

## INTRODUCCIÓN

La región sureste del país constituye la zona de mayor potencial hidroeléctrico, dado que en ella se localiza el sistema hidrográfico Grijalva - Usumacinta que aporta el 30 % de los recursos hidrológicos de México. Las Centrales Hidroeléctricas, son una fuente importante para la Generación de energía eléctrica. En el estado de Chiapas se cuenta con una gran caudal de agua proveniente del río Grijalva, que recorre a lo largo del estado, cientos de kilómetros en los cuales se encuentran ubicadas 4 de las más importantes Hidroeléctricas del país.

Desde 1958, la COMISIÓN FEDERAL DE ELECTRICIDAD viene desarrollando estudios de la cuenca del Rio Grijalva, encaminados a determinar su potencialidad hidroeléctrica, y con ello lograr el aprovechamiento integral de sus recursos, con base en estos estudios y los efectuados por la Secretaria de los Recursos Hidráulicos, ambas dependencias formularon el “Plan Integral del Rio Grijalva.

La Presa de usos múltiples **Netzahualcóyotl “MALPASO”**, constituye el primer aprovechamiento realizado para el desarrollo del Rio Grijalva, y el tercero que proporciona la cuenca, a partir del sitio de su nacimiento. La construcción se realizó de 1959 – 1964, en su primera etapa, con capacidad instalada de 720 MW. La segunda etapa se realizó con una capacidad de 360 MW, para un total acumulado de 1080 MW. Con 6 unidades tipo Francis de 180 MW cada una.

El segundo aprovechamiento y primero de la cuenca lo constituye la presa “**LA ANGOSTURA**” que la CFE realizo durante el periodo de 1969 a 1974; con una capacidad instalada de 920 MW. Con 5 unidades generadoras tipo Francis de 180 MW cada una. El tercer aprovechamiento lo constituye la Presa “**CHICOASEN**” realizado por la CFE durante los años de 1974 a 1980, en su primera etapa, con una capacidad de 1500 MW, con 5 unidades generadoras tipo Francis de 300 MW

cada una. En su segunda etapa podría elevarse a 2400 MW, con 3 unidades más de la misma capacidad.

La central hidroeléctrica Ángel Albino Corzo “**PEÑITAS**”. Constituye la cuarta y última etapa del plan del Río Grijalva, construida durante el periodo de 1979 a 1986, con una capacidad instalada de 420 MW.

Los complejos Hidroeléctricos son importantes por la rapidez en que pueden entrar a generar y también por consiguiente el paro de ellas. Son comúnmente utilizadas en las horas pico de demanda de energía, que es cuando el sistema empieza a requerir mayor capacidad y es así que por su rapidez entran a generar, así también cuando el sistema ya no requiere tanta capacidad, ellas pueden detener su generación.

El mantenimiento menor de los generadores hidroeléctricos consiste en preservar en condiciones óptimas de operación el equipo instalado, que se encuentra convirtiendo la energía de la turbina a energía eléctrica. Por razones de su constante actividad, este sufre deterioros en sus diversas partes de sus componentes, por lo que es necesario restituir sus condiciones a valores permisibles para que pueda seguir operando sin riesgos.

## **JUSTIFICACIÓN**

Debido al enorme crecimiento y la gran demanda de energía eléctrica a la que el país está sometido, la CFE está comprometida a dar un servicio de calidad en el suministro de la misma y cumplir con los requisitos establecidos ante el CENACE. Esta situación junto con el hecho de que existen unidades que tienen una vida de operación de más de 25 años implica que las unidades generadoras se encuentren en buen estado para mantener su disponibilidad y entrar en operación en caso de requerirse, todo esto requiere que los mantenimientos preventivos ya sean rutinarios, menores o mayores se planeen adecuadamente y se practiquen en tiempo y forma.

Los generadores eléctricos son de gran importancia para los sistemas eléctricos de potencia; su salida por falla origina severas repercusiones y grandes pérdidas para las compañías suministradoras de electricidad, ya que dejan de generar niveles importantes de energía. En caso de una reparación mayor, la rehabilitación de una máquina puede tomar de seis meses a un año para estar en posibilidad de conectarla nuevamente al sistema.

El mantenimiento de los generadores hidroeléctricos es una de las actividades principales que desarrolla el ingeniero encargado del mantenimiento en las centrales. En función de las condiciones y sobre todo del tiempo que se tenga en operación se debe formular un adecuado programa de mantenimiento preventivo que contemple todos los componentes para programar las actividades correspondientes.

Por razones de su constante actividad, la maquina sufre deterioro en sus diversas partes y componentes, por lo que es necesario restituir sus condiciones a valores permisibles para que pueda seguir operando sin riesgos; debido a la importancia de lo antes mencionado, el mantenimiento a unidades generadoras de la central hidroeléctrica Ángel Albino Corzo se implementara y ejecutara las actividades de mantenimiento, en el sistema R-3 paro programado módulos PM y PS, para garantizar su funcionalidad de cada una de ellas y optimizar los recursos materiales y humanos.

## **OBJETIVO**

Optimizar e implementar la realización de los procesos de mantenimiento preventivo a las unidades generadoras de 105 MW de la C.H. Ángel Albino Corzo en base a historiales, manuales y comportamiento de los mismos, empleando el modulo PM - PS para incrementar su confiabilidad, observando las diferentes actividades del mantenimiento y registrando los resultados para su análisis.

## **OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- Preservar en condiciones de operación el equipo primario y auxiliar instalado.
- Mantener la disponibilidad de las unidades generadoras realizando los mantenimientos preventivos en tiempo y forma para evitar los mantenimientos correctivos.
- Adquirir experiencia en mantenimiento eléctrico.
- Conocer las partes principales del generador.
- Comprender el mecanismo de operación del generador.
- Analizar las pruebas eléctricas de los generadores.
- Garantizar la funcionalidad del generador y equipo auxiliar de la C.H. Peñitas

## **ALCANCES Y LIMITACIONES**

- Se efectuara alguna reparación en caso de que en el generador se encuentre alguna anomalía.
- Las pruebas eléctricas hechas al generador será de acuerdo al alcance de la empresa de C.F.E.
- Solamente se observaran las maniobras de ejecución de alto riesgo.
- Parte de la información del módulo pm – ps será restringida.

## **PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA**

Las arranques y paros del generador, las constantes variaciones de temperatura, operar con altas temperaturas, la vibración continua, los esfuerzos mecánicos, sobre corriente y sobretensiones que se producen durante las fallas así como descargas eléctricas parciales a lo largo de la ranura y en los cabezales de las bobinas del estator, rechazos de carga, contaminación de polvo combinado con vapores de aceite o vapores químicos, la humedad en el circuito de aire, fugas de agua en los circuitos de enfriamiento, etc. Son factores que de forma aislada o combinadas provocan el deterioro paulatino de las condiciones, traduciéndose en:

envejecimiento del aislante y fallas en los devanados al disminuir la resistencia de aislamiento a valores tan bajos cuando la humedad en el circuito de enfriamiento es tal que no soporta la tensión nominal, aflojamiento de cuñas, soportes y amarres; aflojamiento de tornillos, tuercas o soldadura de las diferentes partes componentes.

Sin embargo por la parte más visible se contaminan con polvo y vapores de aceite debido también a las curvaturas en el cabezal propiamente dicho; es en este lugar donde se tienen los esfuerzos más severos ya que hay gradientes de potencial mayores que en otras partes del devanado; campos magnéticos muy fuertes por la circulación de corrientes, estos fenómenos y la variación de temperaturas provocan que se aflojen las capas de cinta aislante, se producen indicios de efecto corona en la superficie del aislamiento, por lo que en una revisión completa se debe contemplar los anteriores puntos, debiéndose efectuar limpieza total, corregir cualesquiera de las anomalías descritas, limpiar el resto del devanado con aire o solvente apropiado y barnizar por último.

Por lo antes mencionado, hace del mantenimiento una de las principales actividades realizadas en la central hidroeléctrica para mantener en operación el generador y equipo auxiliar; y de esta manera asegurar la continuidad de la generación de energía eléctrica.

# CAPITULO 1. CENTRAL HIDROELÉCTRICA ÁNGEL ALBINO CORZO “PEÑITAS”

## 1.1 UBICACIÓN GEOGRÁFICA

La presa “Peñitas” se localiza al norte del Estado de Chiapas, dentro del Municipio de Ostuacan, muy próximo a los límites con el estado de Tabasco. La central tiene comunicación por la carretera pavimentada a la Central Hidroeléctrica “Malpaso” (49 Km), a la Estación Chontalpa, Tabasco, (31 Km); a Huimanguillo, Tabasco (51 Km) y a la Ciudad de Cárdenas, Tabasco (66 Km) siendo este el punto donde la carretera se intercepta con Coatzacoalcos, Veracruz – Villahermosa, Tabasco.



Fig. 1.1 Ubicación geográfica de la central “PEÑITAS”.

## 1.2 DESCRIPCIÓN DE LA CENTRAL HIDROELÉCTRICA

La Central Hidroeléctrica “**PEÑITAS**” se encuentra localizada en la margen izquierda del Rio Grijalva, y consta de las siguientes estructuras:

- El Embalse o Vaso
- Cortina
- Vertedores
- Obra de Toma
- Tuberías de Conducción
- Canal de Desfogue.
- Reten de Obra de toma.
- Casa de maquinas



**Fig. 1.2** Descripción de la C.H. "peñitas".

La Central hidroeléctrica tiene como principal objetivo la generación de la energía eléctrica. Del Vaso de almacenamiento se encauza a través de su Canal de Llamada, el agua que posteriormente será conducida a través del canal de Conducción, para operar las Unidades Generadoras ubicadas en la Casa de Máquinas y posteriormente restituir al Río el gasto utilizado del canal de desfogue.

La Central hidroeléctrica cuenta con cuatro Turbinas principales y una Auxiliar. Las cuales representan el elemento principal de la Central, y tienen como función principal aprovechar la energía cinética y potencial del agua, el cual al pasar por elementos de la turbina, esta transforma la energía cinética y potencial del agua en energía mecánica, para que a su vez esta energía mecánica se transformada posteriormente en energía eléctrica mediante el generador.

La capacidad instalada de la Central Hidroeléctrica es de 420 MW distribuida en 4 Turbinas tipo Kaplan de eje vertical, las cuales generan 105 MW, con un gasto máximo de 360.00 m<sup>3</sup>/s por unidad, para un total de 1,440 m<sup>3</sup>/s. La obra de toma consta de 4 bocatomas y 8 compuertas de 10.10 x 12.60 m y dos compuertas auxiliares de las mismas dimensiones, cada una de ellas accionada por un servomotor a pistón, alimentado por la central oleodinámica, compuestas por bombas de eje horizontal con sus dispositivos de seguridad y control.

El cierre de la compuerta se produce en un tiempo de 20 s, el tiempo total de izaje es de 18 minutos una vez cumplido el permisivo de tubería llena. Consta también de 8 rejillas metálicas, de sección rectangular de 9.00 x 19.50 m, y dan paso al agua mediante túneles de concreto.

## 1.3 DATOS TÉCNICOS DE LOS DIFERENTES ELEMENTOS DE LA CENTRAL C.H. A.A.C.

### 1.3.1 EI EMBALSE

Es también conocido como **vaso** y forma un recipiente que junto con la cortina almacena el agua para su aprovechamiento. Está formado por una Presa de enrocamiento, con corazón impermeable de 53.00 metros de altura.

#### CARACTERÍSTICAS

- NAME (Nivel de Aguas Máximas Extraordinarias)----- 95.50 msnm
- NAMO (Nivel de Aguas Máximas de Operación)----- 87.4 msnm
- NAminO (Nivel de Aguas Mínimas de Operación)----- 85.00 msnm
- Capacidad de azolves (hasta el umbral de la Obra de toma)- 39.63 Mm<sup>3</sup>
- Capacidad muerta (hasta el NAMinO) ----- 615.83 Mm<sup>3</sup>
- Capacidad útil (del NAMinO al NAMO) ----- 106.30 Mm<sup>3</sup>
- Capacidad de control de avenidas (del NAMO al NAME) ----- 415.74 Mm<sup>3</sup>
- Capacidad total al NAME (Batimetría de 1996)----- 1137.87 Mm<sup>3</sup>
- Longitud (hasta Malpaso)----- 73 Km
- Nivel máximo histórico registrado (16/10/1999) ----- 90.65 msnm
- Nivel mínimo histórico registrado (29/10/1999) ----- 84.15 msnm



**Fig. 1.3.1** Embalase

### **1.3.2 CORTINA**

Es una estructura que permite almacenar los volúmenes de agua de los escurrimientos generados por cuenta propia, por la descarga de presas situadas aguas arriba, por escurrimientos que provienen de otras cuencas cuando hay interconexión y por la precipitación pluvial directa sobre el Vaso. Esta estructura está formada por enrocamiento, con corazón impermeable central de arcilla y respaldo de materiales graduados, complementada con una plantilla inferior de concreto plástico de 418.00 m largo del eje longitudinal, 0.80 m de espesor y una profundidad variable limitada por roca de tipo lutita.

### **CARACTERÍSTICAS**

- Tipo ----- Materiales graduados y enrocamiento.
- Elevación de la cortina ----- 98.00 msnm
- Longitud de la corona ----- 750.00 m
- Volumen total ----- 3.24 Mm<sup>3</sup>
- Altura máxima desde el desplante -- 53.00 m



**Fig. 1.3.2** Cortina

### **1.3.3 VERTEDORES**

El vertedor de demasías u Obra de Excedencias son la seguridad de la Central, ya que en el caso de una avenida extraordinariamente intensa podrá desviar el agua descargándola en el río aguas abajo, evitando así que el nivel del vaso suba a valores peligrosos que pueden provocar daños en la cortina e inundaciones en la Casa de máquinas y en la región.

Se localiza a una Elev. 73.50 m.s.n.m. a cielo abierto, cuenta con 8 compuertas radiales para regulación, cuyo labio superior se encuentra en la Elev. 91.13 m.s.n.m. (Siendo este nivel tomado como **N.A.M.E.**) sus estructuras son: **Canal de Llamada, zona de estructuras y canal de descargas**. La Obra de Desvió tiene un ancho de 45 m en el Canal de Llamada reduciéndose a 35 m por una transición en la zona de estructuras y una longitud de 827 metros.

La capacidad del Vertedor esta aprovechada para controlar y regular la descarga de un gasto de 18,700 metros cúbicos por segundo. La función de este Vertedor es la de contralar la descarga de los volúmenes de agua que se consideren excedentes de la capacidad útil en el Vaso almacenador.



**Fig. 1.3.3** Vertedores.

### **CARACTERÍSTICAS**

- Tipo -----Canal a cielo abierto
- No. De canales vertedores (de servicios y auxiliar) - 2
- Tipo de compuertas -----Radiales
- Numero de compuertas ----- 8 (4 por canal)
- Dimensiones (ancho y alto) ----- 14.50 x 15.00 m
- Elevación de la cresta ----- 76.50 msnm
- Gasto máximo de descarga total (2 canales) ----- 18,700 m<sup>3</sup>/s
- Labio superior de la compuerta (cerrada) ----- 91.13 msnm
- Longitud total de la cresta ----- 116.00 m
- Gasto mínimo de despegue por canal ----- 650 m<sup>3</sup>/s
- Pendiente del canal de servicio ----- 0.025
- Pendiente del canal de emergencia ----- 0.026
- Ancho de la plantilla de los dos canales ----- 69.90 m

### **1.3.4 EL CANAL DE LLAMADA DE OBRA DE TOMA**

Tiene un ancho promedio de 110 m y una longitud de 358 m. La Tubería de Conducción tiene una longitud aproximada de 34 m, con un ancho de 20 m, y una altura de 12 m; tiene una pila central de con un espesor de 2 m. Las Tuberías de Conducción son de concreto armado.

### 1.3.5 LA OBRA DE DESFOGUE

Es por donde el agua turbinada es reintegrada al Río por un canal excavado a cielo abierto que parte de la elevación 30.70 m y mediante una rampa de 66.00 m, hasta la Elevación de 49.00 msnm misma que se mantiene en una longitud de 364 m hasta el lecho del Río. El Desfogue de cada Unidad tiene dos tipos de secciones.

La primera sección es un túnel de forma abocinada, con una longitud aproximada de 18.60 m y un ancho de 17.60 m; tiene una pila central de 2.00 m de espesor y a la salida del abocinado tiene instalada dos compuertas respectivamente en cada Unidad.

La segunda sección es en forma de canal, con una longitud aproximada de 429 metros y un ancho de 102 m, con túneles recubiertos con concreto y bermas a la Elev. 55.00 y 65.00 msnm para estabilizar el talud izquierdo del canal de desfogue, y el talud derecho a la Elev. 59.50 msnm el volumen de concreto es de 43.600 m<sup>3</sup>. El nivel medio de Desfogue para 4 unidades es de 54.00 msnm y el nivel medio de desfogue para una unidad es de 52.00 msnm.



**Fig. 1.3.5** Obra de toma y canal de desfogue.

### 1.3.6 OBRA DE TOMA

Tiene la finalidad de permitir u obstruir el flujo de agua hacia la turbina, ya sea dentro del procedimiento de operación, en caso de fallas que requieran el cierre de compuertas en emergencia y en caso de mantenimientos programados y no programados ya sea Turbina o los propios mecanismos de Obra de Toma. Los órganos de seguridad de la obra de toma son las compuertas rodantes de cierre rápido, operadas por vástagos y servomotores hidráulicos.

Cada una de las cuatro turbinas de la Central tiene su condición de Toma bipartida y es protegidas por dos componentes (**Compuerta de Servicio**), normalmente abiertas en posición de espera, disponibles para cerrar por gravedad en agua muerta o bajo cualquier condición de flujo previsto. Aguas arriba de las compuertas de servicio, se pueden bajar las compuertas de protección y mantenimiento (**compuertas auxiliares**) operadas por una grúa pórtico especial.

### 1.3.7 RETEN DE CONTENCIÓN DE OBRA DE TOMA

Consiste en una estructura flotante sobre el embalse, localizado en la entrada del canal de llamada de Obra de Toma; formada por pares de tambos vacíos cerrados herméticamente opera evitar su hundimiento, sujetos a tres líneas de cables acero de ½" mismas que están enclavados en sus extremos en atraques de concreto, y a lo largo del mismo se tensan con cables de acero fijados en muertos de concreto en el fondo del agua, completándose dicha estructura con malla ciclón de 2 metros de ancho para evitar el paso de la basura y opalizada al interior de Obra de Toma.

## 1.4 CASA DE MAQUINAS

### CARACTERÍSTICAS

- Tipo ----- Exterior
- Dimensiones ----- Ancho = 23.70 m. Largo = 165.00 m. Altura= 60.00 m.

También destacan en la casa de máquinas, sala de control, el piso de generadores, grúas viajeras, foso de la turbina, el piso de turbinas, la galería de cables, la galería de inspección, la sala de tableros, oficinas, sala de baterías, piso de excitatriz, transformador de servicios propios, bus de fase aislada, turbina y generador auxiliar y el túnel de acceso.



**Fig. 1.4** Casa de maquinas

### 1.4.1 SALA DE CONTROL

La sala de control también se encuentra en el piso principal y es donde están instalados los equipos de control, medición, protección, cómputo y comunicación que permiten el control de arranque y paro de unidades y equipos auxiliares.



**Fig. 1.4.1** Sala de control

## **1.4.2 GENERADOR**

El generador es el conjunto de partes electromecánicas que nos sirven para convertir energía mecánica de la turbina en energía eléctrica. Esto se logra haciendo girar un campo magnético constante, alrededor de una serie de bobinas de tal manera que se corten las líneas de flujo, engendrando con esto una fuerza electromotriz que aparecerá en los extremos de las bobinas.

Al campo giratorio le llamamos “ROTOR” y es el elemento que está acoplado directamente con la flecha de la turbina para aprovechar la energía mecánica de esta, convertida en movimiento giratorio. A la serie de bobinas, conjuntamente con su laminado lo denominamos “ESTATOR” siendo este la parte fija del generador que es donde se genera la fuerza electromotriz.

### **CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS DEL GENERADOR.**

- Marca ----- Asea
- Capacidad nominal ----- 110,465 KVA

- Capacidad para diseño mecánico ----- 108,330 KW
- Voltaje nominal----- 13,800 Volts
- Corriente nominal ----- 4,622 Amperes
- Factor de potencia ----- 0.95
- Velocidad nominal----- 112.5 R.P.M.
- Frecuencia nominal ----- 60 Hz
- Numero de polos ----- 64
- Numero de fases ----- 3
- Clase de aislamiento del estator ----- F
- Clase de aislamiento del rotor ----- F
- Numero de enfriadores de aire ----- 12
- Tipo de excitación ----- Estática
- Voltaje de excitación ----- 350 V
- Corriente excitación----- 1,300 A



**Fig. 1.4.2** Generador.

### 1.4.3 TURBINA PRINCIPAL

#### CARACTERÍSTICAS

- Tipo ----- Kaplan vertical 5K37
- Caída (H) ----- 35.27 – 30.89 m
- Caudal (Q)----- 334 -349 m<sup>3</sup>/s

- Potencia de la turbina (P) ----- 108.33 MW
- Velocidad de régimen (Nn) ----- 112.5 rpm
- Velocidad de embalamiento (Np) ----- 291 rpm
- Masa inerte (GD<sup>2</sup>) ----- 18,778 tm<sup>2</sup>
- Trabajo de regulación del servomotor del distribuidor 94,824 Kgm
- Trabajo de regulación del servomotor del rodete 94,824 Kgm
- Crecimiento máximo calculado de la presión 36 %



**Fig. 1.4.3** Turbina Kaplan.

#### **1.4.4 BUS DE FASE AISLADA**

Transportan la energía eléctrica del generador a los transformadores tipo intemperie, consta de tres barras conductoras; cada barra (Fig. 1.4.4), está aislada dentro de un ducto METÁLICO visible exteriormente. Tiene una derivación para los equipos que se encuentran instalados en la playa de montaje, que son el transformador de servicios propios, el transformador de excitación, y el equipo METAL CLAD que comprende los TP's de protección, medición y regulación, apartarrayos y capacitores.



**Fig. 1.4.4** Bus de fase aislada.

### **1.4.5 TRANSFORMADOR DE SERVICIOS PROPIOS**

Es alimentado por la derivación del BUS DE FASE AISLADA DE 17 KV; su función es reducir la tensión Eléctrica de 17,000 volts a 440 volts, que requieren los SERVICIOS AUXILIARES DE CASA DE MAQUINAS, tales como Bombas de regulación, Bombas de achique, Compresores, Aire acondicionado, Alumbrado, Ventilación, etc. Este transformador se ubica en un gabinete del piso de Generadores cercano a su unidad respectiva. Tiene las siguientes características:

MARCA ----- ASEA LEPPER  
TIPO----- TRIFÁSICO  
AISLAMIENTO ----- SECO (SIN ACEITE)  
CAPACIDAD ----- 2,500 KVA  
ALTA TENSIÓN ----- 13,800 V  
BAJA TENSIÓN ----- 480 V  
CONEXIÓN ----- DELTA /ESTRELLA



**Fig. 1.4.5** Transformador de servicios propios.

#### **1.4.6 TRANSFORMADORES DE EXCITACIÓN**

Forma parte del sistema de excitación y es alimentado por la derivación anteriormente mencionada; su función es reducir la tensión eléctrica de 17,000 volts al voltaje que maneje el sistema de excitación del generador. Tiene las siguientes características:

MARCA ----- ASEA LEPPER  
TIPO----- TRIFÁSICO  
AISLAMIENTO ----- SECO (SIN ACEITE)  
CAPACIDAD ----- 2,200 KVA  
ALTA TENSIÓN ----- 13,800 V  
BAJA TENSIÓN ----- 920 V  
CONEXIÓN ----- DELTA /ESTRELLA



**Fig. 1.4.6** Transformador de excitación.

#### **1.4.7 TRANSFORMADORES DE POTENCIA TIPO INTEMPERIE (T1 AL T4)**

Se alimentan de su generador respectivo y su función es elevar la tensión eléctrica de 13.8 KV hasta 230 KV. Elevando así la tensión, se obtiene una reducción muy considerable de corriente, ya que trabajando a plena carga un generador, en cada barra del “BUS DE FASE AISLADA”, circulan 4622 Amperes; en cambio en el lado de 230 KV solamente circulan 289 Amperes hacia cada cable de potencia.

#### **CARACTERÍSTICAS.**

MARCA -----PROLEC  
CAPACIDAD -----115 MVA  
TIPO -----TRIFÁSICO  
RELACIÓN -----13.8 / 230 KV  
AISLAMIENTO-----EN ACEITE  
ENFRIAMIENTO ----- F.O.W  
CONEXIÓN -----DELTA/ESTRELLA  
ELEVACIÓN DE TEMP.---55 °C  
PROTECCIÓN -----DIFERENCIAL 87T



**Fig. 1.4.7** Transformador de potencia

### **1.4.8 TABLERO METAL CLAD (APARTARRAYOS, CAPACITORES Y TP´s)**

Los apartarrayos son equipos de protección de los TP´s y de los equipos instalados en playa de montaje, ya que a pesar de que la instalación en casa de máquinas es subterránea, la conducción eléctrica se hace a través de una línea aérea trifásica por cada unidad hasta llegar a la subestación, lo que expone a las líneas aéreas a las descargas eléctricas atmosféricas (rayos). Se instalan uno por cada fase como se muestra en la figura I.3.8, conectados entre la fase y la tierra para que puedan desviar las descargas atmosféricas a tierra, evitando dañen el aislamiento del equipo que protegen.



**Fig. 1.4.8** Equipos de protección del transformador de potencial

Los TP's forman parte del sistema de excitación de la máquina y son tres por cada fase (Fig. I.3.8.1). Se tienen TP's de protección, medición y regulación.

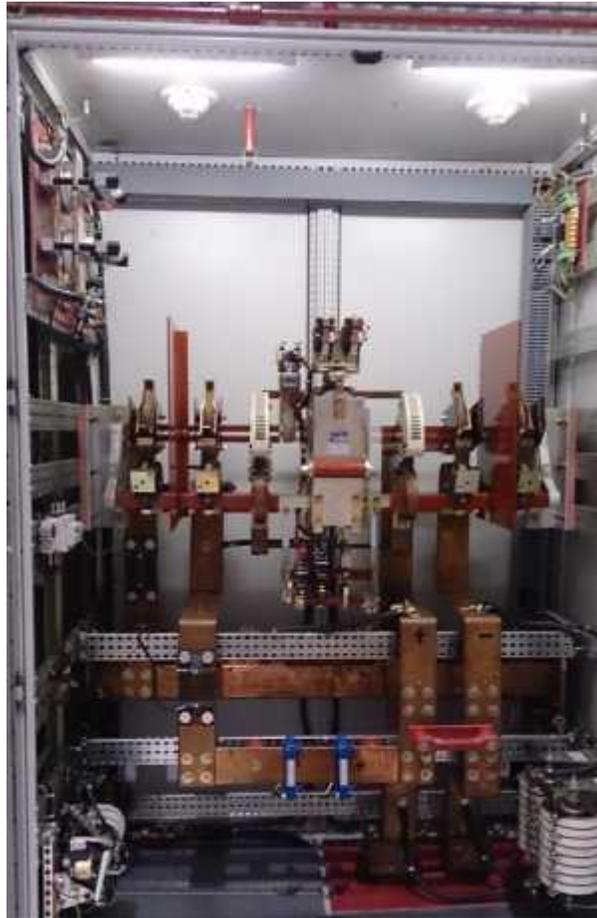


**Fig. 1.4.8.1** Transformador de potencial marca Alstom

### **1.4.9 EL INTERRUPTOR DE CAMPO (O QUEBRADORA DE CAMPO)**

Sirve para proteger el devanado de campo y el convertidor de tiristores contra transitorios de alto voltaje en dirección inversa de los tiristores, se ha conectado una protección de sobre voltaje al circuito de campo. El sobrevoltaje puede surgir

por un deslizamiento del polo o por una sincronización incorrecta del generador. El interruptor de campo es un interruptor de doble polo, operado a motor, de tipo interrupción de aire y con bobinas de disparo en shunt y mecanismos de disparo libre.



CAMARAS DE  
ARQUEO

**Fig. 1.4.9** Quebradora de campo.

#### **1.4.10 SISTEMA DE EXCITACIÓN**

Las Unidades Generadoras ASEA instaladas en la Central Peñitas, están diseñadas para operar con un Sistema de Excitación basado en un arreglo de control de corriente de campo controlado por tiristores del tipo, denominado FMTB el cual prevé de un sistema completo para el control, supervisión y regulación de la excitación de la Unidad Generadora.

## EXCITADOR

- Tipo de excitación----- Estática
- Voltaje de excitación ----- 350 Volts
- Corriente de excitación ----- 1,300 Amperes

### 1.4.11 LA UNIDAD DE RECTIFICACIÓN

Está constituida por tres puentes de doce tiristores cada uno conectados en paralelo actuando como un rectificador, y mediante un banco de pulsos es posible regular la corriente de excitación del devanado de campo, es por tanto posible aplicar prácticamente y de inmediato, cualquier tensión de campo positiva o negativa, dentro de los límites de capacidad del transformador de alimentación.



**Fig. 1.4.10** Rectificador de tiristores

El convertidor se enfría por medio de dos ventiladores como se puede apreciar en la figura 1.4.10.1, pero cada uno de ellos es suficiente para la refrigeración adecuada del convertidor; dichos ventiladores son vigilados por un dispositivo de supervisión del flujo de aire puesto en cada ventilador. En caso de pararse uno,

se produce una señal de alarma. Si son los dos, un impulso retrasado de disparo es dado al interruptor de campo y al interruptor del generador. Una falla en uno de los ventiladores no implica ninguna restricción de la capacidad del convertidor para resistir la corriente nominal de excitación estática y corriente transitoria.



