

ALUMNO:

RAFAEL DE JESUS CASTRO MARIN

REPORTE DE RESIDENCIA

**ANALISIS, PRUEBAS, Y MANTENIMIENTO ELECTRICO
A LA PLANTA DE EMERGENCIA DEL HOSPITAL
GENERAL DE TONALA CHIAPAS**

ASESOR INTERNO:

ING. LUIS ALBERTO PEREZ LOZANO

ASESOR EXTERNO:

ING. JOSE ANGEL GARCIA ZIVERA

ING. ELECTRICA

TUXTLA GUTIERREZ, CHIAPAS

INDICE

OBJETIVO GENERAL

OBJETIVOS PARTICULARES

JUSTIFICACIÓN

INTRODUCCION

CAPITULO I: PLANTAS DE EMERGENCIA DE CA

1.1 MAGNETISMO

1.1.2 INDUCCION ELECTROMAGNETICA

1.1.3 EL SENTIDO DE LAS CORRIENTES INDUCIDAS

1.1.4 CORRIENTES INDUCIDAS

1.1.5 LA FUERZA ELECTROMOTRIZ SINUSOIDAL

1.1.6 MANTENIMIENTO A PLANTA DE EMERGENCIA

1.2 POTENCIA

1.2.1 TIPOS DE POTENCIA

1.2.1.1 POTENCIA ACTIVA O RESISTIVA (P)

1.2.1.2 POTENCIA REACTIVA O INDUCTIVA (Q)

1.2.1.3 POTENCIA APARENTE O TOTAL (S)

1.3 FACTOR DE POTENCIA

1.4 PLANTA DE EMERGENCIA DE CA

1.4.1 CARACTERISTICAS PRIMORDIALES DE LAS PLANTAS DE EMERGENCIA

1.4.1.1 CARGA DE TRANSICION

1.4.1.2 RESPUESTA DEL SISTEMA DE EXCITACION

1.4.1.3 RESPUESTA DE ARRANQUE DE MOTOR

1.4.1.4 RESPUESTA DE FALLA

1.5. TIPOS DE PLANTAS DE EMERGENCIA

1.6. PRINCIPIO DE FUNCIONAMIENTO DEL GENERADOR

1.6.1 SISTEMA DE TENSIONES INDUCIDA

1.6.2 SECUENCIA DE FASES

1.6.3 CONEXIONES BASICAS

1.6.4 CORRIENTES DE LINEA Y DE FASE

1.6.5 TENSIONES DE FASES

1.6.6 TENSIONES DE LÍNEA

CAPITULO II: PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

2.1 LEVANTAMIENTO

2.1.1 SELECCIÓN DEL EQUIPO

2.1.2 UBICACIÓN DEL EQUIPO

2.1.3 INSTALACION ELECTRICA

2.2. SOLUCION AL PROBLEMA

2.2.1. PARTES PRINCIPALES DE LA PLANTA DE EMERGENCIA IMPLEMENTADA

2.2.1.1 GENERADOR

2.2.1.1.1 ROTOR

2.2.1.1.2 ESTATOR

2.2.1.2. EXCITACION

2.2.1.2.1 AUTOEXCITACIÓN (SIN ESCOBILLAS)

2.2.1.2.2 ECUACIONES DEL GENERADOR

2.2.1.2.3 GENERADOR SIN CARGA

2.2.1.2.4 GENERADOR CON CARGA

2.2.1.3 MOTOR

2.2.1.4 SISTEMAS PRINCIPALES DEL MOTOR DE COMBUSTION INTERNA

2.2.1.4.1 CARBURADOR

2.2.1.5 ACCESORIOS DEL CARBURADOR

2.2.1.5.1 AHOGADOR

2.2.1.5.2 AHOGADOR ELECTRONICO

2.2.1.5.3 GOBERNADOR

2.2.1.5.4 GOBERNADOR ELECTRONICO

2.2.1.5.5 SISTEMA DE ENFRIAMIENTO

2.2.1.5.6 SISTEMA DE ENFRIAMIENTO POR LÍQUIDO

2.2.1.5.7 PARTES DEL SISTEMA DE ENFRIAMIENTO POR LÍQUIDO

2.2.1.5.8 SISTEMA DE ARRANQUE

2.2.1.5.9 TIPOS DE MOTOR DE ARRANQUE

2.3. OPERACIÓN DE LA PLANTA DE EMERGENCIA

CAPITULO III: MEMORIA TECNICA DE LA PLANTA DE EMERGENCIA

3.1 DIMENSIONAMIENTO DEL EQUIPO

3.2 UBICACIÓN DEL EQUIPO

3.3 INSTALACION ELECTRICA

CAPITULO IV: CONCLUSIONES

BIBLIOGRAFIA

“ANALISIS, PRUEBAS, Y MANTENIMIENTO ELECTRICO A LA PLANTA DE EMERGENCIA DEL HOSPITAL GENERAL DE TONALA CHIAPAS”

OBJETIVO GENERAL

Instalar y poner en marcha planta de emergencia generadora de corriente alterna trifásica de 75 KW , con accionamiento manual y automático.

OBJETIVOS PARTICULARES

Implementar planta automática de emergencia generadora de CA trifásica de 75 KW para respaldar la carga más importante de un hospital, El sistema se comportara como emergencia.

- Explicar características y funcionamiento en general de la planta de emergencia. Instalación y puesta en marcha del equipo.
- Dar a conocer las ventajas que nos ofrece el sistema.

JUSTIFICACION

La eficiencia en el uso de la energía eléctrica involucra a los estados, empresas y personas por igual. El uso eficiente de las reservas de energía existentes es cada vez más importante para los diversos negocios. Hacer la energía eficiente es una tarea altamente responsable, no sólo por el hecho del ahorro en sí, sino para acceder al mercado globalizado con mayores oportunidades de competitividad. En este caso, el hospital depende mucho de la energía, desde las necesidades diarias como la calefacción, el aire acondicionado, suministro de agua y luminarias, a las más esenciales como aparatos de video, aparatos de audio, instrumentos de cirugía, electrónicos, computadoras, servidores, sistemas de seguridad, etc. En la actualidad, los cortes del suministro de electricidad ocurren más frecuentemente y duran más con efectos devastadores. Por lo tanto, nuestra planta automática de emergencia protege al hospital de dichos cortes de energía y permite que las actividades continúen sin interrupciones.

Estos equipos generadores tienen una amplia variedad de opciones, configuraciones y disposiciones que permiten cumplir con las necesidades de energía de reserva en casi todas las aplicaciones. La especialidad es que nuestro equipo versátil se pueda personalizar aún más para estar seguros de poder satisfacer hasta las necesidades menos comunes en forma eficiente y a bajo costo. Un funcionamiento confiable probado con prototipos. Un motor industrial que puede recibir servicio fácilmente por técnicos capacitados en motores. El equipo realiza una prueba de auto diagnóstico semanal para comprobar y garantizar el buen funcionamiento. La regulación de voltaje compensado con frecuencias de estado sólido permite una salida más pareja de energía.

Por lo mencionado, el generador de 75 KW es más que funcional para nuestra aplicación, así como también garantiza un óptimo funcionamiento para que jamás se vuelvan a preocupar por los cortes de energía

INTRODUCCION

Las plantas de emergencia han sido utilizadas comúnmente cuando hay déficit en la generación de energía eléctrica de algún lugar, o cuando hay corte en el suministro eléctrico y es necesario mantener la actividad, como es en el caso de lugares de concurrencia pública, escuelas, hospitales, fábricas, que, a falta de energía eléctrica de red, necesiten de otra fuente de energía alterna para abastecerse en caso de emergencia.

En el mercado, existen muchos de estos equipos de emergencia. En este reporte se trabajara con el equipo de emergencia que consta de un mecanismo motor-generator que se alimenta con diesel y que tiene una salida de voltaje trifásico de 220 V a 60 Hz, el cual se implementara a un hospital para respaldar las cargas más importantes de sus instalaciones.

CAPITULO I

“PLANTAS DE EMERGENCIA DE CA”

1.1 MAGNETISMO

El magnetismo se define como una propiedad peculiar poseída por ciertos materiales mediante el cual se pueden repeler o atraer mutuamente con naturalidad. Cada electrón crea un campo magnético débil, los que al juntarse con otros crean un campo magnético intenso. Además el magnetismo puede ser usado para producir electricidad, al igual que la electricidad puede producir magnetismo. Debido a su relación, el estudio de uno debe incluir el estudio del otro. El magnetismo es en realidad una fuerza que no se puede ver aunque se pueden observar sus efectos en otros materiales. Las líneas de fuerza magnética llamado flujo, fluye en un lazo cerrado del polo norte al polo sur del magneto. La forma de las líneas del flujo definen los patrones los cuales varían en densidad de acuerdo a la fuerza del magneto. Ver figura 1.1. Las líneas de flujo jamás cruzan entre si. El área que rodea al magneto en el cual se pueden sentir las líneas del flujo magnético es llamado campo magnético.

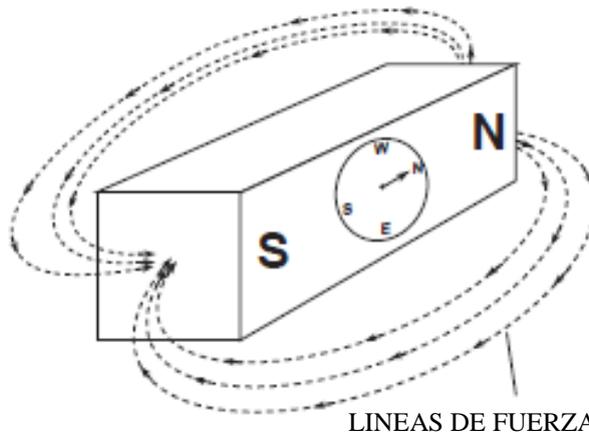


FIGURA 1.1. REPRESENTACIÓN DE UN MAGNETO Y SUS LÍNEAS DE FUERZA

1.1.2 INDUCCION ELECTROMAGNETICA

La inducción electromagnética es la producción de corrientes eléctricas por campos magnéticos variables con el tiempo. El descubrimiento por Faraday y Henry de este fenómeno introdujo una cierta simetría en el mundo del electromagnetismo. James Clerk Maxwell consiguió reunir en una sola teoría los conocimientos básicos sobre la electricidad y el magnetismo.

El descubrimiento, debido a Hans Christian Oersted, de que una corriente eléctrica produce un campo magnético estimuló la imaginación de los físicos de la época y multiplicó el número de experimentos en busca de relaciones nuevas entre la electricidad y el magnetismo. En ese ambiente científico pronto surgiría la idea inversa de producir corrientes eléctricas mediante campos magnéticos. Fue Faraday el primero en precisar en qué condiciones podía ser observado semejante fenómeno.

A las corrientes eléctricas producidas mediante campos magnéticos Michael Faraday las llamó corrientes inducidas. Desde entonces al fenómeno consistente en generar campos eléctricos a partir de campos magnéticos variables se denominó inducción electromagnética.

1.1.3 EL SENTIDO DE LAS CORRIENTES INDUCIDAS

Aunque la ley de Faraday-Henry, a través de su signo negativo, establece una diferencia entre las corrientes inducidas por un aumento del flujo magnético y las que resultan de una disminución de dicha magnitud, no explica este fenómeno. Lenz, un físico alemán que investigó el electromagnetismo en Rusia al mismo tiempo que Faraday y Henry, propuso la siguiente explicación del sentido de circulación de las corrientes inducidas que se conoce como ley de Lenz: Las corrientes que se inducen en un circuito se producen en un sentido tal que con sus efectos magnéticos tienden a oponerse a la causa que las originó. Así, cuando el polo norte de un imán se aproxima a una espira, la corriente inducida circulará en un sentido tal que la cara enfrentada al polo norte del imán sea también norte, con lo que ejercerá una acción magnética repulsiva sobre el imán, la cual es preciso vencer para que se siga manteniendo el fenómeno de la inducción. Inversamente, si el polo norte del imán se aleja de la espira, la corriente inducida ha de ser tal que genere un polo sur que se oponga a la separación de ambos.

Sólo manteniendo el movimiento relativo entre espira e imán persistirán las corrientes inducidas (I), de modo que si se detiene el proceso de acercamiento o de separación cesarían aquéllas y, por tanto, la fuerza magnética entre el imán y la espira desaparecería (figura 1.2).

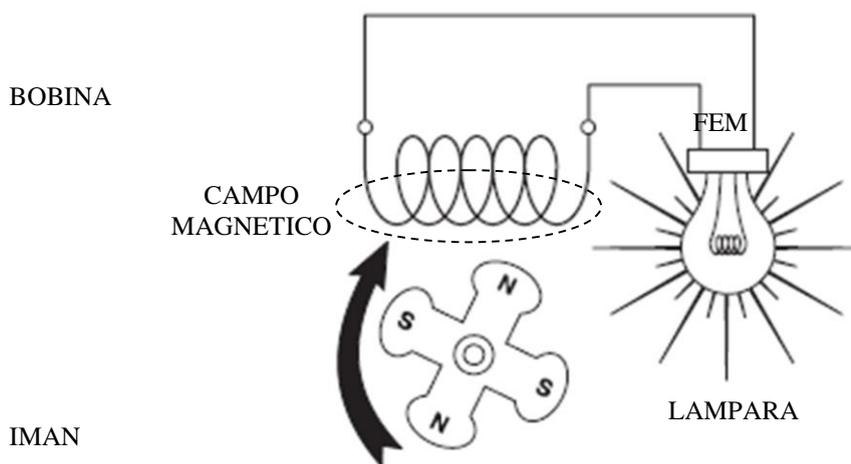


FIGURA 1.2. GENERACIÓN DE FLUJO MAGNÉTICO Y GENERACIÓN DE F.E.M.

La ley de Lenz, que explica el sentido de las corrientes inducidas, puede ser a su vez explicada por un principio más general, el principio de la conservación de la energía. El cual establece que la producción de una corriente eléctrica requiere un consumo de energía y la acción de una fuerza desplazando su punto de aplicación supone la realización de un trabajo.

En los fenómenos de inducción electromagnética es el trabajo realizado en contra de las fuerzas magnéticas que aparecen entre espira e imán el que suministra la energía necesaria para mantener la corriente inducida. Si no hay desplazamiento, el trabajo es nulo, no se transfiere energía al sistema y las corrientes inducidas no pueden aparecer. Análogamente, si éstas no se opusieran a la acción magnética del imán, no habría trabajo exterior, ni energía generada.

1.1.4 CORRIENTES INDUCIDAS

La corriente alterna se caracteriza porque su sentido cambia alternativamente con el tiempo. Ello es debido a que el generador que la produce invierte periódicamente sus polos eléctricos, convirtiendo el positivo en negativo y viceversa muchas veces por segundo. La ley de Faraday-Henry establece que se induce una fuerza electromotriz ϵ (FEM) en un circuito eléctrico siempre que varíe el flujo magnético Φ que lo atraviesa. Pero de acuerdo con la definición de flujo magnético, éste puede variar porque varíe el área S limitada por el conductor, porque varíe la intensidad del campo magnético B o porque varíe la orientación entre ambos dada por el ángulo ϕ .

En las primeras experiencias de Faraday las corrientes inducidas se conseguían variando el campo magnético B ; no obstante, es posible provocar el fenómeno de la inducción sin desplazar el imán ni modificar la corriente que pasa por la bobina, haciendo girar ésta en torno a un eje dentro del campo magnético debido a un imán. En tal caso, el flujo magnético varía porque varía el ángulo ϕ . Utilizando el tipo de razonamiento de Faraday, podría decirse que la bobina al rotar, corta las líneas de fuerza del campo magnético del imán y ello da lugar a la corriente inducida.

En una bobina de una sola espira, la fuerza electromotriz que se induce durante un cuarto de vuelta al girar la bobina desde la posición paralela ($\phi=90^\circ$) a la posición perpendicular ($\phi=0^\circ$) puede calcularse a partir de la ley de Faraday-Henry.

$$\epsilon = - \frac{\Delta\Phi}{\Delta t} = - \frac{BS}{t}$$

Si se hace rotar la espira uniformemente alrededor del eje LL (figura 1.3), ese movimiento de rotación periódico da lugar a una variación también periódica del flujo magnético, o en otros términos, la cantidad de líneas de fuerza que es cortada por la espira en cada segundo toma valores iguales a intervalos iguales de tiempo. La FEM inducida en la espira varía entonces periódicamente con la orientación y con el tiempo, pasando de ser positiva a ser negativa, y viceversa, de una forma alternativa. Se ha generado una FEM alterna cuya representación gráfica, en función del tiempo, tiene la forma de una línea sinusoidal.

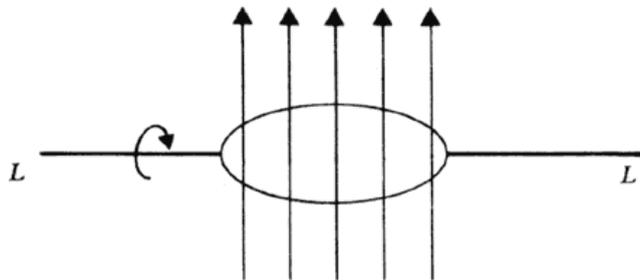


FIGURA 1.3. SE PUEDE LOGRAR QUE EL FLUJO A TRAVÉS DE LA SUPERFICIE CAMBIE CON EL TIEMPO, HACIÉNDOLA GIRAR ALREDEDOR DEL EJE LL .

1.1.5 LA FUERZA ELECTROMOTRIZ SINUSOIDAL

La ley de Faraday expresada en la forma de $\epsilon = - \Delta\Phi/\Delta t$ representa, en sentido estricto, la FEM media que se induce en el intervalo t . Si dicho intervalo se reduce a un instante, la expresión anterior se convierte en:

$$\epsilon = - \frac{d\Phi}{dt}$$

Si la espira gira con una velocidad angular ω constante, el ángulo φ variará con t en la forma $\varphi = \omega t$, como en un movimiento circular uniforme. La expresión del flujo en función del tiempo puede escribirse entonces como:

$$\Phi = BS \cos\varphi = BS \cos\omega t$$

Y el cálculo de la FEM instantánea, se reduce entonces a un ejercicio de derivación de la función coseno, pues BS es una cantidad constante:

$$\epsilon = - \frac{d(BS \cos\omega t)}{dt} = -BS \frac{d(\cos\omega t)}{dt}$$

Teniendo en cuenta que la derivada: $\frac{d \cos \omega t}{dt} = -\omega \text{sen} \omega t$

Resulta finalmente:

$$\epsilon = -BS(-\omega \text{sen} \omega t) = BS\omega \text{sen} \omega t = \epsilon_0 \text{sen} \omega t$$

Siendo $\epsilon_0 = \omega BS$ el valor máximo de la FEM sinusoidal inducida en la espira. Si se tratara de una bobina con N espiras se obtendría para ϵ_0 , siguiendo un procedimiento análogo, el valor $\epsilon_0 = N B S \omega$.

La fuerza electromotriz inducida varía con el tiempo, tomando valores positivos y negativos de un modo alternativo, como lo hace la función seno. Su valor máximo depende de la intensidad del campo magnético del imán, de la superficie de las espiras, del número de ellas y de la velocidad con la que rote la bobina dentro del campo magnético. Al aplicarla a un circuito eléctrico daría lugar a una corriente alterna.

Posteriormente se pudo determinar el sentido de movimiento del campo magnético con la ayuda de brújulas o de la regla de la mano derecha.

1.1.6 MANTENIMIENTO A PLANTA DE EMERGENCIA

MANTENIMIENTO A PLANTAS ELÉCTRICAS DE EMERGENCIA

Para poder alargar el tiempo de vida de nuestro grupo electrógeno (motor de combustión interna) se requiere de un buen programa de mantenimiento, se debe realizar una bitácora, con el propósito de acumular datos, para poder desarrollar el programa de mantenimiento. En general el grupo electrógeno (motor de combustión interna) debe mantenerse limpio. Evitar que se acumule suciedad, líquidos, capas de aceite sobre cualquier superficie.

MANTENIMIENTO PREVENTIVO

Los intervalos de mantenimiento para el motor se detallan en el manual propio del motor provisto por el fabricante. Suministrado con este manual, el cual contiene información detallada sobre el mantenimiento del motor. También incluye una amplia guía de localización y eliminación de averías.

LO QUE SE DEBE DE REVISAR DIARIAMENTE

- * Nivel de refrigerante en el radiador.
- * Nivel de aceite en el cárter y/o en el gobernador hidráulico si lo tiene.
- * Nivel de combustible en el tanque.
- * Nivel de electrolito en las baterías, así como remover el sulfato en sus terminales. Ver mantenimiento a baterías.
- * Limpieza y buen estado del filtro de aire. El uso de un indicador de restricción de aire es un buen electo para saber cuándo está sucio nuestro filtro.
- * Que el pre calentador eléctrico del agua de enfriamiento opere correctamente para mantener una temperatura de 140°F.
- * Que no haya fugas de agua caliente aceite y/o combustible.
- * Operar el grupo electrógeno con carga, comprobar que todos sus elementos operen satisfactoriamente, durante unos 15 minutos.

Cada mes se debe de revisar

Comprobar la tensión correcta y el buen estado de las bandas de transmisión.

* Cambiar los filtros de combustible de acuerdo al tiempo de operación según recomendación del fabricante del motor.

* Cambiar el filtro de aire o limpiarlo.

* Hacer operar el grupo con carga al menos 1 hora

Cada 6 meses o 250 horas

* Verificar todo lo anterior, inspeccionar el acumulador y verificar que soporte la carga.

* Verificar todos los sistemas de seguridad, simulando falla de la Red.

* Darle mantenimiento a la batería

* Apretar la tortillería de soporte del silenciador. e) Verificar los aprietes de las conexiones eléctricas.

Mantenimiento al alternador

Es un componente del sistema eléctrico de carga. Al decir que nuestro grupo electrógeno cuenta con una/s batería/s sabemos que existe la necesidad de cargarlo, existiendo dos formas, a través de un cargador externo, o a través del alternador. Aunque no existe una razón exacta para darle mantenimiento al alternador como tal, sin embargo se puede verificar el estado de este, a través de una inspección periódica de los devanados del alternador y la limpieza de los mismos.

* Limpieza en general al alternador

* Revisar los baleros y cambiarlos en caso de ser necesario.

