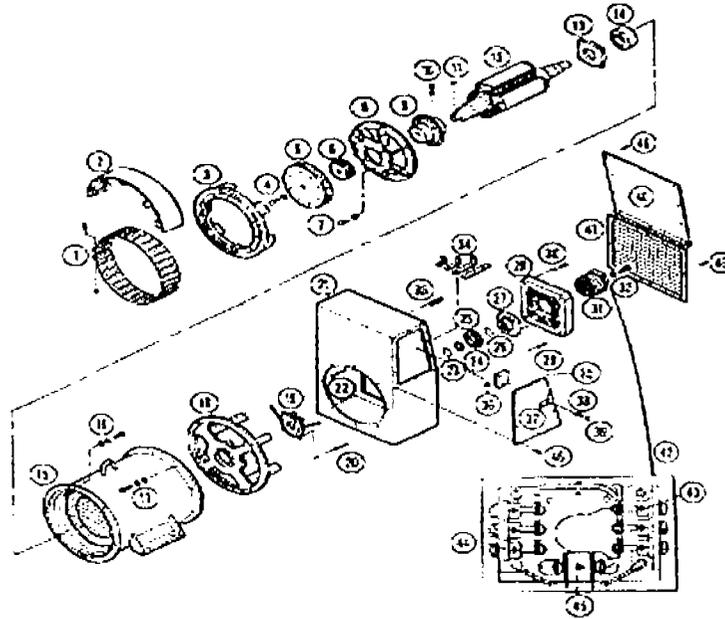


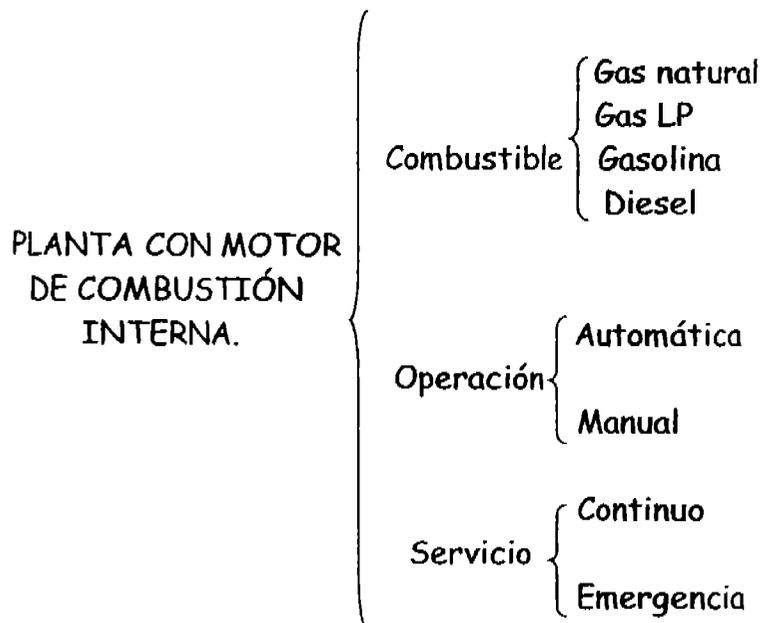
Figura 2.24. Partes del generador.

REFERENCIA	DESCRIPCIÓN
1	Ensamble
2	Ensamble de cubierta de goteo (opción)
3	Adaptador
4	Fijadores para montaje de disco
5	Discos impulsores
6	Espaciadores
7	Fijadores para montaje del ventilador
8	Ventilador
9	Cubo
10	Tornillo opresores para cubo impulsor
11	Chaveta para cubo impulsor
12	Ensamble rotor principal con devanados
13	Tapa del cojinete delantero
14	Cojinete delantero de bolas
15	Ensamble cuerpo principal
16	Fijadores de montaje del adaptador
17	Fijadores de montaje para soporte
18	Soporte delantero
19	Tapa del cojinete PMG
20	Fijadores de la tapa del cojinete
21	Caja de conducto
22	Fijadores de montaje de la cara de conducto
23	Anillo de resorte - interior
24	Resorte cargador
25	Rotor PMG
26	Anillo de resorte - exterior

27	Estator PMG
28	Fijadores de montaje del estator PMG
29	Estator del excitador
30	Fijadores del estator del excitador
31	Ensamble del rotor del excitador
32	Fijadores del rotor del excitador
33	Ensamble de clavija a tierra
34	Ensamble de barra colectora
35	Regulador de voltaje
36	Capacitor (condensador)
37	Paneles laterales
38	Fusible
39	Tapa de portafusible
40	Cubierta enteriza
41	Cubierta con rejillas
42	Ensamble rectificador excitador
43	Diodo de polaridad estándar (directa)
44	Diodo de polaridad inversa
45	Supresor de impulsos (sobretensión)
46	Tornillo para montar cubierta

2.4 Motor de combustión interna.

Es aquella que utiliza la energía térmica desprendida de la combustión para producir un movimiento mecánico a una flecha que está acoplada al rotor de un generador y que por inducción electromagnética va a producir un voltaje en las terminales de este último.



Las plantas con motor de combustión interna generalmente utilizan diesel, por las ventajas que representa con respecto a las que utilizan gasolina o gas. De entrada, en lo que se refiere a gasto y mantenimiento, el consumo de diesel es inferior, lo que unido a su menor precio es una de las razones por la que son preferidos para el transporte de mercancías. Adicionalmente, la duración de la vida del motor es superior en el diesel, que en el de gasolina (hasta 3 veces) y su valor residual es también mayor. Otros puntos favorables son: la facilidad de puesta en marcha a bajas temperaturas, que los gases de escape son menos tóxicos y que el peligro de incendio es menor. Un motor a gasolina aspira una mezcla de gas y aire, los comprime y enciende la mezcla con una chispa. Un motor diesel sólo aspira aire, lo comprime y entonces le inyecta combustible al aire comprimido. Entonces el calor del aire comprimido enciende el combustible espontáneamente sin necesidad de colocar bujías como en el caso de los motores a gasolina.

Las diferencias mecánicas respecto al motor de gasolina son básicamente tres: la bomba de inyección de alta presión con los inyectores, el turbo y el intercambiador de calor.

Sin embargo, el equipamiento de los motores diesel es más pesado que los motores de gasolina; más caro y su mantenimiento más laborioso. Además el motor diesel, pese a los avances conseguidos, es más ruidoso.

2.5 Máquinas síncronas.

Las máquinas síncronas se denominan así porque su velocidad está directamente relacionada con la frecuencia de la línea. Pueden operar ya sea como motores o como generadores sin ninguna diferencia notable en su construcción o diseño. A una máquina síncrona polifásica que opera como generador se le llama "alternador".

Cuando la máquina funciona como generador el devanado del estator es la fuente de voltaje y de potencia eléctrica y puede operar como una máquina independiente, pero comúnmente es sólo una de tantas máquinas en un sistema de potencia interconectado, en donde opera en paralelo y en sincronismo con otros generadores. Para operar satisfactoriamente bajo tales condiciones, el

generador debe permanecer sincronizado con el sistema y debe tomar su parte de la carga.

Como motor, el devanado del estator es el devanado de entrada y opera como un dispositivo síncrono, esto es, gira a una velocidad fija que está determinada por la frecuencia del suministro y el número de polos en su estructura de campo. El motor síncrono mantiene con precisión su velocidad (no existe regulación de velocidad) y de esta forma es muy útil tanto en aplicaciones a velocidad constante como en aplicaciones en las cuales el control de recorridos o posición es importante.

Los rotores de las máquinas síncronas son simplemente electroimanes giratorios, contruidos de modo que tengan tantos polos cuantos son los producidos por el devanado del estator. Los polos del rotor se magnetizan por corrientes directas que fluyen en las bobinas de campo que rodean cada polo. El campo magnético que producen los polos del rotor se une con el campo giratorio del estator, de modo que los campos del eje y del estator giran en sincronismo.

Los rotores de la máquina síncrona son de dos tipos: de polos salientes y cilíndricos. El diseño de polos salientes es deseable (por razones estructurales y económicas), en las máquinas multipolares como los generadores de gran diámetro y baja velocidad usados en las instalaciones hidroeléctricas. Sin embargo, son demasiado débiles mecánicamente y producen demasiada resistencia aerodinámica y ruido. Por otro lado, en las máquinas de diámetro pequeño, bipolares, de alta velocidad, usadas con turbinas de vapor, el diseño del rotor cilíndrico es más apropiado, en donde la geometría del circuito magnético no se afecta por la orientación angular del rotor. Así, las autoinductancias tanto de las bobinas del rotor como del estator son constantes. Las inductancias mutuas entre las bobinas del rotor y del estator son funciones senoidales de los ángulos que formen los ejes de la bobina. Sin embargo, en lo que respecta a la máquina de los polos salientes, la geometría del circuito magnético es una función de la posición angular del rotor.

La autoinductancia del rotor es constante debido a que la geometría de su circuito magnético no es función de la orientación del rotor; pero las autoinductancias de las bobinas del estator, así como las inductancias mutuas son variables. La autoinductancia de una bobina del estator cambia a medida

que cambia el ángulo del rotor debido a que la longitud del entrehierro (y por lo tanto la reluctancia del circuito magnético) es una función del ángulo del rotor. La autoinductancia del estator es siempre positiva y será máxima cuando el eje del rotor esté alineado con el eje de una bobina del estator, y mínima cuando el eje del rotor bisecta el ángulo entre ejes de bobinas contiguos. Por tanto, las inductancias del estator contienen una componente de segunda armónica.

Las inductancias mutuas también varían, debido tanto al ángulo entre los ejes de bobinas del rotor y estator como al cambio en la reluctancia del circuito magnético. Para máquinas de rotor cilíndrico las inductancias mutuas varían en forma senoidal puesto que el acoplamiento es una función solamente del alineamiento de ejes; en la máquina de polos salientes la variación de la inductancia no es puramente senoidal debido al efecto aditivo de la reluctancia variable.

En el diseño de un alternador es importante que la distribución del flujo en el entrehierro sea lo más senoidal posible a fin de reducir al mínimo el contenido de armónicas en los voltajes y en las corrientes. El resultado deseado se obtiene de dos maneras: el rotor se diseña para que resulte un entrehierro uniforme (rotor cilíndrico) y se obtiene una fmm senoidalmente distribuida por medio de un espaciado adecuado de los conductores alrededor de la periferia de este cilindro (naturalmente en ranuras); en la otra alternativa, la fmm está concentrada en una bobina solenoide de varias capas ubicada en un polo saliente, y la distribución senoidal del flujo se obtiene conformando la zapata del polo y por tanto variando la reluctancia del entrehierro como una función de su ángulo con el eje del polo.

Los alternadores de 60 Hz que se diseñan para ser movidos por máquinas diesel, frecuentemente tienen 14 polos, porque estas máquinas pueden diseñarse para alta eficiencia a la velocidad correspondiente

Ya que los polos del rotor tienen polaridad constante, se les debe suministrar corriente directa. Esta corriente puede llegar de un generador externo de CC o de un rectificador.

Al eje de simetría de los polos magnéticos norte del rotor se le llama "eje directo" o "eje d". El de los polos magnéticos sur es el "eje d negativo". Al eje de simetría en medio de polos adyacentes norte y sur se le llama "eje de

cuadratura" o "eje q". El eje q atrás del polo norte se considera el eje q positivo. El eje de cuadratura se llama así porque está alojado 90° eléctricos del eje directo (un cuarto de ciclo).

Las máquinas de rotor cilíndrico tienen un entrehierro relativamente uniforme. Esto no sucede en una máquina de polos salientes, porque el entrehierro es mucho más grande entre los polos (o sea, a lo largo del eje de cuadratura) que en los centros de los polos (es decir, sobre el eje directo).

Una máquina síncrona opera con un voltaje senoidal aplicado a cada fase de la armadura. Si la máquina opera como dispositivo lineal, entonces para estado permanente la corriente en cada fase también será senoidal pero podrá no estar en fase con el voltaje aplicado, puede ajustarse de manera que proporcione potencia a factores de potencia adelantados, unitarios o atrasados por medio de la excitación adecuada del campo.

Por otra parte, si una máquina sincrónica está parada con todos los devanados excitados, no existe par de arranque, lo que es más, si existe una velocidad de giro inicial que no sea la velocidad síncrona, no hay tendencia a hacer girar el rotor el cual disminuirá su velocidad hasta pararse. Para proporcionar par de arranque es necesario construir bobinas en circuito corto (tipo de jaula de ardilla) dentro de las caras polares de la estructura (generalmente el rotor) que será excitado por CC. Estas bobinas en circuito corto generalmente están sujetas con una barra que las pone en circuito corto. El motor síncrono se arranca en realidad como un motor de inducción y cuando su velocidad se acerca a la velocidad síncrona, el par de sincronización propio "asegura" al rotor un sincronismo con el campo giratorio.

Cuando la máquina está operando a la velocidad síncrona no existe movimiento del campo magnético con relación a las bobinas en circuito corto, de tal manera que no hay corriente, no hay pérdidas, ni calor. Los devanados de arranque, también llamados devanados de amortiguación, tienden a "matar" o "amortiguar" las oscilaciones mecánicas, o el "penduleo", que puede ocurrir en este tipo de máquinas.

Los transitorios en el circuito eléctrico que pueden ocurrir en las máquinas síncronas pueden clasificarse como sigue:

- 1.- Cambios en la carga de un alternador.

- 2.- Cambios en la excitación de CC. de un motor o alternador.
- 3.- Cambios en la excitación de CA. de un motor.

Donde la palabra cambio significa cualquier variación a partir de una condición de estado permanente que se haya logrado anteriormente, y dichas variaciones pueden ser lentas o rápidas, grandes o pequeñas en magnitud, balanceadas o desbalanceadas si ocurren en la parte de CA del sistema.

2.6 Generador síncrono.

Es una máquina que produce corriente alterna, diseñada para acoplarse directamente a un motor de combustión interna estacionario, que la impulsa.

Los controles del generador, así como los instrumentos que se encuentran instalados en un sólo gabinete, independiente del interruptor de transferencia, el cual puede ser de tipo autosoportado o para montar en pared, de acuerdo a las especificaciones requeridas.

Construcción

Los generadores síncronos están diseñados y contruídos cuidadosamente, de tal manera que asegure una operación eficaz, facilidad de mantenimiento y una larga vida de servicio.

La carcaza, robusta a prueba de goteo, está fabricada de placa de acero, gruesa, reforzada internamente para darle mayor resistencia. La carcaza y la base forman una unidad integrada que simplifica la instalación de la máquina y su alineamiento con el motor impulsor. Los pernos de ojo instalados en la carcaza, permiten levantar fácilmente al conjunto empleando un montacargas convencional.

El núcleo estator del generador está construido de laminaciones ranuradas aisladas individualmente, hechas de acero al silicio y comprimidas a alta presión. El núcleo armado se sujeta en la carcaza por medio de guías soldadas a las costillas de refuerzo. Las bobinas del estator devanadas sobre el mismo, están acunadas firmemente en las ranuras semicerradas del estator y el conjunto completo está impregnado con barníz sintético termofraguante,

horneado posteriormente para asegurar la máxima resistencia a la humedad, una alta resistencia dieléctrica y excelentes cualidades de unión.

Las puntas del estator pasan a través de un bloque aislado de terminales y terminan en zapatas conectoras estándar o terminales de carga hechas de cobre. Los polos del campo del generador están montados sobre una flecha de gran diámetro y la jaula del devanado entre los polos, se completa con conexiones soldadas en latón, lo que da excelentes características eléctricas. El conjunto completo del rotor está balanceado estática y dinámicamente para asegurar la operación libre de vibraciones y la máxima vida de las chumaceras.

Los generadores síncronos están diseñados con un sistema de ventilación autocontenido que hace circular el aire de enfriamiento a través de la masa.

Un ventilador unidireccional montado en el extremo impulsor de la flecha del rotor, fuerza el aire ambiente introduciéndolo en la máquina a través de aberturas de celosía en el extremo de la excitatriz de la máquina. El aire pasa axialmente entre los polos del campo a través del entrehierro, siendo impulsado radialmente hacia los cabezales de la bobina del estator. El aire caliente pasa a la atmósfera por medio de aberturas de rejilla en el extremo de impulso de la carcasa.

2.7 Circuito de transferencia.

El circuito de Control de Transferencia y Paro es la unidad que se encarga de:

- Sensar el voltaje de alimentación.
- Dar señal de arranque a la planta cuando el voltaje falta, baja o sube de un nivel adecuado.
- Preparar al interruptor de transferencia para que haga su cambio (transferencia).
- Dar señal al interruptor de transferencia para que haga el cambio cuando se normaliza la alimentación (retransferencia).
- Retardar la retransferencia para dar tiempo a la Compañía Suministradora de normalizar su alimentación.
- Retardar la señal de paro al motor para lograr su enfriamiento.
- Mandar la señal de paro al motor a través del Control Maestro.

- Programar el arranque de la planta para ejercitarla (diario o normalmente).
- Mantener cargado al acumulador.
- Permitir un simulacro de falla de la Compañía Suministradora.



Figura 2.25 Vista Física del circuito de control de transferencia y de paro.

Características generales de los interruptores de transferencia

Su función es la de conectar las líneas de energía eléctrica de emergencia a la carga: haciendo el cambio a las primeras cuando se restablece el sistema normal.

Consiste este "transfer" de un interruptor de carga única, operado eléctrica o mecánicamente, que es capaz de manejar toda la energía del generador, así como la de interrumpir la corriente que pasa por la línea en forma continua.

Algunos interruptores de transferencia van equipados con protección térmica y magnética para proteger al generador, como también a las líneas y aparatos, en caso de algún corto circuito o una sobrecarga constante.

Operación del interruptor de transferencia tipo contactor magnético

Cuando se cierra el contacto del sensor de voltaje, el 1RTT se energiza y cierra su contacto 1RTT. Se energiza 2RC y este cierra su platino (2RC-1) que esta conectado en serie con la bobina del contactor de suministro normal (M1) y con el platino auxiliar de la bobina del contactor de emergencia (M2-4) que esta normalmente cerrado, permitiendo con esto que la corriente fluya de la línea L2 del suministro normal a la bobina del contactor, cerrándose el circuito con la línea L3 hacia el contactor. En, este momento se enciende la lámpara

verde y los contactos M1-1, M1-2 y M1-3 se cierran, pasando así el voltaje hacia la carga.

Bloqueo eléctrico

El contactor de suministro normal, al energizarse, cierra tres tipos de contactos, los cuales conectan la línea normal a la carga y abre un contacto auxiliar que está conectado en serie con la bobina del contactor de emergencia, asegurando que este permanezca desenergizado.

Bloqueo mecánico

Al cerrarse los tres juegos de contactos del contactor de suministro normal, éstos accionan una palanca que no permite cerrar los contactos del contactor de suministro de emergencia cuando estos están operando, y viceversa.

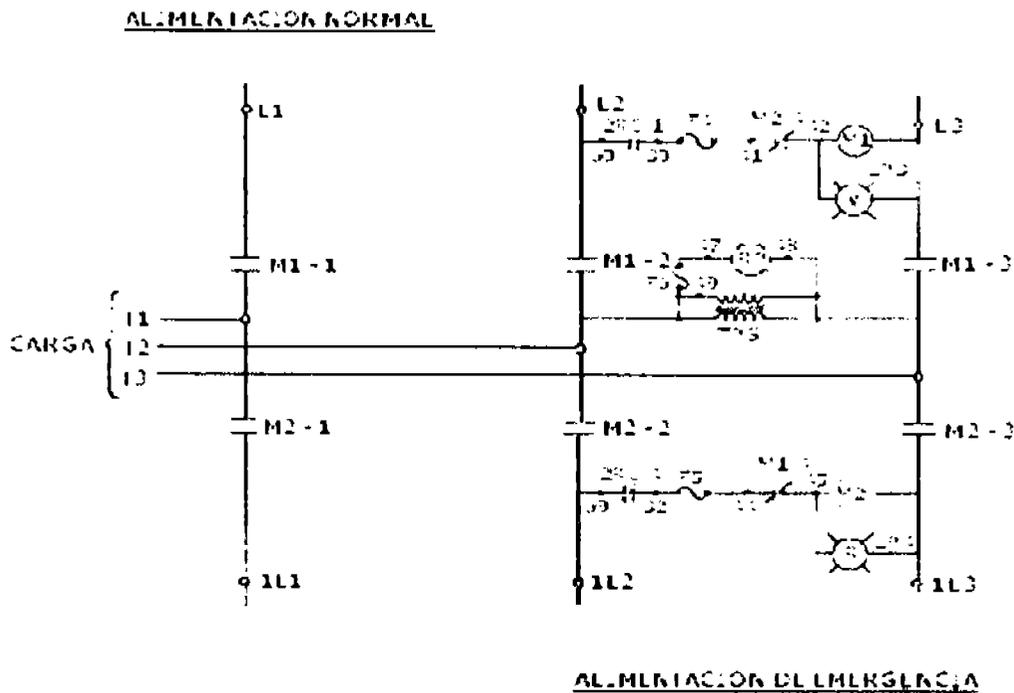


Figura 2.26. Diagrama elemental de un interruptor de transferencia de tipo magnético

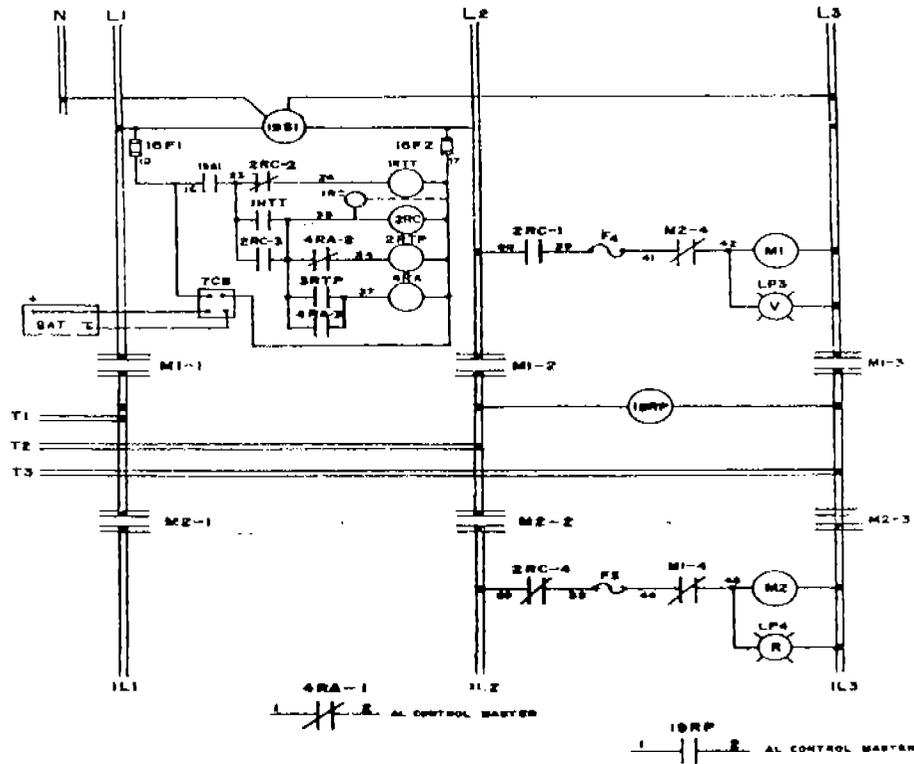


Figura 2.27. Diagrama del circuito de control de transferencia y paro.