**Fig. 1.4.10.1** Ventiladores del rectificador de tiristores.

#### **1.4.12 REGULADOR AUTOMÁTICO DE VOLTAJE (AVR)**

El Regulador de Voltaje (AVR). Es el encargado de regular el voltaje de salida del generador. El regulador de voltaje tiene una unidad básica que ejecuta las funciones del regulador de voltaje y limita la sobreexcitación así como la baja excitación.



**Fig. 1.4.11** Partes que forman el avr

### 1.4.13 REGULADOR DE VELOCIDAD

El mecanismo de regulación de velocidad en una turbina hidráulica, tiene la función de mantener la velocidad constante en la unidad, ajustándola a la velocidad de diseño. Debido a las posibles fallas que causa un desbalance en la reacción potencia – apertura del distribuidor.

La velocidad de la turbina tiende a variar, por lo que, para evitar estas variaciones, el mecanismo de una regulación de velocidad ajusta a través de dos servomotores la apertura del distribuidor y alabes del rodete, controlando así en función de las condiciones de operación la velocidad de trabajo de la turbina. El regulador de velocidad se divide en dos: la parte eléctrica y la parte hidráulica.

El esquema de regulación de velocidad de las turbinas Kaplan de la central hidroeléctrica Peñitas está concebido para soportar una unidad de procesamiento de error de velocidad del tipo Proporcional – Integral – Derivativo con un error permanente por desviación de frecuencia, así como un procesador de error en potencia activa del tipo Integral y un sistema de control de apertura del rodete con corrección por volumen de gradiente hidrostático con los cuales se determina la apertura del distribuidor y la apertura del rodete en una acción combinada destinada a obtener una máxima eficiencia para diferentes caídas de agua.

### 1.5 TURBINA AUXILIAR

La Central Hidroeléctrica PEÑITAS, cuenta con una **Unidad Auxiliar** de respaldo y emergencia para la alimentación de los **Servicios Propios** de la Central, como son: Bombas y Compresores de regulación, Bombas de Prelubricación, Circulación de aceite en Chumaceras, etc. para el funcionamiento de las Unidades Generadoras de la Central, siendo dicha alimentación muy importante para el arranque de las Unidades Principales por lo que es recomendable tenerla siempre disponible y en condiciones de operación.

Esta Unidad es de tipo Francis horizontal tipo F 30 H con un diámetro de 880 mm acoplada directamente con el Generador eléctrico síncrono trifásico de 60 Hz de frecuencia, 480 volts de tensión y una potencia de 1200 KW, el acoplamiento es a través de una flecha de acero soportada y guiada por chumaceras.

## CARACTERÍSTICAS

Año de fabricación ----- 1983  
Número de la maquina ----- F 524  
Caída neta máxima  $H_{max}$  ----- 34.15 m  
Descarga Q ----- 3.99 m<sup>3</sup>/s  
Potencia máxima P ----- 1220 kW  
Velocidad nominal  $n_n$  ----- 514.3 rpm  
Velocidad de desboque  $n_d$  ----- 1050 rpm  
Fabricación ----- Checoslovaquia



**Fig. 1.5** Turbina auxiliar

## 1.6 SUBESTACIONES Y LÍNEAS DE TRANSMISIÓN

La energía eléctrica generada en la Central es elevada de 13.8 Kv a 230 Kv por el **Transformador de Potencial**, y llegan a una Subestación, de donde se distribuye para integrarse al sistema Oriental, con dos alimentadores a la sub estación Malpaso II, (líneas **93930** y **93940**) ubicada en la Central Hidroeléctrica Malpaso, otras dos líneas a la Subestación Kilometro 20 (líneas: **93910** y **93920**) en Villahermosa, Tabasco, y otra más a la Subestación Cárdenas II, (línea: **93970**) ubicada ene le municipio de Cárdenas, Tabasco. Cuenta además con una Subestación reductora de 115 KV, la cual a es alimentada por las líneas (**73910** y **73900**) que vienen de malpaso y Mezcalapa respectivamente, para los servicios propios y auxiliares de la planta.



**Fig.1.6** Subestaciones de la C.H. A.A.C.

En la figura I.6.1 se muestra la ubicación de la Central Hidroeléctrica dentro del sistema interconectado nacional, se puede apreciar también los enlaces que tiene con las otras Centrales Hidroeléctricas.



**Fig. 1.6.1** Ubicación Eléctrica De La C.H. A.A.C

## CAPÍTULO 2. GENERADORES DE C.A. HIDROELÉCTRICOS

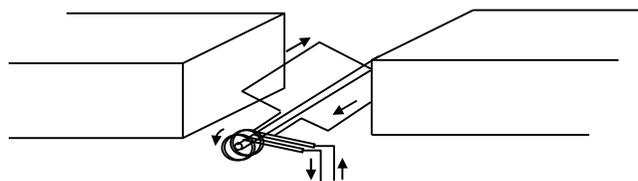
### 2.1 GENERALIDADES

El generador eléctrico, esencialmente, es una máquina que convierte energía mecánica en energía eléctrica, basado en el principio de inducción electromagnética. El descubrimiento de Michael Faraday sobre la ley de inducción, establece que si un flujo magnético atraviesa una espira de conductor, se inducirá un voltaje en la espira, directamente proporcional a la variación del flujo magnético en el tiempo.

La magnitud de esta tensión “inducida” depende de la longitud del conductor comprendida dentro del campo magnético, de la velocidad relativa entre el conductor y el campo magnético y de la intensidad de dicho campo. La dirección o polaridad de la f.e.m. inducida, es tal que la corriente resultante en el conductor y el campo magnético producido por ella tiende a oponerse al movimiento que origina la f.e.m. este principio se conoce como la ley de Lenz. El principio de operación de los alternadores, se basa en la aplicación de las siguientes leyes: Ley de Faraday o de inducción, Ley de Lenz, Ley de Ampere y Ley de Bio -Savart.

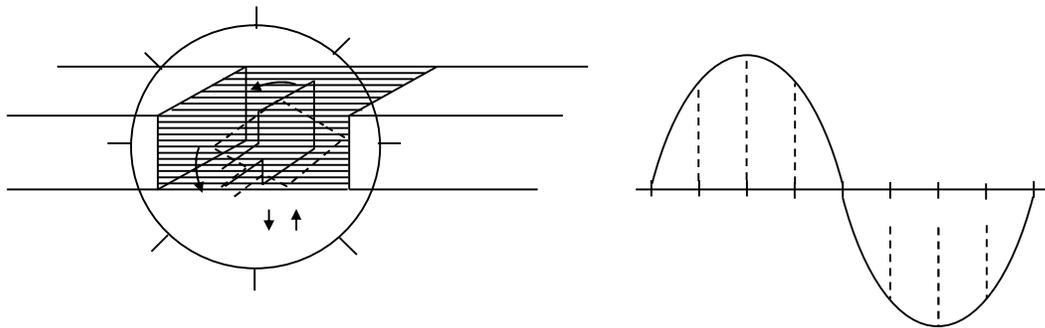
#### 2.1.1 PRINCIPIO DE FUNCIONAMIENTO DEL GENERADOR

El principio de funcionamiento de un generador de C.A. se basa en el principio de que una fuerza electromotriz se genera en un conductor cuando éste, corta las líneas de fuerza de un campo magnético, o bien cuando las líneas de fuerza con movimiento son cortadas por un conductor que se mantiene fijo, en forma esquemática se representa a continuación.



**Fig. 2.1.1** Principio de funcionamiento del generador.

En los generadores de C.A., generalmente el campo es el que gira durante la operación del alternador los polos no cambian su polaridad, ya que están alimentados por una corriente continua, proveniente del sistema de excitación, que pueden ser estáticos o generadores de corriente.



**Fig. 2.2.1.1** Operación del generador.

Una maquina eléctrica tiene 2 devanados. El devanado de armadura es donde el voltaje es inducido. El devanado de campo provee la excitación magnética de la máquina, comúnmente, el devanado de campo está alojado en el rotor, la parte giratoria de la maquina; mientras que la armadura se coloca en el estator.

En un generador síncrono se aplica corriente directa al devanado del rotor, para producir su campo magnético, mientras que una fuerza mecánica lo hace rotar. Es así, como se induce un voltaje trifásico en el devanado del estator, a partir del campo magnético rotativo.

Los generadores síncronos operan a velocidad y voltajes constantes, por lo que cualquier variación de la carga deberá ser compensada variando la corriente generada. Una maquina síncrona opera a una velocidad determinada por la frecuencia del suministro de energía eléctrica. La velocidad de operación normal de la maquina se conoce como velocidad síncrona y está dada por:

$$F = \frac{P * N}{120}$$

Las maquinas con dos o cuatro polos son del tipo polos no salientes y se emplean en generadores de alta velocidad, tales como turbogeneradores de vapor; mientras que las maquinas con más de cuatro polos, son del tipo polos salientes y se utilizan en generadores de baja velocidad, tales como los turbogeneradores hidráulicos.

## **2.1.2 CLASIFICACIÓN DE LOS GENERADORES ELÉCTRICOS**

### **✓ POR SU APLICACIÓN**

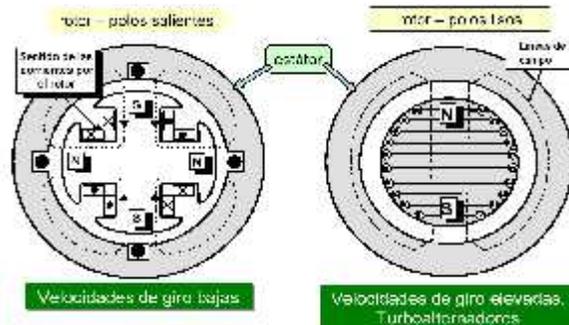
- a)** Alternadores para Turbinas Hidráulicas.
- b)** Alternadores para Turbinas de Vapor y de Gas.
- c)** Alternadores para Máquinas de Combustión Interna.

### **✓ POR LA POSICIÓN DE SU FLECHA**

- a)** Alternadores Verticales.
- b)** Alternadores Horizontales.

### **✓ POR EL NÚMERO DE POLOS**

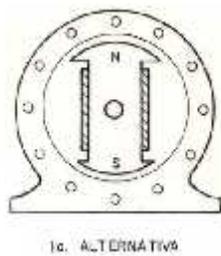
- a)** Generador de polos lisos: Este tipo de generadores tienen el diámetro del estator muy pequeño y la longitud del núcleo grande. Por lo general se construyen de 2 o 4 polos debido a que trabajan a velocidades muy altas y se prefieren para centrales con turbinas de vapor.
- b)** Generador de polos salientes: tienen un gran número de polos, los cuales van sujetos a la llanta del rotor en forma individual. El diámetro del estator es muy grande y la longitud del núcleo pequeña. Se prefieren para centrales hidroeléctricas porque las turbinas trabajan a bajas velocidades.



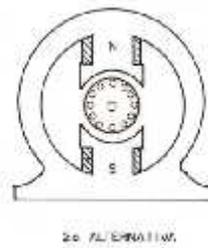
**Fig. 2.1.2** Rotor de polos salientes y polos lisos

### 2.1.3 FORMAS DE REALIZAR LA GENERACIÓN

De acuerdo al principio de funcionamiento del alternador, se requiere que exista un movimiento relativo entre los polos magnéticos del inductor y las bobinas del inducido, lo cual se puede lograr de acuerdo con las dos alternativas siguientes: Que las bobinas del inducido permanezcan en el estator y que los polos se encuentren en el rotor (Fig. 2.1.3). Que los polos queden fijos en el estator y las bobinas del inducido estén en movimiento en el rotor (Fig. 2.1.1).



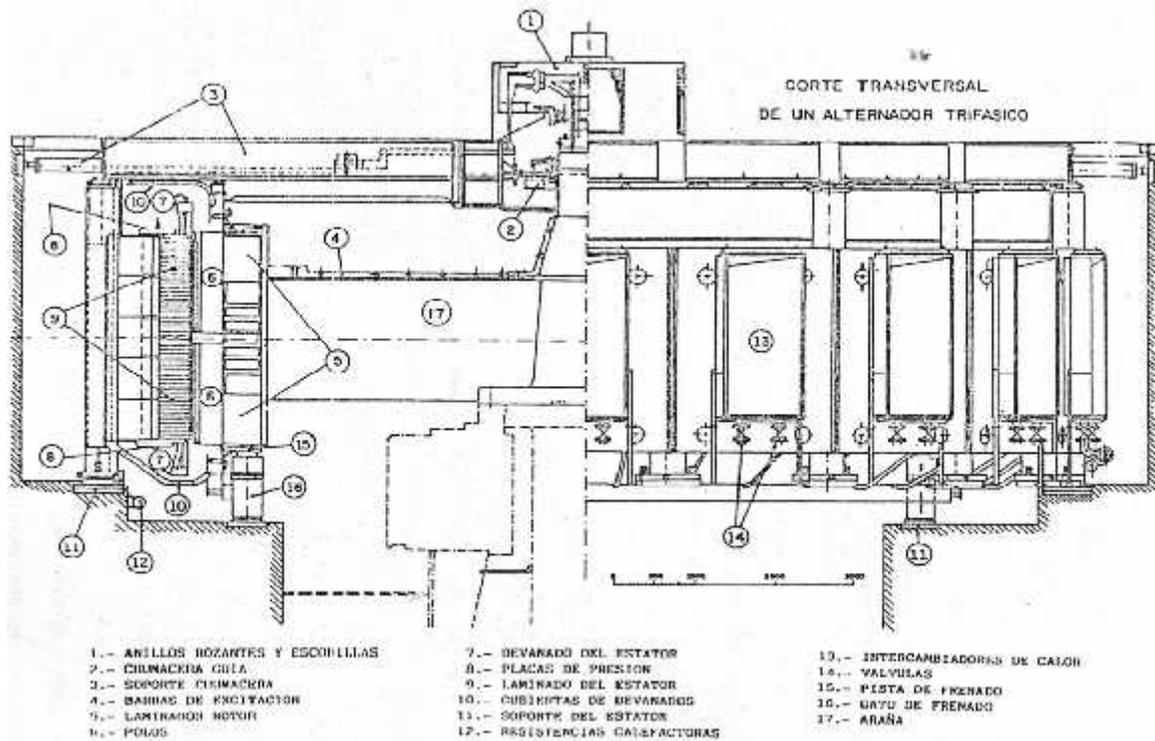
**Fig. 2.1.3** Generación opción 1



**Fig. 2.1.3.1** Generación opción 2

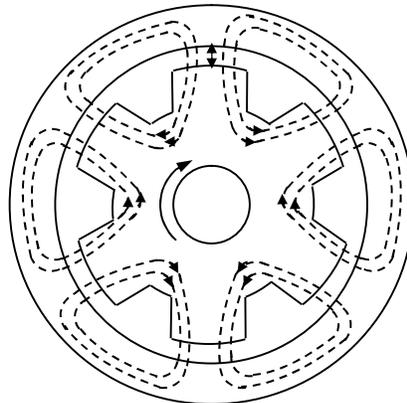
## 2.2 PARTES PRINCIPALES QUE CONSTITUYEN AL GENERADOR

La Central Hidroeléctrica Ángel Albino Corzo, cuenta con un generador de polos salientes por el número de revoluciones que maneja. Los generadores eléctricos están constituidos básicamente por cuatro partes principales; componentes estructurales, circuito magnético (rotor y estator), conductores y sistema de aislamiento.



**Fig. 2.2** Principales elementos del generador hidroeléctrico.

El circuito magnético constituido por el Rotor y Estator son combinados para completar la trayectoria magnética. La presencia de la estructura del estator a través del campo de los polos incrementa el flujo. En la figura 2.5.1 se observa que el flujo atraviesa dos núcleos de metal y un espacio de aire (entre hierro); como el rotor gira, la trayectoria del flujo es también rotativa, cortando todas las ranuras del estator. El flujo fluye hacia dentro y hacia fuera en pasos sucesivos de polo a polo.



**Fig. 2.2.A** Circuito Magnético.

## **2.2.1 ELEMENTOS DEL ESTATOR**

Es la parte fija del generador, está compuesto por el devanado montado sobre el núcleo metálico formado por láminas de acero al silicio. En el estator es donde se genera la tensión nominal por la acción de campo magnético del rotor. La tensión nominal de los generadores de la C.H. Ángel Albino Corzo es de 13.8 Kv.

### **2.2.1.1 CARCASA DEL ESTATOR**

La carcasa del estator es una estructura de acero soldada hecha de secciones de placas y acero enrollado compuesta principalmente por pilares verticales, anillos horizontales, placas de apoyo vertical, barras en cola de milano y placas de casco. Exteriormente tiene una forma de polígonos regulares con los pilares verticales en los vértices.



**Fig. 2.2.1.1** Elementos del estator.

### **2.2.1.2 NÚCLEO DEL ESTATOR**

El núcleo magnético está construido en láminas de acero al silicio de elevada permeabilidad, bajas pérdidas y cuya superficie se encuentra aislada para reducir el mínimo de pérdidas por corrientes parasitas. Su función básica es confinar el campo magnético producido por el devanado del estator y campo, así como alojar en las ranuras las bobinas que forman el devanado de estator. El núcleo está finalmente asegurado por medio de dedos de presión de acero no magnético y por

placas de acero presionados al núcleo por anillos de presión en la parte superior e inferior de la carcasa del estator.



**Fig. 2.2.1.2** Núcleo del estator.

### **2.2.1.3 DEVANADO DEL ESTATOR**

El devanado de armadura o del inducido consiste de un número de bobinas distribuidas en las ranuras del estator a lo largo de la periferia de la máquina en correspondencia al número de polos y fases. El devanado del generador está formado por conductores aislados formando bobinas conectadas de tal manera que se suman las fuerzas electromotrices inducidas en los conductores.

Está formado por tres devanados de fase ( a, b, y c), que son idénticos y se encuentran desfasados entre sí por el ángulo de los sistemas eléctricos trifásicos igual a  $120^{\circ}$ , formando un embobinado de tipo diamante con aislamiento clase F. La conexión de las tres fases es en estrella con neutro aterrizado mediante un transformador de puesta a tierra. El devanado es fraccionario y el paso de 1 a 8.

El cobre usado en el devanado es el de más alta calidad libre de impurezas. Cada hilo está aislado con fibra de vidrio impregnado con resina epóxica termofraguada. La sección de bobina que queda dentro de la ranura es presionada en caliente para darle rigidez, los extremos de la bobina no lleva este proceso lo que permite

flexibilidad en el devanado. Las características principales del devanado del estator son:

- ✓ Numero de ranuras 396
- ✓ Lados de bobinas por ranura 2
- ✓ Bobinas por fase: 198
- ✓ Ramas: 2
- ✓ Bobinas por rama: 99



**Fig. 2.2.1.3** Devanado del estator.

#### **2.2.1.4 SOPORTE ESTATOR**

La función de los pilares es transmitir la fuerza de reacción tangencial del núcleo del estator, la fuerza vertical de la araña del soporte superior y el peso del estator a los cimientos. Tangencialmente los pilares están fijados a los cimientos mientras que radialmente se mantienen por fricción. La fricción es suficiente para impedir que el estator se desvíe a causa del desbalance de fuerzas magnéticas, a la vez que presenta poca resistencia a movimientos causados por la expansión térmica.

### 2.2.1.5 CHUMACERAS GUÍA SUPERIOR

La finalidad básica de las chumaceras es transmitir el peso y esfuerzos de las partes giratorias a las losas, esto es la estructura guía no permite oscilaciones a las partes giratorias, es decir sirve para guiar al eje. La chumacera guía tiene como partes principales la carcasa, los segmentos, el cubo, pozo de aceite, cubierta superior, enfriadores de aceite, aceite lubricante y supervisores de temperatura.



Fig. 2.2.1.5 Chumacera guía superior.

### 2.2.1.6 CUBIERTA DE DEVANADOS

El devanado se protege por cubiertas de fibra de vidrio moldeadas y autoextinguibles, están montadas entre la carcasa y las placas que van encima de la araña de soporte superior. Su diseño incrementa la eficiencia del flujo de aire al generador.



Fig. 2.2.1.6 Cubierta de devanados

### 2.2.1.7 ARAÑA SOPORTE DE LA CHUMACERA GUÍA SUPERIOR

La araña soporte está dimensionada para dar a la chumacera guía un máximo de estabilidad y permitir el menor movimiento radial posible. La araña consiste de cierta cantidad de brazos radiales y un cubo central, está diseñada para soportar el peso combinado de la chumacera guía superior, la placa de la cubierta, el equipo de excitación, y la cubierta superior del estator.



Fig. 2.2.1.7 Araña soporte de la chumacera guía superior.

### 2.2.1.8 PLACAS DE COMPRESIÓN

Placas de ajuste y dedos de compresión no magnéticos soportan al núcleo en la parte superior e inferior, la presión se ejerce por medio de pernos que atraviesan los segmentos detrás de la circunferencia del núcleo, la tensión diagonal se obtiene con pernos situados en el borde exterior de los segmentos la tensión resultante es contrarrestada por barras de longitud completa.



Fig. 2.2.1.8 Placas de compresión.

### **2.2.1.9 CIRCULACIÓN DE AIRE**

El aire en circuito cerrado se distribuye desde el foso del generador a los extremos superiores e inferiores de las cubiertas de los devanados, en donde por medio de los ventiladores axiales opuestos montados en el anillo base del rotor, fuerzan el aire a través de los polos y sale a la carcasa del estator por los conductos del núcleo.

El aire caliente que sale de los devanados pasa por los intercambiadores de calor refrigerados por medio de agua que están colocados alrededor de la carcasa del estator, y enfrían el aire que circula por ellos hacia el espacio entre la estructura y la carcasa del foso del generador. El aire enfriado vuelve a entrar al generador por la parte superior e inferior del estator.

### **2.2.1.10 INTERCAMBIADORES DE CALOR**

Los intercambiadores de calor o enfriadores de aire, son elementos que están montados sobre aberturas en la superficie exterior de la carcasa del estator, y están conectados a la tubería de agua de refrigeración por medio de válvulas de cierre. Los enfriadores están dimensionados para que el generador opere con seguridad a su potencia nominal, manteniéndose el agua a la temperatura específica.

### **2.2.1.11 EQUIPO DE FRENADO (GATOS DE FRENADO)**

El equipo de frenado o gatos de frenado, es un sistema que se emplea en los generadores hidroeléctricos para parar la maquina en el menor tiempo posible. La operación de los gatos se efectúa cuando la velocidad del rotor desciende al 20%, de su velocidad nominal. Los frenos son accionados automáticamente por una válvula de tres vías operadas por un solenoide y supervisados por un relevador.

El frenado y levantado del rotor se efectúa por medio de una cantidad de gatos de frenado montados sobre los cimientos del foso de generador. En la operación de frenado, los cilindros de los gatos que están conectados en serie, son accionados por aire comprimido a presión ascendiendo hasta ponerse en contacto con la pista de frenado del rotor, lo que provoca fricción y en consecuencia el frenado. En el levantamiento del rotor, los gatos son accionados por aceite a presión por una bomba operada por un motor.

### **2.2.1.12 CUBIERTA SUPERIOR**

La cubierta superior del generador (tapas antiderrapantes), son láminas de hierro apoyadas en los brazos de la araña soporte superior, así como en las barras entre los brazos, tiras delgadas de empaque entre las placas y las barras impiden ruidos provenientes de las vibraciones, quedando a nivel de piso.



**Fig. 2.2.1.12** Tapas antiderrapantes.

### **2.2.1.13 RESISTENCIAS CALEFACTORAS**

Las resistencias calefactoras son dispositivos que se instalan en la base de los devanados para que proporcionen calor, que no permitirá la condensación de aire húmedo en los devanados, cuando el generador esta fuera de servicio, se conecta automáticamente.

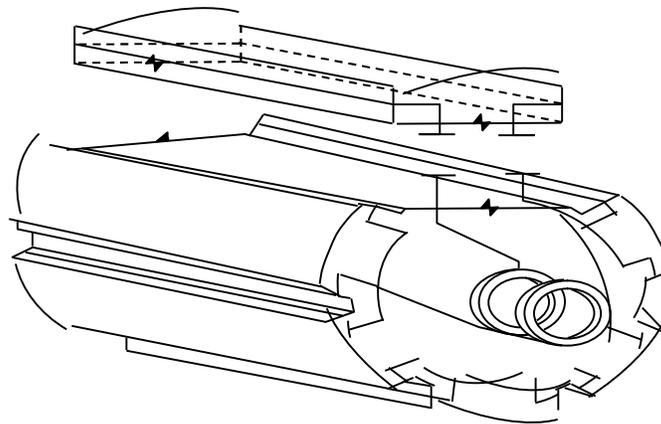
## 2.2.2 ELEMENTOS DEL ROTOR

El rotor es el elemento giratorio del generador, que recibe la energía mecánica mediante el giro. En dicho elemento se encuentra distribuidos pares de polos fijos alimentados con corriente continua procedente de la propia corriente alterna generada por la máquina, rectificadas mediante tiristores. Como el generador se acopla a una turbina hidráulica el rotor tiene relativamente un elevado número de polos y se le denomina rotor de polos salientes o rueda polar.



**Fig. 2.2.2** Rotor

El campo magnético tiene como función el convertir el par mecánico de entrada, en corriente eléctrica hacia el exterior. Las bobinas de excitación o de campo normalmente se conectan en serie, el campo es producido por una fuente de corriente continua, que es el excitador, que fluye a través del devanado en los polos del ROTOR (devanado de campo).



**Fig. 2.2.2. A** Excitación del Generador.

### 2.2.2.1 NÚCLEO DEL POLO

El núcleo está constituido por placas de chapa de acero al silicio con la zapata del polo y el núcleo formado de una sola pieza. Las placas están apiladas y presionadas entre piezas de acero y terminales de acero por medio de pernos pasadores. La sección del núcleo del polo es rectangular. La zapata del polo es biselada para dar al voltaje la forma de una onda senoidal.



**Fig. 2.2.2.1** Excitación del Generador.

### 2.2.2.2 DEVANADO DEL POLO

El devanado está conformado por 21 bobinas formadas por espiras de cobre semiplanos, aisladas entre ellas. Su función es generar un campo magnético para inducir voltaje en el devanado del estator. El devanado del polo consiste en barras rectas de cobre unidas formando una bobina apropiado para el polo rectangular. El aislamiento entre las espiras consiste en asbesto impregnado con resina epóxica.



**Fig. 2.2.2.2** Núcleo y devanados del polo.

### **2.2.2.3 BARRAS DE EXCITACIÓN**

Sirven de un conductor entre los anillos rasantes y los polos del rotor, son 2 barras de cobre en forma rectangular similares a las que se utilizan en los devanados, están montados sobre una sección de la flecha y sobre las tapas de la araña, sujetadas firmemente por otros tornillos aislados con arandelas de baquelita, y gira a la velocidad del conjunto.



**Fig. 2.2.2.3** Barras de excitación.

### **2.2.2.4 ANILLOS RASANTES Y ESCOBILLAS**

También conocidos como anillos colectores, son dos y están montados en la parte superior de la flecha y giran a la misma velocidad del generador, y permiten conectar eléctricamente al elemento que suministra la corriente de excitación, los polos del rotor por medio de las escobillas. Los anillos colectores se sujetan con pernos axiales aislados, y se soportan en un cubo de acero soldado en el eje con un tornillo tope.

Los anillos colectores están hechos de acero especial y son lo suficientemente anchos para permitir que las escobillas queden alternadas. Los porta escobillas se colocan en soportes de bronce con pasadores aislados evitando la posibilidad de corto circuito o que se efectúe conexión a tierra del campo si se hace un cambio de escobillas con la máquina excitada.

Las escobillas van montadas en los porta escobillas y se deslizan sobre los anillos colectores permitiendo el paso de la corriente de excitación a los polos del rotor, las escobillas generalmente están fabricadas de grafito. La densidad de corriente establece el valor de la superficie de contacto de la escobilla sobre el anillo colector.



**Fig. 2.2.2.4** Anillos rasantes y escobillas

### **2.2.2.5 LAMINADO O ANILLO BASE DEL ROTOR**

El laminado del rotor o núcleo está constituido por una cantidad de secciones y el anillo base está formado por paquetes de laminación de acero sobre montados de tal manera que se cubra la mayor área de sección y superficie de fricción, teniendo en cuenta el número de polos y el tamaño apropiado de los segmentos.

Entre cada sección hay un canal de aire consistente en dos placas de soporte, separadas por piezas espaciadoras que guían el aire hacia fuera a través del anillo. La parte superior a inferior del anillo están acabadas por unas placas de compresión, se tensionan por medio de pernos pasadores para dar la fuerza de fricción requerida entre capas de segmentos.

La calidad y las dimensiones de las láminas de acero son determinada por; la fuerza centrífuga, el momento de inercia, la estabilidad en relación a las fuerzas magnéticas entre el estator y el rotor, así como también el flujo magnético entre polo y polo. El nivelado del anillo resultante se asegura parcialmente por medio de

cuñas, situadas en ranuras de la superficie inferior y parte por medio de barras metidas en agujeros que se han perforado previamente en los segmentos.



**Fig. 2.2.2.5** Laminado o anillo base del rotor.

#### **2.2.2.6 ARAÑA DEL ROTOR**

La araña del rotor se diseña para acoplar por medio de bridas al eje. Dos placas de acero en forma de disco están soldadas al cubo. Placas con alma de acero en forma vertical están soldadas entre los discos para formar un cuerpo rígido en forma de tambor. Barras soldadas en los extremos exteriores de las placas con alma de acero soportan el anillo base del rotor. Juegos de cuñas en las ranuras interiores del anillo base del rotor y soldados a la araña transmiten el momento de torsión entre los dos.