* Revisar la banda en busca de grietas, o desprendimiento de material, Mantener la banda a su tensión según lo que indique el fabricante.

Revisión y tención de la banda

La falta de tensión en las bandas hace que éstas patinen, causando el desgaste excesivo de la cubierta, puntos de fricción, sobrecalentamiento y patinaje intermitente, lo cual causa la rotura de las bandas. La tensión excesiva de las bandas las sobrecalienta y estira en exceso, al igual que puede dañar componentes de mando tales como poleas y ejes.

Nota En los motores con dos bandas, revisar la tensión de la correa delantera solamente.

Importante No apalancar contra el bastidor trasero del alternador ya que este se puede romper. No apretar ni aflojar las bandas mientras están calientes. Apretar el perno del soporte del alternador y la tuerca bien firmes.

Tabla del alternador. Fallas y soluciones Alternador Ruidoso

- Banda Floja o gastada
- Poleas desalineadas
- Baleros gastados
- Limpiar y apretar las conexiones
- Reemplazar el puente de diodos
- Falsos contactos en las conexiones del alternador
- Regulador dañado

Excesiva Capacidad de Carga

- Tensar o cambiar banda
- Cambiar puente de diodos
- Cambiar el devanado
- Banda floja o gastada
- Regulador con fallas
- Puente de diodos abierto o en corto
- Los devanados abiertos a tierra o en corto
- Banda floja o gastada
- Puente de diodos abierto o en corto
- Los devanados abiertos a tierra o en corto

Capacidad de Carga baja o Inestable

- Tensar o cambiar banda
- Cambiar puente de diodos
- Cambiar puente de diodos
- Cambiar rotor
- Verificar las terminales de la batería
- Banda Floja o gastada
- Diodo abierto Sin regulación
- Rotor abierto
- Alta resistencia del circuito de carga
- El alternador no carga.
- Anomalía, Posible falla y Solución
- Tensar o cambiar banda
- Alinear poleas
- Cambiar baleros

La batería es un conjunto de “celdas” que contienen cierto número de placas sumergidas en un electrolito. La energía eléctrica de la batería proviene de las reacciones químicas que se producen en las celdas, estas reacciones son de tipo reversibles, lo que significa que la batería puede cargarse o descargarse repetidamente. Antes de trabajar en las baterías desconectar la alimentación A.C. para evitar dañar los componentes del control.

Advertencia sobre la batería

* El gas emitido por las baterías puede explotar. Mantener las chispas y las llamas alejadas de las baterías.

* Nunca revisar la carga de la batería haciendo un puente entre los bornes de la batería con un objeto metálico. Se debe usar un Voltámetro o un hidrómetro.

* Siempre desconectar el cable de la batería de la Terminal que va al borne NEGATIVO (-) primeramente, y posteriormente desconectar la terminal del borne POSITIVO (+).

* En caso de que los bornes y la Terminal se encuentren sulfatados, aflojar la Terminal y lijar el poste y la pinza, posteriormente lavar los bornes y terminales con una solución 1 parte de bicarbonato de sodio, a 4 partes de agua y cepillar. Posteriormente apretar firmemente todas las conexiones. Se puede cubrir los bornes y terminales de la batería con una mezcla de vaselina y bicarbonato de sodio para retardar que se sulfaten.

Nota.-En las baterías tradicionales de plomo o ácido, inspeccionar el nivel de electrolito, en caso de estar bajo el nivel, reponer el faltante con agua para batería (agua destilada).

Para prevenir los riesgos se recomienda

- * Se debe utilizar Guantes de goma y lentes de Seguridad.
- * El llenado de las baterías debe ser en un lugar bien ventilado.
- * Se debe evitar los derrames y el goteo.
- * No se debe aspirar los vapores del acumulador, al agregar electrolito.

Mantenimiento al radiador

Limpieza exterior: El motor trabaja en condiciones polvorosas la suciedad en el radiador puede llegar a obstruirse debido al polvo e insectos, etc., provocando un bajo rendimiento del radiador. Por lo que se debe, eliminar regularmente los depósitos de suciedad, para esta operación podemos utilizar un chorro de vapor o agua a baja presión y en caso de ser necesario podemos utilizar detergente. Dirigir el chorro de vapor o agua, desde la parte frontal del radiador hacia el ventilador, ya que si el chorro se dirige en otra dirección, desde el ventilador hacia la parte posterior del radiador lo que haremos será forzar los depósitos acumulados hacia el interior del radiador. Asegúrese de tallar en la dirección de las rejillas, no en contra, ya que el metal es frágil y fácilmente puede perder su forma.

Precaución.- Al realizar esta operación, al motor, deberá estar fuera de operación y debemos procurar cubrir el motor/generador, para evitar que el agua se filtre en este.

Nota.- No se debe subir al motor para evitar dañar los sensores del motor.

Limpieza Interior: Se pueden formar incrustaciones en el sistema, debido a que este solo se llenó con agua sin anticorrosivos durante un largo tiempo. El radiador cuenta con una válvula de drenaje, que facilite el drenado del radiador.

Simplemente desenrosque la válvula y permita que el anticongelante fluya hacia el depósito que usted dispuso para el anticongelante usado.

El siguiente paso es revisar las abrazaderas y las mangueras del radiador. Hay dos mangueras: una en la parte superior del radiador que drena el refrigerante caliente del motor y otra en el fondo que lava el motor con refrigerante fresco. El radiador debe estar drenado para poder cambiar las mangueras, así que revisarlas antes del proceso es una buena idea. Así que, si usted encuentra rastros de que las mangueras tienen fugas o resquebrajamiento o las abrazaderas se ven oxidadas, las puede cambiar antes de iniciar el proceso de rellenado del radiador. Una consistencia suave, blandita es una buena indicación de que necesita mangueras nuevas y si solo descubre estas señales en solo una manguera, sigue siendo una buena idea cambiar ambas. Después de haber hecho dicha revisión, se puede rellenar el radiador con líquido refrigerante nuevo.

Advertencia: El drenado apropiado de los refrigerantes usados es muy importante. Los refrigerantes son altamente tóxicos pero tienen un olor “dulce” que puede resultar atractivo para niños y animales. No se debe dejar drenar los fluidos si uno no está al pendiente y nunca hacer el drenado directo al suelo.

El sistema de enfriamiento del motor se llena con líquido refrigerante para brindar protección contra la corrosión, la erosión y picaduras de las camisas de los cilindros y protección de congelación a -37°C (-34°F) durante todo el año.

Es preferente utilizar el refrigerante que el fabricante del motor recomienda, aunque en el mercado existen refrigerantes que cumplen con las mismas especificaciones y más.

Importante: La selección del líquido refrigerante debe ser de acuerdo al tipo y especificaciones provistas por el fabricante del motor en el manual de operación del motor.

Advertencia:

* No emplear líquidos refrigerantes que contengan aditivos anti fugas en el sistema de enfriamiento. Ya que estos al degradarse se incrustan en las paredes del sistema de refrigeración, disminuyendo la eficiencia del sistema de enfriamiento, incluso puede llegar a dañar la bomba de agua.

* Los refrigerantes de tipo automotriz, No cumplen con los aditivos apropiados para la protección de motores diesel para servicio severo, por lo cual se sugiere no emplearlos.

* Si el motor estuvo operando el líquido refrigerante se encuentra a alta temperatura y presión por lo cual se debe evitar retirar el tapón del radiador o desconectar la tubería del mismo, hasta que el motor se haya enfriado. No trabajar en el radiador, ni retirar cualquier guarda de protección cuando el motor esté funcionando.

Para cambiar el líquido refrigerante

Vaciar el refrigerante del motor, enjuagar el sistema de enfriamiento, según procedimiento anterior y volver a llenar con refrigerante nuevo después de los primeros 3 años o 3000 horas de funcionamiento. Los intercambios subsiguientes de refrigerante son determinados por el tipo de refrigerante que se use.

Mantenimiento a los sistemas de lubricación

Una buena operación en el sistema de lubricación del motor es primordial para el buen funcionamiento del grupo electrógeno. Cambios de filtros de aceite y el tipo correcto de aceite y los periodos de cambio.

Importante:

* El aceite lubricante recomendado para los motores diesel de aspiración natural o turbo alimentados debe ser de clase API; (INSTITUTO NORTEAMERICANO DEL PETROLEO), el cual cumple con el contenido máximo de cenizas sulfatas que satisfacen las recomendaciones del fabricante del motor. Y que cumple con los requerimientos de viscosidad multigrado.

* Usar aceite con un grado de viscosidad correspondiente a la gama de temperatura ambiente. La cual se puede obtener el manual de operación del motor provisto por el fabricante.

* Usar el horometro como referencia para programar los intervalos de mantenimiento donde se incluye el cambio de aceite.

* Cambiar el aceite y filtro por primera vez antes de las primeras 100 horas como máximo y posteriormente realizar los cambios según las horas recomendadas por el fabricante.

* El filtro de aceite es un elemento de vital importancia para el sistema de lubricación, por lo que se recomienda cambiarlo periódicamente, utilizando

filtros que cumplan con las especificaciones de rendimiento del fabricante del motor.

* Inmediatamente después de realizar el cambio de aceite se deben realizar varios intentos de arranque (arrancar y parar) sin llegar a su velocidad nominal con lo cual se asegura el llenado de las venas de lubricación para una adecuada lubricación de los componentes del motor antes de que este llegue a su velocidad de normal operación.

* Después de un cambio de aceite arrancar el motor unos minutos y después apagarlo y dejar pasar aprox. 10 minutos y verificar que el nivel de aceite se encuentra dentro de los límites permitidos en la varilla de medición. Agregar solo lo necesario en caso de estar por debajo, del nivel mínimo.

* La falta de lubricación o mala lubricación pueden causar daños permanentes en el motor (desbielado) por lo cual se debe seguir un programa de mantenimiento del motor según las especificaciones del fabricante

Cambio de Aceite:

1. Quitar tapón de drenado de aceite y dejar que fluya el aceite del motor hacia el depósito que usted dispuso para el aceite usado.

2. (Opcional) Agregar aceite con una viscosidad menor y hacer funcionar el motor a bajas revoluciones por un periodo de tiempo corto. (Esta es una operación de lavado del sistema de lubricación). Esta operación es Opcional. Ya que no se contamina el aceite nuevo con el aceite degradado, no apretar con cincho de plástico. Después de que el motor estuvo operando a bajas revoluciones por un periodo corto de tiempo, se realiza lo mismo que en el paso (1)

3. Drenar en caso de que se haya realizado el paso (2). Quitar los filtros sucios de aceite y dejar escurrir.

4. Poner el tapón del dren o cerrar la válvula de drenado de aceite.

5. Agregar aceite nuevo, que cumpla con las especificaciones, tipo y que sea la cantidad adecuada.

6. Arrancar el motor por unos minutos y apagarlo, esperar 15 minutos en lo que se escurre el aceite de las partes móviles y paredes al cárter.

7. Verificar que el nivel de aceite se encuentre en el nivel correcto, de acuerdo a la varilla de medición de aceite. Rellenar en caso de que el nivel este bajo.

Cambio de Filtro

Los filtros se cambian cada que se realiza el cambio de aceite, (de acuerdo a las horas de operación del equipo o cada seis meses).

1. Limpiar la zona alrededor de los filtros
2. Usar una llave especial para retirar el filtro de aceite
3. Llenar el filtro nuevo con aceite (del mismo con el que se hizo el cambio)
4. Aplicar una capa delgada de aceite lubricante a la empaquetadura antes de instalar el filtro.
5. Girar el filtro a mano hasta que este apretado y no tenga fugas.

Para tener un buen funcionamiento en el motor:

1. – Procure que no entre tierra y polvo al motor, al generador y al interior de los tableros de control y transferencia.
2. – Conserve perfectamente lubricado el motor y la chumacera o chumaceras del generador y excitatriz.
3. – Cerciórese que está bien dosificado el combustible para el motor.
4. – Compruebe que al operar el desgaste se conserve dentro de los rangos de operación:
 - a) Temperatura del agua 160 a 200°F.
 - a) Presión de aceite 40 a 60 Libras.
 - b) Voltaje 208, 220, 440, 480V.
 - c) Frecuencia 58 a 62 Hz.
 - d) Corriente del cargador de batería 0.8 a 3Amps

PRECAUCION: Los valores de presión en motores a partir de 600kW – 3000kW son mayores, por lo que se recomienda, verificar el manual de operación del motor.

5.- Los motores nuevos traen un aditivo que los protege de la corrosión el cual dura 12 meses, después de éste período deberá cambiarse el agua y ponerle nuevamente aditivo, además evitar fugas y goteras sobre partes metálicas.

Es necesario utilizar anticorrosivo, anticongelante en la mezcla recomendada por el fabricante del motor dependiendo de la zona donde se ubicará y trabajará el grupo electrógeno. En general hay que prevenir y evitar la corrosión a toda costa de los componentes del grupo electrógeno.

6. – Hay que procurar que se cuente siempre con los medios de suministro de

aire adecuados por ejemplo:

- a) Aire limpio para la operación del motor.
- b) Aire fresco para el enfriamiento del motor y generador.
- c) Medios para desalojar el aire caliente.

7. -. Compruebe siempre que el grupo electrógeno gira a la velocidad correcta por medio de su frecuencímetro o tacómetro.

8. – Entérese del buen estado de su equipo, para que cuando se presente una falla por insignificante que ésta sea, se corrija a tiempo y adecuadamente, para tener su equipo en condiciones óptimas de funcionamiento.

9. – Implante un programa para controlar el mantenimiento del grupo electrógeno. Elabore una bitácora para anotar todos los datos de la vida del grupo, y por medio de ella compruebe la correcta aplicación del mantenimiento

Mantenimiento al sistema de admisión de aire.

IMPORTANTE: La restricción máxima de admisión de aire es de 3.5 KPA (0.03 bar) (0.5 psi) (14 in.) H₂O. Un filtro de aire tapado producirá una restricción excesiva de la admisión de aire y reducirá el suministro de aire al motor.

En caso de tener instalada Válvula descargadora de polvo Comprimir la válvula descargadora, en el conjunto del filtro de aire para expulsar el polvo acumulado. Si la válvula descargadora de polvo está obstruida, quitarla y limpiarla. Sustituir si tiene daños.

IMPORTANTE: No hacer funcionar el motor sin la válvula descargadora de polvo instalada, en caso de que lleve.

Si tiene indicador de restricción (B) de la toma de aire, revisarlo. Prestar servicio al filtro de aire cuando el indicador está rojo.

Revisión del sistema de admisión de aire:

IMPORTANTE: No debe haber fugas en el sistema de admisión de aire. No importa cuán pequeña sea la fuga, ésta puede resultar en daños al motor debido a la entrada de polvo y suciedad abrasivos.

1. Revisar si tienen grietas las mangueras (tubos). Sustituir según sea necesario.
2. Revisar las abrazaderas de los tubos que conectan el filtro de aire al motor y al turbo alimentador, si lo tiene. Apretar las abrazaderas como sea necesario.

Esto ayuda a evitar que la suciedad entre por las conexiones sueltas al sistema de admisión de aire, lo que causaría daños internos al motor.

3. Si el motor tiene una válvula de caucho para la descarga de polvo, inspeccionarla en el fondo del filtro de aire, en busca de grietas u obturaciones. Sustituir según sea necesario.

IMPORTANTE: SUSTITUIR el elemento del filtro primario de aire SIEMPRE que la marca roja del indicador de restricción esté visible o que se registre un vacío.

TABLA DE FALLAS Y SOLUCIONES DE PROBLEMAS DE LOS COMPONENTES DEL MOTOR

Vimos un motor a de combustión interna similar al motor diesel como todas sus partes.

Empezamos viendo la bomba de gasolina y la importancia que debe de estar el depósito de gasolina lejos del motor y la bomba que nos enseñó era manual y tenía una patita donde se podía purgar manualmente, la purga ayuda a deshacernos de las gotas de agua que se encurtan en el depósito por x razón. El filtro se encuentra en el Carter y está acoplado a la bomba de aceite la bomba funciona cuando la banda gira Pasamos a conectar la pila pero siempre se el poste negativo que es más delgado y después el poste positivo que es más grueso, esto con el fin de prevenir cortos y para desconectarla la pila se hace lo mismo después vimos la bomba inyectora de gasolina que inyecta gasolina la cámara de compresión según la aceleración y también se purga con ayuda de una llave aflojando una tuerca.

El motor que vimos era de gasolina de 6 cilindros en línea que aproximadamente generaba de 120 a 180 RPM por minuto después vimos y tiene un tapón con resorte por encaso de que se habrá el tapón y desahogue el agua. El escape siempre debe de salir al aire por que el monóxido de carbono es muy toxico y en medio tiene la flecha que podemos acoplar el generador por medio de una cuña y el motor tiene un gobernador que puede disminuir las o aumentarlas

nos explicó la importancia de las mangueras porque si la manguera se rompe o se rasga, entra el aire y si una burbuja de aire entra al motor este deja de

funcionar

El mantenimiento que se le da es cambiar el aceite junto con el filtro de gasolina y filtro de aceite, revisarlo continuamente por si algún desperfecto mecánico.

1.2 POTENCIA

La potencia eléctrica (P) es la tasa de producción o consumo de energía, como la potencia de un generador o la potencia disipada en una lámpara. La energía se expresa en joules (J) y la potencia se mide en watts (W), con frecuencia en kilowatts (kW).

1.2.1 TIPOS DE POTENCIA

Del mayor o menor retraso o adelanto que provoque un equipo eléctrico cualquiera en la corriente que fluye por un circuito, en relación con el voltaje, así será el factor de potencia que tenga dicho equipo.

En un circuito eléctrico de corriente alterna se pueden llegar a encontrar tres tipos de potencia eléctrica diferentes:

- Potencia activa
- Potencia reactiva
- Potencia aparente

1.2.1.1 POTENCIA ACTIVA O RESISTIVA (P)

Cuando conectamos una resistencia (R) o carga resistiva en un circuito de corriente alterna, el trabajo útil que genera dicha carga determinará la potencia activa que tendrá que proporcionar la fuente de fuerza electromotriz (FEM). La potencia activa se representa por medio de la letra (P) y su unidad de medida es el watt (W).

La fórmula matemática para hallar la potencia activa que consume un equipo eléctrico cualquiera cuando se encuentra conectado a un circuito monofásico de corriente alterna es la siguiente:

$$P = V I \cos\phi$$

De donde:

P = Potencia de consumo eléctrico, expresada en watt (W).

V = Tensión que se le aplica al circuito en volts (V).

I = Intensidad de la corriente que fluye por el circuito, en amperes (A).

Cos ϕ = Valor del factor de potencia.

La representación matemática de la potencia activa en un sistema trifásico equilibrado está dada por la ecuación:

$$P = 3 V \sqrt{3} I \cos\phi$$

Lo único que cambia es el factor: $\sqrt{3}$ que es el factor de un sistema trifásico.

En los dispositivos que poseen solamente carga resistiva, el factor de potencia es siempre igual a 1, mientras que en los que poseen carga inductiva ese valor será siempre menor a 1.

1.2.1.2 POTENCIA REACTIVA O INDUCTIVA (Q)

Esta potencia la consumen los circuitos de corriente alterna que tienen conectadas cargas reactivas, como pueden ser motores, transformadores de voltaje y cualquier otro dispositivo similar que posea bobinas o embobinados. Esos dispositivos no sólo consumen la potencia activa que suministra la fuente de FEM, sino también potencia reactiva.

La potencia reactiva o inductiva no proporciona ningún tipo de trabajo útil, pero los dispositivos que poseen embobinados de alambre de cobre, requieren ese tipo de potencia para poder producir el campo magnético con el cual funcionan. La unidad de medida de la potencia reactiva es el volt-ampere reactivo (VAR).

La fórmula matemática para hallar la potencia reactiva de un circuito eléctrico es la siguiente:

$$Q = \sqrt{S^2 - P^2}$$

De donde:

Q = Valor de la carga reactiva o inductiva, en volt-ampere reactivo (VAR).

S = Valor de la potencia aparente o total, expresada en volt-ampere (VA).

P = Valor de la potencia activa o resistiva, expresada en watt (W).

1.2.1.3 POTENCIA APARENTE O TOTAL (S)

La potencia aparente (S), llamada también potencia total, es el resultado de la suma geométrica de las potencias activa y reactiva. Esta potencia es la que realmente suministra una planta eléctrica cuando se encuentra funcionando al vacío, es decir, sin ningún tipo de carga conectada, mientras que la potencia que consumen las cargas conectadas al circuito eléctrico es potencia activa (P). La potencia aparente se representa con la letra S y su unidad de medida es el volt-ampere (VA). La fórmula matemática para hallar el valor de este tipo de potencia es la siguiente:

$$S = V I$$

De donde:

S = Potencia aparente o total, expresada en volt-ampere (VA).

V = Voltaje de la corriente, expresado en volt (V).

I = Intensidad de la corriente eléctrica, expresada en amperes (A).

La potencia activa, por ejemplo, es la que proporciona realmente el eje de un motor eléctrico cuando le está transmitiendo su fuerza a otro dispositivo mecánico para hacerlo funcionar.

1.3 FACTOR DE POTENCIA

El llamado triángulo de potencia es la mejor forma de ver y comprender de forma gráfica qué es el factor de potencia y su estrecha relación con los tipos de potencia presentes en un circuito eléctrico de corriente alterna.

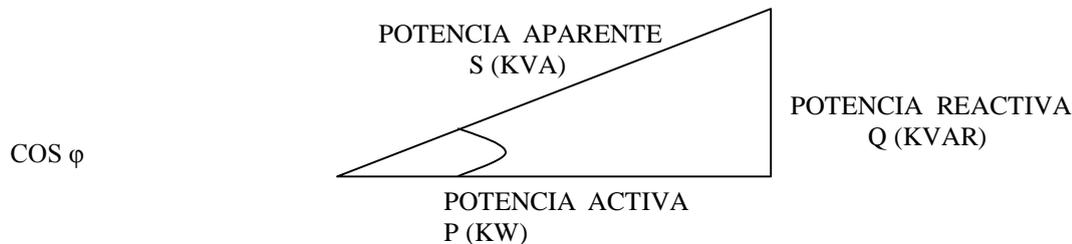


FIGURA 1.4. TRIANGULO DE POTENCIA

Como se podrá observar en el triángulo de la figura 1.4, el factor de potencia representa el valor del ángulo que se forma al representar gráficamente la potencia activa (P) y la potencia aparente (S), es decir, la relación existente entre la potencia real de trabajo y la potencia total consumida por la carga o el consumidor conectado a un circuito eléctrico de corriente alterna. Esta relación se puede representar también, de forma matemática, por medio de la siguiente fórmula:

$$\text{factor de potencia} = \text{Cos}\phi = \frac{P}{S}$$

El resultado de esta operación será 1 o un número fraccionario menor que 1 en dependencia del factor de potencia que le corresponde a cada equipo o dispositivo en específico. Ese número responde al valor de la función trigonométrica coseno, equivalente a los grados del ángulo que se forma entre las potencias (P) y (S).

