

**UNIVERSIDAD MAYOR DE SAN ANDRES
FACULTAD TÉCNICA
CARRERA DE ELECTRICIDAD**


**INFORME DE PASANTIA
CENTRAL HIDROELECTRICA
CORANI - SANTA ISABEL**

ALUMNO: Univ. Alex Quispe Colque
TUTOR: Lic. Osvaldo Tiniñi
DIRECTOR: Lic. Eduardo Quinteros Rodríguez

TRIBUNALES: Ing. Eugenio Zenteno Omonte
Ing. Jorge Zarate Sanabria
Ing. José Gonzales Moya

Fecha: 14 - 02 - 2013

LA PAZ - BOLIVIA


	CENTRAL HIDROELÉCTRICA CORANI INFORME PRACTICAS INDUSTRIALES	UNIVERSIDAD MAYOR DE SAN ANDRES
		FACULTAD TECNICA CARRERA DE ELECTRICIDAD

AGRADECIMIENTOS

Mis sinceros agradecimientos a la carrera de Electricidad de Facultad Técnica dependiente de la U.M.S.A., por su continuo apoyo y solidaridad.

A los docentes de la carrera de electricidad por sus conocimientos compartidos, su paciencia y excelente vocación para enseñarnos, a las futuras generaciones.

FECHA: 18/01/2013	APROBACIÓN:	Página 2 de 66
-------------------	-------------	----------------

	CENTRAL HIDROELÉCTRICA CORANI INFORME PRACTICAS INDUSTRIALES	UNIVERSIDAD MAYOR DE SAN ANDRES
		FACULTAD TECNICA CARRERA DE ELECTRICIDAD

DEDICATORIA

A mi familia, y docentes por su constante aliento, y comprensión quienes hicieron posible este trabajo.

Reciban mi gratitud y amor.

Gracias.

A.Q.C.

FECHA: 18/01/2013	APROBACIÓN:	Página 3 de 66
-------------------	-------------	----------------

TABLA DE CONTENIDOS**pagina**

1. INTRODUCCION.....	7
1.1 DESCRIPCION GENERAL.....	7
1.2 PRESA LAGO CORANI.....	8
1.3 TUBERIA DE ALTA PRESION PENSTOCK.....	8
2. DESCRIPCION PLANTA CORANI.....	9
2.1 VALVULA ESFERICA.....	9
2.2 INYECTORES Y TOBERA SUPERIOR E INFERIOR.....	10
2.3 DEFLECTOR DE CHORRO.....	12
2.4 SERVO MOTOR DEFLECTOR.....	12
2.5 EQUIPO DE FRENO.....	13
2.6 TURBINA.....	13
2.7 UNIDAD DE PRESION HIDRAULICA.....	13
2.8 LUBRICACION COJINETES.....	14
2.9 GENERADOR.....	15
2.10 SISTEMA DE CONTROL.....	17
2.11 REGULADOR DE TENSION.....	18
2.12 REGULADOR DE VELOCIDAD.....	19
2.13 SISTEMA DE REFRIGERACION.....	19
2.14 PROTECCION DEL SISTEMA.....	20
2.15 TRANSFORMADOR DE POTENCIA.....	22
2.16 TRANSFORMADOR DE EXCITACIÓN.....	23
2.17 DESCRIPCION DE FUNCIONAMIENTO VALVULA ESFERICA 820mm.....	24
3. SEGURIDAD INDUSTRIAL.....	25
3.1 PRIMERAS RECOMENDACIONES PARA SEGURIDAD.....	25
3.2 SEGURIDAD PERSONAL EPP.....	26
3.3 DISTANCIA MINIMA DE SEGURIDAD EN LAS REDES DE ALTA TENSIO.....	27
4. DESCRIPCION CENTRAL SANTA ISABEL.....	27

5. MANTENIMIENTO MAYOR UNIDAD SIS-3.....	28
5.1 MANTENIMIENTO ELECTRICO.....	28
5.1.1 PROGRAMA PARA REALIZAR MANIOBRAS DE SEGURIDAD.....	28
5.1.2 PRUEBA DE PARTICULAS MAGNETICAS EN RODETE SIS-3.....	30
5.1.3 MANTENIMIENTO ELECTRICO DE GENERADOR SIS-3.....	31
5.1.4 LIMPIEZA DE GENERADOR.....	32
5.1.5 MEDICION DE AISLAMIENTO DEL BOBINADO DE ESTATOR Y ROTOR.....	33
5.1.6 MEDICION AISLACION DE ESTATOR.....	34
5.1.7 MEDICION OHMICA DEL ESTATOR.....	35
5.1.8 MEDICION DE RESISTENCIA DE BOBINADO DE CAMPO.....	36
5.1.9 PRUEBA DE CAIDA DE VOLTAJES EN LOS POLOS DEL ROTOR.....	36
5.1.10 MEDICION DE RESISTENCIA DE AISLAMIENTO DEL ROTOR.....	36
5.1.11 MANTENIMIENTO DE TRANSFORMADOR DE PUESTA A TIERRA.....	39
5.1.12 AJUSTE TERMOCUPLAS DE LOS COJINETES LADO TURBINA.....	41
5.1.13 MANTENIMIENTO Y LIMPIEZA DE ANILLOS ROSANTES.....	41
5.2 MANTENIMIENTO MECANICO.....	42
5.2.1 INSPECCION Y ENSALLOS NO DESTRUCTIVOS DE TURBINA PELTON....	42
5.2.2 CONTROL DE HOLGURAS ENTREHIERRO GENERADOR.....	43
5.2.3 CAMBIO TUBERIA DE FRENO TURBINA.....	43
5.2.4 MANTENIMIENTO DE RADIADOR EMFRIADOR DE ACEITE.....	44
5.2.5 MANTENIMIENTO PREVENTIVO VALVULA ESFERICA 600 mm.....	45
6. MANTENIMIENTOS RUTINARIOS CORRECTIVOS.....	46
6.1 MANTENIMIENTO DE MOTOR DE BOMBA DE AGUA.....	48
6.2 MANTENIMIENTO BOMBA DE AGUA No.3 y No.4 PARA REFRIGERACION....	50
6.3 TENSADO CABLE DE VIENTO 10000V LINEA CORANI – LAGO.....	52
6.4 RECTIFICACION DE ANILLOS ROSANTES COR-3.....	53
6.5 LIMPIEZA E INSPECCION DE VALVULAS ESFERICAS DE 800 mm. F-17.....	55
6.6 MANTENIMIENTO COMPUERTA ELECTRICA EMBALSE SANTA ISABEL.....	56
6.7 MANTENIMIENTO PREVENTIVO COMPUERTA LAGO CORANI.....	57
6.8 CAMBIO TUBERIA DE AGUA TIPO 'T' COR-2.....	58
6.9 MANTENIMIENTO BOMBA SUMIDERO.....	59

7. INSPECCION RUTINARIA SUBESTACION CENTRAL CORANI.....	60
7.1 INSPECCION TRANSFORMADOR DE POTENCIA UNIDAD 1.....	60
7.2 INSPECCION INTERRUPTOR 52.....	61
7.3 INSPECCION DE SECCIONADORES.....	61
7.4 INSPECCION TRANSFORMADOR DE CORRIENTE CT.....	62
7.5 INSPECCION TRANSFORMADOR PT.....	62
7.6 INSPECCION DE PARARRAYOS.....	62
7.7 INSPECCION TRAMPADE ONDA.....	62
8. INSTRUCTIVO DE OPERACIÓN UNIDADES CENTRAL CORANI.....	63
8.1 ARRANQUE DE UNIDADES CORANI.....	63
8.2 PARADA DE UNIDAD CORANI.....	64
9. CONCLUSIONES.....	64
10. RECOMENDACIONES.....	65

INFORME DE PASANTIA CENTRAL HIDROELECTRICA CORANI-SANTA ISABEL

1.- INTRODUCCION

La empresa eléctrica CORANI S.A. es una empresa dedicada a la generación de energía eléctrica, localizada en el departamento de Cochabamba a una distancia de 75 km de esta ciudad, y una altitud de 2600 m.s.n.m., la cual entra en funcionamiento desde el año 1966.

1.1 DESCRIPCION GENERAL

El aprovechamiento hidroeléctrico CORANI-SANTA ISABEL es parte del sistema interconectado nacional (S.I.N.) en el cual representa el 12% de la potencia instalada del país.

La potencia instalada de la central Corani es de 54 MW. Con cuatro unidades de 13.5 MW por unidad, y la central Santa Isabel con una potencia instalada de 91.3 MW y con cinco unidades.

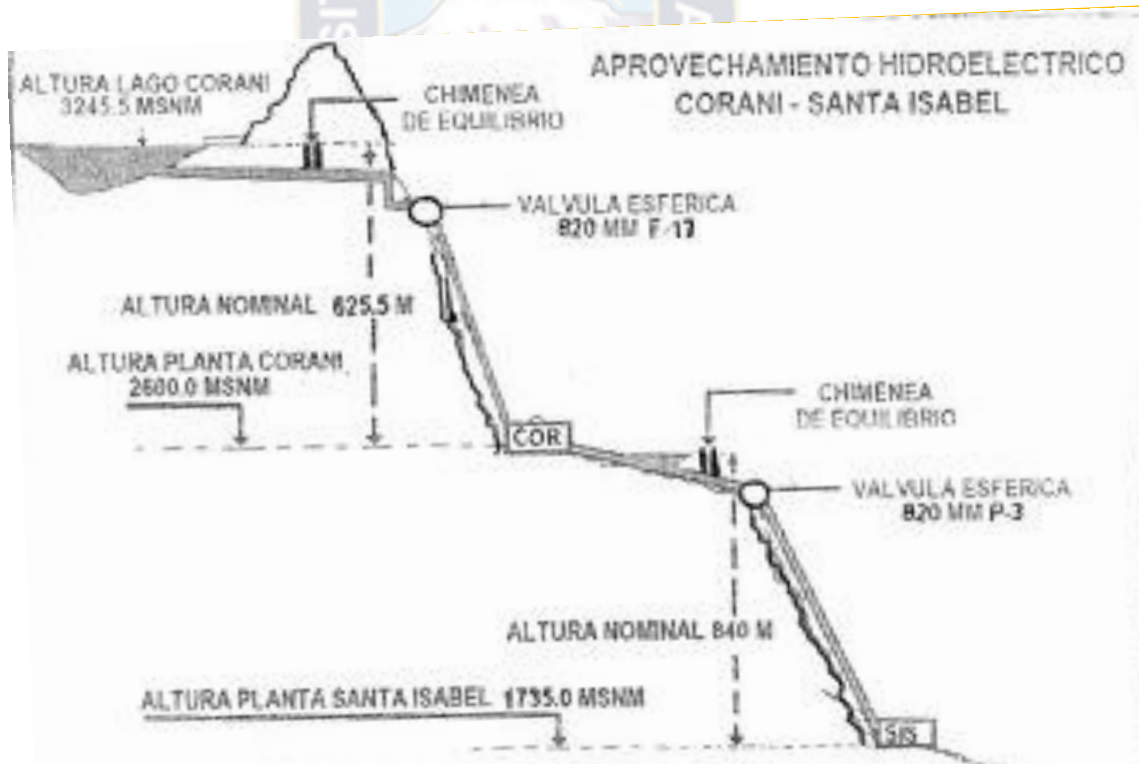


Fig.1 – Aprovechamiento Hidroeléctrico

1.2 PRESA LAGO CORANI

La presa localizada en la localidad de Colomi a 64 km de la ciudad de Cochabamba, es un cuerpo mixto de tierra con núcleo impermeable de (arcilla), filtros de grava-arena y espaldones con escollero de piedra.



Fig.2 - Lago Corani.

Esta estructura está provista de un vertedero de piedra y hormigón el cual permite embalsar un volumen total de 145.45 millones de m³, bajo un espejo de agua de 1375 Ha. A nivel de rebalse, el mismo que capta sus aguas de diferentes ríos como ser: Candelaria - Palca, Tholamayu – Chacamayu, Málaga – nuevos aportes.

1.3 TUBERIA DE ALTA PRESION PENSTOCK

El ingreso de agua hacia las tuberías de baja presión, está compuesta por dos compuertas una eléctrica y otra manual ubicadas en la presa, el agua es conducida por los canales subterráneos hasta las válvulas esféricas ubicadas en el lugar denominado F-17, en el medio de este trayecto se encuentra ubicado la chimenea de equilibrio con orificio restringido, galería blindada tipo L, que desde ahí se bifurca es desde ahí que el agua ingresa a las tuberías de alta presión (penstock) hasta la sala de maquinas.



Fig.3 Tubería de Alta Presión Penstock.

2.- DESCRIPCION PLANTA CORANI

El caudal que ingresa por las tuberías de alta presión que son dos, estas se dividen en F-17, las cuales cada una de ellas ingresa a las válvulas esféricas 820mm, luego cada penstock se subdivide en dos bifurcaciones, que ingresan a las cuatro unidades de la central las cuales están provistas de válvulas esféricas de 600mm.

Al final los caudales van inyectados de la siguiente forma, unidades cor.1 y cor.2 con 2.79 m³/s y unidades Cor.3 y Cor. 4 con 2.77 m³/s finalmente estos caudales ingresan a las turbinas respectivamente.

La planta Corani está en operación desde 1966 esta central tiene una potencia instalada de 54 MW. Cuenta con cuatro unidades generadoras cada una con 15 MVA y 13.5 MW de potencia nominal, dispuestas como se muestra en el siguiente diagrama.

