



**INSTITUTO TECNOLÓGICO DE TUXTLA GUTIÉRREZ
MANTENIMIENTO MENOR A LA UNIDAD GENERADORA No.6, REGULADOR
DE TENSIÓN Y AUTOMATISMO EN LA CENTRAL HIDROELÉCTRICA MALPASO**



INSTITUTO TECNOLÓGICO DE TUXTLA GUTIÉRREZ

TRABAJO PROFESIONAL

**INFORME TÉCNICO DE RESIDENCIA PROFESIONAL:
INGENIERO ELECTRÓNICO**

**PRESENTA:
GOMEZ GÓMEZ VÍCTOR MANUEL**

**TEMA:
MANTENIMIENTO MENOR A LA UNIDAD GENERADORA No.6, REGULADOR DE TENSIÓN Y
AUTOMATISMO EN LA CENTRAL HIDROELÉCTRICA MALPASO.**

**MEDIANTE:
RESIDENCIA PROFESIONAL**

**ASESOR INTERNO:
ING. ODILIO OROZCO MAGDALENO**

**ASESOR EXTERNO:
ING. BERSAIN COELLO MOLINA**

TUXTLA GUTIÉRREZ, CHIAPAS. A 23 DE JUNIO DEL 2017.



INSTITUTO TECNOLÓGICO DE TUXTLA GUTIÉRREZ
MANTENIMIENTO MENOR A LA UNIDAD GENERADORA No.6, REGULADOR
DE TENSIÓN Y AUTOMATISMO EN LA CENTRAL HIDROELÉCTRICA MALPASO



ÍNDICE

CAPÍTULO 1: GENERALIDADES -----	5
1.1. INTRODUCCIÓN-----	5
1.2. INFORMACIÓN GENERAL DE LA EMPRESA-----	6
1.3. ÁREA ESPECÍFICA DONDE SE REALIZÓ EL PROYECTO -----	9
1.4. ANTECEDENTES-----	9
1.5. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA -----	10
1.6. NOMBRE DEL PROYECTO -----	10
1.7. OBJETIVOS GENERALES Y ESPECÍFICOS -----	10
1.8. JUSTIFICACIONES DEL PROYECTO-----	11
1.9. ALCANCES Y LIMITACIONES DEL PROYECTO-----	11
1.10. METODOLOGÍA PARA EL DESARROLLO DEL PROYECTO-----	12
CAPÍTULO 2: FUNDAMENTO TEORICO -----	13
2.1. UNIDAD GENERADORA-----	13
2.2. TIPOS DE MANTENIMIENTO.-----	13
2.3. EQUIPOS PRINCIPALES -----	14
2.4. REGULADOR DE TENSIÓN. -----	14
2.5. RECTIFICADOR CONTROLADO DE SILICIO (SCR) O TIRISTOR.-----	16
2.6. CIRCUITO RC-----	19
2.7. CROWBAR -----	20
2.8. MODULO REMOTO. -----	21
2.9. PRUEBA DE RESISTENCIA AISLAMIENTO-----	21
2.10. PRUEBA HI-POT. -----	22
CAPÍTULO 3: DESARROLLO E IMPLEMENTACIÓN DE PROYECTO. -----	23
3.1. IDENTIFICACIÓN DE LA UNIDAD GENERADORA NO. 6 DE LA C.H. MALPASO. -----	23
3.2. MANTENIMIENTO AL REGULADOR DE TENSIÓN (RAV 1111) -----	24
3.2.1. <i>PUENTE DE RECIFICACION</i> -----	24
3.2.2. <i>Mantenimiento de tiristores.</i> -----	27
3.2.3. <i>Prueba de resistencia aislamiento.</i> -----	28
3.2.4. <i>Pruebas de HI – POT de semiconductores.</i> -----	31
3.2.5. <i>MANTENIMIENTO A CIRCUITOS SUPRESORES PARA LOS SEMICONDUCTORES.</i> -	35
3.2.6. <i>Gabinete de puente de tiristores.</i> -----	36
3.2.7. <i>Crowbar y auxiliares.</i> -----	39
3.3. MANTENIMIENTO A LA INSTRUMENTACIÓN DE LA UNIDAD. -----	41
3.3.1. <i>Mantenimiento a instrumentos PA de temperatura.</i> -----	41
3.3.2. <i>Actividades de planeación en calibración de RTD.</i> -----	43
3.3.3. <i>Actividades para instrumentación crítica</i> -----	43
3.3.4. <i>Calibración en medición de temperatura RTD.</i> -----	43
3.3.5. <i>MANTENIMIENTO Y CALIBRACIÓN DE INSTRUMENTACION DE EMPERATURA AIRE</i> <i>FRIO, AIRE CALIENTE Y RTD DEL GENERADOR.</i> -----	45
3.3.6. <i>MANTENIMIENTO Y CALIBRACION DE INSTRUMENTACIÓN DE TEMPERATURA</i> <i>CHUMACERAS.</i> -----	47
3.3.7. <i>Mantenimiento a instrumentación PA de presión</i> -----	50
3.3.8. <i>Actividades de planeación en calibración de Instrumentos de presión.</i> -----	51
3.3.9. <i>Mantenimiento a instrumentos de presión.</i> -----	54
3.3.10. <i>MANTENIMIENTO A LOS MÓDULOS REMOTOS.</i> -----	55
3.4. PUESTA EN OPERACIÓN DE LA UNIDAD GENERADORA NO.6. -----	62
3.4.1. <i>PRUEBAS DE CONTROLABILIDAD.</i> -----	62
3.4.2. <i>Prueba de controlabilidad Puente de tiristores 1.</i> -----	65



INSTITUTO TECNOLÓGICO DE TUXTLA GUTIÉRREZ
MANTENIMIENTO MENOR A LA UNIDAD GENERADORA No.6, REGULADOR
DE TENSIÓN Y AUTOMATISMO EN LA CENTRAL HIDROELÉCTRICA MALPASO



3.4.3.	Prueba de controlabilidad Puente de tiristores 2 -----	65
3.4.4.	Prueba de controlabilidad Puente de tiristor 3. -----	66
3.4.5.	Prueba de controlabilidad Puente de tiristores 1,2 y 3. -----	67
OBSERVACIONES Y SUGERENCIAS -----		74
CONCLUSIONES -----		74
REFERENCIAS-----		75
ANEXOS-----		76
DEFINICIONES -----		77

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 2.1. Regulador de voltaje.	¡Error! Marcador no definido.
Figura 2.2. (a) Constitución interna del S.C.R. (b) Símbolo.	¡Error! Marcador no definido.
Figura 2.3. Estados del S.C.R. (a) Bloqueo directo e inverso. (b) Conducción.	¡Error! Marcador no definido.
Figura 2.4. Circuito equivalente del tiristor.	¡Error! Marcador no definido.
Figura 3.5. Curvas características del S.C.R.	¡Error! Marcador no definido.
Figura 3.6. Circuito RC.	¡Error! Marcador no definido.
Figura 2.7. Circuito crowbar.	¡Error! Marcador no definido.
Figura 3.1. Diagrama bloque de la Central Hidroeléctrica Malpaso.	¡Error! Marcador no definido.
Figura 3.2. Puente de rectificación.	¡Error! Marcador no definido.
Figura 3.3. Croquis del puente de tiristores.	¡Error! Marcador no definido.
Figura 3.4. Diagrama bloque de mantenimiento a puente de rectificación.	¡Error! Marcador no definido.
Figura 3.5. SCR T9G0—12403DH.	¡Error! Marcador no definido.
Figura 3.6. Prueba de resistencia aislamiento a tiristor en polarización directa.	¡Error! Marcador no definido.
Figura 3.7. Prueba de resistencia aislamiento a tiristor en polarización inversa. ...	¡Error! Marcador no definido.
Figura 3.8. Diagrama de conexión de tiristor para prueba de HI POT.	¡Error! Marcador no definido.
Figura 3.8. Tiristores antes del mantenimiento preventivo.	¡Error! Marcador no definido.
Figura 3.9. Tiristor después del mantenimiento preventivo.	¡Error! Marcador no definido.
Figura 3.10. Tiristor 1 dañado.	¡Error! Marcador no definido.
Figura 3.11. Reemplazo del tiristor 1.	¡Error! Marcador no definido.
Figura 3.12 Capacitor fuera de servicio.	¡Error! Marcador no definido.
Figura 3.12. Mantenimiento correctivo ha cableado del circuito RC.	¡Error! Marcador no definido.
Figura 3.14. Antes y después de la limpieza de reactores y gabinete del puente de tiristores.	¡Error! Marcador no definido.
Figura 3.15 prueba de resistencia aislamiento a cuna de tiristores. ..	¡Error! Marcador no definido.
Figura 3. 16 Mantenimiento preventivo a cuna de tiristores.	¡Error! Marcador no definido.
Figura 3.17. Placas y cunas de tiristores antes y después de la limpieza.	¡Error! Marcador no definido.
Figura 3.18. Mantenimiento a cuna de tiristor.	¡Error! Marcador no definido.
Figura 3.19. Circuito crowbar.	¡Error! Marcador no definido.
Figura 3.20. Limpieza de la unidad auxiliar.	¡Error! Marcador no definido.
Figura 3.21. Gabinete y barras de C.A. unidad auxiliar.	¡Error! Marcador no definido.
Figura 3.22 Instrumento de temperatura.	¡Error! Marcador no definido.



INSTITUTO TECNOLÓGICO DE TUXTLA GUTIÉRREZ
MANTENIMIENTO MENOR A LA UNIDAD GENERADORA No.6, REGULADOR
DE TENSIÓN Y AUTOMATISMO EN LA CENTRAL HIDROELÉCTRICA MALPASO



- Figura 3.23. Horno de calibración e instrumento de medición de temperatura. **¡Error! Marcador no definido.**
- Figura 3.24. Pantalla de Temperatura del Generador, instrumentos RTD. **¡Error! Marcador no definido.**
- Figura 3.25. Mantenimiento a sensores capilares aire caliente del generador. **¡Error! Marcador no definido.**
- Figura 3.26. Calibración de sensores capilares aire frio del generador. **¡Error! Marcador no definido.**
- Figura 3.27. Sistema de enfriamiento. **¡Error! Marcador no definido.**
- Fig. 3.28. Sensores capilares de temperatura Aceite chumacera guía turbina inferior. **¡Error! Marcador no definido.**
- Figura 3.29. Calibración de Sensores capilares. **¡Error! Marcador no definido.**
- Figura 3.30. Instrumento de presión. **¡Error! Marcador no definido.**
- Figura 3.31. Mantenimiento y calibración de instrumentos PA de presión. **¡Error! Marcador no definido.**
- Figura 3.32 Sistema de comunicación de módulos remotos. **¡Error! Marcador no definido.**
- Figura 3.33. Modulo remoto elevadora. **¡Error! Marcador no definido.**
- Figura 3.34. Modulo remoto obra de toma. **¡Error! Marcador no definido.**
- Figura 3.35. Modulo remoto malpaso uno. **¡Error! Marcador no definido.**
- Figura 3.36. Limpieza al módulo remoto principal. **¡Error! Marcador no definido.**
- Figura 3.37. Fijación de extractor y transformador. **¡Error! Marcador no definido.**
- Figura 3.38. Tarjetas de entradas y salidas del PLC dañadas del módulo remoto AVR. **¡Error! Marcador no definido.**
- Figura 3.40. Corte a la puerta del gabinete modulo remoto turbina. **¡Error! Marcador no definido.**
- Figura 3.41 portafusible abierto. **¡Error! Marcador no definido.**
- Figura 3.42. Barras que conectan el secundario del transformador de excitación. **¡Error! Marcador no definido.**
- Figura 3.43. Curvas en el osciloscopio. -2800 cuentas. **¡Error! Marcador no definido.**
- Figura 3.44. Luminosidad de los focos a -2800 cuentas. **¡Error! Marcador no definido.**
- Figura 3.45. Curvas en el osciloscopio. -2500 cuentas. **¡Error! Marcador no definido.**
- Figura 3.46. Luminosidad de los focos a -2500 cuentas. **¡Error! Marcador no definido.**
- Figura 3.47. Curvas en el osciloscopio. -2250 cuentas. **¡Error! Marcador no definido.**
- Figura 3.48. Luminosidad de los focos a -2250 cuentas. **¡Error! Marcador no definido.**
- Figura 3.49. Curvas en el osciloscopio. -2000 cuentas. **¡Error! Marcador no definido.**
- Figura 3.50. Luminosidad de los focos a -2000 cuentas. **¡Error! Marcador no definido.**
- Figura 3.51. Curvas en el osciloscopio. -1800 cuentas. **¡Error! Marcador no definido.**
- Figura 3.52. Luminosidad de los focos a -1800 cuentas. **¡Error! Marcador no definido.**

ÍNDICE DE TABLAS

- Tabla 3.1. Prueba de resistencia de aislamiento a los puentes de tiristores POSITIVOS. **¡Error! Marcador no definido.**
- Tabla 3.2. Prueba de resistencia de aislamiento a los puentes de tiristores NEGATIVOS. ... **¡Error! Marcador no definido.**
- Tabla 3.4. Enumeración de instrumentos RTD. **¡Error! Marcador no definido.**
- Tabla 3.5 clase de exactitud. **¡Error! Marcador no definido.**
- Tabla 3.6. Ciclos de calibración. **¡Error! Marcador no definido.**
- Tabla 3.3. Pruebas de HI-POT a los tiristores del puente positivo y puente negativo. **¡Error! Marcador no definido.**
- Tabla. 3.7. Comparativa de mediciones. **¡Error! Marcador no definido.**
- Tabla. 3.8. Comparativa de mediciones. **¡Error! Marcador no definido.**
- Tabla 3.9. Puente de tiristores 1. **¡Error! Marcador no definido.**



INSTITUTO TECNOLÓGICO DE TUXTLA GUTIÉRREZ
MANTENIMIENTO MENOR A LA UNIDAD GENERADORA No.6, REGULADOR
DE TENSIÓN Y AUTOMATISMO EN LA CENTRAL HIDROELÉCTRICA MALPASO



Tabla 3.10. Puente de tiristores 2. ¡Error! Marcador no definido.
Tabla 3.11. Puente de tiristores 3. ¡Error! Marcador no definido.
Tabla 3.12. Puente de tiristores 1,2 y 3. ¡Error! Marcador no definido.

CAPÍTULO 1: GENERALIDADES

1.1.INTRODUCCIÓN

El 27 de junio 1951 se creó la comisión del río Grijalva dependiente de la entonces Secretaría de Recursos Hidráulicos, para el estudio y desarrollo integral de la cuenca de dicho río. A partir de 1953 la Secretaría de Recursos Hidráulicos construyó los bordos de defensa marginales de los ríos; y en 1955 de acuerdo con los estudios hidrológicos, topográficos y geológicos preliminares, la comisión del Río Grijalva llegó a la conclusión de que la primera presa por construirse fuera la de Nezahualcóyotl, en la boquilla denominada “Raudales Malpaso” sobre el Río Grijalva.

La central hidroeléctrica de Raudales Malpaso Chiapas se encuentra ubicada en Tecpatán, Chiapas, México. Latitud norte: 17° 10´ y longitud oeste: 93°35, perteneciendo a una temperatura del grupo cálido tipo húmedo con abundantes lluvias en verano.