El cubo del rotor tiene forma cónica, con brida en el extremo inferior para ser acoplado al eje, en la parte superior la brida se sujeta a la chumacera. Los discos de placas de acero se sueldan al cubo del rotor y transfieren el momento de torsión del cubo al núcleo o anillo base del rotor. Las placas con alma de acero y refuerzos verticales tienen las dimensiones y amplitud necesarias para soportar el peso del núcleo y polos del rotor. Ayudan a liberar la tensión de las juntas soldadas entre las barras y los discos a causa de las fuerzas centrífugas que provocan tensiones de flexión.



**Fig. 2.2.2.6** Araña del rotor.

### **2.2.2.7 PISTA DE FRENADO**

La pista de frenado está colocada en la placa inferior del anillo base del rotor, forma un soporte para la pista de frenado que consiste de segmentos fijados por abrazaderas, los cuales se pueden retirar con facilidad. Su función principal es fraccionarse con los gatos de frenado cuando la máquina está en proceso de paro.

### **2.2.2.8 EJE SUPERIOR O FLECHA**

El eje de chapa de acero en forma cilíndrica y soldada. Todas las superficies externas están trabajadas y en la parte inferior va soldado un anillo en forma de brida. Esta brida esta perforada para ser atornillada al eje principal. Sobre el eje se trabajan diferentes diámetros para formar los soportes de los equipos auxiliares, tales como anillos colectores, generador de imanes permanentes que se sitúan por medio de ranuras hechas en él.



**Fig. 2.2.2.8** Excitación del Generador.

## **2.3 PROTECCIÓN DE GENERADORES**

Los elementos de protección están diseñados para emitir alarmas y/o desconectar al generador del sistema, cuando se presenta una falla. Los generadores de la Central Hidroeléctrica Peñitas, están protegidos eléctricamente mediante esquemas de Protección Digitales. Estos esquemas proporcionan seguridad redundante al generador ya que se cuenta con dos Relevadores Multifunción para Protección del Generador Marca SEL (Schweitzer Engineering Laboratories), modelo SEL-300G como protección primaria y de respaldo, respectivamente.

Las principales características en los esquemas de protecciones son:

- ✓ El sistema debe ser desconectado lo más rápido posible a partir de la ocurrencia de la falla.
- ✓ Se debe contar con protección secundaria o de respaldo para liberar la falla en caso de que la protección primaria no la libere.
- ✓ El sistema de protección debe ser diseñado de acuerdo a las características específicas de operación del generador.

## ➤ TRANSFORMADORES DE INSTRUMENTO

Para la adquisición de parámetros eléctricos de voltaje y corriente del sistema eléctrico a niveles manejables por el hombre, se cuenta con transformadores de potencial y transformadores de corriente, denominados transformadores de instrumento. Dos grupos de tres transformadores de corriente tipo dona con relación de transformación de corriente (RTC) de 6000:5/5/5 A, ubicados en la salida y lado neutro del generador, proporcionan las mediciones de corriente a los relevadores de protección.

Las mediciones de voltaje son proporcionadas por transformadores de potencial con relación de transformación de potencial (RTP) de 14400:120 V, los cuales están ubicados en los gabinetes metal clad de los reguladores automáticos de voltaje de la central del lado salida del generador. Estos relevadores detectan las fallas que se presentan en el generador, ya sean del tipo monofásicas, entre fases, desbalances, circuitos abiertos y pérdidas de campo, así también, representan un respaldo para fallas externas.



**Fig. 2.4** Tablero metal clad.

### **2.3.1 PROTECCIÓN POR IMPEDANCIA (21G)**

Es una protección de distancia que detecta fallas entre fases y trifásicas que ocurren fuera de la zona del generador. Sus ajustes son tales que dispara con retardo de tiempo ante la presencia de falla entre las terminales del generador y el transformador de potencia. Con un retardo adicional opera si la falla se localiza más allá del transformador de potencia. Por esta razón esta protección es llamada de respaldo ya que la protección primaria está a cargo de otro grupo de relevadores.

La protección 21 también detecta fallas entre fases dentro del generador respaldando por lo tanto la protección diferencial del mismo. La protección de distancia mide las corrientes de los TC's instalados en el neutro del generador y los voltajes de los TP's instalados en las terminales del mismo. De esta forma el relevador obtiene un valor correcto de las impedancias del sistema.

Opera dentro de dos zonas. La zona 1 (3.9 Ohm con retardo de 400 ms), desde el lado neutro del devanado del generador, hasta el transformador principal. La zona 2 (8 Ohm con retardo de 800 ms), desde el lado neutro del devanado del generador, hasta la línea más corta del sistema de potencia. Cuenta con deshabilitación por desbalance de voltajes de fase para evitar disparos en falso.

### **2.3.2 PROTECCIÓN POR SOBREENCITACIÓN (24G)**

Su función es detectar alta densidad de flujo magnético no permisible en el núcleo de los generadores que puede llegar a presentarse en caso de un incremento de tensión y/o baja de frecuencia. La densidad de flujo por encima del valor nominal satura el núcleo, lo que podría provocar que el generador se sobrecaliente debido a grandes pérdidas en el núcleo.

La protección contra la sobreexcitación procesa la tensión al índice de frecuencia (V/f) con relación a sus valores nominales. Considerando que la relación Volts/Hertz al 100% es de 14.4kV/60Hz, el rango de ajuste de la protección es de 110% con un retardo de 60 segundos en la zona 1, y de 118% con retardo de 6 segundos en la zona 2. Existe alarma al 105%.

### **2.3.3 VERIFICACIÓN DE SINCRONISMO (25G)**

El propósito de la verificación de sincronismo es encontrar el instante en que las tensiones de ambos lados del interruptor de unidad están en sincronismo. Las condiciones de sincronismo se alcanzan cuando las tensiones de ambos lados del interruptor tienen la misma frecuencia, están en fase y son de magnitudes correspondientes a líneas de tensión.

Cuando el tiempo de sincronización es mayor a 4 minutos, se aborta la secuencia de sincronización automática. La unidad queda rodando y excitada, con posibilidad de sincronizarse manualmente. La función de verificación de sincronismo se deshabilita al cerrar el interruptor propio y el interruptor medio de la máquina.

### **2.3.4 PROTECCIÓN POR POTENCIA INVERSA (32G)**

La protección de potencia inversa detecta que el generador recibe potencia del sistema y dispara después de una demora de tiempo. El generador recibe potencia del sistema cuando su motor o turbina ya no le entrega potencia, y empieza a absorber la necesaria para mantener al generador en sincronismo, venciendo las pérdidas de generador y motor. En esta condición el generador actúa como un motor síncrono. Bajo dicha situación la turbina puede dañarse ya que se presenta el fenómeno de cavitación en los álabes de la turbina en el lado aguas abajo.

Este relé funciona como analizador de la potencia inversa de la carga que debe ser controlada cuando el generador empieza no a generar, sino a demandar energía del sistema. Cuando esto sucede el relé manda la instrucción al tablero de sincronización para que envíe la instrucción de sacar del sistema al generador.

La protección 32 opera siempre con retardo de tiempo a fin de evitar su operación durante fluctuaciones de potencia causadas por disturbios en el sistema o cuando la unidad se sincroniza con una frecuencia inferior a la del sistema. La protección por potencia inversa está ajustada para enviar disparo de unidad al 4% de la potencia nominal (-4.2 MW) durante 5 segundos.

### **2.3.5 PROTECCIÓN POR PÉRDIDA DE CAMPO O EXCITACIÓN (40G)**

La pérdida parcial o total de campo de un generador sincrónico es perjudicial tanto al generador, como al sistema de potencia al cual está conectado. La condición debe ser detectada rápidamente y el generador debe ser aislado del sistema para evitarle daños.

El método aplicado para detectar una pérdida de campo del generador es el uso de relés de distancia para monitorear la variación de la impedancia vista desde las terminales del generador. Esta protección tiene dos zonas de operación. La zona 1, está ajustada a 16.6 Ohm con operación instantánea. La zona 2, a 21.2 Ohm con un tiempo de 1 segundo.

### **2.3.6 PROTECCIÓN POR CORRIENTE DE SECUENCIA NEGATIVA (46G)**

Se usa para proteger a los generadores del calentamiento excesivo en el rotor resultante de las corrientes desbalanceadas en el estator. La componente de secuencia negativa de las corrientes desbalanceadas induce una corriente

superficial de doble frecuencia en el rotor que fluye a través de los anillos de retención, los slot de las cuñas y en menor grado en el devanado de campo. Estas corrientes en el rotor pueden causar temperaturas altamente dañinas en muy corto tiempo.

Esta función se usa como protección de respaldo para condiciones de desbalance de corriente, ya que produce calentamiento en el rotor del generador. Este calentamiento está dado en función de la corriente de secuencia negativa y del tiempo. Está ajustada al 8% de la corriente nominal con 5 segundos de retardo en la zona 1, y a 8% de la corriente nominal y una curva de ajuste de tiempo de 10 segundos para la zona 2.

### **2.3.7 PROTECCIÓN POR SOBRETENPERATURA EN DEVANADOS (49G)**

Las causas de elevación excesiva de temperatura en los devanados del estator del generador pueden ser provocadas por sobrecargas, falla en el sistema de enfriamiento o puntos calientes causados por falla del aislamiento en el laminado.

Los elementos empleados para detectar cambios de temperatura en los devanados son detectores RTD (Resistance Temperature Detectors) que están embebidos entre las bobinas y distribuidos simétricamente alrededor del estator. Mediante estos detectores se tiene un monitoreo constante del valor de temperatura del devanado y núcleo de estator.

En el estator de los generadores, se cuenta con sondas RTD (15 tipo Pt 100 Unidad 1, 13 tipo Cu 10 Unidades 2, 3 y 4), dispuestas en las ranuras a fin de verificar en funcionamiento la temperatura del devanado. Dos RTD están asociadas a la función 49G del relevador SEL-300G con alarma a 115°C y disparo de la unidad a 120°C. El resto de las RTD están asociadas al PLC de la unidad, con función de alarma a 120°C y no se cuenta con disparo.

### **2.3.8 PROTECCIÓN POR SOBREVOLTAJE (59G)**

Los sobrevoltajes en un generador no son considerados como fallas sino como una condición de operación anormal y pueden ocurrir sin que se excedan los límites de volts/Hertz de la máquina. En general este problema está asociado con turbogeneradores del tipo empleado en la C. H. Peñitas en los que durante los rechazos de carga la sobrevelocidad puede exceder el 200% de la velocidad nominal.

Bajo esta condición la sobreexcitación puede no ser excesiva pero la magnitud del voltaje sostenido puede estar arriba de los límites permisibles. En el nivel 1 está ajustada para disparar al 110% del voltaje nominal en 5 segundos y nivel 2 al 112% del voltaje nominal en 500 ms.

### **2.3.9 PROTECCIÓN POR PÉRDIDA DE SEÑAL DE TRANSFORMADORES DE POTENCIAL (60G)**

La pérdida de la señal de TP's puede causar operación incorrecta o falla de los relés de protección o un desbocamiento del regulador de tensión del generador, llevándolo a una condición de sobreexcitación. Por lo tanto, se requiere algún método de detección, de forma que los disparos de relés afectados sean bloqueados y que el regulador de tensión sea transferido a operación manual.

El método más común para proporcionar protección por pérdida de la señal de TP's es un relé de balance de tensiones (60), el cual compara la tensión secundaria trifásica de los 2 grupos de TP's (de protección y regulación). Cuando un fusible se funde en el circuito de los TP's, la relación de tensiones se desbalancea y el relé opera. Además de iniciar las acciones de bloqueo y transferencia previamente descritas, también se activa una alarma. Las protecciones bloqueadas son 21G, 24G, 32G y 40G.

### **2.3.10 PROTECCIÓN POR FALLA A TIERRA EN EL ESTATOR (64G)**

Para una falla entre fases ya sea en el interruptor del generador o en los cabezales, deberá operar la protección diferencial, para una falla de fase a tierra deberá operar la protección 64G esto sucede cuando el aislamiento de las bobinas se perfora y se conecta a tierra, generalmente esta falla ocurre en el interior de las ranuras. Su función es proteger por fallas a tierra al generador por medio de la medición de voltaje en el neutro del generador. Está ajustada a 8 Volts con 0.5 segundos de retardo.

La protección 64G, básicamente tiene el funcionamiento de una protección 59 por sobrevoltaje, ya que mide el voltaje que se induce en el devanado secundario del transformador de aterrizamiento del neutro del generador, al circular una corriente en el devanado primario por falla a tierra. Esta función no solo opera por falla a tierra en el devanado del generador, sino que puede operar por falla a tierra en el devanado primario del transformador de potencia, en el transformador de servicios propios, en el transformador de excitación.

### **2.3.11 PROTECCIÓN DIFERENCIAL DEVANADOS (87G)**

Cuando se tienen fallas muy grandes operan tanto la protección diferencial como la protección a tierra en el estator y eso nos indica una doble falla o que esta ocurrió en una ranura que contiene costados de diferente fase. Una falla de fase en el devanado del estator del generador es siempre considerada como seria debido a las altas corrientes encontradas y el daño potencial a los devanados de la máquina, así como a las flechas y el acoplamiento.

Las unidades generadoras grandes usan protección de alta rapidez para detectar estas severas fallas en el devanado del estator y minimizar el daño. La protección

diferencial es la más rápida con que cuenta un generador y sirve para proteger contra fallas entre fases, que es la más severa.

Éste relevador podrá tener corrientes menores que la sensibilidad del relevador diferencial (típicamente entre 3 y 30 Amperes). Las fallas de espira-espira de una misma fase no son detectadas por los relevadores diferenciales debido a que las corrientes que entran al generador son iguales a las corrientes que salen. Cuenta con dos niveles de Pickup, con restricción O87 y sin restricción U87. Para el Pickup U87 sin restricción tiene un valor de ajuste de 5.0 A y con restricción de 0.20 A.

### **2.3.12 PROTECCIÓN DIFERENCIAL DE GRUPO SEL 387**

Su función es proteger contra fallas entre fases en el grupo generador transformador. Esta zona está delimitada por la ubicación de los cuatro grupos de TC's que suministran las corrientes a este relevador. Un grupo está situado a en el neutro del generador, otro en las barras de derivación a los transformadores de servicios auxiliares de 13.8 KV y los otros dos se ubican en la subestación de 230 KV. La operación de este dispositivo envía el disparo inmediato de los interruptores de la unidad.

### **2.3.13 PROTECCIÓN POR CORRIENTES EN LA FLECHA**

Esta protección tiene la función de detectar las corrientes inducidas que circulan por la flecha del grupo giratorio cuando hay fallas en el aislamiento a tierra de alguna de las chumaceras del generador. Estas corrientes se generan cuando el voltaje inducido en la parte superior de la flecha encuentra otra trayectoria a tierra además de la que ya se tiene en la parte inferior de la misma (rodete).

En esta situación se establece un lazo de corriente entre el rodete y el punto de falla del aislamiento, cuya magnitud dependerá de la resistencia de falla y se

mantendrá fluyendo mientras la unidad permanezca excitada y girando. En el peor caso puede llegar a dañar el metal de la chumacera con el aislamiento fallado.

El transformador que mide estas pequeñas corrientes es de diseño especial y está colocado en la parte inferior de la chumacera de carga. Es tipo dona y cubre toda la flecha del grupo. Se cuenta con un relé ABB RARIC para medir y evaluar la corriente. Envía alarma al medir 2 mA de corriente después de 20 segundos. La función principal de este es mandar alarma para realizar paro y efectuar inspección.

### **2.3.14 SINCRONIZADOR AUTOMÁTICO**

El relé de sincronización automática compara los voltajes entre la salida del generador y la subestación de 230 KV, para igualar los parámetros de voltaje, frecuencia y secuencia de fases hasta entrar en sincronización. Además se cuenta con una interfaz hombre-máquina para la sincronización manual, que incluye un voltímetro diferencial, un sincronoscopio, doble frecuencímetro y pulsadores para subir/bajar voltaje y velocidad.

## CAPITULO 3. SAP R/3, MODULO PM – PS (SISTEMA DE ADMINISTRACIÓN DE MANTENIMIENTO A PLANTAS).

### 3.1 INTRODUCCIÓN

La corporación SAP (System, Applications and Products) fue fundada en 1972 en Alemania por antiguos trabajadores de IBM, el nombre SAP R/3 es al mismo tiempo el nombre de una empresa y el de un sistema informático. Este sistema comprende muchos módulos completamente integrados, que abarca prácticamente todos los aspectos de la administración empresarial.

SAP es un Sistema informático de gestión empresarial. A esta clase de Sistemas se los denominan **Sistemas ERP** (Enterprise Resource Planning) que significa Sistemas de Planificación de Recursos Empresariales, el cual es un conjunto de aplicaciones con el fin de integrar muchas o todas las funciones de una empresa. El sistema SAP R/3 es un sistema integrado, esto significa que una vez que la información es almacenada, está disponible a través de todo el sistema, facilitando el proceso de transacciones y el manejo de información

El Sistema SAP gestiona de manera integrada, "on-line", todas las áreas funcionales de una empresa como son sus recursos humanos, sus finanzas, el control de sus costos, su logística, sus materiales, etc. El principal producto de la compañía es R/3, en el que la R significa procesamiento en tiempo real y el número 3 se refiere a las tres capas de la arquitectura de proceso: bases de datos, servidor de aplicaciones y cliente.



**Fig. 3.1** Empresa SAP

## 3.2 MÓDULOS DEL SISTEMA R/3

El sistema SAP R/3 está compuesto por módulos, cada módulo se encarga de brindar una solución específica sobre un área empresarial determinada. Los Módulos de SAP interactúan entre si y comparten información. El R/3 es un sistema permite controlar todos los procesos que se llevan a cabo en una empresa, a través de módulos. Las aplicaciones o módulos de SAP R/3 se pueden englobar en 4 grandes grupos según la clase de solución que brinden:

- ✓ Logística. Los Módulos SAP que aplican son: PM, MM y SD.
- ✓ Área Financiera. Los Módulos SAP que aplican son: FI, CO y TR.
- ✓ Gestión de Recursos Humanos. Los Módulos SAP que aplican son: QM, PM y HR.
- ✓ Multiaplicaciones. Los Módulos SAP que aplican son: IS, WF y PS.



Fig. 3.2 Módulos del SAP R/3

### 3.2.1 DESCRIPCIÓN DE LOS MÓDULOS

- **Gestión financiera (FI):** Cuentas de Mayor, Consolidación Sociedades, Cuentas a Cobrar, Cuentas a Pagar, Gestión de Activos, Special Ledger, Cierres.

- **Contabilidad de costos (CO):** Gastos generales, costos de producto, cuenta de resultados, centros de beneficio, Análisis de Rentabilidad, Ordenes Internas, Costes Basados en Actividades.
- **Gestión de personal (HR):** Maneja datos maestros de personal, nómina, gastos de viaje, organización y planificación, desarrollo de personal, gestión de la formación, selección de personal, gestión de tiempos. Los módulos de la aplicación HR han sido diseñados para cubrir dos apartados importantes de la empresa, el financiero y el relativo a las cualificaciones de los trabajadores.
- **Tesorería (TR):** Control de fondos, gestión presupuestaria, etc.
- **Gestión de calidad (QM):** Monitora, captura y maneja todos los procesos relevantes relacionados con el mantenimiento de la calidad a lo largo de la cadena de suministros, coordina la inspección de los procesos e inicia la corrección de medidas e integra laboratorios de sistemas de información.
- **Planificación de producto (PP):** Este módulo ofrece métodos de planificación y control de los materiales hasta la entrega misma de los productos. Se basa en la fabricación sobre pedido, fabricación en serie, datos básicos, gestión de la demanda, plan maestro, plan de capacidades, plan de materiales, órdenes de fabricación, costos de producto, sistema de información, industria de procesos, configuración de producto.
- **Administración de material (MM).** El objetivo de este módulo es proporcionar un soporte detallado de las actividades diarias para todo tipo de empresa que consuman materiales en sus procesos de producción, incluidos la energía y los servicios.

- **Comercial (ventas o distribución) (SD):** El objetivo del módulo es proporcionar un soporte detallado de las actividades diarias para todo tipo de empresa que consuman materiales en sus procesos de producción, incluidos la energía y los servicios.
  
- **Sistema de proyectos (PS):** Con este módulo se pueden distinguir los siguientes grupos de tareas como: grafos, contabilidad de costos de proyecto, datos básicos, planificación del proyecto, plan de costes, proceso de aprobación, seguimiento y progreso del proyecto, sistema de información. Se básicamente realiza las siguientes actividades:
  - \*.- Planificación aproximada inicial, con tiempos y valores establecidos desde un desglose de la estructura de trabajo o, desde un listado de los que hay que hacer.
  
  - \*.- Planificación ajustada, que puede utilizar elementos de costo o métodos de cálculo de costos unitarios e implicar la inserción manual de fechas críticas, detalles de las actividades, programación automática con R/3 y la identificación de las actividades del camino crítico.
  
  - \*.- Coordinación de los recursos a través de requisiciones de compras automáticas y planes de reserva de materiales, control de inventario de existencia, planificación en red del equipo de personas, capacidades, materiales, recursos operativos y servicios.
  
  - \*.- Seguimiento de los materiales, capacidades y fondos, toda vez que el proyecto se aprueba y ejecuta utilizando la administración de presupuestos, la reserva y asignación de fondos, comprobando su disponibilidad, así como la de los materiales y capacidades, con una alarma a la dirección del proyecto en caso de exceder ciertos límites.

\*.- Finalización del proyecto, con análisis de los resultados y cancelación.

- **Mantenimiento (PM):** Mantenimiento de plantas. Con este módulo se realizan las actividades de Planificación de tareas, planificación de mantenimiento, Mantenimiento Preventivo, Órdenes de Mantenimiento, Proyectos de Mantenimiento, Gestión del Servicio.

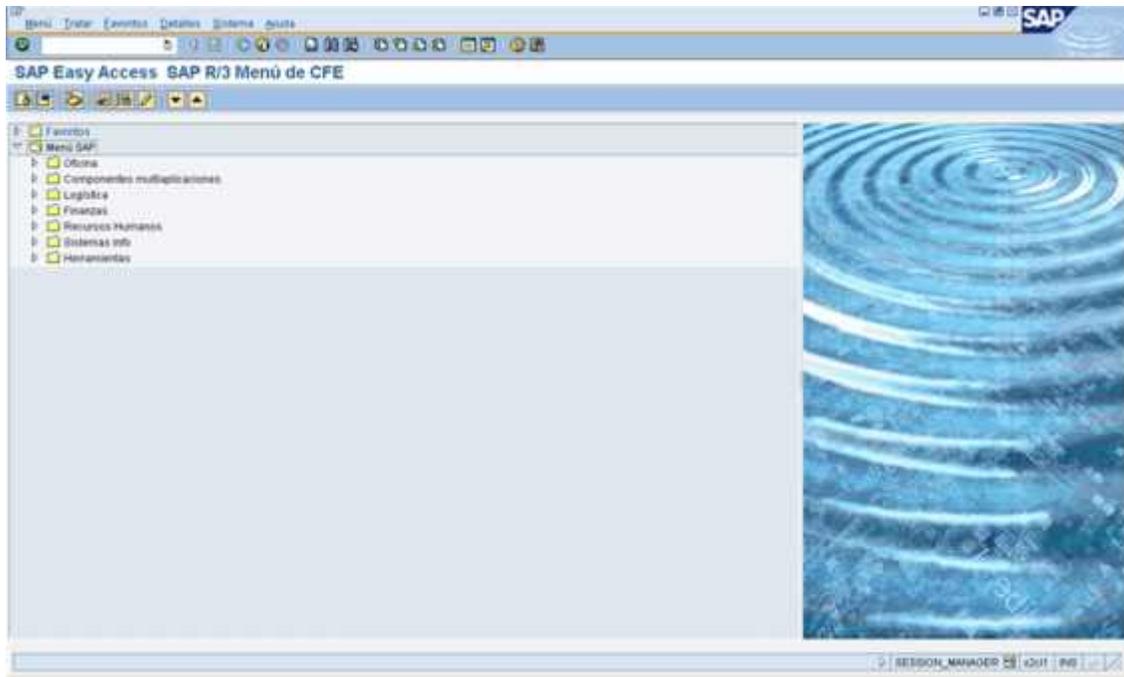
Provee una planeación y el control del mantenimiento de la planta a través de la calendarización, así como las inspecciones, mantenimientos de daños y administración de servicios para asegurar la disponibilidad de los sistemas operacionales, incluyendo plantas y equipos entregados a los clientes.

### 3.3 MANTENIMIENTO A PLANTAS

El sistema R/3 permite el manejo del mantenimiento planificado y su reprogramación periódica mediante procesos automáticos. Sin embargo es muy importante el adecuado seguimiento a los trabajos de mantenimiento durante todo el ciclo de la orden, ya que mientras no se notifique el cierre técnico de la última toma de mantenimiento u orden ejecutada, el Sistema no emitirá la siguiente orden programada.

En el sistema R/3, los planes de mantenimiento cuentan con 3 componentes principales que son:

- Estrategias de mantenimiento: que establecen patrones de frecuencia de mantenimiento.
- Hojas de ruta: donde se establecen las actividades que se van a realizar con los recursos que se van a utilizar y la frecuencia con que se realizaran.
- Planes de mantenimiento: que es donde establecemos que trabajos (contenidos en las hojas de ruta), se van a realizar a que dispositivo (ubicación técnica o Equipo).



**Fig. 3.3** Pantalla de inicio SAP R/3

### 3.3.1 DEFINICIONES GENERALES

✓ **COMPARACIÓN DE NOMENCLATURA R3 – CFE**

<b>SAP</b>	<b>ANTES</b>
Aviso	Solicitud de trabajo
Centro de costo	Área de responsabilidad
Centro gestor	Área propietaria
Centros	Centrales
Cierre técnico	Cierre de OT
Clase de costo /cuenta de mayor	Concepto de gastos
Clase de orden	Tipo de mantenimiento
División	Central
Equipo	Componente
Fondo	Programático



## DÍGITOS:

DIGITO	DESCRIPCIÓN
1	<b>M</b> = Mantenimiento
2	<b>G</b> = Subdirección de Generación
3	Tipo de proceso: <b>T</b> = termoeléctrico, <b>H</b> = hidroeléctrico, <b>N</b> = nuclear, <b>R</b> = turbo gas, <b>C</b> = ciclo combinado, <b>E</b> = eólica, <b>D</b> = diésel
4	Gerencia: <b>C</b> = central, <b>N</b> = norte, <b>O</b> = occidente, <b>S</b> = sureste, <b>W</b> = noroeste
5 - 6	Dos últimos dígitos del año en que se dará el mantenimiento
7 - 10	Número de la central
11	Número de la unidad generadora
12	Tipo de mantenimiento: <b>1</b> = semestral, <b>2</b> = anual o menor, <b>3</b> = mayor <b>4</b> = segundo semestral, <b>5</b> = rehabilitación, <b>6</b> = tercer mantenimiento
13	Quien realiza el mantenimiento, <b>1</b> = administración directa, <b>2</b> = contratista
14	Dpto.: <b>1</b> = mecánico, <b>2</b> = eléctrico, <b>3</b> = inst. y control, <b>4</b> =protecciones
15	Área: <b>1</b> = generador de vapor, <b>2</b> = turbina, <b>3</b> = auxiliares
16	Reservado para el proceso nuclear.

### 3.3.3 ESTRATEGIA

En el R/3, una estrategia de mantenimiento es un conjunto de frecuencias de mantenimiento denominados “paquetes” en R/3, la cual tiene reglas generales de programación. En el caso de CFE Generación se tiene las siguientes estrategias:

- TCPPV termo corto periodo preventivo
- TLPPV termo largo periodo preventivo
- TPRED termo predictivo
- HDPRD1 hidros predictivo (semana)
- HDPRD2 hidros preventivo (mes)
- HDPRV1 hidros preventivo rutinario
- HDPRV2 hidros preventivo

### **3.3.4 HOJA DE RUTA**

Describe una secuencia de operaciones de mantenimiento que se realiza con frecuentemente a un tipo de equipo. Estandariza procesos de trabajo repetitivos, para planificarlos de forma más efectiva y ahorrar tiempo al crear órdenes y planes de mantenimiento.

#### **➤ ESTRUCTURA DE UNA HOJA DE RUTA**

- ✓ Numero consecutivo
- ✓ Descripción de la operación
- ✓ Departamento ejecutor
- ✓ Puesto de trabajo
- ✓ Tiempo
- ✓ Número de personas
- ✓ Trabajo/horas hombre
- ✓ Refacciones a utilizar
- ✓ Paquetes de mantenimiento

#### **➤ TRES TIPOS DE HOJA DE RUTA:**

- ✓ Para ubicación técnica
- ✓ Para equipo
- ✓ Por instrucciones

### **3.3.5 POSICIÓN**

Conjunto de actividades de mantenimiento a un equipo, en base a una estrategia. Incorpora un objeto técnico y una hoja de ruta.

### **3.3.6 PLAN**

Describe las tareas de inspección y mantenimiento a realizar en objetos de mantenimiento, así como las fechas y el alcance de las actividades. Se utilizarán para asegurar que los objetos técnicos mejoren su disponibilidad y que los departamentos de mantenimiento trabajen en forma coordinada, para evitar múltiples salidas a mantenimiento.

### **3.3.7 PAQUETE DE MANTENIMIENTO**

Un paquete de mantenimiento forma parte de una estrategia de mantenimiento, y quien dicta la frecuencia con la que se debe realizar el mantenimiento. Dependiendo de la estrategia se tienen diferentes paquetes de mantenimiento como pueden ser: 1 semana, 4 semanas, 3 meses, 6 meses, 1 año, etc.