Falla la energía normal

Cuando ocurre una falla de energía normal, el relevador sensible se desenergiza, al igual que el 2RC y el contactor del suministro normal. Esto permite que se cierren el contacto auxiliar del contactor de suministro normal (M1-4) y el platino 2RC-4, permitiendo que pase la corriente de la línea L2 de emergencia, cerrando el circuito con la línea L3 de emergencia, cuando la planta eléctrica este generando el voltaje requerido.

Al energizarse el contactor del suministro de emergencia, conecta la carga al generador por medio de M2-1, M2-2, M2-3 y abre un contacto auxiliar (M2-4) que no permite que se energice el contacto del suministro normal.

Retorno de la energía normal

Cuando retorna la energía normal, los controles dan la orden al interruptor para transferir la carga y al mismo tiempo detienen la planta. La secuencia es la siguiente:

El sensitivo detecta la energía normal y cierra su platino energizando al 2RC. Este, al energizarse abre el platino del contactor de emergencia 2RC-4 y cierra el platino del contactor de alimentación normal (2RC- 1), propiciando con esto que el contactor de emergencia se abra y desconecte la carga del generador y que cierre su contacto auxiliar (M2-4) y se energice el contactor de alimentación normal M1 y conecte la carga a la alimentación normal a través de M1-1, M2-2 y M2-3. Estas operaciones toman menos de 0.050 seg. Y se realizan una seguida de la otra, haciendo que los bloqueos (eléctrico y mecánico) cambien de posición y se encuentren ahora bloqueando el cierre del contactor del suministro de emergencia.

Velocidad de operación

Se entiende por velocidad de operación el tiempo en que el control transfiere cambiando la alimentación del servicio normal (que falló) al servicio de emergencia (planta). El tiempo de interrupción solamente, no tiene mayor importancia, comparado con el tiempo que tarda la planta en arrancar (cinco a 10 segundos), pero en la retransferencia este tiempo si puede ser importante.

Existen tableros de transferencia que pueden ser interconectados a una computadora tipo PC, de tal manera que se pueda disponer de la información y controles en forma remota, de acuerdo a las necesidades del usuario. Incluye en forma estándar, las características que se detallan a continuación para protección del motor y del generador. De esta manera se pueden, fácilmente reemplazar los reles, de tipo digital o tipo analógico, utilizados comúnmente para la protección de estos grupos. Además, permite realizar el monitoreo (local o remoto) de estas funciones.

Protecciones para el Motor:

- Temperatura del refrigerante (baja o alta).
- Presión del aceite (alta o baja).
- Sobre velocidad.
- Falla a la orden de arrancar.

Protecciones para el generador:

- Voltaje en terminales (alto o bajo).
- Frecuencia generada (alta o baja).
- Potencia Inversa.
- Pérdida de excitación.

- Sobre corriente.
- Transitorios en la carga (Load surge).

El tablero de transferencia sensa cuando la energía utilitaria es interrumpida y automáticamente arranca el generador. Cuando la energía es restablecida, el panel de transferencia automáticamente regresa a utilizar a la compañía utilitaria, se apaga y queda listo para alguna siguiente interrupción. No se requiere ninguna acción por el propietario.

2.8 Operación de controladores.

Se dice que una planta es automática cuando opera por si sola, realizando cinco funciones:

- a) Arrancar.
- b) Proteger.
- c) Transferir cargo.
- d) Retransferir cargo.
- e) Paro.

Las plantas de operación manual son aquellas que requieren para su operación que se opere manualmente un interruptor para arrancar o parar dicha planta. Normalmente éstas se utilizan en aquellos lugares donde no existe alimentación por parte de alguna compañía suministradora y pueden ser: aserraderos, ranchos, etc.

Se dice que una planta es manual cuando solo PROTEGE.

El sistema de emergencia puede tener cuatro modos básicos de operación:

1.- Un grupo generador independiente de la red Pública.

En este modo, el tablero opera básicamente como un Switch de transferencia Automático. Al perderse el voltaje de la red pública, arranca el grupo motor-generador y toma la carga. Al retornar el voltaje de la red pública, transfiere la carga a la red pública y detiene el grupo de generación. El usuario, detectará interrupción del servicio al perderse el voltaje de la red pública y al retornar el voltaje de la red pública. Figura 2.28.

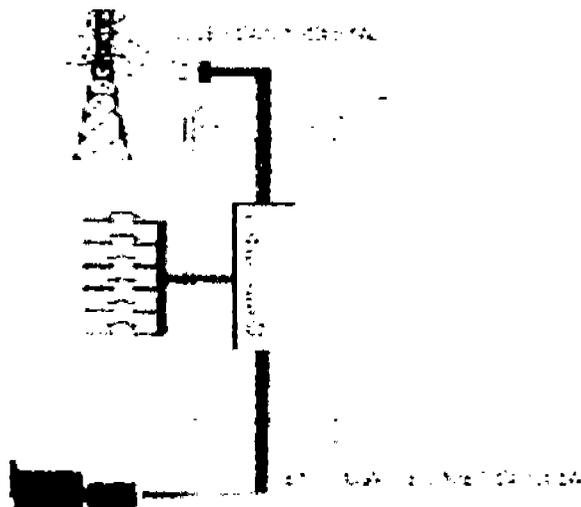


Figura 2.28. Grupo independiente a la red pública

2.- Un Grupo generador en paralelo con la red pública.

En este caso el grupo puede operar, como en el caso anterior, excepto que al retornar la energía de la red pública, el grupo local se pondrá en paralelo con la red pública, transferirá lentamente la carga a la red pública, y el usuario no notará ninguna interrupción al retorno de la energía. Figura 2.29.

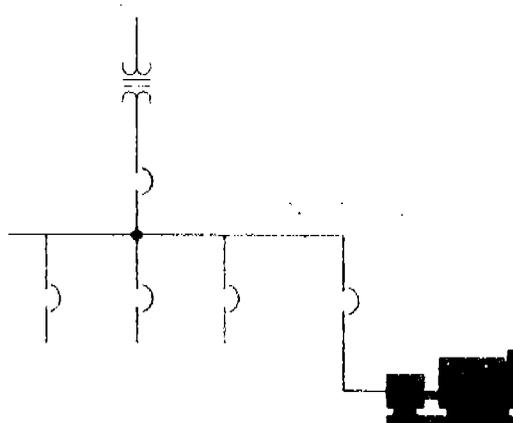


Figura 2.29. Grupo en paralelo

La operación no solo puede basarse en la interrupción de la red pública sino se puede ordenar al tablero de acuerdo con el valor de la carga local (valor de carga activa y/o valor de carga reactiva) que el grupo local arranque, se ponga automáticamente en paralelo con la red y abastezca a la carga local, de tal manera que la potencia activa y/o la potencia reactiva que suministra la red

pública se mantengan en los valores deseados por el usuario. Fácilmente el tablero puede operar el grupo generador de tal manera que corrija dinámicamente el factor de potencia de la carga y mantenerlo dentro de los límites no penalizados por la empresa proveedora de electricidad. De la misma manera puede mantener dentro de los límites preestablecidos el consumo de potencia activa de la red pública.

3.- Varios grupos generadores independientes de la red pública

El tablero operará de la misma manera descrita en el modo 1, pero simplemente mantendrá operativos únicamente los grupos que permitan abastecer la carga, y distribuirá adecuadamente la carga entre los diferentes grupos. Los grupos entrarán en paralelo automáticamente cuando sea necesario. Las reglas de distribución de carga, las determinará el usuario en la forma que él considere la más conveniente. De otro modo se mantendrá operando los grupos a la carga de mayor eficiencia, y únicamente un grupo absorberá las variaciones de carga. Figura 2.30.

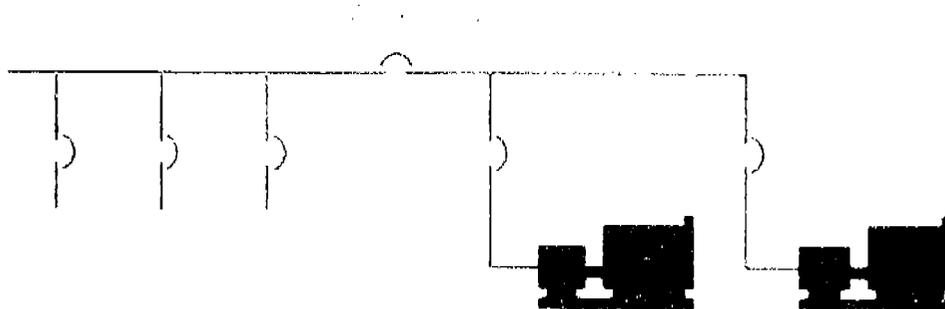


Figura 2.30. Varios grupos independientes.

4.- Varios grupos generadores en paralelo con la red pública.

En este caso los grupos operan en paralelo fijando la potencia activa y/o reactiva que se toma de la red pública. Si la red pública fallare, todos los grupos arrancan, automáticamente se realiza el paralelismo, cuando todos están en paralelo, se abastece a la carga y saldrán del paralelo y se detendrán los grupos que no sean necesarios.

El máximo número de equipos que el sistema puede manejar simultáneamente es de seis. Cada grupo requiere un tablero y los demás mantienen una línea de comunicación digital entre ellos. Con este, simplemente

se tiene paralelismo automático entre grupos del usuario para absoluto control de la forma en que se abastecerá la potencia activa y reactiva a la carga. Incluye protecciones del motor y generador y opcionalmente monitoreo local o remoto a través de una PC. Con alarmas visual y audible. Figura 2.31.

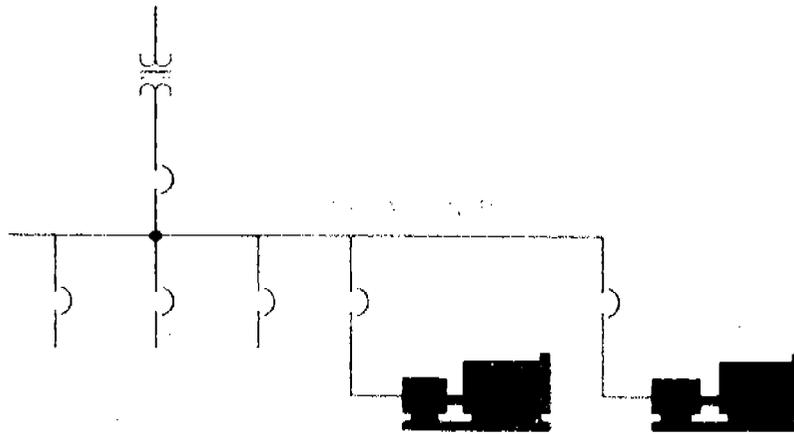


Figura 2.31. Varios grupos independientes en paralelo.

2.9 Protecciones.

Las plantas de emergencia actuales tienen sus protecciones en el panel de control. Cuando la planta falla por alguna razón, esta se protege y señala de manera visual a través de leds indicadores y en algunos a través de dispositivos auditivos (alarmas). Algunas de estas funciones son:

- Si el suministro normal de energía eléctrica falla, el motor de combustión interna arranca de inmediato, por medio de un dispositivo, desconectándose automáticamente el circuito de alimentación normal.
 - En caso de no arrancar inmediatamente, dispositivos integrados al control permitirán que se efectúen tres intentos (estándar programable al número de intentos deseados), con intervalos de 8 seg. (el control se puede programar para un mayor número de intentos y ajustarse los intervalos).
- A. Dispositivo que para la unidad por alta temperatura de refrigerante.
 B. Dispositivo que para la unidad por bajo nivel de refrigerante.

- C. Dispositivo que para la unidad por falta de generación.
- D. Dispositivo que para la unidad por baja presión de aceite lubricante.
- E. Dispositivo que desconecta el motor de arranque a una velocidad calibrada cuando el motor diesel este operando por si mismo.
- F. Una bocina de alarma, que indica presencia de falla en cualquiera de los puntos c, d, e, f.
- G. Indicaciones luminosas:
 - Indicación del estado de máquina en automático
 - Indicación del estado de máquina en fuera
 - Indicación del estado de máquina en manual
 - Indicación del estado de máquina en prueba
 - Indicación del estado de máquina no en automático
 - Indicación de sirena
 - Indicación de paro de emergencia
 - Indicación línea comercial
 - Indicación arranque remoto
 - Indicación programador semanal
 - Indicación planta funcionando
 - Indicación ajuste de máquina
 - Indicación bajas rpm's
 - Indicación transferencia línea comercial
 - Indicación transferencia de emergencia
 - Indicación de mantenimiento necesario
 - Indicación de tiempo de retransferencia
 - Indicación de tiempo de enfriamiento
 - Indicación de alarma: intentos de arranque
 - Indicación de alarma: bajo nivel de refrigerante
 - Indicación de alarma: alta temperatura de refrigerante
 - Indicación de alarma: baja presión de aceite
 - Indicación de alarma: baja frecuencia
 - Indicación de alarma: sobre velocidad
 - Indicación de alarma: generación
 - Indicación disponible o adicional
- H. El microprocesador puede ser programado en todas sus funciones de una manera que se adapte a sus necesidades particulares o específicas.
- I. Contactores auxiliares para el control.
- J. Interruptor térmico trifásico de 6 amp. para protección del sistema de control.

- K. Protección de circuito de corriente directa con interruptor 1 x 6
- L. El equipo de control y medición del motor y generador se encuentran contenidos en el mismo gabinete y alambrados e integrados al equipo. este gabinete se encuentra soportado por amortiguadores especialmente diseñados para esta aplicación, que lo aíslan junto con el control e instrumentos de la vibración.

CAPITULO III

" UPS "

3.1 Definición y clasificación de UPS

Un UPS (Uninterruptible Power System) es un sistema que provee energía eléctrica ininterrumpida a una carga eléctrica determinada, el cual responde ante una falta de energía en la red. Analizando desde otro punto de vista se podría agregar que: una UPS entra en acción ante determinada circunstancia que hace presumir que la calidad de la energía proveniente de la red no es la conveniente para el equipo protegido. Para realizar esta función dispone de tres elementos claves:

1. Una reserva de energía, que de alguna manera se convertirá en energía eléctrica y será entregada a la carga.
2. Un elemento capaz de reponer la energía perdida cuando por algún motivo se utilizó total o parcialmente la reserva.
3. Un selector para elegir de donde obtiene la energía que le entregará a la carga, si de la línea o de la reserva.

Los sistemas de alimentación eléctrica de emergencia están destinados a una gran variedad de consumos. Entre los mismos se encuentran las instalaciones de servicios auxiliares esenciales, de alumbrado de emergencia (de seguridad, de escape o de reserva), de centros de cómputos, de bancos, de sanatorios y hospitales, etc.

Estas instalaciones presentan una diversidad de exigencias en cuanto al retardo admisible en la incorporación del suministro de emergencia, a la duración del mismo, a la escala de las potencias involucradas y a su confiabilidad. Tal diversidad puede ser cubierta con distintos equipamientos, como los basados en grupos electrógenos accionados por turbinas de gas o Diesel; en baterías de acumuladores o en una combinación de ellos. La elección del equipo más conveniente debe hacerse no sólo en base a los requerimientos técnicos, sino también en base a consideraciones económicas.

Existen diversas maneras de clasificar los UPS, según el Tipo de corriente que alimenta la carga:

a) *UPS de corriente continua*: básicamente un rectificador y una batería (energía de reserva), alimentan una carga de corriente continua. Aquí la carga y las baterías están en paralelo y el convertidor debe proveer energía a la carga y para sostener cargadas las baterías. Las centrales telefónicas importantes suelen utilizar estos esquemas de alimentación, son de elevadísima confiabilidad, pero la condición indispensable es que la carga debe poder alimentarse con corriente continua, algo muy poco frecuente. Figura 3.1.

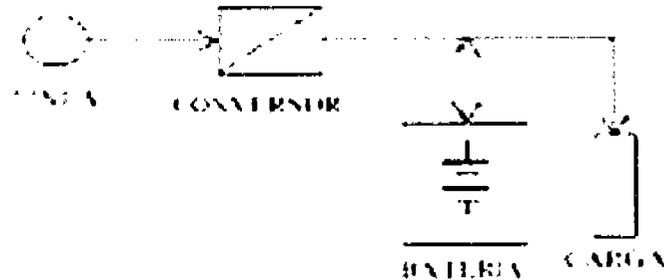


Figura 3.1. UPS corriente continua.

En el servicio en paralelo (o a flote), el rectificador mantiene cargadas a las baterías y también provee alimentación a los consumos, conectados en paralelo con aquellas. Si los consumos son de CA se intercala un inversor adecuado. Ante la falla del suministro de la red, las baterías naturalmente pasan a entregar energía a los consumos, sin necesidad de conmutador. Este servicio también se conoce como de doble conversión en línea (CA/CC - CC/CA).

b) *UPS de corriente alterna*: la carga necesita corriente alternada para funcionar. En este caso aparece un nuevo convertidor de CC a AC, figura 3.2. Al igual que en las UPS de CC el convertidor de entrada tiene la función de entregar energía para la cargas y sostener la carga de las baterías y el de salida (también llamado inversor u ondulator) genera la onda de corriente alterna que la carga necesita. Hay muchas configuraciones posibles y de ellas se obtienen una gran diversidad de cualidades, características, precios y tamaños de UPS. La gran mayoría de las UPS son de este tipo.

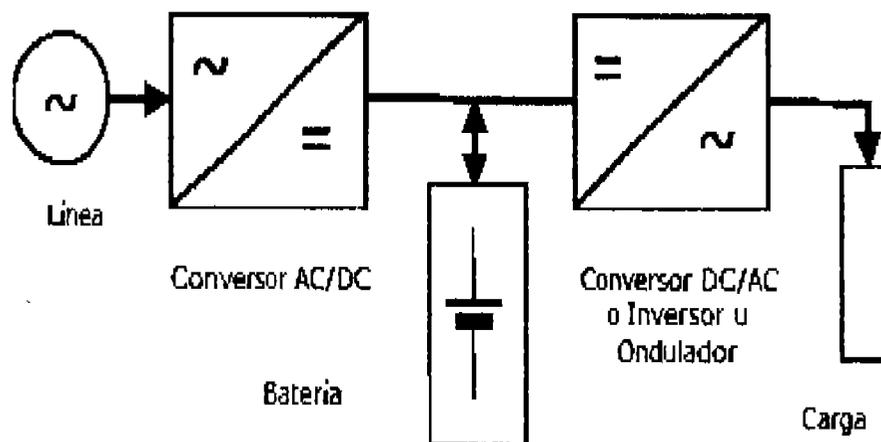


Figura 3.2. UPS de corriente alterna.

3.2 Componentes de un UPS

Un sistema de alimentación ininterrumpida basado en acumuladores se instala entre la red de distribución pública de energía eléctrica de CA y la carga crítica a alimentar, estando formado básicamente por un rectificador/cargador de baterías, un banco de baterías de acumuladores, un inversor y eventualmente un conmutador de transferencia. Cuando las potencias son elevadas, cada componente se dispone en un bloque independiente. Generalmente completan el equipo los distintos indicadores de estado y el sistema de control, que incluye la protección contra sobrecargas, cortocircuitos y tensión inversa.

3.3 Parámetros que definen un UPS.

Como los equipos electrónicos son cada vez más sensibles y la red de distribución comercial esta cada vez más llena de ruido, por la proliferación de equipos electrónicos, que generan interferencias, una UPS no solo debe asegurar la provisión continua de energía, sino también acondicionar la alimentación proveniente de la red a los requerimientos del equipo protegido. Entonces cabe preguntarse qué tipo de parámetros definen la calidad del suministro eléctrico para "equipos críticos". La forma de onda ideal de tensión en la línea comercial, debería ser una senoide pura, con una tensión y frecuencia estable, y sin armónicos. Sin embargo en la práctica, la tensión sufre varias perturbaciones de distinta índole, algunas de las cuales se describen a continuación.