En la Comisión Federal de Electricidad se tienen diversos entes organizacionales divididos por áreas.

1. Construcción
2. Generación
3. Transmisión
4. Distribución (área comercial)

En razón de lo anterior la C.H. MALPASO pertenece al área de GENERACIÓN porque su principal proceso para generar energía eléctrica es el proceso hidrológico, es la Central hidroeléctrica de CFE (en la parte del sureste de la República Mexicana) más antigua, con datos históricos importantes que la hacen una escuela en su proceso para muchas generaciones de ingenieros y administrativos inmersos en su proceso.

Esta central cuenta con 6 unidades generadoras marca ASEA tipo SOMBRILLA cada una de ellas genera (1, 080,000 KW), tensión de generación de 15,000 V, tensión de



INSTITUTO TECNOLÓGICO DE TUXTLA GUTIÉRREZ
MANTENIMIENTO MENOR A LA UNIDAD GENERADORA No.6, REGULADOR
DE TENSIÓN Y AUTOMATISMO EN LA CENTRAL HIDROELÉCTRICA MALPASO



elevación de 400,000 V y tensión de línea de transmisión de 400 / 230 / 115 KV con una generación anual de $(2,754 \times 10^6 \text{ KWH})$. Estas unidades están divididas por dos etapas la unidad 1, 2, 3 y 4 pertenecen a la 1^{ra} etapa, la unidad 5 y 6 pertenecen a la 2^{da} etapa las cuales tienen un arreglo para pasar a condensadores síncronos que son los que absorben reactivos en las líneas de transmisión. Esta central es una de los pilotos que regulan la frecuencia del sistema eléctrico nacional.

Desde el punto de vista operativo actualmente las unidades generadoras que conforman la C.H. Malpasó presentan altas probabilidades de fallas esto debido a la región climatológica con demasiada humedad y polvo ocasionando el avanzado deterioro de sus componentes. Es por ello que se realizara el Mantenimiento menor a la Unidad Generadora No.6, regulador de tensión y Automatismo. Este proyecto tendría como beneficios directos para la C.H. Malpasó:

- A) Producción adicional de energía eléctrica limpia y sustentable.
- B) Disponibilidad del sistema y aumento de la confiabilidad.
- C) Disminución de los costos operativos.
- D) Disminución de los costos de mantenimiento.

1.2. INFORMACIÓN GENERAL DE LA EMPRESA

NOMBRE DE LA EMPRESA

Comisión Federal de Electricidad, Central Hidroeléctrica Malpasó, Chiapas.

MISIÓN

Desarrollar actividades empresariales, económicas, industriales y comerciales generando valor económico y rentabilidad para el estado mexicano, procurando el mejoramiento de la productividad con sustentabilidad, en beneficio de la población y contribuir con ello al desarrollo nacional.

VISIÓN

Ser una empresa de energía, de las mejores a nivel mundial, con presencia internacional, fortaleza financiera y reconocida por su atención al cliente, competitividad, transparencia, calidad en el servicio, capacidad de su personal, vanguardia tecnológica y aplicación de criterios de desarrollo sustentable.

OBJETIVOS



INSTITUTO TECNOLÓGICO DE TUXTLA GUTIÉRREZ
MANTENIMIENTO MENOR A LA UNIDAD GENERADORA No.6, REGULADOR
DE TENSIÓN Y AUTOMATISMO EN LA CENTRAL HIDROELÉCTRICA MALPASO



- Mantener a la CFE como la empresa del servicio público de energía eléctrica más importante a nivel nacional.
- Operar sobre las bases de los indicadores internacionales en materia de productividad, competitividad y tecnología.
- Ser reconocida por nuestros usuarios como una empresa de excelencia que se preocupa por el medio ambiente, y que está orientada al servicio al cliente.
- Elevar la productividad y optimizar los recursos para reducir los costos y aumentar la eficiencia de la empresa, así como promover la alta calificación y el desarrollo profesional de los trabajadores

POLÍTICA DE CALIDAD

Prestar el servicio de transmisión y distribución de energía eléctrica, así como la generación y comercialización de electricidad y otros servicios relacionados, que generen valor económico y rentabilidad procurando el mejoramiento de la productividad con sustentabilidad para el desarrollo nacional. Considerando los aspectos ambientales y de seguridad, y la mejora continua de la eficacia del sistema integral de Gestión, con el compromiso de:

1. Formar y desarrollar el capital humano.
2. Gestión eficiente de los riesgos.
3. Prevenir la contaminación y aprovechar de manera responsable los recursos naturales.
4. Cumplir con la legislación, reglamentación y otros requisitos aplicables.
5. Mejorar continuamente la gestión y los resultados de la comisión federal de electricidad.

HISTORIA DE LA EMPRESA

El 27 de junio 1951 se creó la comisión del río Grijalva dependiente de la entonces Secretaría de Recursos Hidráulicos, para el estudio y desarrollo integral de la cuenca de dicho río. A partir de 1953 la Secretaría de Recursos Hidráulicos construyó los bordos de defensa marginales de los ríos; y en 1955 de acuerdo con los estudios hidrológicos, topográficos y geológicos preliminares, la comisión del Río Grijalva llegó a

la conclusión de que la primera presa por construirse fuera la de Nezahualcóyotl, en la boquilla denominada “Raudales Malpaso” sobre el Rio Grijalva.

La central hidroeléctrica de Raudales Malpaso Chiapas se encuentra ubicada en Tecpatán, Chiapas, México. Latitud norte: 17° 10´ y longitud oeste: 93°35, perteneciendo a una temperatura del grupo cálido tipo húmedo con abundantes lluvias en verano.

HIDROELÉCTRICA CHIAPANECA

Al hacer referencia de los ríos de la entidad chiapaneca, se habla de dos tipos de río, los de corto trayecto que desemboca en el océano pacífico y los de largo trayecto que desembocan en el golfo de México.

los ríos de corto trayecto, constituyen la variante del océano pacífico tienen sus componentes hidrológicos de los ríos, Lagartero, Tiltepec, Pijijiapan, Arena, Sanatengo, Agua dulce, Cacaluta, Cintalapa, Vado Ancho, Despoblado, Huixtla, Huhuetán, Cacahuatán y Suchiate, este río como límite entre México y Guatemala. Estos ríos nacen en las partes de la sierra Madre de Chiapas, cruzan entre la llanura costera y desembocan en el océano pacífico.

Atreves de cada uno de estos programas se satisfacen diversas necesidades de los habitantes de las zonas rurales y suburbanas, todas dirigidas a un fin; apoyar a las acciones del sector público para elevar las condiciones de vida, mediante la prestación de servicios públicos, el incremento de la población y la generación de empleos.

INFRAESTRUCTURA ELÉCTRICA

Durante los años 1959 a 1965 en la boquilla de Raudales Malpaso comienza a construirse la primera presa hidroeléctrica (Nezahualcóyotl) de un conjunto de cuatro, lo que constituirá un macro proyecto a lo largo del río Grijalva, el que construyó el sistema hidroeléctrico de mayor envergadura en el país. para poder entender el suministro de energía eléctrica se crearon divisiones; la división sureste en la CFE, es la encargada del suministro de energía en el estado de Chiapas, y para lo cual cuenta con tres zonas de operación distribuidas en el ámbito del territorio del estado que son; la zona Tuxtla, esta proporcionada servicio a un total de 151,022 usuarios; la zona Tapachula, atiende la parte correspondiente a la costa y Soconusco, con 105, 836 consumidores, y la zona San Cristóbal , cuya sede está en la misma ciudad y cubre la demanda de las regiones de los altos y Selva, con 102,592 consumidores, según dato de CFE, en el año 1988.



INSTITUTO TECNOLÓGICO DE TUXTLA GUTIÉRREZ
MANTENIMIENTO MENOR A LA UNIDAD GENERADORA No.6, REGULADOR
DE TENSIÓN Y AUTOMATISMO EN LA CENTRAL HIDROELÉCTRICA MALPASO



La infraestructura eléctrica comienza en el año de 1983, con la creación de una nueva política de desarrollo del sureste, por medio del Plan Nacional de Desarrollo y del Plan Estatal de Desarrollo. Esta infraestructura se encarga de atender la necesidad de cada una de las regiones. Se definió una planeación que proporciona la capacidad de distribución de energía eléctrica al estado con calidad y contabilidad para cubrir las necesidades actuales y futuras de desarrollo.

Durante el periodo de 1983 a 1988 se puso en servicio la subestación de potencia Chicoasén, que respalda la infraestructura de substracción de 115,000 voltios, con la instalación de un transformador de potencia relación 400,000 a 155,000 voltios que duplicó la capacidad disponible dedicada exclusivamente al estado.

Raudales Malpaso inicia su fundación a fines de los años 50's a raíz de las obras por la construcción de la presa Netzahualcóyotl. Ya que previo a estas obras la región estaba conformada por pura zona selvática en su totalidad. Por donde corrían diversos ríos y arroyos con flora y fauna diversas y abundantes. Al iniciar las obras entre construcción se generaron asentamientos humanos que participaban en los trabajos del complejo hidráulico regionalizados en tres campamentos (Chintul, Tortuguero, y Raudales). Fue así como vivieron muchas personas de diversas partes de la república mexicana que acudieron a la región con fines laborales agrupándose según a la compañía a la que pertenecían (ICA, Coconal, Cupsa, etc.) lo que incremento la población del lugar, por lo que el comercio se hizo presente por la vía de entrada del estado vecino de Tabasco.

1.3. ÁREA ESPECÍFICA DONDE SE REALIZÓ EL PROYECTO

El presente proyecto se realizó dentro de la C.H. Malpaso, en la Unidad Generadora No. 6.

1.4. ANTECEDENTES

Diseño de un plan de mantenimiento para las unidades generadoras en rehabilitación de casa de máquinas I. Antonio José de sucre.

Electrificación del Caroní, C.A (EDELCA), filial de la Corporación Eléctrica Nacional (CORPOELEC), adscrita bajo el Poder Popular para la Energía Eléctrica, fue fundada en 1963 para desarrollar el potencial hidroeléctrico del Río Caroní y su cuenca hidrográfica, es la empresa de generación hidroeléctrica más importante que posee Venezuela aportado cerca del 70% de la producción nacional de electricidad. EDELCA opera las Centrales Hidroeléctricas Guri, Macagua y Caruachi con una capacidad instalada de 10.000, 2.930 y 1.620 megavatios, respectivamente. Se ubica en las caudalosas aguas del Río Caroní, al sur del país, posee una extensa línea de



INSTITUTO TECNOLÓGICO DE TUXTLA GUTIÉRREZ
MANTENIMIENTO MENOR A LA UNIDAD GENERADORA No.6, REGULADOR
DE TENSIÓN Y AUTOMATISMO EN LA CENTRAL HIDROELÉCTRICA MALPASO



transmisión que superan los 5.700 km., cuyo sistema a 800 mil voltios es el quinto sistema instalado en el mundo con líneas de Ultra Alta Tensión en operación.

1.5. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

La unidad Generadora No.6 de la C.H. Malpaso se localiza en el estado de Chiapas, en una región climatológica cálida húmeda.

Luego de su ultimo mantenimiento en el año 2015, la humedad, polvo, vibración y el desgaste de los diferentes sistemas y equipos que conforman la unidad generadora reducen la confiabilidad, y comienzan los riesgos por posibles puntos calientes, fallas en la instrumentación, alarmas falsas en el sistema de automatización, por falsos contactos, perdidas de vida continua y prolongada de los equipos, impactando de manera significativa en la generación de energía ocasionando la indisponibilidad de la unidad y provocando elevadas pérdidas económicas.

1.6. NOMBRE DEL PROYECTO

Mantenimiento menor a la unidad generadora No.6, regulador de tensión y automatismo en la central hidroeléctrica malpaso.

1.7. OBJETIVOS GENERALES Y ESPECÍFICOS

Objetivo general

Efectuar mantenimiento menor a la unidad generadora No. 6, regulador de tensión y automatismo, y a su equipo de Control e Instrumentación, con la finalidad de preservar y mantener en condiciones de disponibilidad, confiabilidad y operatividad de dichos equipos; De acuerdo al programa de mantenimiento definidos en el sistema SAP/R5, indicaciones de los manuales del fabricante, experiencias y observaciones realizadas mediante inspecciones o diagnósticos.

Objetivos específicos

- Verificar las condiciones iniciales del regulador de tensión y ejecutar el mantenimiento al Banco de tiristores, Protecciones (alarmas y disparos), Tarjetas, Quebradora, Excitación inicial, Fuentes de alimentación, Limpieza y apriete a los gabinetes y tablillas, Prueba de controlabilidad.

- Identificar cada uno de los componentes del regulador de velocidades y realizar limpieza y reapriete a las; tarjetas, gabinetes y tablillas, Pruebas Y calibración de transductores e Indicadores, Fuentes de alimentación, Revisión y pruebas de electro válvulas.

- procedimiento tiene por objetivo establecer los pasos a seguir en la calibración de instrumentos medidores e interruptores de Nivel.

1.8. JUSTIFICACIONES DEL PROYECTO

Hacer un mantenimiento menor a la unidad generadora No.6, regulador de tensión y automatismo, nos permite mantener y preservar los equipos en buenas condiciones, evitando daños, previniendo o reduciendo las consecuencias adversas que resultan probables durante la generación de la central hidroeléctrica malpaso.

La presencia de polvo, humedad y deterioro de equipos obliga a realizar un mantenimiento menor, así con ello tener un nivel de eficiencia en toda la productividad que proporciona el generador.

1.9. ALCANCES Y LIMITACIONES DEL PROYECTO

Alcance

Este procedimiento es de aplicación en el departamento de control e instrumentación de la central Hidroeléctrica Malpaso, perteneciente a la Subgerencia de Generación Hidroeléctrica Grijalva, y comprende a los Reguladores de Tensión, Reguladores de velocidad, Equipo de Automatización de la Central y el Equipo para la Instrumentación del proceso. Atender los requerimientos y especificaciones solicitados en las normas de CFE para los dispositivos utilizados en el mantenimiento. Además de instalación, diagramas de conexión, métodos de calibración, pruebas y puesta en operación de los detectores, para que el personal adecuado de CFE tenga un mejor entendimiento del



INSTITUTO TECNOLÓGICO DE TUXTLA GUTIÉRREZ
MANTENIMIENTO MENOR A LA UNIDAD GENERADORA No.6, REGULADOR
DE TENSIÓN Y AUTOMATISMO EN LA CENTRAL HIDROELÉCTRICA MALPASO



sistema, así pueda detectar el tipo de falla y realizar las acciones necesarias para poder corregirlas.

Limitaciones.

Debido a la complejidad del sistema los periodos de mantenimiento son variables y requieren una atención prioritaria para el ajuste final.

1.10. METODOLOGÍA PARA EL DESARROLLO DEL PROYECTO

Se realizara una recopilación de fuentes primarias de información obtenidas de la unidad donde se pretende llevar acabo el mantenimiento menor.

Teniendo identificado cada uno de los puntos de posibles riesgos de la unidad, se propone el uso de equipo y herramientas adecuados para realizar el mantenimiento.

Finalmente se realizara el mantenimiento menor al regulador de tensión, regulador de velocidades y al automatismo e instrumentación. Así evitando riesgos para el personal como infraestructura.