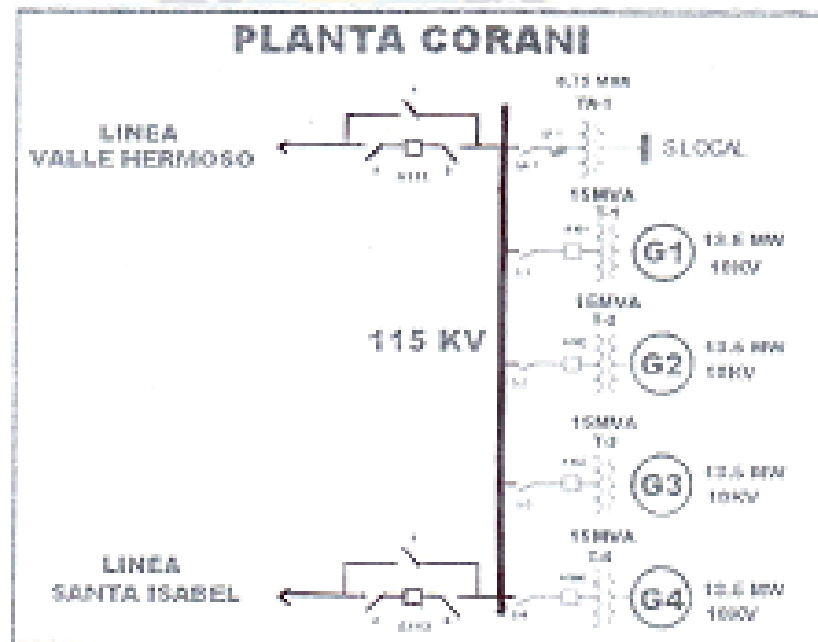


Fig.4- Diagrama Unifilar Central Corani.

2.1 VALVULA ESFERICA

La válvula esférica 600 mm sirve como órgano de cierre o apertura al paso de agua a presión de la turbina, para el cierre en caso de alguna falla mecánica. Esta válvula trabaja con una presión de 60 bar, a través de un servomecanismo de apertura hidráulico, que puede ser accionado desde sala de control o desde el cubical del gobernador, este mecanismo está diseñado para cerrarse automáticamente en caso de falla mecánica.

Esta válvula no puede ser directamente abierta ya que produciría un golpe de ariete, por lo que posee una tubería by-pass, para el llenado de la tubería lado turbina (aguas abajo), la condición para la apertura de esta válvula es el equilibrio de presiones en ambos lados de la válvula.

A la salida de esta válvula se encuentra una tubería de salida que se divide en dos tuberías inyectoras, tobera inyectora superior e inferior.



Fig.5 – Válvula Esférica de 600MM.

2.2 INYECTORES Y TOBERA SUPERIOR E INFERIOR

En cada unidad podemos encontrar dos toberas superior e inferior que en su interior cada una accionan una aguja inyectora para el ingreso del caudal.

Los inyectores poseen servomecanismos hidráulicos para regular la posición de apertura de agujas, estas agujas controlan el caudal de ingreso.

Este caudal incide en sobre el alavés del rodete pelton, transmitiendo la energía cinética del agua, haciendo girar a la turbina y para convertir en energía mecánica rotacional, para luego ser convertida en energía eléctrica a través del generador.



Fig.6 –Tobera Superior.

En el servomecanismo existe presión de aceite que es controlada por la unidad hidráulica, y en el otro lado existe la presión de un muelle.

Este servomecanismo es controlado por la válvula proporcional, y esta a su vez es controlada por el regulador de velocidad.

Cuando la válvula abre paso a la presión de aceite, este ingresa originando una presión sobre el muelle y originando un movimiento del conjunto de la aguja, realizando apertura al paso de agua.

Para el cierre se va quitando presión de aceite, entonces el muelle empuja ocasionando el movimiento de la aguja para el cierre del inyector.

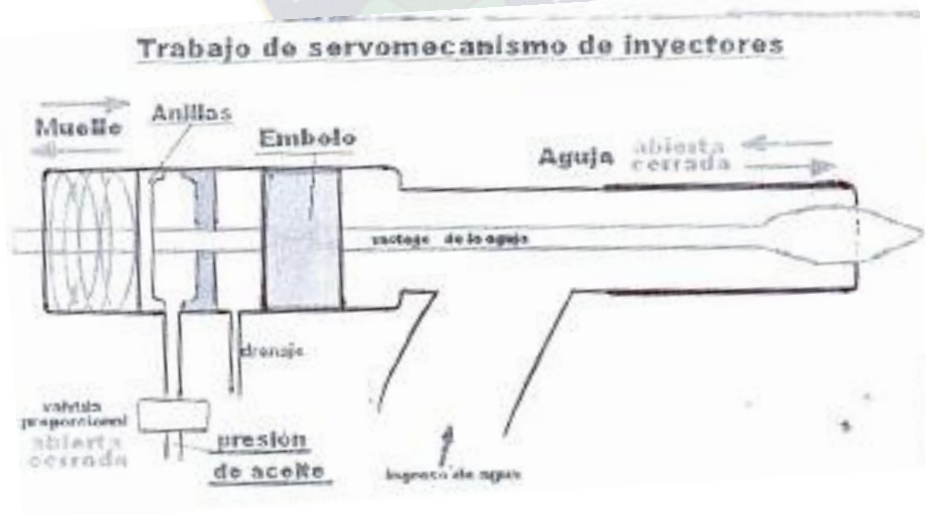


Fig.7 Inyector de Chorro.

2.3 DEFLECTOR DE CHORRO

En las boquillas de toberas después de la punta de aguja, está apoyado un deflector que gira hacia dentro para desviar el chorro de agua en caso de descargas bruscas, o cambios bruscos de la carga.



Fig.8 - Deflector en Posición Desvió de Chorro.

El deflector desvía el chorro parcial o totalmente mientras el inyector cierra lentamente el caudal, el accionamiento del deflector es efectuado en el tiempo de un segundo. En ambos inyectores superior e inferior.

2.4 SERVOMOTOR DEFLECTOR

El servo motor deflector es el encargado de accionar el deflector ocasionando el giro hacia adentro para el desvío de chorro a través del deflector. El accionamiento es efectuado a través de presión de agua constante, no gobernada para el giro hacia fuera, el aceite a presión de entre 17 y 25 bar. Presiona contra la presión del agua, por esta acción se consigue que el deflector gire automáticamente, hacia adentro en caso de falla de presión de aceite.



Fig.9 – Servo Motor Deflector.

2.5 EQUIPO DE FRENADO

Para poder frenar en caso de emergencia existe una tubería, que viene conectada desde el lado aguas arriba de la válvula 600 mm, hasta la tobera de freno no regulable que este a su vez inyectara el chorro de agua, impactando en la parte de atrás de la cuchara del rodete. La válvula de freno siempre debe estar abierta, además el freno no está provista para parada normal, el tiempo de frenado de la turbina será de unos 5 min. Como máximo.

2.6 TURBINA

La turbina es de eje horizontal tipo pelton de 21 alavés, y viene conectado directamente a través de bulones al eje del generador. Para poder transmitir su energía por el efecto de la presión del agua.

JM VOITH**HEIDEIN HEIM BRENZ****H = 625.3m Q = 2.79m³/seg.
n = 600 rpm P = 20730 CV
1964**

Fig.10 – Placa Turbina Unidades 1 y 2

Fig.11 – Placa Turbina Unidades 3 y 4

2.7 UNIDAD DE PRESION HIDRAULICA

- Es la encargada de suministrar la presión de aceite necesario, para los servomecanismos de inyectores, válvula esférica, y deflectores, y lo hace a través de un conjunto de bombas de aceite con sus respectivos motores y circuito de control.
- Cuenta con tres motores dos de corriente alterna que son una principal y la otra de respaldo, y un motor de corriente continua para emergencias
- Las unidades tres y dos no cuentan con motores DC.
- El circuito hidráulico cuenta con una válvula pre-gobernadora, que controla a la válvula de cambio. Cuando la presión en el circuito hidráulico aumenta hasta 25bar, esta válvula pre-gobernadora hace actuar a la válvula principal, para que este drene el aceite al tanque. Cuando la presión disminuye hasta 21bar, esta válvula pre-gobernadora manda a la válvula de cambio, para que la presión reingrese al circuito hidráulico.



Fig.12- Unidad Hidráulica Gobernador.



Fig.13- Tanque de Aire y Aceite.

- En resumen la válvula pre-gobernadora tiene la función de controlar a la válvula de cambio, y esta válvula la función de controlar la presión de aceite entre 22 y 25 bar.
- El tanque de aire y aceite es la encargada de mantener la presión del aceite en 25 bares, en la parte de color beis, se encuentra el aceite y en la parte de color celeste esta el aire a presión.
- Cuenta con un flotador en su interior que a su vez este acciona con micro-swichs que son accionados cuando el nivel de aire sobre pasa el nivel establecido, para reabastecerse o dejar salir el aire por medio de un chupador de aire.

2.8 LUBRICACION COJINETES

Consiste en hacer circular aceite a presión entre el eje del generador lado turbina y lado excitación y el cojinete creándose un colchón de aceite que circula constantemente, y adquiriendo el calor que se ocasiona en esta parte del eje generador, se cuenta con un intercambiador de calor para el enfriamiento del aceite. De no existir esta lubricación existiría fricción (arrastre de material), que dañaría seriamente el eje y podría descentrar al rotor del generador.

Además que los cojinetes cuentan con una capa de metal blando especial en su parte axial donde descansa el eje del generador, por lo cual su reparación es hecha solo por el fabricante con un gasto económico considerable.

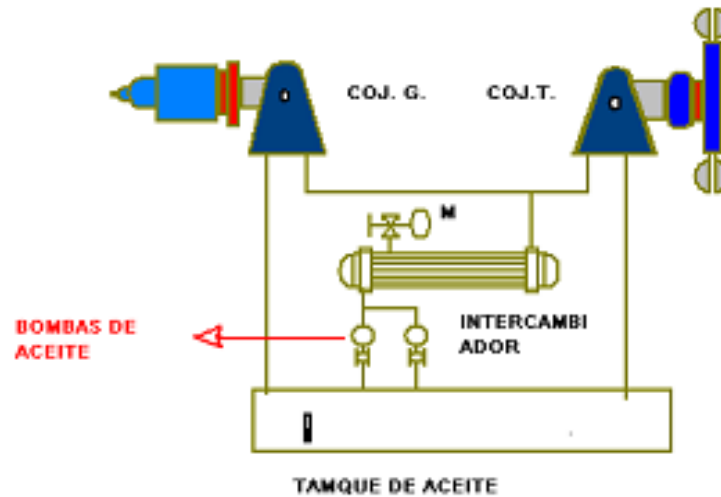


Fig.14- Circuito Hidráulico de Cojinetes.

2.9 GENERADOR

Los generadores de Corani poseen 10 polos en el estator, a si como su bobina de campo y los generadores de la central Santa Isabel son de 8 polos.

Ejemplo.

$$N = 120 * f / P$$

$$N = 120 * 50 / 10 \quad N = 600 \text{rpm}$$

Donde:

f: frecuencia del sistema (50 Hz)

P: numero de polos

N: velocidad del generador

120: constante

La conexión del estator es en estrella, con neutro aterrado a través de un transformador de puesta a tierra (de alta impedancia)



Fig.15- Placa de Características Unidades cor.1 y cor.2

SIEMENS				
3Φ	A	kVA	COS φ	RPM
10000 Y	866	15000	0.9	600
11000 Y	866	16500		-1100 MAX

ONLY 50 C/S
EXCITACIÓN 91/107 560- 635 A
INSULATION CLASE "B"

GERMANI

Fig.16 - Placa de Características cor.3 y cor.4

Las bobinas de campo del rotor están conectadas en serie por donde circula corriente continua, que ingresa por los anillos rosantes a través de los carbones (escobillas), esta corriente genera un campo magnético el al girar el rotor corta los conductores del estator y se induce un tensión trifásica de 10 kV en el estator.



Fig.17 - Generador – Turbina.

2.10 SISTEMA DE CONTROL RTVX

Las unidades generadoras para poder estar conectadas en el sistema, deben de cumplir con las características del sistema como ser:

- Una velocidad constante para poder mantener la frecuencia del sistema (50 Hz)
- Mantener la tensión del sistema (115 kV), para generar o absorber una potencia reactiva.

Para conseguir este fin cada unidad posee de un sistema de control digital integrado, denominado RTVX (Regulador de Tensión y Velocidad X) que controla automáticamente estas variables,

Este sistema de control recibe la información de diferentes sensores y medidores, que luego es procesada en su base de datos, en base a los programas existentes, mandando una señal que acciona la apertura o cierre de las válvulas proporcionales y estas a su vez controlan la apertura o cierre de las agujas de inyector, o actuación de deflectores, o también variando el ángulo de disparo de los tiristores para el control de la tensión.

2.11 REGULACION DE TENSION

A la salida de la tensión del generador se tiene conectado un transformador denominado de excitación que en el lado de salida de este se obtiene un tensión de otro nivel (175 V en

unidades 1 y 2 y 330 V en unidades 3 y 4), esta tensión es rectificadora y regulada en valores establecidos, antes de ingresar por los anillos rosantes al bobinado de campo.

El regulador hace variar el ángulo de disparo de los tiristores, consiguiendo de esta forma variar la corriente de excitación. Al variar esta corriente se consigue regular de forma automática la potencia reactiva de la unidad en un rango de operación definido por la curva de capacidad.