Las perturbaciones en la línea son:

- Falta tensión (Blackout): Cuando la utilidad del sistema de alimentación desaparece por algunos ciclos o más.
- Tensión nominal: Forma de onda sinusoidal pura, con nivel estándar de tensión.
- Transitorio: Sub y sobretensión no repetitiva.
- Sobretensión: La magnitud de la tensión sobrepasa sustancialmente el valor nominal de tensión, por un tiempo largo o por algunos ciclos.
- Sobretensión transitoria (Surge): Incremento en la tensión de corta duración.
- Subtensión (Brownout): La tensión desciende por un tiempo pequeño o grande, del valor de la tensión nominal.
- Subtensión transitoria (Sag): Disminución de la tensión por corto tiempo.
- Variación de frecuencia: Un cambio en la frecuencia de la tensión de línea por más de 3 Hz.
- Impulso transitorio (Spikes): Impulsos superpuestos a la línea de alimentación normal de 50 ó 60 Hz, que ocurren ocasionalmente, con duración de entre 0,5 a 200 ms. Estos impulsos pueden presentarse en modo común entre líneas o en modo diferencial.
- Ruido (Noise): Pulsos de tensión similar al "Spikes" pero de menor magnitud.
- Ruido en modo común: Ruido manifestado entre el conductor activo "vivo" de la línea y el neutro o entre el vivo y tierra.
- Oscilación transitoria: Interferencia de alta frecuencia que se amortigua en corto tiempo.
- Interferencias electromagnéticas (EMI): Interferencia de alta frecuencia causada por la acción de equipos electromagnéticos.
- Interferencias de Radiofrecuencia (RFI): Interferencia de alta frecuencia causada por equipos radioeléctricos conectados o no a la línea.
- Armónicas: Ondas sinusoidales generalmente de menor amplitud y mayor frecuencia, múltiplo de la fundamental.
- Distorsión armónica: Distorsión en la forma de onda causada por la presencia de armónicos en la red.

En los sistemas muy críticos se disponen UPS redundantes, y en tal caso se requiere un sistema especial de sincronismo y protecciones de alta velocidad. Algunos de estos sistemas se construyen en forma de módulos UPS

conectables para vincularse en paralelo, pudiendo las distintas UPS conectarse y desconectarse con el conjunto en servicio. De esta manera se forma un sistema de alimentación ininterrumpida ampliable y modificable con módulos en redundancia.

3.4 Inversores

Los inversores son equipos capaces de suministrar corrientes alternas a partir de una fuente de corriente continua, debiendo brindar una salida regulada y filtrada. Actualmente, la modulación del ancho de pulso de alta frecuencia y el uso de transistores IGBT aseguran una respuesta rápida ante los cambios de carga. En cuanto a la sección de filtrado cabe señalar que resulta fundamental para determinar la calidad del producto, pues para cumplir con las exigentes normas de contenido armónico, se deben instalar filtros muy elaborados que aumentan el costo del equipo.

Los inversores pueden ser estáticos o rotativos (mecánicos). Actualmente se utilizan casi exclusivamente inversores estáticos, es decir que no cuentan con partes móviles.

Los inversores estáticos o simplemente inversores, se pueden considerar como el corazón de las UPS, ya que convierten la corriente continua almacenada en un acumulador, en corriente alterna, determinan la calidad de la energía enviada a la carga, fijan la tensión y la frecuencia de esta y controlan la frecuencia y tensión de salida en función de la corriente de carga o en función de la tensión de la batería, entre otros.

Los sistemas inversores se componen de uno o más etapas de potencia controladas por semiconductores especiales denominados "de conmutación" o "switching semiconductors".

Dependiendo de las cargas involucradas, el inversor puede ser de salida monofásica o trifásica, con una configuración de media onda (con diodos y tiristores) o de onda completa (sólo con tiristores).

Se analizarán los inversores como si trabajasen con interruptores unidireccionales ideales (sin corriente de fuga en circuito abierto ni caída de

tensión en circuito cerrado), que se abren y cierran instantáneamente en los momentos requeridos por circuito de control.

Inversor con transformador de punto medio.

El circuito de un inversor con transformador de punto medio es el presentado en la figura 3.3., donde el polo positivo de la batería permanece conectado al punto medio del transformador (generalmente elevador, para el caso de UPS), mientras que el polo negativo se conecta a los extremos restantes del transformador, vía sendos elementos de conmutación.



Figura 3.3. Inversor con transformador.

Suponiendo que el número de espiras de cada primario sea igual al del secundario, $n_1 = n_2 = n$, la tensión de salida V_s , será igual a la tensión de la batería V_b cuando se cierra uno de los interruptores, por ej. S2:

$$V_s = V_b$$

Para una carga resistiva pura, de valor R , la corriente de salida durante un semiperiodo será:

$$i_s = \frac{V_s}{R} = \frac{V_b}{R} = I$$

Mientras que el interruptor abierto queda sometido a una tensión igual a dos veces la tensión de la fuente V_b . Cuando se abre S2 y se cierra S1, la tensión de salida V_s será igual a la tensión de la batería pero de signo contrario.

$$V_s = -V_b$$

Por lo tanto la corriente i_s será:

$$i_s = -\frac{V_b}{R} = -I$$

Del mismo modo, el interruptor S2 (abierto en este instante) quedará sometido a una tensión que será el doble de la tensión de la batería. En circuitos reales con transistores o tiristores, estos semiconductores quedan sometidos a tensiones inversas mayores que el doble de la tensión de continua, debido a inevitables oscilaciones que tienen lugar en el instante de la conmutación. Por este motivo, los inversores con transformador de punto medio no se utilizan para tensiones altas de batería.

Por otro lado, el transformador con punto medio tiene un bajo grado de utilización en el primario, que se traduce en un bajo rendimiento del sistema, esto hace que no sea aconsejable el uso de esta configuración para potencias mayores de 10 kVA. La tensión de salida será una onda cuadrada de amplitud V_b (en el caso de un transformador con relación 1:1), independiente de la intensidad de la corriente para cualquier tipo de carga. La frecuencia de la onda generadas estará determinada por la velocidad de accionamiento alternativo de los interruptores S1 y S2, o de los impulsos de excitación en los semiconductores de conmutación. Figura 3.4.



Figura 3.4.

Inversor con doble batería.

En esta configuración se emplean dos baterías de igual tensión conectadas como se muestra en la figura 3.5. En esta oportunidad se han reemplazados las llaves por transistores de puerta aislada IGBT.

Cuando IGBT1 está excitado y en saturación, la corriente de carga circula en un sentido, mientras que cuando IGBT2 está saturado e IGBT1 al corte (abierto), la corriente circula en sentido opuesto.

El semiconductor que no conduce está sometido a una tensión igual a la de la batería más las sobretensiones que se originan en los circuitos reales. Esta configuración es por lo tanto, más adecuada para tensiones altas de la fuente de corriente continua, que el sistema con transformador de punto medio pero tiene el inconveniente que la tensión en la carga es solamente la mitad de la tensión en la batería.



Figura 3.5 Inversor de doble batería.

Si cada transistor conduce la mitad del periodo total T o sea $T/2$, la tensión de cada semiciclo sobre la carga V_O será $V_b/2$. Se puede obtener la expresión de la tensión RMS de salida de la siguiente ecuación.

$$V_o = \left[\frac{2}{T} \int_0^{T/2} \frac{V_b}{4} dt \right]^{1/2} = \frac{V_b}{2}$$

Para cargas inductivas la corriente de carga no puede cambiar inmediatamente con la tensión de salida. Donde los diodos conectados en antiparalelo con los transistores cumplen la función de realimentación. Para una carga inductiva pura, un transistor conduce solamente 90°. Dependiendo del factor de potencia de la carga, el período de conducción del transistor varía entre 90° y 180°.

3.5 Baterías

Este sistema es vital para el buen funcionamiento de la UPS ya que es el encargado de mantener dentro de la batería la energía de reserva. Se utilizan baterías especiales aunque haciendo algunas concesiones se pueden colocar hasta acumuladores de auto. Las baterías más usadas, son las de: Plomo-Ácido (Pb-ácido), tipo automóvil y las de Níquel-Cadmio (Ni-Cd) Alcalinas.

La carga de una batería se puede realizar en tres etapas:

1. Régimen de carga con corriente constante.
2. Régimen de carga a tensión constante.
3. Régimen de flotación o flote.

Régimen de carga con corriente constante

En una primera etapa de carga la intensidad de la corriente de carga es constante y su valor suele estar comprendido entre 10 a 20% de la capacidad nominal, para baterías de Pb-ácido y entre 20 a 40% para baterías de Ni-Cd. La capacidad nominal de una batería se expresa en Amperios/Hora A/hs.

La tensión parte de un valor y va creciendo lentamente hasta llegar a $v(t_1)$, ver figura 3.6., denominada tensión de carga profunda. Este valor suele estar comprendido entre 2.4 a 2.7 V por elemento, para baterías de Pb-ácido y 1.6 a 1.7 V por elemento para baterías de Ni-Cd.

Régimen de carga a tensión constante

Durante el tiempo $(t_2 - t_1)$ ver figura 3.6., de entre 3 y 20 horas, dependiendo de la batería, el valor de la tensión de carga $V(t_1)$, se mantiene

constante. Durante este intervalo la corriente de carga va decreciendo, hasta el instante t_2 .

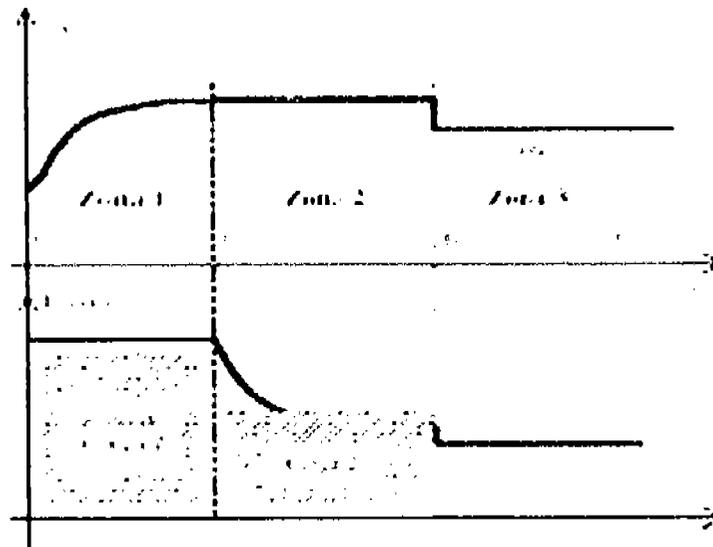


Figura 3.6. Régimen de carga.

Régimen de flotación o flote

La tensión de carga se baja, a un valor constante V (t_3). Para las baterías de Pb-ácido el valor de la tensión de flote se toma generalmente en 2,2V por elemento, mientras que para las de Ni-Cd el valor es de 1,4V por elemento. El régimen de carga a flote no es propiamente un régimen de carga, sino que tiene la función de compensar las fugas propias de la batería y minimizar la sulfatación de los terminales de la batería.

Cargador limitado por resistencia

Para baterías pequeñas de algunos A/hs, se utiliza el circuito que se muestra en la figura 3.7, donde el diodo D , conduce mientras $v > V_b$; cuando $v < V_b$, el diodo se encuentra polarizado en inversa, por lo tanto no conduce.

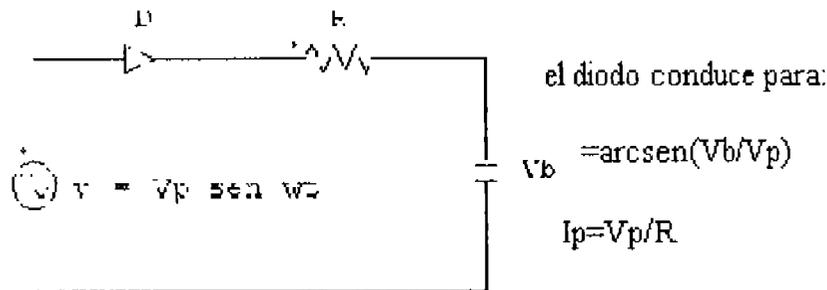


Figura 3.7 Cargador de baterías.

Para el caso de un rectificador de onda completa $q = 2$, la corriente media de se multiplica por 2. Figura 3.8.

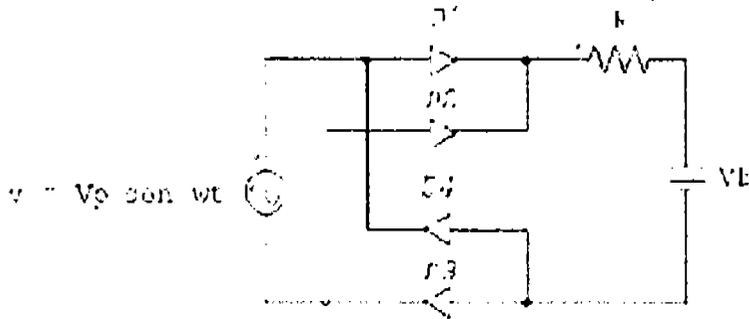


Figura 3.8. Rectificador de onda completa.

Se puede apreciar en la ecuación anterior, como la tensión de la fuente de alterna influye en la intensidad de carga de la batería. Por otro lado, la disipación de calor en la resistencia disminuye el rendimiento de este tipo de cargador. Figura 3.9.

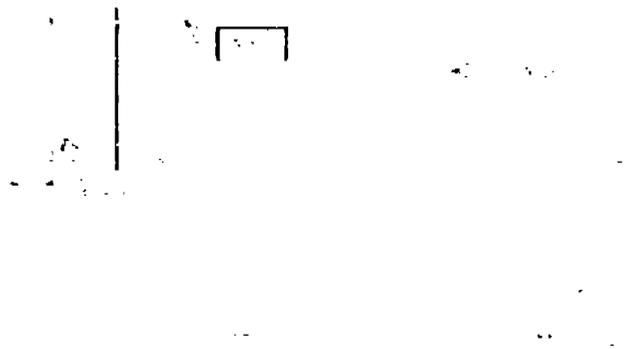


Figura 3.9. Forma de onda de la fuente.

Cargador limitado por inductancia

Un cargador de baterías limitado por inductancia (figura 3.10), tiene mejor rendimiento que el limitado por resistencia, se utiliza para potencias medias. Para potencias mayores que 10 kW., los cargadores suelen ser trifásicos.

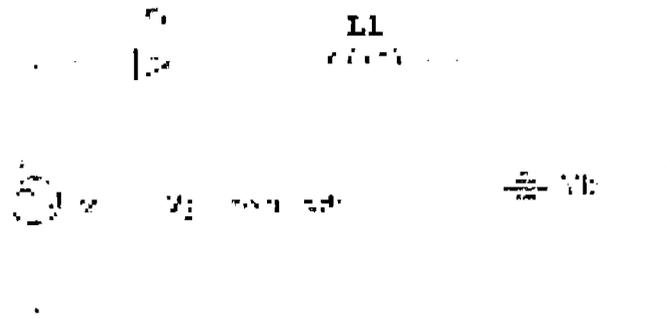


Figura 3.10. cargador por inductancia.

El diodo permite la circulación de corriente cuando la tensión alterna de entrada $u(t)$, es mayor que la tensión de la batería V_b . Figura 3.11.



Figura 3.11. Forma de onda del diodo.

El valor máximo de la corriente se obtiene en t_2 donde $u(t) = 0$; (la energía almacenada en la inductancia es máxima), la energía almacenada mantiene la conducción de la corriente hasta t_3 .

$$i_{L, \max} = \frac{1}{L} \int_{t_1}^{t_2} u(t) dt$$

Del mismo modo que el circuito de carga con resistencia limitadora, el circuito limitador con inductancia, y rectificador de onda completa, es más utilizado porque el "ripple" en la carga es menor y por lo tanto los componentes están más aprovechados.

Los circuitos presentados hasta ahora tienen aplicación en pequeñas potencias. Para sistemas de potencia mayores o donde es necesario un control total sobre la tensión y la corriente de carga, se utilizan otras configuraciones.

Cargadores controlados por tiristores

En un circuito rectificador de onda completa, tipo puente de Graetz, se puede reemplazar la totalidad o la mitad de los diodos por tiristores. Para la carga de baterías generalmente se utiliza el circuito mostrado en la figura 3.12., denominado rectificador híbrido o semicontrolado.

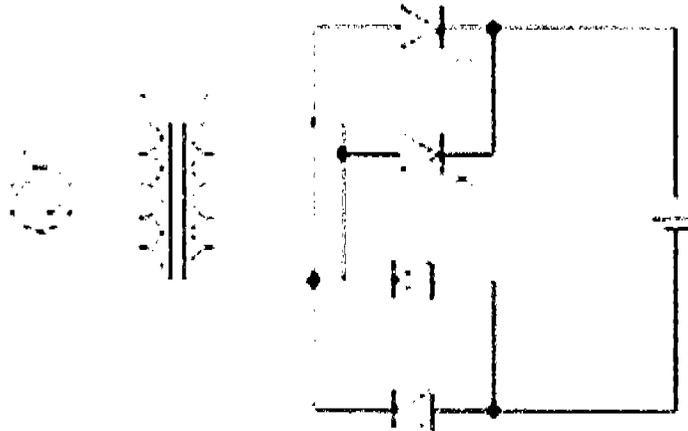


Figura 3.12. Cargador por tiristores.

También es posible lograr un interesante sistema cargador, utilizando un solo tiristor y antes un puente Graetz no controlado como se ilustra en la figura 3.13.

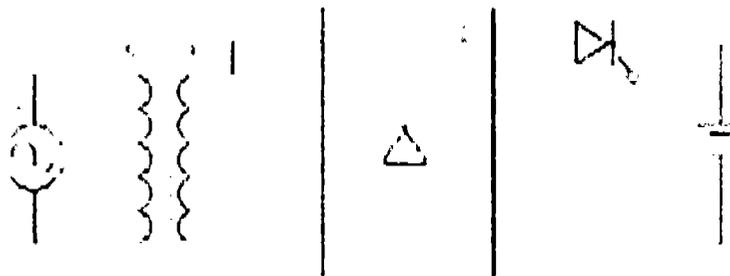


Figura 3.13

Cargadores controlados por transistores

También es posible controlar la carga de una batería con la ayuda de un sistema de alimentación conmutada o "switching", en configuración reductora o

"step-down" o "buck", donde un transistor actúa como llave de control, con las ventajas de los sistemas conmutados.

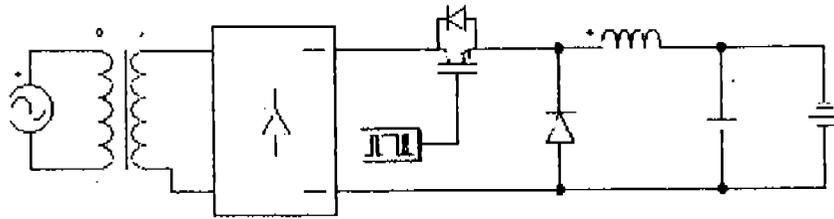


Figura 3.14.

La forma de carga correcta es de especial importancia para la vida útil de las baterías. El cargador se debe proyectar de acuerdo con la clase de servicio y las propiedades de los acumuladores.

Las baterías que prestan servicios de conmutación se cargan estando desconectadas de los receptores. Para ello son apropiados los cargadores cuya intensidad disminuye a medida que aumenta la tensión. La cantidad de ciclos de carga/descarga que puede brindar el acumulador varía en forma inversamente exponencial a la energía de cada ciclo.

Para cargar baterías que prestan servicios en paralelo se utilizan cargadores regulados, que proveen una corriente de carga constante hasta alcanzar el límite superior de la tensión admisible para los receptores. A partir de allí mantienen constante dicho valor de tensión, obteniéndose corrientes de carga de valores decrecientes con el tiempo. Este proceso suele demandar muchas horas.

El banco de baterías de acumuladores se constituye en función de la tensión, la corriente y la duración del período de operación (autonomía).

El tipo y la capacidad de los acumuladores a instalar se deben elegir de tal forma que dentro de un tiempo de descarga prefijado, se pueda tomar una corriente determinada sin superar por defecto el límite admisible de la tensión del receptor o del acumulador. Además hay que considerar el envejecimiento de las celdas y debe preverse la ocurrencia de épocas de bajas temperaturas durante su vida útil.

El banco de baterías puede instalarse en un local específicamente habilitado para tal fin, en un gabinete especial, o en los modelos más pequeños, en el mismo conjunto del equipo de alimentación ininterrumpida de energía. En este último caso, obligatoriamente se utilizan baterías libres de mantenimiento.

Dado lo crítico de este subsistema dentro de la UPS es importante tener presente algunos puntos sobre el cuidado de las baterías y el uso que cada diseño de UPS da a las mismas. Esto es necesario considerarlo, porque cambiar las baterías de un UPS puede oscilar alrededor del 25% del valor del producto. Además significan un costo extra de parada del UPS y de servicio técnico probablemente especializado.

- El primer punto a considerar es la temperatura de trabajo de la batería. Los procesos que ocurren dentro de una batería a lo largo de su vida útil son muy influenciados por la temperatura de trabajo de esta. Los fabricantes de baterías explicitan que por cada 5 grados centígrados por encima de los 25 grados de ambiente se reduce la vida en un 10%. Esto significa dos cosas: que el diseño de la UPS debe ser tal que la batería se mantenga fría y que el lugar de operación de la misma sea lo más frío posible. Los sistemas Stand-by de las UPS C-MOS funcionan a temperatura ambiente y cuando es necesario, porque existe un transformador que genera calor y eleva la temperatura interna de la UPS, existe un ventilador adecuado que se encarga de mantener la temperatura constante en el interior. La operación en estas condiciones mejora la vida útil de las mismas.
- El segundo punto es el diseño del cargador de batería. La forma en que se le suministra carga a la batería es muy importante y afecta sensiblemente la vida útil de la misma. La vida útil se maximiza cuando son cargadas con cargadores del tipo de flotación. Una batería aumenta su vida útil si está permanentemente mantenida en estado de flotación, pues hay procesos de envejecimiento que son atenuados si se ejecuta esta premisa. De aquí es importante que aunque la UPS se encuentre apagada, pero conectada a la red, este funcionando el cargador. Esto es lo que ocurre en todas las UPS C-MOS Stand-by.