CAPÍTULO 2: FUNDAMENTO TEORICO

2.1. Unidad generadora

Se puede definir como una unidad generadora, el conjunto de subsistemas conectados o asociados en una configuración para generar energía eléctrica. Los subsistemas y componentes principales que la conforman son: las compuertas de toma, turbina hidráulica, generador, regulador de tensión, regulador de velocidades, automatismo, instrumentación, la barra de la fase aislada y el transformador de potencia.

2.2. Tipos de mantenimiento.

Mantenimiento correctivo:

Se denomina mantenimiento correctivo, aquel que corrige los defectos observados en los equipamientos o instalaciones, es la forma más básica de mantenimiento y consiste en localizar averías o defectos y corregirlos o repararlos. Históricamente es el primer concepto de mantenimiento y el único hasta la Primera Guerra Mundial, dada la simplicidad de las máquinas, equipamientos e instalaciones de la época. El mantenimiento era sinónimo de reparar aquello que estaba averiado.

Mantenimiento predictivo:

Está basado en la determinación de la condición técnica del equipo en operación. El concepto se basa en que las máquinas darán un tipo de aviso antes de que fallen y este mantenimiento trata de percibir los síntomas para después tomar acciones y decisiones de reparación o cambio antes de que ocurra una falla.

Se realiza antes que ocurra una falla o avería, con la finalidad de mantener los equipos trabajando y para reducir las posibilidades de ocurrencias o fallas. Consiste en la revisión periódica de ciertos aspectos, de los componentes de un equipo, que influyen en el desempeño fiable del sistema y en la integridad de su infraestructura.

Esta modalidad de mantenimiento se ocupa en la determinación de las condiciones operativas de durabilidad y confiabilidad de un equipo. Su primer objetivo es evitar o

mitigar las consecuencias de las fallas del equipo, logrando prevenir las incidencias antes de que estas ocurran. Las tareas incluyen acciones como revisiones del mecanismo, limpieza e incluso cambios de piezas desgastadas evitando fallas antes de que estas ocurran.

El mantenimiento predictivo es una técnica para pronosticar el punto futuro de falla de un componente de una máquina, de tal forma que dicho componente pueda ser reemplazado, con base en un plan, justo antes de que falle. Así, el tiempo muerto del equipo se minimiza y el tiempo de vida del componente se maximiza.

Mantenimiento preventivo:

Después de la Primera Guerra Mundial se planteó que el mantenimiento no solo tenía que corregir las averías, sino que tenía que adelantarse a ellas garantizando el correcto funcionamiento de las máquinas, evitando el retraso producido por las averías y sus consecuencias, dando lugar a lo que se denominó mantenimiento preventivo que es el que se hace, previamente a que el equipo entre en funcionamiento, en evicción de posteriores averías, garantizando un periodo de uso fiable.

2.3. Equipos principales

Son aquellos equipos que conforman la unidad generadora intervienen directamente en el proceso de producir la energía eléctrica y que por sus dimensiones, robustez, contribución al proceso de generación y criticidad, son considerados como principales.

2.4. Regulador de tensión.

Un regulador de tensión (a veces tratado como regulador de voltaje) es un dispositivo electrónico diseñado con el objetivo de proteger aparatos eléctricos y electrónicos delicados de variaciones de diferencia de potencia (tensión/ voltaje), descarga eléctrica y ruido existente en la corriente alterna de la distribución eléctrica.

Los reguladores de tensión están presentes en las fuentes de alimentación de corriente continua regulares, cuya misión es la de proporcionar una tensión constante a su salida. Un regulador de tensión eleva o disminuye la corriente para que el voltaje sea estable, es decir, para que el flujo de voltaje llegue a un aparato sin irregularidades.

Esto regularmente se le denomina como “supresor de picos”. Un regulador de voltaje puede o no incluir un supresor de picos. La tensión que llega a las tomas de corriente no es adecuada, en general para alimentar los aparatos electrónicos, ya que es una tensión cuyo valor y sentido de circulación cambia periódicamente. La mayoría de los

circuitos electrónicos necesitan una tensión de menor amplitud y valor continuo en el tiempo.

Lo primero que se hace es reducir esta tensión con un transformador, después se rectifica para que circule en un solo sentido, y luego se añade un filtro que absorberá las variaciones de tensión; todos estos bloques componen la fuente de alimentación regulada básica, para circuitos más sensibles o para una alimentación de mayor calidad, se hace necesaria la inserción en la fuente de alimentación llamado bloque de regulador de tensión, el cual va a proporcionar una tensión constante, además de disminuir el pequeño rizado que queda en la tensión tras pasar por el filtro.

El regulador de voltaje de corriente alterna es aquel elemento que controla la excitación del alternador. Lo que hace mediante él envió de más o menos tensión a la bobina inductora de la unidad de excitación del generador.

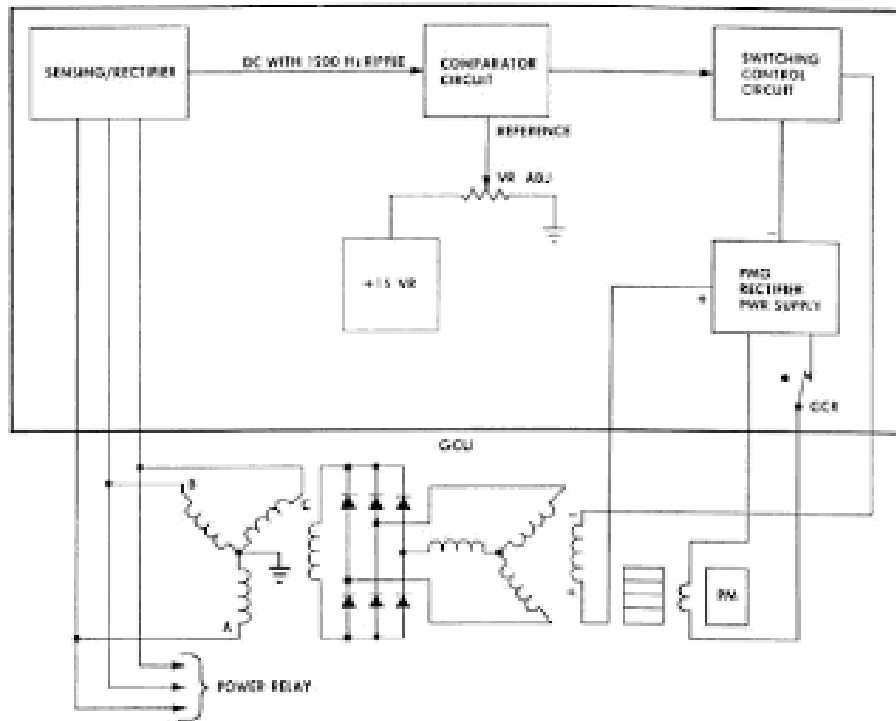


Figura 2.1. Regulador de voltaje.

El circuito corresponde al regulador de voltaje de corriente alterna está actualmente transistorizado y su operación es totalmente estética. Su misión es proporcionar y regular la excitación del generador de AC.

Cuando empieza a girar el motor, en su caso el alternador, el imán permanente (PM) comienza a excitar el devanado trifásico y a través de los rectificadores produce el campo para devanado propiamente dicho de generación de corriente alterna. Esta tensión es sentida en el sensor/rectificador y compara dentro del regulador, esta señal es enviada a la unidad de potencia de excitación para ser enviada a la bobina del campo excitador según las necesidades de la carga. Este regulador actualmente forma parte de la GCU (Unidad de Control del Generador).

2.5. Rectificador controlado de silicio (SCR) o Tiristor.

La aparición del tiristor, o más concretamente rectificador controlado de silicio S.C.R., ha materializado un cambio decisivo tanto en la concepción como en la realización de inversores y convertidores de potencia eléctrica.

Desde el punto de vista de utilización el, S.C.R. vino inicialmente a sustituir al tiratrón en los circuitos empleados en la electrónica industrial; en este sentido, puede decirse que, como componente activo de los circuitos electrónicos, el S.C.R. represento un gran adelanto respecto a aquel.

Si bien ambos componentes son semejantes en cuanto a su forma de actuar, no lo son en sus características eléctricas, en las que resulta muy superior el S.C.R. ni en sus características mecánicas, donde el peso, volumen y robustez no admiten competencia.

El S.C.R. está constituido por cuatro capas de silicio dopadas alternativamente con impurezas de tipo P y tipo N, como se indica en la figura 2.2a, estando su símbolo representado en la figura 2.2b.

La región terminal P_2 es el ánodo (A) y la otra región terminal N_1 el cátodo (K). La puerta (G) se sitúa en la zona P_1 .

Las situaciones o estados en los que puede encontrar el S.C.R. vienen determinados por la polarización a la que esté sometido y, como su nombre lo indica (controlador), mediante una señal exterior se le puede cambiar de uno a otro.

Con polarización inversa (a negativo respecto a K) las uniones U_1 y U_2 quedan polarizadas inversamente: la corriente a través del dispositivo será debida a portadores minoritarios, siendo muy pequeña y pudiéndose considerar casi nula para cualquier valor de la de la tensión de polarización menor que la máxima inversa aplicable V_{BOR} , a la que se produce la ruptura por avalancha. Con posibilidad de destrucción del componente. El S.C.R. se comporta como un circuito abierto Figura 4.2 y se dice que está en estado de bloqueo inverso.

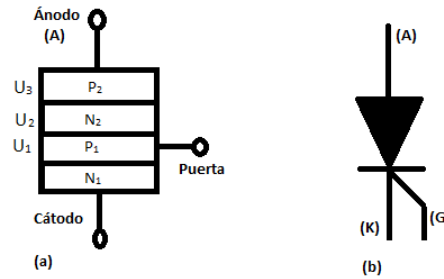


Figura 2.2. (a) Constitución interna del S.C.R. (b) Símbolo.

Con polarización directa ($V_A > V_K$) solamente la unión U_z queda polarizada inversamente, por lo que la única corriente que circula por el dispositivo es la inversa de saturación correspondiente y, también, muy pequeña hasta un valor de polarización V_{BO} llamado de avalancha, ruptura o de cebado, en el que la corriente a través del dispositivo crece de forma abrupta, no siendo recomendable establecer dicha conducción por este método. Hasta dicho valor V_{BO} , el S.C.R. sigue comportándose como un circuito abierto (figura 2.3a), pero ahora se encuentra en el llamado estado de bloqueo directo. Si con polarización directa se introduce una corriente en la puerta (G) que contribuya a aumentar el tipo de portadores que predominan en esa zona (siendo P_1 : la corriente será positiva), se conseguirá que, por efecto de la difusión, aumente también el número de portadores mayoritarios que constituirán una corriente de elevado valor que cebará el S.C.R., siendo ésta limitada exclusivamente por la impedancia exterior al dispositivo. El S.C.R. se encuentra ahora en estado de conducción y se comporta casi como un cortocircuito (Fig, 2.3b) siendo la tensión V_{AK} entre sus extremos muy pequeña (≈ 1 V para tiristores de media-baja potencia) y denominada V_T .

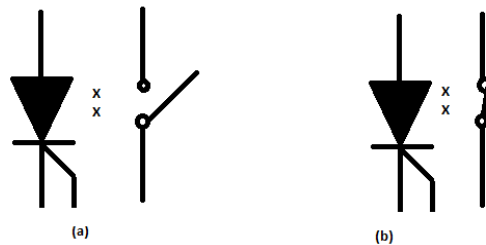


Figura 2.3. Estados del S.C.R. (a) Bloqueo directo e inverso. (b) Conducción.

En la Figura 2.4, se hace otra representación equivalente del S.C.R. en la que éste se ha desdoblado en dos partes desplazadas físicamente, pero que permanecen eléctricamente conectadas. Este desdoblamiento se ha hecho con la intención de que el dispositivo pueda considerarse como dos transistores en oposición (un PNP y un NPN), siendo las regiones N_2 y P_1 bases y colectores, a la vez y respectivamente, de ambos transistores.

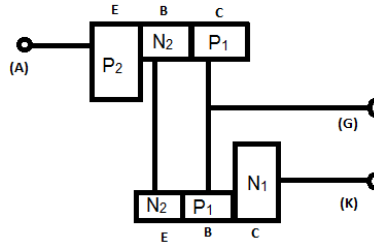


Figura 2.4. Circuito equivalente del tiristor.

Al polarizar el ánodo positivamente respecto al cátodo, se inyectan electrones y huecos en sus extremos; estos portadores se difunden, respectivamente, a través de las uniones N_1-P_1 y P_2-N_2 , realimentándose en el bucle interno de ambos transistores. Mientras dicha polarización permanezca dentro de ciertos límites, la cantidad de portadores se mantiene estable y de valores pequeños, Cuando la tensión ánodo-cátodo aumenta hasta un valor crítico V_{BO} , se generan tal cantidad de portadores que, por efecto de la realimentación y los factores de amplificación de los transistores, el tiristor pasa al estado de conducción, Esta forma de establecer la conducción (cebado) es desaconsejable en la mayoría de los casos, ya que el elemento no ha sido diseñado para soportar esa corriente inversa de fugas. Supongamos que se aplica al S.C.R. una tensión entre ánodo y cátodo V_{B1} menor que V_{Bo} (figura 2.5), entonces el tiristor permanecerá bloqueado y puede cambiar a conducción aplicando a la puerta una corriente de disparo I_{G1} . Aplicando una tensión V_{B2} menor que V_{B1} se requerirá una corriente I_{G2} mayor que I_{G1} para cebar al componente.

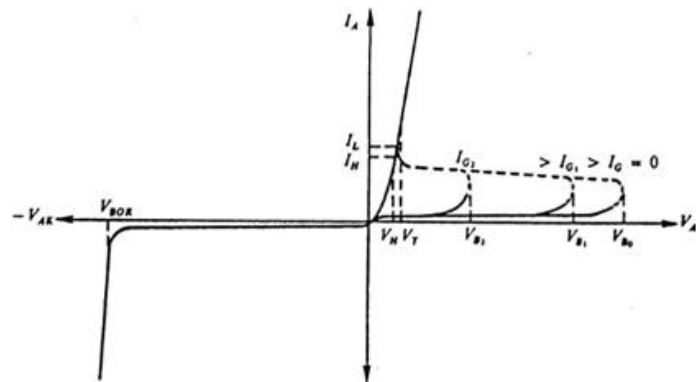


Figura 3.5. Curvas características del S.C.R.

Una vez cebado, la puerta pierde el control sobre el estado del S.CR. Hasta tal punto que es posible desconectarla sin que cambie de estado. El paso al estado de bloqueo se conseguirá únicamente cuando la tensión ánodo- cátodo disminuya por debajo de un valor de mantenimiento (V_H), tal que la corriente de ánodo alcance un nivel inferior a I_H (llamada también de mantenimiento), el 1 el que el S.CR. Se bloquea y la puerta vuelve a asumir el control del cebado. Se debe advertir que, aun cebado el tiristor, si la

corriente de ánodo, determinada por el circuito exterior. es inferior a un valor I_L llamado «corriente de enganche» y desaparece la corriente de puerta; el componente vuelve al estado de bloqueo. Dicho valor I_L es ligeramente mayor que I_H . Entre la información que ofrecen los fabricantes en sus hojas de datos podemos destacar.