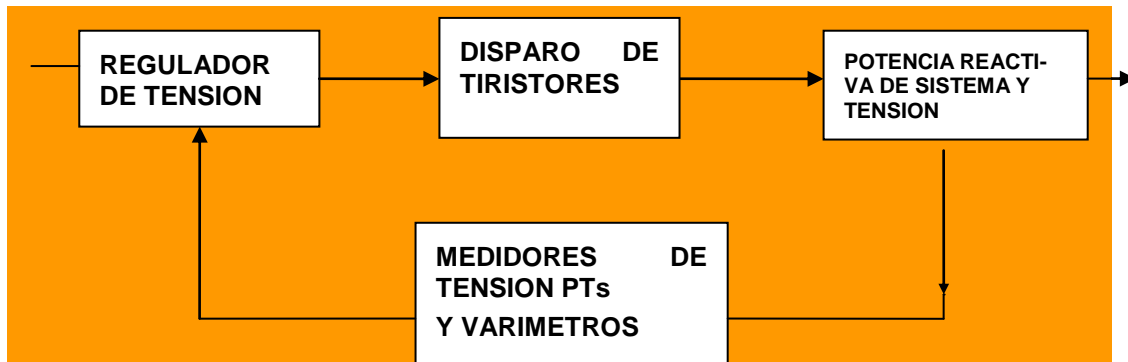


Fig.18 - Esquema Representativo del Regulador de Tensión.

2.12 REGULADOR DE VELOCIDAD

La frecuencia del sistema debe ser constante (50 Hz en BOLIVIA), para conseguir este objetivo se debe mantener constante la velocidad del rotor en valores establecidos, para cualquier carga solicitada dentro de su rango de operación, la velocidad se regula mediante la apertura o cierre de los inyectores y deflectores que debe ser de forma automática.

El sistema hidráulico es controlado por válvulas proporcionales para la apertura o cierre de los inyectores, pero quien controla a estas válvulas es el Regulador de Velocidad,

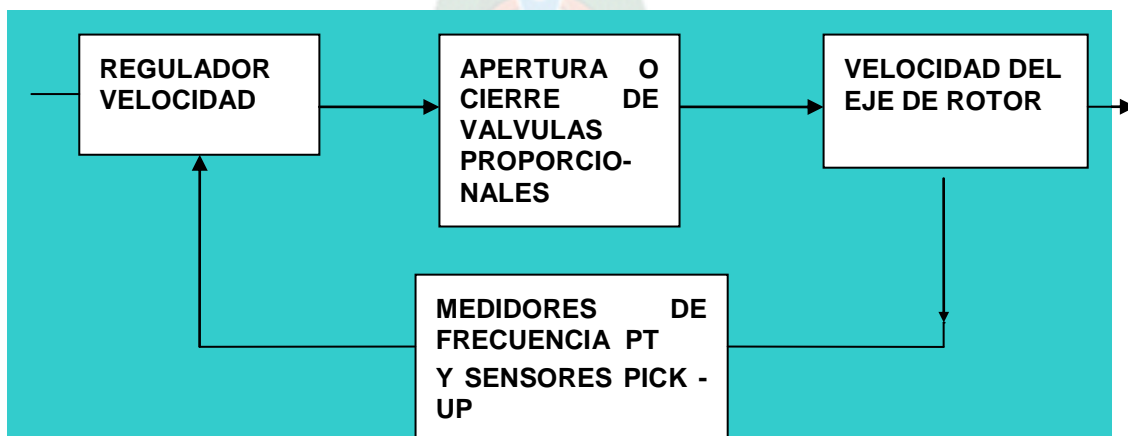


Fig.18 - Esquema Representa del Regulador de Velocidad.



Fig.19 - Esquema de Medición. (SCADA)

2.13 SISTEMA DE REFRIGERACION

El sistema de refrigeración de las bobinas del generador, se la realiza mediante la circulación de aire que es succionado del ambiente mediante unas aspas ubicadas en los costados del rotor y luego es devuelto al ambiente.

- El aire del ambiente ingresa por filtros hacia la fosa del generador evitando el ingreso de partículas extrañas, insectos, etc.
- Este aire para por el radiador en el que circula agua fría, el cual enfría este aire.
- Este aire enfriado circula por las bobinas del estator y rotor del generador enfriando esta parte, luego es devuelto al ambiente extrayendo la temperatura del generador.
- La temperatura del generador es monitoreada en sala de control, mediante unos sensores de temperatura, llamados RTDs dispuestas en seis puntos diferentes del estator.
- Un conjunto de bombas de agua conmutables hace circula agua por el radiador, así también por el intercambiador de calor para el sistema de lubricación.

Esta protección para el generador, tanto como para el transformador de potencia.

Cada unida generadora también cuentan con relees electromecánicos de protección, como respaldo de los digitales.

A continuación nombraremos los relees electromecánicos de protección, con las que también cuenta cada unidad generadora.

NORMA ASA	FUNCION
5	Dispositivo de parada
12	Relé de sobre velocidad
14	Relé de baja velocidad
27	Bajo voltaje
38	Protección de cojinetes
40	Relé de campo
41	Interruptor de campo
50	Relé de sobre corriente instantáneo
51	Relé de sobre corriente en retardo o de tiempo inverso
52	Interruptor de AC
59	Relé de sobre tensión
60	Relé de balance de voltaje o corriente
65	Gobernador
64G	Relé de estator a tierra
67	Relé direccional a tierra
81	Relé de frecuencia
87	Relé de protección diferencial
86E	Bloque Eléctrico
86M	Bloqueo Mecánico

A continuación se explicara el funcionamiento de algunos relees de protección, además se detallara el plano de protección y medición de una de las unidades

Ejemplo1: actuación del Relé 38OF (flujo del aceite de cojinetes)

En casa de que exista falla por circulación de aceite de los cojinetes, actuara el relé 38OF a la vez activara el temporizador 38OFX agastad que esperara un tiempo determinado para que la circulación de aceite se restablezca, pasando este tiempo si la falla continua este temporizador cierra sus contactos el cual hace activar el relé de bloque eléctrico 86E.

El relé 86E hace que se abra el interruptor principal 52 luego se abre el interruptor de campo C41, a la vez el 86E activara la 65 (gobernador), que accionara el cierre de los inyectores y la indisponibilidad de la unidad.

Ejemplo 2: actuación de Relé 87G (diferencial de generador)

Al actuar el relé diferencial 87G este, activara el relé 86E de bloqueo eléctrico el que dispara el interruptor 52, a su vez este accionara también la apertura del interruptor de campo C41 y actuación de 65 parada de turbina.

Ejemplo 3: actuación de relé 38T (sobre temperatura de cojinetes)

Cuando se presenta una elevación de temperatura en cualquiera de los cojinetes (lado turbina o lado excitación) se activa el relé de protección 38T que manda una señal de activación del 86M, el cual acciona el relé de protección 65 (gobernador), y al 86E accionara la apertura del interruptor 52 y al interruptor de campo 41.

Podemos notar en el unifilar de protección que, siempre el objetivo de los distintos relés, es la apertura del interruptor 52 mediante el 86E.

Además una de las condiciones para la apertura del interruptor de campo 41, es la apertura del interruptor 52 esto para evitar que el generador se motorice. (Funcione como motor).

2.15 TRANSFORMADOR DE POTENCIA

La tensión generada de 10 kV de los generadores es llevada hasta el transformador de potencia (conexión triangulo en BT, y estrella en AT), en la subestación donde se eleva la tensión a 115 kV, para la transmisión de energía eléctrica. A continuación se detalla las características de placa de cada unidad.

TRANSFORMADOR UNIDADES COR 1 Y COR 2

MITSUBISHI						
POTENCIA	TENSION AT EN Y	TENSION BT EN Δ	CORRIENTE AT	CORRIENTE BT	FRECUENCIA	NO.- DE TAP
11,25/15 MVA	115 kV	10 kV	66,5/75,3 A	650/866 A	50 C/S	4

TRANSFORMADOR UNIDADES COR 3 Y COR 4

GENERAL ELECTRIC						
POTENCIA	TENSION AT EN Y	TENSION BT EN Δ	CORRIENTE AT	CORRIENTE BT	FRECUENCIA	NO.- DE TAP
15 MVA	115/126,5 kV	10 kV	75,3/68,5 A	866 A	50 C/S	4



Fig.21- Transformador de Potencia Unidad - 3

2.16 TRANSFORMADOR DE EXCITACIÓN DE LOS GENERADORES

Los transformadores de excitación son trifásicos de conexión delta-delta, que cumple la función de auto-excitación del generador adecuando la tensión para el puente de tiristores. Como el generador es síncrono necesita una fuente externa de potencia de corriente continua para crear el campo magnético principal, estos transformadores son alimentados por el mismo generador es por eso que se le llama generador auto-excitado.

Este transformador alimenta al puente de tiristores (SCRs) trifásico de onda completa, rectificando la corriente y siendo conducida al rotor a través de los anillos rosantes, de tal forma de mantener continuo el campo magnético principal del generador.

ZILMER INELTEC
POTENCIA 200 kVA
No DE FASES 3
ALTA TENSION 10500 V
BAJA TENSION 175 V
CORRIENTE AT 11.0 A
CORRIENTE BT 659.8 A
FRECUENCIA 50 Hz

COR-1 Y COR- 2

SYLVANIA
POTENCIA 141 kVA
No DE FASES 3
ALTA TENSION 10000 V
BAJA TENSION 330 V
CORRIENTE AT 8.14 A
CORRIENTE BT 246.68 A
FRECUENCIA 50 Hz

COR-3 Y COR-4

2.17 DESCRIPCION FUNCIONAMIENTO DE VALVULA ESFERICA 820 mm.

- Esta válvula sirve como órgano de cierre en caso de rotura de la tubería y consta de caja bipartida, cuerpo giratorio, manguitos cojinetes.
- Para el cierre trabaja un accionamiento por contrapeso, y puede abrirse solo por medio del agua de servicio al existir el cual la condición es equilibrio de presiones, en ambos lados de la válvula esférica el cual se consigue a través de la tubería by-pass.
- El contrapeso es mantenida cerrada en el servicio por la presión del agua.
- Para el cierre por emergencia por rotura de tubería, dentro la tubería está provista de de una paleta, que al ser accionada, quita la presión del agua del servomecanismo de la válvula de placas, haciendo que el martillo caiga cerrando la válvula esférica.
- También puede ser cerrada desde sala de control energizando el electroimán, el cual retira la cuña o dedo de apoyo del peso entonces este cae accionando la válvula de tres vías, y quitando presión de agua al servomecanismo.

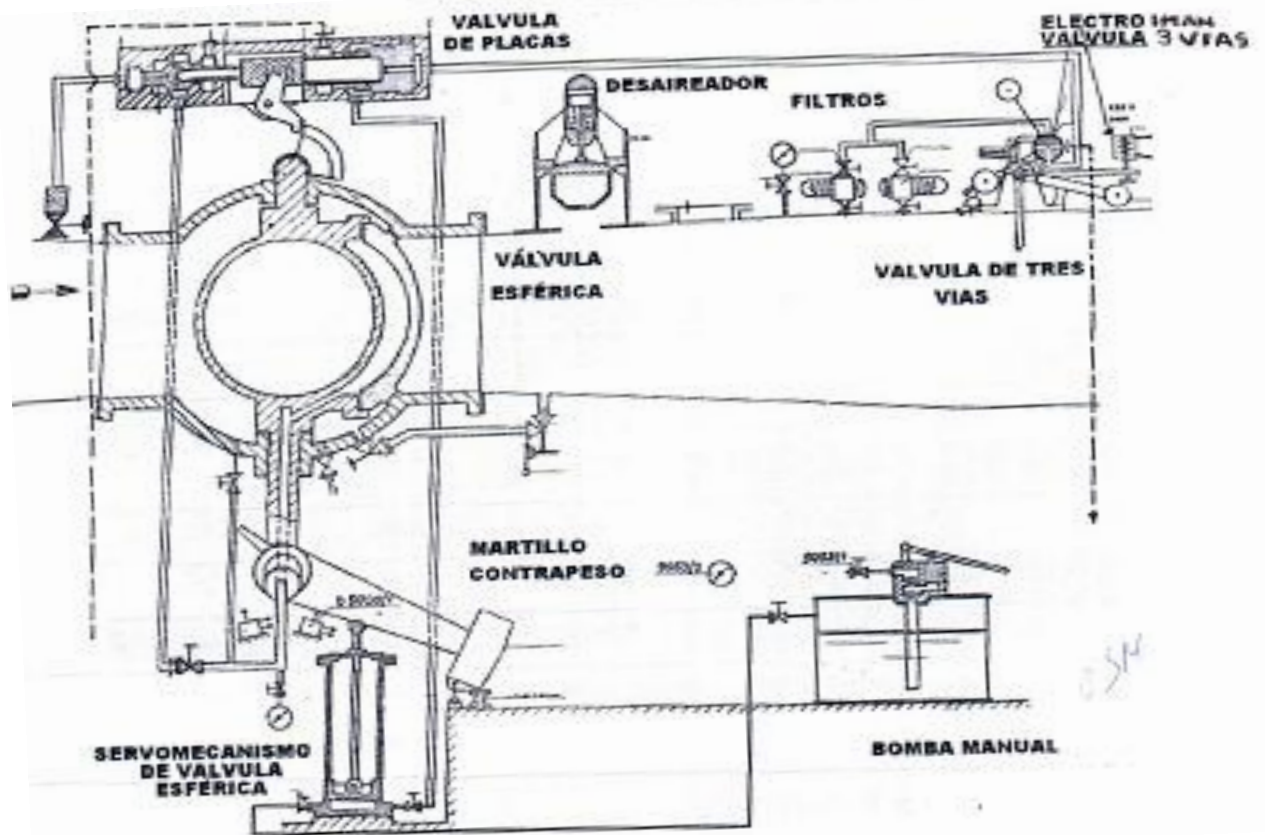


Fig.22 - Circuito Hidráulico de Válvula Esférica 820mm.