- El tercer punto es que la UPS que tenga la batería de mayor vida útil será la que menor tensión de batería utilice, esto es así porque al colocar baterías en serie para elevar el voltaje y disminuir la corriente de trabajo del inversor interno de la UPS, se aumenta el riesgo de falla, pues quedarán en serie un gran número de celdas (cada batería de 12 voltios tiene 6 celdas internas) y el resultado de esta serie dependerá de la celda más débil, cuando esta se deteriore se habrá inutilizado toda la serie de baterías. Además se ha demostrado que el envejecimiento de la batería depende del número de celdas en serie que existan.
- El cuarto punto es la frecuencia con la que una batería es sometida a procesos de carga-descarga. Existen aquí dos formas, una pensando en la corriente media de descarga y la otra en la instantánea. La media y generalmente para todas las baterías indica una vida útil de 300 ciclos. La Instantánea no se conoce, pues el proceso de descarga con corrientes instantáneas ocurre cuando la batería entrega mucha corriente por períodos de tiempo cortos, estos tiempos son los que ocurren cuando una UPS esta alimentando una carga y se produce a una velocidad del doble de la frecuencia de red (50 o 60 Hz). Si la UPS somete en forma seguida e innecesaria a las baterías a este proceso se produce un agotamiento rápido de la misma.

Existen muchos UPS en el mercado que no consideran los puntos anteriores dando así por resultado un menor costo inicial del UPS, pero un costo desconocido y escondido de reposición de baterías. A modo de resumen se puede decir que la batería es la parte menos confiable de la mayoría de las UPS. Pero el diseño de la UPS puede influir de manera determinante sobre la vida de la batería. Observe los siguientes detalles a la hora de comprar una UPS con respecto a la batería. Elija la que la mantiene cargada en forma de flotación, la que trabaja a menor temperatura, la que tiene menor voltaje de trabajo, la que no hace uso de corriente de ripple.

3.6 Topología de UPS

Básicamente existen tres tipos de UPS y generalmente se denotan por su terminología en ingles. Según el camino que recorre la energía que alimentara la carga, a saber:

- a) On-line, en línea
- b) Off-line, fuera de línea o Stand-by
- c) Line-interactive, UPS interactiva o paralela.

a) UPS On-Line.

Las UPS On-line, están conformadas básicamente por un convertor de corriente alterna a continua, que puede ser un rectificador, una batería y un inversor de corriente continua a alterna. En la disposición que se muestra en la figura 3.15.

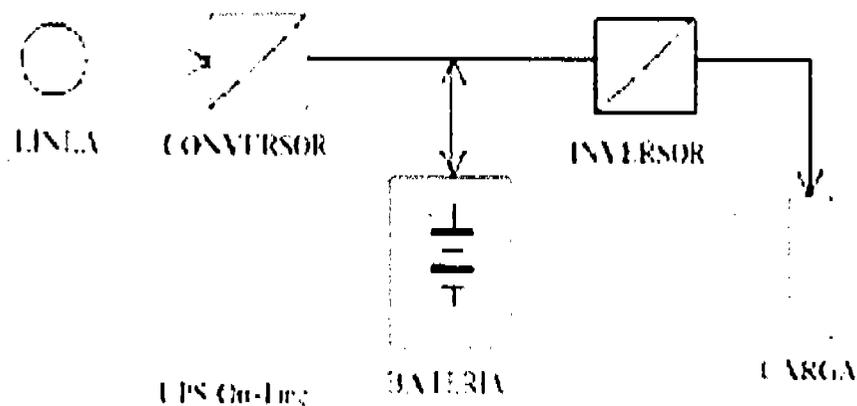


Figura 3.15. UPS on-line.

En condiciones normales del suministro eléctrico, el convertor C (ver figura 3.16.) de CA/CC, entrega al circuito corriente continua que alimenta a la batería B y al inversor I, que convierte nuevamente la tensión continua en alterna y alimenta la carga crítica.

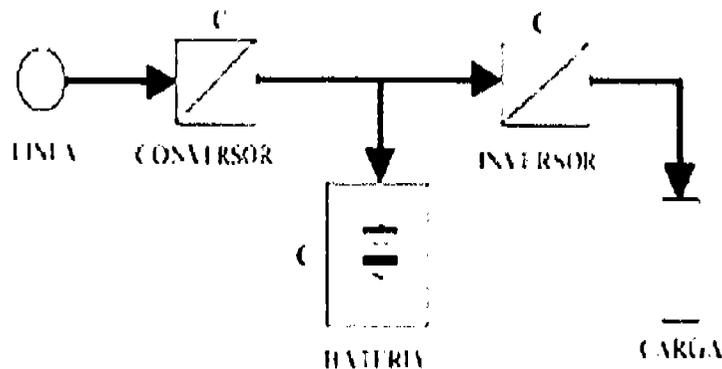


Figura 3.16.

Si se produce un fallo en la energía suministrada por la red principal, o algunos de sus parámetros que no son los convenientes para el equipo protegido. El convertidor C deja de funcionar y la batería pasa a alimentar la carga vía el inversor I.

Este tipo de UPS proveen energía constante a la carga sin tiempo de transferencia, de ahí que se le suele designar, como UPS real o verdadera UPS. Como suele ocurrir, la tensión de la batería es menor que la tensión de la carga.

En ese caso se le agregan dos transformadores, uno reductor a la entrada T1 y otro elevador en el sistema inversor T2, como se muestra en la figura 3.17. Estos transformadores brindan una protección adicional a la carga crítica ya que la aísla de la red.

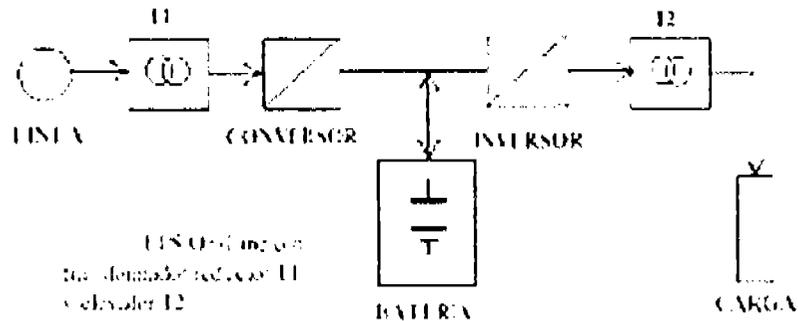


Figura 3.17.

En estas UPS, la carga no conoce de donde proviene la energía que la esta alimentando, no presentando interrupciones a su salida, salvo los equipos que dispongan de un by-pass estático a línea, como se indica en línea de puntos. Esta configuración de UPS actualmente quedo reducida a una enunciación teórica y actualmente esta configuración mutó a las UPS On-line doble conversión, que para la carga se comportan como On-line pero para el sistema de baterías no, las dejan en stand-by hasta que haga falta usarlas. Se muestran en la figura 3.18. Aquí la energía de línea ingresa y es acondicionada por el filtro de línea (2) luego el booster (3) la transforma en corriente continua y la divide, una parte la destina a sostener la carga de las baterías y la otra alimentará al Ondulador (4), el Ondulador genera la onda de salida que alimentará la carga, el booster es el encargado de separar la línea de la carga (una de las características distintivas de las UPS On-line). Se observa la presencia del by-pass (5) que se utiliza para cuando falla el camino de

transferencia energética descrito antes. Se observa que el circuito de baterías está en stand-by esperando que la línea salga de parámetros para comenzar a actuar. Lógicamente todo comandado por un circuito de supervisión y control.



Figura 3.18

b) UPS "Off-Line".

Las UPS "Off-line", también denominadas "Stand-by" o "No-Break" son UPS que tal cual lo dicen las palabras, están esperando algún desperfecto en la línea de energía eléctrica para entrar en acción. En estas UPS, mientras la línea, que esta presente tenga parámetros aceptables (o mejor dicho que la UPS pueda controlar), será la energía de línea la que alimente a la PC. El camino principal de la energía no atraviesa las baterías. En esta situación la UPS aporta las siguientes funciones: estabiliza a valores normales el voltaje de entrada (UPS interactivas) o no (UPS Stand-By) y provee filtrados contra transitorios, picos y ruido de RFI/EMI. Se puede decir que en esta circunstancia aumenta la calidad de la energía, recibe una y entrega otra mejorada.

Están formadas básicamente por un convertor de corriente alterna a continua, que puede ser un rectificador o cargador de batería, una batería y un inversor de corriente continua a alterna, similar a la disposición on-line, con la diferencia que, en condiciones normales una llave S1, que puede ser estática o

electromecánica, alimenta la carga directamente de la red (de ahí el nombre de Stand-by). Figura 3.19.



Figura 3.19.

El convertor de corriente alterna a continua, cuando hay energía en la red, solo carga la batería, ya que generalmente en estas condiciones el inversor no funciona o funciona en vacío o solo funciona la etapa de control, con el fin de ahorrar energía y efectuar una transferencia en el menor tiempo posible. Figura 3.20.

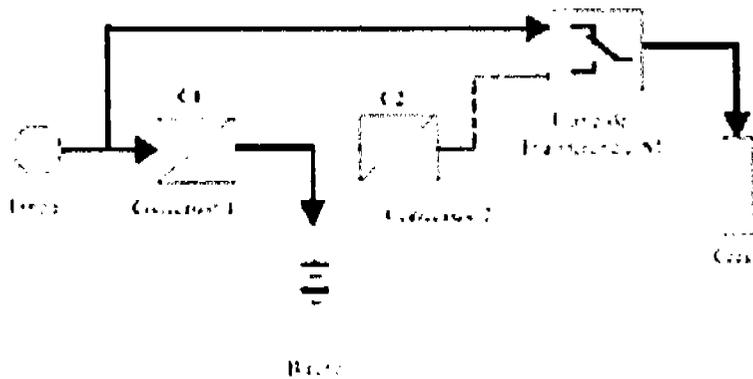


Figura 3.20.

Si se produce un fallo en la energía suministrada por la red principal, el convertor 1, C1, deja de funcionar y la llave de transferencia S1 conmuta la carga hacia el convertor 2 que, funcionado como inversor, provee la energía necesaria a la carga crítica desde la batería. Figura 3.21

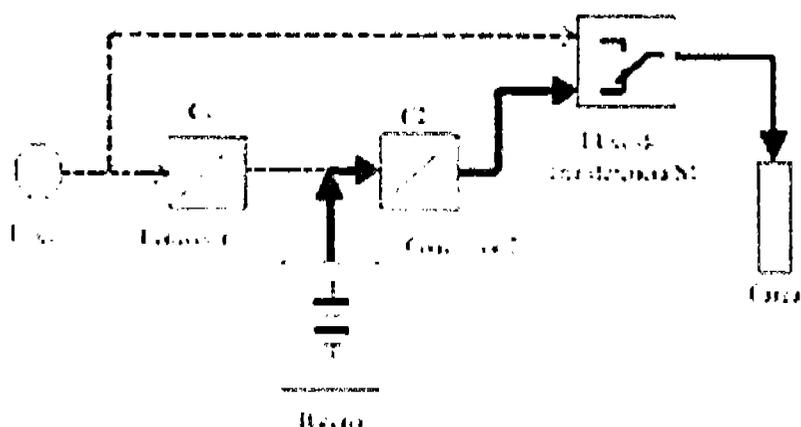


Figura 3.21.

Este tipo de UPS, a pesar de presentar un tiempo apreciable en la transferencia de red a línea y de que la carga en condiciones normales de línea, está directamente sometida a las posibles perturbaciones de la red, es uno de los sistemas más utilizados en computadora tipo personales, centrales de teléfono, electromedicina, etc., ya que su costo es apreciablemente menor que una del tipo "On-line". El peso del equipo es mucho menor, que una UPS "On-line" ya que los transformadores son más pequeños. Como el inversor no se encuentra funcionando permanentemente es mucho más silenciosa que una "On-line".

Como en condiciones normales la forma de onda es la carga en la correspondiente a la red no necesita filtros especiales como las "On-line".

A pesar de todas las ventajas de las UPS "Off-line", para determinados sistemas con cargas, denominadas muy críticas, solamente las UPS "On-line" pueden alimentar sin riesgo de microcorte del suministro eléctrico.

El término "Off-line" y "On-line", probablemente se refiere a la condición del inversor que trabaja en el primer caso en línea, es decir, siempre funcionando y en el segundo caso fuera de línea, es decir, a la espera.

c) UPS Interactiva "Line-Interactive".

La topología de la UPS Interactiva, paralela o "Line-Interactive" se presenta en la figura 3.22. Consta de una llave de transferencia, un convertidor reversible y batería.



Figura 3.22.

En condiciones normales, el interruptor de transferencia, se encuentra cerrado alimentando la carga directamente de la red. El inversor trabaja permanentemente en paralelo con la red, comportándose como rectificador (con condición apropiada de control), suministrando carga controlada a la batería.

Ante un fallo del suministro eléctrico desde la red, la llave de transferencia se abre, y el inversor sin discontinuidad pasa a alimentar la carga. Una vez que retorna la energía el interruptor de transferencia se cierra nuevamente alimentando la carga desde la red, mientras que el convertidor, invierte nuevamente el sentido de transferencia de la energía, cargando la batería.

En algunos equipos se suele incluir una llave más, S2, como muestra la figura 3.23., para que en caso que el inversor deje de funcionar por algún desperfecto, se abra S2, separando el inversor desde la red hasta que este sea reparado. Las llaves de transferencia suelen ser de estado sólido, construida con tiristores en antiparalelo o triac.

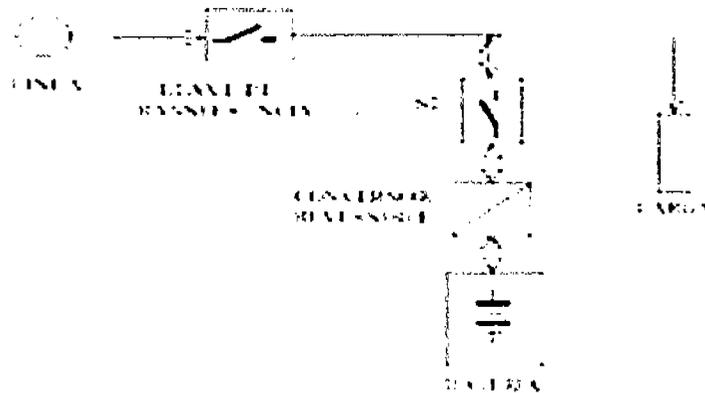


Figura 3.23.

La puesta en paralelo del inversor con la red se lleva a cabo intercalando entre ambos una pequeña inductancia limitadora, que puede estar incluida en el circuito de filtro de armónicas.

La tensión del convertor debe tener la misma frecuencia que la red. La potencia activa suministrada por la red al inversor es proporcional al ángulo de defasaje entre sus tensiones. Si la tensión del inversor esta adelantada respecto de la red, la batería entrega potencia a la red. Si la tensión del inversor está atrasada respecto de la red, la batería absorbe potencia, activando entonces el convertidor como rectificador. Figura 3.24.



Figura 3.24.

La potencia reactiva de este sistema UPS es proporcional a la diferencia de los valores eficaces de las tensiones de línea y del inversor. Si la tensión del inversor es menor que la tensión de la red, entonces el convertor consume potencia reactiva, en cambio, si la tensión del convertidor es mayor que la de la red entrega energía reactiva. Por lo tanto controlando el valor eficaz de la tensión del inversor se puede compensar o sobrecompensar el factor de potencia de la carga.

CAPITULO IV

"Proyecto integral de un sistema de respaldo en subestaciones de hasta 1.5 MVA"

4.1 Dimensionamiento de una planta de emergencia.

Para el análisis de una central telefónica, es necesario establecer la carga súbita de la central, es decir, la carga de energía eléctrica que actualmente tiene en funcionamiento, de ahí que se establece los criterios básicos para dimensionar la planta de emergencia, tomando en cuenta los factores de seguridad, operación y aumento de cargas a futuro.

Para efecto de calcular la demanda a futuro de la carga que va entrar en operación en las centrales telefónicas, se aplican frecuentemente los factores de demanda¹ siguientes:

Alumbrado:	0.50
Contactos:	0.50
Climas:	0.80
Rectificadores:	1.00

La magnitud que se obtiene al aplicar el factor de demanda a la carga total instalada a futuro, se le denomina descarga súbita (D.S.)

La descarga súbita de la central telefónica debe representar entre un 50 y 70% (aproximadamente) de la capacidad disponible de la planta de emergencia propuesta (a esta condición se le denomina despotenciada la planta). Además, se debe tener una operación mayor al 30% de la capacidad de la planta para que esta trabaje sin tener pérdidas.

En las centrales telefónicas, el crecimiento de la carga a futuro se establece en un periodo de un año, ya que la demanda de usuarios en ese año, hace que se incrementen los equipos de comunicaciones, lo que afecta en los rectificadores y los aires acondicionados.

¹ Véase en apéndice los valores por la NOM-001-1999

Es importante que la subestación eléctrica deba tener la misma capacidad de suministro de corriente de la planta de emergencia (en base de la potencia disponible), es decir, como fuentes de alimentación deberán soportar ambos equipos en condiciones de carga para cada una de las centrales telefónicas.

Al tener como parámetro inferior el 30% como porcentaje de operación de la planta de emergencia considerando la carga real, más la carga súbita futura, se tendrá entonces un 50% de la reserva real disponible, más un 20% del factor de la capacidad disponible de la planta de emergencia, así, se podrán soportar los fenómenos de descarga súbita que se presenten en el sistema, es decir, en los siguientes casos:

- a) Cuando la demanda se incremente por alto tráfico de las llamadas o por alguna otra razón ajena al sistema de comunicaciones.
- b) Cuando ocurran corrientes transitorias en las instalaciones debidas al arranque de los climas u operaciones de interruptores.
- c) Cuando la central tenga incremento de líneas no planeadas (repentinias o de urgencia),
- d) Cuando exista una contingencia en el suministro de energía, que obligan a los equipos a demandar energía al máximo.

El proyecto para dimensionar una buena planta de emergencia que satisfaga las necesidades de cada central, se basa en el análisis de carga, por lo que se necesita los instrumentos de medición para cuantificar cada uno de los parámetros eléctricos, de aquí que resulte datos que nos proporcionan las demandas de energía existente y así poder comparar los resultados con un levantamiento eléctrico que se realiza para conocer los equipos que consumen la energía eléctrica. Como ejemplo para dimensionar una planta, se toma una central telefónica que tiene una subestación de 1.5 MVA, los cuales al hacer un análisis de carga con un analizador de redes (en este caso, se utiliza el AR-5)², se obtuvieron los siguientes valores:

Valores registrados	Potencia act. Fase 1	Potencia act. Fase 2	Potencia act. Fase 3	Potencia act. trifasica	F.P.	HZ
Promedio registrado	455.40	433.10	435.40	797.90	0.94	60.00
Máximo registrado	524.00	515.00	511.00	824.00	0.95	60.10
Mínimo registrado	419.00	412.00	401.00	679.00	0.94	59.90

2 Véase características del AR-5 en el apéndice

Las potencias activas están en kW.

Los valores de voltaje y corriente también los registra el analizador (como se muestran en las gráficas 1, 2, 3, 4 y 5 del Cap. I), sin embargo, para el diseño de la planta de emergencia, lo más importante es la potencia activa, ya que de estos datos, se tendrá la capacidad que se requiere. Estos datos que nos proporcionan, se obtuvieron durante 24 horas en un periodo de registro de toma de muestra cada 5 min., los cuales son suficientes para tener una idea exacta del comportamiento de la carga en el sistema eléctrico de la central telefónica.

Se puede observar de estos datos, que la central telefónica trabaja al 66.4% de la capacidad total de energía eléctrica que se tiene en la subestación.