### **3.3.8 ORDEN DE MANTENIMIENTO**

Si un objeto técnico se avería o se daña, se deben llevar a cabo medidas de mantenimiento para restaurar la condición ideal del objeto. La solicitud inicial de las medidas necesarias se realiza mediante aviso de mantenimiento. Para planificar las tareas necesarias en detalle y hacer un seguimiento de la gestión, es preciso utilizar una orden de mantenimiento. A partir de la orden puede generarse un aviso posterior si desea llevar el historial técnico del objeto o ubicación técnica.

**Las siguientes funciones de planificación están disponibles en la OM:**

- ✓ Programar medidas para uno o más objetos técnicos.
- ✓ Describir las medidas que se llevarán a cabo con detalle.
- ✓ Especificar los centros de trabajo en los que se llevarán a cabo las medidas.

- ✓ Describir las operaciones individuales que se llevaran a cabo en detalle, especificar el tiempo de ejecución planificado y el número de personas que intervendrán.
- ✓ Planificar materiales utilizando lista de materiales específicas del objeto, si es preciso.

### 3.4 CREACIÓN DE ÓRDENES DE MANTENIMIENTO

La creación de órdenes de mantenimiento, tienen como finalidad ejecutar y controlar capacidades y costos de mantenimiento de mano de obra, así como el historial de los trabajos realizados por el personal. En los textos de la notificación es importante incluir la descripción detallada de las actividades a realizar, esta información es la que conformará el histórico de mantenimiento.

#### ✓ PROCEDIMIENTO

1. Utilizar la siguiente ruta de menú para iniciar esta transacción:
  - Menú SAP Logística Mantenimiento Gestión de mantenimiento Orden.

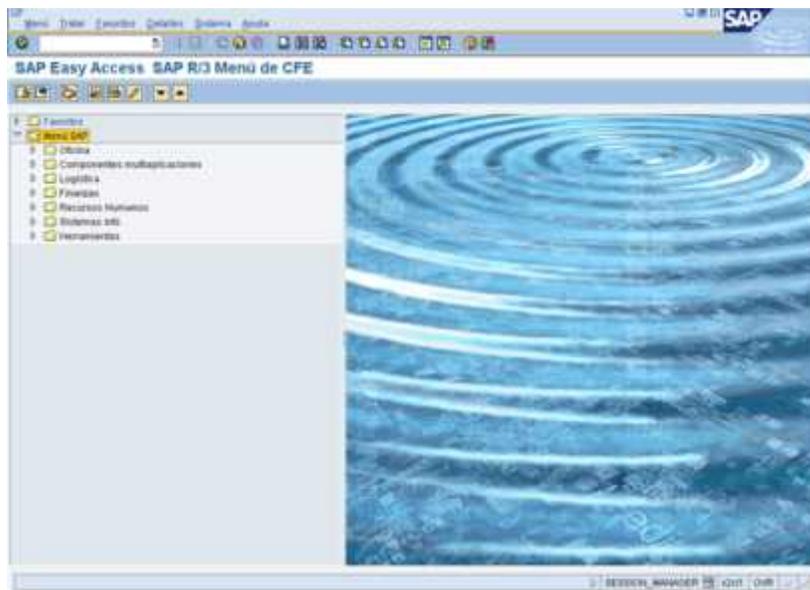


Fig. 3.4 Menú SAP



#### 4. Si queremos liberar la orden

1. Marcamos la orden y damos clic en el icono (lupita) o
2. Damos doble clic sobre el número de la orden

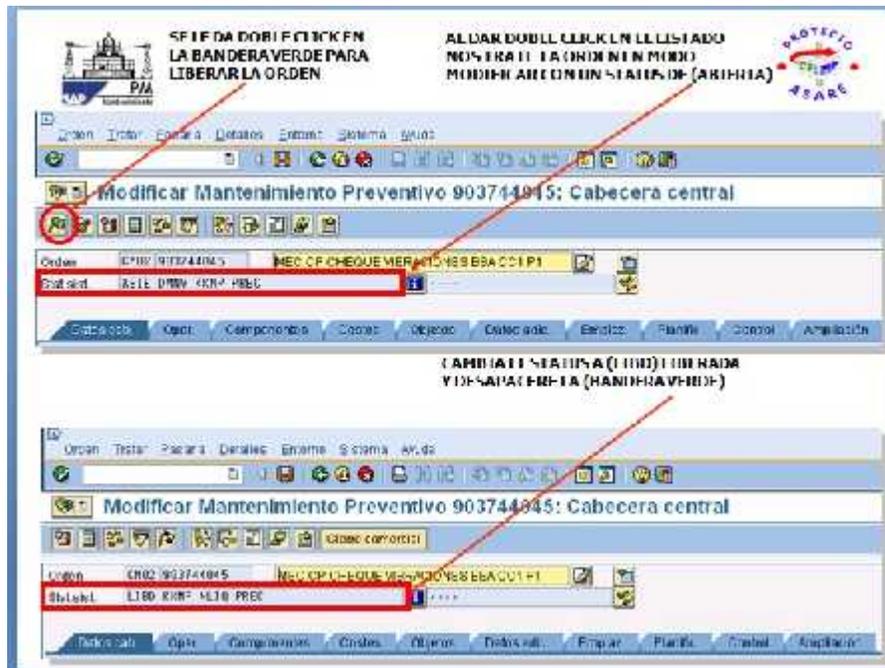


Fig. 3.4.3 Liberación de orden

#### 5. Mediante el menú: orden- imprimir-orden; se imprime la orden y la reserva.

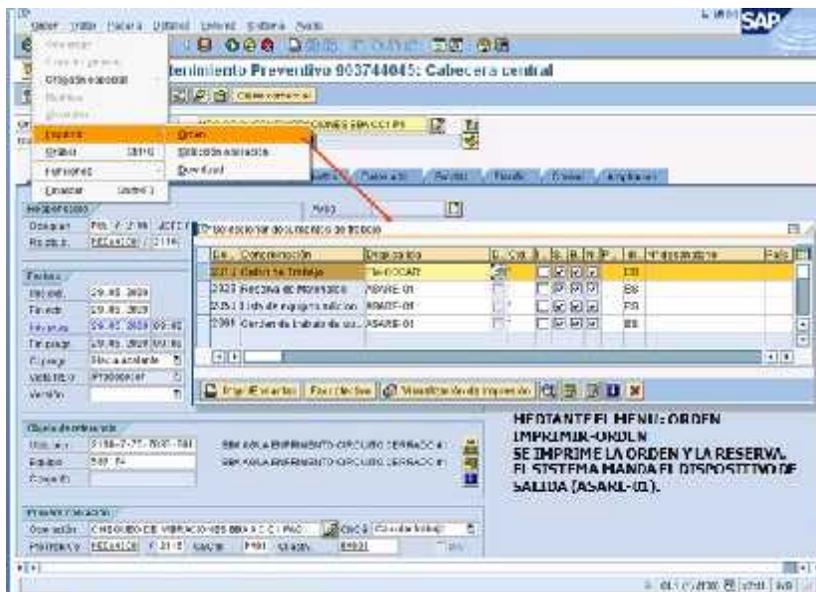


Fig. 3.4.5 Liberación de orden



## ✓ PROCEDIMIENTO

1. Utilizar la siguiente ruta de menú para iniciar esta transacción:

- Menú SAP    Logística    Mantenimiento    Gestión de mantenimiento  
  Notificación    Entrada    Notificación individual de tiempo

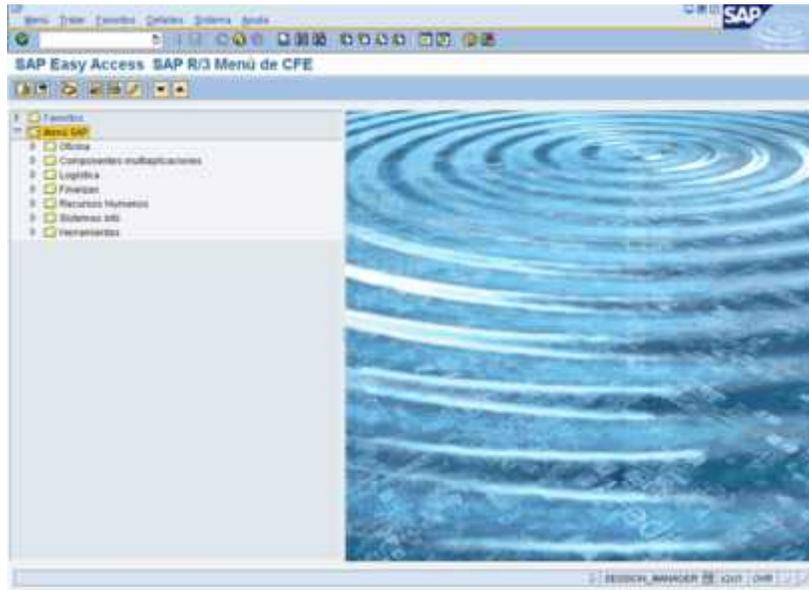


Fig. 3.5.1 Menú SAP

7. Clic en el recuadro de notificación

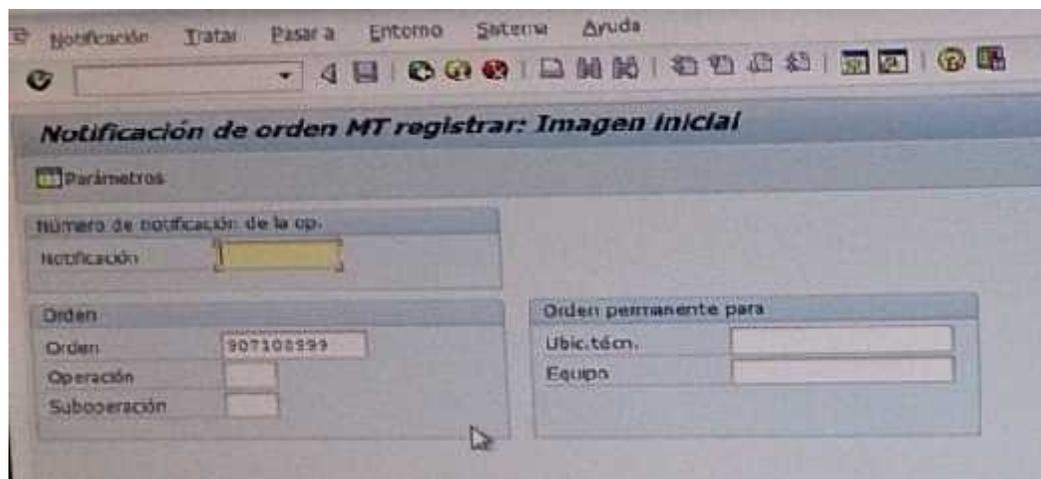


Fig. 3.5.2 Imagen inicial

8. Completar / revisar los campos siguientes: Orden, Notificación, Operación, Suboperación, Ubicación técnica, Equipo.

9. Clic en el botón .

10. completar / revisar los campos siguientes:

- ✓ Trabajo real
- ✓ Clase actividad
- ✓ Inicio trabajo
- ✓ Inicio trabajo
- ✓ Fin trabajo
- ✓ Fin trabajo
- ✓ Texto notific.

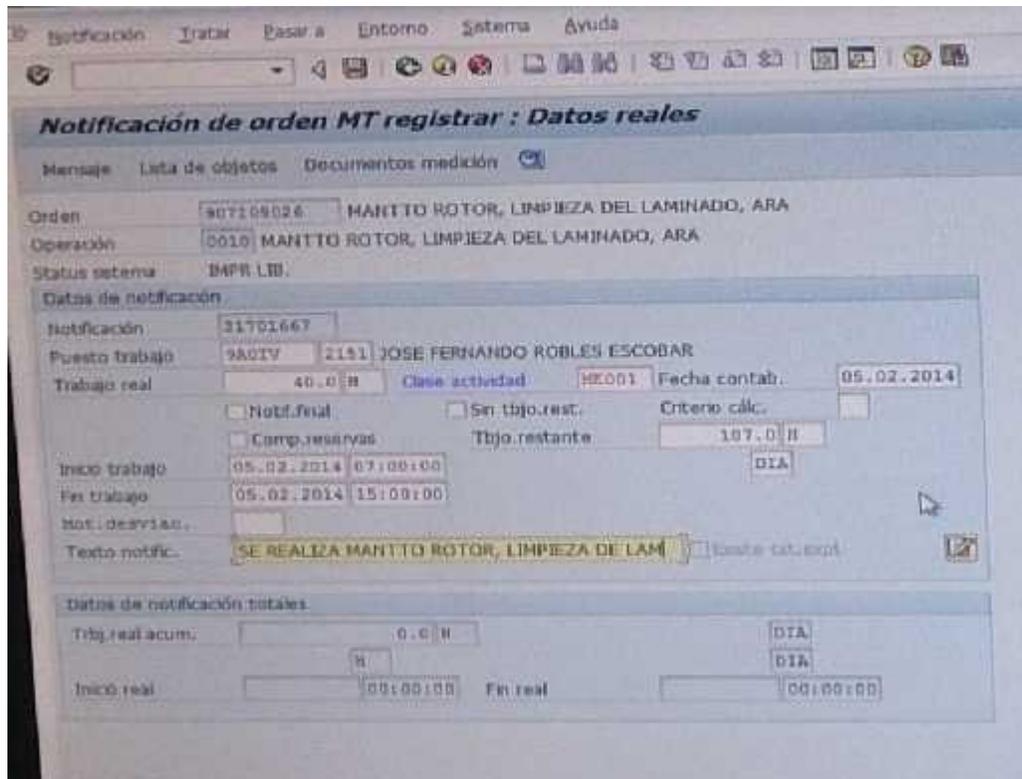


Fig. 3.5.3 Datos reales



## **CAPITULO IV. MANTENIMIENTO MENOR A UNIDADES GENERADORAS DE 105 MW DE LA CH PEÑITAS**

### **PROYECTO PARO PROGRAMADO “MG-HS-14-2151-12” REVISIÓN ELECTROMECAÁNICA POR GARANTÍA REGISTRO: #, LICENCIA: #**

#### **➤ ACTIVIDADES PREVIAS AL MANTENIMIENTO**

- ✓ Sacar Licencia local con una orden de trabajo expedida por el jefe de departamento eléctrico para realizar los trabajos programados.
- ✓ Solicitar con el operador las llaves correspondientes de los gabinetes de los equipos considerados para el mantenimiento.
- ✓ Cerrar compuertas de obra de toma y de galería de oscilación.
- ✓ Sacar el interruptor de servicios propios 52A de 440 VCA de la maquina bajo libranza a la posición “Modo Desconectado” y alimentar los equipos auxiliares de maquina por el interruptor de servicios propios de respaldo 52B.
- ✓ Colocar las tierras correspondientes.

#### **4.1 MANTENIMIENTO AL ESTATOR**

Los cabezales de las bobinas y en general todo el embobinado están expuestos a que las cuñas y amarres se aflojen, sin embargo la parte más visible se contamina con polvo y vapores de aceite, curvaturas en el cabezal propiamente dicho; en este lugar es donde se tienen los esfuerzos más severos ya que hay gradientes de potencial mayores que en otras partes del devanado; campos magnéticos muy fuertes por la circulación de corrientes, estos fenómenos y la variación de temperaturas provocan que se aflojen las capas de cinta aislante y se produzcan indicios de efecto corona en la superficie del aislamiento, por lo que se efectuó

una revisión completa en los puntos mencionados, efectuando una limpieza total, corrigiendo las anomalías descritas.

#### **4.1.1 DESCONEXIÓN DEL GENERADOR LADO NEUTRO Y LADO FASES**

La desconexión del generador tanto del lado fase (fig. 4.1.1) como del lado neutro (fig. 4.1.1.1) se hace para aislarlo del sistema y dejarlo libre para las pruebas eléctricas.



**Fig. 4.1.1** Desconectando el generador



**Fig. 4.1.1.1** Lado neutro desconectado.

#### **4.1.2 RETIRO DE TAPAS ANTIDERRAPANTES**

El retiro de las tapas antiderrapantes se hace para dejar un espacio considerable para el retiro de los polos que se tienen contemplados, además de que facilitan el mantenimiento del generador en cuanto al acarreo de materiales y equipos. El retiro se hace con ayuda de los grilletes, de una eslinga y de la grúa viajera.



**Fig. 4.1.2** Retirando una de las tapas antiderrapantes

### **4.1.3 RETIRO DE TAPAS INFERIORES**

Los cabezales inferiores de los devanados se encuentran cubiertos con tapas metálicas para su protección, por lo que se hace necesario el retiro de estas para empezar con la maniobra del retiro de polos. La figura 4.1.3 nos muestra el instante en el que se están quitando una de las tapas inferiores y también se puede apreciar parte de los cabezales inferiores. Esta maniobra es muy complicada ya que el espacio en el que se trabaja es muy reducido y las tapas están pesadas por ser de metal, lo que dificulta mucho su retiro.



**Fig. 4.1.3** Retiro de las tapas inferiores del estator

#### 4.1.4 PRUEBA DE RESISTENCIA DE AISLAMIENTO AL CONJUNTO

Cuando hablamos de conjunto nos estamos refiriendo a la parte estacionaria de la maquina rotativa que en este caso sería lo que el estator, tanto como los transformadores que comprenden el transformador del neutro, servicios propios y del sistema de excitación. La prueba de resistencia de aislamiento al conjunto se hace antes y después del mantenimiento menor. Esta es la primer prueba que se realiza al generador una vez estando parado y listo para el mantenimiento y se hace a 5000 VCD (fig. 4.1.4).

Se le hace una prueba de resistencia de aislamiento a todo el conjunto de 17 KV para monitorear el comportamiento del aislamiento al principio y al final del mantenimiento, en sí para saber que tan bien están los aislamientos de toda la máquina para su buen funcionamiento. El criterio de aceptación para esta prueba es el mismo que se utiliza para la prueba de resistencia de aislamiento a los soportes de la chumacera guía generador. El valor de resistencia de aislamiento tomado a un minuto debe ser mayor a 72 M  $\Omega$  y el índice de polarización debe ser mayor o igual a 2.



**Fig. 4.1.4** Prueba de resistencia de aislamiento al conjunto

#### 4.1.5 REVISIÓN DE ACUÑADO Y REACUÑADO DE CUÑAS Y LIMPIEZA AL LAMINADO DEL ESTATOR LADO ROTOR

El laminado del estator es la parte del generador que sirve para conducir el flujo magnético que induce la corriente a las bobinas, formado por láminas de poco espesor aisladas eléctricamente para evitar corrientes parasitas, por ser de hierro magnético es susceptible a oxidarse por que debe revisarse no exista oxidación que vaya a provocar contacto eléctrico entre laminillas, revisar también los conductos de aire que estén limpios o algún cambio de color que indiquen algún calentamiento

Antes de empezar con la limpieza se debieron haber quitado los polos que se tenían contemplados. En la figura 4.1.5 se puede ver el espacio que queda después de retirar los polos. Este espacio se ocupa para la inspección del laminado del estator y del sondeo del acuñado. El estator consta de 396 ranuras, 8 cuñas por ranura haciendo un total de 3168 cuñas.



**Fig. 4.1.5** Limpieza al laminado del estator

Como se puede apreciar en la figura 4.1.5 también el laminado del estator está impregnado con polvo de balatas, si este polvo se deja ahí al momento de rodar la máquina, se introducirá en los devanados y al combinarse con los vapores de aceite pueden llegar a dañarlos reduciendo su resistencia de aislamiento y aumentando el efecto corona sobre ellos. Cada giro de la maquina se aprovecha

para ir limpiando y sondeando. La limpieza se hace con trapo limpio y dielectrol como se observa en las figura 4.1.5

Como el espacio que queda es muy pequeño es necesario rodar la maquina como se observa en las figura 4.1.5.1 para ir limpiando y sondeando el laminado del estator. Para esto es necesario que la chumacera de carga se encuentre bien lubricada, lo que se logra metiendo en operación las bombas de regulación de aceite.



**Fig. 4.1.5.1** Maniobra para mover el rotor

#### ✓ **REVISIÓN DE ACUÑADO Y REACUÑADO DE CUÑAS**

Se hace para verificar que no exista ninguna cuña floja y en caso de existir cambiarla para evitar que se dañe el conductor que se aloja dentro debido a los esfuerzos electromecánicos que sufre cuando la maquina está en operación. Se hace golpeando las cuñas con un martillo de aproximadamente 100g como lo muestran las figuras 4.1.5.2 y 4.1.5.3, y dependiendo del sonido que se escuche al golpearlas se valora si esta floja (sonido hueco) o normal y se registra en el formato correspondiente.



**Fig. 4.1.5.2** Revisión del acuñado parte inferior **Fig. 4.1.5.3** Revisión de acuñado superior

#### **4.1.6 PRUEBAS POR PARTE DE LAPEM**

Las pruebas que LAPEM realiza al devanado del estator para conocer el estado que guarda su aislamiento y el acuñado. Las pruebas que LAPEM realiza al generador son las siguientes:

- ✓ **PRUEBA DE RESISTENCIA DE AISLAMIENTO FASE POR FASE.** Esta prueba se realiza para verificar la resistencia de aislamiento de cada fase y además no sirve para tener valores de referencia para pruebas posteriores.
- ✓ **PRUEBAS DE FACTOR DE DISIPACIÓN Y CAPACITANCIA.** En realidad esta prueba es un compendio de varias pruebas en las que se verifica la calidad del aislamiento midiendo sus pérdidas. Se mide el factor de potencia o  $\text{Tan } \delta$ , el incremento en sus pérdidas o Tip Up y la Capacitancia.
- ✓ **PRUEBA DE DESCARGAS PARCIALES A LA RANURA.** La principal función de esta prueba es la de detectar la presencia de cuñas flojas en el laminado del estator midiendo corrientes que circulan a través de estas, mediante un medidor de pulsos pico. Esta prueba detecta pulsos de corriente y en base a estos valores se puede decidir si las cuñas de la ranura probada están flojas, regulares o normales para decidir si se remplazan o se dejan tal como están. Esta

prueba se realiza al voltaje nominal del equipo previa selección de las ranuras de la fase a medir previa limpieza de las mismas.



**Fig. 4.1.6** Medidor de pulsos pico



**Fig. 4.1.6.1** Amperímetro digital

#### **4.1.7 LIMPIEZA DE POLVO Y ACEITE A CABEZALES SUPERIORES E INFERIORES**

Los cabezales están sujetos a todas las condiciones, sin embargo, por ser la parte más visible se ven afectados tanto por los vapores de aceite como por el polvo que se llega a acumular sobre ellos, llegando a disminuir su resistencia de aislamiento. Para restituir los valores de resistencia de aislamiento a los cabezales se hace necesaria su limpieza con trapo limpio humedecido con dielectrol, como lo muestra la figura 4.1.7.

Esta limpieza debe ser de los últimos trabajos, para evitar volver a manchar los cabezales durante el mantenimiento. Los cabezales inferiores se limpian al momento de ir limpiando el laminado del estator ya que solo se pueden ir limpiando conforme se vaya rodando la máquina para limpiar el laminado.



**Fig. 4.1.7** Limpieza detallada de cabezales

#### **4.1.8 MANTENIMIENTO Y PRUEBAS AL TRANSFORMADOR DEL NEUTRO**

El transformador de neutro del generador es de suma importancia ya que ayuda a saber cuándo hay una falla en el generador (estator-rotor). Las tres fases del generador van unidas en una sola barra, la que llamamos neutro del generador, su función es que cuando haya un corto circuito esta corriente se drene por esta barra y llegue por el transformador neutro, la que activara una protección llamada 64G, de esta forma esta enviara una señal de activación para avisar que ha habido una falla de aislamiento.

El mantenimiento al transformador del neutro consiste en la realización de limpieza a sus devanados con trapo humedecido con solvente dieléctrico, realizar prueba de resistencia de aislamiento y de relación de transformación



**Fig. 4.1.8** Prueba de R.A



**Fig. 4.1.8.1** Prueba de TTR

#### **4.1.9 APRIETE DEDOS DE PRESIÓN DEL LAMINADO**

Los dados de presión son los elementos auxiliares situados en la parte superior e inferior del laminado que fijan el laminado en las ranuras y son susceptibles de aflojarse por la placa a la que van acoplados, su mantenimiento consiste en la eliminación de oxidación y reapriete con la ayuda de un torquimetro a presión.



**Fig. 4.1.9** Apriete de dados de presión

#### **4.1.10 COLOCACIÓN DE LAS TAPAS ANTIDERRAPANTES**

Las tapas antiderrapantes deben colocarse después de meter los polos y del mantenimiento dentro del generador.



**Fig. 4.1.10** Colocación de tapa antiderrapante

#### **4.1.11 CONEXIÓN DEL GENERADOR LADO FASE Y LADO NEUTRO**

La conexión se hace después de haberle efectuado el mantenimiento al estator, después de las pruebas eléctricas y de la limpieza a cabezales para la puesta en operación de la unidad. La conexión se debe hacer a un torque de 70N tal y como se hace en los mantenimientos rutinarios para el lado neutro y el lado fase. Cerrar las escotillas después de la conexión.

#### **4.2 MANTENIMIENTO AL ROTOR**

Consiste en la búsqueda de evidencias anormales como son ligeros calentamientos los polos y conexiones, deformaciones mecánicas de la araña del rotor o del laminado y que provocan entrehierros irregulares con oscilaciones y vibraciones del tipo mecánico de la unidad durante su operación y que ponen en riesgo la integridad de la unidad y del personal.

#### 4.2.1 PRUEBA DE RESISTENCIA DE AISLAMIENTO Y CAÍDA DE TENSIÓN A LOS POLOS

Las unidades generadoras de la central consta de 64 polos los cuales están conectados en serie a estos polos se les hace la prueba de caída de tensión. El propósito de la prueba es el de determinar si existe cortocircuito entre espiras de bobinas polares ya que al haberlo; disminuye su impedancia y la caída de tensión en el polo o polos fallados disminuye.



**Fig. 4.2.1** Prueba de caída de tensión a los polos del rotor

La prueba consiste en aplicar 220 V de corriente alterna a los anillos rozantes, estos anillos están conectados a los polos y el voltaje fluye a través de las barras de excitación que conectan con los polos del generador, antes de llegar a los anillos rozantes se coloca un foco que su propósito es de limitar la corriente que fluirá por el generador. Con un multímetro se va midiendo el voltaje que hay en los polos, hasta completar los 64 polos, los resultados que arroja esta prueba nos hará saber los polos que serán retirados para darles mantenimiento.

## 4.2.2 PRUEBA INICIAL DE RESISTENCIA DE AISLAMIENTO AL CAMPO DEL GENERADOR

Cuando hablamos de campo nos estamos refiriendo a la parte movible de la maquina rotativa que en este caso sería lo que conocemos como rotor, la prueba de resistencia de aislamiento se aplica en tres partes principales del rotor que serían los anillos rozantes, la barra de excitación y los polos, estos elementos conforman la base de excitación de la máquina.

Esta prueba es la misma que se realiza en los mantenimientos rutinarios y el voltaje que se le aplica con el megger es de 500 VCD, el voltaje es referente a lo que la maquina soporta en este caso el voltaje que soporta el aislamiento es de 930 volts, que es lo que se le aplica a la máquina para poder excitarla. Y se hace para verificar el estado que guarda el aislamiento de los polos antes del retiro de dos de estos.

El voltaje suministrado a la maquina se le deja por un intervalo de tiempo con el fin de saber que tanto es el valor de su resistencia que se da en M $\Omega$ , este intervalo de tiempo empieza de 15 s, 30 s, 45 s, 1 min, 2 min, hasta llegar a 10 minutos que es lo que se considera en esta prueba.

Al término de la prueba arroja los resultados y dependiendo del criterio de la persona a cargo, tomando en cuenta que 1M $\Omega$  soporta 1 Kv (1000 volts) se da por decidir si es aislamiento está o no en buenas condiciones. Cuando la prueba de “o” es porque alguna tierra estará presente o que la maquina ya esté muy deteriorado su aislamiento.



**Fig. 4.2.2** Equipo de Prueba de R. A



**Fig. 4.2.2.1** Conexión de prueba de R. A.

### **4.2.3 MANTENIMIENTO A ANILLOS ROZANTES**

Los anillos rozantes son los elementos giratorios que permiten la conexión de la C.D. del sistema de excitación a los polos del rotor por medio de escobillas se pueden erosionar por efecto de mal contacto con las escobillas, por la abrasión con polvo de carbón de aire o del aire por rozamiento con la parte metálica de la escobilla cuando el desgaste de la misma es excesivo, por lo que se debe corregir cualquier aspereza en la superficie de fricción

La medición de carbones se hace con el propósito de saber cuánto están de desgastados los carbones del generador, por el constante contacto con los anillos rozantes los carbones se van desgastando, por ello se hace esta verificación y así poder reemplazarlos por otros nuevos.

El criterio de aceptación de los carbones que se encuentren entre 27 y 25 mm. En esta ocasión no se encontraron carbones por debajo de estos valores ya que la maquina no había estado operando tanto tiempo por lo que no existía tanto desgaste en los mismos. Además se efectúa limpieza simultánea de todo el polvo de carbón que suelten las escobillas al desgaste y que se deposita sobre las barras de excitación de C.D. del campo disminuyendo su resistencia dieléctrica.



**Fig. 4.2.3** Medición de carbones

#### **4.2.4 RETIRO DE TOLVAS**

Las tolvas son tapas de fibra de vidrio que se colocan encima del laminado del rotor y de los polos tanto para protección mecánica como para ventilación en el entrehierro (fig. 4.2.4). Las tolvas se tienen que retirar para el retiro de los polos y también para darle limpieza a los polos cuando menos por la parte del laminado.