3.- SEGURIDAD INDUSTRIAL

3.1 PRIMERAS RECOMENDACIONES DE SEGURIDAD PREVIO AL MANTENIMIENTO

- Antes de cada trabajo a realizar tomar en cuenta de mantener limpio el área donde se va a trabajar y señalizar delimitándolo con señalizaciones de precaución o peligro.
- Utilizar y conservar en perfecto estado los dispositivos de seguridad: guantes, botas, casco, overol o ropa de trabajo etc.
- Verificar y tomar muy cuenta de no trabajar con circuitos bajo tensión, en todo caso si no hay más remedio, tomar las garantías necesarias y seguridades de aislamiento.
- Tomar todos los recaudos que indican las señalizaciones de seguridad.

- Tener cuidado al trabajar con maquinas que podrían ocasionar: atascamientos de partes del cuerpo humano, cortes, extracorrientes de ruptura debido a los efectos de autoinducción.
- Antes de cada mantenimiento de una maquina asegurarse de que este desenergizado y aterrado a tierra.
- Utilizar adecuadamente las herramientas a emplear en el trabajo a realizar.
- No, tocar aparatos eléctricos energizados por muy bien aislado que parezca, cuando el cuerpo se encuentre húmedo.
- Evitar derrames de cualquier líquido como ser: aceites, ácidos, agua, etc.
- Asegurarse de utilizar los instrumentos de medición adecuadamente como ser: voltímetros, amperímetros, megger, etc.
- Asegurarse de no llevar accesorios metálicos u otros en las manos ni en los bolsillos como ser: relojes, anillos, celulares, etc.

3.2 SEGURIDAD PERSONAL EPP (EQUIPO DE PROTECCION PERSONAL)

Antes de empezar cualquier trabajo de mantenimiento, se procede a una reunión o de 5 minutos para coordinar o charlar sobre los trabajos a realizar, organizar grupos y analizar los riesgos para cada trabajo determinado, y como poder evitarlos.

- **SEGURIDAD PERSONAL** Todo personal de trabajo contara con la siguiente indumentaria.
- **INSERSORES** Para proteger los oídos de los ruidos, en la sala de maquinas que llega a ser aproximadamente de 120 dB.
- **CASCO** Para proteger la cabeza de posibles golpes.
- **GUANTES** Para proteger las manos y poder manipular de objetos y herramientas con puntas que podrían provocar cortes.
- **OVEROL** Para no poder empaparse de suciedad, químicos además están diseñados especialmente para trabajos de mantenimiento.
- **BOTINES DE PUNTA REFORZADA** Para la protección de los pies de objetos, que podrían caer en esa zona además ofrecen un nivel de aislamiento eléctrico.
- **LENTES DE PROTECCION** el cual nos sirve para proteger los ojos del polvo, salpicaduras de algunos líquidos u protección de objetos.

3.3 DISTANCIAS MÍNIMAS DE SEGURIDAD EN REDES ELÉCTRICAS PARA LA REALIZACIÓN DE TRABAJOS:

Para trabajos en las redes de energía eléctrica se debe mantener entre el punto más próximo con tensión y cualquier parte del operario, sus herramientas o cualquier elemento de manipulación las siguientes distancias, dependiendo el nivel de tensión:

Tensión Nominal entre fases kV	Distancia Mínima m
>1	0,80
7,6 - 11,4 - 13,2 - 13,8	0,95
33 - 34,5	1,10
44	1,20
57,5 - 66	1,40
110 - 115	1,80
220 - 230	3,00
500	5,00

Tabla 1.- de Distancias Mínimas de Seguridad Según la Tensión

4. DESCRIPCION CENTRAL SANTA ISABEL

Entra en operación desde 1973, con una potencia instalada de 90 MW Cuenta con cinco unidades generadoras, aprovechando las aguas turbinadas de la planta Corani, que pasan por un canal al embalse de compensación, para luego ser conducidas por un túnel que está compuesta de una compuerta de rodillo, y con chimenea de equilibrio al final de este, luego pasa por la tubería blindada hacia las tomas donde se bifurca en dos tuberías (penstock), para ingresar a las válvulas esféricas de 820mm, en el lugar denominado P-3.

Estas dos tuberías de alta presión se dividen en:

- Penstock 1 alimenta a las unidades SIS-1 y SIS-2
- Penstock 1 alimenta a las unidades SIS-3 y SIS-4
- Para alimentar con el caudal necesario a la unidad SIS-5 se realiza una derivación de las tuberías para unir sus caudales y alimentar a la unidad 5.

Unidad 1 y 2 con	2.50 m ³ /seg.
Unidad 3 y 4 con	2.57 m ³ /seg.
Unidad 5 con	3.15 m ³ /seg.

Tabla. 2.- caudales de unidades

Este caudal ingresa por las válvulas esféricas de 600 mm, pasando a ser regulada por los inyectores para ingresar al rodete, haciéndolo girar para transmitir esa energía rotacional al generador.

Las unidades SIS-1 y SIS-2 alimentan a una barra de 10.5 kV, que se encuentra conectado a la unidad transformadora, que se compone de tres transformadores monofásicos conectados en delta en el lado de baja tensión y estrella con neutro aterrado en el lado de alta tensión.

Las unidades SIS-3 y SIS-4 son similares.

La unidad SIS-5 alimentan un transformador trifásico a través de una barra de 10.5 kV. Cada unidad es de una potencia nominal de 18Mw.

5. MANTENIMIENTO MAYOR UNIDAD SIS-3

5.1 MANTENIMIENTO ELECTRICO

5.1.1 Programa para realizar maniobras.

El programa de maniobra nos permite hacer un seguimiento riguroso a todos los equipos intervenidos para la liberación (o inhabilitar la maquina ante un accionamiento indebido y así poder evitar posibles problemas) de la unidad, como también para la normalización de la misma tal como se muestra en la siguiente tabla1.

Notificación		Confirmación	
No	MANIOBRAS PARA LA LIBERACION	MANIOBRAS PARA LA NORMALIZACION	
1	Abrir interruptor de maquina E-103 (SB7) con "0" MW y "0" MVAR.	<input checked="" type="checkbox"/> Retirar tierra de barras del generador (fosa)	<input checked="" type="checkbox"/>
2	Maquina parada con "0" rpm.	<input checked="" type="checkbox"/> Cerrar válvula de drenaje de toberas	<input checked="" type="checkbox"/>
3	Desligar interruptor de maquina E-103 en SB7	<input checked="" type="checkbox"/> Desaplicar sello de revisión	<input checked="" type="checkbox"/>
4	Colocar tierra a barras del generador (fosa)	<input checked="" type="checkbox"/> Abrir válvula By-pass	<input checked="" type="checkbox"/>
5	Colocar la llave 43LR/RTVX100 en "Local"	<input checked="" type="checkbox"/> Abrir válvula esférica 600 mm.	<input checked="" type="checkbox"/>
6	Cerrar válvula esférica 600 mm.	<input checked="" type="checkbox"/> Colocar la llave 43LR/RTVX100 en "Remoto"	<input checked="" type="checkbox"/>
7	Aplicar sello de revisión	<input checked="" type="checkbox"/> Ligar interruptor de maquina E-103 en SB7	<input checked="" type="checkbox"/>
8	Cerrar válvula By-pass	<input checked="" type="checkbox"/> Retirar cintas de seguridad	<input checked="" type="checkbox"/>
9	Abrir válvula de drenaje de toberas	<input checked="" type="checkbox"/> Unidad disponible para la sincronización.	<input checked="" type="checkbox"/>
10	Colocar cintas de seguridad	<input checked="" type="checkbox"/>	

Tabla 3 – Maniobras Realizadas antes y después del Mantenimiento Mayor SIS-3.

DESCONEXION DE LA UNIDAD

Tomando en cuenta la tabla de maniobras para la liberación de la unidad se procedió a lo siguiente.

FECHA: 18/01/2013	APROBACIÓN:	Página 28 de 66
-------------------	-------------	-----------------

Se procede a la desconexión de la maquina con la apertura del interruptor principal, y el cierre de válvula esférica 600 mm., se procede a aterrar el generador, el transformador de excitación, y equipos de alta tensión para evitar posibles descargas eléctricas debido a inducción y efectos capacitivos, o posible defecto de aislamiento y mala conexión luego se procede al destapado de la cubierta de la turbina a si también como del generador con la ayuda del puente grúa, eslingas y estrobos.

CONEXIÓN DE UNIDAD

Después de terminar el mantenimiento mayor se procede a recoger y hacer un inventario de herramientas, para luego con la ayuda de eslingas y estrobos realizar el tapado del generador y la turbina, se procede a seguir los pasos que indica la tabla de maniobras para la normalización y confirmación.

Una vez tomado todos los recaudos necesarios se procede al arranque de la unidad previo aviso y coordinación con CNDC (Comité Nacional de Despacho de Carga)

NOTA.- Debemos recordar que las maniobras que indican en la tabla y la operación de dichas maquinas se indican en el presente informe como ser apertura de válvula esférica, etc. Así también el arranque de la unidad se detalla más adelante.

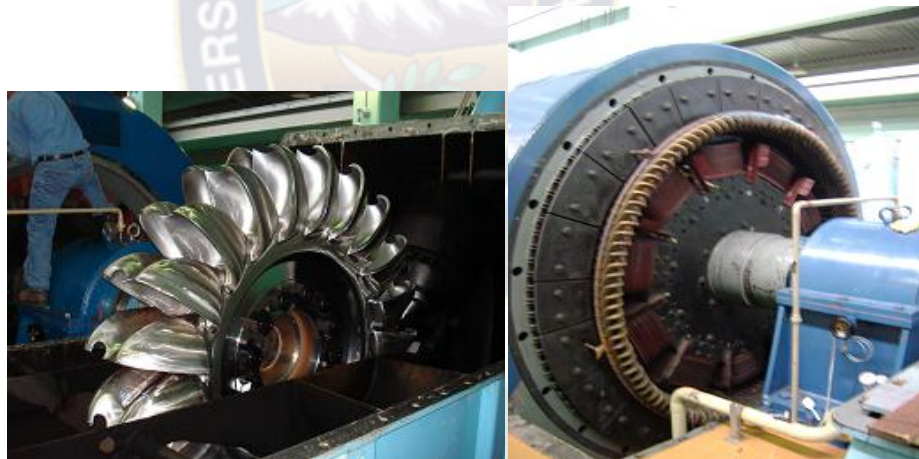


Fig.23 - Turbina y Generador Destapados.

5.1.2 PRUEBA DE PARTICULAS MAGNETICAS EN EL RODETE SIS-3

- Conforme a norma CCH702 y técnicos del fabricante (Voith Hidro Brasil), se realiza el siguiente ensayo y poder corroborar o descartar la profundidad de posibles fisuras.
- Para este propósito se ha utilizado el equipo MAGMAFLUX MODELO P-1500, para la aplicación de un campo magnético en diversas zonas a controlar, inyectando una corriente de 500 A a través de una bobina magnetizante, que se envuelve con tres vueltas la zona a controlar.

- Además la aplicación de partículas ferro magnéticas por vía húmeda, y la aplicación de líquido fluorescente bajo luz ultravioleta con el objetivo de visualizar las posibles fisuras.
- Se cubre con plásticos oscuros de color negro la zona a controlar para poder observar, de una mejor manera.



Fig. 24 – Inyección de Corriente Magnetizante a Bobina con Equipo Magna Flux.

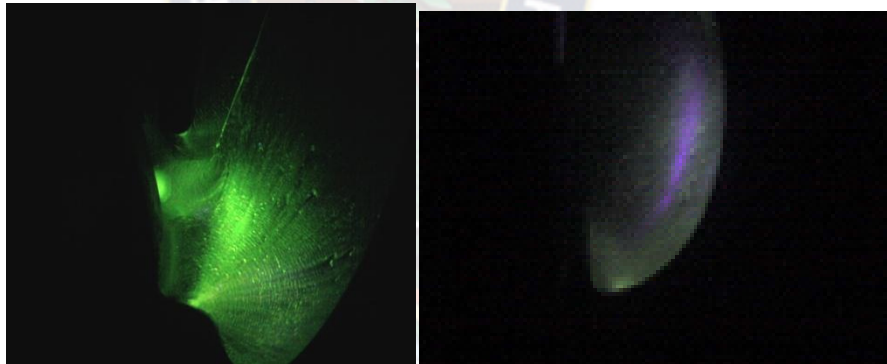


Fig. 25 – Partículas Magnéticas Vista con Luz Ultravioleta.

5.1.3 MANTENIMIENTO ELECTRICO DE GENERADOR SIS-3

a) Procedimiento

- Después de retirar la carcasa del generador además de contar con la indumentaria necesaria para la seguridad, se realizo la inspección interna del generador.



Fig.26 - Estado de Bobinas Antes de la Limpieza.

Fig.27- Aislante en Deterioro

- Antes de la limpieza se procede al soplado con compresor, y pedazos de plástico para desprender la suciedad adherida al conjunto del rotor y estator del entre hierro.
- Con la ayuda de trapos húmedos con gasolina se procede, a limpiar las partes metálicas, para desprender el polvo orgánico.
- Señalar que por las dimensiones de la unidad generadora el proceso de limpieza lleva tiempo.
- Después de la limpieza de la parte afectada en el estator, se procede a repasar con barniz el aislante fosfaterma de tela especial.