A continuación se presentan un cuadro de cargas en donde se realizó un levantamiento eléctrico, el cual consta de registrar por piso ó área en donde se encuentren los equipos y accesorios que consumen energía eléctrica. En esta también se tabula el crecimiento de los equipos a futuro (para una central telefónica), los cuales nos proporcionan las potencias que consumen. Al sumar lo registrado en el levantamiento con la carga futura, nos dará la capacidad real de la planta de emergencia. El cuadro de cargas se muestra a continuación:

CUANTIFICACIÓN DE CARGA CENTRAL TELEFONICA

	LAMPARAS DE 2 X 39	LAMPARAS DE 1 X 39	CONTACTOS DE 200 W	CONTACTOS ESPECIALES DE 300 W	MOTORES EN KW	CLIMAS EN KW	REFLECTORES DE 250 W
SOTANO	2	28			373		
ESCALERAS DE EDIFICIO	18						20
AZOTEA	3		1	1		704	
PATIO							3
	2.3	2.8	0.2	3	3.73	70.4	5.75

CARGA DE ALUMBRADO Y CONTACTOS	14.05	KW
--------------------------------	-------	----

AIRE ACONDICIONADO Y FUERZA	74.13	KW
-----------------------------	-------	----

LAMPARAS DE 2 X 39	LAMPARAS DE 1 X 39	LAMPARAS DE 3 X 39	LAMPARAS DE 2 X 79	LAMPARAS DE 4 X 39	LAMPARAS DE 4 X 20	CLIMAS DE 200 W	CONTACTOS DE 200 W	CONTACTOS ESP
--------------------	--------------------	--------------------	--------------------	--------------------	--------------------	-----------------	--------------------	---------------

									ECI ALE S DE 300 W
PLANTA BAJA	24	34		1	13	17	45.76	96	
SALA DE FUERZA	6							1	
DISTRIBUI DOR GENERAL	8	33	8			1		47	3
GERENCI A COMERCI AL		40			6			18	
	3.8	5.35	1.2	0.1	3.8	1.8	45.76	32.4	9

CARGA DE ALUMBRADO Y CONTACTOS	57.45	KW
--------------------------------	-------	----

AIRE ACONDICIONADO Y FUERZA	45.75	KW
-----------------------------	-------	----

	LAMPARAS DE 2 X 39	LAMPARAS DE 1 X 39	LAMPARAS DE 4 X 20	LAMPARAS DE 4 X 39	CLIMAS DE 200 W	CLIMAS EN KW
PRIMER PISO	9	62		2	47	137.31
OFICINA SEICO			16		36	4.2
SALA PRODIGY	17				35	
OFICINA DE MANTENIMIENTO			34		25	
	2.6	3.1	5	0.4	28.6	141.51

CARGA DE ALUMBRADO Y CONTACTOS	39.7	KW
--------------------------------	------	----

AIRE ACONDICIONADO Y FUERZA	141.51	KW
-----------------------------	--------	----

CUANTIFICACIÓN DE CARGA CENTRAL TELEFONICA

	LAMPARAS DE 2 X 39	LAMPARAS DE 4 X 39	LAMPARAS DE 13 W	CONTACTOS DE 200 W	CLIMAS EN KW	NIVEL CORRESPONDIENTE A TELECOMUNICACIONES
SEGUNDO PISO	19			17	35.2	
AREA TELECOM.	8	54		51	211.2	

AREA DE RECTIFICADORES	4		11		
	3.1	5.4		13.6	246.4

CARGA DE ALUMBRADO Y CONTACTOS	22.34	KW	AIRE ACONDICIONADO Y FUERZA	246.4	KW
--------------------------------	-------	----	-----------------------------	-------	----

	LAMPARAS DE 2 X 39	LAMPARAS DE 1 X 39	LAMPARAS DE 4 X 20	LAMPARAS DE 4 X 39	LAMPARAS DE 2 X 79	CONTACTOS DE 200 W	CLIMAS DE 200 W	CONTACTOS ESPECIALES DE 300 W
TERCER PISO	1	6	9	83		69	26.4	1
SALA AXE	1	48			7		140.8	
SALA DE RECTIFICADORES	34					2		
	3.6	2.7	0.9		0.7	14.2	167.2	3

CARGA DE ALUMBRADO Y CONTACTOS	41.7	KW	AIRE ACONDICIONADO Y FUERZA	167.2	KW
--------------------------------	------	----	-----------------------------	-------	----

	LAMPARAS DE 1 X 39	LAMPARAS DE 4 X 20	LAMPARAS DE 4 X 39	LAMPARAS DE 13 W	CLIMAS DE 200 W	CLIMAS EN KW
CUARTO PISO						
OFICINAS			56	6	10	
SALA DE TRANSMISIÓN	70				41	70.4
	3.5		11.2	0.078	10.2	70.4

CARGA DE ALUMBRADO Y CONTACTOS	24.98	KW	AIRE ACONDICIONADO Y FUERZA	70.4	KW
--------------------------------	-------	----	-----------------------------	------	----

	LAMPARAS DE 2 X 39	CLIMAS EN KW
RADIOBASE	8	17.6
	0.8	17.8

CARGA DE ALUMBRADO Y CONTACTOS	0.8	KW	AIRE ACONDICIONADO Y FUERZA	17.8	KW
--------------------------------	-----	----	-----------------------------	------	----

CUANTIFICACIÓN DE CARGA CENTRAL TELEFONICA

	PZA.	KW	TOTAL		
RECTIFICADORES 3er PISO (100 A) SALA F	24	6.5	156		
RECTIFICADORES 3er PISO (400 A) SALA F	6	25	150		
RECTIFICADORES 3er PISO (100 A) SALA ADJUNTO	4	6.5	26		
RECTIFICADORES 3er PISO (100 A) RADIO BASE	9	6.5	56.5	CARGA DE UPS 12+24=36 KW	CARGA PERTENECIENTE A TELECOMUNICA..
RECTIFICADORES TELECOMUNICA..	17	1.6	27.2		

RESUMEN DE CARGA TOTAL	
ALUMBRADO Y CONTACTOS	200.12
FUERZA Y AIRES ACONDICIONADOS.	745.4
RECTIFICADORES	453.7
RADIO COMUNICACIÓN	18.4
CARGA TOTAL INSTALADA	1417.62

RELACIÓN DE CARGA TOTAL INSTALADA Y CARGA FUTURA		
C.T.I (ACTUAL)	1417.62	KW
ENTRA NUEVA PLANTA SALA DE C.D	75	KW
INSTALACIÓN DE DOS CLIMAS DE 20 Y UNO DE 30 TR	246.4	KW
CARGA TOTAL DEFINITIVA	1739.02	KW

	ALUMBRADO Y CONTACTOS	RADIO COMUNICACIÓN	CLIMAS	RECTIFICADORES	TOTAL EN KW
C.T.I ACTUAL + FUTURA	200.12	18.4	991.8	528.7	1739.02
FACTOR DE DEMANDA	0.5	0.5	0.8	1	
DESCARGA SUBITA	100.05	9.2	793.44	528.7	1431.4

La carga necesaria para esta central es de 1431.4 kW, la cual al compararla con el análisis que se realizó, nos refleja el porcentaje en el cual se utiliza la carga eléctrica existente. Esta comparación es de gran importancia, ya que con el monitoreo nos da la información de que sucede en un día normal de operación de la central, con esto nos refleja que tantas cargas entran en funcionamiento en el día, es decir, los momentos de mayor demanda eléctrica de la central. Así, se tiene la seguridad de que la planta de emergencia que se proyecte, soporta toda la carga existente y la que se tomará a futuro.

Teniendo la capacidad que se requiere para satisfacer las necesidades eléctricas de la central, se procede a conseguir información de las plantas de emergencia que existen en el mercado, ya que es importante conocer cuales son las capacidades, así como sus características técnicas, dimensiones y su equipo asociado para su funcionamiento (tanque de diesel, sistema de escape, tableros de protección, etc.), para así determinar el lugar más adecuado para su instalación y la puesta en marcha del equipo.

Dependiendo de estos datos, se puede determinar si la planta es la más adecuada, de lo contrario, se podría hacer un arreglo en paralelo de dos o tres plantas de menor capacidad, pero que al tenerlas en funcionamiento satisfaga toda la carga de la central.

Para el ejemplo anterior, se analizaron varias marcas de plantas de emergencia, en las cuales, la que reunió las características de carga eléctrica, es la planta de emergencia de 1282 kW en operación continua. Esta planta tiene dimensiones y equipo asociado que no sobrepasan al cuarto en donde estará anclada para su funcionamiento.³

El ejemplo antes citado es para una central telefónica en donde la demanda de usuarios es muy grande, por lo cual es necesario un sistema eléctrico de respaldo de gran capacidad. Sin embargo, tanto el análisis como el procedimiento para determinar la mejor planta de emergencia es el mismo para capacidades que van desde los 50 kW hasta 1.6 MW. (valores comerciales de plantas de emergencia). Lo único que se requiere es conocer el crecimiento a futuro y capacidad eléctrica que está instalada actualmente, aunque claro, es muy importante darle la interpretación adecuada a los valores que resulten del análisis, así como las especificaciones técnicas de los equipos que componen a la planta de emergencia.

³ Véase características de planta de emergencia de 1282 kW y plano de anclaje en apéndice

4.2 Dimensionamiento de un UPS.

En el campo de los sistemas UPS, los equipos capaces de adaptarse a las necesidades pueden ser de dos tipologías fundamentales de clientes, correspondientes a otros tantos canales de distribución: el comercio de productos eléctricos e informáticos y los grandes usuarios finales, que precisan sistemas con capacidades grandes.

En caso de falla en el suministro de energía eléctrica, las cargas y equipos conectados al UPS quedan alimentados a través de la tensión de los bancos de baterías, hasta que el generador diesel (planta de emergencia) que se utiliza como fuente de respaldo pueda alimentar el UPS y, por consiguiente, a las cargas conectadas al Sistema de Fuerza Ininterrumpible.

En el caso de una central telefónica, existen equipos de comunicación que transmiten y reciben información de forma continua, por lo que es necesario que a estos equipos no les falte el suministro de energía eléctrica, ya que si en cualquier momento les llegara a faltar la electricidad, las comunicaciones se verán afectadas, repercutiendo en lo económico.

Una central telefónica puede tener un respaldo de un grupo electrógeno, en donde la respuesta al corte de energía es en el orden de los segundos, ya que tarda la planta de emergencia en estabilizarse para poder tomar la carga. Este factor de tiempo es muy importante para los equipos de comunicación, ya que son muy sensibles a las variaciones de energía eléctrica, por lo que el tiempo de respuesta ocasiona que se apaguen los equipos y se pierde toda información que tiene en ese momento.

Para poder solucionar el problema del tiempo de respuesta de una planta de emergencia, se instala un UPS, en donde el rango de respuesta al corte de energía es en el orden de los mili-segundos, valor tolerable para los equipos de comunicación. Además de tener la carga de los equipos de comunicación, se le conectan luminarias de emergencia, las cuales estarán en el área de entrada y propiamente donde se encuentren estos equipos.

Para el diseño de un UPS, es necesario tener en cuenta la carga que se conectará. Al igual que para el dimensionamiento de una planta de emergencia del apartado anterior, se requiere de un cuadro de cargas para saber cual es la carga real que soportará el equipo, en este caso solamente se tiene el alumbrado y la potencia en conjunto de los equipos de comunicación.

Como las centrales telefónicas están distribuidas por áreas, es decir, que se tiene una sala de transmisión, una sala de comunicación, etc., resulta necesario saber el consumo de energía de cada una de ellas para poder establecer si un UPS es necesario para una sola sala o por el contrario, el UPS puede soportar varias salas. De esta forma, se puede obtener un solo UPS para dos o más áreas de comunicación, aunque claro, no solo hay que tomar en cuenta la capacidad de carga de cada una de las salas, sino también la distancia entre las sala, ya que al tener una distancia muy grande, implica un costo mayor en los conductores para alimentar cada sala.

Si tomamos el ejemplo de la central en donde se dimensionó la planta de emergencia, la información que nos proporciona el fabricante de los equipos, así como la dimensión de la sala (para conocer las luminarias de emergencia que se conectarán) nos da el siguiente cuadro de cargas:

Cuadro de cargas

Incremento de carga		
carga	cantidad	kw
luminarias	4	0.35
contactos	10	2
Equipos de comunicación	4	19.5
carga total		21.85 kw

Analizando la carga, nos da el valor de 21.85 kW. Este valor es la potencia activa de esa área para tenerla respaldada por un UPS. Sin embargo, para proyectar un UPS, se tiene que transformar esa potencia activa en potencia aparente. De la ecuación:

$$I_{nom} = [KW * 1000] / [\sqrt{3} * E_L * FP] \text{ y de:}$$

$$I_{nom} = [KVA * 1000] / [\sqrt{3} * E_L], \text{ obtenemos:}$$

$$S = [KW * 1000] / FP$$

por lo tanto: $S = 21850 / 0.8 = 27.31 \text{ kVA.}$

Analizando las diferentes marcas de UPS, el superior inmediato con respecto a la capacidad de carga, le corresponde un UPS de 30 kVA.

Ahora bien, otro parámetro a considerar para proyectar un UPS, es la duración de tiempo que respalde. Para los sistemas de comunicación, se requieren de un UPS que respalde alrededor de 12 horas continuas, ya que así se puede proteger a los equipos si existiera una contingencia tanto en el suministro de energía eléctrica comercial, como en la planta de emergencia. Es importante este parámetro, ya que el costo del UPS puede ser muy alto (dependiendo de la marca que se seleccione), debido al tipo de baterías que tiene. La mayoría de los UPS para estas condiciones, utilizan baterías de níquel-Cadmio (Ni-Cd) Alcalinas.

4.3 Cálculo de alimentadores.

El paso de corriente eléctrica por las líneas de distribución y alimentación de energía eléctrica produce unas pérdidas caloríficas por efecto Joule debido a la resistencia óhmica que presentan los conductores. Cuando el proyectista de instalaciones determina la sección de las líneas eléctricas lo hace con criterios técnicos y de acuerdo con la normativa vigente recogida en la NOM-001-1999 de Instalaciones Eléctricas y sus Instrucciones Complementarias.

Para el caso de cables aislados, estos criterios técnicos son:

a) Calentamiento: la sección de la línea debe ser tal que el calentamiento producido en el conductor recorrido por la intensidad de régimen en servicio normal, no debe elevar su temperatura hasta valores que se consideran perjudiciales para el aislamiento que protege el conductor. Las temperaturas límite son diferentes para los distintos tipos de aislamientos empleados en cables de energía en BT. Para que no se sobrepasen estas temperaturas límites en el conductor, el Reglamento establece, en sus Instrucciones Técnicas Complementarias, las intensidades máximas admisibles para las distintas secciones de conductor (Cu o Al), y tipos de aislamiento, en unas condiciones de instalación predefinidas. Asimismo, define los coeficientes correctores que deben aplicarse a las intensidades máximas admisibles en caso de que se den condiciones de instalación diferentes a las predefinidas (agrupamiento de cables, temperatura ambiental, exposición al sol, etc.).

b) Caída de tensión: La impedancia que poseen las líneas eléctricas produce caídas de tensión a lo largo de ellas, de modo que la tensión en bornes

de los receptores es algo inferior a la tensión que hay al principio de las líneas de alimentación. Los equipos eléctricos están diseñados para funcionar a una determinada tensión nominal, aunque admiten una cierta tolerancia. Dado que el material del conductor y la longitud de la línea vienen ya definidos por la propia instalación, solo podemos limitar las caídas de tensión adoptando una sección adecuada. En las instalaciones interiores o receptores "la sección de los conductores a utilizar se determinará de forma que la caída de tensión entre el origen de la instalación y cualquier punto de utilización, sea menor del 2% de la tensión nominal en el origen de la instalación".

c) Cortocircuito: Las corrientes de cortocircuito calientan considerablemente, por efecto Joule, los conductores por los que circula (líneas, contactos de interruptores, bobinados de máquinas rotativas y transformadores, etc.), provocando en ellos temperaturas elevadísimas. El riesgo evidente es que todo lo que está en contacto con el conductor (como los aislamientos artificiales derivados del petróleo, el aceite de los transformadores), puede alcanzar una temperatura a la que pierda o reduzca sus propiedades como aislante, e incluso inflamarse si llega a su temperatura de ignición.

Evidentemente la instalación ha de calcularse para que pueda soportar sin daño los efectos térmicos. Refiriéndonos a los conductores que forman las líneas de BT, el proyectista debe asegurarse de que soportan los calentamientos debidos a los cortocircuitos máximos previstos, y esto se consigue: a) Dimensionando la sección del conductor para limitar la elevación de temperatura por debajo de la permitida según la Norma. b) Limitando el tiempo que ha de soportar la incidencia, lo que se consigue con protecciones eficaces que desconecten la instalación de la red y que actúan en milésimas de segundo. Si el tiempo de desconexión ya está delimitado, la sección se calcula considerando la elevación de temperatura máxima permisible por el aislamiento en contacto con el conductor. Uno de los dos criterios resulta ser el más exigente en cuanto a la sección necesaria de la línea y se adopta normalmente la sección que resulta de su aplicación.

Las pérdidas de potencia en las líneas pueden suponer fracciones importantes de la potencia transportada por las mismas, aunque la sección de los conductores se haya calculado con los criterios técnicos apuntados anteriormente. La potencia perdida para cada sección de conductor es proporcional a la longitud de la línea y al cuadrado de la intensidad. Se puede

concluir que cuando el criterio limitante del cálculo de la sección ha sido el calentamiento, y nos encontramos con intensidades próximas a las máximas admisibles, debe estudiarse la conveniencia de aumentar la sección para disminuir en parte las pérdidas de potencia. Para ello debe realizarse un análisis económico comparativo de las distintas soluciones posibles.

Para el cálculo de los alimentadores de energía eléctrica, que en este caso es para alimentar una carga o a un UPS, se utilizarán las siguientes fórmulas:

- L = longitud del circuito.
- E_L = tensión entre líneas del circuito.
- I_{nom} = corriente nominal del circuito.
- F.C.A. = factor de corrección por agrupamiento.
- F.C.T. = factor de corrección por temperatura.
- F.C.R. = factor de capacidad real del conductor.
- F.P. = factor de potencia.
- F.D. = factor de demanda.
- e% = caída de tensión del circuito.

$$I_{nom} = [KW * 1000 * FD] / [\sqrt{3} * E_L * FP] \dots\dots\dots (1)$$

$$FCR = FCA * FCT \dots\dots\dots(2)$$

$$AMPACIDADREAL = AMPACIDADNOMINAL * FCR \dots\dots\dots(3)$$

$$COND / FASE = I_{nom} / AMPACIDADREAL \dots\dots\dots(4)$$

$$MM^2 = SECCIONTRANSVERSALDELCONDUCTOR * COND / FASE \dots\dots(5)$$

$$e\% = [2 * \sqrt{3} * L * I_{nom}] / [E_L * MM^2] \dots\dots\dots(6)$$

Con estas formulas se pueden calcular de manera segura los conductores que alimentan a la planta de emergencia y al UPS para su buen funcionamiento.

Tomando el ejemplo de una planta de emergencia de 1282 kW, podemos calcular los conductores necesarios para su alimentación eléctrica que va desde la planta hasta el tablero de transferencia. Teniendo los datos como la distancia entre ellos que es de 20 mts., el voltaje entre fases es de 220 volts, la canalización de los conductores será por aire y los factores son: FCA=1, FCT=0.9, FP=0.8 y FD=1. Obtenemos:

$$\text{De (1): } I_{nom} = \left[1282 * 1000 * 1 \right] / \left[\sqrt{3} * 220 * 0.8 \right]$$

Por lo tanto se obtiene una $I_{nom} = 4205.47$ amperes.

Si la ampacidad real de un conductor es: de (2): $FCR = 1 * 0.9 = 0.9$

Y por medio de las tablas de la NOM-001-1999 de instalaciones eléctricas obtenemos:

Para un conductor de cal. 500 KCM, su ampacidad es de 620 amp. Y tiene una sección transversal de 253.40 mm^2 y su aislamiento es a 75°C , por lo tanto su ampacidad real es de 564 amp.

De (4), obtenemos:

$$COND / FASE = 4205.47 / 564 = 7.45$$

El valor 7.27 se lleva al inmediato superior que es 8 y este valor sería el número de conductores que se requieren para esa corriente.

Ahora bien, para utilizar este número de conductores, se necesita estar dentro del valor de caída de tensión, que es del 2%. Para comprobar, de (5) se obtiene:

$MM^2 = 253.40 * 8 = 2027.2 \text{ mm}^2$ y sustituyendo este valor en (6), obtenemos:

$$e_0\% = \left[2 * \sqrt{3} * 20 * 4205.47 \right] / \left[220 * 2027.2 \right] = 0.6533\%$$

por lo tanto, el parámetro de caída de tensión esta dentro de la norma.

De esta forma, se calculan los conductores y la cantidad de ellos para cada una de las trayectorias de alimentación de la planta de emergencia y el UPS, es decir, para cada tablero de protección que se conecte a los equipos antes mencionados.

4.4 Selección de protecciones.

Una de las fallas más graves en una instalación eléctrica son las sobrecargas, producidas cuando en un circuito hay un exceso de consumo. Esto puede ser tan peligroso como un cortocircuito, en donde el recalentamiento generado en los puntos de falla puede generar incluso un incendio.

Para proteger a los conductores, equipos de comunicación, aires acondicionados, etc., de las sobre cargas o de un corto circuito, se utilizan los interruptores para cortar en un cierto instante la corriente que circula por esa trayectoria y además para proteger al ser humano de un golpe eléctrico.

Resulta entonces el seleccionar los interruptores más adecuados para cada instalación eléctrica. Para poder seleccionarlo es importante tener el dato de cuanta corriente circulará por el circuito eléctrico, para lo cual se calcula la demanda de cada uno de los equipos y así se llegará a un punto común donde se pondrá el interruptor.

Para el caso de las centrales telefónicas, los interruptores deben tener capacidad suficiente para operar bajo las condiciones específicas de cada sistema, es decir, dependiendo la capacidad en corriente a proteger. Cuando se proyecta la planta de emergencia, las protecciones primarias o de gran capacidad estarán entre la subestación eléctrica, la planta de emergencia, el tablero de transferencia y los tableros subgenerales que alimentarán a los tableros de de distribución. Así mismo sucede para la protección de los UPS y las cargas que se conectarán de este equipo.

Los interruptores se seleccionan dependiendo el tipo de disparo que se desee para la protección y de su capacidad. Entonces se analizan los interruptores que se encuentren en el mercado y el que satisfaga las necesidades eléctricas son los que se utilizarán en la red. La mayoría de las protecciones que se ponen en las subestaciones y plantas de emergencia son de tipo electromecánico, mientras que para las cargas derivadas son del tipo termo magnético.

4.5 Cálculo de ventilación.

Los grupos electrógenos crean una gran cantidad de calor que debe ser retirada mediante un sistema de ventilación adecuado. Las instalaciones al intemperie pueden confiar en la circulación natural de aire, pero cuando se tiene estas instalaciones bajo un techo, es decir, un área cerrada, se requiere de aberturas del tamaño apropiado y adecuadamente colocadas para obtener el flujo de aire requerido.