**Fig. 4.2.4** Retiro de tolvas



**Fig. 4.2.4.1** Tolvas de fibra de vidrio

## 4.2.5 RETIRO DE CUÑAS SUPERIORES DE LOS POLOS

Los polos tienen tanto en la parte superior como en la inferior cuñas como las que se observan en la figura 4.2.5.1, que tienen la función de retener al polo con el laminado para que no se salga cuando el rotor este en reposo o girando. Para poder retirar el polo se hace necesario el retiro de estas cuñas



**Fig. 4.2.5** Esmerilado de punto de soldadura



**Fig. 4.2.5.1** Retiro de cuña

## 4.2.6 RETIRO DE LAS CONEXIONES ENTRE POLOS

Los polos también se encuentran interconectados por medio de conexiones metálicas, por lo que para el retiro de los polos también se hace necesario el retiro de estas conexiones. En la figura 4.2.6 nos muestra el momento en el que se quitan las conexiones entre el polo 14 y 15.



**Fig. 4.2.6** Retiro de las conexiones entre polos

## 4.2.7 RETIRO DE LOS POLOS 14, 15, 16, 46, 47 Y 48

Para empezar con la maniobra del retiro de los polos es necesario que el espacio para retirarlos se encuentre libre. Las figuras 4.2.7 a la 4.2.7.6 nos muestran el procedimiento para el retiro de los polos paso por paso. El retiro de estos polos se hace para la inspección tanto de los polos que se sacaron como del laminado del estator.



**Fig. 4.2.7** Colocación de dispositivo para el izaje



**Fig. 4.2.7.1** Retiro de cuña



**Fig. 4.2.7.2** Inicio de izaje



**Fig. 4.2.7.3** Guiar el polo



**Fig. 4.2.7.4** Colocación de dispositivo



**Fig. 4.2.7.5** Recostar el polo



**Fig. 4.2.7.6** Polos extraídos

#### **4.2.8 MANTENIMIENTO A LOS POLOS 14, 15, 16, 46, 47 Y 48**

Debido a que también los polos se contaminaron con polvo de balatas y que no es posible darle mantenimiento a todos, solo se sacaron seis de ellos para su inspección (fig. 4.2.8.1) Conociendo el estado de estos seis es muy seguro que los demás se encuentren iguales, es por esto que se debe tener en cuenta para el próximo mantenimiento el estado en el que se encuentran los polos extraídos.



**Fig. 4.2.8** Polos extraídos



**Fig. 4.2.8.1** Limpieza de polos con dielectrol



**Fig. 4.2.8.2** Extracción de bobina



**Fig. 4.2.8.3** Núcleo dañado

Parte del mantenimiento a los polos es su limpieza, y parte de esta limpieza se da removiendo el polvo que se encuentra sobre ellos con trapo impregnado de dielectrol como la que se muestra en la figura 4.2.8.1. Parte del mantenimiento al polo también es la aplicación de barniz aislante, para restituirle las propiedades al aislamiento del polo (fig. 4.2.8.4). También se le debe dar una lijada a las conexiones de los polos para que al momento de insertarlo y conectarlos a los demás no se provoque calentamiento por malos contactos.



**Fig. 4.2.8.4** Aplicación de barniz



**Fig. 4.2.8.5** Lijado de bobinas

#### **4.2.9 PRUEBAS DIELECTRICAS A POLOS DESMONTADOS**

Se realizó la prueba de caída de tensión aplicando un voltaje de 30 volts con una corriente de 60 A, con el fin de determinar si existe cortocircuito entre espiras de bobinas polares ya que al haberlo; disminuye su impedancia y la caída de tensión en las bobinas falladas disminuye. Así, también se realizan pruebas de resistencia de aislamiento con una tensión de 500 VCD con la intención de determinar su nivel de aislamiento.



**Fig. 4.2.9** Prueba de R. A



**Fig. 4.2.9.1** Prueba de caída de tensión

#### 4.2.10 LIMPIEZA AL PISO, ARAÑA, HUECOS Y DUCTOS DE VENTILACIÓN, CAVERNAS DEL ROTOR

La limpieza consiste cada una de las partes de la araña con trapo humedecido con dielectrol para retirar residuos de grafito de las balatas del rotor, vapores de aceite, polvo entre otros tipos de residuos que pudieran alojarse en esa área. En la figura 4.2.10 se puede apreciar la entrada a los huecos de la araña del rotor, que son espacios que se encuentran debajo del piso del rotor por donde se pueden inspeccionar los ductos de ventilación de los polos.



**Fig. 4.2.10** Limpieza al piso y a los huecos de la araña del rotor



**Fig. 4.2.10.1** Limpieza de ductos de ventilación del rotor



**Fig. 4.2.10.2** Limpieza de cavernas

## 4.2.11 MONTAJE Y CONEXIÓN DE POLOS EXTRAÍDOS

Para el montaje de los polos 14, 15, 16, 46, 47 y 48 se sigue el mismo procedimiento que se ocupó para sacarlos colocándoles los dispositivos.



**Fig. 4.2.11** Colocación de dispositivo para el izaje



**Fig. 4.2.11.1** Inicio de izaje.



**Fig. 4.2.11. 2** Direccionando el polo.



**Fig. 4.2.11.3** Colocación de polo a su ranura.



**Fig. 4.2.11. 4** Inserción de cuña



**Fig. 4.2.11.5** Aseguramiento de cuña



**Fig. 4.2.11. 6** Colocación de perno

#### **4.2.12 COLOCACIÓN DE LAS TOLVAS**

Después del montaje de los polos y de la limpieza al laminado del rotor se colocaron las tolvas de protección. Antes de colocarlas se les realizó un marcado el número de golpe para su correcta identificación, ya que dichas tolvas fueron ajustadas en sitio durante el montaje electromecánico. Las tolvas se colocaron previa limpieza del laminado del rotor.



**Fig. 4.2.12** Colocación de tolvas

### **4.3 MANTENIMIENTO ELÉCTRICO A EQUIPO AUXILIAR**

Aunque no son partes integrantes del generador se considera necesario durante los mantenimientos prolongados, efectuar una revisión o verificación completa de todos los dispositivos de control y medición así como todos los relevadores de protección.

#### **4.3.1 MANTENIMIENTO ELÉCTRICO AL SISTEMA DE EXCITACIÓN**

##### **4.3.1.1 MANTENIMIENTO A QUEBRADORA DE CAMPO**

Se desmontaron las cámaras de arqueo para revisión y mantenimiento de los contactos principales, revisión y reapriete de tortillería en conexiones y tablillas, así como el engrasado general de todas las partes móviles con la finalidad de evitar que existan falsos contactos en las conexiones y puntos calientes cuando la maquina se encuentre operando.

La limpieza y sopleado a la quebradora y las resistencias de descarga se hace con una aspiradora y brocha mientras que al gabinete se hace con trapo humedecido con dielectrol tal como en los mantenimientos rutinarios. Además se realizaron pruebas operativas de cierre y apertura en forma manual.



**Fig. 4.3.1.1** Limpiezas a quebradora



**Fig. 4.3.1.1.1** Cámaras de arqueo

### **4.3.1.2 MANTENIMIENTO A MOTORES EXTRACTORES DE TIRISTORES**

El mantenimiento consiste en:

- ✓ Realización de pruebas de resistencia de aislamiento a los dos motores
- ✓ Limpieza a tolva
- ✓ Cambio de baleros



**Fig. 4.3.1.2** Prueba de R. A al motor



**Fig. 4.3.1.2.1** Limpieza a extractores

## 4.3.2 MANTENIMIENTO AL TRANSFORMADOR DE EXCITACIÓN

- ✓ Consiste en la realización de limpieza de los devanados con trapo humedecido con solvente dieléctrico.

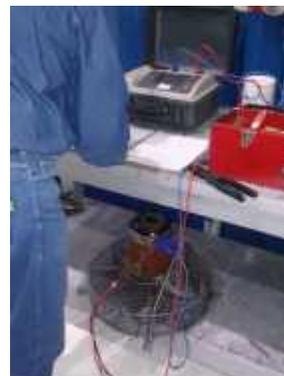


**Fig. 5.3.2** Limpieza de devanados

- ✓ Revisión de los tacones de amortiguamiento se encuentre en su posición de trabajo, en caso necesario corregir y realizar reapriete con lámina de baquelita impregnada de resina.
- ✓ Realizar reapriete de conexiones en las trenzas de conexión del lado de alta y baja tensión.
- ✓ Limpieza de los ventiladores de enfriamiento verificando la operatividad de los mismos y pruebas de resistencia a los motores.



**Fig. 4.3.2.1** Limpieza a ventiladores



**Fig. 4.3.2.2** Prueba de R. A a motor

### ✓ PRUEBA DE RESISTENCIA DE AISLAMIENTO

Para esta prueba es necesario que el transformador se encuentre aislado del sistema y que se cortocircuiten tanto las terminales del lado de ALTA como de BAJA. Se le hicieron tres pruebas al transformador; ALTA contra TIERRA, BAJA contra TIERRA y ALTA contra BAJA.



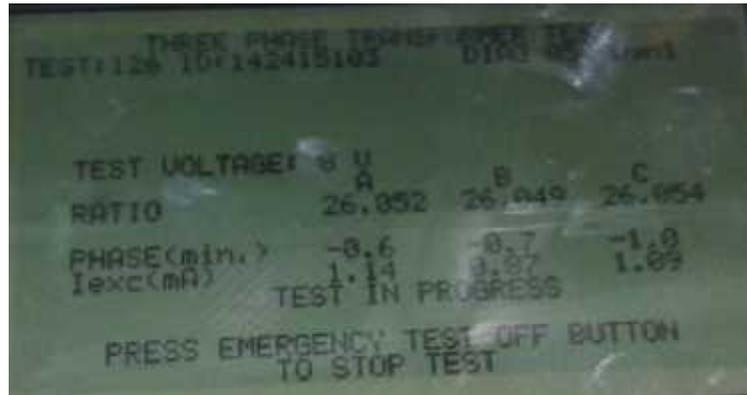
**Fig. 4.3.2.3** Prueba de resistencia de aislamiento al transformador de excitación

### ✓ PRUEBA DE RELACIÓN DE TRANSFORMACIÓN

La prueba para este transformador es la misma que se hace para el de servicios propios. En la figura 4.3.2.1 se puede observar cómo se le hizo la prueba de relación de transformación al transformador.



**Fig. 4.3.2.1** Prueba de TTR



**Fig. 4.3.2.2** Resultados de prueba

### 4.3.3 MANTENIMIENTO ELÉCTRICO AL TRANSFORMADOR DE SERVICIOS PROPIOS

#### ✓ LIMPIEZA AL TRANSFORMADOR DE SERVICIOS PROPIOS Y GABINETE

La limpieza al transformador y a su gabinete se hace para evitar acumular polvo dentro del gabinete y que se deposite sobre los devanados del estator disminuyendo así su resistencia de aislamiento, ya que este problema se agrava más en este tipo de transformadores por ser del tipo seco. Esta es la misma actividad que se realiza durante los mantenimientos rutinarios.



**Fig. 4.3.3** Limpieza a transformador de servicios propios.

### ✓ PRUEBA DE RESISTENCIA DE AISLAMIENTO

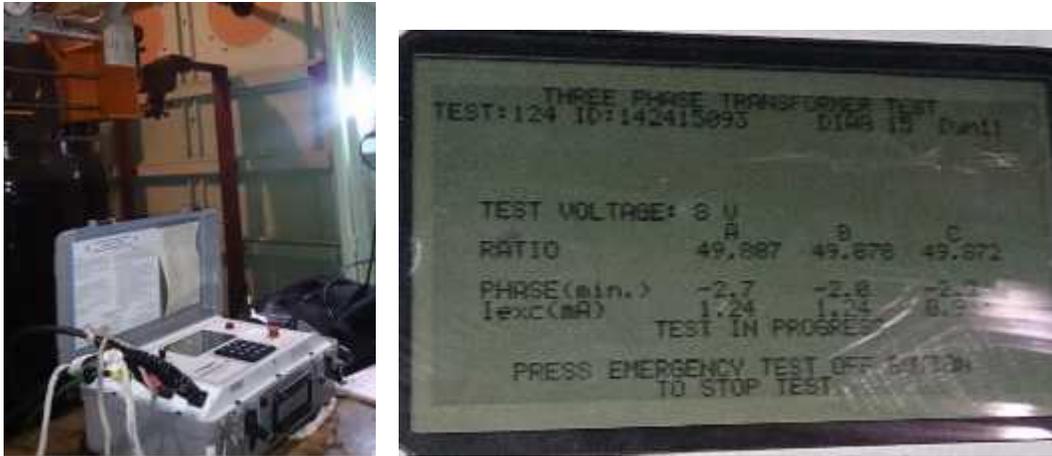
Esta prueba junto con la de factor de potencia nos ayuda a determinar la condición que guarda el aislamiento del transformador. Los valores de prueba están anotados en el formato correspondiente anexo a este documento. Para esta prueba es necesario que el transformador se encuentre aislado del sistema y que se cortocircuiten tanto las terminales del lado de ALTA como de BAJA. En esta ocasión se le hicieron tres pruebas al transformador; ALTA contra TIERRA, BAJA contra TIERRA y ALTA contra BAJA, encontrándose todos los valores aceptables según los formatos anexos correspondientes.



**Fig. 4.3.1.1** Prueba de resistencia de aislamiento al transformador de servicios propios

### ✓ PRUEBA DE RELACIÓN DE TRANSFORMACIÓN

Esta prueba se usó para verificar el estado de las bobinas del transformador detectando espiras en cortocircuito, y como se puede apreciar en el formato anexo correspondiente todos los valores obtenidos durante la prueba fueron aceptables por lo que no se tomó ninguna acción correctiva al respecto y los valores se tomaran como referencia para futuras pruebas. Se hicieron 5 pruebas diferentes debido a que tienen 5 diferentes posiciones para el TAP.



**Fig. 4.3.1.2** Prueba de relación de transformación y resultados

#### 4.3.4 MANTENIMIENTO AL TABLERO METAL CLAD

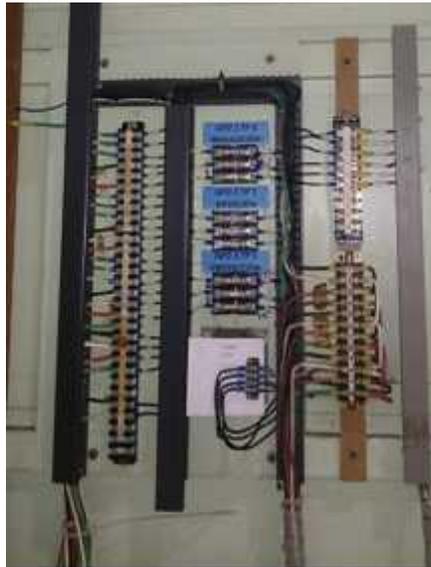
Equipo METAL - CLAD (apartarrayos, capacitores y TP's de regulación, medición y protección). El mantenimiento a estos equipos es principalmente:

- ✓ Limpieza de sus gabinetes y equipos, se realiza para evitar una falla por contaminación de polvo sobre los mismos, esta limpieza se hace con trapo limpio y dielectrol.



**Fig. 4.3.4** Limpieza de gabinetes

- ✓ Limpieza y reapriete de conexiones y tablillas en gabinetes y equipo.



**Fig. 4.3.4.1** Limpieza y reapriete de conexión de tablillas

- ✓ Mediciones de resistencia óhmica a los fusibles de protección de los TP's para verificar el estado de los mismos, el valor mínimo de resistencia óhmica que se debe obtener de las mediciones es de 8  $\Omega$ , ya que de no ser así es posible que el fusible se encuentre dañado en cuyo caso se debe reemplazar.
- ✓ Medición de resistencia óhmica a los TP's, apartarrays y capacitores.



**Fig. 4.3.4.1** Prueba de R.A. a TP's



**Fig. 4.3.4.2** Prueba de R.A. a apartarrays

### 4.3.5 BUS DE FASE AISLADA Y/O CABLES DE POTENCIA

La limpieza al bus de fase aislada se hace para evitar que el polvo que encuentra en su exterior entre dentro del bus y se deposite sobre los aisladores. Esta limpieza se hace por toda la envolvente del bus tanto en el piso de barras como en la delta del piso de transformadores y su derivación en playa de montaje. La limpieza se hizo con trapo limpio y dielectrol y también con limpiador swipe.



Fig. 4.3.5 Limpieza a la envolvente del bus

### 4.3.6 MANTENIMIENTO A CHUMACERA GUÍA SUPERIOR

Esta es la única chumacera que tiene soportes aislantes ya que durante la operación de la maquina la flecha se comporta como un conductor, por lo que solo un extremo de esta se aterriza por medio de carbones para eliminar las corrientes parasitas inducidas y el otro se aísla para evitar un cortocircuito que dañaría a los segmentos de las chumaceras.

La prueba realizada a la chumacera guía superior es la de resistencia de aislamiento a 1000 VCD, se tiene como criterio de aceptación el tomar 1M  $\Omega$  por cada KV a 25 °C pero al ser un valor muy bajo se establece que se tomara como valor de aceptación cuando menos diez veces este valor. El valor mínimo de resistencia de aislamiento para los soportes es de 5 M  $\Omega$ .

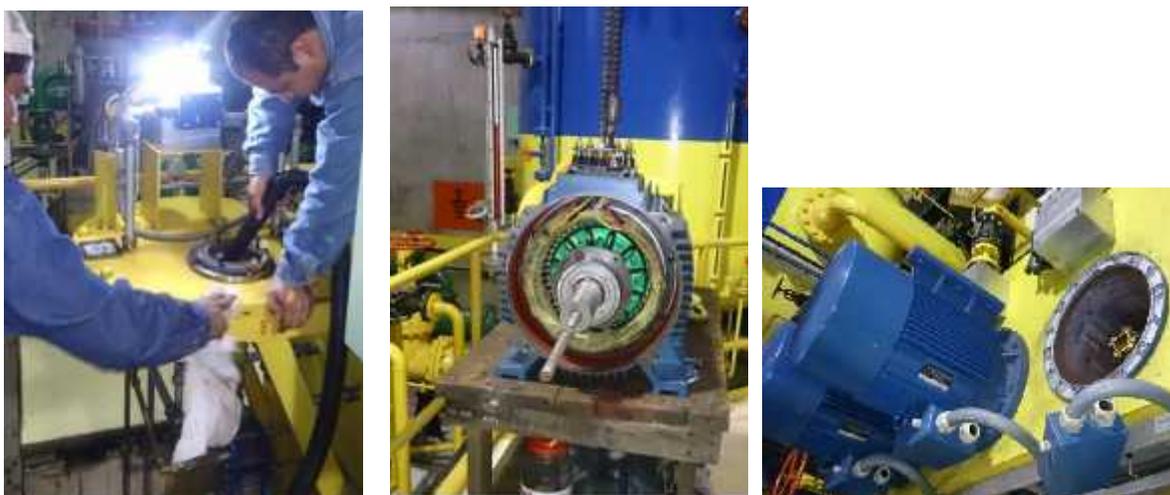


**Fig. 4.3.6** Prueba de resistencia de aislamiento

### **4.3.7 REGULADOR DE VELOCIDAD**

El mantenimiento al sistema de regulación de velocidad consiste en preservar las condiciones del motor de enfriamiento del tanque VK300, pruebas sensores agua infiltrada, limpieza motores regulación, inspección conexiones. Las actividades realizadas son:

- ✓ Cambio de baleros
- ✓ Prueba de resistencia de aislamiento
- ✓ Limpieza de copa y lubricación de engranes



**Fig. 5.3.6** Mantenimiento a motores de regulación

### 4.3.8 CONTROL ELÉCTRICO DE LA TURBINA

Mantenimiento a los contactores de los equipos auxiliares de maquina (o de turbina). Solo se da reapriete a conexiones y limpieza a contactos fijos y móviles.



**Fig. 5.3.7** Mantenimiento a contactores



**Fig. 5.3.7.1** Limpieza a gabinetes

### 4.3.9 CENTRO DE CONTROL DE MOTORES DE TURBINA

El mantenimiento del sistema de fuerza y control motores de bombas de aceite y agua infiltrada, consiste en la realización de reapriete de tornillería y limpieza con de gabinetes con trapo impregnado de dielectrol.



**Fig. 5.3.8** Tablero de fuerza y control

#### **4.3.10 MANTENIMIENTO A MICROS DE AGUA DE ENFRIAMIENTO Y PRUEBAS**

Consiste en:

- ✓ Efectuar limpieza.
- ✓ Realizar reapriete de conexiones.
- ✓ Revisión y pruebas a bobinas



**Fig. 5.3.9** Mantenimiento a micros de agua de enfriamiento

#### **4.3.11 MANTENIMIENTO A INTERRUPTORES 52 A y 52 B DE SERVICIOS PROPIOS 480 VCA.**

- ✓ Consistente en limpieza y pruebas eléctricas y mecánicas a contactos.
- ✓ Revisión de las conexiones eléctricas en los puntos del micro – switch, bobinas y dispositivos de reposición.
- ✓ Aplicar aceite no grasa en las partes móviles del mecanismo de carga del resorte del interruptor.
- ✓ Realización de prueba de apertura y cierre, ya que este es un interruptor de accionamiento por resorte, por lo que se probó el resorte para verificar si se

cargaba adecuadamente para que no existieran problemas cuando entren en operación cualquiera de los dos interruptores.



**Fig. 5.3.10** Interruptores 52a y 52b

#### **4.3.12 MANTENIMIENTO A OBRA DE TOMA**

Consiste en mantenimiento a contactores, micros y motores de la estación oleodinámica.



**Fig. 4.3.11** Mantenimiento a micros



**Fig. 4.3.11.1** Mantenimiento a contactores



**Fig. 4.3.11.2** Mantenimiento a motores

### 4.3.13 PUESTA EN SERVICIO DE LA UNIDAD

Previo a la sincronización de la unidad se realizaron las siguientes actividades:

- ✓ Pruebas eléctricas finales al campo y conjunto del generador.
- ✓ Retiro de tierras en el generador, conexión del neutro.
- ✓ Colocación de carbones en portaescobillas y disponibilidad del interruptor 52-A.
- ✓ Reseteo de los plc's (turbina, transformador y dúplex).
- ✓ Pruebas operacionales de los equipos auxiliares de maquina (bombas de regulación, bombas de izaje, compresores de regulación, válvula de agua de enfriamiento, extractor de vapores, resistencias calefactoras...)
- ✓ Apertura de compuerta en obra de toma y desfogues.
- ✓ Rodado con fugas para verificar rozamientos.
- ✓ Pruebas de alarmas y disparos de los reguladores de voltaje y velocidad.
- ✓ Pruebas de excitación gradual.
- ✓ Sincronización de la unidad a bus muerto.
- ✓ Sincronización de la unidad con 10 MW y posteriormente con 50 MW para saturación de temperaturas con carga.
- ✓ Pruebas sintomáticas al regulador de velocidad
- ✓ Pruebas de escalones de potencia, rango del 65p, estatismo y rechazo de carga a 75 y 100 MW

## CAPITULO 5. RESULTADOS Y CONCLUSIONES

### 5.1 RESULTADOS

**COMISIÓN FEDERAL DE ELECTRICIDAD  
C. H. ÁNGEL ALBINO CORZO “PEÑITAS”  
RESISTENCIA DE AISLAMIENTO**

<b>EQUIPO:</b> TRANSFORMADOR NEUTRO							<b>UNIDAD</b> 1					
<b>LOCALIZACIÓN:</b> ELEV – 60 MSNM							<b>MARCA:</b> ELINDUKTRA					
<b>VOLTAJE:</b> 12 KV/ 480 V			<b>KVA:</b> 25 KVA				<b>FRECUENCIA:</b> 60 HZ					
<b>TIEMPO DE OPERACIÓN:</b> 1986							<b>FECHA:</b> 11/ FEBRERO 2014					
<b>TEMP. (°C)</b>	26.1 °C 71%		26°C 72%			26 °C 71%		25.8 °C 71%				
<b>PARTE PROBADA</b>	H VS X + T			X VS H + T			H VS X		X VS H			
<b>VOLTAJE DE PRUEBA</b>	500 VCD			500 VCD			500 VCD		500 VCD			
<b>TIEMPO</b>	<b>LECT.</b>	<b>K</b>	<b>Mh</b>	<b>LECT</b>	<b>K</b>	<b>Mh</b>	<b>LECT.</b>	<b>K</b>	<b>Gh</b>	<b>LECT.</b>	<b>K</b>	<b>Gh</b>
<b>15 SEG.</b>									14.9 G			28 G
<b>30 SEG.</b>									20 G			32.7 G
<b>45 SEG.</b>									21.3 G			36.1 G
<b>1 MIN.</b>									22.8 G			38.9 G
<b>2 MIN.</b>									27.4 G			49.5 G
<b>3 MIN.</b>									30.7 G			56.5 G
<b>4 MIN.</b>									31.7 G			64.5 G
<b>5 MIN.</b>									33.4 G			73 G
<b>6 MIN.</b>									35.0 G			80 G
<b>7 MIN.</b>									35.7 G			88.3 G
<b>8 MIN.</b>									36.6 G			94.5 G
<b>9 MIN.</b>									37.3 G			102 G
<b>10 MIN.</b>									38.6 G			111 G
<b>IND. ABS.</b>									<b>1.14</b>			<b>1.18</b>
<b>IND. POL.</b>									<b>1.69</b>			<b>2.85</b>

**OBSERVACIONES:**

En la evaluación de las condiciones de los aislamientos, los resultados obtenidos en las mediciones de Resistencia de Aislamiento en el transformador, indican que los aislamientos del transformador se encuentran adecuadamente secos y en condiciones aceptables, ya que los índices de absorción y polarización son mayores a los establecidos por la norma. El Índice de polarización deberá ser 2.5 y el Índice de absorción 1 ó bien tomar la regla de la norma que enuncia 1 KV/M para considerar el transformador aceptable.

**ACEPTADO**

X

**RECHAZADO**

**REALIZO**

HEBERTO AGUILERA CABRERA

**Vo. Bo. JEFE DEPTO.**





**COMISION FEDERAL DE ELECTRICIDAD**  
**GERENCIA REGIONAL DE PRODUCCION SURESTE**  
**SUBGERENCIA REGIONAL DE GENERACION HIDROELECTRICA GRIJALVA**  
**C.H. ANGEL ALBINO CORZO "PEÑITAS"**

REVISION ACUÑADO UNIDAD N°.

1

FECHA: 01/02/2014

No. De cuña/ No. De ranura

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40				
A	/	/	/	R	/	/	/	/	R	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/		
B	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	
C	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	R	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	R	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	R	/	/	
D	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	R	/	/	/	/	R	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
E	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
F	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
G	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
H	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	R	/	R	R	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/

	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71	72	73	74	75	76	77	78	79	80					
A	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
B	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	R	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
C	R	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	R	/	/	/	/	/	/	R	/	/	/	/	R	R	R	R	/	R	/	/	/	R	R	/	/	R	/	/	/	/	/	/	/	
D	/	/	/	/	R	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
E	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	R	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
F	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
G	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
H	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/

	81	82	83	84	85	86	87	88	89	90	91	92	93	94	95	96	97	98	99	100	101	102	103	104	105	106	107	108	109	110	111	112	113	114	115	116	117	118	119	120						
A	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	
B	R	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	R	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	
C	/	/	R	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	R	R	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	R	/	/	
D	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	R	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	
E	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	R	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	
F	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	
G	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	
H	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/



COMISION FEDERAL DE ELECTRICIDAD  
 GERENCIA REGIONAL DE PRODUCCION SURESTE  
 SUBGERENCIA REGIONAL DE GENERACION HIDROELECTRICA GRIJALVA  
 C.H. ANGEL ALBINO CORZO "PEÑITAS"

	161	162	163	164	165	166	167	168	169	170	171	172	173	174	175	176	177	178	179	180	181	182	183	184	185	186	187	188	189	190	191	192	193	194	195	196	197	198	199	200			
A	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	
B	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	
C	/	/	/	/	/	/	/	/	R	/	/	/	/	/	/	/	/	R	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	R	/	R	
D	/	/	/	/	R	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	R	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	
E	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
F	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	R	/	/	/	R	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	
G	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
H	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/

	201	202	203	204	205	206	207	208	209	210	211	212	213	214	215	216	217	218	219	220	221	222	223	224	225	226	227	228	229	230	231	232	233	234	235	236	237	238	239	240			
A	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	R	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	
B	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
C	/	/	/	/	/	R	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
D	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
E	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
F	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
G	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
H	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/

	241	242	243	244	245	246	247	248	249	250	251	252	253	254	255	256	257	258	259	260	261	262	263	264	265	266	267	268	269	270	271	272	273	274	275	276	277	278	279	280			
A	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	R	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	
B	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	
C	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	
D	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
E	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	
F	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	
G	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	
H	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	



COMISION FEDERAL DE ELECTRICIDAD  
 GERENCIA REGIONAL DE PRODUCCION SURESTE  
 SUBGERENCIA REGIONAL DE GENERACION HIDROELECTRICA GRIJALVA  
 C.H. ANGEL ALBINO CORZO "PEÑITAS"

	281	282	283	284	285	286	287	288	289	290	291	292	293	294	295	296	297	298	299	300	301	302	303	304	305	306	307	308	309	310	311	312	313	314	315	316	317	318	319	320		
A	/	/	/	R	/	/	/	/	R	/	R	/	/	/	R	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
B	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
C	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	R	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	
D	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
E	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
F	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
G	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
H	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/

	321	322	323	324	325	326	327	328	329	330	331	332	333	334	335	336	337	338	339	340	341	342	343	344	345	346	347	348	349	350	351	352	353	354	355	356	357	358	359	360		
A	/	/	/	R	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	R	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	R
B	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
C	/	/	/	R	/	/	/	/	/	/	/	/	R	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
D	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
E	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
F	/	/	/	/	/	/	/	R	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
G	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
H	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/

	361	362	363	364	365	366	367	368	369	370	371	372	373	374	375	376	377	378	379	380	381	382	383	384	385	386	387	388	389	390	391	392	393	394	395	396					
A	/	R	R	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
B	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
C	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	R	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
D	/	/	/	/	R	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
E	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
F	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
G	/	R	R	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
H	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/

OBSERVACIONES:

REALIZO: NOMBRE Y FIRMA:

Jose Fernando Robles E

En la evaluación del acañado del estator Se hace para verificar que no exista ninguna cuña floja y en caso de existir cambiarla para evitar que se dañe el conductor que se aloja dentro debido a los esfuerzos electromecánicos que sufre cuando la maquina esta en operación. Los resultados indica que se encuentran en excelentes condiciones operativas.