Fig.28 Limpieza de Generador.

Fig.29 Estado de Bob. Después de la Limpieza.

5.1.4 MEDICION DEL ESTADO DE AISLAMIENTO DE BOBINADO DE ESTATOR Y ROTOR

Procedimiento

- Para realizar las siguientes medidas se debe tener precaución, para poder evitar posibles descargas ya que la prueba se realizara con tensiones elevadas de 5000

V, por lo que se debe coordinar con el personal para evitar accidentes. Para poder eliminar los posibles efectos capacitivos acumulados se procede a aterrarse.

- La resistencia de aislamiento se refiere a la resistencia que existe entre tierra y las bobinas. El objetivo de esta prueba no destructiva, es ver el estado de aislamiento y ver si cumple con la resistencia mínima soportable que aconseja el fabricante.

MEDICION E INSTRUMENTO UTILIZADO

Para esta prueba se utilizó el instrumento AVO MEGGER BM25, tomando en cuenta los siguientes aspectos, la medición de la resistencia de aislamiento se realizará entre bobinas y bobinas respecto a tierra. La tensión aplicada para esta prueba es de 5000V, y durante un tiempo de 10 minutos la primera medición será a los 30 seg. y las demás a cada 60 segundos. Como se ve en la siguiente tabla.

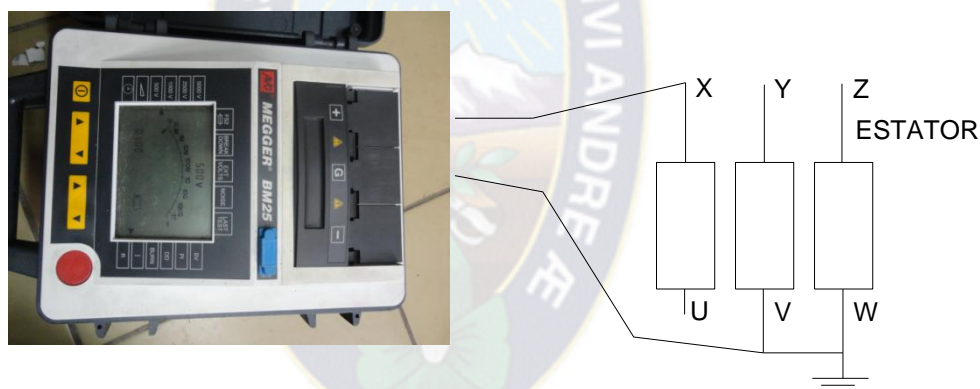


Fig.30 – Equipo de medición Avo Megger BM25.

5.1.5 MEDICION DE AISLACION ESTATOR

Temperatura Ambiente	24 °C	V = 5000 V
Temperatura Arrollamiento	29 °C	

Tiempo Minutos	Z-Y (GΩ)	Z-X (GΩ)	X-Y (GΩ)	Xu-T (GΩ)	Yv-T (GΩ)	Zw-T (GΩ)
0.5	6.75	6.70	6.55	4.10	3.56	3.71
1	10.03	10.00	9.61	5.96	5.25	5.40
2	15.10	15.02	14.11	8.75	7.75	8.02
3	19.21	18.82	17.73	11.11	9.72	10.00
4	22.81	22.84	21.00	12.82	11.41	11.84
5	26.01	26.20	21.83	14.95	13.15	13.42
6	28.82	29.21	26.22	16.52	14.15	14.81
7	31.63	32.23	28.42	18.15	15.66	16.25
8	34.20	35.24	32.88	19.26	16.82	17.50
9	36.60	39.00	33.11	21.13	18.00	18.90
10	39.00	41.02	35.66	22.44	19.10	20.20
I fuga (nA)	129	123	142	226	226	252
Capacidad(μF)	0.06	0.06	0.06	0.12	0.12	0.12
Humedad %	77.4	77.4	77.4	77.4	77.4	77.4
Temp. °C	24.2	20.00	24.2	24.2	24.2	24.2
I. Polarización	3.78	4.10	3.71	3.76	3.63	3.74
I. Absorción	1.48	1.49	1.46	1.45	1.47	1.45

**SEGÚN NORMA
IEEE 43-1974**

**Índice de
absorción**

R(60)/R(30)

**0 -1.10 Mala
1.10 - 1.25 Regular
1.25 – 1.4 Satisface
1.40 – 1.60 Buena
1.60 > Muy Buena**

**Índice de
polarización**

R(10)/R(1)

**0 -1.10 Mala
1.10 – 2.00 Regular
2.00 - 3.0 Satisface
3.00 – 4.00 Buena
4.00 > Muy Buena**

Tabla 4- datos obtenidos de la medición

INDICE DE ABSORCION I.A.

Este índice nos muestra el nivel de impurezas presentes en el interior del dieléctrico, según valores referenciales según la norma.

INDICE DE POLARIZACION I. P.

El objetivo de este índice es evaluar la influencia de la polarización del material en la resistencia de aislamiento, mediante la comparación de corriente de fuga y la corriente de polarización. El análisis de esta prueba nos permite dar un diagnostico inicial del estado del aislamiento.

También nos indica el contenido de humedad y contaminación de aislante que aumenta la corriente de absorción y en mayor medida la corriente de conducción.

CORRIENTE CAPACITIVA I_c

Esta corriente es muy alta y decae rápidamente y aparece en el momento de conexión, además está en función de la capacidad geométrica del aislamiento.

CORRIENTE DE ABSORCION I_a

Es la corriente que absorbe un aislamiento por causada de las moléculas bipolares que tratan de alinearse con el campo. Esta corriente es muy alta y decae más lentamente que la corriente capacitiva, se puede representar como la cantidad de impurezas presentes en el interior del aislamiento.

CORRIENTE DE FUGA

Dado a que el valor de la resistividad del aislamiento es elevado, la fuga de corriente debería ser mínima. Sin embargo si el aislamiento a envejecido o está dañado, su resistencia es menor y puede fluir una corriente significativa.

CORRIENTE DE REABSORCION

Esta corriente circula por la aislación después de des-energizar, es decir que el aislante está cargado y se debe tener cuidado de aterrizar, para evitar descargas.

Los valores obtenidos llegan a tener una ligera variación, con valores obtenidos en anteriores mediciones por lo cual no son considerables. Los valores IP y IA son satisfactorios por lo cual se puede decir que no existe contaminación, humedad en el aislamiento y presencia de impurezas.

5.1.6 MEDIDA DE RESISTENCIA OHMICA ESTATOR E INSTRUMENTO UTILIZADO

Mediante esta medida podre comparar con valores anteriores y de esta manera determinar posibles contactos, espiras en corto circuito. Puesto que los valores que se medirán son bajos por lo que no se puede utilizar cualquier multímetro, por eso se determinara la medida con el instrumento, PUENTE KELVIN PK230, que llega a ser una modificación del puente de wehaston, los valores de la medición de la resistencia óhmica en cada fase son los siguientes.

Para tener una lectura más precisa se debe esperar unos tres minutos, hasta que el instrumento se estabilice.

$$X - U = 17.74 \text{ m}\Omega$$

$$Y - V = 17.75 \text{ m}\Omega$$

$$Z - W = 17.75 \text{ m}\Omega$$

Los valores obtenidos no llegan a tener variación con anteriores mediciones.

5.1.7 MEDIDA DE RESISTENCIA BOBINADO DE CAMPO E INSTRUMENTO UTILIZADO

Para esta medida se utilizo el puente Kelvin, la cual se tuvo mucho cuidado sobre las conexiones de terminales del instrumento. La medición se realizo a todo el conjunto de los polos que están conectados en serie.

Resistencia total de polos: 596 mΩ Anterior medicion 590 mΩ

En este resultado se obtiene una ligera variación, con respecto a anteriores mediciones que podría ser debido a la temperatura.

5.1.8 PRUEBA DE CAIDA DE VOLTAJES EN LOS POLOS DEL ROTOR

Mediante esta prueba verificamos el estado de cada bobina de los polos del inductor, el cual nos indica si existen bobinas en corto circuitos o circuitos abiertos.

Para esta prueba se alimento el rotor con una tensión de 231.6 Vdc. en los anillos rosantes.

Con un multmetro FLUKE se procedió a medir la caída de tensión en cada polo continuación se detalla los valores obtenidos.

Polo	P-1	P-2	P-3	P-4	P-5	P-6	P-7	P-8
Caída de voltaje	29,02	29.02	29.01	29.02	28.72	28.85	28.93	28.97
Voltaje aplicado	231,6							

Σ de voltajes	231,54
Δ voltaje	0,06
I aplicado	0.3

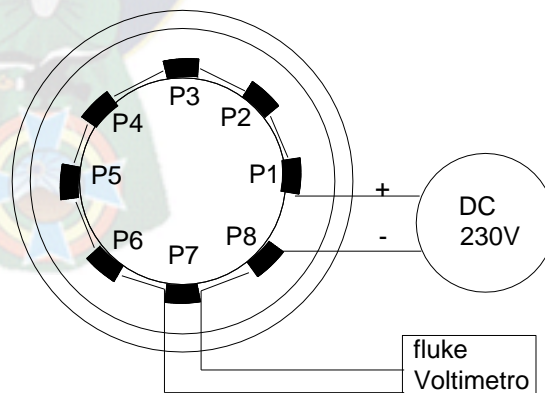


Tabla5 y Figura31 – Valores de Caída de Tensión en Polos.

Según la comparación con datos de anteriores mediciones no existe una diferencia significativa. Además se puede concluir que no hay bobinas en corto circuito, ni en circuito abierto.

5.1.9 MEDICION DE RESISTENCIA DE AISLAMIENTO ROTOR

Se utilizo el instrumento AVO MEGGER BM25, en el cual se ajusto para un voltaje de 500Vdc, arrojando los siguientes resultados.

Para 0,5 minutos la resistencia de aislamiento es: $R = 1.16 \text{ (G}\Omega\text{)}$
Para 1 minuto la resistencia de aislamiento es: $R' = 1.42 \text{ (G}\Omega\text{)}$
Índice de absorción IA $IA = 1.224$

Los valores obtenidos en la prueba tienen una pequeña variación despreciable, de $R' = 1.41 \text{ (G}\Omega\text{)}$ a anteriores mediciones, el índice de absorción es satisfactorio.

5.1.10 MANTENIMIENTO DE TRASFORMADOR A TIERRA

Este transformador se instala en el neutro del generador, en la unión de la estrella de las bobinas del estator. Este transformador es monofásico sirve de protección para detectar conexiones indeseables de los devanados a tierra, cuando hay circulación de corriente en el lado primario se induce una corriente en el secundario que hace activar el rele de protección a tierra 64G y relé 59 de sobre voltaje.

Se procede a realizar los siguientes trabajos.

- Se realiza la limpieza e inspección.
- Mediciones y pruebas.
- Medición de la resistencia de arrollamiento.
- Medición de la asistencia de aislamiento.

■ LIMPIEZA DE TRANSFORMADOR DE PUESTA A TIERRA

La limpieza e inspección se realiza sin ninguna novedad. Utilizando trapos alcohol y aguarás.

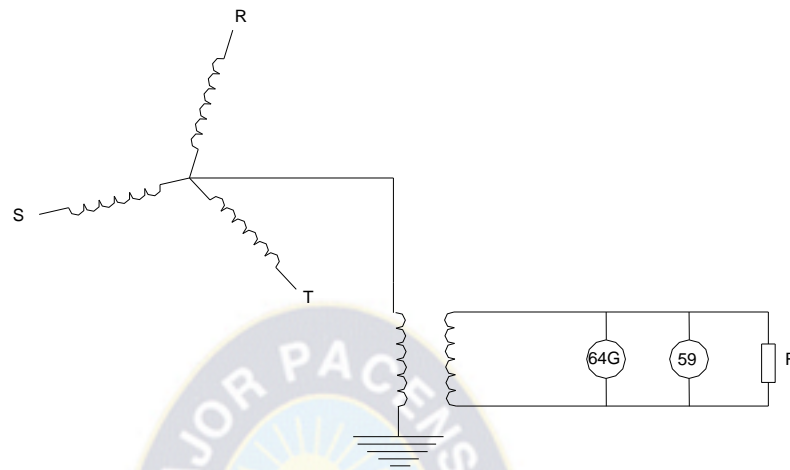


Fig.32 – Esquema y conexión de Transformador de Puesta a Tierra.

■ MEDIDA RESISTENCIA ARROLLAMIENTO

La medida se la realiza con el instrumento Punte Kelvin PK-230, tomando un tiempo prudente de tres minutos hasta que se estabilizan las lecturas, que se detalla a continuación.

ALTA TENSION
H1 – H2 52.1 Ω

BAJA TENSION
X1 – X2 63.0 m Ω

Según registros anteriores los valores son similares, se puede decir satisfactorio.

■ MEDIDA DE RESISTENCIA AISLAMIENTO

En los transformadores de salida del transformador a barras se hizo la medida del aislamiento.

También en los conductores que van hacia el transformador de excitación.

MEGUEADO DE CABLES PPT – BARRAS 10KV

Instrumento	AVO MEGGER BM25
Temperatura ambiente	23 °C
Temperatura arrollamiento	28 °C
Temperatura aceite	Es transformador seco °C
Humedad relativa	72 %

5000Vcc

Tiempo minutos	X1–tierra GΩ	H1–tierra GΩ	H1 – X1 GΩ
0.5	54	60,5	101
1	77,5	98.0	169
2	117	123	344
3	149	132	510

4	159	154	710
5	160	160	770
6	161	171	900
7	164	178	1.00 T
8	166	184	> 1.01 T
9	168	199	> 1.01 T
10	170	202	> 1.01 T
I de fuga (nA)	2.98	27.4	0.80
Capacidad (μF)	0.00	0.00	0.00
Temp. °C	21	21	22.4
Humedad %	72	71	71.9

I Polarización	2.19	1.87	5.9
I Absorción	1.43	1.61	1.67

Tabla 6 – Valores obtenidos de la Medida de Aislación

La mediciones de aislamiento esta dentro del rango de lo aceptable.