V_{DRM}/V_{RRM} máx.: Voltaje de pico (ánodo-cátodo) directo/inverso repetitivo, al cual el fabricante garantiza que no hay conmutación con la puerta desconectada.

V_D/V_R máx.: Similar al anterior pero en c.c.

V_T : Tensión ánodo-cátodo en estado de conducción.

V_{GT} : Tensión puerta-cátodo de disparo para una V_D determinada.

V_{GD} : Tensión de puerta que no provoca el disparo para V_{DRM} máx. a una temperatura determinada.

V_{RGM} : Voltaje inverso de puerta máximo permitido.

$I_T (AV)$ máx.: Intensidad directa media para unas condiciones de frecuencia y temperatura.

I_{TSM} máx. Corriente de pico no repetitivo.

I_H : Corriente de mantenimiento para una determinada temperatura.

I_{GT} : Corriente de puerta de disparo para un voltaje determinado.

$P_G (AV)$: Potencia media disipada por la puerta.

P_{GM} : Potencia de disipación de pico por la puerta.

2.6. Circuito RC

Un **circuito RC** es un circuito compuesto de resistencias y condensadores alimentados por una fuente eléctrica. Un circuito RC de primer orden está compuesto de un resistor y un condensador y es la forma más simple de un circuito RC. Los circuitos RC pueden usarse para filtrar una señal, al bloquear ciertas frecuencias y dejar pasar otras. Los filtros RC más comunes son el filtro paso alto, filtro paso bajo, filtro paso banda, y el filtro elimina banda. Entre las características de los circuitos RC está la propiedad de ser sistemas lineales e invariantes en el tiempo; reciben el nombre de filtros debido a que son capaces de filtrar señales eléctricas de acuerdo a su frecuencia.

En la configuración de paso bajo la señal de salida del circuito se coge en bornes del condensador, estando éste conectado en serie con la resistencia. En cambio en la configuración de paso alto la tensión de salida es la caída de tensión en la resistencia.

Este mismo circuito tiene además una utilidad de regulación de tensión, y en tal caso se encuentran configuraciones en paralelo de ambos, la resistencia y el condensador, o alternativamente, como limitador de subidas y bajas bruscas de tensión con una

configuración de ambos componentes en serie. Un ejemplo de esto es el circuito Snubber.

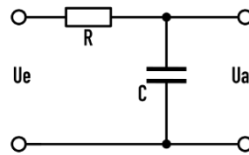


Figura 3.6. Circuito RC.

El sistema reaccionará de distinta manera de acuerdo a las excitaciones entrantes, como ejemplo, podemos representar la respuesta a la función escalón o la función de salto. La tensión originalmente desde el tiempo 0 subirá hasta que tenga la misma que la fuente, es decir. La corriente entrará en el condensador hasta que entre las placas ya no puedan almacenar más carga por estar en equilibrio electrostático (es decir que tengan la misma tensión que la fuente). De esta forma una placa quedará con carga positiva y la otra con carga negativa, pues esta última tendrá un exceso de electrones.

El tiempo de carga del circuito es proporcional a la magnitud de la resistencia eléctrica R y la capacidad C del condensador. El producto de la resistencia por la capacidad se llama **constante de tiempo del circuito** y tiene un papel muy importante en el comportamiento de este.

Teóricamente este proceso es infinitamente largo, hasta que $U(t) = U_{max}$. En la práctica se considera que el tiempo de carga t_L se mide cuando el condensador se encuentra aproximadamente en la tensión a cargar (más del 99% de ésta), es decir, aproximadamente 5 veces su constante de tiempo.

La constante de tiempo τ marca el tiempo en el que la curva tangente en el inicio de la carga marca en intersección con la línea de máxima tensión la constante de tiempo τ . Este tiempo sería el tiempo en el que el condensador alcanzaría su tensión máxima si es que la corriente entrante fuera constante. En la realidad, la corriente con una fuente de tensión constante tendrá un carácter exponencial, igual que la tensión en el condensador.

La máxima corriente fluye cuando el tiempo es inicial (es decir $t=0$). Esto es debido que el condensador está descargado, y la corriente que fluye se calcula fácilmente a través de la ley de Ohm, con:

2.7. CROWBAR

Una **protección crowbar** o **circuito crowbar** es un circuito eléctrico usado para prevenir una condición de sobrevoltaje de una fuente de alimentación que podría dañar

el circuito conectado a ésta. Esta protección opera colocando un cortocircuito a través de la fuente de voltaje, como si uno lanzara una llave del mismo nombre a través de los terminales de salida de la fuente de alimentación. Los circuitos crowbar son frecuentemente implementados usando un tiristor (también llamado *SCR*) como dispositivo de cortocircuito. Una vez disparados, ellos dependen del circuito limitador de corriente de la fuente de alimentación, o si esto falla, de que se funda el fusible.

La ventaja del circuito crowbar sobre la del de enclavamiento es que al mantener el voltaje bajo le permite manejar corrientes de falla más altas sin disipar demasiada potencia, que de otra forma causaría sobrecalentamientos.

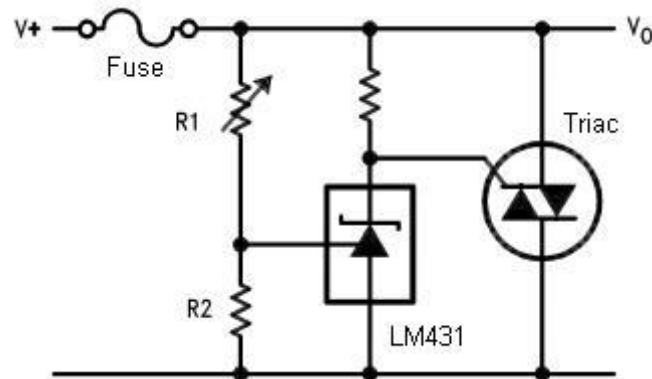


Figura 2.7. Circuito crowbar.

2.8. Módulo remoto.

Un **módulo remoto** es un chequeo ejecutado por el servidor de Pandora contra una máquina remota que no tiene un agente software instalado. Al ejecutar estos módulos, el servidor realiza una petición remota y recoge el resultado como la información a monitorizar.

2.9. Prueba de resistencia aislamiento

La prueba de resistencia de aislamiento se realiza al tiristor que respeta unas características de aislamiento para permitir su funcionamiento con toda seguridad. Ya sea a nivel de los cables de conexión, dispositivos de seccionamiento y protección, el



INSTITUTO TECNOLÓGICO DE TUXTLA GUTIÉRREZ
MANTENIMIENTO MENOR A LA UNIDAD GENERADORA No.6, REGULADOR
DE TENSIÓN Y AUTOMATISMO EN LA CENTRAL HIDROELÉCTRICA MALPASO



aislamiento de los conductores se lleva a cabo mediante materiales que presentan una fuerte resistencia eléctrica para limitar al máximo la circulación de corriente fuera de los conductores.

La calidad de estos aislamientos se ve alterada al cabo de los años por las existencias a la que se someten los equipos. Esta alteración provoca una reducción de la resistividad eléctrica de los aislantes que a su vez da lugar a un aumento de las corrientes de fuga que pueden provocar incidentes cuya gravedad puede tener consecuencias serias tanto la seguridad de las personas y bienes como en los costes por para de producción.

2.10. Prueba HI-POT.

La prueba de HI-POT verifica el aislamiento de un producto eléctrico para que sea capaz de proteger al usuario de un shock eléctrico y asegura la seguridad y confiabilidad en accesorios terminados como cables, circuitos y motores. Durante esta prueba, una extremada carga de alto voltaje es aplicada, (dicha carga es mucha más alta que la carga de una operación normal) entre los conductores y su aislamiento.

CAPÍTULO 3: DESARROLLO E IMPLEMENTACIÓN DE PROYECTO.

3.1. Identificación de la unidad generadora No. 6 de la C.H. Malpaso.

La C.H. Malpaso cuenta con seis unidades generadoras de fabricación sueca instalados 4 en la primera etapa y 2 en la segunda etapa; por lo que se cuenta con una capacidad instalada de 1, 080,000 KW. Cada unidad generadora, se conforma por un generador, turbina, transformador elevadora, módulos remotos, regulador de tensión, regulador de velocidades, automatismo e instrumentación; en la Fig.3.1, se muestran los componentes de la unidad generadora número 6.

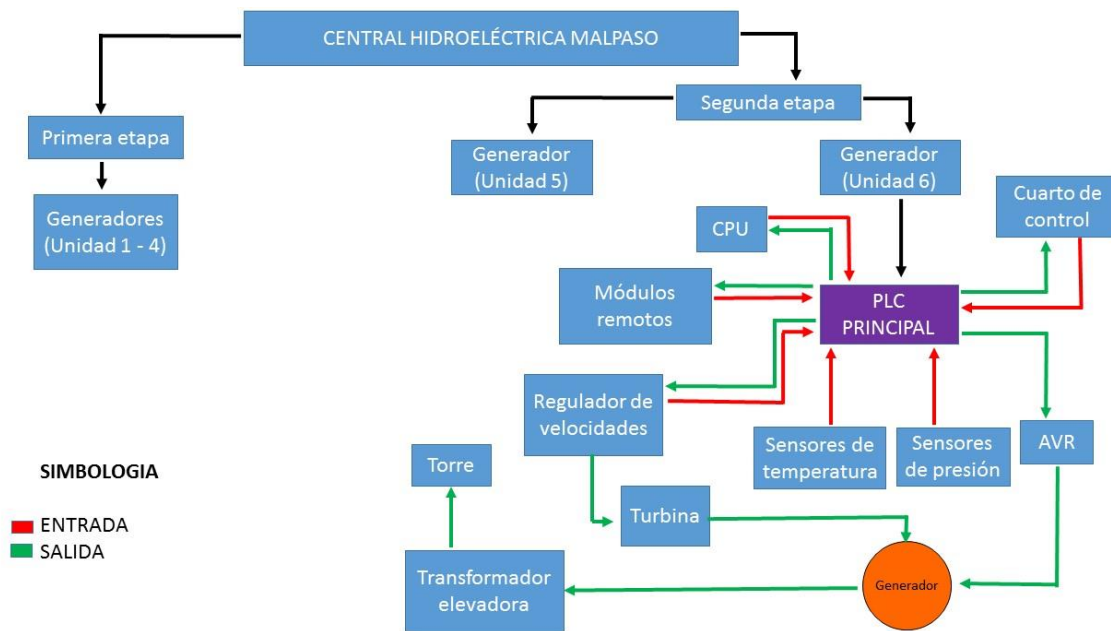


Figura 3.1. Diagrama bloque de la Central Hidroeléctrica Malpaso.

Mi proyecto de Residencia consistió en darle mantenimiento menor a la unidad generadora número 6, que consistió en los siguientes 3 tipos de mantenimientos:

1. Mantenimiento preventivo
2. Mantenimiento predictivo
3. Mantenimiento correctivo

Los subsistemas y componentes principales del mantenimiento son:

1. Regulador de tensión (AVR).
 - Puentes de rectificación o puente de tiristores.
 - Crowbar y auxiliares.
2. Mantenimiento a la instrumentación.
 - Instrumentos PA de presión.
 - Instrumentos PA de temperatura.
 - Sistema de enfriamiento del generador.
3. Módulos remotos.
 - AVR
 - Turbina
 - Central.
 - CPU
 - Generador.
 - Obra de toma
 - Malpaso 1
 - Elevadora.

3.2. MANTENIMIENTO AL REGULADOR DE TENSIÓN (RAV 1111)

El sistema consta básicamente de un transformador de excitación que se conecta en derivación a la salida del generador, un gabinete que contiene la electrónica de regulación, el convertidor de potencia y los dispositivos auxiliares de medición de transformador de potencia (TP's) y transformador de corriente (TC's), así como la lógica remota de control.

Se realiza mantenimiento a:

- a) Puentes de rectificación.
- b) Gabinete de puente de tiristores.
- c) Crowbar y auxiliares.

3.2.1. PUENTE DE RECIFICACION

El puente de rectificación o puente de tiristores, se divide en 2, puente del lado positivo (+) y puente del lado negativo (-), cada lado cuenta con 3 puentes enumerados de forma vertical de arriba - abajo, cada puente tiene 6 tiristores enumerados de forma horizontal de izquierda a derecha de arriba abajo.

Cada tiristor SCR's que compone el puente rectificador viene protegido por un circuito RC (circuito snubber montado en paralelo en cada SCR) el cual sirve para suprimir los

picos de voltaje dv/dt que se presentan en el momento del bloqueo propio del tiristor o durante los transitorios inductivos en la red. Haciendo un total de 36 circuitos RC.

Cada tiristor cuenta con dos fusibles de operación ultrarrápida para protección propia del tiristor contra corto circuito, en total el puente de tiristores tiene 72 fusibles ultrarrápidos. En caso de destrucción de un fusible, un circuito de detección de fusible abierto permite sacar de operación al puente correspondiente.

Cada puente rectificador cuenta con un seccionador que está conectado directamente en las barras de C.A y C.D. y permite aislar fácilmente un puente de rectificación fallado sin afectar el funcionamiento del resto del equipo. En la figura 3.2, se muestra el puente de rectificación del lado positivo.

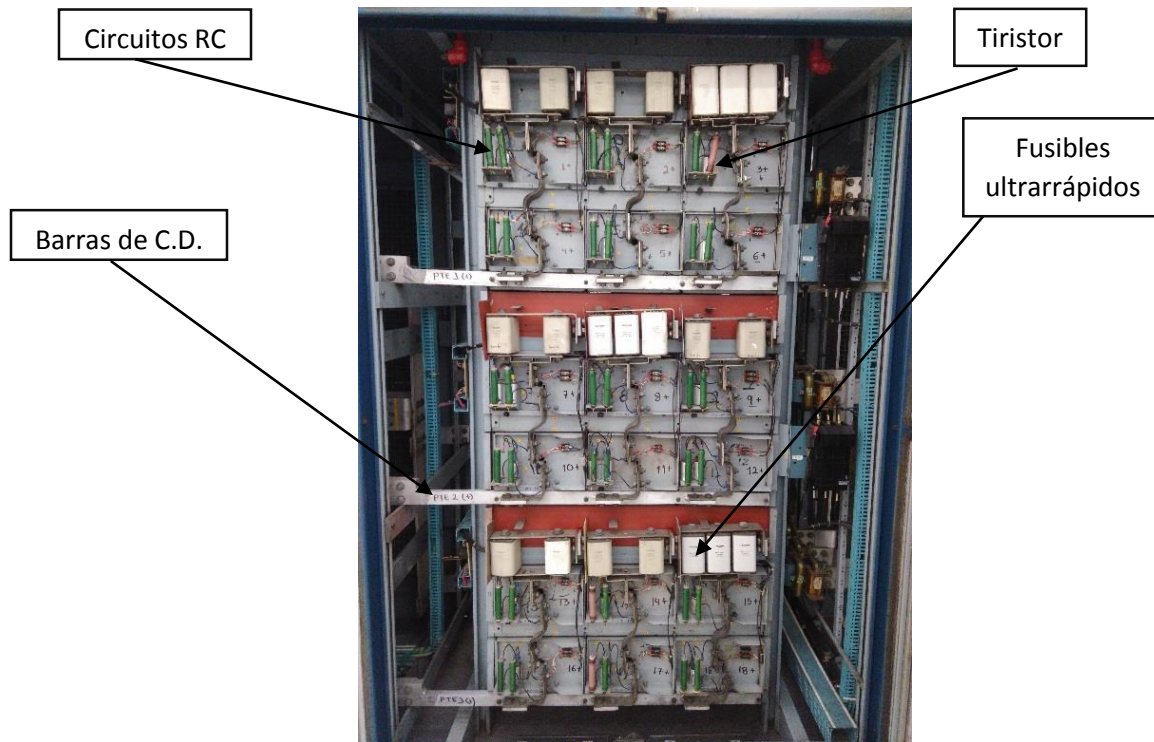


Figura 3.2. Puente de rectificación

En la siguiente figura 3.3, podemos observar el croquis del puente de tiristores. Del regulador de tensión.