CONFORME       NO CONFORME

Vo. Bo. JEFE DEPTO. ELECTRICO



COMISION FEDERAL DE ELECTRICIDAD  
GERENCIA REGIONAL DE PRODUCCION SURESTE  
SUBGERENCIA REGIONAL DE GENERACION HIDROELECTRICA GRIJALVA  
C.H. ANGEL ALBINO CORZO "PEÑITAS"

APRIETE DE LOS DEDOS DE PRESION EN EL ESTATOR DE LA UNIDAD 1 "PEÑITAS"

DEDO	NUM.	VUELTA DEL TORNILLO									
1	1	1/4	22	43	1/16	43	85	1/4	64	127	O
1	2	1/8	22	44	1/16	43	86	1/4	64	128	1/16
2	3	O	23	45	1/16	44	87	1/8	65	129	1/4
2	4	1/16	23	46	1/16	44	88	1/8	65	130	1/4
3	5	1/8	24	47	1/8	45	89	1/8	66	131	1/16
3	6	1/16	24	48	1/8	45	90	1/8	66	132	1/8
4	7	1/8	25	49	1/8	46	91	1/8	67	133	1/4
4	8	1/8	25	50	1/16	46	92	1/16	67	134	1/8
5	9	1/8	26	51	1/16	47	93	1/8	68	135	1/16
5	10	1/8	26	52	1/16	47	94	1/16	68	136	1/16
6	11	1/16	27	53	1/16	48	95	1/8	69	137	1/8
6	12	O	27	54	1/16	48	96	1/8	69	138	1/16
7	13	1/16	28	55	1/16	49	97	1/4	70	139	1/16
7	14	1/16	28	56	1/16	49	98	1/8	70	140	1/16
8	15	1/8	29	57	1/16	50	99	1/16	71	141	1/8
8	16	1/16	29	58	1/16	50	100	1/8	71	142	1/8
9	17	1/16	30	59	1/16	51	101	1/8	72	143	1/16
9	18	O	30	60	1/8	51	102	1/16	72	144	1/16
10	19	1/4	31	61	1/8	52	103	1/16			
10	20	1/16	31	62	1/16	52	104	1/8			
11	21	1/16	32	63	1/8	53	105	1/4			
11	22	1/16	32	64	1/8	53	106	1/4			
12	23	1/4	33	65	1/8	54	107	1/4			
12	24	O	33	66	1/8	54	108	1/16			
13	25	1/16	34	67	1/8	55	109	1/8			
13	26	1/16	34	68	1/16	55	110	1/16			
14	27	1/16	35	69	1/8	56	111	1/16			
14	28	1/16	35	70	1/8	56	112	1/16			
15	29	1/16	36	71	1/16	57	113	1/8			
15	30	1/16	36	72	1/8	57	114	1/4			
16	31	1/16	37	73	1/8	58	115	1/4			
16	32	1/16	37	74	1/8	58	116	1/16			
17	33	1/8	38	75	1/16	59	117	1/16			
17	34	O	38	76	1/16	59	118	1/16			
18	35	O	39	77	1/8	60	119	1/8			
18	36	O	39	78	1/8	60	120	1/16			
19	37	1/16	40	79	1/16	61	121	1/8			
19	38	O	40	80	1/8	61	122	1/8			
20	39	1/16	41	81	1/16	62	123	1/16			
20	40	1/16	41	82	1/8	62	124	1/8			
21	41	O	42	83	1/8	63	125	1/16			
21	42	1/16	42	84	1/16	63	126	1/16			

**OBSERVACIONES:**

Los dedos de presión son los elementos auxiliares situados en la parte superior e inferior del laminado que fijan el laminado en las ranuras y son susceptibles de aflojarse por la placa a la que van acoplados, su mantenimiento consiste en la eliminación de oxidación y reapriete con la ayuda de un torquimetro a presión. en su reapriete, los dados no se condieraron que estuvieran flojos ya que el apriete fue mínimo, por lo que esta prueba paso los estandares maracdos en las normas de seguirida en generadores hidroelectricos.

ROTOR



COMISION FEDERAL DE ELECTRICIDAD  
GERENCIA REGIONAL DE PRODUCCION SURESTE  
SUBGERENCIA REGIONAL DE GENERACION HIDROELECTRICA GRIJALVA  
C.H. ANGEL ALBINO CORZO "PEÑITAS"

CAIDA DE TENSION POR POLO UNIDAD No. \_\_\_\_\_  
FECHA: \_\_\_\_\_

1  
28/01/2014

No. POLO	VOLTAJE
1	222.9
2	3.3
3	3.4
4	3.4
5	3.4
6	3.4
7	3.4
8	3.4
9	3.3.
10	3.3
11	3.3
12	3.4
13	3.3
14	3.3
15	3.3
16	3.2
17	3.3
18	3.2
19	3.3
20	3.2
21	3.3
22	3.3
23	3.3
24	3.3
25	3.3
26	3.3
27	3.3
28	3.3
29	3.3
30	3.4
31	3.3
32	3.3

No. POLO	VOLTAJE
33	3.3
34	3.3
35	3.3
36	3.3
37	3.3
38	3.3
39	3.3
40	3.4
41	3.3
42	3.3
43	3.3
44	3.3
45	3.3
46	3.4
47	3.3
48	3.3
49	3.3
50	3.3
51	3.3
52	3.3
53	3.3
54	3.3
55	3.3
56	3.3
57	3.3
58	3.3
59	3.3
60	3.3
61	3.3
62	3.3
63	3.3
64	3.3

VOLTAJE APLICADO: \_\_\_\_\_ 223.3 volts

Se realizo la prueba de caída de tensión aplicando un voltaje de 223.3 volts con una corriente de 60 A, con el fin de determinar si existe cortocircuito entre espiras de bobinas polares ya que al haberlo; disminuye su impedancia y la caída de tensión en las bobinas falladas disminuye. La prueba fue aceptada por encontrarse en los rangos deseados.

REALIZO PRUEBA: TEC. HERIBERTO VALDIVIA CORTES

REVISO: ING. JESUS ALEJANDRO RAMIREZ ARGUELLO  
JEFE DEL DEPARTAMENTO ELECTRICO



COMISION FEDERAL DE ELECTRICIDAD  
GERENCIA REGIONAL DE PRODUCCION SURESTE  
SUBGERENCIA REGIONAL DE GENERACION HIDROELECTRICA GRIJALVA  
C.H. ANGEL ALBINO CORZO "PEÑITAS"

RESISTENCIA DE AISLAMIENTO A UNIDAD:           UNO          

TEMPERATURA °C:  
DEL DEVANADO   26 °C                        PARTE PROBADA:   CAMPO  

VOLTAJE DE PRUEBA:   500 VCD  

TIEMPO	TEMPERATURA INICIAL: 27.3 °C			TEMPERATURA FINAL:                      °C		
	LECTURA	K	M OHMS	LECTURA	K	M OHMS
15 SEGUNDOS			3.38			
30 SEGUNDOS			3.41			
45 SEGUNDOS			3.44			
1 MINUTO			3.37			
2 MINUTOS			3.69			
3 MINUTOS			3.83			
4 MINUTOS			3.69			
5 MINUTOS			4.06			
6 MINUTOS			4.16			
7 MINUTOS			4.31			
8 MINUTOS			4.36			
9 MINUTOS			4.36			
10 MINUTOS			4.41			

OBSERVACIONES:    IP: 1.24                                      TC: 1.14                                      258 Nf

En la evaluación de las condiciones de los aislamientos, los resultados obtenidos en las mediciones de Resistencia de Aislamiento al campo, indican que los aislamientos se encuentran por debajo de los valores establecidos y en condiciones no aceptables, ya que los índices de absorción y polarización son menores a los establecidos. Por lo que se procedió a tomar el criterio de la norma que enuncia 1 kV / M para considerar no aceptable la prueba.

EQ. DE MEDICION   MCA MEGER                        No. DE SERIE   070907/1051    
NOMBRE Y FIRMA DEL OFICIAL   HEBERTO AGULERA CABRERA  

NOMBRE Y FIRMA DEL AYUDANTE   HERMILO VASQUEZ  

CONFORME                       NO CONFORME







COMISIÓN FEDERAL DE ELECTRICIDAD  
 GERENCIA REGIONAL DE PRODUCCIÓN SURESTE  
 SUBGERENCIA REGIONAL DE GENERACIÓN HIDROELECTRICA GRIJALVA  
 C.H. ÁNGEL ALBINO CORZO "PEÑITAS"

MEDICION DE CARBONES

UNIDAD:           UNO          

FECHA:           28/01/2014          

No. DE CARBON	MEDICION	SE CAMBIO
1	49 mm	
2	47 mm	
3	42.5 mm	
4	44 mm	
5	47 mm	
6	49 mm	
7	50 mm	
8	48 mm	
9	47.5 mm	
10	34 mm	X
11	49 mm	
12	35 mm	X
13	47.5 mm	
14	47 mm	
15	41 mm	
16	63.5 mm	
17	63.5 mm	
18	34 mm	X
19	47 mm	
20	49 mm	
21	48.5 mm	

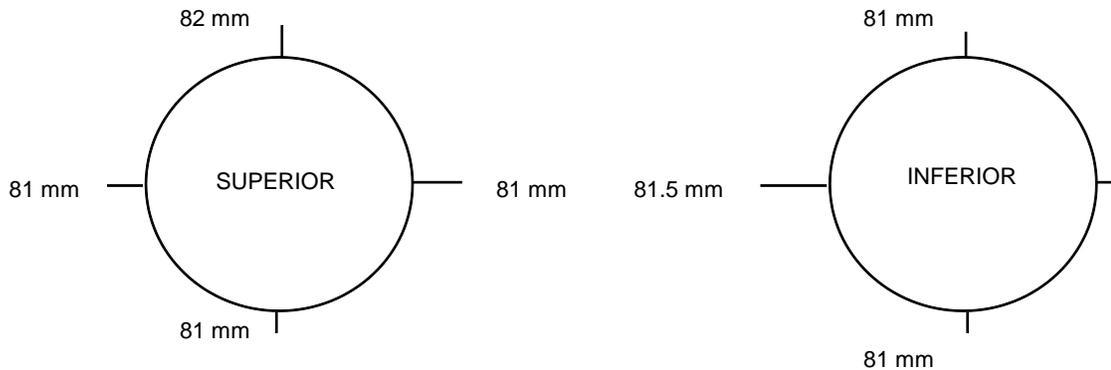
No. DE CARBON	MEDICION	SE CAMBIO
22	53 mm	
23	36 mm	X
24	37 mm	
25	40 mm	
26	51 mm	
27	42 mm	
28	40 mm	
29	44 mm	
30	47 mm	
31	54 mm	
32	54 mm	
33	41 mm	
34	51 mm	
35	54 mm	
36	60 mm	
37	48 mm	
38	61 mm	
39	36 mm	X
40	51 mm	
41	46 mm	
42	56 mm	

CAMBIAR CARBONES CON UNA MEDIDA IGUAL O MENOR A 27 mm. DE LONGITUD.

OBSERVACIONES: se realizo el cambio de los carbones señalados ya que no son los que cuentan con menor longitud aunque la longitud no sea la minima, pero previendo una su posible mantenimiento el proximo se tomo esta decision y mantener la unidad en condiciones de operabilidad segura.

**NOTA:** COLOCAR ASTERISCO AL CARBON CAMBIADO

MEDICION DE ANILLOS DESDE AGUAS ARRIBA



CONFORME  NO CONFORME

Vo. Bo. JEFE DEPTO.

NOMBRE Y FIRMA DE QUIEN REALIZO MEDICIONES: HERIBERTO VALDIVIA CORTES 122

**COMISIÓN FEDERAL DE ELECTRICIDAD  
C. H. ÁNGEL ALBINO CORZO "PEÑITAS"  
RESISTENCIA DE AISLAMIENTO**

**EQUIPO:** TRANSFORMADOR DE EXCITACIÓN      **UNIDAD**      1

**LOCALIZACIÓN:** ELEV – 60 MSNM      **MARCA:** ASEA N° 142415093

**VOLTAJE:** 13.8 / 480      **KVA:** 2200 KVA      **FRECUENCIA:** 60 HZ

**TIEMPO DE OPERACIÓN:** 1986      **FECHA:** 6 FEBRERO 2014

<u>TEMP. (°C)</u>	26.1 °C 71%			26°C 72%			26 °C 71%			25.8 °C 71%		
<u>PARTE PROBADA</u>	H VS X + T			X VS H + T			H VS X			X VS H		
<u>VOLTAJE DE PRUEBA</u>	2500 VCD			500 VCD			2500 VCD			500 VCD		
<u>TIEMPO</u>	<u>LECT.</u>	<u>K</u>	<u>Mh</u>									
<u>15 SEG.</u>			8.23 G			834			755			8.08 G
<u>30 SEG.</u>			10.3 G			997			10.7 G			11.2 G
<u>45 SEG.</u>			11.1 G			1.03 G			12.7 G			13.3 G
<u>1 MIN.</u>			13.6 G			1.08 G			14.3G			14.9 G
<u>2 MIN.</u>			18.8 G			1.19 G			19.0G			19.4 G
<u>3 MIN.</u>			21.2 G			1.25 G			22.8 G			22.8 G
<u>4 MIN.</u>			26.3 G			1.28 G			26.2 G			25.3 G
<u>5 MIN.</u>			27.9 G			1.31 G			29.2 G			27.9 G
<u>6 MIN.</u>			29.4 G			1.33 G			32.0 G			30.7 G
<u>7 MIN.</u>			31.7 G			1.35 G			34.6 G			33.1 G
<u>8 MIN.</u>			34.6 G			1.37 G			37 G			35.2 G
<u>9 MIN.</u>			36.7 G			1.38 G			39.4 G			36.9 G
<u>10 MIN.</u>			38.8 G			1.39 G			41.6 G			38.5 G
<u>IND. ABS.</u>			<b>1.6</b>			<b>1.08</b>			<b>1.33</b>			<b>1.33</b>
<u>IND. POL.</u>			<b>2.85</b>			<b>1.28</b>			<b>2.90</b>			<b>2.58</b>

**OBSERVACIONES:**

En la evaluación de las condiciones de los aislamientos, los resultados obtenidos en las mediciones de Resistencia de Aislamiento en el transformador de excitación, indican que los aislamientos del transformador se encuentran adecuadamente secos y en condiciones aceptables, ya que los índices de absorción y polarización son mayores a los establecidos por la norma. El Índice de polarización deberá ser 2.5 y el Índice de absorción 1 o bien tomar la regla de la norma que enuncia 1 kV / M para considerar el transformador en condiciones aceptables.

**ACEPTADO**

X

**RECHAZADO**

**REALIZO**  
HEBERTO AGUILERA CABRERA

**Vo. Bo. JEFE DEPTO.**

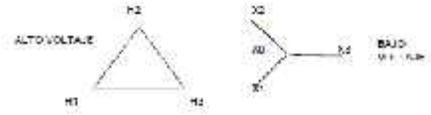
**PRUEBA DE RELACION DE TRANSFORMACION A TRANSFORMADORES (TTR 3F)**

UBICACION: TRANSFORMADOR DE EXCITACION CAPACIDAD: 2200 KVA  
 NOMENCLATURA: U1 VOLTAJE: 19,860/920V  
 No. DE SERIE: 1279151103 EXCITACION: PROGRAMABLE  
 No. DE FASES: 3 CFC: 3A 21-004-14

TENSION DE ALTA	TAP 1	TAP 2	TAP 3	TAP 4	TAP 5
TENSION DE BAJA					

TAP	RELACION TEORICA	FASE "A"				FASE "B"				FASE "C"			
		VALOR MEDIDO	DESVIACION	FASE (TTR)	ERR.	VALOR MEDIDO	DESVIACION	FASE (TTR)	ERR.	VALOR MEDIDO	DESVIACION	FASE (TTR)	ERR.
1													
2													
3	25.00	26.047	0.25%		26.047	0.25%			26.046	0.25%			
4													
5													

DIAGRAMA DE CONEXION:



OBSERVACIONES:

NUM. DE SERIE DEL TTR: 1279151103  
 INVENTARIO DE EQUIPOS: 1279151103

**COMISIÓN FEDERAL DE ELECTRICIDAD  
C. H. ÁNGEL ALBINO CORZO "PEÑITAS"  
RESISTENCIA DE AISLAMIENTO**

**EQUIPO:** TRANSF SERVICIOS PROPIOS

**UNIDAD** 1

**LOCALIZACIÓN:** ELEV – 60 MSNM

**MARCA:** ASEA N° 142415093

**VOLTAJE:** 13.8 / 480      **KVA:** 2500 KVA

**FRECUENCIA:** 60 HZ

**TIEMPO DE OPERACIÓN:** 1986

**FECHA:** 6 FEBRERO 2014

<u>TEMP. (°C)</u>	26.1 °C 71%			26°C 72%			26 °C 71%			25.8 °C 71%		
<u>PARTE PROBADA</u>	H VS X + T			X VS H + T			H VS X			X VS H		
<u>VOLTAJE DE PRUEBA</u>	2500 VCD			500 VCD			2500 VCD			500 VCD		
<u>TIEMPO</u>	<u>LECT.</u>	<u>K</u>	<u>Mh</u>									
<u>15 SEG.</u>			7.34 G			786			755			8.08 G
<u>30 SEG.</u>			10.3 G			948			10.7 G			11.2 G
<u>45 SEG.</u>			12.1 G			1.03 G			12.7 G			13.3 G
<u>1 MIN.</u>			13.6 G			1.08 G			14.3G			14.9 G
<u>2 MIN.</u>			17.8 G			1.19 G			19.0G			19.4 G
<u>3 MIN.</u>			21.2 G			1.25 G			22.8 G			22.8 G
<u>4 MIN.</u>			24.3 G			1.28 G			26.2 G			25.3 G
<u>5 MIN.</u>			27 G			1.31 G			29.2 G			27.9 G
<u>6 MIN.</u>			29.4 G			1.33 G			32.0 G			30.7 G
<u>7 MIN.</u>			30.7 G			1.35 G			34.6 G			33.1 G
<u>8 MIN.</u>			33.6 G			1.37 G			37 G			35.2 G
<u>9 MIN.</u>			35.7 G			1.38 G			39.4 G			36.9 G
<u>10 MIN.</u>			37.8 G			1.39 G			41.6 G			38.5 G
<u>IND. ABS.</u>			<b>1.32</b>			<b>1.13</b>			<b>1.33</b>			<b>1.33</b>
<u>IND. POL.</u>			<b>2.77</b>			<b>1.28</b>			<b>2.90</b>			<b>2.58</b>

OBSERVACIONES:

En la evaluación de las condiciones de los aislamientos, los resultados obtenidos en las mediciones de Resistencia de Aislamiento en el transformador de servicios propios, indican que los aislamientos del transformador se encuentran adecuadamente secos y en condiciones aceptables, ya que los índices de absorción y polarización son mayores a los establecidos por la norma. El Índice de polarización deberá ser 2.5 y el Índice de absorción 1 ó bien tomar la regla de la norma que enuncia 1 kV / M para considerar el transformador en condiciones aceptables.

ACEPTADO

X

RECHAZADO

**REALIZO**  
HEBERTO AGUILERA CABRERA

**Vo. Bo. JEFE DEPTO.**

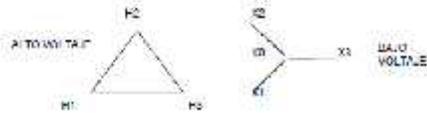
**PRUEBA DE RELACION DE TRANSFORMACION A TRANSFORMADORES (TTR 3F)**

UBICACION: TRANSFORMADOR AUXILIAR CAPACIDAD: 2000 KVA  
 NOMENCLATURA: U1 VOLTAJE: 13,600/400 V  
 No. DE SERIE: 142415003 TIPO DE ENFRIAMIENTO: OILFOA  
 No. ULTASLS: 3 LECTIA: 30-ene-14

TENSION ALTA: TAP 1 TAP 2 TAP 3 TAP 4 TAP 5  
 TENSION BAJA: \_\_\_\_\_

TAP	RELACION TEORICA	FASE "A"				FASE "B"				FASE "C"			
		RELACION MEDIDA	% DEVIACION	FASE (min)	EXC.	RELACION MEDIDA	% DEVIACION	FASE (min)	EXC.	RELACION MEDIDA	% DEVIACION	FASE (min)	EXC.
1													
2													
3	49.795	49.807	0.10%			49.878	0.10%			49.072	0.15%		
4													
5													

DIAGRAMA VECTORIAL:



OBSERVACIONES:

NUM. DE SERIE DEL TTR: 142415003  
 PRUEBA EFECTUADA POR: ROBERTO GUILLEN CARRERA

**COMISIÓN FEDERAL DE ELECTRICIDAD  
C. H. ÁNGEL ALBINO CORZO "PEÑITAS"  
RESISTENCIA DE AISLAMIENTO**

**EQUIPO:** TP'S MEDICIÓN FASE "A"

**UNIDAD** 1

**LOCALIZACIÓN:** ELEV – 60 MSNM

**MARCA:** ASEA

**VOLTAJE:** 13.8                      **KVA:**

**FRECUENCIA:** 60 HZ

**TIEMPO DE OPERACIÓN:** 1986

**FECHA:** 6 FEBRERO 2014

<u>TEMP. (°C)</u>	26.1 °C 71%		26°C 72%		26 °C 71%		25.8 °C 71%					
<u>PARTE PROBADA</u>	H VS X + T		X VS H + T		H VS X		X VS H					
<u>VOLTAJE DE PRUEBA</u>	5000 VCD		500 VCD		5000 VCD		500 VCD					
<u>TIEMPO</u>	<u>LECT.</u>	<u>K</u>	<u>Mh</u>	<u>LECT</u>	<u>K</u>	<u>Mh</u>	<u>LECT.</u>	<u>K</u>	<u>Mh</u>	<u>LECT.</u>	<u>K</u>	<u>Mh</u>
<u>15 SEG.</u>			118 G			145 G			251 G			444 G
<u>30 SEG.</u>			138 G			167 G			284 G			519 G
<u>45 SEG.</u>			140 G			169 G			299 T			564 G
<u>1 MIN.</u>			145 G			170 G			295 T			605 G
<u>2 MIN.</u>												
<u>3 MIN.</u>												
<u>4 MIN.</u>												
<u>5 MIN.</u>												
<u>6 MIN.</u>												
<u>7 MIN.</u>												
<u>8 MIN.</u>												
<u>9 MIN.</u>												
<u>10 MIN.</u>												
<u>IND. ABS.</u>			<b>1.05</b>			<b>1.01</b>			<b>1.03</b>			<b>1.16</b>
<u>IND. POL.</u>												

OBSERVACIONES:

En la evaluación de las condiciones de los aislamientos, los resultados obtenidos en las mediciones de Resistencia de Aislamiento en el transformador de potencial, indican que los aislamientos del transformador se encuentran adecuadamente secos y en condiciones aceptables, ya que las lecturas de resistencia son elevadas por tal motivo ya no se continuaron con los minutos restantes.

ACEPTADO

X

RECHAZADO

**REALIZO**  
HEBERTO AGUILERA CABRERA

**Vo. Bo. JEFE DEPTO.**

**COMISIÓN FEDERAL DE ELECTRICIDAD  
C. H. ÁNGEL ALBINO CORZO "PEÑITAS"  
RESISTENCIA DE AISLAMIENTO**

**EQUIPO:** TP'S PROTECCIÓN FASE "A"

**UNIDAD** 1

**LOCALIZACIÓN:** ELEV – 60 MSNM

**MARCA:** ASEA

**VOLTAJE:** 13.8                      **KVA:**

**FRECUENCIA:** 60 HZ

**TIEMPO DE OPERACIÓN:** 1986

**FECHA:** 6 FEBRERO 2014

<u>TEMP. (°C)</u>	26.1 °C 71%			26°C 72%			26 °C 71%			25.8 °C 71%		
<u>PARTE PROBADA</u>	H VS X + T			X VS H + T			H VS X			X VS H		
<u>VOLTAJE DE PRUEBA</u>	5000 VCD			500 VCD			5000 VCD			500 VCD		
<u>TIEMPO</u>	<u>LECT.</u>	<u>K</u>	<u>Mh</u>									
<u>15 SEG.</u>			121 G			270 G			480 G			736 G
<u>30 SEG.</u>			149 G			392 G			689 G			1.09 T
<u>45 SEG.</u>			158 G			487 G			755 G			1.3 T
<u>1 MIN.</u>			163 G			498 G			878 G			1.46 T
<u>2 MIN.</u>												
<u>3 MIN.</u>												
<u>4 MIN.</u>												
<u>5 MIN.</u>												
<u>6 MIN.</u>												
<u>7 MIN.</u>												
<u>8 MIN.</u>												
<u>9 MIN.</u>												
<u>10 MIN.</u>												
<u>IND. ABS.</u>			<b>1.09</b>			<b>1.27</b>			<b>1.27</b>			<b>1.33</b>
<u>IND. POL.</u>												

OBSERVACIONES:

En la evaluación de las condiciones de los aislamientos, los resultados obtenidos en las mediciones de Resistencia de Aislamiento en el transformador de potencial, indican que los aislamientos del transformador se encuentran adecuadamente secos y en condiciones aceptables, ya que las lecturas de resistencia son elevadas por tal motivo ya no se continuaron con los minutos restantes.

ACEPTADO

X

RECHAZADO

**REALIZO**  
HEBERTO AGUILERA CABRERA

**Vo. Bo. JEFE DEPTO.**

**COMISIÓN FEDERAL DE ELECTRICIDAD  
C. H. ÁNGEL ALBINO CORZO "PEÑITAS"  
RESISTENCIA DE AISLAMIENTO**

**EQUIPO:** TP'S REGULACIÓN FASE "A" **UNIDAD** 1

**LOCALIZACIÓN:** ELEV – 60 MSNM **MARCA:** ASEA  
**VOLTAJE:** 13.8 **KVA:** **FRECUENCIA:** 60 HZ  
**TIEMPO DE OPERACIÓN:** 1986 **FECHA:** 6 FEBRERO 2014

<u>TEMP. (°C)</u>	26.1 °C 71%			26°C 72%			26 °C 71%			25.8 °C 71%		
<u>PARTE PROBADA</u>	H VS X + T			X VS H + T			H VS X			X VS H		
<u>VOLTAJE DE PRUEBA</u>	5000 VCD			500 VCD			5000 VCD			500 VCD		
<u>TIEMPO</u>	<u>LECT.</u>	<u>K</u>	<u>Mh</u>	<u>LECT.</u>	<u>K</u>	<u>Mh</u>	<u>LECT.</u>	<u>K</u>	<u>Mh</u>	<u>LECT.</u>	<u>K</u>	<u>Mh</u>
<u>15 SEG.</u>			109 G			140 G			107 G			429 G
<u>30 SEG.</u>			169 G			161 G			121 G			487 G
<u>45 SEG.</u>			297 G			171 G			127 G			538 G
<u>1 MIN.</u>			350 G			179 G			127 G			569 G
<u>2 MIN.</u>												
<u>3 MIN.</u>												
<u>4 MIN.</u>												
<u>5 MIN.</u>												
<u>6 MIN.</u>												
<u>7 MIN.</u>												
<u>8 MIN.</u>												
<u>9 MIN.</u>												
<u>10 MIN.</u>												
<u>IND. ABS.</u>			<b>2.07</b>			<b>1.11</b>			<b>1.049</b>			<b>1.16</b>
<u>IND. POL.</u>												

OBSERVACIONES:

En la evaluación de las condiciones de los aislamientos, los resultados obtenidos en las mediciones de Resistencia de Aislamiento en el transformador de potencial, indican que los aislamientos del transformador se encuentran adecuadamente secos y en condiciones aceptables, ya que las lecturas de resistencia son elevadas por tal motivo ya no se continuaron con los minutos restantes.