■ MEDICION DE TANGENTE DELTA

Para la ejecución de esta prueba se utiliza el instrumento C8DF – BRITE MOD CB100,



Fig. 38a- Equipo CPC 100

A continuación se describirá la medida de la tangente delta, sin datos puesto que no se pudo obtener esta información.

El objetivo de esta prueba es de determinar el nivel del valor de pérdidas dieléctricas, que toma el aislamiento al aplicarle una corriente de un voltaje determinado, que nos permita observar el comportamiento del aislante en la maquina.

El medio para medir la calidad del aislante se la puede realizar directamente.

La medida de las perdidas por calentamiento se denomina Factor de Disipación (D.F.= $\tan\delta$) o factor de potencia (P.F= $\cos\phi$), que cuanto menores sean menores serán las en el aislamiento y menores las perdidas por calor.

El D.F. incrementa debido a varios factores como ser:

- A consecuencia de descargas parciales.
- Penetración de humedad en el aislamiento.
- Envejecimiento del aislamiento.

Ejemplo. El comportamiento de un aislante a una frecuencia de 50 Hz. Se puede representar por medio de un circuito equivalente, que conste de un capacitor ideal C_p en paralelo con una resistencia R_p , en este circuito se inyecta una corriente I_t , en la cual este se divide en I_c y I_r .

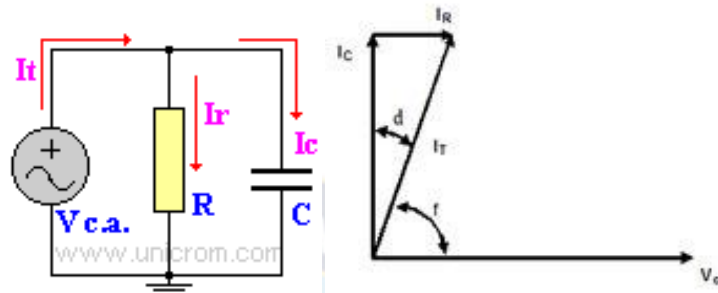


Fig.38b- Circuito equivalente RC

- Un aislante ideal solo tendrá la componente imaginaria, es decir solo corriente capacitiva sin pérdidas de potencia es decir $\text{Tan}\delta\% = (\tan 0^\circ/100)=0$ muy bajo.
- Y un aislante con muchas pérdidas de potencia tendrá una corriente puramente resistiva $\text{tan}\delta = (90^\circ/100)$, valor muy alto.
- Para realizar el diagnóstico en equipos eléctricos según NOR – CONTROL. En transformadores de tensión nominal menor a 32 kV, $\text{Tan}\delta\%$ debe ser inferior al 5%.
- Si se deseara tomar un factor de potencia $\cos\theta\%$, para una aislación ideal solo deberá circular corriente capacitiva, es decir el ángulo se acercara a 90° y $\cos\theta=0$ (idealmente) un valor bajo, al contrario si hay muchas pérdidas el ángulo θ se acercara a 0° , y el $\cos\theta=100\%$.

5.1.11 AJUSTE TERMOCUPLAS DE COJINETES LADO TURBINA

Verificar las lecturas de las termocuplas en comparación de un bulbo de de mercurio patrón, para así poder verificar el buen funcionamiento, en el ajuste establecido, corroborar la actuación de temperatura de alarma, y disparos de las mismas.

Se hace el desmontaje de las termocuplas con mucho cuidado, puesto que por un descuido podríamos des calibrar el instrumento.

Se coloca en el recipiente la termocupla, donde la temperatura del agua va subiendo, entonces se toman lecturas de medición tanto de la termocupla como del bulbo patrón. Obteniendo la siguiente los siguientes datos.

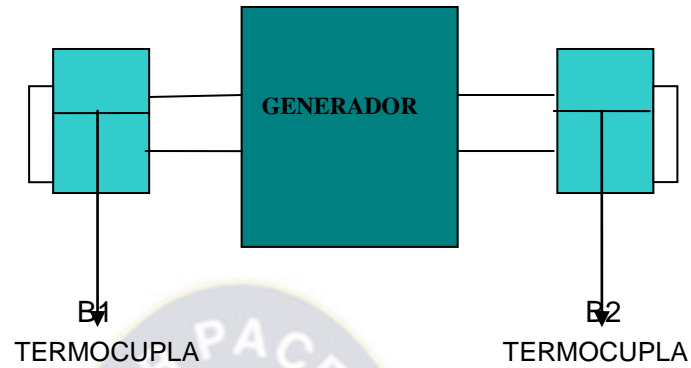


Fig.38 – Ajuste de Termocupla.

DATOS OBTENIDOS

No. de Med.	PATRON	LADO Turbina B1
1	24.7	25.0
2	29.6	30.0
3	33.9	35.5
4	36.5	37.5

5	39.1	40.0	Longitud cm.	Alarma	Cancelar	Disparo	Cancelar
6	42.1	43.0	51	59.5	54	63	60
7	43.8	45.0					
8	45.5	47.5					
9	49.5	50.0					
10	57.0	55.0					
11	62.3	59.5					
12	67.8	63.0					

Tabla 7- Datos Obtenidos

De los valores obtenidos se observa que la termocupla responde en forma lineal según las variaciones de la temperatura.

En esta contrastación solo se verifico el funcionamiento, y no se hizo ningún ajuste por que actuó tanto alarma como disparo de los ajustes anteriores.

5.1.12 MANTENIMIENTO Y LIMPIEZA DE ANILLOS ROSANTES SIS - 2

Previa coordinación con los técnicos y de acuerdo con el programa, se procede a tomar las medidas necesarias de seguridad para el personal que trabajara en la parte del generador.

Para su mantenimiento se realizan los siguientes pasos.

- Se coordina con los técnicos que trabajan en la parte de la turbina, cuando se tenga que hacer girar la turbina.
- Se marca su posición original con marcador y se procede al desmontaje del la carcasa.
- Se limpia con solvente todas las partes que involucran al anillo y carbones, esto para evitar que el polvo de carbón acumulado se comporte como un conductor y hacer un corto circuito a tierra u otros problemas.
- Después de la limpieza se procede a ajustar y revisar los carbones uno por uno, debido a que los carbones no presentaban defectos solo se ajustan y se verifica de que no exista una mala conexión entre la escobilla y el anillo.
- Luego se procede al megueado de cada anillo y tierra con el instrumento de medida FLUKE, luego de unos 2 minutos esperando que el instrumento se estabilice, se obtiene la siguiente lectura de $R = 55 \text{ M}\Omega$, y de acuerdo a registros anteriores este se mantiene por lo que se considera que existe todavía buena aislamiento.



Fig.33 – Anillo Limpio y Listo Para su Megueado.

5.2 MANTENIMIENTO MECANICO

5.2.1 INSPECCION Y ENSALLOS NO DESTRUCTIVOS DE TURBINA PELTON

- Se procede a la limpieza de los alavés de la turbina con trapos limpios y alcohol.
- Luego se hace el rociado en rodete con líquidos penetrantes, SKL-SP1 este líquido es de color rojo, para corroborar o descartar la presencia de fisuras y posibles cavitaciones.
- Luego del rociado se debe esperar al menos 20 minutos, para que el líquido haga su efecto, después de este tiempo, se procede a la limpieza con paños y alcohol.
- Una vez efectuado esta limpieza se procede a rociar con el liquido revelador, de color blanco SKD-S2, y esperar un tiempo determinado hasta donde se podrá observar, posibles principios de cavitación y fisuras



Fig.34 - Líquidos Penetrantes.



Fig.35 - Principios de Cavitación.

- Las zonas no presentan daños profundos y severos por lo que se procede al esmerilado y pulido de estas zonas de estas zonas.

5.2.2 CONTROL DE HOLGURAS EN ENTRE HIERRO

El control de holguras para ver si el eje del rotor se desplazo durante su servicio, esta medición se lo realiza con el medidor de holguras, que son laminas de diferente espesor en milímetros. Esta medición es comparativa, con anteriores mediciones.

Se hace girar el rotor para hacer coincidir las marcas de las mediciones, anteriormente realizadas y comparar, se mide tanto lado turbina como lado excitación.

HOLGURA DE ENTREHIERRO

DIMENCIONES EN (mm)

	H-1	H-2	H-3	H-4	H-5	H-6	H-7	H-8
LADO EXCITACIÓN	13,4	12,8	12,65	11,9	13,3	11,65	9.8	11.95
LADO TURBINA	13,25	13.3	11,8	11,65	13,15	13,2	13,1	13,35

Tabla 8 – Datos Obtenidos Medición de Holguras

En comparación a valores anteriores son aceptables por que son similares.

5.2.3 CAMBIO TUBERIA DE FRENO SANTA ISABEL

- En este mantenimiento se aprovecho para cambiar la tubería de freno puesto que había excedido su vida útil de trabajo.
- Se procede al cambio de la tubería de freno, para sacar la tubería se procede a cerrar la llave de paso luego se abre (o activa) la tobera de freno para sacar el agua retenida en la tubería.
- Seguidamente se procede a desajustar los pernos de las bridas que sujetan al tubo, una vez extraído, la tubería se lleva al taller mecánico donde se inspecciona el interior del tubo, donde se observa mucha corrosión, y se toma la decisión de cambiar el tubo en su totalidad.
- Se hace el corte y el soldado de según la medida de el anterior tubo pero las bridas se mantienen puesto que se encontraban en un estado que todavía podía trabajar, además no se contaba con bridas de esas características.



Fig.36 – Cambio de Bridas y Tubería de Freno.

5.2.4 LIMPIEZA Y MANTENIMIENTO DE RADIADOR EMFRIADOR DE ACEITE SIS-3

- Primero se abre la llave de paso para bajar el nivel de agua del pozo donde se encuentra el radiador.
- Se cierran las llaves de aceite tanto de ingreso como de salida.
- La extracción del aceite dentro del radiador se realiza con una bomba succionadora, hacia los barriles.
- Con la ayuda de teclee, grilletes y eslingas se realiza el desmontaje del radiador, para luego hacer una limpieza general de toda la parte externa y verificación de posibles fugas.
- Al no encontrar fugas ni anomalías en el radiador se procede a su secado y montaje de la misma forma que se desmonto.



Fig.37 – Desmontaje de Radiador Enfriador de Aceite.

5.2.5 LIMPIEZA Y MANTENIMIENTO VALVULA ESFERICA 600mm COR-4

En un mantenimiento general se realiza estos trabajos,

- Previa coordinación con el personal técnico se procede a cerrar la válvula esférica 600mm y se toma nota del tiempo de cierre el cual demora 40 seg. en cerrar.
- Una vez cerrada la válvula se procede a la limpieza y engrase de las partes móviles.
- Luego se procede a revisar la válvula de placas, donde se pudo notar que existe fugas de agua en el pistón, entonces se hace el desmontaje
Previamente se cierran las válvulas, por donde la válvula se alimenta de agua a presión.



Fig.38 - Disco de Bronce (Sucio)



Fig.39 - Válvula de Placas (Sucio)

- Al hacer la limpieza de las piezas se puede notar que la punta del pistón, se encuentra con ralladuras debido posiblemente a la suciedad puesto que es de un material blando (bronce), por donde existiría fugas.
- Para su reparación de la punta de aguja se procede a lavar con gasolina y a desgasta con lija fina la parte de la punta hasta que queda uniforme, para su previo montaje en su mismo lugar.
- También se hace una limpieza del filtro de drenaje de agua, el cual se encontraba completamente sucio y oxido.
- Se procede a su limpieza con bastante agua y un cepillo, para luego colocar el filtro en su posición normal de trabajo.



Fig.40 – Pistón y Disco de bronce Limpio



Fig.41 – Filtro Sucio

6. MANTENIMIENTOS CORRECTIVOS

Antes del desmontaje del motor, primeramente se toman los datos de conexión en borneras del motor para su desconexión.

- a) **DESMONTAJE MOTOR**
- b) **DESMONTAJE DE BOMBA**

Teniendo cuidado la posición de la tuerca reguladora se la afloja y se lo extrae, de esta manera se quitan los pernos de fijación y se desmonta el motor izándolo por medio de tecele que está colgado en el pórtico y después de colocarlo en el piso se lo traslada al taller para su mantenimiento.

b) **DESMONTAJE BOMBA**

Para su desmontaje se quitan sus tuercas de anclaje y los pernos de su brida, de esta manera izándolo con eslingas de nylon se lo levanta con el tecele que está colgado en el pórtico se lo extrae en dos etapas debido a que la cadena de los tecles es corto. Entonces con el primer tecele se suspende hasta el máximo de su cadena, en ese momento se aprovecha de lavar con hidrolavadora la parte exterior de la bomba sumergida en el agua porque salió empapado de lodo grasoso y con algunos grumos de oxidación.



Fig.42- Desmontaje Bomba de Agua

Luego de la limpieza parcial y teniendo otro tecele en la misma altura en el pórtico, se hace el relevo de tecles y que con este segundo tecele se lo extrae en su totalidad la bomba.