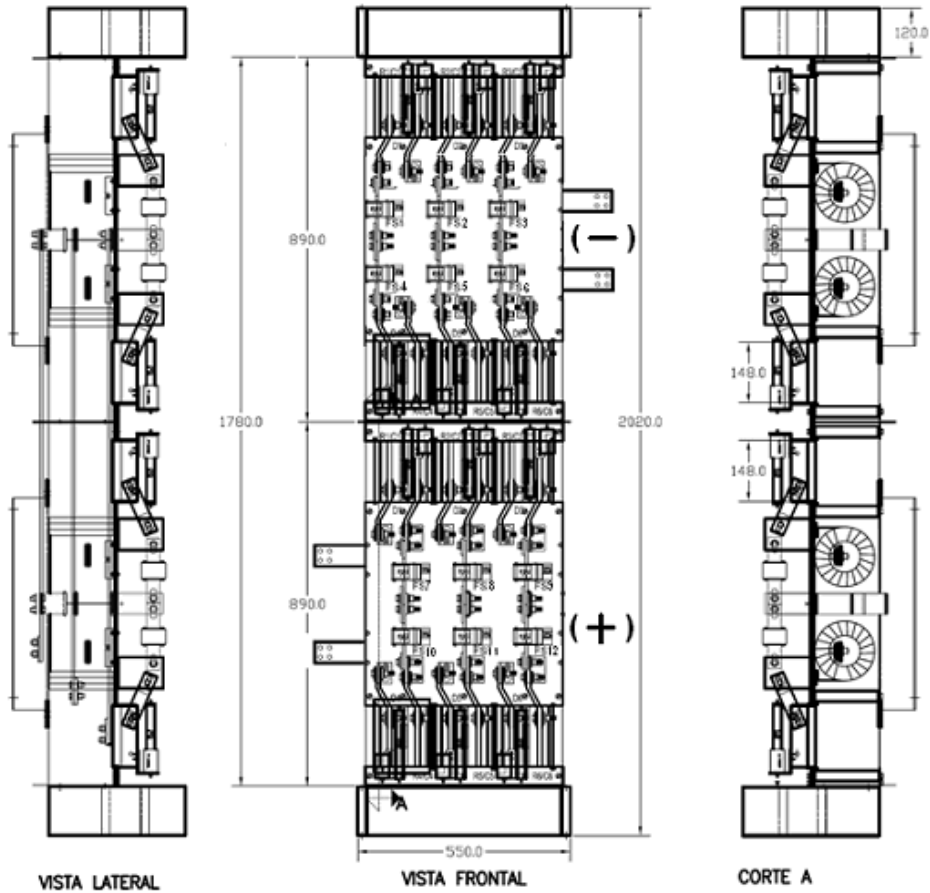


Figura 3.3. Croquis del puente de tiristores.

Mantenimiento a los componentes y partes principales del puente de tiristores:

- Tiristores SCR's
- circuitos supresores para los semiconductores.
- fusibles.
- Gabinete de puente de tiristores.

En la figura 3.4. Se muestra el tipo de mantenimiento que se ejecuta de acuerdo a las pruebas realizadas.

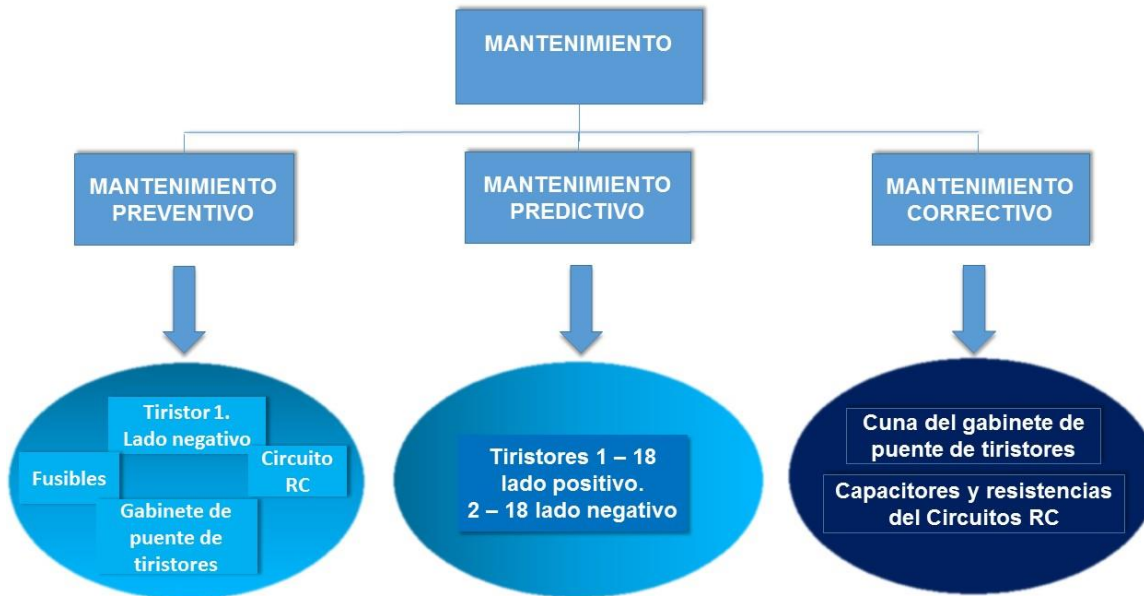


Figura 3.4. Diagrama bloque de mantenimiento a puente de rectificación.

3.2.2. Mantenimiento de tiristores.

El tiristor utilizado en el puente de rectificación son SCR'S T9G0—12403DH, es un rectificador controlado de ciclo formado por cuatro capas de material semiconductor con estructura PNP o bien NPN, tiene un voltaje de 400 – 800 V, corriente 2400 A, a 75 °C.

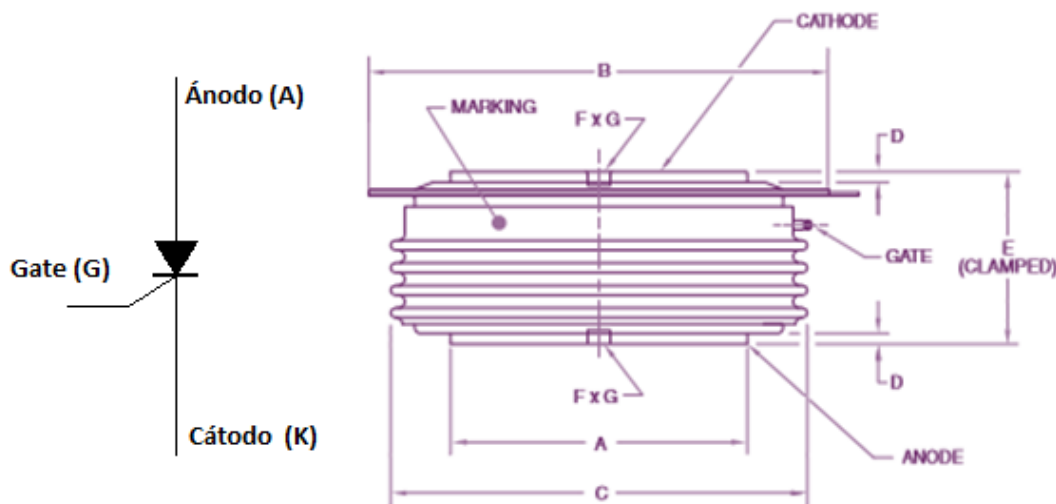


Figura 3.5. SCR T9G0—12403DH.

Para comprobar el tipo de mantenimiento a los tiristores es necesario hacer pruebas de resistencia de aislamiento, pruebas de HI – POT de semiconductores y pruebas de conducción.

3.2.3. Prueba de resistencia aislamiento.

La prueba se realiza con el instrumento de medición megóhmetro marca Megger MIT1020/2 a un voltaje de 500 VCD, con tiempos de 15 segundos (s), 30 s, 45 s, 60 s, 120 s, 180 s, obteniendo valores de resistividad en (**MΩ**).

La prueba se realiza de la siguiente manera:

En polarización directa se conecta el cable positivo (+) color rojo al ánodo y el negativo (+) color negro al cátodo como se muestra en la figura 3.3.

Polarización inversa se conecta el cable (+) al cátodo y el cable (-) al ánodo como se muestra en la figura 3.4.

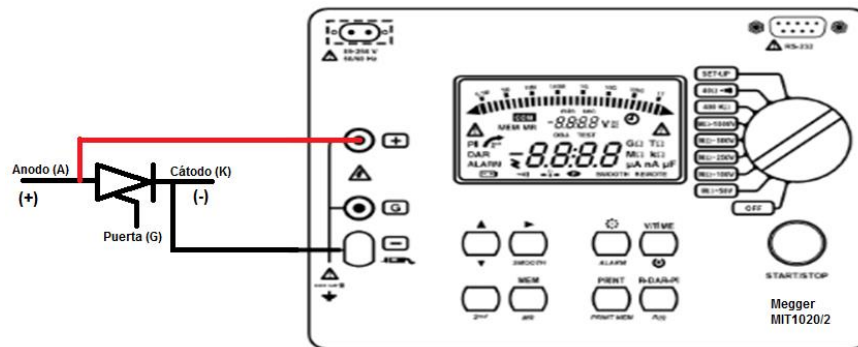


Figura 3.6. Prueba de resistencia aislamiento a tiristor en polarización directa.

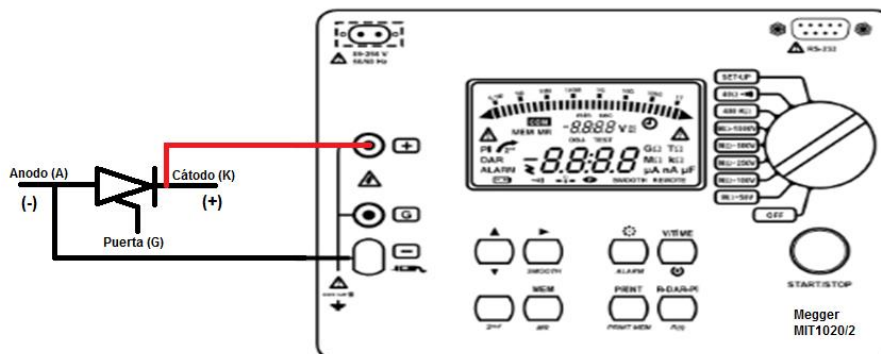


Figura 3.7. Prueba de resistencia aislamiento a tiristor en polarización inversa.

En las siguientes tablas se muestra las pruebas reales de resistencia de aislamiento a los tiristores. En la tabla 3.1, se muestra la prueba de resistencia de aislamiento a los tiristores de los puentes POSITIVOS. En la tabla 3.2, se muestra la prueba de resistencia aislamiento de los puentes NEGATIVOS.

Tabla 3.1. Prueba de resistencia de aislamiento a los puentes de tiristores POSITIVOS.

Prueba de Resistencia de Aislamiento

UNIDAD: 6 **FECHA:** 13/02/2017 **MANTTO:** 4 **LIB LOC:** **LIB SIST:**
 1.- MANTTO. PREVENTIVO, 2.- MANTTO. CORRECTIVO, 3.- MANTTO. RUTINARIO, 4.- MANTTO. MENOR, 5.- MANTTO. MAYOR.

EQUIPO DE PRUEBA: MIT 1020/2 **VIGENCIA DE CALIBRACIÓN:** 2017 -03- 07

MARCA: MEGGER **No. SERIE:** 1809 **VOLTAJE DE PRUEBA:** 500 VCD

Prueba de Resistencia de Aislamiento de tiristores

PUENTE 1 (POSITIVO)

TIRISTOR (M Ω)												
	SCR 1		SCR 2		SCR 3		SCR 4		SCR 5		SCR 6	
Tiempo	A-K	K-A	A-K	K-A	A-K	K-A	A-K	K-A	A-K	K-A	A-K	K-A
15 S	223	493	223	-----	221	282	199	341	242	373	199	229
30 S	223	492	222	393	221	283	199	341	243	380	199	229
45 S	223	493	222	394	221	283	198	341	245	384	199	229
60 S	223	493	222	393	221	283	198	341	245	389	198	227

PUENTE 2 (POSITIVO)

TIRISTOR (M Ω)												
	SCR 7		SCR 8		SCR 9		SCR 10		SCR 11		SCR 12	
Tiempo	A-K	K-A	A-K	K-A	A-K	K-A	A-K	K-A	A-K	K-A	A-K	K-A
15 S	216	172	162	115	301	340	135	63.6	238	508	253	306
30 S	215	170	160	113	301	354	135	63.4	239	508	255	308
45 S	215	169	159	110	302	361	135	63.4	238	508	256	309
60 S	215	168	158	109	302	367	135	63.3	239	507	256	309

PUENTE 3 (POSITIVO)

TIRISTOR (M Ω)												
	SCR 13		SCR 14		SCR 15		SCR 16		SCR 17		SCR 18	
Tiempo	A-K	K-A	A-K	K-A	A-K	K-A	A-K	K-A	A-K	K-A	A-K	K-A
15 S	240	427	88.5	20.2	113	84.3	137	215	166	107	63.1	66.3
30 S	241	431	88.5	20.3	113	84.4	140	220	166	107	63.6	66.6
45 S	241	434	87.5	20.3	113	84.5	140	224	166	107	64.0	67
60 S	241	435	86.5	20.4	113	84.5	139	230	166	107	64.1	67.1

Observaciones: El tiristor N- 10 k-A, tiende a bajar su impedancia en un intervalo de tiempo, el tiristor N-18 se encuentra con la impedancia baja en ambas pruebas A-K y K-A..

Tabla 3.2. Prueba de resistencia de aislamiento a los puentes de tiristores NEGATIVOS.

Prueba de Resistencia de Aislamiento

UNIDAD: 6 **FECHA:** 13/02/2017 **MANTTO:** 4 **LIB LOC:** **LIB SIST:**
 1.- MANTTO. PREVENTIVO, 2.- MANTTO. CORRECTIVO, 3.- MANTTO. RUTINARIO, 4.- MANTTO. MENOR, 5.- MANTTO. MAYOR.