ACEPTADO

X

RECHAZADO

**REALIZO**  
HEBERTO AGUILERA CABRERA

**Vo. Bo. JEFE DEPTO.**

**COMISIÓN FEDERAL DE ELECTRICIDAD  
C. H. ÁNGEL ALBINO CORZO “PEÑITAS”  
RESISTENCIA DE AISLAMIENTO**

**EQUIPO:** TP´S MEDICIÓN FASE “B”

**UNIDAD** 1

**LOCALIZACIÓN:** ELEV – 60 MSNM

**MARCA:** ASEA

**VOLTAJE:** 13.8                      **KVA:**

**FRECUENCIA:** 60 HZ

**TIEMPO DE OPERACIÓN:** 1986

**FECHA:** 6 FEBRERO 2014

<u>TEMP. (°C)</u>	26.1 °C 71%		26°C 72%		26 °C 71%		25.8 °C 71%					
<u>PARTE PROBADA</u>	H VS X + T		X VS H + T		H VS X		X VS H					
<u>VOLTAJE DE PRUEBA</u>	5000 VCD		500 VCD		5000 VCD		500 VCD					
<u>TIEMPO</u>	<u>LECT.</u>	<u>K</u>	<u>Mh</u>	<u>LECT.</u>	<u>K</u>	<u>Mh</u>	<u>LECT.</u>	<u>K</u>	<u>Mh</u>	<u>LECT.</u>	<u>K</u>	<u>Mh</u>
<u>15 SEG.</u>			169 G			317 G			519 G			7.11 G
<u>30 SEG.</u>			247 G			597 G			903 G			1.24 T
<u>45 SEG.</u>			277 G			808 G			1.26 T			1.5 T
<u>1 MIN.</u>			300 G			911 G			1.31 T			1.5 T
<u>2 MIN.</u>												
<u>3 MIN.</u>												
<u>4 MIN.</u>												
<u>5 MIN.</u>												
<u>6 MIN.</u>												
<u>7 MIN.</u>												
<u>8 MIN.</u>												
<u>9 MIN.</u>												
<u>10 MIN.</u>												
<u>IND. ABS.</u>												
<u>IND. POL.</u>												

OBSERVACIONES:

En la evaluación de las condiciones de los aislamientos, los resultados obtenidos en las mediciones de Resistencia de Aislamiento en el transformador de potencial, indican que los aislamientos del transformador se encuentran adecuadamente secos y en condiciones aceptables, ya que las lecturas de resistencia son elevadas por tal motivo ya no se continuaron con los minutos restantes.

ACEPTADO

X

RECHAZADO

**REALIZO**  
HEBERTO AGUILERA CABRERA

**Vo. Bo. JEFE DEPTO.**

**COMISIÓN FEDERAL DE ELECTRICIDAD  
C. H. ÁNGEL ALBINO CORZO “PEÑITAS”  
RESISTENCIA DE AISLAMIENTO**

**EQUIPO:** TP'S PROTECCIÓN FASE "B"

**UNIDAD** 1

**LOCALIZACIÓN:** ELEV – 60 MSNM

**MARCA:** ASEA

**VOLTAJE:** 13.8

**KVA:**

**FRECUENCIA:** 60 HZ

**TIEMPO DE OPERACIÓN:** 1986

**FECHA:** 6 FEBRERO 2014

<u>TEMP. (°C)</u>	26.1 °C 71%		26°C 72%		26 °C 71%		25.8 °C 71%					
<u>PARTE PROBADA</u>	H VS X + T		X VS H + T		H VS X		X VS H					
<u>VOLTAJE DE PRUEBA</u>	5000 VCD		500 VCD		5000 VCD		500 VCD					
<u>TIEMPO</u>	<u>LECT.</u>	<u>K</u>	<u>Mh</u>	<u>LECT.</u>	<u>K</u>	<u>Mh</u>	<u>LECT.</u>	<u>K</u>	<u>Mh</u>	<u>LECT.</u>	<u>K</u>	<u>Mh</u>
<u>15 SEG.</u>			127 G			299 G			459 G			649 G
<u>30 SEG.</u>			151 G			408 G			609 G			1.01 T
<u>45 SEG.</u>			171G			493 G			697 G			1.14 T
<u>1 MIN.</u>			176G			546 G			746 G			1.32 T
<u>2 MIN.</u>												
<u>3 MIN.</u>												
<u>4 MIN.</u>												
<u>5 MIN.</u>												
<u>6 MIN.</u>												
<u>7 MIN.</u>												
<u>8 MIN.</u>												
<u>9 MIN.</u>												
<u>10 MIN.</u>												
<u>IND. ABS.</u>			<b>1.16</b>			<b>1.33</b>			<b>1.22</b>			<b>1.30</b>
<u>IND. POL.</u>												

OBSERVACIONES:

En la evaluación de las condiciones de los aislamientos, los resultados obtenidos en las mediciones de Resistencia de Aislamiento en el transformador de potencial, indican que los aislamientos del transformador se encuentran adecuadamente secos y en condiciones aceptables, ya que las lecturas de resistencia son elevadas por tal motivo ya no se continuaron con los minutos restantes.

ACEPTADO

X

RECHAZADO

**REALIZO**

**Vo. Bo. JEFE DEPTO.**

HEBERTO AGUILERA CABRERA

**COMISIÓN FEDERAL DE ELECTRICIDAD  
C. H. ÁNGEL ALBINO CORZO “PEÑITAS”  
RESISTENCIA DE AISLAMIENTO**

**EQUIPO:** TP'S REGULACIÓN FASE "B"

**UNIDAD** 1

**LOCALIZACIÓN:** ELEV – 60 MSNM

**MARCA:** ASEA

**VOLTAJE:** 13.8                      **KVA:**

**FRECUENCIA:** 60 HZ

**TIEMPO DE OPERACIÓN:** 1986

**FECHA:** 6 FEBRERO 2014

<u>TEMP. (°C)</u>	26.1 °C 71%		26°C 72%		26 °C 71%		25.8 °C 71%					
<u>PARTE PROBADA</u>	H VS X + T		X VS H + T		H VS X		X VS H					
<u>VOLTAJE DE PRUEBA</u>	5000 VCD		500 VCD		5000 VCD		500 VCD					
<u>TIEMPO</u>	<u>LECT.</u>	<u>K</u>	<u>Mh</u>	<u>LECT.</u>	<u>K</u>	<u>Mh</u>	<u>LECT.</u>	<u>K</u>	<u>Mh</u>	<u>LECT.</u>	<u>K</u>	<u>Mh</u>
<u>15 SEG.</u>			194 G			364 G			426 G			816 G
<u>30 SEG.</u>			289 G			666 G			619 G			1.4 T
<u>45 SEG.</u>			329 G			829 G			706 G			1.5 T
<u>1 MIN.</u>			357 G			981 G			740 G			1.5 T
<u>2 MIN.</u>												
<u>3 MIN.</u>												
<u>4 MIN.</u>												
<u>5 MIN.</u>												
<u>6 MIN.</u>												
<u>7 MIN.</u>												
<u>8 MIN.</u>												
<u>9 MIN.</u>												
<u>10 MIN.</u>												
<u>IND. ABS.</u>			<b>1.23</b>			<b>1.47</b>			<b>1.19</b>			<b>1.04</b>
<u>IND. POL.</u>												

**OBSERVACIONES:**

En la evaluación de las condiciones de los aislamientos, los resultados obtenidos en las mediciones de Resistencia de Aislamiento en el transformador de potencial, indican que los aislamientos del transformador se encuentran adecuadamente secos y en condiciones aceptables, ya que las lecturas de resistencia son elevadas por tal motivo ya no se continuaron con los minutos restantes.

**ACEPTADO**

X

**RECHAZADO**

**REALIZO**

**Vo. Bo. JEFE DEPTO.**

HEBERTO AGUILERA CABRERA

**COMISIÓN FEDERAL DE ELECTRICIDAD  
C. H. ÁNGEL ALBINO CORZO “PEÑITAS”  
RESISTENCIA DE AISLAMIENTO**

**EQUIPO:** TP´S MEDICIÓN FASE “C”

**UNIDAD** 1

**LOCALIZACIÓN:** ELEV – 60 MSNM

**MARCA:** ASEA

**VOLTAJE:** 13.8                      **KVA:**

**FRECUENCIA:** 60 HZ

**TIEMPO DE OPERACIÓN:** 1986

**FECHA:** 6 FEBRERO 2014

<u>TEMP. (°C)</u>	26.1 °C 71%		26 °C 72%		26 °C 71%		25.8 °C 71%					
<u>PARTE PROBADA</u>	H VS X + T		X VS H + T		H VS X		X VS H					
<u>VOLTAJE DE PRUEBA</u>	5000 VCD		500 VCD		5000 VCD		500 VCD					
<u>TIEMPO</u>	<u>LECT.</u>	<u>K</u>	<u>Mh</u>	<u>LECT.</u>	<u>K</u>	<u>Mh</u>	<u>LECT.</u>	<u>K</u>	<u>Mh</u>	<u>LECT.</u>	<u>K</u>	<u>Mh</u>
<u>15 SEG.</u>			138 G			93 G			103 G			94.1 G
<u>30 SEG.</u>			195 G			139 G			162 G			134 G
<u>45 SEG.</u>			208 G			161 G			201 G			159 G
<u>1 MIN.</u>			263 G			195 G			230 G			185 G
<u>2 MIN.</u>												
<u>3 MIN.</u>												
<u>4 MIN.</u>												
<u>5 MIN.</u>												
<u>6 MIN.</u>												
<u>7 MIN.</u>												
<u>8 MIN.</u>												
<u>9 MIN.</u>												
<u>10 MIN.</u>												
<u>IND. ABS.</u>			<b>1.34</b>			<b>1.40</b>			<b>1.41</b>			<b>1.38</b>
<u>IND. POL.</u>												

**OBSERVACIONES:**

En la evaluación de las condiciones de los aislamientos, los resultados obtenidos en las mediciones de Resistencia de Aislamiento en el transformador de potencial, indican que los aislamientos del transformador se encuentran adecuadamente secos y en condiciones aceptables, ya que las lecturas de resistencia son elevadas por tal motivo ya no se continuaron con los minutos restantes.

**ACEPTADO**

X

**RECHAZADO**

**REALIZO**

**Vo. Bo. JEFE DEPTO.**

HEBERTO AGUILERA CABRERA

**COMISIÓN FEDERAL DE ELECTRICIDAD  
C. H. ÁNGEL ALBINO CORZO “PEÑITAS”  
RESISTENCIA DE AISLAMIENTO**

**EQUIPO:** TP'S PROTECCIÓN FASE "C"

**UNIDAD** 1

**LOCALIZACIÓN:** ELEV – 60 MSNM

**MARCA:** ASEA

**VOLTAJE:** 13.8

**KVA:**

**FRECUENCIA:** 60 HZ

**TIEMPO DE OPERACIÓN:** 1986

**FECHA:** 6 FEBRERO 2014

<u>TEMP. (°C)</u>	26.1 °C 71%		26°C 72%		26 °C 71%		25.8 °C 71%					
<u>PARTE PROBADA</u>	H VS X + T		X VS H + T		H VS X		X VS H					
<u>VOLTAJE DE PRUEBA</u>	5000 VCD		500 VCD		5000 VCD		500 VCD					
<u>TIEMPO</u>	<u>LECT.</u>	<u>K</u>	<u>Mh</u>	<u>LECT.</u>	<u>K</u>	<u>Mh</u>	<u>LECT.</u>	<u>K</u>	<u>Mh</u>	<u>LECT.</u>	<u>K</u>	<u>Mh</u>
<u>15 SEG.</u>			151 G			129 G			215 G			319 G
<u>30 SEG.</u>			231 G			184 G			370 G			592 G
<u>45 SEG.</u>			263 G			218 G			429 G			705 G
<u>1 MIN.</u>			307 G			241 G			465 G			740 G
<u>2 MIN.</u>												
<u>3 MIN.</u>												
<u>4 MIN.</u>												
<u>5 MIN.</u>												
<u>6 MIN.</u>												
<u>7 MIN.</u>												
<u>8 MIN.</u>												
<u>9 MIN.</u>												
<u>10 MIN.</u>												
<u>IND. ABS.</u>			<b>1.32</b>			<b>1.30</b>			<b>1.25</b>			<b>1.25</b>
<u>IND. POL.</u>												

**OBSERVACIONES:**

En la evaluación de las condiciones de los aislamientos, los resultados obtenidos en las mediciones de Resistencia de Aislamiento en el transformador de potencial, indican que los aislamientos del transformador se encuentran adecuadamente secos y en condiciones aceptables, ya que las lecturas de resistencia son elevadas por tal motivo ya no se continuaron con los minutos restantes.

**ACEPTADO**

**X**

**RECHAZADO**

**REALIZO**

**Vo. Bo. JEFE DEPTO.**

HEBERTO AGUILERA CABRERA

**COMISIÓN FEDERAL DE ELECTRICIDAD  
C. H. ÁNGEL ALBINO CORZO “PEÑITAS”  
RESISTENCIA DE AISLAMIENTO**

**EQUIPO:** TP'S TABLERO METAL CLAD FASE "C"      **UNIDAD**      1

**LOCALIZACIÓN:** ELEV – 60 MSNM

**MARCA:** ASEA

**VOLTAJE:** 13.8

**KVA:**

**FRECUENCIA:** 60 HZ

**TIEMPO DE OPERACIÓN:** 1986

**FECHA:** 6 FEBRERO 2014

<u>TEMP. (°C)</u>	26.1 °C 71%			26°C 72%			26 °C 71%			25.8 °C 71%		
<u>PARTE PROBADA</u>	H VS X + T			X VS H + T			H VS X			X VS H		
<u>VOLTAJE DE PRUEBA</u>	5000 VCD			500 VCD			5000 VCD			500 VCD		
<u>TIEMPO</u>	<u>LECT.</u>	<u>K</u>	<u>Mh</u>									
<u>15 SEG.</u>			110 G			188 G			279 G			401 G
<u>30 SEG.</u>			141 G			252 G			383 G			530 G
<u>45 SEG.</u>			157 G			284 G			437 G			616 G
<u>1 MIN.</u>			195 G			306 G			519 G			670 G
<u>2 MIN.</u>												
<u>3 MIN.</u>												
<u>4 MIN.</u>												
<u>5 MIN.</u>												
<u>6 MIN.</u>												
<u>7 MIN.</u>												
<u>8 MIN.</u>												
<u>9 MIN.</u>												
<u>10 MIN.</u>												
<u>IND. ABS.</u>			<b>1.38</b>			<b>1.21</b>			<b>1.35</b>			<b>1.26</b>
<u>IND. POL.</u>												

OBSERVACIONES:

En la evaluación de las condiciones de los aislamientos, los resultados obtenidos en las mediciones de Resistencia de Aislamiento en el transformador de potencial, indican que los aislamientos del transformador se encuentran adecuadamente secos y en condiciones aceptables, ya que las lecturas de resistencia son elevadas por tal motivo ya no se continuaron con los minutos restantes.

ACEPTADO

X

RECHAZADO

**REALIZO**

**Vo. Bo. JEFE DEPTO.**

HEBERTO AGUILERA CABRERA



COMISION FEDERAL DE ELECTRICIDAD  
 GERENCIA REGIONAL DE PRODUCCION SURESTE  
 SUBGERENCIA REGIONAL DE GENERACION HIDROELECTRICA GRIJALVA  
 C.H. ANGEL ALBINO CORZO "PEÑITAS"

EQUIPO	<u>APARTARRAYOS METAL CLAD</u>	FECHA PRUEBA	<u>06/02/2014</u>
UNIDAD	<u>UNO FASE "A"</u>	CAPACIDAD	<u>17 KV</u>
No. SERIE	_____	VOLTAJE	<u>13.8 KV</u>
MARCA	<u>ASEA</u>	CORRIENTE	_____

VOLTAJES DE OPERACIÓN

VOLTAJE	VAB	VBC	VCA
EN OPERACIÓN			

CORRIENTES EN OPERACIÓN

CORRIENTE	IA	IB	IC
EN OPERACIÓN			

PRUEBA DE RESISTENCIA DE AISLAMIENTO A 5 MINUTOS

VOLTAJE DE PRUEBA: 5000 VCD

	INICIAL			FINAL		
	MEDIO	K	F	MEDIO	K	F
tiempo/lectura						
15 SEG		228 MΩ				
30 SEG		240 MΩ				
45 SEG		248 MΩ				
1 MIN		256 MΩ				
2 MIN						
3 MIN						
4 MIN						
5 MIN						

OBSERVACIONES:

En la evaluación de las condiciones de los aislamientos, los resultados obtenidos en las mediciones de Resistencia de Aislamiento al apartarrayo de la fase "A", indican que los aislamientos se encuentran por debajo de los valores establecidos y en condiciones no aceptables, ya que los índices de absorción y polarización son menores a los establecidos. Por lo que se procedió a tomar el criterio de la norma que enuncia 1 kV / M para considerar aceptable la prueba.

NOMBRE Y FIRMA DE QUIEN REALIZO PRUEBAS

CONFORME

HEBERTO AGUILERA CABRERAR

NO CONFORME

NO. DE SERIE DE PROBADOR: 070907/1051

JEFE DEPTO. ELECTRICO



COMISION FEDERAL DE ELECTRICIDAD  
 GERENCIA REGIONAL DE PRODUCCION SURESTE  
 SUBGERENCIA REGIONAL DE GENERACION HIDROELECTRICA GRIJALVA  
 C.H. ANGEL ALBINO CORZO "PEÑITAS"

EQUIPO	<u>APARTARRAYOS METAL CLAD</u>	FECHA PRUEBA	<u>06/02/2014</u>
UNIDAD	<u>UNO FASE "B"</u>	CAPACIDAD	<u>17 KV</u>
No. SERIE	_____	VOLTAJE	<u>13.8 KV</u>
MARCA	<u>ASEA</u>	CORRIENTE	_____

VOLTAJES DE OPERACIÓN

VOLTAJE	VAB	VBC	VCA
EN OPERACIÓN			

PRUEBA DE RESISTENCIA DE AISLAMIENTO A 5 MINUTOS

VOLTAJE DE PRUEBA: 5000 VCD

	INICIAL			FINAL		
	MEDIO	K	F	MEDIO	K	F
tiempo/lectura						
15 SEG			174 MΩ			
30 SEG			172 MΩ			
45 SEG			178 MΩ			
1 MIN			180 MΩ			
2 MIN						
3 MIN						
4 MIN						
5 MIN						

OBSERVACIONES: PRUEBA A APARTARRRAYOS FASE "B"

En la evaluación de las condiciones de los aislamientos, los resultados obtenidos en las mediciones de Resistencia de Aislamiento al apartarrayo de la fase "B", indican que los aislamientos se encuentran por debajo de los valores establecidos y en condiciones no aceptables, ya que los índices de absorción y polarización son menores a los establecidos. Por lo que se procedió a tomar el criterio de la norma que enuncia 1 kV / M para considerar aceptable la prueba.

NOMBRE Y FIRMA DE QUIEN REALIZO PRUEBAS

CONFORME

HEBERTO AGUILERA CABRERAR

NO CONFORME

NO. DE SERIE DE PROBADOR: 070907/1051

JEFE DEPTO. ELECTRICO



## SOPORTES CHUMACERA GUIA SUPERIOR

UNIDAD: N° 1

TEMP.: 49 °C

TIPO DE PRUEBA: RESISTENCIA DE AISLAMIENTO FECHA DE PRUEBA: 29/01/2014 VOLTAJE DE PRUEBA: 1000 VCD

TIEMPO	1	1A	1B	1C	1D	2	3	3-A	3-B	3-C	3-D	4
15	6.03 GΩ	396 MΩ	444 MΩ	515 MΩ	825 MΩ	2.47 GΩ	20 GΩ	531 MΩ	437 MΩ	1.28 GΩ	672 MΩ	1.36 GΩ
30	4.51 GΩ	398 MΩ	448 MΩ	527 MΩ	848 MΩ	2.58 GΩ	21.6 GΩ	539 MΩ	437 MΩ	1.33 GΩ	680 MΩ	1.35 GΩ
45	4.31 GΩ	3999 MΩ	446 MΩ	531 MΩ	852 MΩ	2.61 GΩ	21.9 GΩ	543 MΩ	437 MΩ	1.33 GΩ	685 MΩ	1.34 GΩ
1	3.87 GΩ	400 MΩ	440 MΩ	532 MΩ	832 MΩ	2.63 GΩ	22.5 GΩ	545 MΩ	435 MΩ	1.31 GΩ	688 MΩ	1.35 GΩ
2	3.13 GΩ	432 MΩ	432 MΩ	535 MΩ	805 MΩ	2.55 GΩ	23.5 GΩ	548 MΩ	434 MΩ	1.31 GΩ	633 MΩ	1.33 GΩ
3	3.13 GΩ	432 MΩ	432 MΩ	535 MΩ	805 MΩ	2.55 GΩ	27.4 GΩ	548 MΩ	434 MΩ	1.31 GΩ	633 MΩ	1.33 GΩ
4	3.13 GΩ	432 MΩ	432 MΩ	535 MΩ	805 MΩ	2.55 GΩ	27.4 GΩ	548 MΩ	434 MΩ	1.31 GΩ	633 MΩ	1.33 GΩ
5	3.13 GΩ	432 MΩ	432 MΩ	535 MΩ	805 MΩ	2.55 GΩ	27.4 GΩ	548 MΩ	434 MΩ	1.31 GΩ	633 MΩ	1.33 GΩ
6	3.13 GΩ	432 MΩ	432 MΩ	535 MΩ	805 MΩ	2.55 GΩ	27.4 GΩ	548 MΩ	434 MΩ	1.31 GΩ	633 MΩ	1.33 GΩ
7	3.13 GΩ	432 MΩ	432 MΩ	535 MΩ	805 MΩ	2.55 GΩ	27.4 GΩ	548 MΩ	434 MΩ	1.31 GΩ	633 MΩ	1.33 GΩ
8												
9												
10												

TIEMPO	5	5A	5B	5C	5D	6	7	7A	7B	7C	7D	8
15	1.53 GΩ	594 MΩ	462 MΩ	583 MΩ	460 MΩ	1.85 GΩ	5.28 GΩ	430 MΩ	588 MΩ	1.24 GΩ	768 MΩ	1.86 GΩ
30	1.35 GΩ	590 MΩ	460 MΩ	590 MΩ	465 MΩ	1.82 GΩ	5.94 GΩ	431 MΩ	586 MΩ	1.28 GΩ	785 MΩ	1.82 GΩ
45	1.34 GΩ	591 MΩ	459 MΩ	590 MΩ	469 MΩ	1.82 GΩ	6.31 GΩ	430 MΩ	581 MΩ	1.28 GΩ	796 MΩ	1.81 GΩ
1	1.35 GΩ	585 MΩ	455 MΩ	590 MΩ	472 MΩ	1.84 GΩ	6.55 GΩ	430 MΩ	578 MΩ	1.28 GΩ	798 MΩ	1.81 GΩ
2	1.33 GΩ	585 MΩ	453 MΩ	587 MΩ	482 MΩ	1.88 GΩ	7.64 GΩ	431 MΩ	566 MΩ	1.28 GΩ	806 MΩ	1.74 GΩ
3	1.33 GΩ	585 MΩ	453 MΩ	587 MΩ	482 MΩ	1.88 GΩ	7.64 GΩ	431 MΩ	566 MΩ	1.28 GΩ	806 MΩ	1.74 GΩ
4	1.33 GΩ	585 MΩ	453 MΩ	587 MΩ	482 MΩ	1.88 GΩ	7.64 GΩ	431 MΩ	566 MΩ	1.28 GΩ	806 MΩ	1.74 GΩ
5	1.33 GΩ	585 MΩ	453 MΩ	587 MΩ	482 MΩ	1.88 GΩ	7.64 GΩ	431 MΩ	566 MΩ	1.28 GΩ	806 MΩ	1.74 GΩ
6	1.33 GΩ	585 MΩ	453 MΩ	587 MΩ	482 MΩ	1.88 GΩ	7.64 GΩ	431 MΩ	566 MΩ	1.28 GΩ	806 MΩ	1.74 GΩ
7	1.33 GΩ	585 MΩ	453 MΩ	587 MΩ	482 MΩ	1.88 GΩ	7.64 GΩ	431 MΩ	566 MΩ	1.28 GΩ	806 MΩ	1.74 GΩ
8	1.33 GΩ	585 MΩ	453 MΩ	587 MΩ	482 MΩ	1.88 GΩ	7.64 GΩ	431 MΩ	566 MΩ	1.28 GΩ	806 MΩ	1.74 GΩ
9	1.33 GΩ	585 MΩ	453 MΩ	587 MΩ	482 MΩ	1.88 GΩ	7.64 GΩ	431 MΩ	566 MΩ	1.28 GΩ	806 MΩ	1.74 GΩ
10	1.33 GΩ	585 MΩ	453 MΩ	587 MΩ	482 MΩ	1.88 GΩ	7.64 GΩ	431 MΩ	566 MΩ	1.28 GΩ	806 MΩ	1.74 GΩ

REALIZO PRUEBAS HERIBERTO VALDIA  
NOMBRE, CATEGORIA Y FIRMA**OBSERVACIONES:**

En la evaluación de las condiciones de los aislamientos, los resultados obtenidos en las mediciones de Resistencia de Aislamiento en el transformador de servicios propios, indican que los aislamientos del transformador se encuentran adecuadamente secos y en condiciones aceptables, ya que los índices de absorción y polarización son mayores a los establecidos por la norma. El Índice de polarización deberá ser 2.5 y el Índice de absorción 1 o bien tomar la regla de la norma que enuncia 1 kV / M para considerar el transformador en condiciones aceptables.



COMISION FEDERAL DE ELECTRICIDAD  
 GERENCIA REGIONAL DE PRODUCCION SURESTE  
 SUBGERENCIA REGIONAL DE GENERACION HIDROELECTRICA GRIJALVA  
 C.H. ANGEL ALBINO CORZO "PEÑITAS"

EQUIPO MOTOR 331  
 UNIDAD U - 1  
 No. SERIE 2111105  
 MARCA ZSE

FECHA PRUEBA 15/02/2014  
 CAPACIDAD 3 HP  
 VOLTAJE 460 / 265  
 CORRIENTE 4.4 A

PRUEBA DE RESISTENCIA DE AISLAMIENTO A 5 MINUTOS

VOLTAJE DE PRUEBA: 500 VCD

	INICIAL			FINAL		
	MEDIO	K	F	MEDIO	K	F
tiempo/lectura						
15 SEG	1.44	GΩ				
30 SEG	1.55	GΩ				
45 SEG	1.58	GΩ				
1 MIN	1.6	GΩ				
2 MIN	1.63	GΩ				
3 MIN	1.65	GΩ				
4 MIN	1.66	GΩ				
5 MIN	1.67	GΩ				

OBSERVACIONES:

En la evaluación de las condiciones de los aislamientos, los resultados obtenidos en las mediciones de Resistencia de Aislamiento al motor 331, indican que los aislamientos se encuentran por debajo de los valores establecidos y en condiciones no aceptables, ya que los índices de absorción y polarización son menores a los establecidos. Por lo que se procedió a tomar el criterio de la norma que enuncia 1 kV / M para considerar aceptable la prueba. Se realizo el camio de baleros 6306 - C3, para evitar que el equipo falle o envejezca mas rapidamente, acortando con ello su vida util.

NOMBRE Y FIRMA DE QUIEN REALIZO PRUEBAS

CONFORME

IVAN OLGUIN MELO

NO CONFORME

NO. DE SERIE DE PROBADOR: 070907/1051

JEFE DEPTO. ELECTRICO



COMISION FEDERAL DE ELECTRICIDAD  
 GERENCIA REGIONAL DE PRODUCCION SURESTE  
 SUBGERENCIA REGIONAL DE GENERACION HIDROELECTRICA GRIJALVA  
 C.H. ANGEL ALBINO CORZO "PEÑITAS"

EQUIPO	<u>MOTOR NO.1 ENFRIAMIENTO TRANSFO EXCIT</u>	FECHA PRUEBA	<u>01/02/2014</u>
UNIDAD	<u>U - 1</u>	CAPACIDAD	<u>1/4 HP</u>
No. SERIE	<u>MOE - 24187</u>	VOLTAJE	<u>440</u>
MARCA	<u>WEG</u>	CORRIENTE	<u>0.7 A</u>

PRUEBA DE RESISTENCIA DE AISLAMIENTO A 5 MINUTOS

VOLTAJE DE PRUEBA: 500 VCD

	INICIAL			FINAL		
	MEDIO	K	F	MEDIO	K	F
tiempo/lectura						
15 SEG			5.39 G			
30 SEG			6.13 G			
45 SEG			6.52 G			
1 MIN			6.73 G			
2 MIN			6.89 G			
3 MIN			7.07 G			
4 MIN			7.07 G			
5 MIN			7.26 GΩ			

OBSERVACIONES:

En la evaluación de las condiciones de los aislamientos, los resultados obtenidos en las mediciones de Resistencia de Aislamiento al MOTOR NO.1 ENFRIAMIENTO TRANSFO EXCIT, indican que los aislamientos se encuentran por debajo de los valores establecidos y en condiciones no aceptables, ya que los índices de absorción y polarización son menores a los establecidos. Por lo que se procedió a tomar el criterio de la norma que enuncia 1 kV / M para considerar aceptable la prueba. Se realizo el cambio de baleros 6306 - C3, para evitar que el equipo falle o envejezca mas rapidamente, acortando con ello su vida util.