Si el número que se obtiene como resultado de la operación matemática es un decimal menor que 1, dicho número representará el factor de potencia correspondiente al desfase en grados existente entre la intensidad de la corriente eléctrica y el voltaje en el circuito de corriente alterna. Lo ideal sería que el resultado fuera siempre igual a 1, pues así habría una mejor optimización y aprovechamiento del consumo de energía eléctrica, o sea, habría menos pérdida de energía no aprovechada y una mayor eficiencia de trabajo en los generadores que producen esa energía.

En los circuitos de resistencia activa, el factor de potencia siempre es 1, porque en ese caso no existe desfase entre la intensidad de la corriente y el voltaje. Pero en los circuitos inductivos, como ocurre con los motores, transformadores de voltaje y la mayoría de los dispositivos o aparatos que trabajan con algún tipo de embobinado o bobina, el valor del factor de potencia se muestra con una fracción decimal menor que 1, lo que indica el retraso o desfase que produce la carga inductiva en la sinusoidal correspondiente a la intensidad de la corriente con respecto a la sinusoidal del voltaje.

Por tanto, un motor de corriente alterna con un factor de potencia o $\text{Cos } \varphi=0.95$, por ejemplo, será mucho más eficiente que otro que posea un $\text{Cos } \varphi=0.85$. El dato del factor de potencia de cada generador es un valor fijo, que aparece generalmente indicado en una placa metálica pegada a su cuerpo o carcasa, donde se muestran también otros datos de interés, como su voltaje de trabajo en volt (V), intensidad de la corriente de trabajo en ampere (A) y su capacidad de energía eléctrica en watt (W) o kilowatt (kW).

Ya vimos anteriormente que la potencia de un generador eléctrico o de cualquier otro dispositivo que contenga bobinas o embobinados se puede calcular empleando la fórmula matemática

Por otra parte, como el valor de (P) viene dado en watt, sustituyendo (P) en la fórmula podemos decir también que:

$$P = W$$

Por tanto:

$$W = V \quad I \text{ Cos}\varphi$$

De donde:

W = Potencia de consumo del dispositivo o equipo en watt y $\text{Cos } \varphi$ = Factor de potencia que aparece señalado en la placa del dispositivo o equipo.

Si conocemos la potencia en watt de un dispositivo o equipo, su voltaje de trabajo y su factor de potencia, y quisiéramos hallar cuántos amperes (A) de corriente fluyen por el circuito (por ejemplo, en un generador), despejando (I) en la fórmula tendremos:

$$I = \frac{W}{V \text{ Cos}\varphi}$$

Cuando en la red de suministro eléctrico de una industria existen muchos generadores, motores y transformadores funcionando, y se quiere mejorar el factor de potencia, se emplean bancos de capacitores dentro de la propia industria, conectados directamente a la red principal. En algunas empresas grandes se pueden encontrar también motores de corriente alterna del tipo sincrónicos funcionando al vacío, es decir, sin carga, para mejorar también el factor de potencia. De esa forma los capacitores, al actuar sobre la sinusoidal de la corriente, produce el efecto contrario al de la inductancia, impidiendo que la corriente se atrase mucho en relación con el voltaje. Así se tratará de que las sinusoidales se pongan en fase y que el valor del factor de potencia se aproxime lo más posible a 1.

1.4 PLANTA DE EMERGENCIA DE CA

Una planta de emergencia de CA es un equipo generador de corriente alterna, mejor conocido como maquina rotatoria síncrona. Dicho equipo consta principalmente de un acoplamiento motor-generador, en el cual la flecha de un motor de combustión interna se conecta al rotor del generador a través de unos discos flexibles. La planta de emergencia nos entregara un voltaje que depende de la conexión del estator del generador. Operara a una cierta frecuencia que depende del número de polos que consta el rotor del generador y de la velocidad que gira el motor.

El equipo opera en base a la ley de Faraday. Incrementando la fuerza del campo magnético, el voltaje se aumenta, sin alterar físicamente el generador o la frecuencia. Un regulador de voltaje será el componente responsable de variar dicho campo, el cual se alimentara a través de una excitación. Para la generación de energía, las plantas de emergencia requieren principalmente de un campo magnético, un conductor y un movimiento relativo.

El campo magnético es el rotor del generador. El conductor es el estator del generador y el movimiento relativo es el motor que hace girar el rotor. El campo de excitación es la alimentación al regulador de voltaje. El regulador de voltaje regula la salida del generador, variando el voltaje de corriente directa aplicado al rotor, logrando así, variar el campo magnético. Las plantas cuentan con su sistema de control. En la figura 1.5 se muestra el diagrama de operación de una planta de CA.

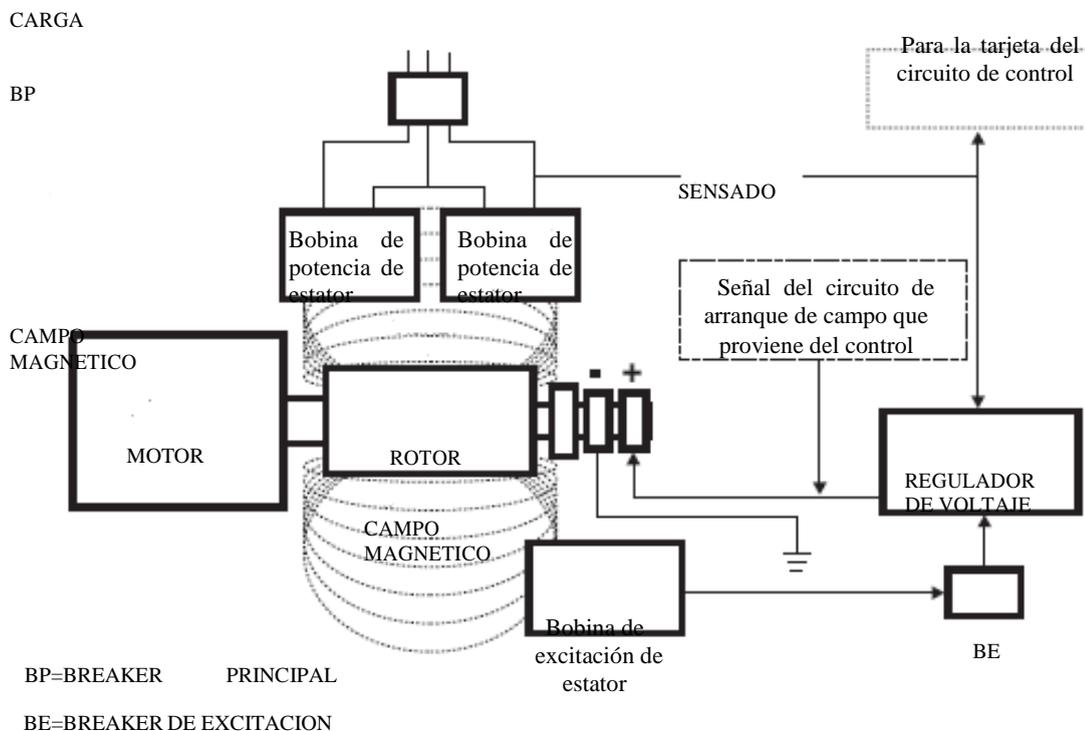


FIGURA 1.5. DIAGRAMA DE OPERACIÓN DE UNA PLANTA DE CA

Cabe mencionar que en el diagrama se muestra un estator con dos embobinados de potencia, lo que nos dice que el generador es bifásico (2 líneas y un neutro). Para un sistema trifásico, se requiere de un estator con tres embobinados de potencia (3 líneas y

un neutro).

Las plantas de CA cuentan con un panel de control, regulador de voltaje automático, un gobernador, protecciones para el motor, protecciones para el generador y un tablero de transferencia para su funcionamiento automatizado. Todos los dispositivos se detallaran más adelante.

Se necesita considerar la carga de transición, el arranque del motor y la respuesta de falla de un generador para un buen diseño del equipo. Además tener el conocimiento de las normas que debe cumplir el equipo.

1.4.1 CARACTERISTICAS PRIMORDIALES DE LAS PLANTAS DE EMERGENCIA

1.4.1.1 CARGA DE TRANSICIÓN

Una planta de emergencia de CA es una fuente limitada de potencia en términos de potencia del motor (kW) y volts-amperes de generador (kVA), sin importar el sistema de excitación. Debido a esto, los cambios de carga causarán excursiones de transición en el voltaje y la frecuencia. La magnitud y duración de estas excursiones son afectadas principalmente por las características de la carga y el tamaño del generador relativo a la carga. Un generador es una fuente relativamente alta de impedancia cuando se compara con un transformador de red pública.

Un perfil típico de voltaje en una aplicación y remoción de carga se muestra en la figura 1.6. El voltaje estable sin carga se regula al 100 % del voltaje de rango. Cuando se aplica una carga el voltaje cae inmediatamente.

El regulador de voltaje siente la caída de voltaje y responde incrementando el campo de corriente para recuperar el voltaje de rango. El tiempo de recuperación de voltaje es la duración entre la aplicación de la carga y el regreso del voltaje al rango de regulación (mostrado como $\pm 2\%$). Típicamente la caída inicial de voltaje va desde 15 a 45 % del voltaje nominal cuando 100 % de la carga de rango de la planta de emergencia (0.8 de factor de potencia) se conecta en un paso. La recuperación a nivel de voltaje nominal sucederá en 1-10 segundos dependiendo de la naturaleza de la carga y el diseño de la planta.

La diferencia más significativa entre una planta de emergencia de CA y una red pública, es que cuando una carga se aplica repentinamente a la red típicamente no hay variación de frecuencia. Cuando las cargas se aplican a una planta de CA, las RPM del motor (frecuencia) caen. La máquina debe sentir el cambio de velocidad y reajustar su rango de combustible para su nuevo nivel de carga. Hasta que un nuevo rango de carga y combustible se igualen, la frecuencia será diferente a la nominal.

Típicamente, la caída de frecuencia va de 5 a 15 % de la frecuencia nominal cuando una carga de 100 % se agrega en un paso. La recuperación podría tomar algunos segundos.

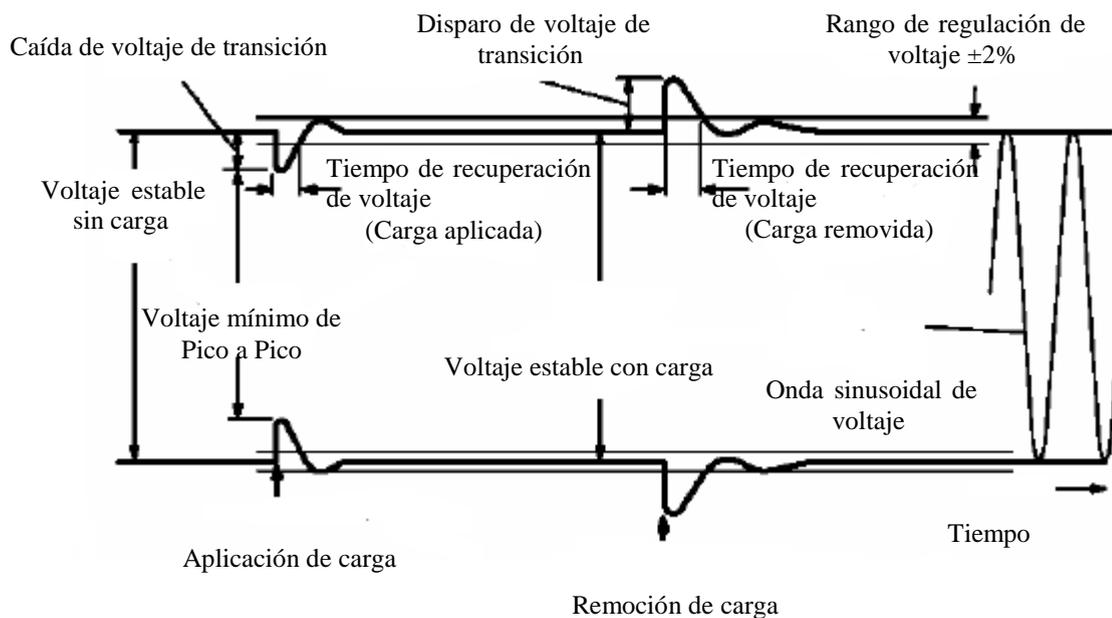


FIGURA 1.6. PERFIL TÍPICO DE VOLTAJE EN APLICACIÓN Y REMOCION DE CARGA

Cabe mencionar que no todas las plantas de emergencia de CA pueden aceptar una carga en bloque de 100 % en un paso. El desempeño varía entre plantas debido a diferencias en las características de regulador de voltaje, respuesta del gobernador, diseño del sistema de combustible, aspiración del motor y a cómo están acoplados el motor y generador. Una meta importante en el diseño de las plantas de luz es limitar la excursión de voltaje y frecuencia a niveles aceptables.

1.4.1.2 RESPUESTA DEL SISTEMA DE EXCITACIÓN

La corriente de campo no se puede cambiar instantáneamente en respuesta al cambio de carga. El regulador, el campo excitador y el campo principal tienen constantes de tiempo que tienen que sumarse.

El regulador de voltaje tiene una respuesta relativamente rápida mientras que el campo principal tiene una respuesta significativamente más lenta que el campo excitador porque es muchas veces más grande. Debe hacerse notar que la respuesta de un sistema auto-excitado será aproximadamente la misma que aquella de un sistema excitado separadamente, porque las constantes de tiempo para los campos principales y de excitación son los factores significativos en este aspecto, y son comunes a los dos sistemas.

El forzamiento de campo está diseñado en consideración de todos los componentes de sistemas de excitación para optimizar el tiempo de recuperación. Y debe ser suficiente para minimizar el tiempo de recuperación, pero no tanto para llevar a la inestabilidad o para sobre pasar al motor (el cual es una fuente limitada de potencia). Ver Figura 1.7.

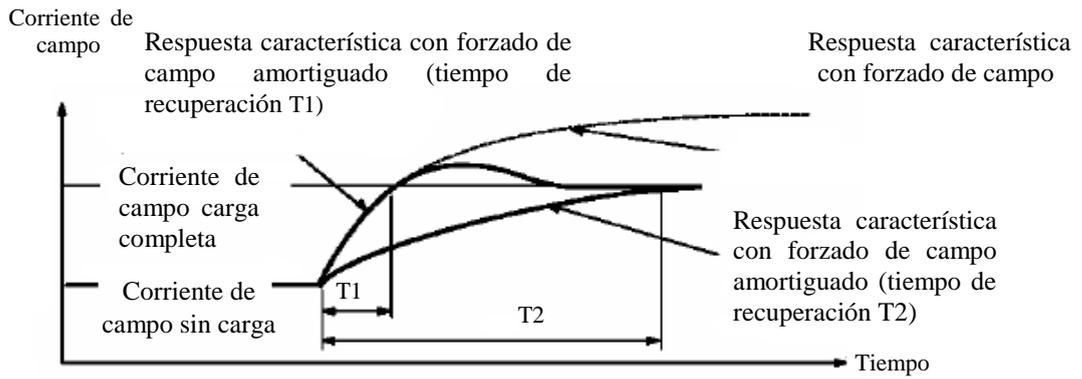
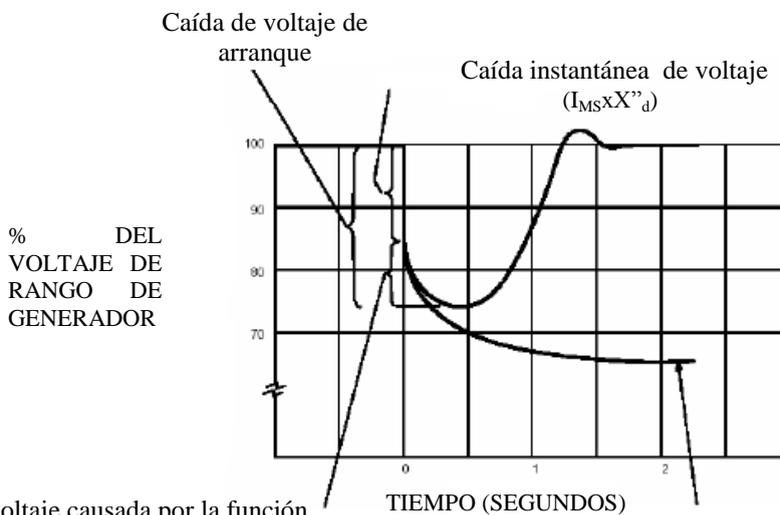


FIGURA 1.7. CARACTERISTICAS DE RESPUESTA DE LOS SISTEMAS DE EXCITACION

1.4.1.3 RESPUESTA DE ARRANQUE DE MOTOR

Cuando se arrancan motores, ocurre una caída de voltaje de arranque que consiste principalmente de una caída instantánea de voltaje, más una caída de voltaje como resultado de la respuesta del sistema de excitación. La figura 1.8 ilustra estos dos componentes que juntos representan la caída de voltaje de transición. La caída instantánea de voltaje es simplemente el producto de corriente de rotor bloqueado de motor y la reactancia sub-transición del generador. Esto ocurre antes de que el sistema de excitación pueda responder incrementando la corriente de campo y por lo tanto no es afectado por el tipo de sistema de excitación. Esta caída de voltaje inicial puede ser seguida de mayor caída causada por la función de "acoplamiento de torque" del regulador de voltaje, la cual reduce el voltaje para descargar al motor si siente una desaceleración significativa en el motor. Una planta de emergencia debe estar diseñada para optimizar el tiempo de recuperación y al mismo tiempo evitar la inestabilidad del motor.



de acoplamiento de torque del regulador de voltaje si KVA de motor se mantiene y la excitación no cambia

Voltaje si KVA de motor se mantiene y la excitación no cambia

REACTANCIAS DEL SISTEMA AL ARRANCAR UN MOTOR

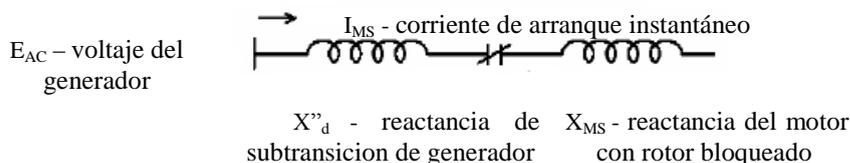


FIGURA 1.8. CAIDA DE VOLTAJE DE TRANSICION

1.4.1.4 RESPUESTA DE FALLA

La respuesta de falla de generadores auto-excitados y excitados separadamente es diferente. Un generador auto excitado es conocido como de “campo colapsante” porque el campo se colapsa cuando las terminales de salida del generador se ponen en corto (corto trifásico o corto L-L a través de las fases sensibles). Un generador excitado separadamente puede sostener el campo de generador en un corto circuito porque la excitación es suministrada por un generador de magneto permanente separado. La figura 1.9 muestra la típica respuesta al corto circuito simétrico trifásico de generadores auto-excitados y excitados separadamente.

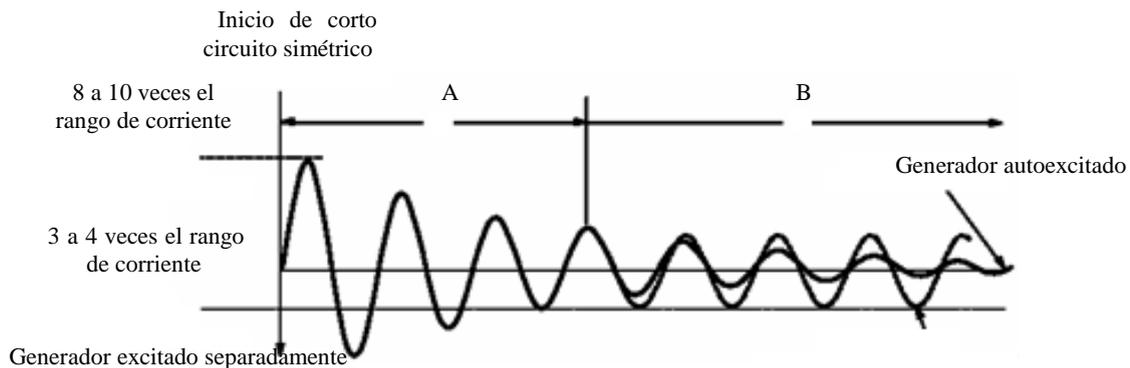


FIGURA 1.9. RESPUESTA DE CORTO CIRCUITO TRIFASICO SIMETRICO

La corriente corto circuito inicial es nominalmente de 8 a 10 veces la corriente de rango del generador y es una función de la reactancia sub-transición recíproca del generador ($1/X''$). Para los primeros ciclos (A), prácticamente no hay diferencia en respuesta entre los generadores auto-excitados y los separadamente excitados porque siguen la misma curva de decremento de corriente corto circuito al disiparse la energía de campo. Después de los primeros ciclos (B), un generador auto-excitado continuará siguiendo la curva de decremento de corto circuito a prácticamente cero corriente. Un generador excitado separadamente, puesto que la corriente de campo es derivada separadamente, puede sostener 2.5 a 3 veces la corriente de rango con una falla trifásica aplicada. Este nivel de corriente se puede mantener por aproximadamente 10 segundos sin daño al alternador.

La figura 1.10 es otro medio de visualizar la diferencia de respuesta a una falla trifásica. Si el generador es auto-excitado, el voltaje y la corriente se “colapsarán” a cero cuando la corriente se incremente más allá de la rodilla de la curva. Un generador excitado separadamente puede sostener un corto directo porque no depende del voltaje de salida del generador para la potencia de excitación.