EQUIPO DE PRUEBA: MIT 1020/2 **VIGENCIA DE CALIBRACIÓN:** 2016-09-07

MARCA: MEGGER **No. SERIE:** 1809 **VOLTAJE DE PRUEBA:** 500 VCD

Prueba de Resistencia de Aislamiento de tiristores

PUENTE 1 (NEGATIVO)

TIRISTOR (M Ω)												
Tiempo	SCR 1		SCR 2		SCR 3		SCR 4		SCR 5		SCR 6	
	A-K	K-A	A-K	K-A	A-K	K-A	A-K	K-A	A-K	K-A	A-K	K-A
15 S	104	----	211	169	273	480	250	106	165	147	209	291
30 S	104	16.9	210	168	273	480	247	106	162	147	209	292
45 S	103	16.9	210	168	273	480	246	106	160	147	209	291
60 S	103	16.9	210	167	273	481	245	106	158	146	209	291

PUENTE 2 (NEGATIVO)

TIRISTOR (M Ω)												
Tiempo	SCR 7		SCR 8		SCR 9		SCR 10		SCR 11		SCR 12	
	A-K	K-A	A-K	K-A	A-K	K-A	A-K	K-A	A-K	K-A	A-K	K-A
15 S	237	494	238	314	244	142	219	310	155	255	84.5	69.7
30 S	237	494	238	314	245	142	219	310	156	253	84.4	69.7
45 S	237	494	238	314	245	142	219	310	156	253	84.4	69.6
60 S	237	495	238	314	244	142	219	310	156	253	84.4	69.6

PUENTE 3 (NEGATIVO)

TIRISTOR (M Ω)												
Tiempo	SCR 13		SCR 14		SCR 15		SCR 16		SCR 17		SCR 18	
	A-K	K-A	A-K	K-A	A-K	K-A	A-K	K-A	A-K	K-A	A-K	K-A
15 S	259	226	156	399	218	-----	201	213	129	153	85.2	84.7
30 S	257	226	156	402	218	35.8	201	215	129	164	85.2	87.9
45 S	256	226	156	402	217	35.8	200	215	122	171	85.5	89.7
60 S	256	226	156	402	217	35.8	200	216	127	180	85.6	91.7

Observaciones: el tiristor número 1,15 y 12, se encuentran con la impedancia muy baja cuando se realiza la prueba al K – A.

3.2.4. Pruebas de HI – POT de semiconductores.

Las siguientes tres pruebas de resistencia de aislamiento de conexión directa, inversa, y la de conducción (GATE), se realizan con un probador de semiconductores de la marca Power semiconductor tester, donde se toman lecturas del valor del voltaje aplicado y el valor de la corriente de la resistencia de aislamiento que circula en conexión directa, la otra prueba es tomar la lectura del valor del voltaje aplicado y el valor de la corriente de la resistencia de aislamiento que circula en conexión inversa, y la última prueba es la del funcionamiento del gate o compuerta. En la figura 3.8 se muestra como debe estar conectado el tiristor para la prueba.

La prueba se realiza de la siguiente manera:

- Se conecta el cable con caimán rojo del equipo al ánodo del tiristor.
- Se conecta el cable con caimán negro del equipo al cátodo del tiristor.
- Se conecta el cable con caimán azul del equipo al gate del tiristor.
- Se conecta el cable con caimán verde del equipo a la tierra física.

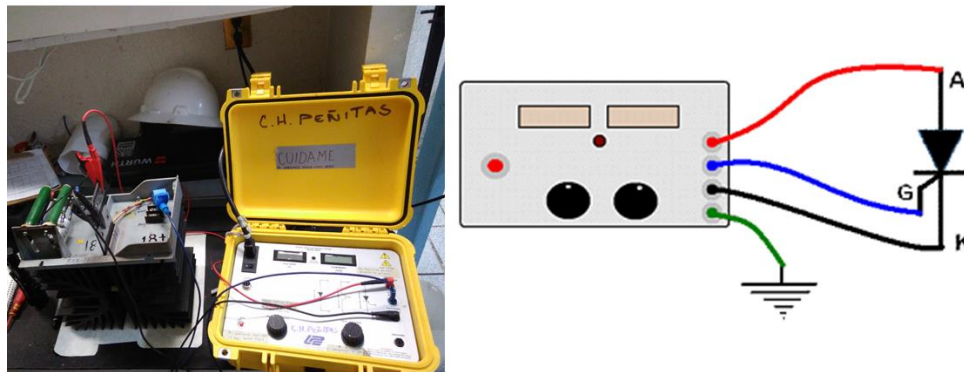


Figura 3.8. Diagrama de conexión de tiristor para prueba de HI POT.

Ajuste el control de voltaje a la posición cero (totalmente a la izquierda) antes de encender la unidad. Conecte los cables Ánodo, Gate y cátodo al dispositivo a probar.

Coloque el interruptor de sunción en la posición PRV (Peak Reverse Voltage) pico de voltaje inverso y presione el botón TEST.

Aumente lentamente el voltaje mientras observa el voltaje máximo y la corriente de fuga máxima en los medidores del panel. En un tiristor que funcione correctamente, la tensión nominal debe alcanzarse antes de que la corriente comience a aumentar rápidamente, (el punto de ruptura).

Coloque el interruptor en la función de posición PFV (Peak Forward Voltage) Pico de voltaje directo y repita el procedimiento descrito anteriormente.

Coloque el interruptor de función en la posición GATE y levante el control de voltaje mientras observa la luz TRIGGER INDICATION. Si la luz no se enciende, la puerta en el SCR es defectuosa, y el dispositivo debe ser remplazado.

En la tabla 3.3. Se muestra las pruebas reales de HI-POT a los tiristores de los puentes positivos y negativos.

Tabla 3.3. Pruebas de HI-POT a los tiristores del puente positivo y puente negativo.

PRUEBA DE HI - POT							
UNIDAD:	6		LICENCIA:	1809		FECHA:	17/02/2017
PUENTE 1 / POSITIVO	FUNCION A PRUEBA						ENCIENDE EL LED DEL TESTER
	PRV		PFV		GATE		
	Voltaje/V	Corriente/mA	Voltaje/V	Corriente/mA	Voltaje/V	Corriente/mA	
1	-3020	0.52	3010	0.53	1.442	116	si
2	-3017	0.51	3015	0.55	1.221	121	si
3	-3006	0.54	3007	0.56	1.3	101	si
4	-3008	0.48	3012	0.52	1.685	88	si
5	-2998	0.7	3000	0.61	1.18	82	si
6	-3010	0.51	3014	0.54	1.2	99	si
7	-3005	0.61	3010	0.59	1.22	129	si
8	-3018	0.62	3012	0.59	1.321	117	si
9	-3013	0.54	3012	0.62	1.253	102	si
10							
11	-3001	0.51	3025	0.51	1.445	115	si
12	-3013	0.53	3011	0.53	1.5	100	si
13	-3002	0.57	3005	0.56	1.334	98	si
14	-2999	0.62	3012	0.56	1.212	102	SI
15	-3017	0.58	3011	0.61	1.444	116	si
16	-3021	0.63	3012	0.53	1.222	120	si
17	-3013	0.48	3014	0.45	1.233	110	si
18							
FECHA:						21/03/2017	
PUENTE 2 / NEGATIVO	FUNCION A PRUEBA						ENCIENDE EL LED DEL TESTER
	PRV		PFV		GATE		
	Voltaje/V	Corriente/mA	Voltaje/V	Corriente/mA	Voltaje/V	Corriente/mA	
1	-67	---	--	--	--	--	no
2	-3007	0.51	3045	0.51	1.121	121	si
3	-3006	0.54	3007	0.56	1.5	101	si
4	-3003	0.98	3012	0.51	1.145	99	si
5	-3016	0.69	3000	0.61	1.18	104	si
6	-3010	0.51	3014	0.54	1.212	129	si
7	-3005	0.61	3010	0.59	1.228	129	si
8	-3015	0.62	3012	0.55	1.121	117	si
9	-3013	0.54	3014	0.62	1.223	102	si
10	-3017	0.58	3011	0.61	1.444	116	si
11	-3001	0.51	3025	0.51	1.245	115	si
12							
13	-3002	0.57	3005	0.56	1.334	128	si
14	-3001	0.62	3012	0.56	1.212	102	SI
15	-	-	-	-	-	-	-
16	-3021	0.63	3012	0.53	1.122	120	si
17	-3003	0.48	3024	0.45	1.333	110	si
18	-3008	0.48	3012	0.52	1.685	88	si

El análisis directo y la comparación de las pruebas del mantenimiento anterior que se registraron en el formato **I-2149-CT01-R11** fue la calidad para conocer el tipo de mantenimiento requerido.

Mantenimiento preventivo: tiristores 1-9 y 11-17 del lado positivo del puente de tiristores y del 2- 11, 13-14, 16-18 del lado negativo. (Limpieza de tiristor). En la figura. Se muestra el tiristor antes y después del mantenimiento.



Figura 3.8. Tiristores antes del mantenimiento preventivo.

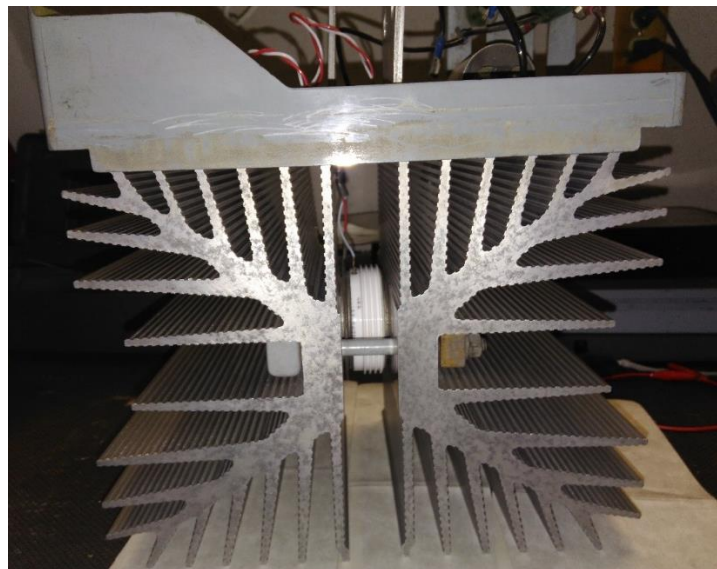


Figura 3.9. Tiristor después del mantenimiento preventivo.

Mediante la prueba de resistencia aislamiento y prueba de HI-POT los tiristores 10 y 18 del lado positivo y los tiristores 1,12 y 15 del lado negativo porque se encuentran con la impedancia muy baja. En la conducción de tiristores se determina que es necesario hacer un Mantenimiento predictivo a:

Tiristor 10 y 18 del lado positivo y los tiristores 1, 12, 15 del lado negativo del puente de tiristores. (Se realiza el remplazo de los tiristores. En las siguientes figuras 3.11 y 3.12. Se muestra el tiristor que será remplazado y el tiristor nuevo.

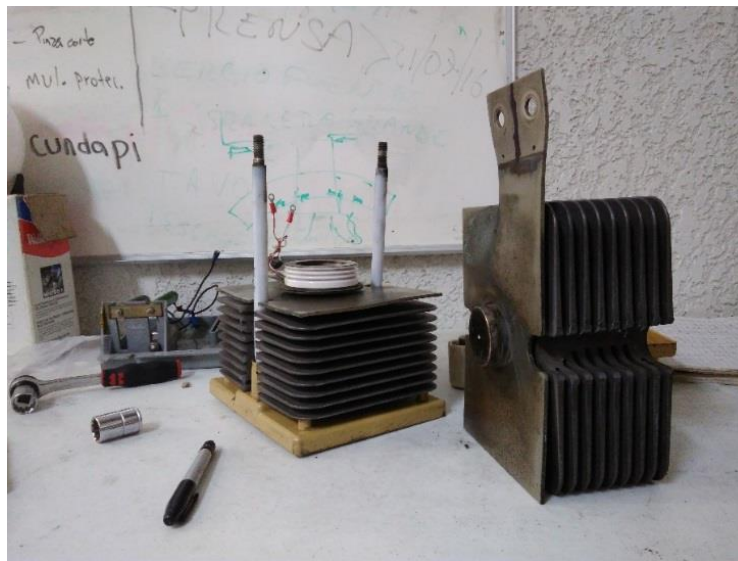


Figura 3.10. Tiristor 1 dañado.



Figura 3.11. Remplazo del tiristor 1.

3.2.5. MANTENIMIENTO A CIRCUITOS SUPRESORES PARA LOS SEMICONDUCTORES.

El circuito RC está conformado por un capacitor KONDENSATOR PMP 509 T de 1 μf , de 600 V C.A, y dos resistencia de 1 Mega ohms.

Se aplica mantenimiento correctivo a:

- 5 capacitores quemados.
- Todos los cables del circuito RC.
- 2 resistencias.

Se aplica mantenimiento preventivo a:

- 40 capacitores.
- 70 resistencias.



Figura 3.12 Capacitor fuera de servicio.

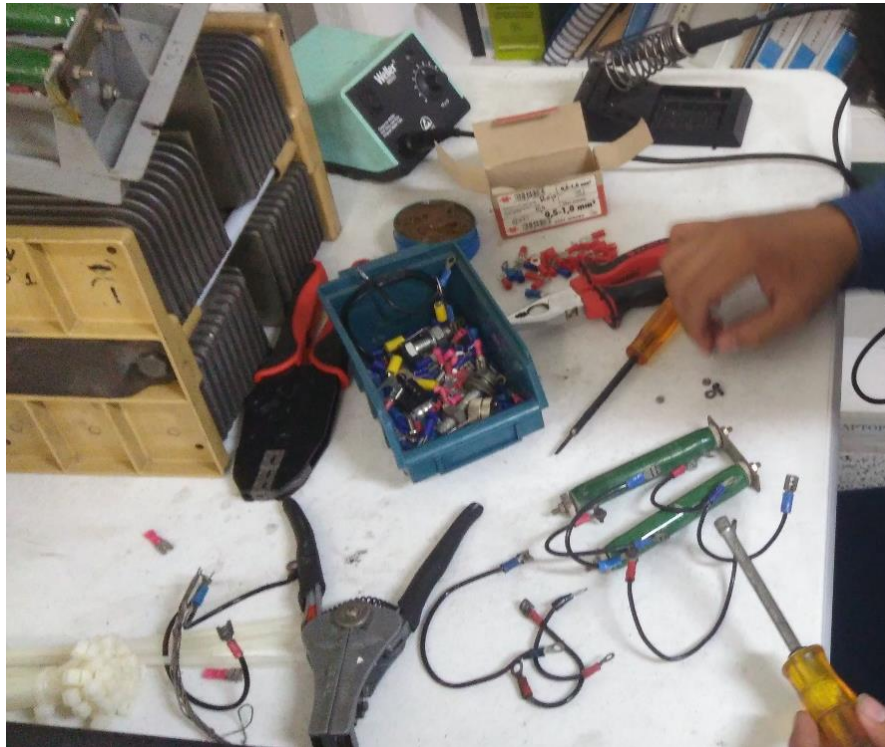


Figura 3.12. Mantenimiento correctivo ha cableado del circuito RC.

3.2.6. Gabinete de puente de tiristores.

El gabinete de puente de tiristores es la estructura de plástico o fibra de vidrio, cuya función es albergar y proteger los componentes internos como los tiristores, reactores, y circuitos supresores. Y gabinete cuenta con cuna de tiristores que son la base donde se encuentran los tiristores, es por ello que se debe realizar debido mantenimiento.

Se realiza prueba de resistencia de aislamiento para verificar la calidad de aislamiento de los equipos, si se encuentra alteración provoca una reducción de la resistividad eléctrica de los aislantes que a su vez da lugar a un aumento de las corrientes de fuga que pueden provocar incidentes cuya gravedad puede tener consecuencias serias tanto la seguridad de las personas y bienes como en los costes por para de producción.