Fig.43- Filtro de Bomba Sucio



Fig. 44- Limpieza de Vástago

También se aprovecha de hacerlo la limpieza de la parte exterior. En esta oportunidad se observó que el filtro del chupador estaba en 80% tapado con suciedad de lodo grasoso, además en mal estado la malla. Antes de descender se quita el chupador y de esa manera se va descendiendo también con relevo de tecles hasta hacerlo descansar en forma horizontal en el piso.



Fig. 45- Desajuste de Vástago y Turbinas de Bomba.

6.1 MANTENIMIENTO BOMBA DE AGUA

En esta posición de la bomba se empieza a desarmar hasta dejar todo liberado y de esa manera se lo realiza una limpieza con la hidrolavadora a todas las piezas que están en contacto con el agua y empapados con el lodo grasoso. Luego de su lavado se lo seca con soplete a gas con el fin de secarlo en forma rápida En cuanto al varillaje vástago de las turbinas se lo hizo limpieza con trapo y gasolina.



Fig.46- Piezas de la Bomba Desmontada.

De esta manera se pudo observar el estado de todas las piezas las cuales se encuentran en buenas condiciones como son:

Las cámaras de las turbinas y sus bujes

El vástago sus turbinas y el buje guía de bronce

El ducto mayor y la funda del vástago

El filtro del chupador en mal estado, corroído por oxidación su soporte se llevo al taller para su reparación

El estado de su pintura se encontró en regular estado y para mejorar se vuelve a repintar con anticorrosivo color café.



Fig.47 – Limpieza de Piezas de la Bomba



Fig.48- Pintado de Piezas con Anticorrosivo

c) ARMADO Y MONTAJE

Después de verificar el secado de la pintura se va armando el sistema de la bomba vástago su funda y el ducto mayor y sobre ello el pedestal.

Estando en forma horizontal en el piso ya armado la bomba se procede a levantar con uno de los tecles y haciendo relevo con el otro tecele se logra levantarlo hasta quedar en forma vertical toda la bomba, en esa posición se lo coloca el filtro del chupador.

A continuación se procede a descender a su fosa a través de su propio orificio que existe en el piso plataforma que también se lo hizo haciendo relevo de tecles hasta llegar a su respectivo anclaje en donde quedo asegurado y también se lo aseguro su brida de salida empernando con la otra cara de la brida de su sistema, de esa manera queda concluido la parte de la bomba.

Nota

Para el próximo mantenimiento es necesario el cambio en su totalidad de los pernos de las cámaras 40 pizas en total con las siguientes medidas, cabeza hexagonal de 3/4", largo 30mm, diámetro de 1/2", paso de rosca 2.0.



Fig.49 – Pernos en Mal Estado

Se debe prever el cambio del canastillo para el próximo mantenimiento, está en malas condiciones

6.2 MANTENIMIENTO MOTOR

Se procede al desmontaje, se observan las partes del motor las cuales se encuentran en buenas condiciones.



Fig. 50- Desmontaje y Piezas del Motor.

Se realiza la limpieza a todas las piezas y por segunda vez se hace observaciones a sus piezas como son:

Las tapas laterales, el ventilador, el arrollamiento, el rotor, su bornera, todas en buen estado no presentan rajaduras ni oxidación.

También cabe mencionar que su sistema de lubricación está en buenas condiciones como son el Depósito de cristal, Grifo, Ducto del aceite.



Fig.51 – Limpieza sistema de lubricación de motor

NOTA.-Al rotor se cambiaron sus rodamientos por el tiempo de servicio que tiene,
Rodamiento lado libre es Nr. 6210 2RSNR marca Koyo Japón
Rodamiento lado transmisión es Nr. 7310 B.JP marca FAG. Germany.

a) PRUEBA DE AISLACION

Luego del cambio se procede a su armado del motor hasta su conclusión y después se hace prueba de aislamiento del arrollamiento el resultado es:

R – Masa > a 999 MΩ en 30 y 60 seg.

S - Masa > a 999 MΩ en 30 y 60 seg.

T - Masa > a 999 MΩ en 30 y 60 seg.

Conexión terminales 4-5-6= Neutro – Masa > a 999 MΩ en 30 y 60 segundos.

Estas pruebas nos muestran que su aislamiento está en buenas condiciones, pues el instrumento de medición nos marca la más alta medición en su rango o escala.

a) PRUEBAS DEL MOTOR

Para la prueba con carga el motor se hizo el montaje en su lugar de trabajo con el procedimiento a la inversa como fue desmontado. Antes de las mediciones eléctricas se hace prueba de giro y al mismo tiempo escuchar al motor para percibir alguna anorma-

lidad si se presentara, no existiendo anomalía se continúa con las pruebas de mediciones eléctricas.

Los resultados de las pruebas son:

Corrientes con carga

$I.R = 26.4 \text{ A}$ $I.S = 25.4 \text{ A}$ $I.T = 26.4 \text{ A}$

Voltajes:

$R - S = 226.0 \text{ V}$ $R - T = 227 \text{ V}$ $S - T = 226.0 \text{ V}$

Después de estas últimas mediciones se lo deja disponible para su servicio.

c) Características del motor

Marca	Electrical Motors	Tipo	TU	No Fases Trifásico
Potencia	15 HP	Tensión	190/380 V	Corriente 47 – 23.5 A
Frecuencia	50 Hz	r.p.m.	1460	$\cos \phi$ 0.9
servicio	Continuo	Clase aislamiento	B	

6.3 TENSADO DE CABLE TIRA VIENTO 10000V LINEA CORANI - LAGO

En fecha 9 de noviembre se verificó la inclinación del primer poste de unos 20cm. Debido a que el collar de anclaje se deslizó unos 45 cm. hacia abajo de la cruceta.

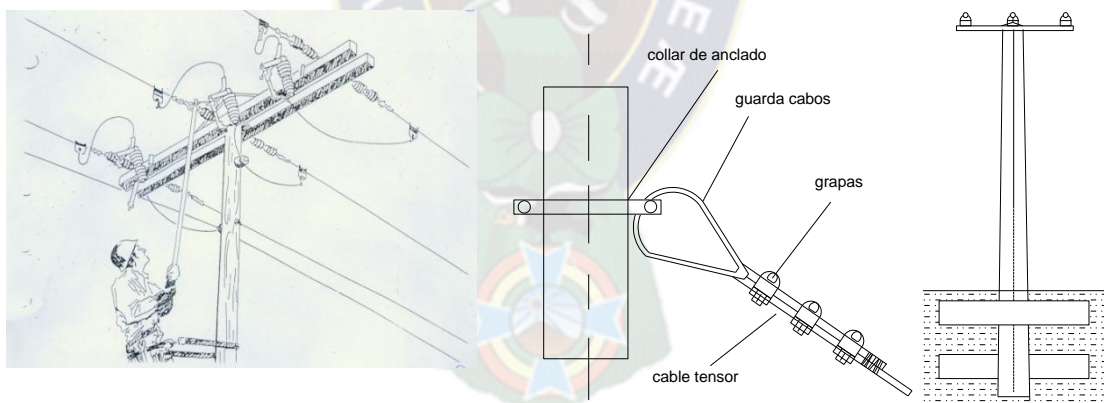


Fig.52 - Apertura de Seccionador-Fusible, Fijación Riostra y Refuerzo en Poste.

Para la reparación se procede a abrir el seccionador-fusible en 10 kV de dicha línea, luego procedimos a asegurarnos con sogas y arneses de seguridad para la instalación de un nuevo collar de anclaje y su respectivo cable tira vientos, el cual fue tirado con la ayuda de un sujetador de cable tipo rana y teclee señorita de 1.5 toneladas hasta colocar el poste en su posición normal y tensado no muy excesivo ya que disminuiría la seguridad de la

línea, por el peligro de rotura del cable, aprovechando el enclavamiento del antiguo cable de tensión, para luego proceder a asegurar el cable con grapas una vez sujeta al guarda cabos.

Se procede a ajustar y tirar del antiguo cable de viento por lo que el poste se queda con dos cables de viento para una mejor sujeción puesto que el lugar es un poco inestable. Ver fotos.



Fig.53 - Reparación de Cable de Viento Sujeción de Poste Línea 10kv.

A continuación se procede a disponer un travesaño horizontal en la parte enterrada del poste, perpendicular al sentido del esfuerzo de tracción más fuerte.

6.4 RECTIFICACION DE ANILLOS ROSANTES

En fecha 10 de enero se observó la presencia de chisporroteo entre los carbones y los anillos colectores de la unidad generadora COR-3, donde se puede evidenciar la presencia de manchas, y pequeñas ondulaciones en los anillos como se puede observar en la siguiente figura. 40

a) CAUSA

Este fenómeno se podría decir que es efecto debido a dos causales.

- Debido a la apertura ya sea por un disparo de la unidad o apertura del relé 41, que al momento de su apertura ocasiona que exista un arco entre el anillo y los carbones, este arco además de ocasionar un elevado voltaje que daña el material del anillo, también ocasiona que se eleve la temperatura por instante el cual por el efecto de dilatación deforma dicho material.



Fig.54 - Estado del Anillo Antes de la Rectificación.

- La otra causa podría ser debido al no estar bien regulado el ángulo de disparo de los tiristores, debido a que podrían estar sobrepasando un ángulo de disparo máximo o mínimo en cual una vez rectificado este se inyecta al rotor.

b) SOLUCION

Debido a los problemas anteriormente dichos se procede a la rectificación de los dos anillos rosantes, de la siguiente forma:

- Se procede a hacer girar la turbina a su velocidad nominal, en vacío y sin alimentación de corriente de excitación.
- Se procede a colocar el apoyo rectificador MARTINDAL el sujetara y regulara el paso de avance de la piedra abrasiva.

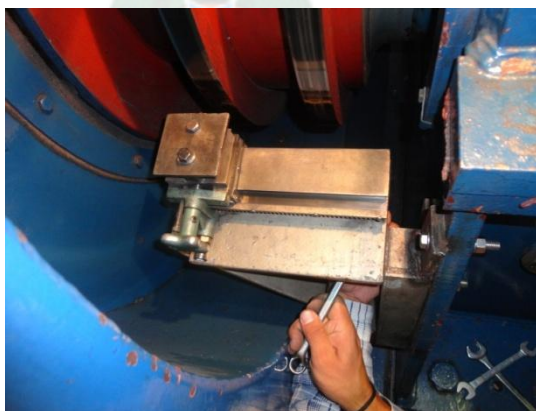


Fig.55 - Ajuste de Apoyo Rectificador MARTINDAL.

- Previo ajuste del rectificador martindal se precede a ajustar la piedra abrasiva tipo M para desgaste no muy profundo.
- Se procede a rectificar el anillo a un paso de recorrido lento de la piedra, hasta verificar la igualdad de todo el perímetro del anillo.
- Luego procedimos a pulir o afinar con la piedra abrasiva tipo F para un desgaste mucho más fino.
- Luego procedimos a limpiar todas las partes y alrededores de los anillos con trapos y agua ras, para poder evitar posibles conducciones de corrientes indebidas debido a las pequeñas limaduras hechas al rectificar y el polvo de carbón acumulado.

6.5 LIMPIEZA E INSPECCION DE VALVULAS ESFERICAS EN F-17

En fecha 8 de octubre de 2012 se sube a pie hasta F-17, donde se encuentran las dos válvulas esféricas de 820 mm, estas que están en las tuberías de alta presión provenientes de la galería blindada tipo "L". Ver foto a continuación de las válvulas.



Fig.56 - Tubería de Alta Presión y la Válvula Esférica con su Contrapeso.

Una vez llegando a F-17 se procede a la limpieza de cada una de las tuberías, como también de las válvulas esféricas con mucha agua y detergente, se realiza el engrase de de todas las partes móviles y el brazo del cilindro, también se realiza la limpieza de los filtro que se encontraban sucios.



Fig.57 - Filtros

Luego de la limpieza se procedió con las pruebas de maniobra, de mando y alarma de la válvula esférica sujetando hacia arriba el contrapeso que cambia de posición a la válvula de tres vías, y coordinando con sala de control, pruebas que resultan exitosas sin ninguna novedad.

El mismo día al descender desde F-17, se hace una inspección a la junta de dilatación de la ancla No.8, pues se había hecho mantenimiento mas antes a esta junta, pero en la inspección de esta ancla no se observo anomalías, y solo se recomienda verificar esta ancla cada vez que se haga alguna inspección o mantenimiento de la tubería de alta presión (penstock)



Fig.58 - Muestra la Ancla No.8 Sin Anormalidades.

6.6 MANTENIMIENTO CONPUERTA ELECTRICA EMBALSE SANTA – ISABEL

Este mantenimiento general preventivo se lo realiza a las 2:00 de la mañana aprovechando la parada de maquinas y poder tener reservas, en corani y en santa Isabel.

El lugar del problema está sumergido en agua por lo que se debe espera a que baje el nivel, entonces se coordina con CNDC para poder hacer ingresar una unidad en santa Isabel al sistema y disminuir el nivel de agua, entonces se arranca una unidad, y se

disminuye carga en corani de la unidad en funcionamiento, entonces se consigue bajar el nivel de agua.

Al entrar a la fosa donde encuentra la compuerta se presenta un problema, un lado de las rieles donde trabaja el rodillo de la compuerta se encuentra roto, asiendo trancar al rodillo y trabando a la compuerta por lo que no se puede extraer la compuerta hacia arriba para ingresar al lugar del problema y arreglo del rodillo.

Por lo que se debe hacer palanca con barretas para destrabar el rodillo, una vez suelto se sube la compuerta hasta su límite y se verifica los problemas para su posterior reparación. Para poder compensar el agua a la piscina de compensación, y al no poder meter una unidad al sistema puesto que se llevaría la frecuencia se hace arrancar una unidad pero en vacío (interruptor 52 abierto).