Para las unidades instaladas bajo techo, ubicar las aperturas de modo que el aire frío pase por la zona inmediata del conjunto motor-generador antes de salir, se instala la salida de aire a una altura superior a la entrada, para permitir que el aire se mueva por convección.

Las dimensiones de las aberturas y conductores de aire, deben ser lo suficientemente grandes para permitir el flujo de aire requerido. El área libre de conductores, debe ser tan grande como el área abierta del radiador.

El viento puede limitar el flujo de aire si sopla directamente hacia la abertura de salida, es por esto que se debe posicionar la abertura de salida de modo que se nieguen los efectos del viento.

Los ductos pueden ser de lona o metal, pero no se debe fijar ductos rígidos al radiador, para esto se utiliza una sección de caucho o de lona pesada para absorber las vibraciones. Los ductos deben estar libres de obstrucciones, fugas o quiebres, esto también ayuda a evitar la recirculación del aire del radiador.

Con el fin de mantener la temperatura interior de la sala de fuerza adecuada para su óptimo funcionamiento de los equipos instalados en ese lugar, se analiza el sistema de ventilación existente y se confirma si se tiene la capacidad para extraer el calor generado por la planta de emergencia, tableros, subestación, sistemas de alumbrado, UPS, etc., o es necesario rediseñar o reforzar el sistema de ventilación.

El procedimiento a seguir para reforzar el sistema de ventilación es el siguiente: se tomará en cuenta una planta de 1282 kW en un cuarto cerrado donde estarán los tableros de transferencia, tableros subgenerales y tableros de distribución.

- a) Se requiere el volumen de la sala de fuerza, para lo cual se necesitan las medidas de:
- | | | |
|--------|---|----------|
| Largo | = | 11 mts. |
| Ancho | = | 9.0 mts. |
| Altura | = | 5.25 mts |

$$\text{Por lo tanto } V_{SF} = 519.75 \text{ mts.}^3 = 18375 \text{ ft}^3$$

- b) Algunas especificaciones complementarias:

- Aire requerido para combustión: 3590 CFM
- Flujo de gases de combustión: 9620 CFM
- Calor radiado por la P.E. (motor-generator): 14040 BTU/min

c) El calor radiado a la sala de fuerza por los tableros, alumbrado, etc. para tal efecto, se considera del 1% de la capacidad de la P.E.

$$1282 \text{ kW} \times 1\% = 12.82 \text{ Kw}$$

$$12.82 \text{ Kw} \times 56.82 = 710.25 \text{ BTU/min.}$$

d) El calor total radiado a la sala de fuerza, es:

$$HS = 14040 \text{ BTU/min.} + 710.25 \text{ BTU/min.} = 14750.25 \text{ BTU/min.}$$

De acuerdo al manual de aplicaciones de CUMMINS ONAN para grupos electrógenos, en donde se determina el aire requerido para disipar el calor radiado dentro de un cuarto:

$$CFM_{\text{extracción}} = (58 \times \text{BTU/min.}) \Delta T$$

$$CFM_{\text{extracción}} = (58 \times 14750.25) / 10 = 85551.45 \text{ CFM}$$

Por lo que el aire necesario para disipar el calor es de 85551.45 CFM

e) La inyección del aire se calcula:

$$CFM_{\text{inyección}} = CFM_{\text{extracción}} + \text{aire combustión de la P.E.}$$

$$CFM_{\text{inyección}} = 85551.45 + 3590 = 89141.45$$

f) De acuerdo al cálculo de ventilación en el cual se tiene 85551.45 CFM de extracción, se analizan los extractores que tengan este valor. Los extractores están compuestos por un motor, transmisión de bandas y sistema de aspas.

En el mercado, se tienen los datos de los CFM de cada extractor, por lo que solo hay que seleccionar el inmediato superior a este valor.

En este ejemplo no se tenía un extractor con estas características, por lo que se acondicionaron 2 extractores de 46262 CFM, que en total nos proporciona 92524 CFM.

Ahora bien, se requieren 89141.45 CFM de extracción, los cuales se obtienen de instalar filtros en las paredes de la sala de fuerza. Estos filtros también se analizan y se seleccionan de acuerdo al valor superior inmediato.

Dependiendo de la planta de emergencia que se proyecte, cambian los valores para seleccionar el sistema de ventilación adecuado. Además, se deben considerar las condiciones de la sala en donde estará instalada la planta de emergencia y los equipos asociados.

4.6 Valoración económica de los equipos.

Es importante determinar la planta de emergencia y el UPS que se proyectan en cuestión de capacidades eléctricas, ya que de estas condiciones, se podrá seleccionar los equipos, conductores, materiales de sujeción e instalación, así como de seleccionar una sala adecuada para su buen funcionamiento.

En las centrales telefónicas, el problema que se tiene más a menudo, es el espacio para instalar la planta de emergencia y el UPS, ya que las centrales tienen un crecimiento muy rápido en cuestión de las telecomunicaciones, por lo que los espacios se vuelven cada vez más reducidos.

He aquí donde entra la Ingeniería, no solamente en el ámbito eléctrico, sino que también en la ingeniería civil, ya que los edificios donde se tienen mayor concentración de usuarios, tiene problemas estructurales, los que afectan cuando se instala una planta de gran capacidad eléctrica.

Al hacer un proyecto para seleccionar el mejor sistema de energía de cada central, se tiene que tener en cuenta el lado económico, ya que la instalación de estos equipos tienen un gran costo, por lo que el proyectista debe seleccionar los mejores equipos a un bajo costo y que además satisfagan las necesidades eléctricas de cada central.

CAPITULO V

"Especificaciones de Instalación"

5.1 Conexión de una planta de emergencia.

Teniendo la planta de emergencia, esta estará conectada directamente al tablero de transferencia.

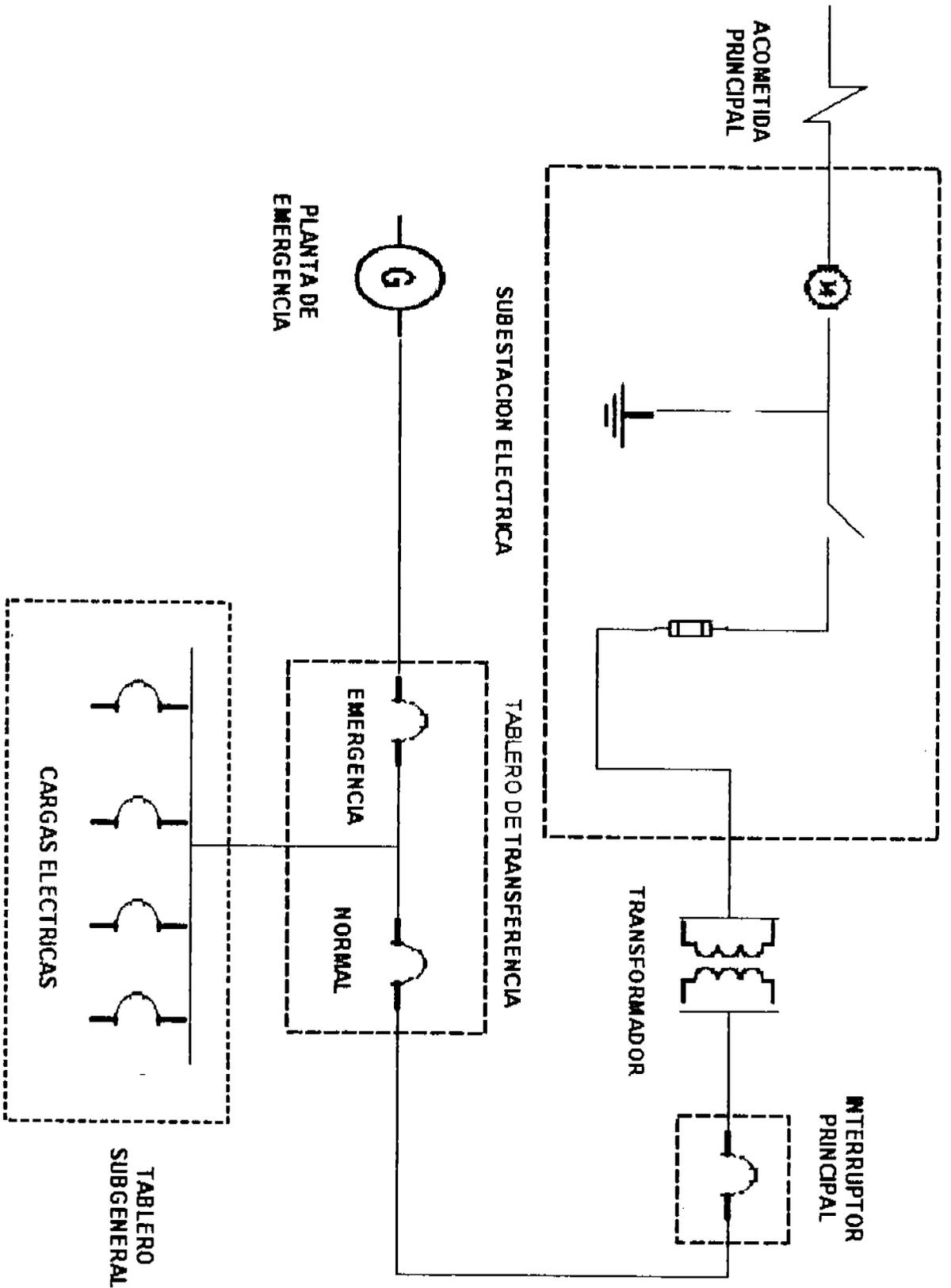
El tablero de transferencia tendrá dos interruptores, a uno de ellos se le denomina normal y al otro emergente. La planta de emergencia irá conectada al interruptor de emergencia, mientras que el interruptor de normal estará conectado al interruptor de protección general que está directamente conectado al transformador y este a su vez estará conectado a la subestación eléctrica, de donde se le suministra la energía eléctrica comercial en alta tensión.

La salida de los interruptores de emergencia y normal del tablero de transferencia estará acoplado directamente a un tablero subgeneral, podrá estar acoplado por medio de barras de cobre o en su defecto, por conductores, este tablero subgeneral tendrá un interruptor de protección para las cargas derivadas de este, en el cual a partir de aquí, salen todas las de alumbrado, contactos, aires acondicionados, etc., sin embargo, antes de llegar directamente a estos equipos, se tendrá otro tablero de distribución. Este tablero de distribución, su función es la de proteger a los equipos ante una falla de corto circuito.

Para explicar gráficamente esta conexión, se utilizará un diagrama unifilar. En donde se dibujan por medio de símbolos eléctricos los equipos y las trayectorias que se tiene en el sistema eléctrico específico. Tal conexión se representa en el diagrama unifilar 1.

Diagrama unifilar 1

DIAGRAMA UNIFILAR 1



5.2 Conexión de un UPS.

El UPS se conecta directamente a un tablero de distribución que está conectado al tablero de protección general de donde se suministra la energía eléctrica comercial. Las conexiones de la salida del UPS se hacen por medio de un tablero de distribución, en el cual estarán conectadas las diferentes cargas derivadas. Este tablero, tendrá únicamente las cargas que se requiere que no les falte la energía eléctrica. Tal conexión se representa en el diagrama unifilar 2.

Diagrama unifilar 2

5.3 Conexión de una planta de emergencia y UPS.

La conexión del UPS y de la planta de emergencia se hace combinando las conexiones antes descritas, en la cual se ejemplifica mejor con un diagrama unifilar. Tal conexión se representa en el diagrama unifilar 3.

Diagrama unifilar 3

En las FIGURAS (A) se muestra un tablero de distribución general que por lo general se diseñan para las centrales telefónicas.

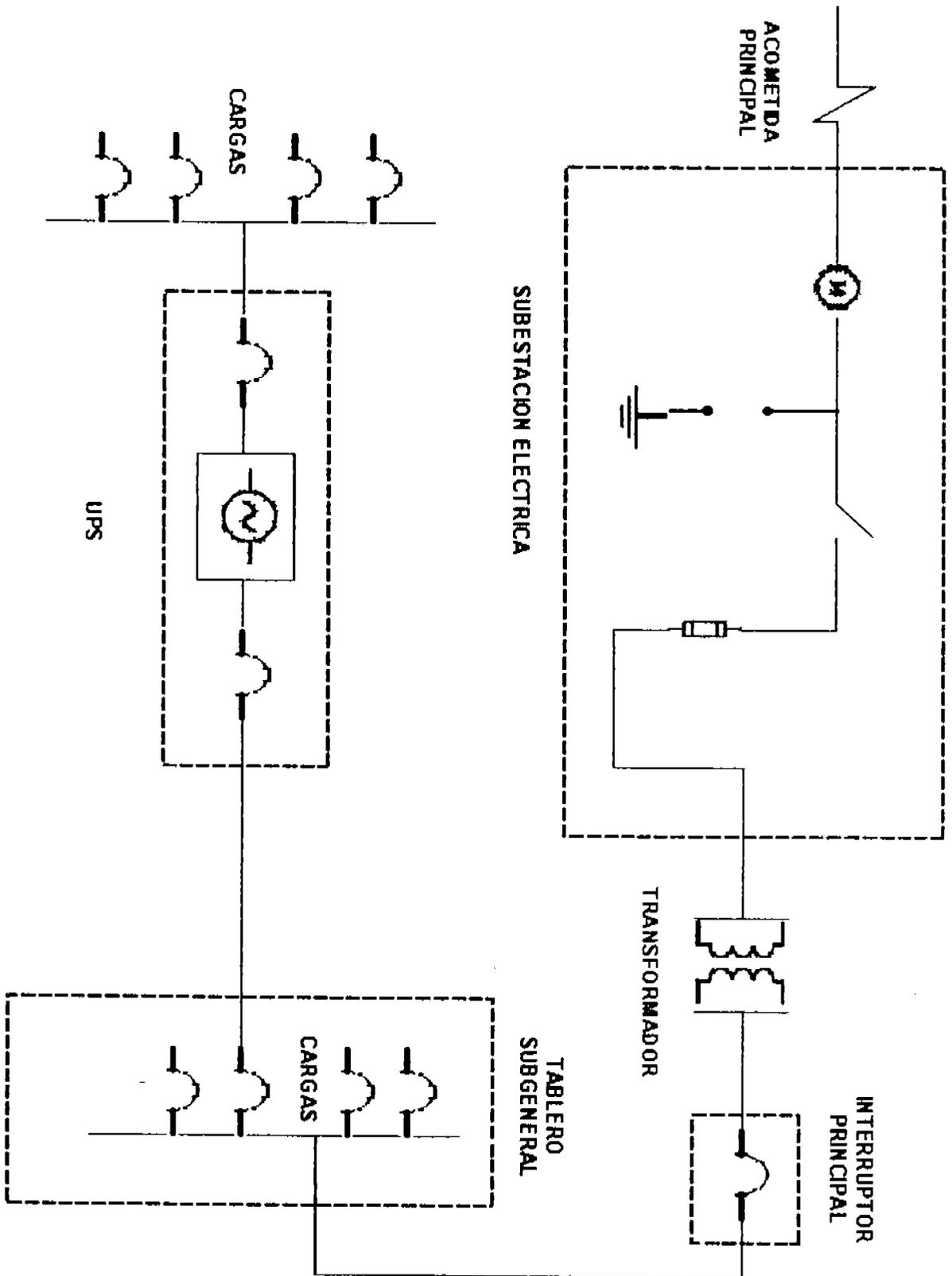


DIAGRAMA UNIFILAR 2

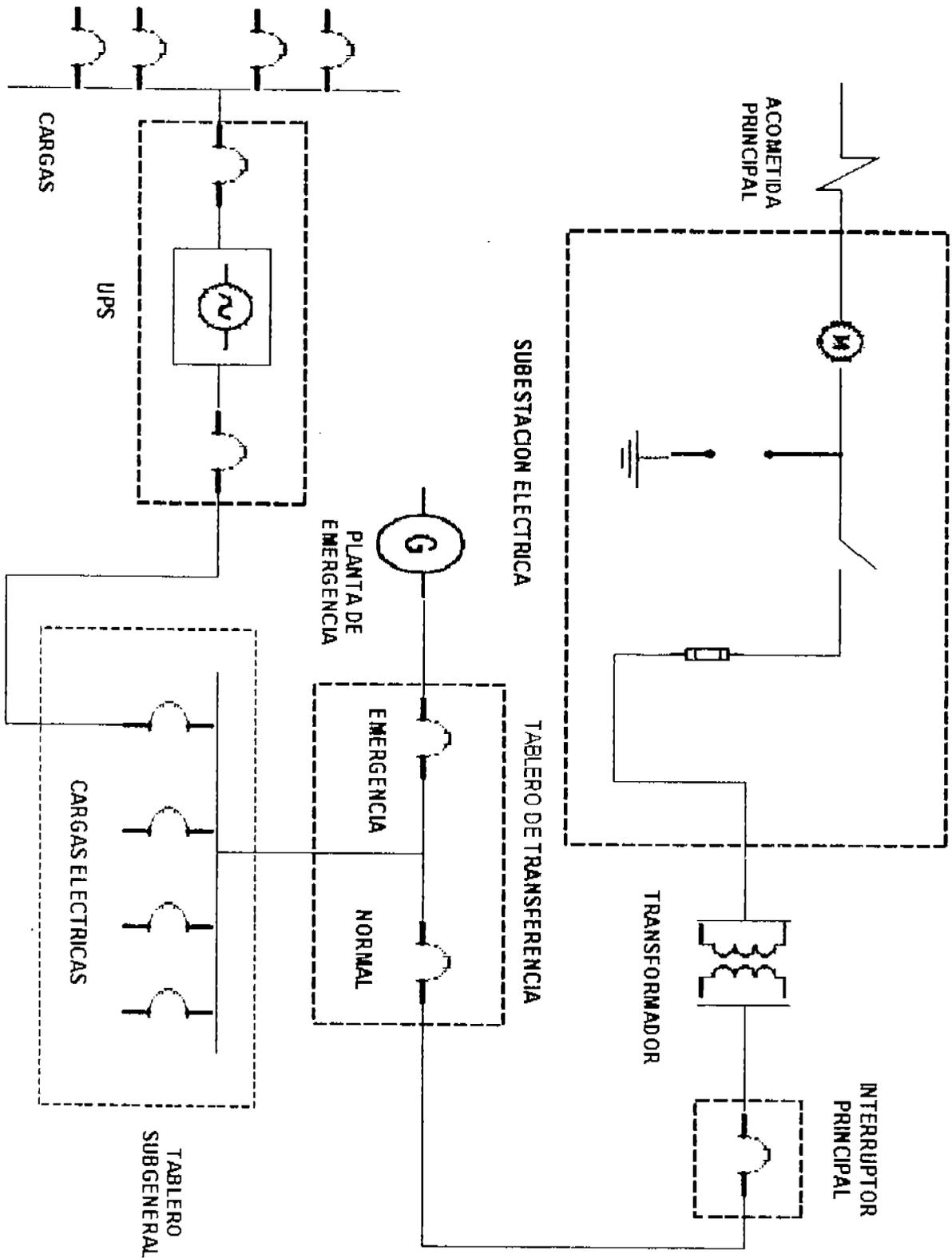
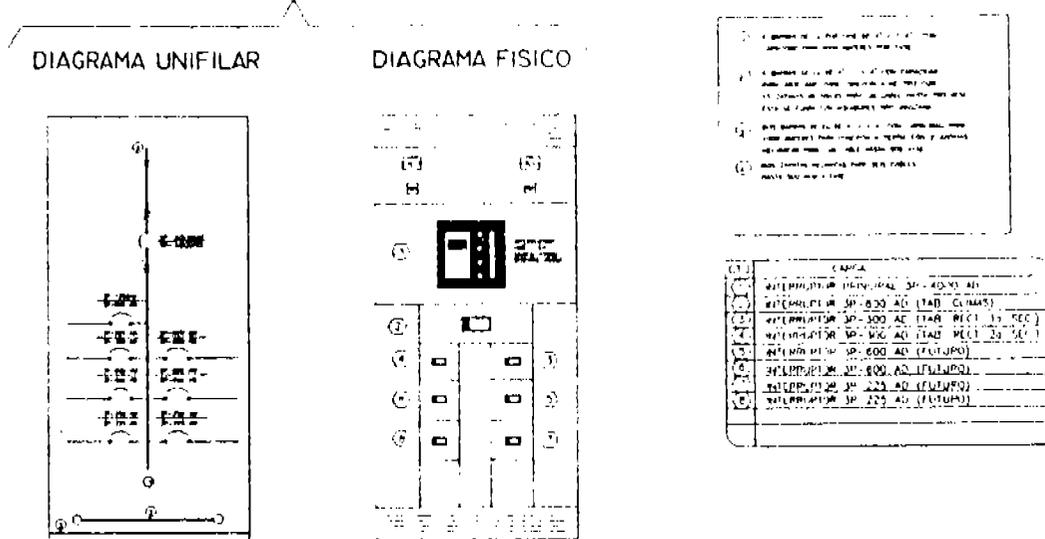


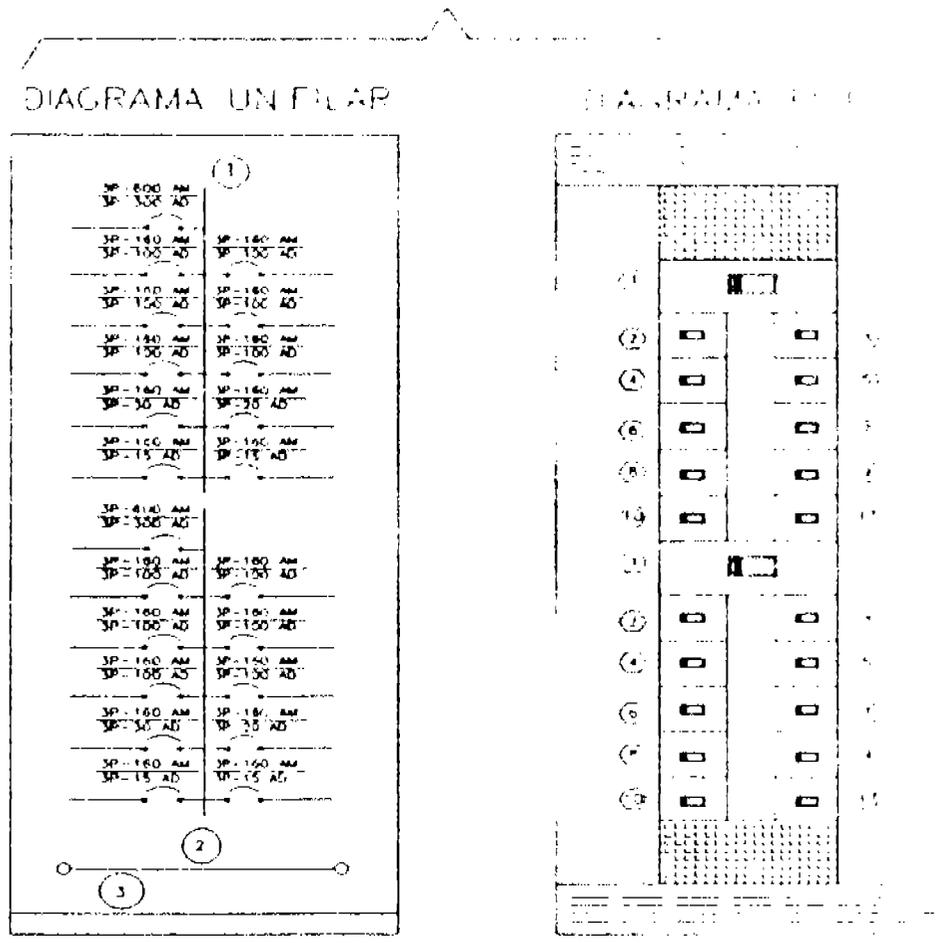
DIAGRAMA UNIFILAR 3

FIGURAS (A)

TABLERO DE PROTECCION No.4



TABLERO DE RECTIFICADORES



CONCLUSIONES

Las fallas en el sistema eléctrico comercial son impredecibles, ya que existen factores que no se pueden controlar, por lo que el corte de energía eléctrica resulta un problema de gran importancia para las empresas en el ramo de las telecomunicaciones. La falta de energía eléctrica ocasiona que los equipos de transmisión y recepción de datos no funcionen, por consiguiente la información se pierde, y esto, para las grandes empresas representa pérdidas económicas. Debido a este problema, las empresas tiene la obligación de tener un sistema alternativo de energía eléctrica, para que sus equipos siempre estén funcionando.