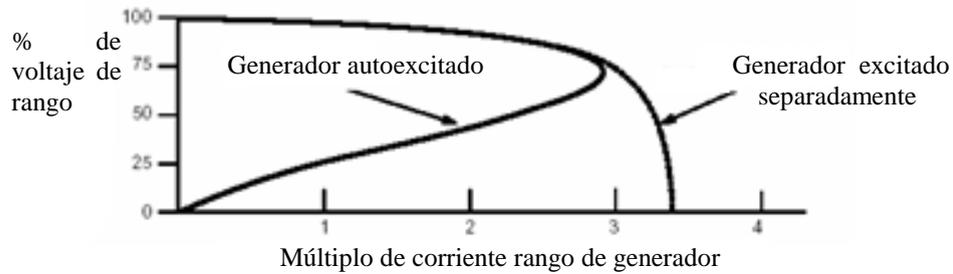


FIGURA 1.10. CAPACIDAD DE CORTO CIRCUITO

1.5 TIPOS DE PLANTAS DE EMERGENCIA

Las plantas de emergencia se dividen principalmente de acuerdo al voltaje generado:

- Bifásica
- Trifásica

De acuerdo al motor que utilizan se pueden clasificar: Con respecto a su alimentación de combustible:

- Gasolina
- Diesel
- Gas Natural y gas LP

De acuerdo al sistema de enfriamiento que utilizan:

- Enfriadas por aire
- Enfriadas por líquido (figura 1.11)

Por lo regular las plantas de emergencia enfriadas por aire son bifásicas y las enfriadas por líquido son trifásicas, aunque pueden existir de los dos tipos.

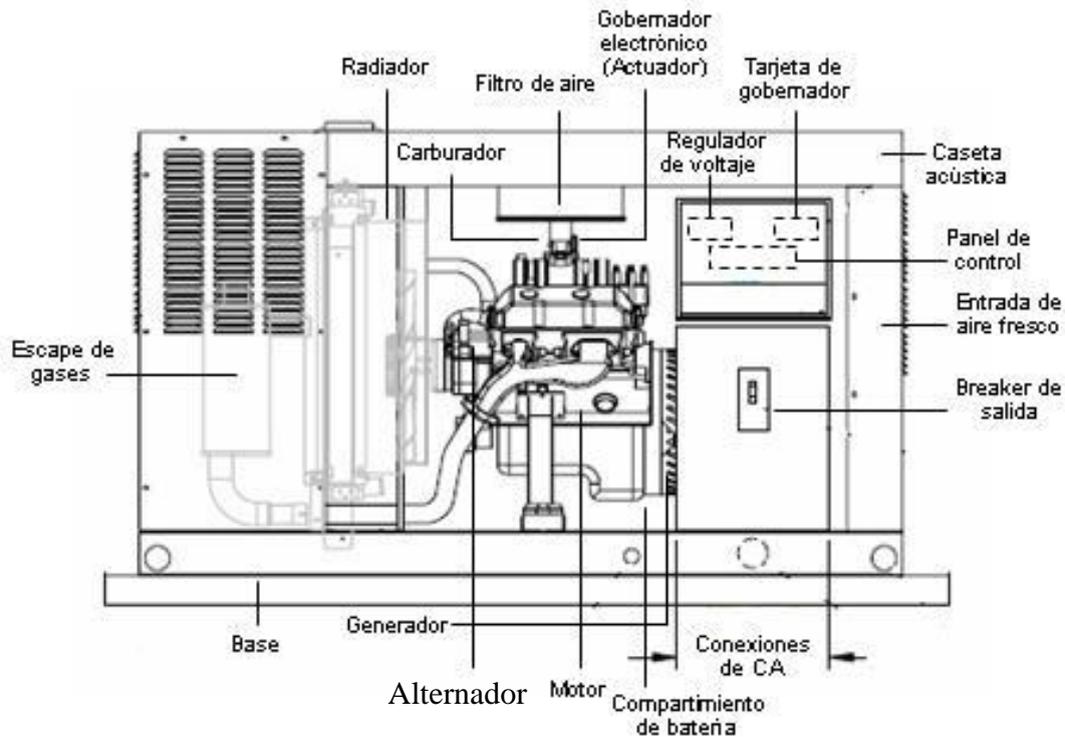


FIGURA 1.11. PLANTA DE EMERGENCIA DE CA TRIFÁSICA, ENFRIADA POR LÍQUIDO.

También se pueden clasificar de acuerdo a su capacidad en KW, lo que nos lleva a tres categorías con respecto a su aplicación:

- Residencial (8-20 KW).- Llamadas plantas en espera (STAND-BY). Utilizadas para casas, residencias, departamentos, negocios pequeños.
- Comercial (22-60 KW).- Utilizadas para plazas comerciales, tiendas departamentales, estacionamientos, escuelas, hospitales, clínicas.
- Industrial (80-250 KW).- Utilizadas para cualquier tipo de industria.

1.6 PRINCIPIO DE FUNCIONAMIENTO DEL GENERADOR

Partimos de la base de que si un conductor eléctrico corta las líneas de fuerza de un campo magnético, se origina en dicho conductor una corriente eléctrica (ley de Faraday). La generación de corriente trifásica tiene lugar en los generadores, en relación con un movimiento giratorio. Según este principio, existen tres embobinados iguales independientes entre sí, dispuestos de modo que se encuentran desplazados entre sí 120° . Según el principio de la inducción, al dar vueltas el motor se genera en los embobinados, tensiones alternas sinusoidales y respectivamente corrientes alternas, desfasadas también 120° entre sí, por lo cual quedan desfasadas igualmente en cuanto a tiempo. De esa forma tiene lugar un ciclo que se repite constantemente, produciendo la corriente alterna trifásica. En la figura 1.12 se muestra un generador trifásico con inductor móvil e inducido fijo.

La fluctuación en el magnetismo corresponde exactamente a la fluctuación en la tensión de cada fase. Cuando una de las fases alcanza su máximo, la corriente en las otras dos está circulando en sentido opuesto y a la mitad de tensión. Dado que la duración de la corriente en cada embobinado es un tercio de la de un ciclo aislado, el campo magnético dará una vuelta completa por ciclo. Aunque las tres corrientes son de igual frecuencia e intensidad, la suma de los valores instantáneos de las fuerzas electromotrices de las tres fases, es en cada momento igual a cero, lo mismo que la suma de los valores instantáneos de cada una de las fases, en cada instante.

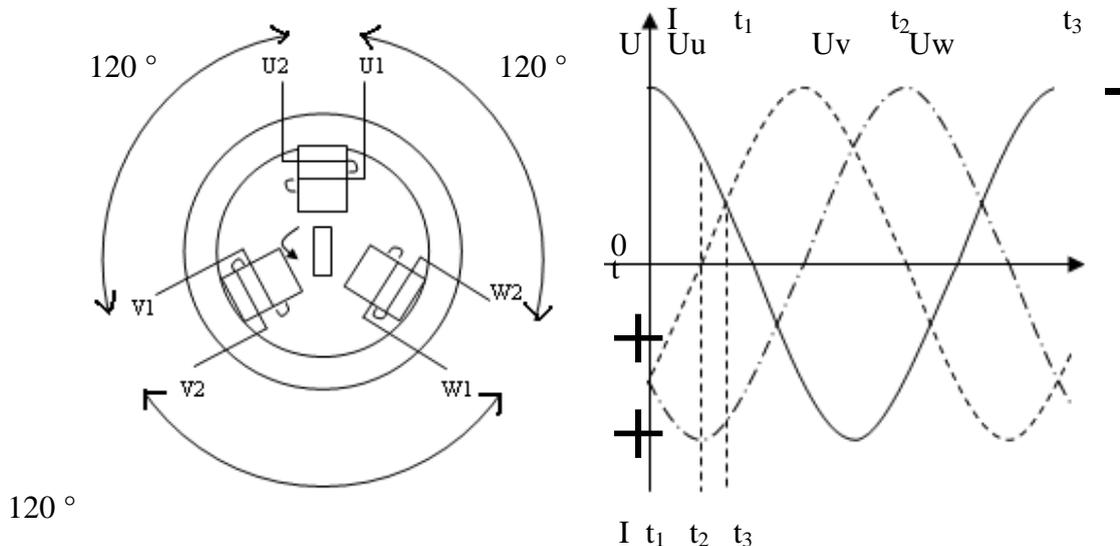


FIGURA 1.12. SALIDA DEL GENERADOR (CORRIENTE TRIFÁSICA)

En la figura anterior se muestran las tres fases, ya desfasadas sobre un mismo eje a 120° . La línea negra del gráfico representa la corriente de distinta polaridad, es decir, en este caso el negativo de la fase 1, corriente opuesta a las fases 2 y 3 que son por su naturaleza de polaridad positiva.

La principal aplicación para los circuitos trifásicos se encuentra en la distribución de la energía eléctrica por parte de la compañía de luz a la población, y en nuestro caso, por parte de una planta de emergencia de CA cuando la compañía de luz falle. Nikola Tesla probó que la mejor manera de producir, transmitir y consumir energía eléctrica era usando circuitos trifásicos.

1.6.1 SISTEMA DE TENSIONES INDUCIDAS

Dominio temporal

$$e_1(t) = \sqrt{2}E \cos(\omega t)$$

$$e_2(t) = \sqrt{2}E \cos\left(\omega t - \frac{2\pi}{3}\right)$$

$$e_3(t) = \sqrt{2}E \cos\left(\omega t - \frac{4\pi}{3}\right)$$

Plano complejo

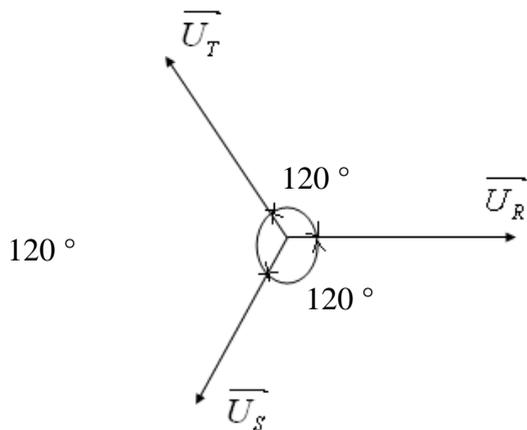
$$\vec{E}_1 = E \angle 0$$

$$\vec{E}_2 = E \angle -\frac{2\pi}{3}$$

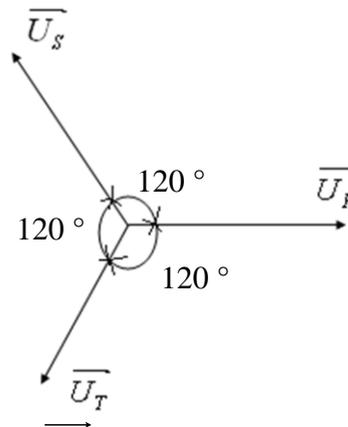
$$\vec{E}_3 = E \angle -\frac{4\pi}{3} = E \angle +\frac{2\pi}{3}$$

1.6.2 SECUENCIA DE FASES

En la figura 1.13 se muestra la secuencia de fases de la generación del sistema trifásico equilibrado. Es importante ya que esta secuencia determina el grupo de conexión de los transformadores, los métodos de medida de potencia y el sentido de giro de los motores de inducción.



$$\begin{aligned} \vec{U}_R &= U \angle 0^\circ \\ \vec{U}_S &= U \angle -120^\circ \\ \vec{U}_T &= U \angle 120^\circ \end{aligned} \quad (1.18)$$



$$\begin{aligned} \vec{U}_R &= U \angle 0^\circ \\ \vec{U}_S &= U \angle 120^\circ \\ \vec{U}_T &= U \angle -120^\circ \end{aligned} \quad (1.19)$$

Secuencia directa

Secuencia inversa

FIGURA 1.13. DIAGRAMAS FASORIALES DE LA SECUENCIA DE FASES

1.6.3 CONEXIONES BASICAS

Existen 2 principales tipos de conexiones para los sistemas trifásicos: Conexión en delta y conexión en estrella. Solo me enfocare en la conexión en estrella, ya que tanto nuestra fuente, que es el generador, como las cargas se encuentran en dicha conexión.

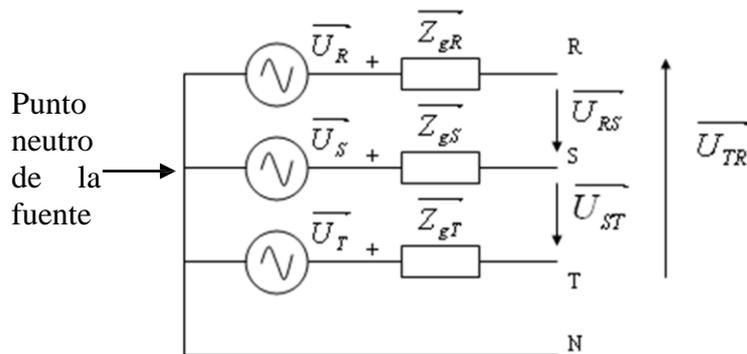


FIGURA 1.14. FUENTES EN CONEXIÓN ESTRELLA

Condiciones para que la fuente trifásica sea equilibrada

$$\vec{Z}_{gR} = \vec{Z}_{gS} = \vec{Z}_{gT}$$

$$|\vec{U}_R| = |\vec{U}_S| = |\vec{U}_T|$$

$$\vec{U}_R + \vec{U}_S + \vec{U}_T = 0$$

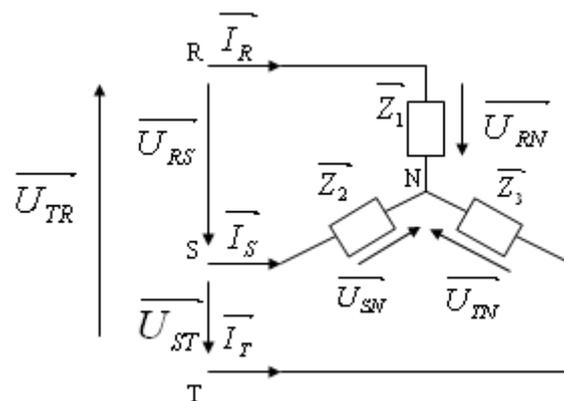


FIGURA 1.15. CARGAS EN CONEXIÓN ESTRELLA

La tensión simple o de fase es la diferencia potencial que existe en cada una de las ramas monofásicas de un sistema trifásico.

La tensión de línea o compuesta es la diferencia de potencial que existe entre dos conductores de línea o entre dos terminales de fase.

Intensidad de fase es la que circula por cada una de las ramas monofásicas de un sistema trifásico.

Intensidad de línea es la que circula por cada uno de los conductores de línea.

La intensidad de fase y de línea coinciden en un sistema conectado en estrella.

Condiciones para que la carga trifásica sea equilibrada:

$$\vec{Z}_1 = \vec{Z}_2 = \vec{Z}_3$$

1.6.4 CORRIENTES DE LÍNEA Y DE FASE

Como mencione anteriormente, las corrientes de fase y de línea coinciden, independientemente de la secuencia de fases del sistema.

$$I_R = I_S = I_T$$

1.6.5 TENSIONES DE FASES

De la formula obtenemos las tensiones de fases:

$$\vec{U}_{RN}, \vec{U}_{SN}, \vec{U}_{TN}$$

$$\vec{U}_{RN} = U \angle 0^\circ$$

$$\vec{U}_{SN} = U \angle -120^\circ$$

$$\vec{U}_{TN} = U \angle 120^\circ$$

1.6.6 TENSIONES DE LÍNEA

$$\vec{U}_{RS}, \vec{U}_{ST}, \vec{U}_{TR}$$

$$\vec{U}_{RS} = \vec{U}_{RN} - \vec{U}_{SN} = E \angle 0^\circ - E \angle -120^\circ = 3U_{RN} \angle +30^\circ$$

$$\vec{U}_{ST} = \vec{U}_{SN} - \vec{U}_{TN} = E \angle -120^\circ - E \angle +120^\circ = \sqrt{3}U_{SN} \angle +30^\circ \quad (1.24)$$

$$\vec{U}_{TR} = \vec{U}_{TN} - \vec{U}_{RN} = E \angle -120^\circ - E \angle 0^\circ = \sqrt{3}U_{TN} \angle +30^\circ$$

$$\vec{U}_L = \sqrt{3}E$$

La tensión de línea adelanta 30 ° respecto a la de fase.

CAPITULO II

“PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA”

Se solicita por parte del hospital general de Tonalá Chiapas implementar un sistema que suministre corriente alterna para alimentar y soportar sus cargas resistivas, inductivas y capacitivas. Debido a los constantes cortes de energía que se les ha presentado últimamente. Dicho sistema se utilizara solo para emergencia. Que sea capaz de manejarse manual y automáticamente. Dicho sistema quedaría en el area de mantenimiento. El sistema deberá soportar todas las cargas de sus instalaciones del hospital, además de tener un bajo nivel de ruido, menor contaminación y ser más económico.

Se realiza un levantamiento técnico en sitio, para saber lo que se tiene y así poder darle una solución a dicho problema.

2.1 LEVANTAMIENTO

2.1.1 SELECCIÓN DEL EQUIPO

Se revisa con que tipo de alimentación y cargas cuentan. El hospital cuenta con una alimentación trifásica y cargas trifásicas, a 220 VCA y una frecuencia de 60 Hz; por lo que la planta de emergencia será trifásica. Existe suficiente espacio en el área de mantenimiento, cuenta con suficiente ventilación.

Se procede a verificar cargas que se respaldaran con la planta de emergencia, con el fin de dimensionar la planta de emergencia indicada para su aplicación. Se realizaron las mediciones de cargas del colegio, con la ayuda de un amperímetro de gancho. Se medirán las cargas en cada línea, primero las cargas sin motores y posteriormente con motores (KW de arranque). Se sumaran y se obtendrá el valor de la planta de emergencia. Cabe mencionar que se cuentan con cargas resistivas (luminarias), inductivas (motores para bombas) y capacitivas (UPS).

Por otra parte, cuando se tienen las plantas de emergencia trabajando bajo condiciones de operación diferentes a las especificadas en las placas de datos del mismo, como es el factor de potencia, altura de operación sobre el nivel del mar, temperatura ambiente, se tiene que realizar algunas correcciones en los cálculos de la potencia ya que esta se ve afectada por los factores antes descritos, para no incurrir en errores y por lo mismo no afectar la vida útil del equipo.

Se debe tener especial atención en la combinación de cargas con las que cuenta la instalación ya que esto modifica el factor de potencia de operación de la carga y se modifica automáticamente la corriente a suministrar por el equipo. Tanto la eficiencia del equipo, factor de potencia y altura de operación sobre el nivel del mar

En la actualidad nos encontramos cada vez mas con cargas mas complejas, como son los UPS's, variadores de velocidad, cargadores de baterías, o cualquier equipo que este compuesto por SCR's o tiristores, estos dispositivos debido al disparo de los mismos, generan picos transitorios de voltaje en el generador y generan así mismo un alto contenido de armónicas en el sistema con el consiguiente daño a los componentes electrónicos del generador, fatigas de los aislamientos del generador y de conductores, calentamientos excesivos del conductor neutro y daños a la carga.

En caso de que a una planta se le tenga que aplicar una carga compuesta por este tipo de equipos, se debe considerar:

Distorsión total armónica de la carga (UPS).

Impedancia del sistema (carga).

Capacidad real en KW y KVA del UPS o de las cargas no lineales. Capacidad de crecimiento a futuro (%).

Capacidad real de los equipos de aire acondicionado o climas de precisión. Capacidad real de los motores (bombas de agua, hidroneumáticos. calentadores). Máxima desviación de frecuencia permitida por la carga al ser alimentada por la planta eléctrica.

Máxima desviación de voltaje permitido por la carga al ser alimentada por la planta eléctrica.

En caso de exceder la corriente máxima o el valor de sobrecarga permisible del equipo se puede incurrir en daños como son:

Reducción considerable de la vida útil del motor y generador.

Reducción de la velocidad del motor provocando baja frecuencia del voltaje generado y posible daño al generador, regulador de voltaje y la carga.

Sobrecalentamiento del generador y del motor. Mala operación del equipo.

En la figura 2.1 el transformador que alimentan el tablero general, el cual se respaldara.



FIGURA 2.1. TRANSFORMADOR

El transformador esta en conexión estrella a 220 VCA. El tablero general viene integrado con un interruptor termomagnético general trifásico de 300 Amperes, que se conecta a unas barras de cobre, las cuales alimentan a 10 interruptores termomagnético de distintas capacidades para alimentar sus cargas; es decir, este tablero general tiene su distribución de cargas integrado. Ver figura 2.2.