Fig. 59 - Suspensión de Compuerta de Embalse Santa Isabel.

6.7 MANTENIMIENTO COMPUERTA LAGO CORANI

Al llegar a la compuerta se puede observar la suciedad de las mismas, por lo que se realiza la limpieza con agua y detergente, también se puede evidenciar que los sellos de goma se encuentran deteriorados, esto supuestamente por la pinta anterior que se le había dado, entonces se raspa la pintura de ese lugar para, luego pasarlo con grasa graficada (molicote),



Fig.60 - Sello de Goma Deteriorado.

Fig.61 - Tapón de Válvula Bypass no Cierra Bien.

Se realiza las maniobras para una verificar el buen funcionamiento de las compuerta tanto manual como de forma eléctrica.



Fig.62 - Inspección y Maniobras de Compuerta Lago Corani.

Entonces se puede evidenciar que el tapón de la válvula bypass de llenado no sella completamente, por lo que se hace la limpieza, engrase de su vástago y los ajustes necesarios, y se logra normalizar el problema.

6.8 CAMBIO TUBERIA DE AGUA TIPO 'T' CORANI

- En una inspección semanal se puede percatar de que la tubería de agua, por donde ingresa agua a los dos radiadores para el enfriado del aire que ingresa al generador, presenta tres puntos de corrosión por donde existen fugas de agua.
- En horas de la madrugada 2:00 AM Se procede al cambio de al cambio de dicha tubería.

- Se procede a tomar medidas y características de suposición de la tubería, y se procede al desmontaje.
- Una vez en el taller se puede observar de que las bridas están en buen estado y se mantendrán, y por lo que solo se hará el cambio de tubo, de acuerdo a sus medidas y características.
- Se procede al soldado de la tubería y montaje en su posición normal.



Fig.63 – Cambio de tubería de agua tipo 'T'.

6.9 MANTENIMIENTO BOMBA SUMIDERO

Esta bomba es la encargada de bombear el agua de fuga acumulada en fosas.

- Se procede al desmontaje de la bomba con la ayuda de eslingas, grilletes y el puente grua.
- Una vez en el taller se limpia con gasolina, se raspa con lijas y cepillos para su posterior pintado con anticorrosivo.
- En el este proceso se puede notar que existen varios pernos deteriorados por la oxidación por lo que se hace su cambio.
- Luego se procede con mantenimiento del motor con el cambio de rodamientos y megueado con FLUKE 86, obteniendo una resistencia menor a datos obtenidos en anteriores mantenimientos, por lo que se procede al secado para extraer la humedad, colocándolo a un horno casero para evaporar la humedad previo a un barnizado, con lo que se consigue mejorar el aislamiento el cual es de:

$$R = 70 \text{ M}\Omega \quad (\text{antes}) \qquad R = 400 \text{ M}\Omega \quad (\text{ahora})$$

Lo cual ahora se obtiene una aislación mayor al anterior mantenimiento.

- Se realiza la contratación al electroimán (micro interruptor), y se verifica el accionamiento de este mediante el flotador, lo cual se verifica un buen funcionamiento.



Fig.64 - Desmontaje de Bomba Sumidero y Pintado con Anticorrosivo

7. INSPECCION SUBESTACION CORANI UNIDAD COR-1

Estas instalaciones elevan la tensión de generación del alternador de 10 kV a 115 kV en barras, y en donde se instalan los diferentes cuadros de distribución que llevan los aparatos de medida, relés de protección, mandos principales de la central así como dispositivos de comprobación necesarios al funcionamiento de aquella en resumen podemos decir las siguientes funciones:

Protección.- es una función de prevención o minimización de daños en los equipos e instalaciones, y de esta forma reducir daños económicos por deterioro o destrucción de equipos y a mejorar la confiabilidad del servicio.

Control.- tiene la función de obtener registros de valores, magnitudes u otras características de un parámetro físico o mecánico, que comparados con valores referenciales, actúan de forma automática o manual.

Medición.- obtener datos de eventos eléctricos, como ser de energía, potencia, frecuencia, etc., a fin de análisis y toma de decisiones.

Maniobras.- es una función que modifica el funcionamiento de la instalación, la topología de la red o cualquier otra alteración en un circuito eléctrico.

7.1 INSPECCION TRANSFORMADOR DE POTENCIA:

El transformador de potencia es la parte primordial de una subestación de potencia, es el equipo encargado de transferir energía eléctrica de un circuito a otro, en la mayoría de los casos con niveles de tensión diferentes

TANQUE CONSERVADOR: Es un tanque ubicado sobre la parte de arriba del transformador el cual recibe el aceite cuando hay cambio de temperatura por aumentos de carga

BUSHING: Sirven de aislación en diferentes niveles de aislación entre conductores y masa del equipo.

SILICAGEL: Sirven para absorber la humedad del aire, además filtra este aire de impurezas existentes.

VENTILADORES: Están dispuestos para ventilar y enfriar el aceite del transformador cuando este excede una temperatura establecida.

TAP.- Cambian la cantidad y valores de las derivaciones en el primario y secundario para disponer de una mayor flexibilidad para optimizar los niveles de la tensión secundaria.

GAVINETE DE CONTROL: Es el compartimiento en el que se ubican los controles y protecciones de los ventiladores, de los motores de las bombas de aceite, entre otros.

RUIDOS ANORMALES: Debido a desajustes en los conectores algún desajuste en las estructuras o efecto corona en las líneas de barra.

BOQUILLAS: Son los aisladores que se encuentran en la tapa del transformador, son los que comunican los terminales de baja y alta tensión del transformador con el exterior.

7.2 INSPECCION INTERRUPTOR 52:

Denominado también interruptor principal es el encargado de conectar o desconectar a una unidad generadora del sistema interconectado. Además que pueden operar con carga.

TERMINALES: Superior o inferior de corriente

PERDIDAS DE ACEITE: fugas de aceite en el transformador.

LLAVE MANDO LOCAL O REMOTO: los diferentes elementos de protección o medición pueden ser operados manualmente o automáticamente, generalmente siempre esta en remoto.

NUMERO DE OPERACIONES: un contador analógico es el encargado de contar las operaciones que realiza el interruptor principal.

PRESION GAS SF6: El SF 6 se usa como material aislante y también para apagar el arco. El SF 6 es un gas muy pesado (5 veces la densidad del aire), altamente estable, inerte, inodoro e inflamable. En presencia del SF 6 la tensión del arco se mantiene en **un valor bajo, razón por la cual la energía disipada no alcanza valores muy elevados.**

7.3 INSPECCION SECCIONADORES

Un seccionador es un elemento mecánico de apertura de múltiples funciones entre las cuales se destacan:

- Poner fuera de servicio equipos como interruptores, transformadores, generadores o líneas para su respectivo mantenimiento.
- En caso de falla en un equipo o línea, el seccionador es utilizado para realizar un by-pass que permita la prestación continua del servicio.

El seccionador puede ser activado de manera manual, por medio de una pértiga o por medio motorizado.

AISLADORES DE PORCELANA: Cumplen la función de sujetar mecánicamente el conductor manteniéndolo aislado de tierra y otros conductores.

CHISPEROS: Vienen dispuestos a un lado de los contactos de los seccionadores, con el objetivo de que en estos chisperos se produzca el arco ocasionado por autoinducción, de esta forma no se dañe los contactos principales del seccionador debido a este arco.

7.4 INSPECCION DE TRANSFORMADORES DE CORRIENTE 'CT'

NIVEL ACEITE: Atraves de una mirilla dispuesta en la parte más del CT, se puede verificar el nivel de aceite aislante.

PÉRDIDAS DE ACEITE: se debe verificar que no exista fugas en el CT.

PORCELANA CONECTORES: Verificar que no se encuentre muy sucio o con rajaduras.

7.5 INSPECCION TRANSFORMADOR 'PT'

NIVEL ACEITE: Atraves de una mirilla dispuesta en la parte más del PT, se puede verificar el nivel de aceite aislante.

PERDIDAS: se debe verificar que no exista fugas de aceite en el PT.

PORCELANA CONECTORES: Verificar que no se encuentre muy sucio o con rajaduras.

7.6 INSPECCION DE PARARRAYOS

Es el dispositivo encargado de proteger el transformador de sobretensiones externas que surgen por descargas atmosféricas con un impulso de 1,2/50mseg o las sobretensiones por maniobra presentadas con la operación de los interruptores de potencia con un impulso de 250/2.500mseg

PORCELANA CONEXIONES: Verificar que no se encuentre muy sucio o con rajaduras.

NUMERO DE OPERACIONES: mediante un contador analógico dispuesto en cada fase se logra contabilizar el número de operaciones de cada pararrayos.

7.7 TRAMPA DE ONDA:

Las trampas de onda son dispositivos que se conectan en serie en las líneas de alta tensión. Su impedancia debe ser despreciable a la frecuencia industrial de tal forma que no perturbe la transmisión de energía, pero debe ser relativamente alta para cualquier banda de frecuencia utilizada para comunicación por portadora por lo general es de 30-500 KHz, lo cual se escoge de acuerdo con las frecuencias usadas por la compañía de servicio y con la longitud de la línea.

El mantenimiento de este equipo lo realizan los técnicos de TDE (Transportadora de Electricidad).

8. INSTRUCTIVO DE OPERACIÓN CENTRAL CORANI ARRANQUE Y PARADA

Este instructivo que se presenta fue realizado antes de la automatización, pero donde algunos puntos siguen siendo operados manualmente y otros que se anularon, pero en caso de una falla del control automatizado este instructivo nos servirá de gran ayuda.

8.1 ARRAQUE DE UNIDAD

1. Abrir llave de lubricación de la bomba de agua (6-10 gotas/minuto)
2. Arrancar bomba de agua (Relé 63 FX) con flujo de agua.
3. En caso que la planta este parada por no existir agua en las fosas, se deberá de colocar el by- pass 63FX ubicada en el armario de la maquina luego de producido en arranque se debe eliminar el by – pass.
4. Desconectar la calefacción del generador térmico 17 para maquina 1 y 18 para maquina 2 panel n^o1.
5. Abrir ventanillas de ventilación en la cubierta del estator de cada máquina.
6. Arrancar bomba de aceite del gobernador (normalmente esta siempre funcionando) desde el panel n^o1 colocando la llave selectora en posición remota y verificar si la presión del aceite del gobernador este dentro los limites de operación, 20.0 a 25 Kg/cm² en el cubical de generador, de no existir presión de aceite tendríamos bloqueo eléctrico a través de la bobina 86E.
7. Abrir válvula esférica (normalmente esta siempre abierto) desde el pupitre de control.
8. Arrancar la bomba de cojinetes AC. Desde el panel 1 colocando la llave selectora en REMOTO, en el panel n^o1 esto permite que los contactos que 38-OF (control de flujo de aceite) se mantengan abiertos impidiendo el bloqueo eléctrico y permitiendo el arranque de la maquina.
9. Colocar la llave selectora de la bomba de aceite de cojinetes de CC de la bomba de aceite en posición AUTOMATICO en el panel 1.
10. Desbloquear eléctrica y mecánicamente la llave 86M y 86E en el cubical de cada máquina.
11. Cancelar alarmas.

12. Arrancar turbina mediante la llave de arranque (EI)
13. Conectar llave de sincronización.
14. Igualar voltajes y frecuencia, mediante el regulador de voltaje y variador de velocidad.
15. Desconectar la llave de sincronización.
16. Abrir el limitador de apertura a su posición máxima.
17. Tomar carga activa y reactiva según las necesidades tomando en cuenta las tablas de cargas mínimas activas y reactivas.

8.2 PARADA UNIDAD

1. Bajar la carga activa y reactiva a cero MW y cero MVAR mediante las llaves de regulación de velocidad.
2. Abrir el interruptor principal (52).
3. Dar el mando de para la turbina.
4. Encender la calefacción del generador a través del térmico 17.

9. CONCLUSIONES

Esta pasantía me permitió ganar experiencia en mantenimiento, control y operación de maquinas en una central eléctrica también a darme cuenta que es imprescindible la electricidad, en un país en vías de desarrollo como el nuestro y mucho más aun en los países más adelantados. Por lo que los estudiantes de la carrera de electricidad, deben de capacitarse para futuros proyectos de generación de energía, pues la demanda está en crecimiento.

Respecto a esta planta hidroeléctrica puedo concluir.

- Que una central hidroeléctrica tiene un elevado rendimiento y es mucho menor el impacto ambiental que ocasiona en comparación a una termoeléctrica.
- Puedo decir que la Central Eléctrica Corani, es la designada en primer lugar en regular la frecuencia en el S.I.N., según normas operativas de A.E.(autoridad de electricidad).
- También puedo decir que pude obtener conocimiento de cómo se planifican los mantenimientos según su característica de operación, así también como el trabajo en equipo.

10. RECOMENDACIONES

A mis compañeros de carrera recomendarles que profundicen el estudio de equipos de control como son los PLC y sistemas SCADA para el control y monitoreo de maquinas, puesto que tenemos algunas deficiencias además estos equipos se están utilizando mucho

en la industria de nuestro país especialmente en los sistemas de control y automatización de procesos.

A los compañeros que realicen sus prácticas o trabajen en centrales de generación eléctrica, transmisión o distribución, deberán de tener conocimiento de Normas Operativas del S.I.N. (Sistema Interconectado Nacional) de la autoridad de electricidad, que además lo pueden adquirir en la página web del C.N.D.C. (Comité Nacional Despacho de Carga).