Se realiza mantenimiento preventivo y correctivo a puente de tiristores. Mantenimiento preventivo:

- Cubículo de tiristores.
- Cuna de tiristores.

Se realizó mantenimiento preventivo al cubículo de tiristores haciendo una limpieza profunda con dielectrol limpiando toda la suciedad en las paredes, pisos y puertas del cubículo.

En las siguientes figuras se muestra como se encontraba el cubículo de tiristores y como quedo después del mantenimiento.



Figura 3.14. Antes y después de la limpieza de reactores y gabinete del puente de tiristores.

Se realiza las pruebas de resistencia de aislamiento colocando la parte negativa del equipo en un extremo y la parte positiva del equipo en el otro extremo como se muestra en la siguiente figura.



Figura 3.15 prueba de resistencia aislamiento a cuna de tiristores.

Una vez realizada la prueba, se realiza mantenimiento preventivo a 11 cuna de tiristores se lleva acabo lavando las cunas de tiristores, en la siguientes figura nos muestra cómo se encontraban y como quedo al finalizar su limpieza.



Figura 3. 16 Mantenimiento preventivo a cuna de tiristores.



Figura 3.17. Placas y cunas de tiristores antes y después de la limpieza.

Mantenimiento correctivo:

- Cuna de tiristores.

En base a la prueba de resistencia de aislamiento y visualización de la cuna de tiristores se realiza el mantenimiento correctivo a una cuna de tiristores, este debido a que se encobraba con una parte quemada. Retirando la parte dañada y colocando una placa de fibra de vidrio como se muestra en la figura.



Figura 3.18. Mantenimiento a cuna de tiristor.

3.2.7. Crowbar y auxiliares.

Es un circuito eléctrico usado para prevenir una condición de sobrevoltaje de una fuente de alimentación que podría dañar el circuito conectado a ésta.

Mantenimiento preventivo al gabinete de crowbar y auxiliares.

El mantenimiento se realiza utilizando franela, brocha, desarmadores y dielectrol para poder remover la suciedad en los equipos gabinetes, cubículo del crowbar y unidad auxiliar se

En las siguientes figuras se muestra el mantenimiento a los equipos del crowbar y auxiliares.



Figura 3.19. Circuito crowbar.



Figura 3.20. Limpieza de la unidad auxiliar.



Figura 3.21. Gabinete y barras de C.A. unidad auxiliar.

3.3. MANTENIMIENTO A LA INSTRUMENTACIÓN DE LA UNIDAD.

El mantenimiento costa básicamente a la calibración de los instrumentos profibus PA de temperatura y presión.

Se realizara mantenimiento preventivo o correctivo de acuerdo a la calibración realizada a los instrumentos:

- Instrumentos PA temperatura.
- Instrumentos PA presión.

3.3.1. Mantenimiento a instrumentos PA de temperatura.

El sistema de instrumentación PA (Proceso de Automatización) de temperatura es un sensor **ENDRES HAUSER TMT84-B1** es un transmisor configurable no solo transmite señales de sensores RTD y TC convertidas a digital, también transmite señales de resistencia y tensión mediante comunicación PROFIBUS PA. Alta disponibilidad del punto de medición gracias a las funciones de monitorización de los sensores.

Información de diagnóstico según NAMUR NE 107. Optimización de la exactitud de medición gracias a la combinación sensor-transmisor.



Figura 3.22 Instrumento de temperatura.

- Comunicación fácil y estandarizada con PROFIBUS® PA.
- Cumple con los requisitos de compatibilidad electromagnética (EMC) según NAMUR NE 21 y las recomendaciones de NE 89 con respecto a los transmisores de temperatura con procesamiento de señal digital
- Diseño intuitivo de los puntos de medición en zonas Ex con peligro de explosión según FISCO/FNICO de acuerdo con IEC 600079-27
- Funcionamiento seguro en zonas con peligro de explosión gracias a certificados internacionales como FM IS, NI, CSA IS, NI, y también de ATEX Ex ia, Ex nA (Ex nL)
- Elevada precisión mediante la combinación sensor-transmisor
- Funcionamiento fiable gracias a las funciones de monitorización de sensores y reconocimiento de fallos del hardware del equipo
- Cableado rápido sin necesidad de herramientas gracias a la tecnología opcional de conectores de resorte
- 2 canales de entrada universal y protocolo PROFIBUS PA para la conversión de señales de entrada a señales de salida digitales
- diagnósticos avanzados (importante en procesos críticos)
- Para los más elevados niveles de seguridad, rendimiento y reducción de riesgos
- Instalación en cabezal terminal de cabeza plana según DIN EN 50446

3.3.2. Actividades de planeación en calibración de RTD.

Extreme las precauciones en el manejo de los RTD, al introducirlos o retirarlos del medio de calibración, ya que en función de su exactitud pueden ser sensibles a vibraciones, movimientos bruscos y pequeños golpes.

Antes de proceder a la calibración limpie el RTD de acuerdo al siguiente método:

Si el RTD tiene funda protectora de material cerámico (Alúmina moldeada) o de metal, con una franela limpia humedecida con algún solvente fuerte como benzol, límpielo para quitarle polvo o mugre adherida a la funda del RTD y en caso de ser necesario lijarlo.

Verifique que las uniones del cable del RTD se encuentren en buen estado.

3.3.3. Actividades para instrumentación crítica

- Verificación de las condiciones físicas del equipo (hermeticidad, conexiones, aterrizamiento, entre otros).
- Extremar cuidado en el manejo del instrumento.
- Verificar que se cuente con la identificación física de equipo crítico en el instrumento.
- Verificar que los bornes de conexión en el circuito de lazo cerrado cuenten con la identificación física de equipo crítico.
- En caso de que el equipo o los bornes de conexión no cuenten con la identificación física de equipo crítico, se debe de realizar las recomendaciones necesarias para este tipo de equipo.
- Realizar reapriete de bornes de todo el circuito de lazo cerrado.
-

3.3.4. Calibración en medición de temperatura RTD.

Se tomarán los siguientes puntos de calibración: T.A. (temperatura ambiente), 50, 75, 100 y 125°C.

En función de los puntos de calibración seleccionados determine el medio a utilizar para generar la temperatura requerida (baño u horno de calibración).

Introduzca el instrumento bajo prueba en el medio de calibración (baño u horno) y en su caso el termómetro patrón de referencia a la misma profundidad como se muestra en la figura.

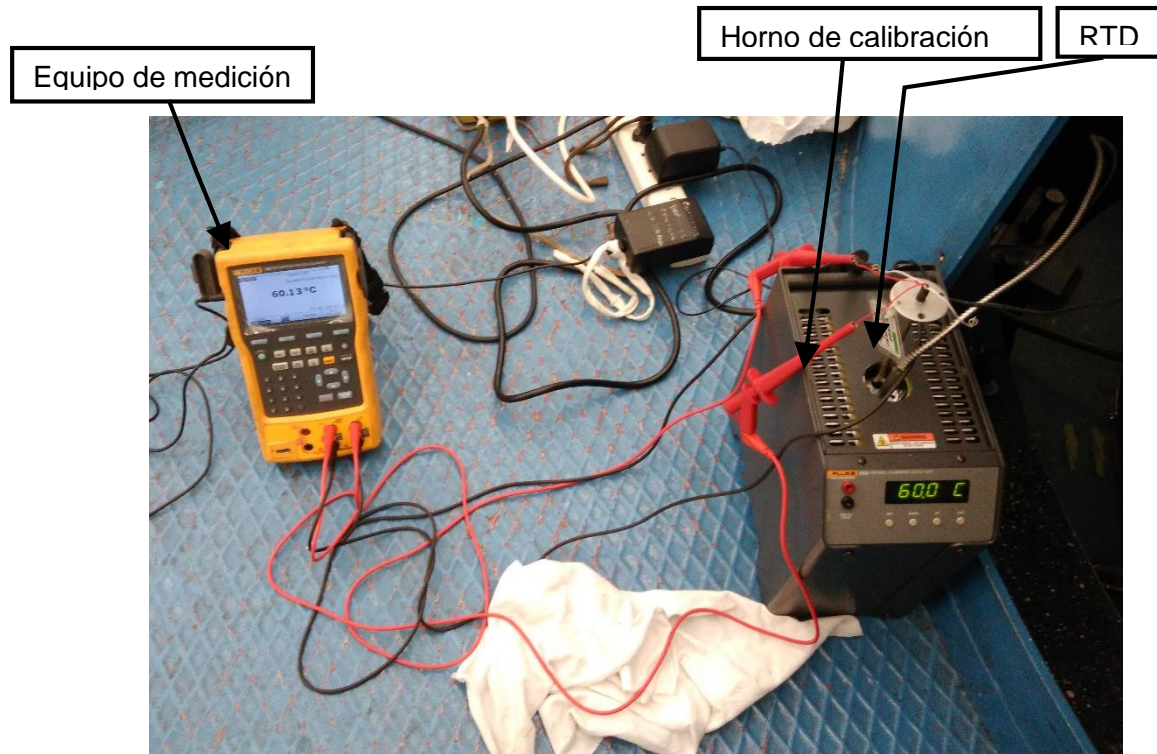


Figura 3.23. Horno de calibración e instrumento de medición de temperatura.

Registre la temperatura y la humedad relativa ambientales al iniciar la calibración.

Opere el baño u horno para alcanzar cada punto de calibración seleccionado.

Para cada punto de calibración espere a que la temperatura se haya estabilizado. El cuatro lecturas del patrón de referencia y tres del termómetro bajo prueba cada 10 minutos bajo la siguiente secuencia: Patrón-Instrum-Patrón-Instrum-Patrón-Instrum-Patrón.

Registre la temperatura y la humedad relativa ambientales al terminar la calibración.

Cuando se halla enfriado el baño u horno a una temperatura cercana a la temperatura ambiente puede retirar el equipo bajo calibración y en su caso el equipo patrón.

En caso de calibrar un lazo completo de medición se indicará su identificación en el PLC correspondiente.

En base a las calibración solo hubo mantenimiento preventivo a los instrumentos de temperatura.

La calibración de los instrumentos PA de temperatura se realizaron en las siguientes áreas.

3.3.5. MANTENIMIENTO Y CALIBRACIÓN DE INSTRUMENTACION DE EMPERATURA AIRE FRIO, AIRE CALIENTE Y RTD DEL GENERADOR.

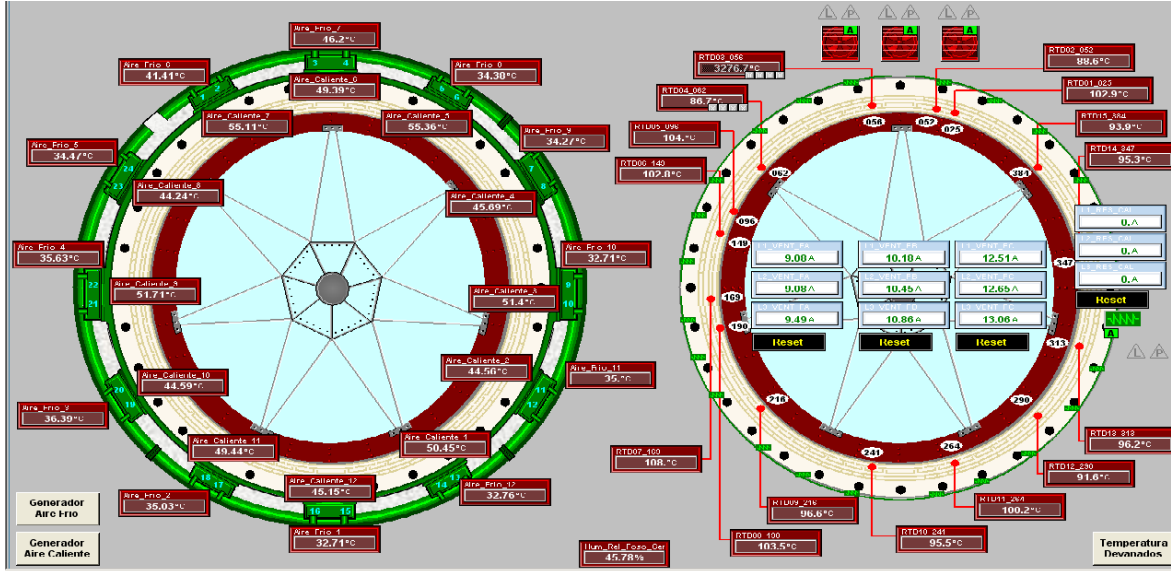


Figura 3.24. Pantalla de Temperatura del Generador, instrumentos RTD.

Tabla 3.4. Enumeración de instrumentos RTD.

Sistema de enfriamiento Generador.					
Instrumentos aire frio		Instrumentos aire caliente		temperatura devanados	
Aire_frio_1	Aire_frio_7	Aire_caliente_1	Aire_caliente_7	RTD01_025	RTD09_216
Aire_frio_2	Aire_frio_8	Aire_caliente_2	Aire_caliente_8	RTD02_052	RTD10_241
Aire_frio_3	Aire_frio_9	Aire_caliente_3	Aire_caliente_9	RTD03_056	RTD11_264
Aire_frio_4	Aire_frio_10	Aire_caliente_4	Aire_caliente_10	RTD04_062	RTD12_290
Aire_frio_5	Aire_frio_11	Aire_caliente_5	Aire_caliente_11	RTD05_096	RTD13_313
Aire_frio_6	Aire_frio_12	Aire_caliente_6	Aire_caliente_12	RTD06_119	RTD14_347
				RTD07_169	RTD15_381
				RTD008_190	

En las siguientes imágenes se muestra la calibración de algunos instrumentos de temperatura del sistema de enfriamiento.



Figura 3.25. Mantenimiento a sensores capilares aire caliente del generador.



Figura 3.26. Calibración de sensores capilares aire frio del generador.