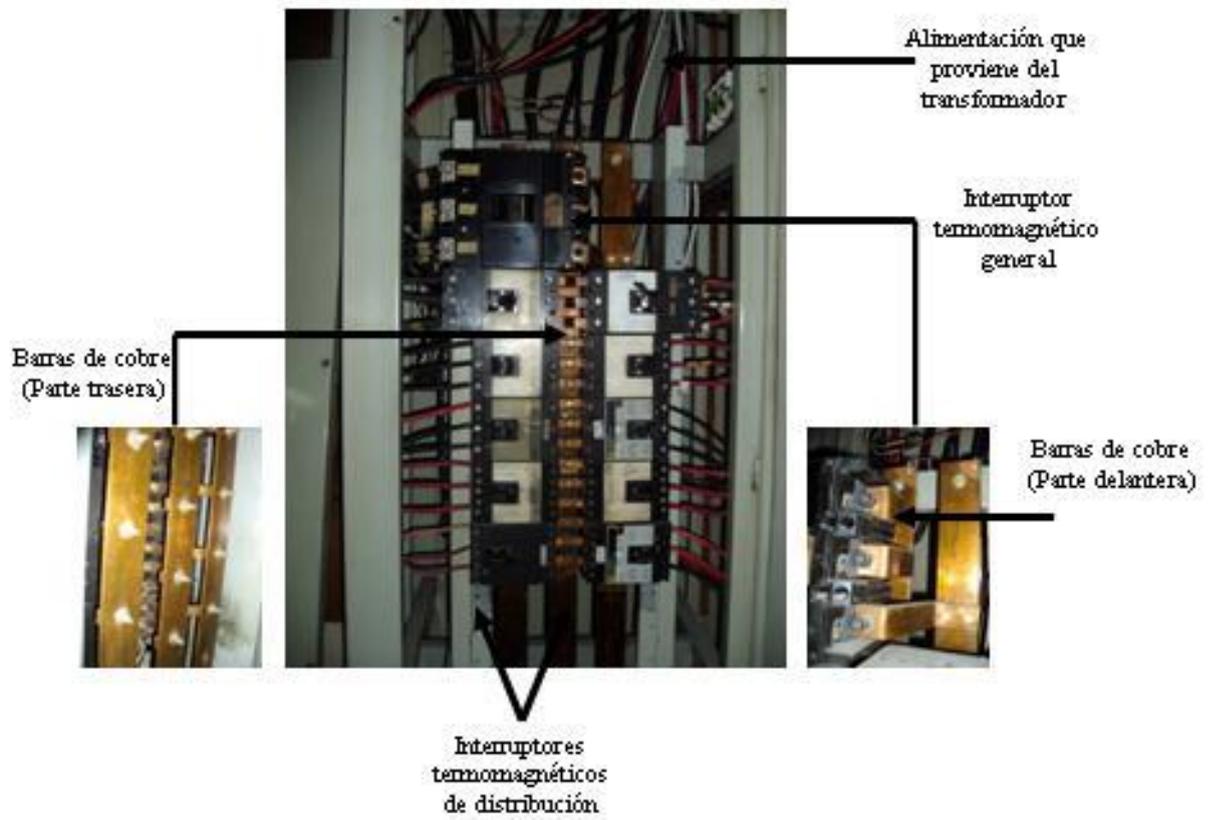


FIGURA 2.2. TABLERO GENERAL CON DISTRIBUCION DE CARGAS

La apropiada instalación de la planta de emergencia será crucial para el buen funcionamiento y rendimiento de la misma. Se deben de cumplir con todas las normas, códigos y reglas de toda instalación de equipos generadores de luz. A continuación mencionare algunas y las más importantes en este sistema:

NFPA (Asociación de Protección Nacional contra Incendios)

110 Standard para sistemas de potencia de emergencia

70 NEC (Código Nacional Eléctrico)

- Generadores
- Sistemas de emergencia
- Conexión de Fuentes de potencia
- Sistema de tierra

37 Instalación y uso de motores estacionarios

UL (Laboratorios Aseguradores)

2200 Motor-Generador estacionario

1008 Tableros de transferencia automáticos

142 Almacenamiento de gas liquido

Todas deben cumplirse al 100 % para mayor seguridad y eficiencia del equipo. Los factores más importantes para la instalación de la planta de emergencia de CA son: Ubicación del equipo, sistema de combustible y conexión eléctrica del equipo (instalación eléctrica).

2.1.2 UBICACIÓN DEL EQUIPO

La planta fue diseñada para instalarse a la intemperie; viene integrada con una caseta semiacustica, que aparte de que atenúa el sonido que genera la planta, también la protege contra el medio ambiente.

La planta de emergencia deberá colocarse en un lugar con buena ventilación, permitiendo la entrada de aire fresco y la salida de aire caliente. Por lo tanto es primordial que la instalación de la planta este bien diseñada para el correcto desalojo de aire caliente producto del enfriamiento de la maquina, el aire caliente deberá ser desalojado del cuarto, aprovechando el trabajo que efectúa el motor al pasar el aire a través del radiador y ser expulsado fuera del cuarto, ya que una falla en la descarga del aire caliente puede provocar una recirculación dentro del mismo, ocasionando un incremento paulatino en la temperatura ambiente con lo cual se originaria un sobrecalentamiento y posible daño a la maquina. Se deberá proveer una entrada de aire frío lo suficientemente grande para suministrar el aire que se requiera para el enfriamiento de la planta, del generador y de la correcta combustión del motor. El aire fresco para el enfriamiento no deberá ser tomado cerca de la salida de aire caliente de enfriamiento para evitar recirculación, así como tampoco estar cerca de la salida de los gases de escape del motor.

En nuestro caso, como mencione anteriormente, se instalara en interior, así que es necesario cumplir con ciertas especificaciones, tales como, se debe considerar un área considerable alrededor del equipo para efectuar los servicios de mantenimiento y para efectos de flujo de aire; ya sea instalar un ducto o un sistema de escape para la salida de los gases al exterior en caso necesario. Los gases de escape del motor contienen monóxido de carbono, un gas que puede ser mortal. Este peligroso gas, si se respira en suficiente concentración puede causar la pérdida de conocimiento o hasta la muerte. El sistema de escape debe instalarse correctamente, en estricto cumplimiento con los códigos y normas aplicables.

La planta debe colocarse sobre una buena superficie plana metálica o de concreto perfectamente nivelada y diseñada de acuerdo al peso y tamaño del equipo, así mismo, del tipo de terreno del que se trate. La importancia de tener una base de cimentación robusta y bien fabricada es soportar el peso del equipo y evitar que exista vibración innecesaria en la planta. La profundidad de la base deberá estar en función del tipo de subsuelo de que se trate, en este caso no hay ningún problema, ya que existe concreto.

La vibración de la maquina se puede reducir considerablemente, si en el montaje se emplean elementos antivibradores o amortiguadores de vibración entre base de cimentación y base de la planta. Los amortiguadores son normalmente empleados para reducir la transmisión de vibración originada por el movimiento relativo entra la planta y la rigidez de la base.

Por último es muy recomendable instalar el generador tan cerca como sea posible del suministro de combustible, para reducir la longitud de las tuberías y así el costo sea menor. Al igual que la planta quede tan cerca como sea posible del tablero de transferencia para reducir costos. Los tableros si se encuentran cerca. Las instalaciones no cuentan con tanque de gas, así que se instalara uno, el problema será que quedara hasta la azotea de las instalaciones, en donde el costo de la instalación se incrementara, pero será necesaria y obligatoria por norma.

2.1.3 INSTALACION ELECTRICA

Para el buen funcionamiento y seguridad de la planta, también se requiere de una buena instalación eléctrica, cumpliendo con las normas, códigos y reglas estándares mencionadas anteriormente. La instalación es muy sencilla, se requiere que cuente con un tablero general, en el cual llega la acometida de CFE, y un tablero de distribución, el cual será la alimentación de carga protegida por la planta de emergencia; en caso de no contar con alguno de los dos, es necesario instalarlos forzosamente

Uno de los puntos más importantes y críticos de una instalación eléctrica, es el correcto aterrizaje del sistema o la correcta interconexión entre los neutros de la red comercial (transformador de la subestación), planta de emergencia y sistema de cargas. Una correcta instalación del sistema de tierras, protege el equipo contra descargas atmosféricas, cargas estáticas generadas en la planta por efecto del rozamiento y así mismo protege el sistema cuando las cargas se encuentran desbalanceadas y las corrientes en el neutro pueden ocasionar problemas en el generador y la carga, y por las corrientes parasitas generadas en los laminados del generador.

El sistema de tierra física comúnmente empleado es una varilla de cobre enterrada en un lugar en donde se ha preparado con soluciones salinas para una correcta conducción de la corriente hacia la tierra. El conductor utilizado por lo regular es un cable desnudo, se

utiliza dos calibres menores al calibre utilizado para el cable de fuerza. En nuestro caso, la tierra física ya existe, solo es cuestión de conectarnos a ella.

2.2.1.1 ROTOR

El rotor está relacionado con la velocidad del generador, la cual es directamente proporcional a la frecuencia. La potencia máxima que un generador puede manejar depende del volumen del rotor. Para una potencia de salida dada, podrá elegir entre un gran generador de baja velocidad, o un generador más pequeño de alta velocidad, dependiendo también de los polos que contenga dicho rotor. El generador cuenta con un rotor de 2 polos (figura 2.4)

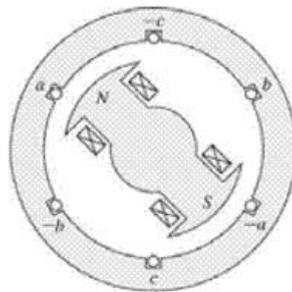


FIGURA 2.4. GENERADOR CON ROTOR DE 2 POLOS

Las plantas de emergencia operan bajo el principio de que la velocidad síncrona del generador de corriente alterna está determinada por la frecuencia de CA suministrada y el número de polos en el rotor, de acuerdo con la relación de la siguiente ecuación:

$$f = \frac{(No. Polos)(RPM)}{120} \quad (2.1)$$

Podemos determinar la velocidad a la cual deberá girar el motor de combustión interna para entregar una frecuencia de 60 Hz. Por lo tanto conociendo la frecuencia, la cual deberá ser constante y el número de polos del rotor, se despeja RPM de la ecuación 2.1, obteniéndose:

$$f = 60Hz. \quad No. de polos = 2$$

$$RPM = \frac{(120)(f)}{No. Polos} \quad (2.2)$$

$$RPM = \frac{(120)(60)}{2} = 3600$$

2.2.1.2 ESTATOR

El estator está diseñado con salidas individuales de los devanados separados de las fases que pueden reconectarse a configuraciones Y o Delta. A este se le conoce a menudo como estator reconectable de 6 puntas, tiene 6 devanados separados (12 terminales). Estos son fabricados principalmente por flexibilidad y eficiencia de manufactura. Figura 2.5.

Los 3 tipos de configuraciones reconectables con los que cuenta el generador son:

- Alta “Y” estrella (3 fases)
- Baja “Y” estrella (3 fases)
- Delta (1 o 3 fases)

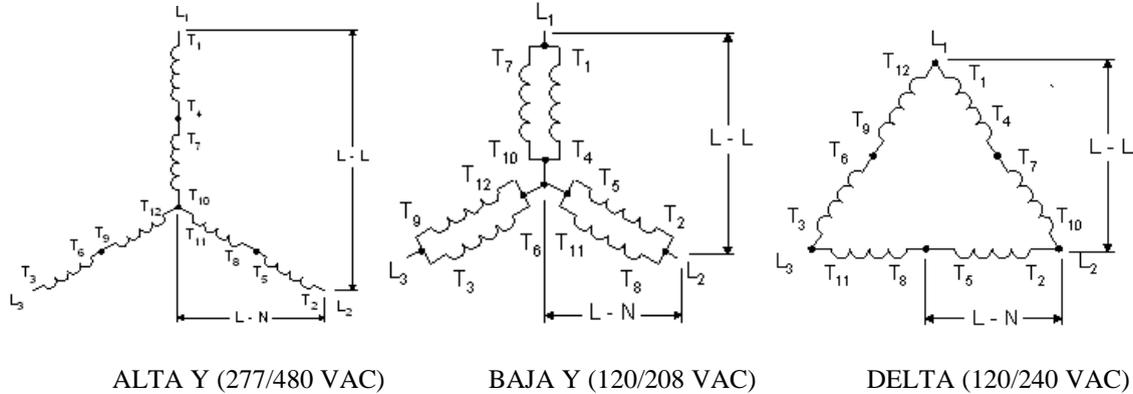


FIGURA 2.5. CONFIGURACIONES DEL ESTATOR

Nuestro equipo cuenta con la conexión Baja Y estrella trifásica, como se muestra en la figura 2.6.

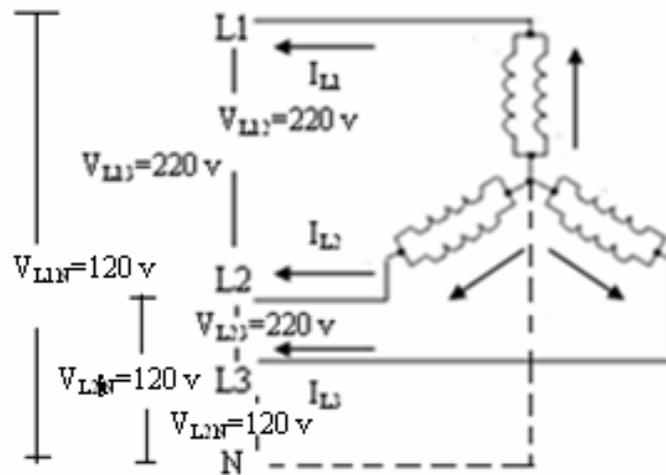


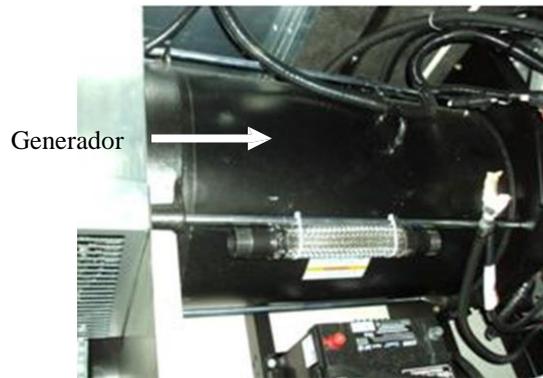
FIGURA 2.6. CONEXIÓN DEL ESTATOR

$$I_{L1} = I_{L2} = I_{L3}$$

$$V_{L1} + V_{L2} + V_{L3} = 0 \quad \text{Sistema balanceado}$$

Las características del generador son:

Generador del tipo síncrono, con aislamiento del rotor y estator del tipo H, con una distorsión total armónica menor al 5 %, trifásico (3 fases y 1 neutro), con conexión en estrella (Y) configurable, autoexcitado. El generador se acopla al motor a través de discos flexibles y tiene una capacidad de 80 KW. Figura 2.7.



Autoexcitación configurable

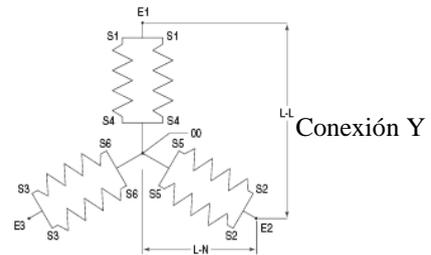


FIGURA 2.7. GENERADOR DE PLANTA DE 75 KW

En la figura 2.8 se despliega la estructura del generador, que es el estator, rotor, excitación y acoplamiento.

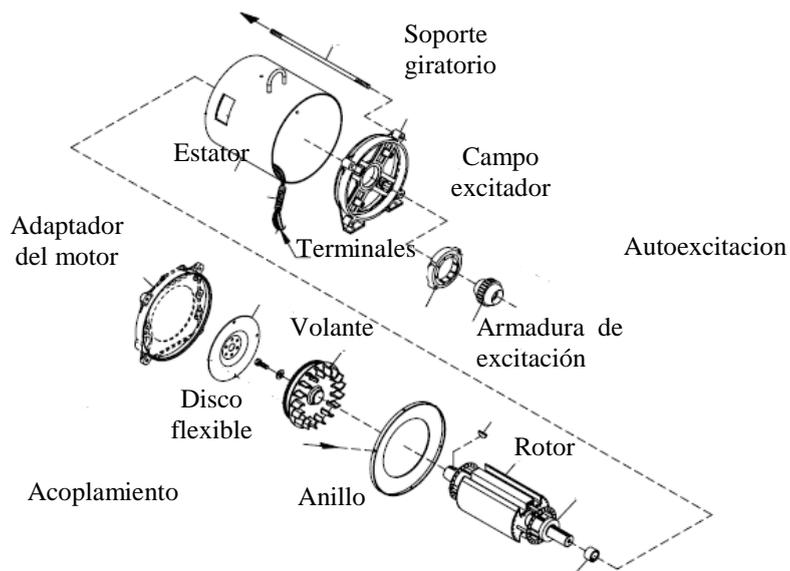


FIGURA 2.8. ESTRUCTURA DEL GENERADOR

2.2.1.2. EXCITACION

Los generadores están equipados con un sistema de excitación, el cual es la alimentación para el regulador de voltaje automático. Existen 3 principales: excitación directa (con escobillas), autoexcitación (sin escobillas) y excitación con imán permanente (excitación separada).

2.2.1.2.1 AUTOEXCITACIÓN(SIN ESCOBILLAS)

El sistema de excitación de un generador autoexcitado energiza al regulador de voltaje automático, derivando potencia de la salida del generador (DPE), dicho embobinado se encuentra 90° desfasado y se encuentra dentro del estator. El voltaje del regulador detecta el voltaje y la frecuencia de salida, la compara con los valores de referencia y entonces suministra una salida de CD a los devanados del campo del excitador. El campo del excitador induce una salida de CA en el rotor del excitador el cual está en el eje giratorio del generador impulsado por el motor. La salida del excitador es rectificada por unos diodos rotatorios, que también están en el eje del generador, para suministrar CD al rotor principal (campo de generador).

En la figura 2.9 se muestra el diagrama de dicha excitación:

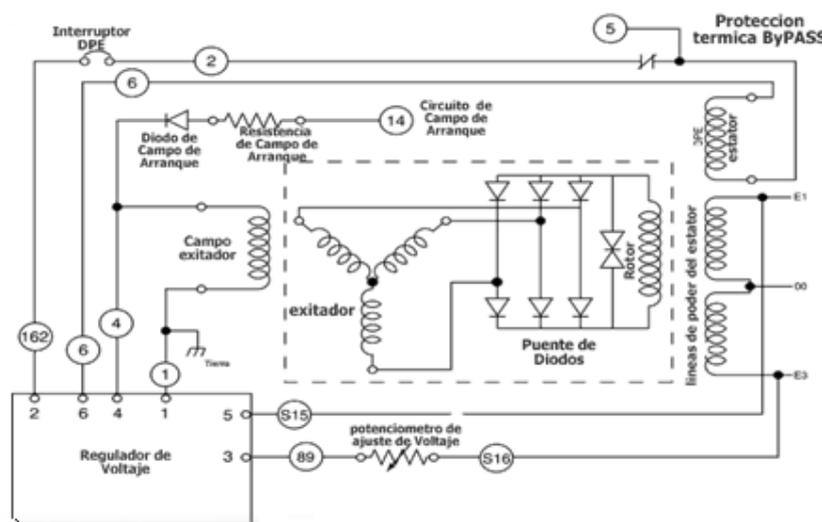


FIGURA 2.9 DIAGRAMA DE UNA GENERADOR AUTOEXCITADO

Las desventajas de un sistema autoexcitado son:

- Podría ser necesario seleccionar un generador más grande para proveer desempeño de arranque de motor aceptable.
- Las maquinas autoexcitables dependen del magnetismo residual o remanente para energizar el campo. Si este no es suficiente será necesario flashear el campo con una fuente de potencia de CD.
- Podría no sostener fallas de corriente lo suficiente para disparar interruptores de circuito más adelante en el circuito.

La ventaja de un sistema autoexcitado sobre un sistema excitado con imán permanente es que el primero esta inherentemente autoprotegido bajo condiciones de corto circuito simétricas porque el campo se colapsa. Debido a esto, no se considera necesario un interruptor de circuito en línea para proteger al generador y a los conductores al primer nivel de distribución, reduciendo así el costo del sistema instalado.

2.2.1.2.2 ECUACIONES DEL GENERADOR

El generador consta de dos circuitos: circuito de campo y circuito de armadura. En la figura 2.10 se muestran:

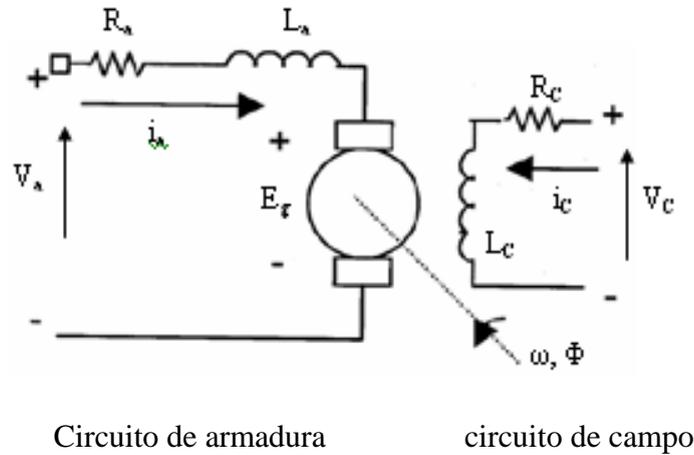


FIGURA 2.10. GENERADOR SIN CARGA

Donde:

V_a = voltaje de armadura

R_a = Resistencia de armadura

L_a = Bobina de armadura

i_a = corriente de armadura

E_g = voltaje inducido

V_c = voltaje de campo

R_c = Resistencia de campo

L_c = Bobina de campo

i_c = corriente de campo

ω = velocidad

Φ = flujo

2.2.1.2.3 GENERADOR SIN CARGA

Ecuaciones en el dominio del tiempo:

$$V_c = R_c i_c + L_c \frac{di_c}{dt} \quad (2.3)$$

$$V_a = R_a i_a + L_a \frac{di_a}{dt} + E_g \quad (2.4)$$

Debido a que no existe carga, no circula ninguna corriente, así que $i_c=0$, por lo tanto:

$$V_a = E_g \quad (2.5)$$

La fem inducida es proporcional a la velocidad y al flujo magnético.

$$fem = E_g = K_g \Phi \omega \quad (2.6)$$

Donde:

$K_g = \text{cte. del generador}$

$\omega = \text{velocidad}$

$\Phi = \text{flujo}$

$E_g = K_g \omega$ si Φ es cte.

$E_g = K_g \Phi$ si ω es cte.