NOMBRE Y FIRMA DE QUIEN REALIZO PRUEBAS

CONFORME

HEBERTO AGUILERA CABRERA

NO CONFORME

NO. DE SERIE DE PROBADOR: 070907/1051

JEFE DEPTO. ELECTRICO

I-2151-DE04-R-01



COMISION FEDERAL DE ELECTRICIDAD  
 GERENCIA REGIONAL DE PRODUCCION SURESTE  
 SUBGERENCIA REGIONAL DE GENERACION HIDROELECTRICA GRIJALVA  
 C.H. ANGEL ALBINO CORZO "PEÑITAS"

EQUIPO	<u>MOTOR NO.2 ENFRIAMIENTO TRANSFO EXCIT</u>	FECHA PRUEBA	<u>02/02/2014</u>
UNIDAD	<u>U - 1</u>	CAPACIDAD	<u>1/4 HP</u>
No. SERIE	<u>24221</u>	VOLTAJE	<u>440</u>
MARCA	<u>WEG</u>	CORRIENTE	<u>0.7 A</u>

PRUEBA DE RESISTENCIA DE AISLAMIENTO A 5 MINUTOS

VOLTAJE DE PRUEBA: 500 VCD

	INICIAL			FINAL		
	MEDIO	K	F	MEDIO	K	F
tiempo/lectura						
15 SEG			4.7 G			
30 SEG			4.73 G			
45 SEG			4.74 G			
1 MIN			4.77 G			
2 MIN			4.79 G			
3 MIN			4.8 G			
4 MIN			4.8 G			
5 MIN			4.81 G			

OBSERVACIONES:

En la evaluación de las condiciones de los aislamientos, los resultados obtenidos en las mediciones de Resistencia de Aislamiento al MOTOR NO.2 ENFRIAMIENTO TRANSFO EXCIT, indican que los aislamientos se encuentran por debajo de los valores establecidos y en condiciones no aceptables, ya que los índices de absorción y polarización son menores a los establecidos. Por lo que se procedió a tomar el criterio de la norma que enuncia 1 kV / M para considerar aceptable la prueba. Se realizo el cambio de baleros 6306 - C3, para evitar que el equipo falle o envejezca mas rapidamente, acortando con ello su vida util.

NOMBRE Y FIRMA DE QUIEN REALIZO PRUEBAS

CONFORME

HEBERTO AGUILERA CABRERA

NO CONFORME

NO. DE SERIE DE PROBADOR: 070907/1051

JEFE DEPTO. ELECTRICO



COMISION FEDERAL DE ELECTRICIDAD  
 GERENCIA REGIONAL DE PRODUCCION SURESTE  
 SUBGERENCIA REGIONAL DE GENERACION HIDROELECTRICA GRIJALVA  
 C.H. ANGEL ALBINO CORZO "PEÑITAS"

EQUIPO	<u>MOTOR NO.3 ENFRIAMIENTO TRANSFO EXCIT</u>	FECHA PRUEBA	<u>03/02/2014</u>
UNIDAD	<u>U - 1</u>	CAPACIDAD	<u>1/4 HP</u>
No. SERIE	<u>24208</u>	VOLTAJE	<u>440</u>
MARCA	<u>WEG</u>	CORRIENTE	<u>0.7 A</u>

PRUEBA DE RESISTENCIA DE AISLAMIENTO A 5 MINUTOS

VOLTAJE DE PRUEBA: 500 VCD

	INICIAL			FINAL		
	MEDIO	K	F	MEDIO	K	F
tiempo/lectura						
15 SEG			3.07 G			
30 SEG			3.46 G			
45 SEG			3.62 G			
1 MIN			3.72 G			
2 MIN			3.84 G			
3 MIN			3.87 G			
4 MIN			3.90 G			
5 MIN			3.91 G			

OBSERVACIONES:

En la evaluación de las condiciones de los aislamientos, los resultados obtenidos en las mediciones de Resistencia de Aislamiento al MOTOR NO.3 ENFRIAMIENTO TRANSFO EXCIT, indican que los aislamientos se encuentran por debajo de los valores establecidos y en condiciones no aceptables, ya que los índices de absorción y polarización son menores a los establecidos. Por lo que se procedió a tomar el criterio de la norma que enuncia 1 kV / M para considerar aceptable la prueba. Se realizo el camio de baleros 6306 - C3, para evitar que el equipo falle o envejezca mas rapidamente, acortando con ello su vida util.

NOMBRE Y FIRMA DE QUIEN REALIZO PRUEBAS

CONFORME

HEBERTO AGUILERA CABRERA

NO CONFORME

NO. DE SERIE DE PROBADOR: 070907/1051

JEFE DEPTO. ELECTRICO



COMISION FEDERAL DE ELECTRICIDAD  
 GERENCIA REGIONAL DE PRODUCCION SURESTE  
 SUBGERENCIA REGIONAL DE GENERACION HIDROELECTRICA GRIJALVA  
 C.H. ANGEL ALBINO CORZO "PEÑITAS"

EQUIPO	<u>MOTOR NO.4 ENFRIAMIENTO TRANSFO EXCIT</u>	FECHA PRUEBA	<u>03/02/2014</u>
UNIDAD	<u>U - 1</u>	CAPACIDAD	<u>1/4 HP</u>
No. SERIE	<u>M07D - 17073</u>	VOLTAJE	<u>440</u>
MARCA	<u>WEG</u>	CORRIENTE	<u>0.7 A</u>

PRUEBA DE RESISTENCIA DE AISLAMIENTO A 5 MINUTOS

VOLTAJE DE PRUEBA: 500 VCD

	INICIAL			FINAL		
	MEDIO	K	F	MEDIO	K	F
tiempo/lectura						
15 SEG			2.66 G			
30 SEG			3 G			
45 SEG			3.14 G			
1 MIN			3.23 G			
2 MIN			3.28 G			
3 MIN			3.34 G			
4 MIN			3.37 G			
5 MIN			3.36 G			

OBSERVACIONES:

En la evaluación de las condiciones de los aislamientos, los resultados obtenidos en las mediciones de Resistencia de Aislamiento al MOTOR NO.4 ENFRIAMIENTO TRANSFO EXCIT, indican que los aislamientos se encuentran por debajo de los valores establecidos y en condiciones no aceptables, ya que los índices de absorción y polarización son menores a los establecidos. Por lo que se procedió a tomar el criterio de la norma que enuncia 1 kV / M para considerar aceptable la prueba. Se realizo el cambio de baleros 6306 - C3, para evitar que el equipo falle o envejezca mas rapidamente, acortando con ello su vida util.

NOMBRE Y FIRMA DE QUIEN REALIZO PRUEBAS

CONFORME

HEBERTO AGUILERA CABRERA

NO CONFORME

NO. DE SERIE DE PROBADOR: 070907/1051

JEFE DEPTO. ELECTRICO



COMISION FEDERAL DE ELECTRICIDAD  
 GERENCIA REGIONAL DE PRODUCCION SURESTE  
 SUBGERENCIA REGIONAL DE GENERACION HIDROELECTRICA GRIJALVA  
 C.H. ANGEL ALBINO CORZO "PEÑITAS"

EQUIPO	<u>MOTOR NO.5 ENFRIAMIENTO TRANSFO EXCIT</u>	FECHA PRUEBA	<u>03/02/2014</u>
UNIDAD	<u>U - 1</u>	CAPACIDAD	<u>1/4 HP</u>
No. SERIE	<u>M03E - 24175</u>	VOLTAJE	<u>440</u>
MARCA	<u>WEG</u>	CORRIENTE	<u>0.7 A</u>

PRUEBA DE RESISTENCIA DE AISLAMIENTO A 5 MINUTOS

VOLTAJE DE PRUEBA: 500 VCD

	INICIAL			FINAL		
	MEDIO	K	F	MEDIO	K	F
tiempo/lectura						
15 SEG			3.27 G			
30 SEG			3.76 G			
45 SEG			4.03 G			
1 MIN			4.26 G			
2 MIN			4.34 G			
3 MIN			4.30 G			
4 MIN			4.16 G			
5 MIN			4.13 G			

OBSERVACIONES:

En la evaluación de las condiciones de los aislamientos, los resultados obtenidos en las mediciones de Resistencia de Aislamiento al MOTOR NO.5 ENFRIAMIENTO TRANSFO EXCIT, indican que los aislamientos se encuentran por debajo de los valores establecidos y en condiciones no aceptables, ya que los índices de absorción y polarización son menores a los establecidos. Por lo que se procedió a tomar el criterio de la norma que enuncia 1 kV / M para considerar aceptable la prueba. Se realizo el cambio de baleros 6306 - C3, para evitar que el equipo falle o envejezca mas rapidamente, acortando con ello su vida util.

NOMBRE Y FIRMA DE QUIEN REALIZO PRUEBAS

CONFORME

HEBERTO AGUILERA CABRERA

NO CONFORME

NO. DE SERIE DE PROBADOR: 070907/1051

JEFE DEPTO. ELECTRICO



COMISION FEDERAL DE ELECTRICIDAD  
GERENCIA REGIONAL DE PRODUCCION SURESTE  
SUBGERENCIA REGIONAL DE GENERACION HIDROELECTRICA GRIJALVA  
C.H. ANGEL ALBINO CORZO "PEÑITAS"

EQUIPO	<u>MOTOR NO.6 ENFRIAMIENTO TRANSFO EXCIT</u>	FECHA PRUEBA	<u>03/02/2014</u>
UNIDAD	<u>U - 1</u>	CAPACIDAD	<u>1/4 HP</u>
No. SERIE	<u>SIN SERIE</u>	VOLTAJE	<u>440</u>
MARCA	<u>WEG</u>	CORRIENTE	<u>0.7 A</u>

PRUEBA DE RESISTENCIA DE AISLAMIENTO A 5 MINUTOS

VOLTAJE DE PRUEBA: 500 VCD

	INICIAL			FINAL		
	MEDIO	K	F	MEDIO	K	F
tiempo/lectura						
15 SEG			74.3 G			
30 SEG			106 G			
45 SEG			123 G			
1 MIN			133 G			
2 MIN			157 G			
3 MIN			168 G			
4 MIN			173 G			
5 MIN			179 G			

OBSERVACIONES:

En la evaluación de las condiciones de los aislamientos, los resultados obtenidos en las mediciones de Resistencia de Aislamiento al MOTOR NO.6 ENFRIAMIENTO TRANSFO EXCIT, indican que los aislamientos se encuentran por debajo de los valores establecidos y en condiciones no aceptables, ya que los índices de absorción y polarización son menores a los establecidos. Por lo que se procedió a tomar el criterio de la norma que enuncia 1 kV / M para considerar aceptable la prueba. Se realizo el cambio de baleros 6306 - C3, para evitar que el equipo falle o envejezca mas rapidamente, acortando con ello su vida util.

NOMBRE Y FIRMA DE QUIEN REALIZO PRUEBAS

CONFORME

HEBERTO AGUILERA CABRERA

NO CONFORME

NO. DE SERIE DE PROBADOR: 070907/1051

JEFE DEPTO. ELECTRICO



COMISION FEDERAL DE ELECTRICIDAD  
GERENCIA REGIONAL DE PRODUCCION SURESTE  
SUBGERENCIA REGIONAL DE GENERACION HIDROELECTRICA GRIJALVA  
C.H. ANGEL ALBINO CORZO "PEÑITAS"

EQUIPO	<u>MOTOR FRONTAL ENFRIAMIENTO TRANSFO EXCIT</u>	FECHA PRUEBA	<u>07/02/2014</u>
UNIDAD	<u>U - 1</u>	CAPACIDAD	<u>1/4 HP</u>
No. SERIE	<u>SIN SERIE</u>	VOLTAJE	<u>440</u>
MARCA	<u>ASEA</u>	CORRIENTE	<u>0.7 A</u>

PRUEBA DE RESISTENCIA DE AISLAMIENTO A 5 MINUTOS

VOLTAJE DE PRUEBA: 500 VCD

	INICIAL			FINAL		
	MEDIO	K	F	MEDIO	K	F
tiempo/lectura						
15 SEG			108 G			
30 SEG			131 G			
45 SEG			146 G			
1 MIN			181 G			
2 MIN			198 G			
3 MIN			205 G			
4 MIN			210 G			
5 MIN			210 G			

OBSERVACIONES:

En la evaluación de las condiciones de los aislamientos, los resultados obtenidos en las mediciones de Resistencia de Aislamiento al MOTOR FRONTAL ENFRIAMIENTO TRANSFO EXCIT, indican que los aislamientos se encuentran por debajo de los valores establecidos y en condiciones no aceptables, ya que los índices de absorción y polarización son menores a los establecidos. Por lo que se procedió a tomar el criterio de la norma que enuncia 1 kV / M para considerar aceptable la prueba. Se realizo el cambio de baleros 6306 - C3, para evitar que el equipo falle o envejezca mas rapidamente, acortando con ello su vida util.

NOMBRE Y FIRMA DE QUIEN REALIZO PRUEBAS

CONFORME

HEBERTO AGUILERA CABRERA

NO CONFORME

NO. DE SERIE DE PROBADOR: 070907/1051

JEFE DEPTO. ELECTRICO

I-2151-DE04-R-01



COMISION FEDERAL DE ELECTRICIDAD  
 GERENCIA REGIONAL DE PRODUCCION SURESTE  
 SUBGERENCIA REGIONAL DE GENERACION HIDROELECTRICA GRIJALVA  
 C.H. ANGEL ALBINO CORZO "PEÑITAS"

EQUIPO	<u>MOTOR SUP EXTRAC TRANSFO EXCIT</u>	FECHA PRUEBA	<u>01/02/2014</u>
UNIDAD	<u>U - 1</u>	CAPACIDAD	<u>1/4 HP</u>
No. SERIE	<u>140 - 1441</u>	VOLTAJE	<u>440</u>
MARCA	<u>ASEA</u>	CORRIENTE	<u>0.7 A</u>

VOLTAJES DE OPERACIÓN

VOLTAJE	VAB	VBC	VCA
EN OPERACIÓN			

CORRIENTES EN OPERACIÓN

CORRIENTE	IA	IB	IC
EN OPERACIÓN			

PRUEBA DE RESISTENCIA DE AISLAMIENTO A 5 MINUTOS

VOLTAJE DE PRUEBA: 500 VCD

	INICIAL			FINAL		
	MEDIO	K	F	MEDIO	K	F
tiempo/lectura						
15 SEG			14.2 G			
30 SEG			16.6 G			
45 SEG			48.8 G			
1 MIN			19.5 G			
2 MIN			21.2 G			
3 MIN			23.0 G			
4 MIN			23.0 G			
5 MIN			23.0 G			

OBSERVACIONES:

En la evaluación de las condiciones de los aislamientos, los resultados obtenidos en las mediciones de Resistencia de Aislamiento al MOTOR SUP EXTRAC TRANSFO EXCIT, indican que los aislamientos se encuentran por debajo de los valores establecidos y en condiciones no aceptables, ya que los índices de absorción y polarización son menores a los establecidos. Por lo que se procedió a tomar el criterio de la norma que enuncia 1 kV / M para considerar aceptable la prueba. Se realizo el camio de baleros 6306 - C3,

NOMBRE Y FIRMA DE QUIEN REALIZO PRUEBAS

HEBERTO AGUILERA CABRERA

NO. DE SERIE DE PROBADOR: 070907/1051

CONFORME

NO CONFORME

JEFE DEPTO. ELECTRICO



COMISION FEDERAL DE ELECTRICIDAD  
 GERENCIA REGIONAL DE PRODUCCION SURESTE  
 SUBGERENCIA REGIONAL DE GENERACION HIDROELECTRICA GRIJALVA  
 C.H. ANGEL ALBINO CORZO "PEÑITAS"

EQUIPO	<u>MOTOR DE TIRISTORES 1</u>	FECHA PRUEBA	<u>28/01/2014</u>
UNIDAD	<u>U - 1</u>	CAPACIDAD	<u>5 HP</u>
No. SERIE	<u>MM85E - 10637</u>	VOLTAJE	<u>220 / 440</u>
MARCA	<u>ASEA</u>	CORRIENTE	<u>15 / 7.5 A</u>

VOLTAJES DE OPERACIÓN

VOLTAJE	VAB	VBC	VCA
EN OPERACIÓN	472	471	474

CORRIENTES EN OPERACIÓN

CORRIENTE	IA	IB	IC
EN OPERACIÓN	7	7.1	7

PRUEBA DE RESISTENCIA DE AISLAMIENTO A 5 MINUTOS

VOLTAJE DE PRUEBA: 500 VCD

	INICIAL			FINAL		
	MEDIO	K	F	MEDIO	K	F
tiempo/lectura						
15 SEG	741	GΩ				
30 SEG	138	GΩ				
45 SEG	179	GΩ				
1 MIN	215	GΩ				
2 MIN	302	GΩ				
3 MIN	358	GΩ				
4 MIN	411	GΩ				
5 MIN	443	GΩ				

OBSERVACIONES:

En la evaluación de las condiciones de los aislamientos, los resultados obtenidos en las mediciones de Resistencia de Aislamiento al MOTOR DE TIRISTORES 1, indican que los aislamientos se encuentran por debajo de los valores establecidos y en condiciones no aceptables, ya que los índices de absorción y polarización son menores a los establecidos. Por lo que se procedió a tomar el criterio de la norma que enuncia 1 kV / M para considerar aceptable la prueba. Se realizo el camio de baleros 6306 - C3, para evitar que el equipo falle o envejezca mas rapidamente, acortando con ello su vida util.

NOMBRE Y FIRMA DE QUIEN REALIZO PRUEBAS

CONFORME

HEBERTO AGUILERA CABRERA

NO CONFORME

NO. DE SERIE DE PROBADOR: 1010519

JEFE DEPTO. ELECTRICO



COMISION FEDERAL DE ELECTRICIDAD  
 GERENCIA REGIONAL DE PRODUCCION SURESTE  
 SUBGERENCIA REGIONAL DE GENERACION HIDROELECTRICA GRIJALVA  
 C.H. ANGEL ALBINO CORZO "PEÑITAS"

EQUIPO	<u>MOTOR DE TIRISTORES 2</u>	FECHA PRUEBA	<u>29/01/2014</u>
UNIDAD	<u>U - 1</u>	CAPACIDAD	<u>5 HP</u>
No. SERIE	<u>MM85E - 10474</u>	VOLTAJE	<u>220 / 440</u>
MARCA	<u>ASEA</u>	CORRIENTE	<u>15 / 7.5 A</u>

VOLTAJES DE OPERACIÓN

VOLTAJE	VAB	VBC	VCA
EN OPERACIÓN	472	471	474

CORRIENTES EN OPERACIÓN

CORRIENTE	IA	IB	IC
EN OPERACIÓN	7.1	7.1	7

PRUEBA DE RESISTENCIA DE AISLAMIENTO A 5 MINUTOS

VOLTAJE DE PRUEBA: 500 VCD

	INICIAL			FINAL		
	MEDIO	K	F	MEDIO	K	F
tiempo/lectura						
15 SEG	43.6	GΩ				
30 SEG	64.6	GΩ				
45 SEG	74.7	GΩ				
1 MIN	81.3	GΩ				
2 MIN	98	GΩ				
3 MIN	108	GΩ				
4 MIN	115	GΩ				
5 MIN	122	GΩ				

OBSERVACIONES:

En la evaluación de las condiciones de los aislamientos, los resultados obtenidos en las mediciones de Resistencia de Aislamiento al MOTOR DE TIRISTORES 2, indican que los aislamientos se encuentran por debajo de los valores establecidos y en condiciones no aceptables, ya que los índices de absorción y polarización son menores a los establecidos. Por lo que se procedió a tomar el criterio de la norma que enuncia 1 kV / M para considerar aceptable la prueba. Se realizo el cambio de baleros 6306 - C3, para evitar que el equipo falle o envejezca mas rapidamente, acortando con ello su vida util.

NOMBRE Y FIRMA DE QUIEN REALIZO PRUEBAS

CONFORME

HEBERTO AGUILERA CABRERA

NO CONFORME

NO. DE SERIE DE PROBADOR: 1010519

JEFE DEPTO. ELECTRICO



COMISION FEDERAL DE ELECTRICIDAD  
 GERENCIA REGIONAL DE PRODUCCION SURESTE  
 SUBGERENCIA REGIONAL DE GENERACION HIDROELECTRICA GRIJALVA  
 C.H. ANGEL ALBINO CORZO "PEÑITAS"

EQUIPO	<u>MOTOR AEREODINAMICA NO. 1</u>	FECHA PRUEBA	<u>12/02/2014</u>
UNIDAD	<u>U - 1</u>	CAPACIDAD	<u>20 HP</u>
No. SERIE	<u>S/N</u>	VOLTAJE	<u>440</u>
MARCA	<u>WES</u>	CORRIENTE	<u>19.57 A</u>

PRUEBA DE RESISTENCIA DE AISLAMIENTO A 5 MINUTOS

VOLTAJE DE PRUEBA: 500 VCD

	INICIAL			FINAL		
	MEDIO	K	F	MEDIO	K	F
tiempo/lectura						
15 SEG	84.9	MΩ				
30 SEG	85.8	MΩ				
45 SEG	87.6	MΩ				
1 MIN	88.8	MΩ				
2 MIN	91.4	MΩ				
3 MIN	91.8	MΩ				
4 MIN	94.1	MΩ				
5 MIN	94.6	MΩ				

OBSERVACIONES:

En la evaluación de las condiciones de los aislamientos, los resultados obtenidos en las mediciones de Resistencia de Aislamiento al MOTOR AEREODINAMICA NO. 1, indican que los aislamientos se encuentran por debajo de los valores establecidos y en condiciones no aceptables, ya que los índices de absorción y polarización son menores a los establecidos. Por lo que se procedió a tomar el criterio de la norma que enuncia 1 kV / M para considerar aceptable la prueba. Se realizó el cambio de baleros 6306 - C3 y reparación de resistencias calefactoras, para evitar que el equipo falle o envejezca mas rapidamente, acortando con ello su vida util.

NOMBRE Y FIRMA DE QUIEN REALIZO PRUEBAS

CONFORME

HEBERTO AGUILERA CABRERAR

NO CONFORME

NO. DE SERIE DE PROBADOR: 070907/1051

JEFE DEPTO. ELECTRICO



COMISION FEDERAL DE ELECTRICIDAD  
 GERENCIA REGIONAL DE PRODUCCION SURESTE  
 SUBGERENCIA REGIONAL DE GENERACION HIDROELECTRICA GRIJALVA  
 C.H. ANGEL ALBINO CORZO "PEÑITAS"

EQUIPO MOTOR AEREODINAMICA NO. 2  
 UNIDAD U - 1  
 No. SERIE S/N  
 MARCA WES

FECHA PRUEBA 12/02/2014  
 CAPACIDAD 20 HP  
 VOLTAJE 440  
 CORRIENTE 19.57 A

PRUEBA DE RESISTENCIA DE AISLAMIENTO A 5 MINUTOS

VOLTAJE DE PRUEBA: 500 VCD

	INICIAL			FINAL		
	MEDIO	K	F	MEDIO	K	F
tiempo/lectura						
15 SEG	75.9	MΩ				
30 SEG	80.2	MΩ				
45 SEG	81.8	MΩ				
1 MIN	82.3	MΩ				
2 MIN	82.3	MΩ				
3 MIN	82.3	MΩ				
4 MIN						
5 MIN						

OBSERVACIONES:

En la evaluación de las condiciones de los aislamientos, los resultados obtenidos en las mediciones de Resistencia de Aislamiento al MOTOR AEREODINAMICA NO. 2, indican que los aislamientos se encuentran por debajo de los valores establecidos y en condiciones no aceptables, ya que los índices de absorción y polarización son menores a los establecidos. Por lo que se procedió a tomar el criterio de la norma que enuncia 1 kV / M para considerar aceptable la prueba. Se realizo el cambio de baleros 6306 - C3 y reparacion de resistencias calefactoras, para evitar que el equipo falle o envejezca mas rapidamente, acortando con ello su vida util.

NOMBRE Y FIRMA DE QUIEN REALIZO PRUEBAS

CONFORME

HEBERTO AGUILERA CABRERAR

NO CONFORME

NO. DE SERIE DE PROBADOR: 070907/1051

JEFE DEPTO. ELECTRICO



COMISION FEDERAL DE ELECTRICIDAD  
GERENCIA REGIONAL DE PRODUCCION SURESTE  
SUBGERENCIA REGIONAL DE GENERACION HIDROELECTRICA GRIJALVA  
C.H. ANGEL ALBINO CORZO "PEÑITAS"

EQUIPO	<u>MOTOR AEREODINAMICA NO. 3</u>	FECHA PRUEBA	<u>12/02/2014</u>
UNIDAD	<u>U - 1</u>	CAPACIDAD	<u>20 HP</u>
No. SERIE	<u>S/N</u>	VOLTAJE	<u>440</u>
MARCA	<u>WES</u>	CORRIENTE	<u>19.57 A</u>

PRUEBA DE RESISTENCIA DE AISLAMIENTO A 5 MINUTOS

VOLTAJE DE PRUEBA: 500 VCD

	INICIAL			FINAL		
	MEDIO	K	F	MEDIO	K	F
tiempo/lectura						
15 SEG	44.5	MΩ				
30 SEG	46.1	MΩ				
45 SEG	47.1	MΩ				
1 MIN	47.3	MΩ				
2 MIN	50.6	MΩ				
3 MIN	51.7	MΩ				
4 MIN	50.8	MΩ				
5 MIN						

OBSERVACIONES:

En la evaluación de las condiciones de los aislamientos, los resultados obtenidos en las mediciones de Resistencia de Aislamiento al MOTOR AEREODINAMICA NO. 3, indican que los aislamientos se encuentran por debajo de los valores establecidos y en condiciones no aceptables, ya que los índices de absorción y polarización son menores a los establecidos. Por lo que se procedió a tomar el criterio de la norma que enuncia 1 kV / M para considerar aceptable la prueba. Se realizo el cambio de baleros 6306 - C3 y reparacion de resistencias calefactoras, para evitar que el equipo falle o envejezca mas rapidamente, acortando con ello su vida util.

NOMBRE Y FIRMA DE QUIEN REALIZO PRUEBAS

CONFORME

HEBERTO AGUILERA CABRERAR

NO CONFORME

NO. DE SERIE DE PROBADOR: 070907/1051

JEFE DEPTO. ELECTRICO

I-2151-DE04-R-01

## 5.2 CONCLUSIONES

Efectuar el mantenimiento menor de los generadores de la central Hidroeléctrica Ángel Albino Corzo, tiene como finalidad preservar y mantener en condiciones de disponibilidad, confiabilidad y operatividad; realizándose a la totalidad de sus partes, de acuerdo a manuales del fabricante, procedimientos de mantenimiento y pruebas, normas nacionales e internacionales e historiales de mantenimiento propios de cada equipo, así como las horas de operación del generador o en base a los programas de mantenimiento definidos en el sistema R3.

Durante la vida operacional de las grandes máquinas rotatorias, es necesario aplicar mantenimientos periódicos, para asegurar una operación confiable y disminuir o minimizar las salidas no programadas, este mantenimiento varía en detalle y extensión, dependiendo de las dimensiones del generador y de los componentes involucrados.

Asimismo, los continuos esfuerzos para mejorar las prácticas de mantenimiento a la par con los avances tecnológicos en la industria, el desarrollo de estrategias, necesidades de innovación tecnológica, procesos de calidad y mejoras continuas, como el cumplimiento de normatividad; fueron factores que llevaron a la implantación del sistema SAP R/3 en sus módulos pm – ps, permitiendo a la cfe estandarizar, controlar y realizar un historial de sus procesos de mantenimiento, además de permitir la cualificación como cuantificación de dicho proceso..

Durante la realización de los mantenimientos menores descritos en este proyecto se observó que el ejercicio de estos junto con una buena planeación permite que las unidades operen de forma confiable, segura y con los riesgos mínimos de falla, además de asegurar e inclusive aumentar la vida útil de operación de estas grandes maquinas rotatorias.

Los resultados de los mantenimientos menores de las diferentes unidades fueron en general satisfactorios, el mantenimiento menor de las unidades tuvieron resultados aceptables en las diferentes pruebas de resistencia de aislamiento, factor de potencia, relación de transformación, caídas de tensión. Este mantenimiento permitió al ingeniero

de mantenimiento eléctrico de la central detectar posibles fallas en los generadores por medio de las pruebas que se realizan y de la inspección visual.

Un ejemplo de esto se dio con la unidad número 4, en donde dos de sus polos se encontraban dañados el núcleo y en la medición de carbones donde se encontraron varios carbones por debajo de la medida mínima que es de 27 mm, tomándose como medida preventiva el cambio los carbones y evitando así una posible falla en el sistema de excitación y sacando la unidad de operación dejándola indisponible.

Otra de las pruebas que se realizaron y de las más importantes por tratarse del estator fueron las pruebas no destructivas realizadas por personal de LAPEM al aislamiento de sus devanados para conocer el estado que guardan, pruebas de factor de disipación, descargas parciales y descargas a la ranura. En la prueba de factor de disipación el aislamiento presentó un comportamiento normal sin tantas pérdidas.

En la prueba de descargas parciales se puede apreciar que los valores son muy bajos y que no existe presencia aun del efecto corona sobre el aislamiento. La prueba de descargas a la ranura nos arrojó resultados muy satisfactorios ya que los valores no lograron sobrepasar los 20 mA siendo el valor más alto registrado el de 13 mA, lo que nos dice que el acuíñado del estator está en perfectas condiciones.

**Nota:** la estructura del reporte de residencia está basado en los conocimientos adquiridos en la asignatura de taller de investigación I y II.

## **BIBLIOGRAFÍA**

**[1]** Maquinas eléctricas. Stephen j. Chapman. Editorial mcgraw-hill, 1° edición en español. Colombia. 1987.

**[2]** Maquinas eléctricas y transformadores. Irving I. Kosow. Editorial reverté, 4 reimpresión de 1ª la edición en español. México. Noviembre 1998.

**[3]** El libro práctico de los generadores, transformadores y motores eléctricos. Enríquez Harper. Limusa Noriega Editores

**[4]** Curso de mantenimiento de generadores hidroeléctricos. Gerencia de producción sureste. Cfe

**[5]** Historiales de mantenimiento central hidroeléctrica ángel albino corzo.

**[6]** Procedimientos de prueba de cfe mantenimiento de generadores hidroeléctricos.

**[7]** Manual de mantenimiento de generadores eléctricos. Comisión federal de electricidad, subdirección de producción. México, 1994.

**[8]** Operación y mantenimiento de generadores eléctricos. Comisión federal de electricidad, centro de capacitación Celaya. México, junio 1993.