De esta forma, se debe proyectar un sistema de energía eléctrica diferente a la comercial, para que en caso de un apagón, estos sistemas entren en operación y la energía eléctrica sea continúa.

Las fuentes de energía alterna más comunes, son los UPS y las plantas de emergencia. Para diseñar cada uno de estos equipos, se requiere de un proyecto, ya que es necesario saber la capacidad de energía eléctrica que se requiere para satisfacer las necesidades de cada empresa. Para el caso de las telecomunicaciones, se requiere de un proyecto que integre ambos equipos, porque uno solo no es lo suficientemente capaz de soportar toda la carga de una central telefónica.

Para realizar el proyecto, es necesario un estudio del comportamiento eléctrico de cada central telefónica, ya que existen centrales en donde hay mayor concentración de usuarios y por lo tanto, existen más equipos de comunicación.

En este diseño, se propone el estudio de la energía eléctrica por medio de aparatos que hacen las mediciones de cada parámetro eléctrico. También se realiza el estudio por medio de un levantamiento eléctrico de todos los equipos que posee cada central y que a su vez, se integra la carga a futuro. Con esto, se realiza una comparación con ambos estudios, logrando que se tenga con mayor exactitud de la carga total requerida para la central telefónica.

Al conocer la carga total de la central telefónica (actual y futura), se logra establecer el sistema de respaldo de energía eléctrica y sus equipos

asociados para su buen funcionamiento, como son: los conductores, las protecciones y su sistema de ventilación.

Como existen varias marcas de plantas de emergencia y UPS, la selección de cada uno de estos equipos se realiza dependiendo las características técnicas y sobre todo del costo de cada uno de ellos, ya que en la actualidad, se requiere de equipos que estén a la vanguardia en la tecnología, pero que ofrezca un bajo costo.

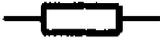
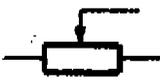
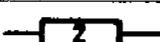
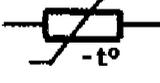
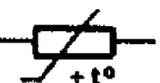
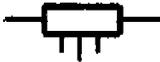
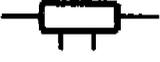
Un aspecto importante en este diseño es que se toman las cargas eléctricas críticas, en las cuales es necesario tener el respaldo de energía eléctrica lo más eficientes y con tiempo de respuesta para soportar la carga muy rápida, ya que estarán conectados los equipos con mayor sensibilidad al corte de energía eléctrica. En este caso se utilizó los UPS, debido a su tiempo de respuesta, mientras que las plantas de emergencia soportarán tanto a los UPS como a las cargas no esenciales ó críticas.

Por último, el método que se utilizó para el diseño del sistema de respaldo de energía eléctrica, se puede utilizar para las diferentes capacidades eléctricas de cada central telefónica, sin embargo, también se puede utilizar para cualquier tipo de empresa, en este caso se escogió a las centrales telefónicas, ya que en estas empresas es vital tener varios sistemas de respaldo.

APÉNDICE

SÍMBOLOS GRÁFICOS

Resistencias

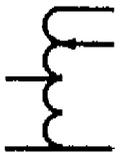
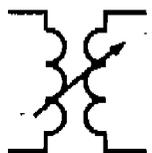
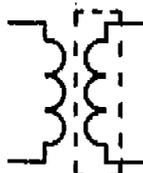
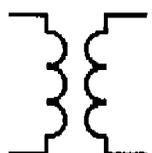
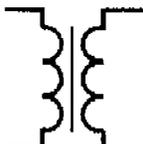
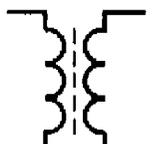
SÍMBOLOS	DENOMINACIÓN	SÍMBOLOS	DENOMINACIÓN
	Potenciómetro		Resistencia símbolo general
	Potenciómetro de ajuste predeterminado		Resistencia símbolo general
	Variable por escalones		Potenciómetro de contacto móvil
	Impedancia		Resistencia ajustable
	Variable de variación continua		Resistencia no reactiva
	VDR		NTC
	PTC		Resistencia variable
	Elementos de calefacción		Resistencia con toma de corriente
	Resistencia en derivación con conexiones de corriente y tensión		Resistencia no reactiva
	Resistencia dependiente de un campo magnético		Resistencia con tomas fijas
	LDR		Resistencia ajustable

Condensadores

SÍMBOLOS	DENOMINACIÓN	SÍMBOLOS	DENOMINACIÓN
	Condensador ajustable		Condensador con resistencia intrínseca en serie
	Condensador con caracterización de la capa exterior		Condensador con toma de corriente
	Condensador con una armadura a masa		Condensador de estátor dividido
	Condensador diferencial		Condensador electrolítico
	Condensador electrolítico múltiple		Condensador electrolítico
	Condensador electrolítico		Condensador no polarizado
	Condensador no polarizado		Condensador pasante
	Condensador polarizado sensible a la temperatura		Condensador polarizado sensible a la tensión

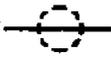
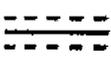
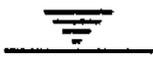
Transformadores

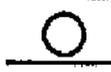
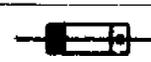
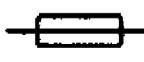
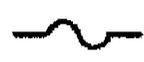
SÍMBOLOS	DENOMINACIÓN	SÍMBOLOS	DENOMINACIÓN

	Autotransformador		Autotransformador variable
	Autotransformador		autotransformador
	Polaridad de bobinado		Transformador acoplamiento variable
	Transformador apantallado		Transformador con imán móvil
	Transformador con núcleo ajustable		Transformador con núcleo ajustable
	Transformador monofásico con regulación continua de corriente		Transformador monofásico con regulación continua de corriente
	Transformador monofásico con regulación continua de corriente		Transformador núcleo aire
	Transformador núcleo de Fe-Si		Transformador núcleo ferroxcube

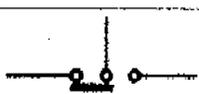
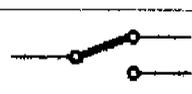
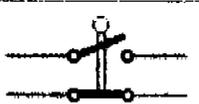
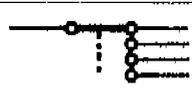
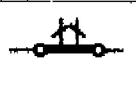
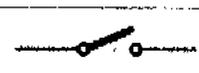
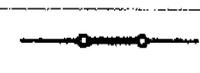
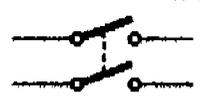
	Transformador variable		transformador
---	------------------------	--	---------------

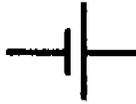
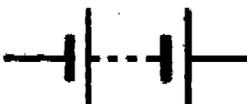
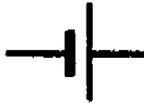
Lineas y Conductores

SÍMBOLOS	DENOMINACIÓN	SÍMBOLOS	DENOMINACIÓN
	Conductor blindado		Conductor blindado
	Conductor blindado		Conductores entrelazados
	Cruce con conexión		Cruce con conexión
	Cruce con conexión		Cruce sin conexión
	Cruce sin conexión		Dirección de la línea
	Línea conductor eléctrico		Línea submarina
	Tierra		Punto positivo
	Punto de unión borne		Punto negativo
	Línea subterránea		Masa
	Masa		Punto de conexión para conductor de protección

	Línea aérea con conductores aislados		Línea aérea con conductores desnudos
FUSIBLES			
	El lado ancho, es el lado de la red		Fusible de operación lenta
	Fusible de operación rápida		Fusible
	Fusible		Fusible
	Fusible		Fusible

Interruptores

SÍMBOLOS	DENOMINACIÓN	SÍMBOLOS	DENOMINACIÓN
	Botón pulsador con señalización luminosa		Botón pulsador
	Commutador deslizante		Commutador dos posiciones
	Commutador fin de carrera		Commutador multiposiciones
	Contacto abierto con retardo, tanto al abrir como al cerrar		Commutador cerrado con retardo al abrir
	Interruptor contacto abierto		Interruptor contacto cerrado
	Interruptor doble uno cierra antes que el otro		Interruptor contacto doble
	Pulsador contacto cerrado		Pulsador contacto cerrado
	Pulsador contacto abierto		Pulsador que actúa sobre dos circuitos

	Pulsador contacto abierto		Commutador multiposiciones
PILAS Y BATERÍAS			
	Batería con conexión de tensión móvil		Batería con tensión regulable
	Indicador de batería		Pila
	Pilas (batería)		Pila

INSTRUMENTACIÓN ELECTRÓNICA			
	Amperímetro con cero al centro		Amperímetro
	Contador de corriente		Contador de energía reactiva
	Contador de intensidad		Contador de tiempo
	Fasímetro		Frecuencímetro
	Galvanómetro		Galímetro de humos
	Indicador de radiación		Indicador del coseno

	Ohmímetro		Ondámetro
	Osciloscopio		Sincronoscopio
	Tacómetro		Termómetro o pirómetro
	Vármetro		Wattímetro registrador
	Wattímetro		Voltímetro

CARACTERÍSTICAS GENERALES

LOS ANALIZADORES DE LA SERIE AR-5 SON INSTRUMENTOS DE MEDIDA PROGRAMABLES QUE MIDEN, CALCULAN Y REGISTRAN EN MEMORIA LOS PRINCIPALES PARAMETROS ELECTRICOS EN REDES INDUSTRIALES TRIFASICAS.

MEDIDA

MEDIANTE TRES ENTRADAS DE TENSIÓN C.A. Y TRES ENTRADAS DE INTENSIDAD C.A. (A TRAVES DE PINZAS AMPÉRIMÉTRICAS .../ 2V C.A.), QUE PERMITEN ANALIZAR SIMULTANEAMENTE TENSIÓN, INTENSIDAD Y POTENCIA ACTIVA, SIEMPRE DE LAS TRES FASES, ADEMÁS DE LA FRECUENCIA.)E UNA DETERMINADA RED.

CALCULO

MEDIANTE PROCESADOR INTERNO QUE OBTIENE EL RESTO DE PARAMETROS ELECTRICOS- EL FACTOR DE POTENCIA, POTENCIA REACTIVA INDUCTIVA Y CAPACITIVA DE LAS TRES FASES, ASÍ COMO LAS ENERGÍAS ACTIVA Y REACTIVA (INDUCTIVA Y CAPACITIVA).

REGISTRO

REGISTRO DE LOS RESULTADOS EN MEMORIA INTERNA (256 K O 1 Mb SEGUN MODELO), PARA SU POSTERIOR VOLCADO A UN ORDENADOR PC. EN DICHA MEMORIA GUARDA PERIÓDICAMENTE LOS DATOS MEDIDOS Y CALCULADOS, CON DEFINICIÓN ENTRE 1s Y 4h PROGRAMABLE.

MODALIDADES DE ANALISIS

LOS ANALIZADORES DE LA SERIE AR-5 DISPONEN DE UN TECLADO DE PROGRAMACION QUE PERMITE SELECCIONAR, MEDIANTE MENUS, DIVERSOS MODOS DE OPERACION Y PRESENTACION DE RESULTADOS.

COMO OPCIONES DE FUNCIONAMIENTO MÁS DESTACABLES SE PUEDEN CITAR:

- a) MODO ESTANDAR CON MEDIDA Y REGISTRO EN MEMORIA DE LOS DATOS PROMEDIO DE LOS PRINCIPALES PARAMETROS ELÉCTRICOS.
- b) POSIBILIDAD DE FIJAR UN UMBRAL DE REGISTRO, DE FORMA QUE SOLO SE ALMACENARAN EN MEMORIA LOS DATOS PARA LOS VALORES SUPERIORES O INFERIORES AL UMBRAL ELEGIDO.

REGISTRO EN MEMORIA

EL AR-5 DISPONE DE UN RELOJ INTERNO, CON FECHA Y HORA, QUE PERMITE PROGRAMAR EL REGISTRO AUTOMÁTICO DE DATOS EN LA MEMORIA INTERNA, A INTERVALOS DE TIEMPOS REGULARES.

PUESTA EN MARCHA DEL ANAUZADOR AR-5

ANTES DE CONECTAR EL APARATO A LA RED TENGASE EN CUENTA LOS

SIGUIENTES PUNTOS:

1. TENSIÓN DE ALIMENTACIÓN RED: 230 VCA +15 % / -15 %, 50... 60 Hz.
2. EL EQUIPO DEBE CONECTARSE A UN CIRCUITO DE ALIMENTACIÓN CON TOMA DE TIERRA.
3. TENSIÓN MÁXIMA EN EL CIRCUITO DE MEDIDA DE TENSIÓN:
 - 500 VCA FASE-NEUTRO
 - 800 VCA ENTRE FASES
4. CONSUMO DEL EQUIPO: 8 V
5. CONDICIONES DE TRABAJO:
 - TEMPERATURA DE FUNCIONAMIENTO: 0 - 50 GRADOS CENTIGRADOS
 - HUMEDAD DE FUNCIONAMIENTO: 25 % A 75 % HR
6. CORRIENTE MÁXIMA MEDIBLE:
 - PINZA CP-20W/200 20 A 2000 AMP DE C.A. (ESC. 2000 A)
 - PINZA CP-2000-200 2 A 200 AMP DE C.A. (ESC. 200 A)

PARÁMETROS ELÉCTRICOS MONITOREADOS

TENSIÓN:

VISUALIZA EL VALOR EFICAZ INSTANTÁNEO MEDIDO EN CADA FASE (L1, L2 Y L3) Y EL VALOR PROMEDIO DE LOS VALORES INSTANTÁNEOS DE LAS TRES FASES (III).

PARA LA ADQUISICIÓN DE LA SEÑAL DE TENSIÓN DE PUEDE HACER:

- MEDIDA DIRECTA (EN BAJA TENSIÓN DE 20 HASTA 500 V (R.M.S.)
 - a) HASTA 500 V C.A. FASE NEUTRO
 - b) HASTA 800 V C.A. ENTRE FASES
- A TRAVES DE TRANSFORMADORES DE TENSIÓN (RELACION PROGRAMABLE)

EL CAMBIO DE ESCALA SE EFECTUA AUTOMÁTICAMENTE. LAS UNIDADES EMPLEADAS SON V o KV SEGUN CONVenga.

PROGRAMAR LA RELACION DE TRANSFORMACIÓN UTILIZADA PARA QUE LOS VALORES VISUALIZADOS POR DISPLAY SEAN CORRECTOS. EN MEDIDA DIRECTA LA RELACION A PROGRAMAR ES 1/1 .

CORRIENTE

VISUALIZA EL VALOR EFICAZ INSTANTÁNEO MEDIDO EN CADA FASE (L1, L2 Y L3) Y EL VALOR PROMEDIO DE LOS VALORES INSTANTÁNEOS DE LAS TRES FASES (III). LA CORRIENTE SE PUEDE MEDIR:

- a) A TRAVES DE PINZAS AMPERIMÉTRICAS

- b) A TRAVÉS DE SECUNDARIO DE TRANSFORMADORES DE INTENSIDAD UTILIZANDO SIEMPRE UN SHUNT DE RELACION 5 A C.A / 12 V C.A.

PARA MEDIR CORRECTAMENTE CON EL AR5 ES NECESARIO PROGRAMAR LA RELACION DE TRANSFORMACIÓN DE LAS PINZAS (O DE LOS TRANSFORMADORES) QUE SE ESTAN UTILIZANDO. PARA ELLO HAY QUE PROGRAMAR LA CORRIENTE NOMINAL DEL PRIMARIO; LA DEL SECUNDARIO ESTA FIJADA SIEMPRE 2 V C.A.

EL RANGO DE LA MEDIDA DEPENDE DE LA PINZA UTILIZADA. LAS UNIDADES DE MEDIDA SIEMPRE SON EN A.

POTENCIA ACTIVA:

A PARTIR DE LOS DATOS INSTANTÁNEOS DE TENSIÓN E INTENSIDAD SE CALCULA LA POTENCIA ACTIVA. VISUALIZA EL VALOR INSTANTÁNEO DE LA POTENCIA ACTIVA DE CADA FASE Y LA POTENCIA ACTIVA TOTAL INSTANTÁNEA TRIFÁSICA, SUMA DE LAS TRES FASES.

POTENCIA REACTIVA INDUCTIVA:

A PARTIR DE LOS DATOS INSTANTÁNEOS DE TENSIÓN E INTENSIDAD SE CALCULA LA POTENCIA REACTIVA INDUCTIVA. VISUALIZA EL VALOR INSTANTÁNEO DE LA POTENCIA REACTIVA INDUCTIVA DE CADA FASE A Y LA POTENCIA REACTIVA INDUCTIVA TOTAL INSTANTÁNEA TRIFÁSICA, SUMA DE LAS TRES FASES.

POTENCIA REACTIVA CAPACITIVA:

A PARTIR DE LOS DATOS INSTANTÁNEOS DE TENSIÓN E INTENSIDAD SE CALCULA LA POTENCIA REACTIVA CAPACITIVA. VISUALIZA EL VALOR INSTANTÁNEO DE LA POTENCIA REACTIVA CAPACITIVA DE CADA FASE Y LA POTENCIA REACTIVA CAPACITIVA TOTAL INSTANTÁNEA TRIFÁSICA, SUMA DE LAS TRES FASES.

FACTOR DE POTENCIA:

VISUALIZA EL FACTOR DE POTENCIA DE CADA FASE Y EL VALOR PROMEDIO TRIFÁSICO.

FRECUENCIA:

SE VISUALIZA EL VALOR INSTANTÁNEO DE LA FRECUENCIA (Hz).

POTENCIA APARENTE:

VISUALIZA LA POTENCIA TOTAL INSTANTÁNEA TRIFÁSICA, SUMA DE LAS TRES FASES.

ENERGIAS:

EL VALOR INSTANTÁNEO DE LA ENERGIA ACTIVA TOTAL.
EL VALOR INSTANTÁNEO DE LA ENERGIA REACTIVA INDUCTIVA TOTAL.
EL VALOR INSTANTÁNEO DE LA ENERGIA REACTIVA CAPACITIVA TOTAL.

TODAS ESTAS ENERGÍAS SON LAS MEDIDAS DESDE QUE SE PUSO A CERO LOS CONTROLADORES. AL DESCONECTAR EL AR5 EL VALOR DE LA ENERGÍA SE MANTIENE DURANTE MÁS DE 60 DÍAS (BATERÍA INTERNA MEMORIA RAM).

FECHA Y HORA:

TIME/DATE): SE VISUALIZA LA FECHA Y LA HORA. PARA MODIFICARLO.

EL RELOJ SE MANTIENE AUNQUE SE DESCONECTE LA ALIMENTACIÓN DEL ANALIZADOR. POR MEDIO DE UNA BATERÍA INTERNA RECARGABLE.

PANTALLA DE VALORES MÁXIMOS O MÍNIMOS.