$\Phi \rightarrow \Phi(i)$ esta en funcion de la corriente

Ecuaciones en el dominio de la frecuencia

Para el dominio de la frecuencia tenemos que 2.3 y 2.4 por la Transformada de Laplace:

$$V_c(S) = R_c I_c(S) + L_c S I_c(S) \quad (2.7)$$

$$V_a(S) = E_g \quad (2.8)$$

Para obtener la función de transferencia $\frac{V_a(S)}{V_c(S)}$ se tiene que:

$$I_c(S) = \frac{V_c(S)}{R_c + L_c S} \quad (2.9)$$

Consideramos que $E_g = K_g I_c$

$$\frac{V_a(S)}{V_c(S)} = \frac{K_g}{R_c + L_c S} = \frac{K_g / R_c}{1 + \frac{L_c}{R_c} S} = \frac{K_1}{1 + T S} \quad (2.10)$$

$$\frac{V_a(S)}{V_c(S)} = \frac{K_g}{R_c + L_c S} = \frac{K_g / L_c}{\frac{R_c}{L_c} + S} = \frac{K_2}{S + \rho} \quad (2.11)$$

Donde:

$$K_1 = \frac{K_g}{R_c}$$

$$\frac{K_g}{L_c}$$

$$K_2 = Lc$$

$$T = \frac{Lc}{Rc} = \text{cte. de tiempo}$$

$$\rho = \frac{Rc}{Lc} = \frac{1}{T}$$

2.2.1.2.4 GENERADOR CON CARGA

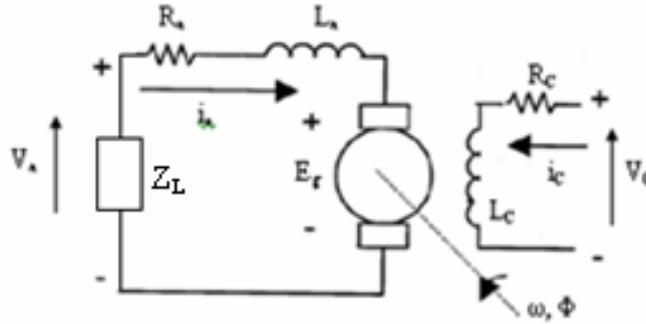


FIGURA 2.11. GENERADOR CON CARGA

Ecuaciones en el dominio del tiempo:

$$V_c = R_c i_c + L_c \frac{di_c}{dt} \quad (2.12)$$

$$V_a = R_a i_a + L_a \frac{di_a}{dt} + Z_L i_a + E_g \quad (2.13)$$

Para el dominio de la frecuencia tenemos que 2.9 y 2.10 por la Transformada de Laplace:

$$V_c(S) = R_c I_c(S) + L_c S I_c(S) \quad (2.14)$$

$$V_a(S) = R_a I_a(S) + L_a S I_a(S) + Z_L I_a(S) + E_g \quad (2.15)$$

Para obtener la función de transferencia $\frac{V_a(S)}{V_c(S)}$ se tiene que:

$$\frac{V_a(S)}{V_c(S)} = \frac{K_g Z_L}{(R_c + L_c S)(R_a + L_a S + Z_L)} = \frac{K_g (R_{c \text{ arg } a} + L_{c \text{ arg } a} S)}{(1 + \frac{L_c}{R_c} S)(1 + \frac{L_{eq}}{R_{eq}} S)} \quad (2.16)$$

Donde:

$$Z_L = R_{c \text{ arg } a} + L_{c \text{ arg } a} S$$

$$R_{eq} = R_a + R_{c \text{ arg } a}$$

$$L_{eq} = L_a + L_{c \text{ arg } a}$$

2.2.1.3 MOTOR



FIGURA 2.12. MOTOR DE PLANTA DE EMERGENCIA DE 75 KW DE 8 CILINDROS

En la figura 2.13 se muestra la estructura del motor, y se muestra sus filtros de aire y aceite, llenado de aceite, varilla para la medición del aceite, carter, bobinas de ignición y bujías.

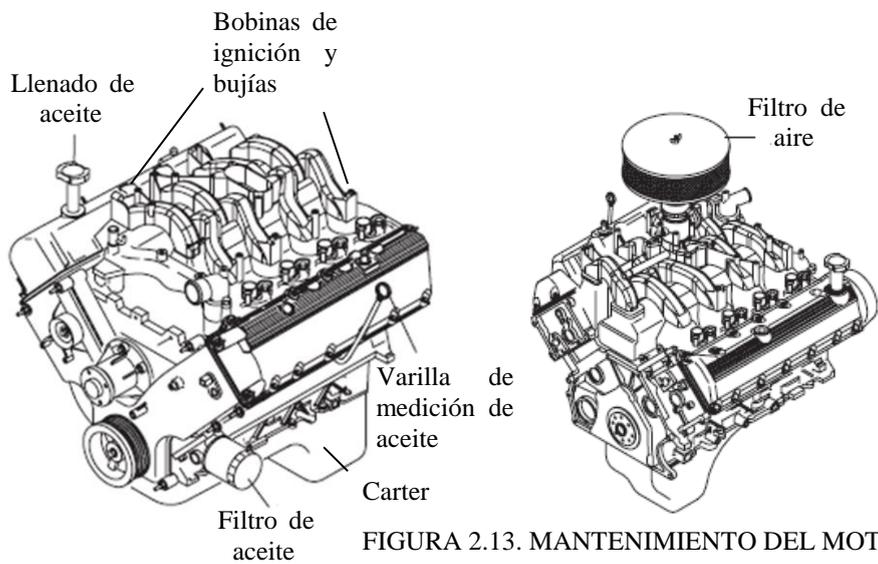


FIGURA 2.13. MANTENIMIENTO DEL MOTO

2.2.1.4 SISTEMAS PRINCIPALES DEL MOTOR DE COMBUSTION INTERNA

2.2.1.4.1 CARBURADOR

El carburador es el dispositivo que hace la mezcla de aire-combustible en los motores a gas. A fin de que el motor funcione más económicamente y obtenga la mayor potencia de salida, es importante que el combustible utilizado esté mezclado con el aire en las proporciones óptimas.

El carburador posee una división donde el combustible y el aire son mezclados y otra porción donde el combustible es almacenado. Estas partes están divididas pero están conectadas por la tobera principal. La relación de aire-combustible es determinante para el funcionamiento del motor. La clave es que el aire debe ser frío para que este rendimiento se haga. En la carrera de admisión del motor, el pistón baja dentro del cilindro y la presión interior del cilindro disminuye, aspirando aire desde el purificador (filtro), carburador y colector de admisión, fluyendo hasta el cilindro. Cuando este aire pasa a través de la porción angosta del carburador, la velocidad se eleva, y aspira el combustible desde la tobera principal. Este combustible aspirado es soplado y esparcido por el flujo de aire y es mezclado con el aire.

Esta mezcla aire-combustible es luego aspirada dentro del cilindro. La cantidad de aire es controlada por la flecha de un gobernador, determinándose así la cantidad de mezcla aire-combustible aspirado.

2.2.1.5. ACCESORIOS DEL CARBURADOR

2.2.1.5.1 AHOGADOR

El ahogador, también conocido como válvula de aire, cebador o arrancador, es un dispositivo que por diversos mecanismos incrementa la riqueza de la mezcla para que el motor arranque correctamente y tenga un funcionamiento suave mientras no haya alcanzado la temperatura de trabajo. El dispositivo consiste en una mariposa o guillotina que cubre de forma total o parcial la boca del carburador. Sin embargo, reciben distintos nombres en función de la naturaleza del mecanismo que activa el dispositivo. Existen tres tipos de ahogadores: manual, térmico y eléctrico.

2.2.1.5.2 AHOGADOR ELÉCTRICO.- Es el sistema más avanzado que usan los carburadores. Consiste en un sensor eléctrico de temperatura que permite consultar la temperatura del refrigerante. En lugar del bombo tenemos un electroimán que mantiene cerrado el ahogador mientras el sensor no alcance la temperatura indicada (las plantas de emergencia cuentan con este tipo de ahogador, el cual es controlado por solenoides).

2.2.1.5.3 GOBERNADOR

Es el encargado de mantener una frecuencia constante al variar la carga aplicada al motor; esto lo logra por medio de un dispositivo mecánico o electrónico conectado al solenoide (ahogador) del carburador, controlando la posición de dicho ahogador para mantener la frecuencia. El gobernador puede ser mecánico o electrónico.

2.2.1.5.4 GOBERNADOR ELECTRÓNICO.- Los gobernadores electrónicos se usan en aplicaciones donde se especifica equipo de sincronización y paralelismo activos. Las RPM del motor son generalmente detectadas por un sensor electromagnético y la alimentación del motor se controla por solenoides impulsados por circuitos electrónicos. Estos circuitos, ya sea auto-contenidos o como parte de un control de generador por microprocesador, utilizan sofisticados algoritmos para mantener el control de la velocidad precisa, y por lo tanto la frecuencia.

Los gobernadores electrónicos permiten que los motores-generadores se recuperen más rápidamente de los pasos de carga transición que los gobernadores mecánicos. Los gobernadores electrónicos se deben usar siempre que las cargas incluyan equipos UPS. En la figura 2.14 se muestra el despiece del gobernador electrónico de nuestro equipo.

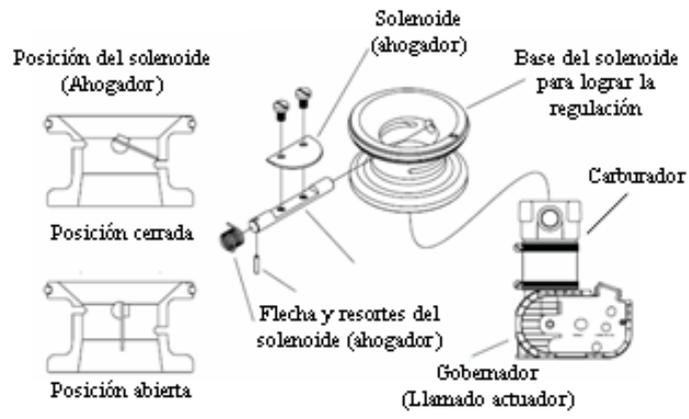


FIGURA 2.14. GOBERNADOR ELECTRONICO

Los motores modernos solo están disponibles con sistemas de gobernación electrónica. La demanda o los requerimientos de la ley para lograr más alta eficiencia de combustible, bajas emisiones y otras ventajas requieren el control preciso ofrecido por estos sistemas. Nuestra planta de emergencia cuenta con este sistema de gobernación.

El equipo tiene un gobernador electrónico (figura 2.15). Sus funciones son preestablecidas en fábrica, aunque se pueden realizar algunos ajustes a través del Genlink. Su función es mantener la frecuencia de 60 Hz. La tarjeta de control H-100 envía las señales a la tarjeta controladora de gobernador, y esta amplifica dichas señales para enviarlas al gobernador, el cual es un motor a pasos, para mantener la regulación del paso del combustible al carburador al sufrir cambios en la carga y así mantener la frecuencia constante. Esto se logra con un solenoide que se encuentra dentro del carburador.

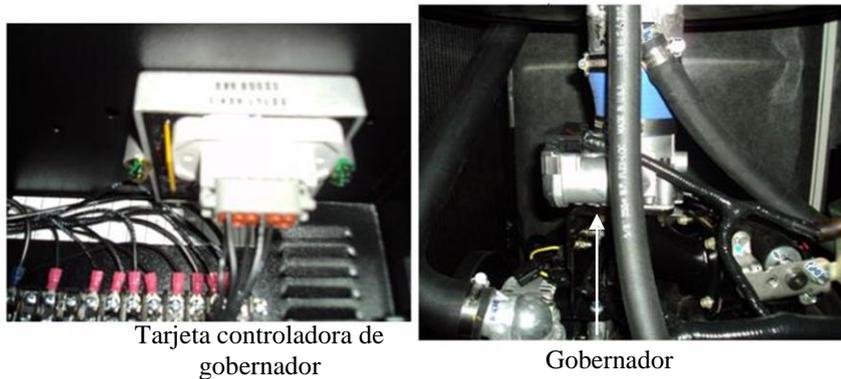


FIGURA 2.15. GOBERNADOR ELECTRONICO

2.2.1.5.5 SISTEMA DE ENFRIAMIENTO

La temperatura es un parámetro que afecta de manera importante el funcionamiento de los motores de combustión interna. En algunas partes del motor se tienen temperaturas mayores de 1000 °C (cámara de combustión), en algunos casos los gases de escape salen a 550 °C. En un motor más de la tercera parte de energía que se le suministra a través del combustible se pierde en forma de calor. El sistema de enfriamiento es el que se encarga de que los diferentes componentes del motor se mantengan en temperaturas seguras y así evitar que el motor sufra desgastes prematuros o daños importantes y lograr con ello su máximo rendimiento. Algunas partes del motor que se deben enfriar constantemente son:

- Cámara de combustión
- Parte alta del cilindro
- Cabeza del pistón
- Válvulas de escape y de admisión
- Cilindro

Los sistemas de enfriamiento modernos están diseñados para mantener una temperatura homogénea entre 82 y 113 °C. Un sistema que no cumpla los requisitos que se exigen puede producir: un desgaste prematuro de partes por sobrecalentamiento, en especial en el pistón con la pared del cilindro; preignición y detonación; daño a componentes del motor o accesorios (radiador, bomba de agua, cabeza del motor, monobloque, bielas, cilindros); corrosión de partes internas del motor, entrada de refrigerante a las cámaras de combustión; fugas de refrigerante contaminando el aceite lubricante; evaporación del

lubricante; formación de películas indeseables sobre elementos que transfieren calor como los ductos del radiador; sobreconsumo de combustible y formación de lodos por baja o alta temperatura en el aceite lubricante.

Es por todo esto importante conocer cómo trabaja el sistema de enfriamiento, las características que debe tener un buen refrigerante o “anticongelante” y las acciones que pueden afectar de manera negativa al enfriamiento del motor.

Los objetivos principales del sistema de enfriamiento es: reducir la temperatura dentro de rangos seguros de operación para los diferentes componentes, tanto exteriores como interiores del motor; disminuir el desgaste de las partes; reducir el calentamiento de los elementos de la máquina que se mueven unos con respecto a otros y mantener una temperatura óptima para obtener el mejor desempeño del motor. Para cumplir con estos objetivos el sistema cuenta con un refrigerante, que es la sustancia encargada de transferir el calor hacia el aire del medio ambiente.

Los sistemas de enfriamiento se clasifican generalmente de acuerdo al tipo de elemento utilizado para enfriar el motor. En algunos casos es un líquido y en otros es aire. Ambos elementos presentan características muy particulares. En sistemas que manejan aire como elemento refrigerante, se requieren grandes cantidades de este elemento para enfriar al motor, por lo cual su uso está restringido a motores pequeños o en condiciones muy específicas. Generalmente el aire es llevado al exterior del cilindro el cual cuenta con una serie de aletas para mejorar la transferencia de calor, en otras ocasiones el aire es utilizado además para enfriar un radiador por el cual circula el aceite lubricante y es éste el que realmente enfría al motor.

Estos sistemas son muy confiables ya que no presentan fugas de la sustancia refrigerante pero no son tan eficientes como los que utilizan una sustancia líquida, además de que proporcionan un mejor control de la temperatura en los cilindros y la cámara de combustión.

2.2.1.5.6 SISTEMA DE ENFRIAMIENTO POR LÍQUIDO

Una banda acoplada a la polea del cigüeñal mueve la polea de la bomba de agua, ésta provoca el movimiento del líquido refrigerante del motor hacia el radiador, en él se hace pasar una corriente de aire movida por el ventilador hacia el líquido refrigerante, lo que le permite bajar su temperatura y, a través de unas mangueras, este líquido retorna hacia el motor para volver a iniciar el ciclo. El líquido que entra al motor transfiere parte del calor generado en la cámara de combustión removiéndolo de la parte superior del cilindro, de las válvulas de admisión y de escape, y del mismo cilindro a través de las camisas que lo envuelven y que forman parte del monobloque. Este líquido caliente es impulsado por la bomba de agua y enviado hacia el radiador pasando por el termostato concluyendo así el ciclo.

Cuando el motor está por debajo de la temperatura de operación, el termostato bloquea el flujo de agua hacia el radiador, circulando éste solamente por las camisas de agua para elevar la temperatura de manera homogénea hasta un nivel óptimo. En días fríos, el termostato permite apenas la circulación de refrigerante suficiente a través del radiador para eliminar el exceso de calor y mantener una temperatura adecuada en el motor.

2.2.1.5.7 PARTES DEL SISTEMA DE ENFRIAMIENTO POR LÍQUIDO

1. Radiador
2. Tapón de radiador
3. Mangueras
4. Termostato
5. Ventilador
6. Tolla
7. Bomba de agua
8. Poleas y bandas
9. Depósito recuperador (tanque de expansión)
10. Camisas de agua
11. Intercambiador de calor
12. Bulbo de temperatura

En la siguiente figura se muestra el sistema claramente con sus partes identificadas:

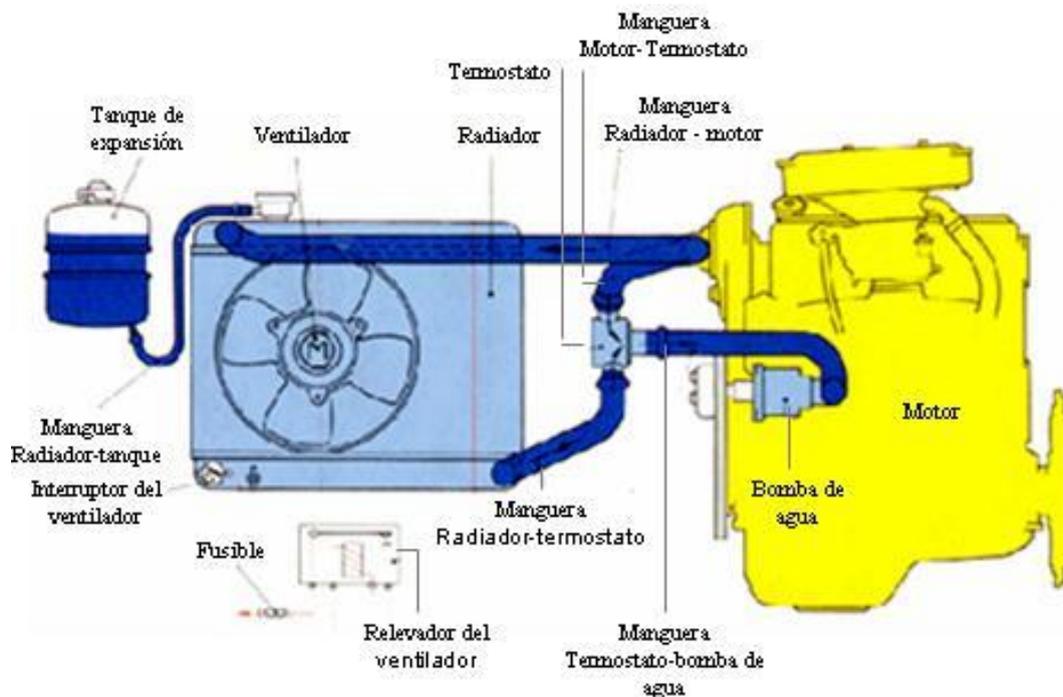


FIGURA 2.16. SISTEMA DE ENFRIAMIENTO POR LIQUIDO

El motor de nuestro equipo cuenta con su sistema de enfriado por líquido (figura 2.17).



FIGURA 2.17. SISTEMA DE ENFRIAMIENTO POR LÍQUIDO PARA EL MOTOR

2.2.1.5.8 SISTEMA DE ARRANQUE

Los motores de combustión interna no producen un par de fuerzas cuando arrancan, lo que implica que debe provocarse el movimiento del cigüeñal para que se pueda iniciar el ciclo. Los motores de las plantas de emergencia utilizan un motor eléctrico, llamado también motor de arranque, conectado al cigüeñal por un embrague automático que se desacopla en cuanto arranca el motor. El sistema de arranque tiene por finalidad dar manivela al cigüeñal del motor para conseguir el primer impulso vivo o primer tiempo de expansión o fuerza que inicie su funcionamiento. El arrancador consume gran cantidad de corriente al transformarla en energía mecánica para dar movimiento al cigüeñal y vencer la enorme resistencia que opone la mezcla al comprimirse en la cámara de combustión.

Una batería completamente cargada puede quedar descargada en pocos minutos al accionar por mucho tiempo el interruptor del sistema de arranque; se calcula que el arrancador tiene un consumo de 400 a 500 amperes de corriente y entonces nos formamos una idea de que una batería puede quedar completamente descargada en poco tiempo, por eso no es recomendable abusar en el accionamiento del interruptor de arranque.

2.2.1.5.9 TIPOS DE MOTOR DE ARRANQUE

Hay dos tipos comunes de motor de arranque: los que llevan solenoide separado y los que lo llevan incorporado.

ARRANCADOR CON SOLENOIDE INTEGRADO.- Cuando se activa la llave hacia la posición de arranque, un cable lleva la corriente de 12 volts hacia el solenoide del motor de arranque, el solenoide tiene un campo magnético, que al ser activado hace 2 cosas, primero, desliza un pequeño engrane llamado Bendix, hacia los dientes del volante, y al mismo tiempo hace un puente de corriente positiva (+) entre el cable que llega al motor de arranque desde la batería y el cable que suministra corriente a los campos del motor de arranque, al suceder esto, el motor de arranque da vueltas rápidas y con la suficiente fuerza para que el engrane pequeño de vueltas a la rueda volante del motor, y así se da inicio al arranque del motor. Ver figura 2.18.

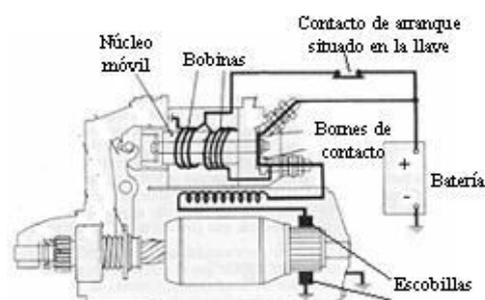


FIGURA 2.18. PARTE ELÉCTRICA DEL MOTOR DE ARRANQUE CON SOLENOIDE INTEGRADO

En la figura anterior se muestra, la parte resaltada en negro, las dos bobinas eléctricas que forman el relevador de arranque. También se ve el bobinado inductor y las escobillas, así como el circuito eléctrico exterior que siempre acompaña al motor de arranque.

Nuestro equipo cuenta con un motor eléctrico con solenoide integrado para el sistema de arranque, el cual fue explicado anteriormente. Aquí, la tarjeta de control de la planta de emergencia envía una señal de voltaje directo a un contactor pequeño, el cual, al recibir dicha señal de control, cierra sus platinos y envía el voltaje al solenoide integrada del motor de arranque y así poder darle marcha al cigüeñal del motor de combustión interna y logarse el encendido del equipo. Figura 2.19.

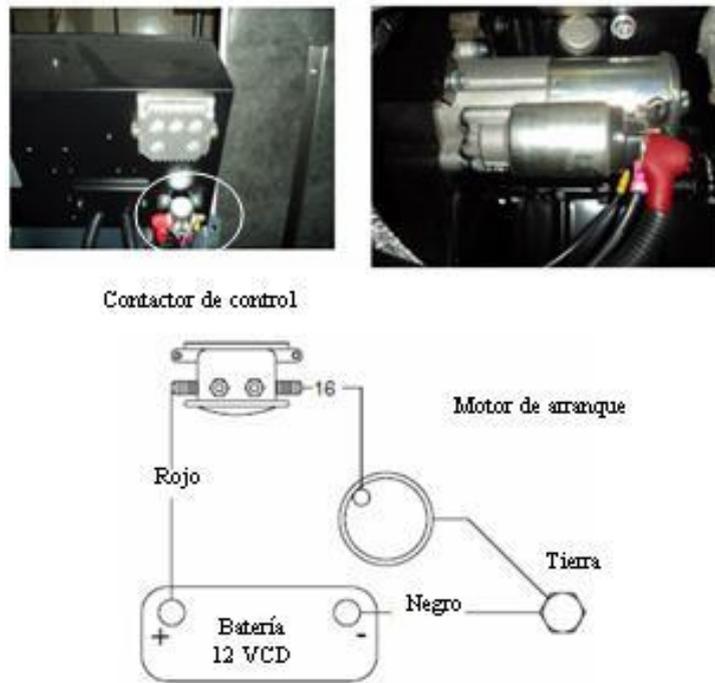


FIGURA 2.19. SISTEMA DE ARRANQUE DEL MOTOR

El motor de arranque se alimenta a 12 V. La batería utilizada debe tener suficiente capacidad en Amperes de Arranque en Frío para suministrar al motor de arranque la corriente necesaria para dar marcha al motor. En la figura 2.20 se muestra la batería empleada en el sistema, la cual es de plomo-ácido, de 12 V y 525 AMP para arranque en frío.



FIGURA 2.20. BATERIA DE 12 V

También se requiere de un cargador de tipo flotante, energizado por la fuente de energía normal para mantener la batería completamente cargada cuando el generador no este funcionando. Se puede usar la siguiente regla general para definir el tamaño de los cargadores auxiliares de batería:

$$\text{amperes de carga de baterias} = \frac{1.2 \times \text{ampere-hora de bateria}}{\text{horas requeridas de carga}} \quad (2.2)$$

La planta de emergencia de 75 KW tiene un alternador (12 V 30 AMP) para cargar la batería cuando la planta esta operando (figura 2.21a) y un cargador estático electrónico (12 V 2 AMP) para cargar la batería cuando el equipo esta apagado (figura 2.21b).



a



b

FIGURA 2.21. CARGADORES DE BATERIA

2.3. OPERACIÓN DE LA PLANTA DE EMERGENCIA

La planta de emergencia puede funcionar tanto en automático como en manual. Tiene un interruptor tipo llave para accionar dicha función. Este interruptor es el que da el arranque inmediatamente (manual) y manda señal de espera a la señal de control para el arranque (automático).

Explicare el funcionamiento en automático, que es la función en la cual se encontrara operando siempre el equipo.

Fallo de red comercial (CFE).- Cuando la planta de emergencia se encuentra en auto, esta lista para el funcionamiento, carga suministrada por la alimentación de la red. Cuando la red falla (ya sea que caiga por debajo del 65 % del valor nominal, se pierda una sola fase o se tenga un alto voltaje), se inicia un tiempo de demora de interrupción de la línea de 10 segundos (opcionalmente programable a través del Genlink. Si aún no hay suministro de la red una vez finalizado el tiempo del cronómetro, la planta se arrancará y pondrá en marcha. Una vez en funcionamiento, se iniciará un cronómetro de calentamiento del motor de 5 segundos programable (opcionalmente programable a través del Genlink. Cuando caduca el cronómetro de calentamiento, el control transferirá la carga a la planta de emergencia.

Si la alimentación de la red se restablece (por arriba del 75 % del valor nominal) en cualquier momento a partir del inicio del arranque del motor hasta que el generador está listo para aceptar una carga (no ha transcurrido el tiempo de calentamiento de 5 segundos), el controlador completará el ciclo de arranque y hará funcionar el generador a través de su ciclo normal de enfriamiento; sin embargo, la carga permanecerá en la alimentación

de la red (no habrá transferencia de carga)

Restablecimiento de red comercial.- El generador está suministrando alimentación a la carga del cliente. Cuando regresa el servicio de la red (por arriba del 75 % del valor nominal), se iniciará un cronómetro de 15 segundos de retorno a la red. Al completarse el periodo indicado por este cronómetro, si la alimentación de la red aún está presente y resulta aceptable, el control transferirá la carga nuevamente a la red y hará funcionar el motor a lo largo de un periodo de enfriamiento de un 1 minuto (opcionalmente programable a través del Genlink y luego se apagará.

Si la red falla durante tres 3 segundos durante este periodo de enfriamiento, el control transferirá la carga nuevamente al generador y continuará en funcionamiento mientras monitoriza el regreso del servicio de la red.

La planta también cuenta con un programado semanal de ejercicio, el cual se programa a través del controlador H-100 o a través del Genlink. La planta arrancara por 15 minutos una vez por semana el día y a la hora programada, esto es con el fin de que el motor se mantenga lubricado, se mantenga cargada la batería y se eliminen problemas de arranque previos. Cabe mencionar que dicho programador puede ser programado para que funcione a menores revoluciones y para que no realice transferencia de carga.

En la figura 2.22 se muestra el diagrama de conexión de los dispositivos de arranque de la planta de emergencia. La batería alimenta al motor de arranque, alternador, contactor de arranque, cargador de batería y controlador. Cuando se arranca la planta, la tarjeta de control envía una señal al contactor de control, el cual cierra sus contactos y alimenta al motor de arranque a través de la batería, dicho motor de arranque impulsa al cigüeñal del motor para que este inicie su movimiento.

Al mismo tiempo se envía una señal al solenoide de combustible, para permitir el paso del gas hacia el carburador, y con la ayuda del gobernador, se controlara dicho paso de combustible (figura 2.22 y 2.23).

En la figura 2.23 se muestra la conexión de los dispositivos del motor (sensores). La tarjeta de ignición, recibe las señales del sensor de posición del árbol de levas y del cigüeñal para así enviar las señales de voltaje a cada una de las bobinas de ignición en el momento preciso, para que éstas a su vez eleven el voltaje que les llega a las bujías que van en cada cilindro y así se produzca la chispa dentro de la cámara de combustión y se produzca el movimiento del motor, que a su vez al estar acoplado al generador, se generará la Corriente Alterna.

En otras palabras, al haber ya combustible y al actuar el árbol de levas del motor, se realiza la mezcla de aire-combustible, y con la chispa de las bujías, se realiza la combustión interna del motor, lográndose un movimiento mecánico del volante del motor y éste, acoplado con la ayuda de unos discos flexibles, se conecta directamente al rotor del generador (figura 2.26), el cual con su sistema de excitación y regulación de voltaje (regulador de voltaje) mostrado en la figura 2.24, se genera energía eléctrica de corriente alterna.

Con la ayuda de un controlador se puede monitorear el voltaje, corriente (figura 2.25), frecuencia, etc. Dicho controlador es el cerebro del equipo, ya que se encarga de enviar, recibir y gestionar todas las señales del motor, lográndose la generación de energía lo más limpia posible.

La automatización del equipo se realiza con la ayuda de un tablero de transferencia (mostrado en la figura 2.27), el cual consta de unos transformadores de sensado, que vienen en una tarjeta llamada fuente, para detectar la pérdida de voltaje de normal (CFE) y también sirvan como fuente de voltaje para alimentar la tarjeta de control de interfase. Dicho sensado se envía a la tarjeta de control H-100 a través de una comunicación de 2 hilos (puerto RS485); esto se logra con la ayuda de un circuito de control (figura 2.26). La tarjeta de control H-100 interpreta que no hay voltaje en normal y envía una señal al tablero de transferencia para que se lleve a cabo la transferencia de carga, claro con sus respectivos tiempos de retardo para proteger el equipo.

En las siguientes figuras se muestran los diagramas electrónicos de la planta de emergencia y tablero de emergencia.

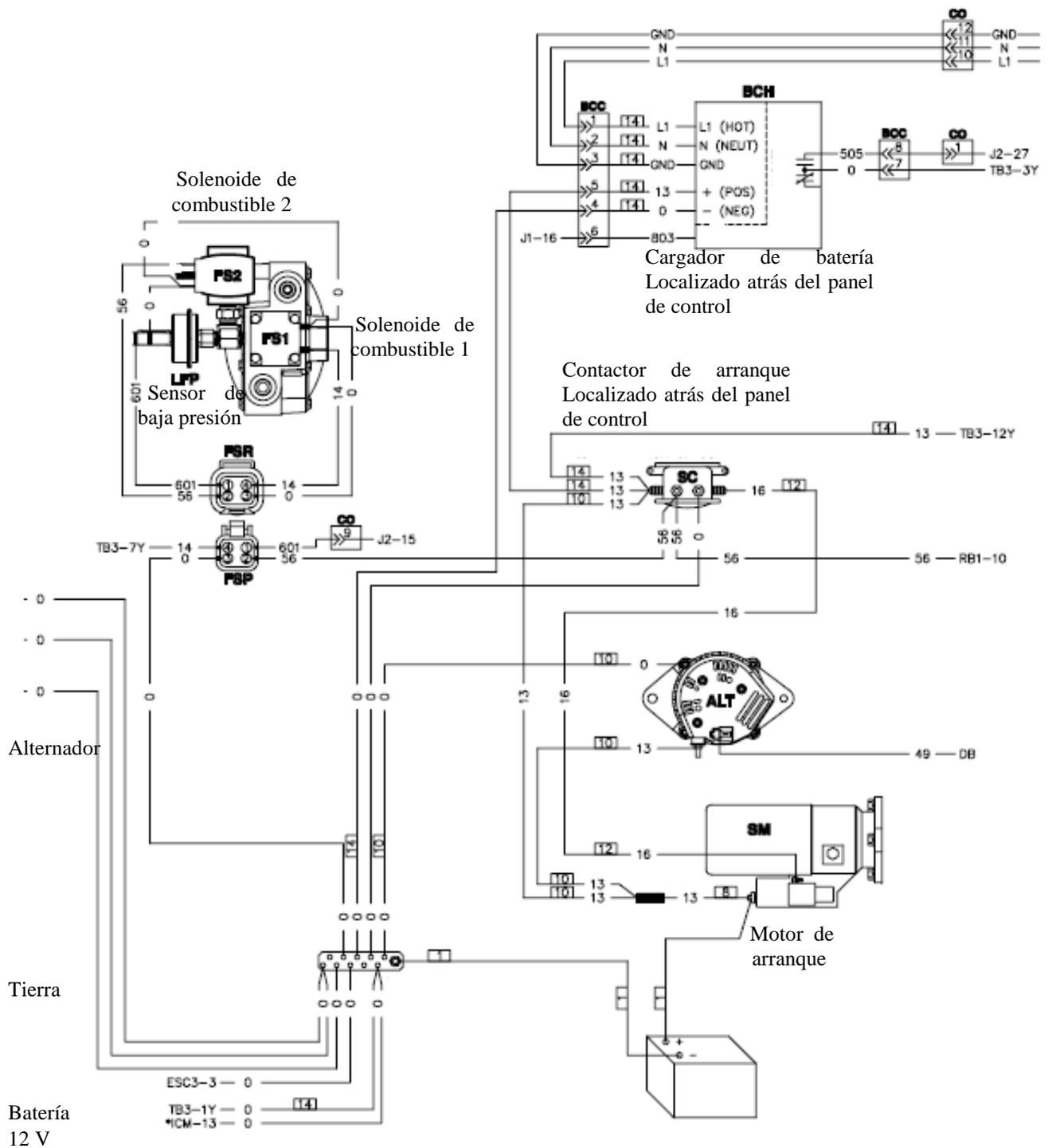


FIGURA 2.22. DIAGRAMA DEL SISTEMA DE ARRANQUE DE LA PLANTA

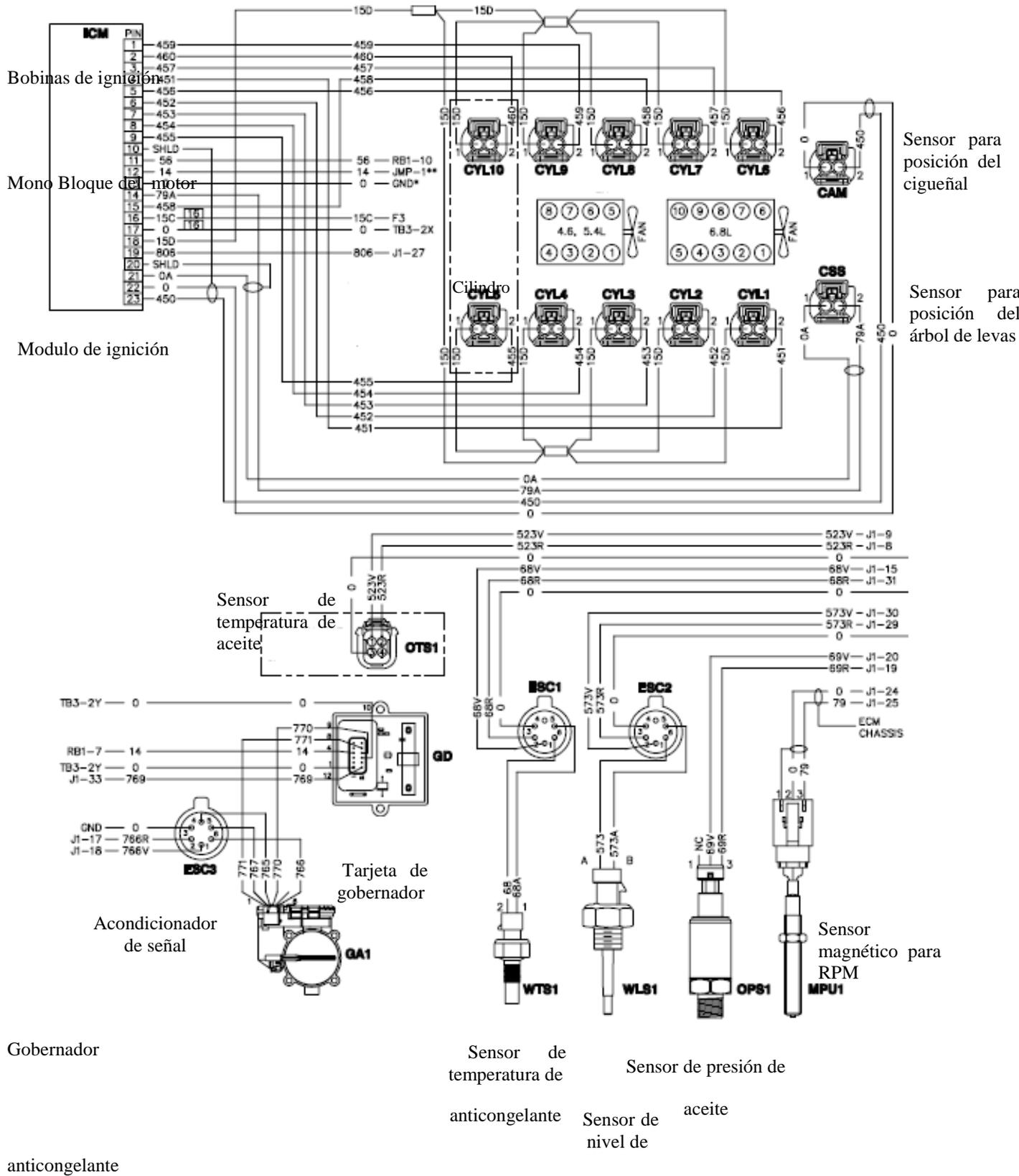


FIGURA 2.23. DIAGRAMA DEL SISTEMA DEL MOTOR

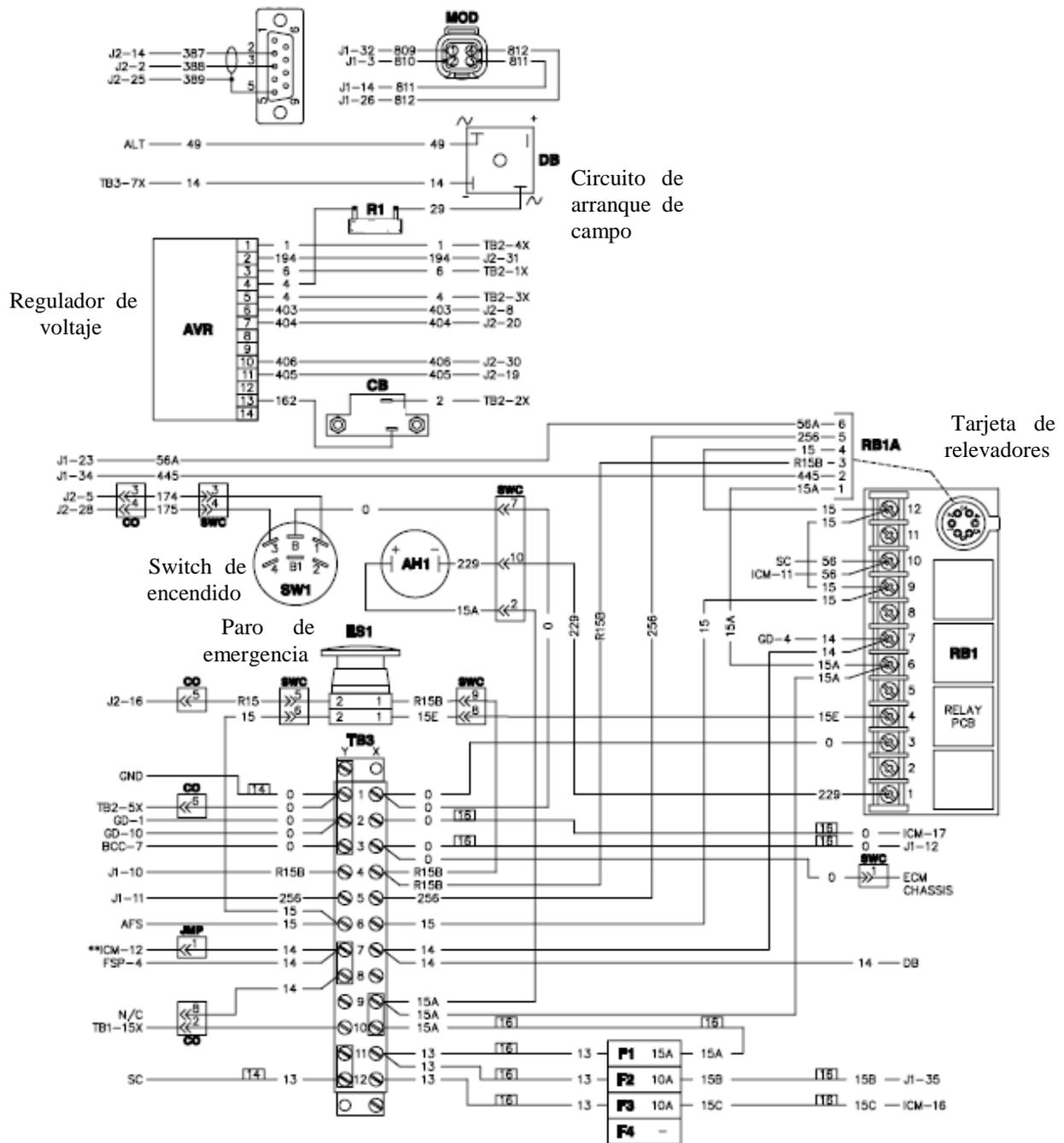
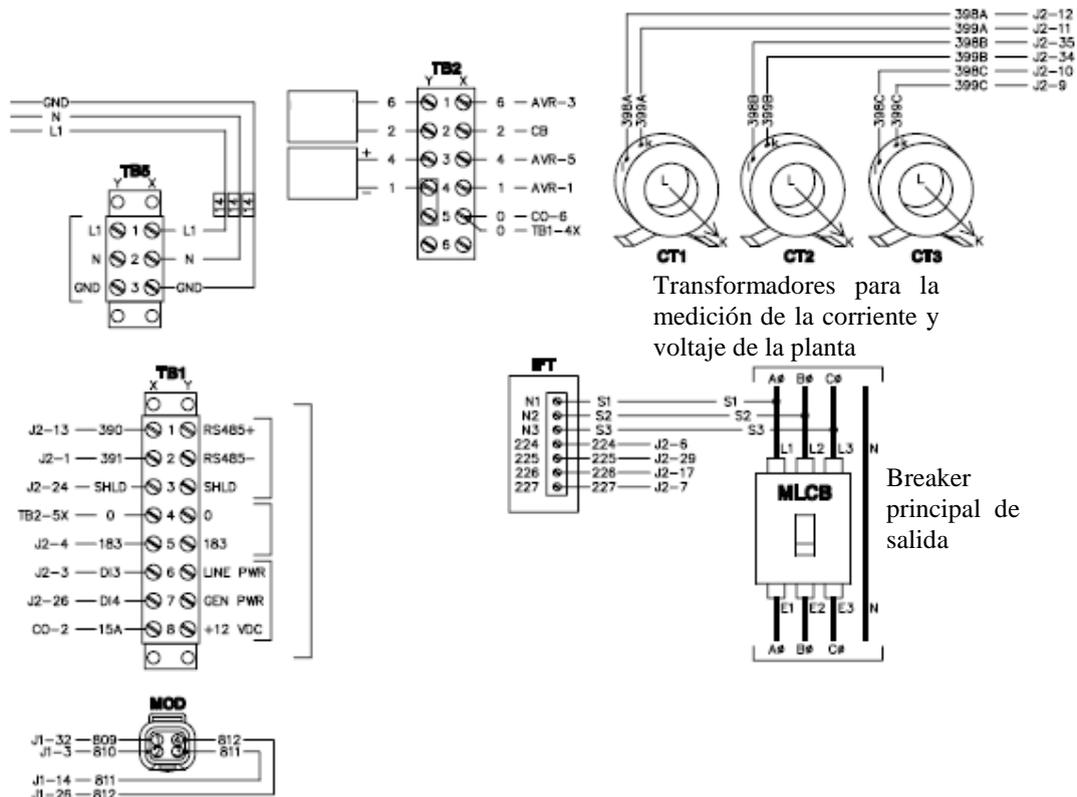