EN LA PARTE SUPERIOR IZQUIERDA DE ESTA PANTALLA SE OBSERVA EL TIPO DE VARIABLES QUE SE ESTAN VISUALIZANDO: INST (INSTANTÁNEOS), MAX (MÁXIMOS) O MIN (MÍNIMOS).

LOS VALORES MÁXIMOS Y MÍNIMOS QUE SE VISUALIZAN CORRESPONDEN A LOS VALORES MÁXIMOS O MÍNIMOS OBTENIDOS DE LAS MEDIDAS INSTANTÁNEAS.

EN EL LUGAR DE LAS ENERGÍAS SE VISUALIZAN LOS CONTADORES DE ENERGÍA NEGATIVA.

CARACTERISMAS CONSTRUCTIVAS.

MONTAJE CAJA PORTÁTIL
DIMENSIONES: 220x60x130 mm
TERMINALES: BORNES DE ENTRADA/SALIDA.
TECLADO/DISPLAY: EN PANEL FRONTAL.

PESO: 0.8 KG.

NORMAS:

EN 60664, EN 61010, VDE 100, U 194.

EMISION ELECTROMAGNETICA.

- EN 61000-3-2 (1995). ARMONICOS.
- EN 61000-3-3 (1995). FLUCTUACIONES DE TENSION.
- EN 50081-2 (1993). EMISION INDUSTRIAL.
- EN 55011 (1994): CONDUCTIDA (EN 55022-CLASE B).
- EN 55011 (1994): REDIADA (EN 55011 -CLASE A).

INMUNIDAD ELECTROMAGNETICA.

- EN 50082-2 (1995). INMUNIDAD INDUSTRIAL.
- EN 61003-3 (1995). DESCARGA ELECTROSTATICA.
- ENV 50140 (1993). CAMPO RADIADO EM DE RF.
- EN 61000-4-4 (1995). RAFAGAS DE TRANSITORIOS RAPIDOS.
- ENV 50140 (1993). RF EN MODO COMUN.
- EN 61000-4-8 (1995). CAMPO MAGNETICO EN 50HZ.
- EN 50082-1 (1997). INMUNIDAD DOMESTICA.
- EN 61000-4-5 (1995). ONDA DE CHOQUE.
- EN 61000-4-11 (1994). INTERRUPCIONES DE ALIMENTACION.

EQUIPO ESTÁNDAR (COD. 771301).

- ANALIZADOR DE REDES ARS.
- ALIMENTADOR 230V/ 12 V.
- CABLE DE CONEXIÓN ENTRE ALIMENTADOR Y RED.
- CABLE DE CONEXIÓN ENTRE ARS Y ALIMENTADOR.
- 1 CABLE DE COMUNICACIONES RS-232.
- 4 CABLES DE TOMA DE TENSION DE 2 M.
- 4 PINZAS COCODRILO.
- MANUAL DE INSTRUCCIONES.
- 2 DISCOS DE 3.5" CON EL PROGRAMA DE DEMOSTRACION DE CIR-
VISION.

CARACTERISTICAS TECNICAS

TENSION DE ALIMENTACION:

A TRAVES ALIMENTADOR EXTERNO 230 VC.A (+ 10 %: - 15 %)
 FRECUENCIA :50 ... 60HZ.
 CONSUMO :8VA
 TEMPERATURA DE TRABAJO :0/ 50' C.
CIRCUITO DE MEDIDA: TRIFASICO, ARON.
 SEGURIDAD :CATEGORIA 1"00 V, SEGÚN EN 61 01 0

MEDIDA DE TENSION:

RANGO DE MEDIDA: 20 A 500 VC.A (FASENEUTRO).
 20A866Vc.a. (ENTREFASES).
 CAMBIO DE ESCALA AUTOMATICO
 OTRAS TENSIONES: A TRAVES DE TRANSFORMADORES DE TENSION.
 FRECUENCIA :45 A 65 Hz

MEDIDA DE INTENSIDAD:

RANGO DE MEDIDA: SEGÚN PINZA
 RELACIONES DE TRANSFORMACION DE TENSION E INTENSIDAD:
 PROGRAMABLE.
 UNIDADES DE MEDIDA: CAMBIO DE ESCALA AUTOMATICO

RELOJ INTERNO CON BATERIA RECARGABLE: FECHA Y HORA.

DISPLAY LCD: 160x160 PIXIES.

SALIDA RS-232: SALIDA SERIE.
 MEMORIA INTERNA: DE 256 KB O 1 MB SEGÚN MODELO.

CLASE DE PRECISION:

- CORRIENTE: 0.5 % DE LA LECTURA +/- 2 DIGITOS.
- TENSION: 0.5 % DE LA LECTURA +/- 2 DIGITOS
- POTENCIA ACTIVA: 1.0 % DE LA LECTURA +/- 2 DIGITOS
- POTENCIA REACTIVA: 1.0 % DE LA LECTURA +/- 2 DIGITOS

PRECISIONES DADAS CON LAS SIGUIENTES CONDICIONES DE MEDIDA:

- EXCLUSION DE LOS ERRORES APORTADOS

- TRANSFORMADORES DE TENSION Y DE INTENSIDAD EXTERNOS.
- RANGO DE TEMPERATURA: 5 A 45°C.
 - FACTOR DE POTENCIA: 0.5 A 1
 - MARGEN DE MEDIDA : ENTRE 5% Y 100 %.

PLANTA		
Modelo	9M1520A	
Capacidad Servicio Continuo	1282	KW
	1603	KVA
Capacidad Servicio Emergencia	1520	KW
	1900	KVA
Especificaciones en F.P. 0.8		
Voltaje	440/254	Volts
		Volts
Capacidad continua hasta	1103	MSNM
Capacidad emergencia hasta	1205	MSNM
Control	24	VDC
Frecuencia	60	Hz
Numero de fases	3	
Numero de hilos	4	
Arranque	Automático	
	Manual	
	Semiautomático	
Tiempo para posicionar plena carga en unidades automáticas	5 a 8	Seg.
Regulación de voltaje +-	0.25	%
Regulación de frecuencia +-	0.25	%
MOTOR		
Marca	CUMMINS	
Modelo	KTA50G9	
Potencia máxima efectiva	2220	Hp
Potencia continua efectiva	1855	Hp
Numero de cilindros	16	
Colocación de los cilindros	V	
Aspiración	RADIADOR DOBLE PANAL	
Combustible	Diesel	
Consumo combustible a plena carga	390.64	Lts/H
GENERADOR		
Marca	MARATHON	
Modelo	743RSL4050	
Numero de polos (1,800 R.P.M.)	4	
ACCESORIOS		
Capacidad tanque de combustible	980	Lts
Baterías	4	
Cables de baterías	8	
Base de baterías	2	
Silenciador Pza (Diam)	2	(8")
Tubo flexible Pza (Diam)	2	(8")
Amortiguadores	6	

DIMENSIONES		
	Cm	In
Largo	608	239.37
Ancho	160	62.99
Alto	255	100.39
	Kg	Lb
Peso aprox.	11210	25,871.56

Tabla 310-16. Capacidad de conducción de corriente (A) permisible de conductores aislados para 0 a 2000 V nominales y 60 °C a 90 °C. No más de tres conductores activos en una canalización, cable o directamente enterrados, para una temperatura ambiente de 30 °C

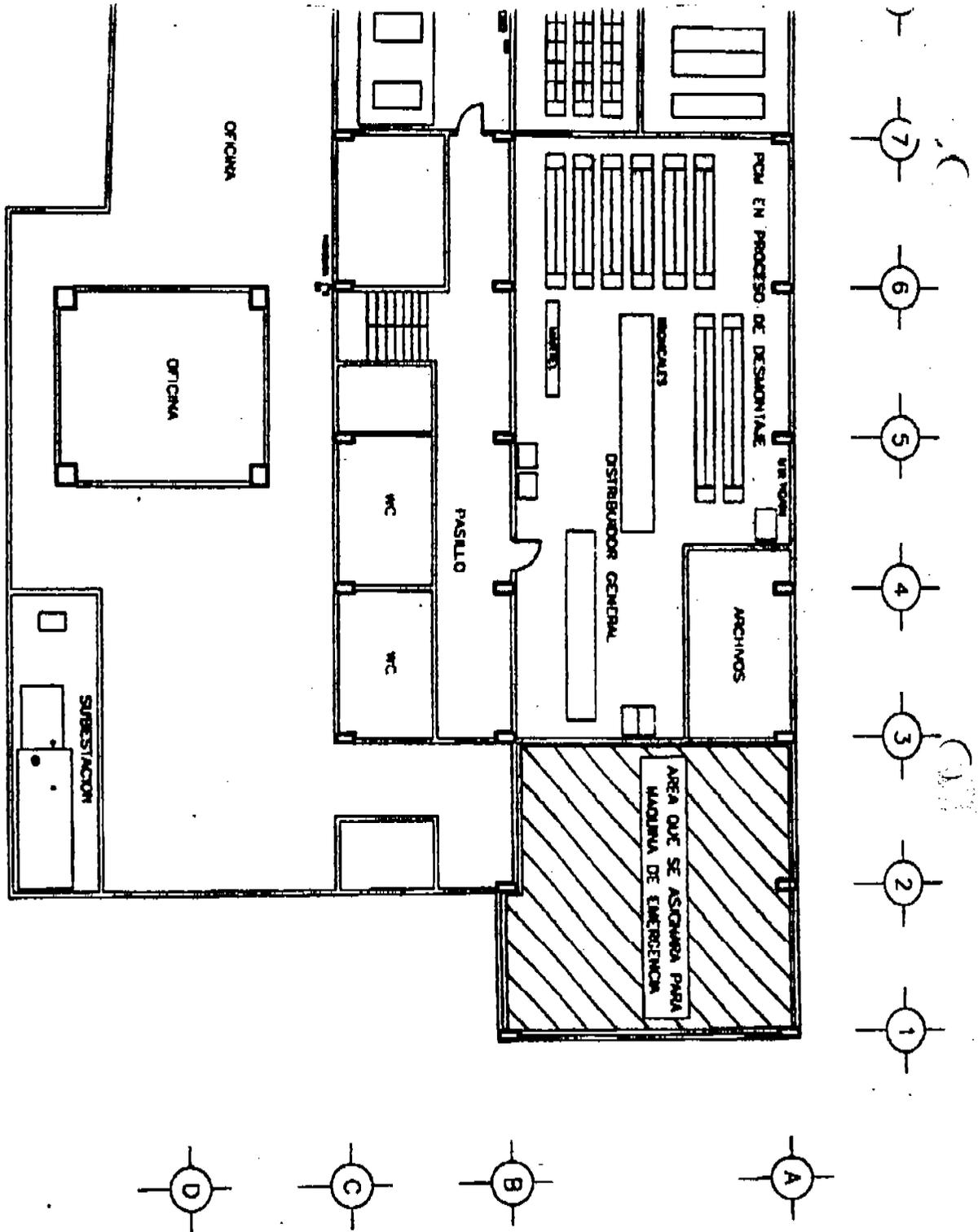
Tamaño nominal mm ²	Temperatura nominal del conductor (véase Tabla 310-13)						Tamaño nominal AWG/kcmil
	80 °C	75 °C	90 °C	60 °C	75 °C	90 °C	
	TIPOS TW* TWD* CCE TWD-UV	TIPOS RHW*, THHW*, THW*, THW-LS THWN*, XHHW*, TT	TIPOS RHH*, RHW 2, THHN*, THHW*, THHW-LS, THW-2*, XHHW*, XHHW-2	TIPOS UF*	TIPOS RHW*, XHHW*, BIMAL	TIPOS RHW-2, XHHW, XHHW-2, DRS	
	Cobre			Aluminio			
0.8235	---	---	14	---	---	---	18
1.307	---	---	18	---	---	---	16
2.082	20*	20*	25*	---	---	---	14
3.307	25*	25*	30*	---	---	---	12
5.26	30	35*	40*	---	---	---	10
8.367	40	50	55	---	---	---	8
13.3	55	65	75	40	50	60	6
21.15	70	85	95	55	65	75	4
26.97	85	100	110	65	75	85	3
33.62	95	115	130	75	90	100	2
42.41	110	130	150	85	100	115	1
53.48	125	150	170	100	120	135	1/0
67.43	145	175	195	115	135	150	2/0
85.01	165	200	225	130	150	175	3/0
107.2	195	230	260	150	180	205	4/0
126.67	215	255	290	170	205	230	250
152.91	240	285	320	190	230	255	300
177.34	260	310	350	210	250	280	350
202.68	280	335	380	225	270	305	400
253.35	320	380	430	260	310	350	500
304.02	365	430	475	285	340	385	600
354.89	385	460	520	310	375	420	700
380.03	400	475	535	320	385	435	750
405.37	410	490	555	330	395	450	800
456.04	435	520	585	355	425	480	900
508.71	455	545	615	375	445	500	1000
633.39	495	590	665	405	485	545	1250
760.07	520	625	705	435	520	585	1500
886.74	545	650	735	455	545	615	1750
1013.42	560	685	750	470	560	630	2000
FACTORES DE CORRECCIÓN							
Temperatura ambiente en °C	Para temperaturas ambientes distintas de 30 °C, multiplicar la anterior capacidad de conducción de corriente por el correspondiente factor de los siguientes						Temperatura ambiente en °C
21-25	1.08	1.05	1.04	1.08	1.05	1.04	21-25
26-30	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	26-30
31-35	0.91	0.94	0.90	0.91	0.94	0.96	31-35
36-40	0.82	0.88	0.81	0.82	0.88	0.91	36-40
41-45	0.71	0.82	0.87	0.71	0.82	0.87	41-45
46-50	0.58	0.75	0.82	0.58	0.75	0.82	46-50
51-55	0.41	0.67	0.76	0.41	0.67	0.76	51-55
56-60	---	0.58	0.71	---	0.58	0.71	56-60
61-70	---	0.33	0.58	---	0.33	0.58	61-70
71-80	---	---	0.41	---	---	0.41	71-80

A menos que se permita otra cosa específicamente en otro lugar de esta NOM, la protección contra sobrecorriente de los conductores marcados con un asterisco (*) no debe superar 15 A para 2.082 mm² (14 AWG), 20 A para 3.307 mm² (12 AWG) y 30 A para 5.26 mm².

Tabla 310-17. Capacidad de conducción de corriente (A) permisible de conductores aislados individualmente de 0 a 2000 V nominales, al aire para una temperatura del aire ambiente de 30 °C

Tamaño nominal mm ²	Temperatura nominal del conductor (ver tabla 310-13)						Tamaño nominal AWG/kcmil
	60 °C	75 °C	90 °C	60 °C	75 °C	90 °C	
	TIPOS TW*	TIPOS RHW*, THHW*, THW*, THW-LS THWN*, XHHW*	TIPOS RHH*, RHW-2, THHN*, THHW*, THW-2*, THW-LS THWN-2*, XHHW*, XHHW-2	TIPOS UF	TIPOS RHW*, XHHW*	TIPOS RHH*, RHW-2, USE-2, XHH, XHHW, XHHW-2	
	Cobre			Aluminio			
0.8235	---	---	18	---	---	---	18
1.307	---	---	24	---	---	---	16
2.082	25*	30*	35*	---	---	---	14
3.307	30*	35*	40*	---	---	---	12
5.28	40	50*	55*	---	---	---	10
8.367	60	70	80	---	---	---	8
13.3	80	95	105	60	75	80	6
21.15	105	125	140	80	100	110	4
26.67	120	145	165	95	115	130	3
33.82	140	170	190	110	135	150	2
42.41	165	195	220	130	155	175	1
53.48	195	230	260	150	180	205	1/0
67.43	225	265	300	175	210	235	2/0
85.01	260	310	350	200	240	275	3/0
107.2	300	360	405	235	280	315	4/0
126.67	340	405	455	265	315	355	250
152.01	375	445	505	290	350	395	300
177.34	420	505	570	330	395	445	350
202.68	455	545	615	355	425	480	400
253.35	515	620	700	405	485	545	500
304.02	575	690	780	455	540	615	600
354.89	630	755	855	500	595	675	700
380.03	655	785	855	515	620	700	750
405.37	680	812	920	535	645	725	800
456.04	730	870	985	580	700	785	900
506.71	780	935	1055	625	750	845	1000
633.39	890	1065	1200	710	855	960	1250
760.07	980	1175	1325	795	950	1075	1500
886.74	1070	1280	1445	875	1050	1185	1750
1013.42	1155	1385	1560	960	1150	1335	2000
FACTORES DE CORRECCIÓN							
Temperatura ambiente en °C	Para temperaturas ambiente distintas de 30 °C, multiplicar la anterior capacidad de conducción de corriente por el correspondiente factor de los siguientes.						Temperatura ambiente en °C
21-25	1.08	21-25	1.04	1.08	1.05	1.04	21-25
26-30	1.00	26-30	1.00	1.00	1.00	1.00	26-30
31-35	0.91	31-35	0.90	0.91	0.94	0.96	31-35
36-40	0.82	36-40	0.91	0.82	0.88	0.91	36-40
41-45	0.71	41-45	0.87	0.71	0.82	0.87	41-45
46-50	0.58	46-50	0.82	0.58	0.75	0.82	46-50
51-55	0.41	51-55	0.76	0.41	0.67	0.76	51-55
56-60	....	56-60	0.71	....	0.58	0.71	56-60
61-70	....	61-70	0.58	....	0.33	0.58	61-70
71-80	....	71-80	0.41	....	....	0.41	71-80

A menos que se permita otra cosa específicamente en otro lugar de esta NOM, la protección contra sobrecorriente de los conductores marcados con un asterisco (*), no debe superar 15 A para 2.082 mm² (14 AWG); 20 A para 3.307 mm² (12 AWG) y 30 A para 5.28 mm² (10 AWG), todos de cobre.



BIBLIOGRAFIA

- R Krishnan & Srinivasan, *TOLOGIES FOR UNINTERRUPTIBLE POWER SUPPLIES*. The Bradley Department of Electrical Engineering, Va Tech., Blacksburg, USA, IEEE 1993.
- David C. Griffith. *UNINTERRUPTIBLE POWER SUPPLIES, Power Contidioners for Critical Equipment*, Ed. Marcel Dekker, Inc. New York, 1989.
- P. Bowler, *U.P.S. SPECIFICATIONS & PERFORMANCE*. Concordia University, Canada, 1994.
- *UNINTERRUPTIBLE POWER SYSTEM (UPS) THECNOLOGY*, Stanex , Québec, Canadá.
- *CLASSICAL UPS DEFINITIONS* (UPS Internet).
- *UPS OR SPS?: QUESTIONS OF TERMINOLOGY* (UPS Internet).
- R. Boylestad - L. Nashelsky. *ELECTRÓNICA: TEORÍA DE CIRCUITOS*, Sexta Edición. Ed. Prentice-Hall Hispanoamericana, S.A. México 1997.
- Mohan-Underland-Robbins. *POWER ELECTRONICS*. Converters, Aplications and Desing. Second Edition. Ed. Wiley & Sons, Inc. 1995, USA.
- Gil-García-Martínez. *ELECTRONICA INDUSTRIAL*. Técnica de Potencia. Marcombo Editores, Barcelona España 1982.
- Muhammad H. Rashid. *ELECTRONICA DE POTENCIA, Circuitos, Dispositivos y Aplicaciones*. 2º Edición. Ed. Prentice-Hall, Mexico, 1995.
- Otmar Kilgenstein: *SWITCHED-MODE POWER SUPPLIES IN PRACTICE*. Edit. John Wiley & Sons. England 1994.
- *CATALOGO siemens*.
- *MANUAL DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO DE PLANTAS ELÉCTRICAS SELMEC*.
- Gieck kart. *MANUAL DE FÓRMULAS TÉCNICAS* Edit. Representaciones y servicios de ingeniería. 18ª. Edición.
- Cabré J. B. *LABORATORIO DE MEDICIONES ELÉCTRICAS*. Edit. Magisterio del río de plata. 1995.
- Plan de normalización. *TELMEX*.
- Domingo Almendares Amador. *MOTORES Y GENERADORES DE CORRIENTE ALTERNA*. Instituto Politécnico Nacional. Departamento de Ingeniería eléctrica. 1999.
- Gilberto Enríquez Haper. *Estudio de corto circuito en sistemas eléctricos industriales*.
- *Diseño de instalaciones eléctricas. Telmex. 1996*
- Gilberto Enríquez Haper. *Fundamentos de motores en la industria*. Noriega editores.
- Murria R. *Manual de fórmulas matemáticas*. Edit. Mc. Graw Hill. 1995.
- *Control de riesgos mayores. Alfaomega*.
- John Grainger-William Stevenson. *Análisis de sistemas de potencia*, Edit. Mc. Graw Hill. México 1996
- William Hayt-Jack Kemmerly. *Análisis de circuitos en Ingeniería*. Edit Mc. Graw Hill. México 1993
- *NOM-001-1999 "Instalaciones Eléctricas"*
- *Planteamiento de un sistema de monitoreo para una planta de emergencia.... Tesis, Facultad de ingeniería.*

- <http://www.ieee.org>.
- <http://www.free-energy.net>
- <http://www.proton.ucting.udg.mx>
- <http://www.barcala.ing.unlp.edu.ar>
- <http://www.ucm.es>
- <http://www.alcsystem.com>
- <http://www.tecnicsuport.com>
- <http://www.armstrongpower.com>
- <http://www.inproyec.com>
- <http://www.cosmos.com.mx>
- <http://www.planelec.com>
- <http://www.quality.com.mx>
- <http://www.pemex.com>
- <http://www.conae.gob.mx>
- <http://www.nema.org/nema-spanish.cfm>
- <http://www.ance.org.mx>
- http://www.conacyt.mx/demandas_2004.pdf
- <http://www.condumex.com/energia/selmec>