FIGURA 2.24. DIAGRAMA DE LA CONEXIÓN DEL REGULADOR DE VOLTAJE, SWITCH DE ARRANQUE Y DE PARO



Transformadores para la medición de la corriente y voltaje de la planta

Breaker principal de salida

FIGURA 2.25. DIAGRAMA DE MEDICION DE VOLTAJE Y CORRIENTE DEL SISTEMA

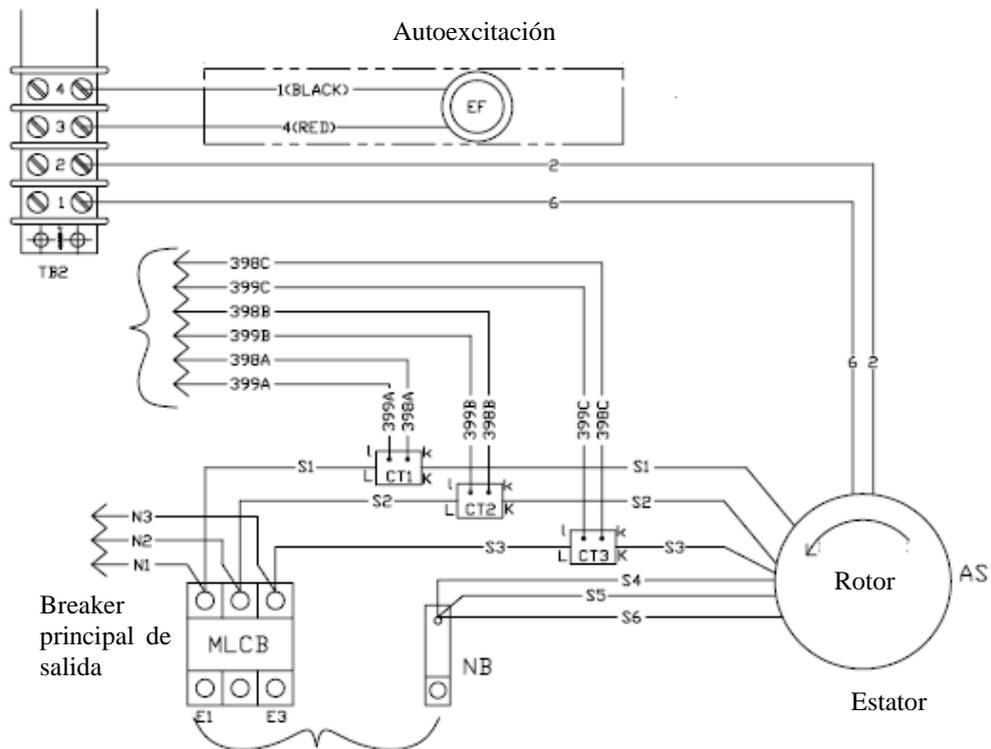


FIGURA 2.26. DIAGRAMA DEL GENERADOR

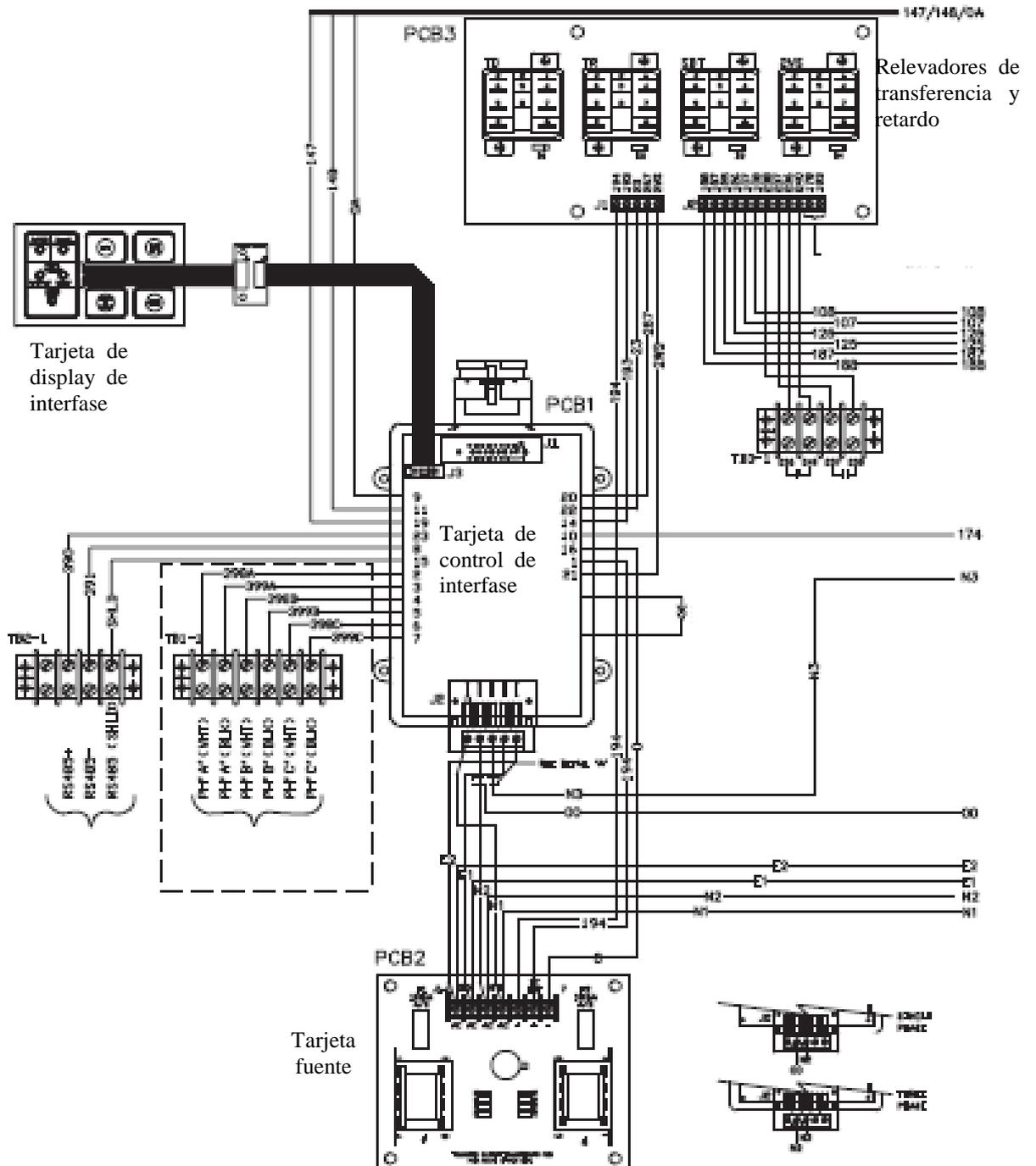
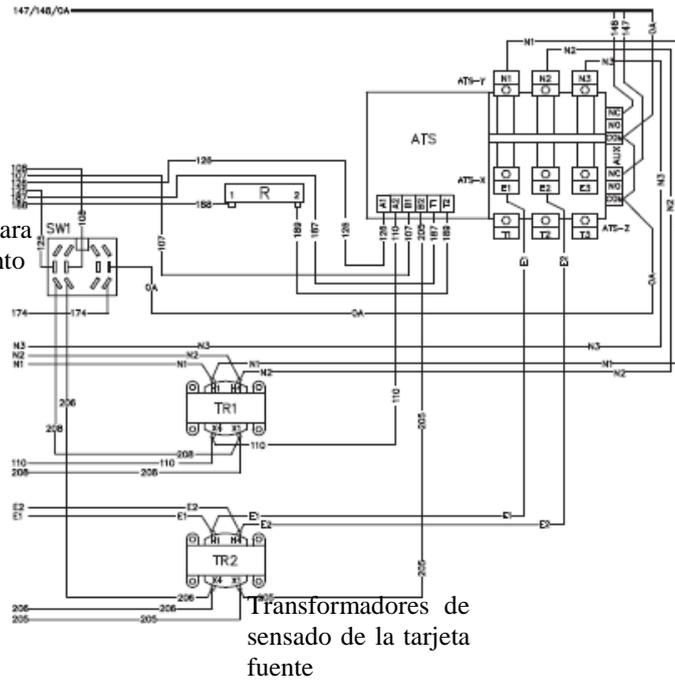


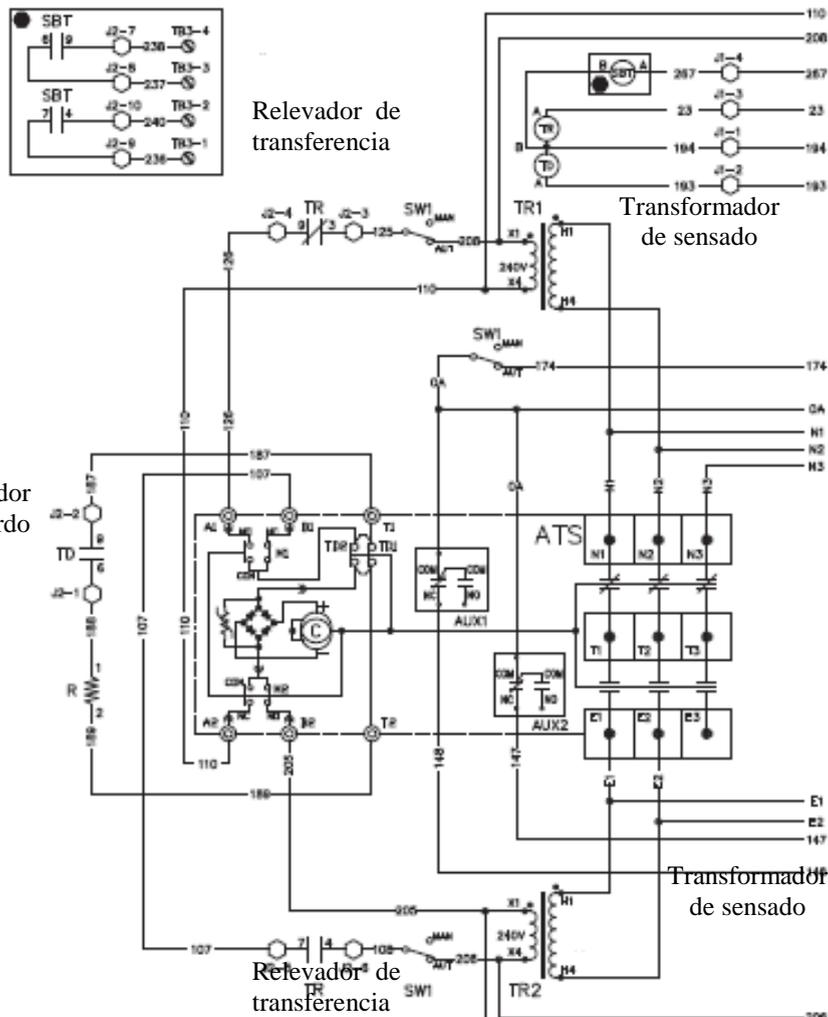
FIGURA 2.27. DIAGRAMA DEL CONTROL DEL TABLERO DE TRANSFERENCIA

Contactor

Interruptor para mantenimiento



Transformadores de sensado de la tarjeta fuente



Relevador de retardo

Contactor

Relevador de transferencia

Transformador de sensado

Transformador de sensado

Relevador de transferencia

FIGURA 2.28. DIAGRAMA DE CONEXIÓN DEL TABLERO DE TRANSFERENCIA

CAPITULO III

**“MEMORIA TECNICA DE LA PLANTA
DE EMERGENCIA”**

En la memoria técnica de la planta de emergencia, se encuentran todos los datos técnicos de la instalación del equipo, como son todos los cálculos para determinar la capacidad de la planta de emergencia, breaker de protección, cálculos para los materiales de la instalación del equipo (ubicación, instalación eléctrica y de alimentación de combustible) de acuerdo a las normas que la rigen.

3.1 DIMENSIONAMIENTO DEL EQUIPO

Las plantas de emergencia se calculan para operar una carga con un factor de potencia de 0.8, cuando el usuario opera una carga con un factor de potencia diferente, se deberá realizar la corrección en los cálculos de la corriente según la fórmula 3.1:

$$P = \sqrt{3} V I FP \quad (3.1)$$

La medición realizada con ayuda de un amperímetro de gancho fue de 150 AMP, ya con la corriente de arranque de los motores existentes. El cliente nos pide considerar un 20% de crecimiento.

$$I = 150 + 20\% = 180 \text{ AMP}$$

Así que se calculan los KW de acuerdo a dicha corriente de acuerdo a la fórmula anterior (3.1) de potencia eléctrica:

$$P = \sqrt{3} (220)(180) (0.8) = 54.8KW$$

3.2 UBICACIÓN DEL EQUIPO

La planta quedara instalada dentro del area de mantto del hospital, el cual cuenta con suficiente ventilación para la entrada de aire fresco y salida de aire caliente, sin la necesidad de colocar un sistema de escape. El tablero de transferencia quedara a una distancia de 10 metros de la planta de emergencia. El tablero general quedara a una distancia de 1 metro (mas cuatro metros que se le agregaran para instalar el nuevo tablero general para la planta del tablero existente). El tablero de distribución quedara a una distancia de 8 metros del tablero de transferencia. Su sistema ya cuenta con tierra física.

Se le hará una base de concreto a la planta de emergencia y se le colocara tela ciclón para delimitar área.

3.4 INSTALACION ELECTRICA

Se realiza el enlace eléctrico entre planta de emergencia y tablero de transferencia (cables de control y cables de fuerza (del tipo THW)), en tubo galvanizado. Se realiza la conexión entre tablero de transferencia y tableros existentes o instalados (general y de distribución). Ver figura 3.1.

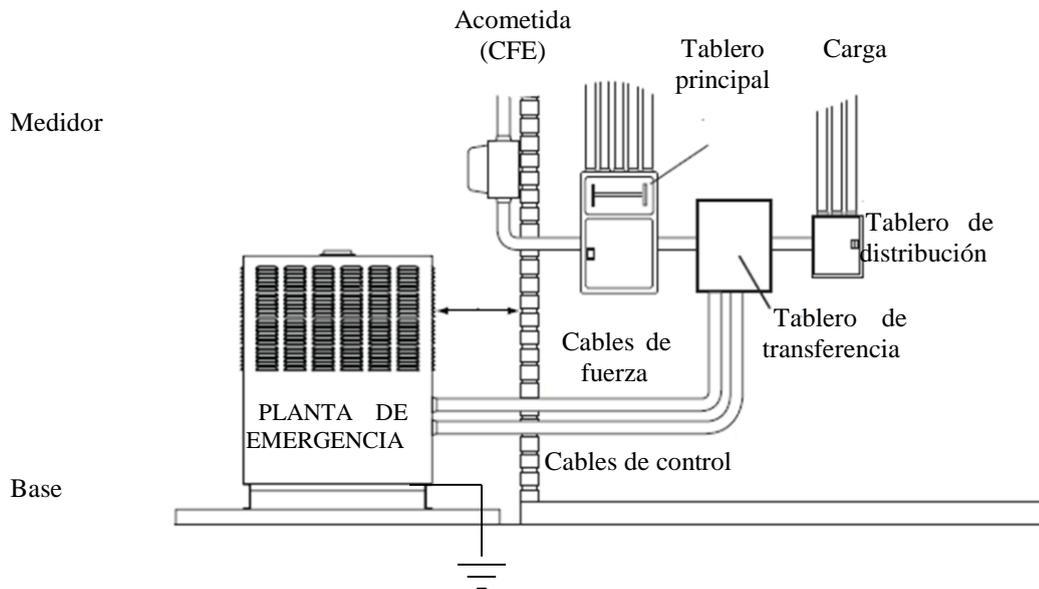


FIGURA 3.1. INSTALACION ELECTRICA DE PLANTA DE EMERGENCIA

El cableado de control nunca deberá ser instalado junto con el cableado de fuerza, para evitar inducción o interferencia electromagnética, que pudiera afectar la correcta operación de las unidades de control y gobernadores electrónicos, así mismo para evitar que el calentamiento generado en las mismas líneas de fuerza afecte el cableado de control. Un factor importante a considerar, es la distancia que existe entre el tablero de transferencia y la planta, para calcular el diámetro adecuado del conductor de fuerza y control, evitando de esta manera que existan problemas por calentamiento y caídas de voltaje por diámetros inadecuados o cálculos mal realizados. El cable de control recomendado, se muestra en la tabla 3.2, el cual depende de la distancia entre transferencia y planta.

TABLA 3.2

DISTANCIA (M)	CALIBRE (AWG)
15	14 o 18 x 2 (blindado)
30	12 o 16 x 2 (blindado)
50	10 o 14 x 2 (blindado)

La instalación del cableado de fuerza se deberá calcular para que los conductores seleccionados soporten la máxima corriente que entrega la planta de emergencia, considerando una sobredimension por expansión futura, así mismo deberá soportar el voltaje de operación del sistema. Con la ayuda de la tabla 3.3 podemos realizar el cálculo.

TABLA 3.3

CALIBRE (AWG)	CORRIENTE ADMISIBLE (AMP)
14	20
12	25
10	35
8	50
6	65
4	85
2	115
1/0	150
2/0	175
3/0	200
4/0	230
250	255
300	285

Se debe incrementar el calibre de cables al próximo superior en caso de que la distancia sea mayor de 50 metros. Al igual que los conductores, los ductos también se dimensionan de acuerdo al número de cables que llevara la instalación y al calibre de dichos conductores, en nuestro caso será a través de tubos conduits galvanizados (tabla 3.4).

TABLA 3.4

CALIBRE (AWG)	DIAMETRO NOMINAL DEL TUBO mm (pulg)							
	13 (1/2")	19 (3/4")	25 (1")	32 (1¼")	38 (1½")	51 (2")	63 (2½")	76 (3")
14	8	14	22	39	54			
12	6	11	17	30	41	68		
10	4	8	13	23	32	52		
8	2	4	7	13	17	28	40	
6	1	2	4	7	10	16	23	36
4	1	1	3	5	7	12	17	27
2	1	1	2	4	5	9	13	20
1/0		1	1	2	3	5	8	12
2/0		1	1	1	3	5	7	10
3/0		1	1	1	2	4	6	9
4/0			1	1	1	3	5	7
250			1	1	1	2	4	6
300				1	1	2	3	5

Así, para la instalación eléctrica de nuestro equipo, se utilizó tubo conduit galvanizado de 3" (fuerza) para facilitar el cableado y ½" (control), tubo flexible de 3" y ½" para las conexiones a la planta y tableros, cable calibre 4/0 (fuerza), calibre 2/0 desnudo (tierra física), calibre 14 (cargador de batería) y blindado 18 x 2 (comunicación).

CAPITULO IV

“CONCLUSIONES”

Las maquinas eléctricas rotatorias toman muchas formas y las conocemos por muchos nombres: de cd, sincrónicas, de imán permanente, de inducción, de reluctancia variable, de histéresis, etc. Aunque esas maquinas parezcan muy diferentes y necesiten de varias técnicas analíticas, los principios físicos que gobiernan su comportamiento son bastante semejantes, y de echo esas maquinas se pueden explicar con frecuencia con el mismo cuadro físico.

Las plantas de emergencia se consideran maquinas rotatorias sincronías, este nombre se deriva de que la frecuencia en ciclos por segundo con que opera la planta de emergencia es la misma que la velocidad del rotor en revoluciones por segundo, es decir, la frecuencia eléctrica esta sincronizada con la velocidad mecánica. En este tipo de equipo, el devanado de armadura es el miembro estacionario o estator, mientras que el devanado de campo es el miembro rotatorio o rotor, en este último se contienen las bobinas de excitación o fuente de flujo magnético. Esta característica diferencia este tipo de maquina de los demás tipos de maquinas rotatorias.

Cuando un generador sincrónico suministra energía eléctrica a una carga, la corriente de la armadura crea una onda de flujo magnético en el entrehierro, que gira a velocidad sincrónica. Este flujo reacciona con el flujo creado por la corriente del campo y se provoca un par electromagnético de la tendencia a linearse que tienen estos dos campos magnéticos. En un generador este par se opone al giro, y la maquina de impulsión debe suministrar el par mecánico para sostener la rotación. Este par electromagnético es el mecanismo mediante el cual el generador sincrónico convierte la energía mecánica en energía eléctrica

En un motor, el par electromecánico esta en la dirección de giro y compensa al par de reacción necesario para impulsar la carga mecánica. El flujo que producen las corrientes en la armadura de un motor sincrónico gira adelante del que produce el campo, y así jala sobre el campo y efectúa trabajo. Caso contrario al generador sincrónico, en el cual el campo efectúa trabajo al jalar el campo de la armadura, que esta retrasado. Tanto en los generadores como en los motores se produce el par electromagnético y un voltaje rotacional. Estos son los fenómenos esenciales de la conversión de la energía electromagnética, que fue nuestro principal objetivo. Esto se logro con un motor de combustión interna y un generador sincrónico.

Cabe mencionar que el regulador de voltaje es el encargado de llevar a cabo el funcionamiento de la maquina generadora sincrónica, y con el análisis matemático de dicho dispositivo, se comprendió mucho mejor la operación del equipo y se llego también a la conclusión de que al ser digital, se logra una mayor eficiencia y mayor precisión del equipo.

Sabemos que aunque son esenciales las técnicas analíticas y los modelos matemáticos para el análisis de maquinas eléctricas, la intuición física es una herramienta valiosa en la ingeniería para el análisis y aplicación de estos dispositivos.

La introducción al generador síncrono y al motor de combustión interna fue fundamental en este reporte, ya que gracias a eso, logramos entender mejor el funcionamiento de la planta de emergencia

BIBLIOGRAFIA

- [1] Manual de usuario de planta de 80 KW
Generac

- [2] Máquinas eléctricas
Fitzgerald, Charles Kingsley, Jr., Stephen D. Umans
Mc Graw Hill

- [3] Manual de aplicación
Generadores enfriados por líquido
Cummins power generation

- [4] Manual técnico
Plantas generadores de energía eléctrica con sistema de control DALE 3100
Ottomotores

- [5] Electromagnetismo y materia. Física Vol. II
Feynman, R. y Leighton
Addison-Wesley Iberoamericana

- [6] Electricidad y Magnetismo. Física Universitaria vol. II
Sears, Francis W., Zemansky, Mark W., Young, Hugh D.
Editorial Pearson Educación.

- [7] Electricidad Automotriz
F. Niess, R Kaerger B. Willenbuecher
Colecciones Tecnológicas Lima

- [8] Sistema Eléctrico - Electromagnetismo
F. Nash.

- [9] Comunicación eléctrica
Shrader.
Mac-Graw-Hill.

- [10] Instalaciones eléctricas, Introducción a las instalaciones eléctricas
Bratu.
Alfa omega grupo editor, 2da. Edición, México D. F.

- [11] Guía práctica para el cálculo de instalaciones eléctricas
Harper
Editorial Limusa.

- [12] www.automecanico.com

- [13] www.monografias.com

- [14] www.es.wikipedia.o