3.3.6. MANTENIMIENTO Y CALIBRACION DE INSTRUMENTACIÓN DE TEMPERATURA CHUMACERAS.

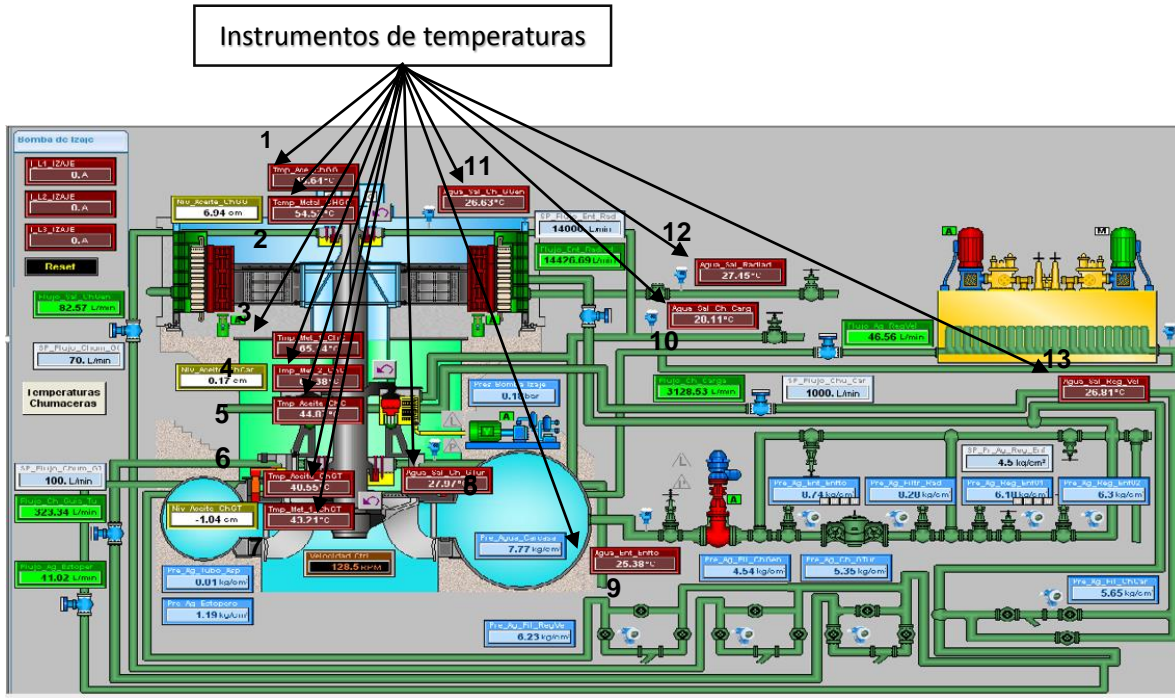


Figura 3.27. Sistema de enfriamiento.

- 1.- Aceite chumacera guía generador.
- 2.- Metal chumacera guía generador.
- 3.- Metal - 1 - chumacera carga.
- 4.- Metal - 2 - chumacera carga.
- 5.- Aceite chumacera carga.
- 6.- Aceite chumacera guía turbina.
- 7.-Metal – 1- chumacera guía turbina.
- 8.- Agua salida guía generador.
- 9.- Agua entrada enfriamiento.
- 10.- Agua entrada chumacera carga.
- 11.- Agua salida chumacera carga generador.
- 12.- Agua salida Radiador.
- 13.- Agua salida regulador de velocidades.

En las siguientes imágenes se muestran la calibración de algunos instrumentos de temperatura.

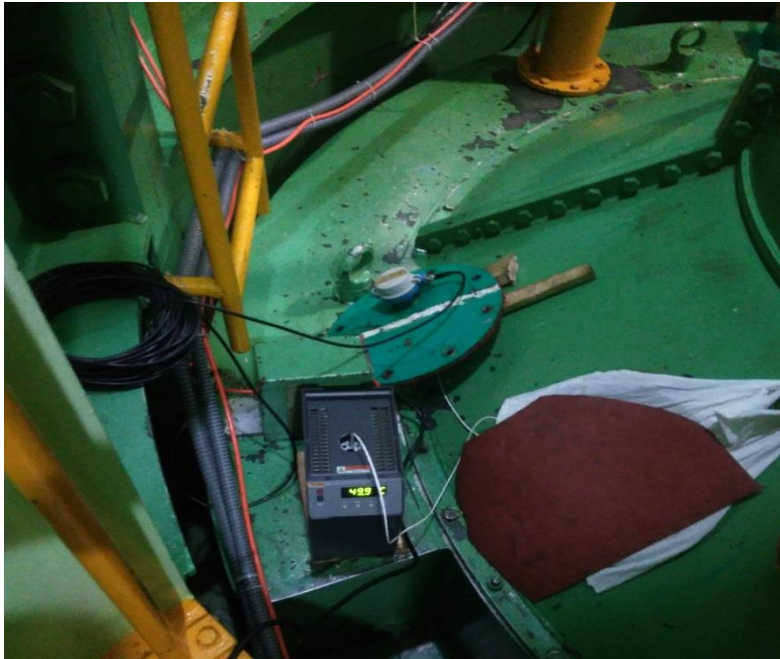


Fig. 3.28. Sensores capilares de temperatura Aceite chumacera guía turbina inferior.

Mantenimiento y calibración a sensores capilares Agua salida guía generador, Agua entrada enfriamiento, Agua salida chumacera carga, Agua salida chumacera carga generador.



Figura 3.29. Calibración de Sensores capilares.

La calibración se realiza de la misma manera para cada uno de los sensores capilares RTD.

No se encontraron sensores críticos solo des calibrados, con suciedad y polvo.

3.3.7. Mantenimiento a instrumentación PA de presión

El sistema de instrumentación de PA de presión **ENDRESS HAUSER CERABAR S PMC71** es un transmisor de presión digital Cerabar PMP71 con membrana metálica se utiliza normalmente en aplicaciones de proceso para la medición de presión, nivel, volumen o masa en líquidos. El equipo PMP71 está diseñado para aplicaciones de alta presión hasta 700 bar. Configuración rápida con rango de medida libremente ajustable sin especificación de presión. Diseñado según la norma IEC 61508 para uso en sistemas de seguridad SIL 2/3 y disponible con el certificado de partes según la directiva sobre instrumentos de medición (MID) para aplicaciones de Custody Transfer (facturación)

La máxima precisión, reproductibilidad y estabilidad a largo plazo

- La máxima seguridad gracias a una segunda línea de defensa con funciones de seguridad hasta SIL 2/3, certificado según IEC 61508
- Puesta en marcha fácil guiada por menú desde el indicador local, tecnología de 4 a 20 mA con HART, PROFIBUS PA, Foundation Fieldbus
- Concepto de gestión de datos HistoROM para una puesta en marcha, mantenimiento y diagnóstico sencillos
- Resistencia a sobrecargas y monitorización de funciones desde la célula de medición hasta la electrónica
- Ahorro de costes gracias al concepto modular para un reemplazo sencillo del sensor, el indicador o la electrónica
- Integración independiente y directa en el sistema (HART/PA/FF)

HART
COMMUNICATION PROTOCOL

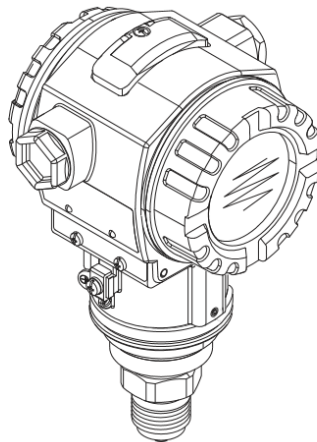


Figura 3.30. Instrumento de presión.

3.3.8. Actividades de planeación en calibración de Instrumentos de presión.

Verificación para instrumentación crítica

- Verificación de las condiciones físicas del equipo (hermeticidad, conexiones, aterrizamiento, entre otros).
- Extremar cuidado en el manejo del instrumento.
- Verificar que se cuente con la identificación física de equipo crítico en el instrumento.
- Verificar que los bornes de conexión en el circuito de lazo cerrado cuenten con la identificación física de equipo crítico.
- En caso de que el equipo o los bornes de conexión no cuenten con la identificación física de equipo crítico, se debe de realizar las recomendaciones necesarias para este tipo de equipo.
- Realizar reapriete de bornes de todo el circuito de lazo cerrado.

Actividades de planeación para calibración de manómetro.

Basado en el alcance de medición y exactitud del instrumento bajo prueba, seleccione el equipo patrón a utilizar, manteniendo preferentemente una relación de exactitud de al menos 2 a 1.

Cuando la clase de exactitud venga establecida como Grado de Exactitud considerar la siguiente tabla.

Tabla 3.5 clase de exactitud.

GRADO DE EXACTITUD	Parte baja de la escala (1/4)	Parte media de la escala (1/2)	Parte alta de la escala (1/4)
4A	0,1	0,1	0,1
3A	0,25	0,25	0,25
2A	0,5	0,5	0,5
1A	1,0	1,0	1,0
A	2,0	1,0	2,0
B	3,0	2,0	3,0
C	4,0	3,0	4,0
D	5,0	5,0	5,0

Cuando no se cuenta con la clase de exactitud del instrumento bajo prueba, la exactitud se calcula tomando el valor de la mínima división graduada, se divide entre el alcance del instrumento y se multiplica por 100.

Verifique visualmente que el medidor de presión no presente daños (como el vidrio roto, mecanismo dañado, pantalla dañada, cable de conexión, etc.) y que la conexión de presión se encuentre en buen estado, para realizar la calibración.

Verifique que el medidor de presión se encuentre limpio. En caso contrario, en el exterior límpielo con una franela y un poco de alcohol o algún solvente que no lo dañe. En caso de encontrarse sucio el interior del sensor, con ayuda de la jeringa desechable introduzca alcohol o cualquier otro tipo de solvente para limpiarlo.

Conecte el medidor de presión bajo prueba al patrón seleccionado, de acuerdo a lo descrito en los instructivos de operación.

Se debe calibrar el medidor de presión en la posición normal de trabajo, es decir si va a ser utilizado horizontalmente así debe ser calibrado. Si no se especifica la posición se debe calibrar verticalmente.

En el caso de medidores de presión analógicos, verifique que la aguja se encuentre firmemente sujeta, golpeando ligeramente el medidor de presión con los dedos en el frente o en la parte trasera del medidor de presión. En caso de encontrarse suelta, aplique una presión igual al 50% de la escala del medidor de presión bajo prueba y coloque la aguja en este valor.

Para medidores de presión con una exactitud igual o mayor de 0,25% se debe aplicar la presión máxima de su alcance de medición por un período alrededor de 10 minutos. Verifique que no existan fugas y disminuya lentamente la presión en el medidor. Ajuste la indicación de cero, en caso de ser necesario.

Para medidores de presión con exactitud menor a 0,25% se debe de aplicar la presión máxima de su alcance de medición por un período alrededor de 1,5 minutos, verifique que no existan fugas. Disminuya lentamente la presión en el medidor. Ajuste la indicación de cero, en caso de ser necesario.

En el caso de medidores de presión analógicos, se calcula la resolución del manómetro de la siguiente manera:

$$\text{Resolución} = \text{Mínima División} / n \quad \text{Ecu. 3.1}$$

Dónde n es el número en que se divide la mínima división al tomar las lecturas.

Actividades de ejecución de manómetros.

Al inicio y al término de la calibración se debe tomar la temperatura ambiente y la humedad relativa, coloque el termo higrómetro lo más cerca posible del patrón, el promedio de las lecturas será la temperatura a la cual se realizó la calibración.

Se debe realizar dos ciclos completos de calibración. Cada ciclo consiste de una serie de lecturas ascendentes y otra de lecturas descendentes. El número de lecturas está dado de acuerdo a la clase de exactitud del medidor de presión.

Tabla 3.3. Ciclos de calibración.

Clase de Exactitud	Cantidad mínima de lecturas por serie
0,05% a 0,1%	10
0,2 % a 0,6 %	8
1% a 5 %	5

Las lecturas deben estar distribuidas a lo largo del alcance de medición del medidor de presión, se deben incluir los siguientes puntos: un punto dentro del 10% del alcance y otro punto entre el 90% y 100% del alcance de medición. Así mismo, siempre se tomará la lectura de cero independientemente de la cantidad de lecturas mostrada en la tabla.

Al momento de tomar las lecturas considere lo siguiente:

- Golpee ligeramente el medidor de presión con los dedos, ya sea en el frente o en la parte posterior del medidor de presión.
- Cuide que el ojo se encuentre en línea con la aguja para evitar el error de paralaje, para lo cual se puede ayudar con el reflejo en el vidrio del manómetro o en algunos manómetros se cuenta con un espejo colocado en la carátula especialmente diseñado para eliminar el error de paralaje.
- Al llegar a la máxima presión seleccionada en el ciclo ascendente, se debe incrementar un poco la presión del patrón, cuidando de no aplicar una presión mayor al alcance máximo de medición que pueda dañar al medidor bajo prueba. Se debe mantener la presión alrededor de 1 minuto para continuar con ciclo descendente.

Realizar la calibración de acuerdo a los puntos seleccionados hasta completar los dos ciclos.

Anote la mínima división de la escala y el valor de n utilizado en la hoja de resultados.

Desconecte el instrumento bajo prueba del patrón seleccionado.

Cuando se presente una diferencia de niveles entre el centro de la carátula del manómetro o la toma de impulso del instrumento bajo prueba y la toma de impulso del patrón se debe realizar la corrección por carga hidrostática de acuerdo al anexo 5.1.

Los resultados deberán indicarse en las unidades de medida del instrumento y su equivalencia al sistema internacional (PA).

3.3.9. Mantenimiento a instrumentos de presión.

Se realizó un mantenimiento y calibración preventiva a los instrumentos de presión, en las siguientes imágenes podemos observar a los instrumentos que se realizó en debido mantenimiento.

Para el mantenimiento y calibración de los instrumentos PA de presión, todos los instrumentos se retiran de su lugar para llevarlo a la mesa del trabajo.



Figura 3.31. Mantenimiento y calibración de instrumentos PA de presión.

3.3.10. MANTENIMIENTO A LOS MÓDULOS REMOTOS.

Los módulos remotos son cubículos donde se encuentra el automatismo PLC's. todos los módulos remotos están controlado por el modulo remoto principal que controla el CPU.

En la siguiente figura se muestra una pantalla de comunicación de modelos remotos.

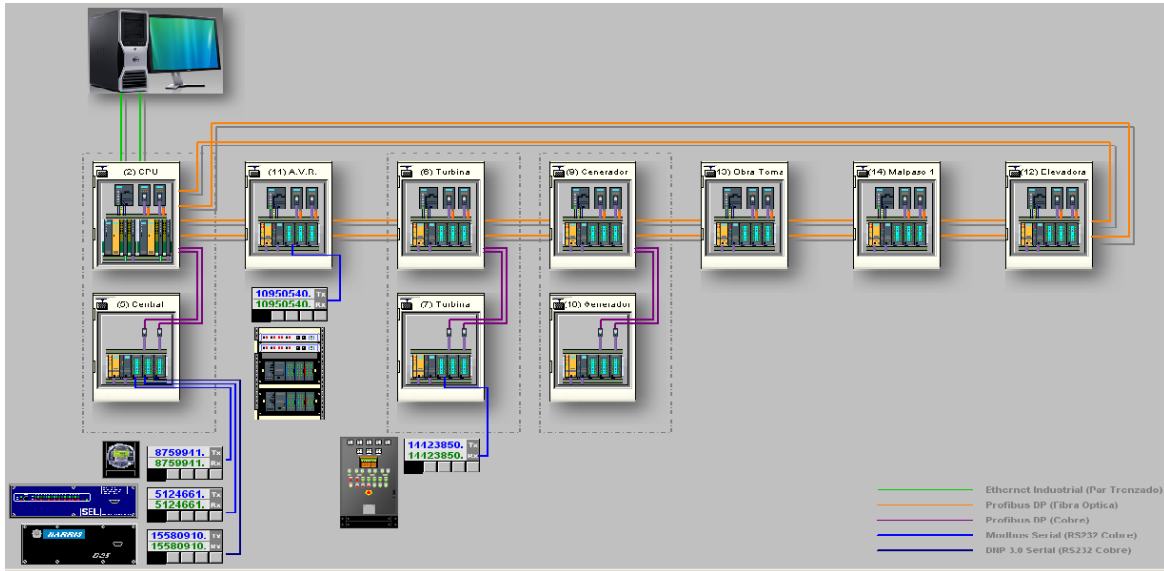


Figura 3.32 Sistema de comunicación de módulos remotos.

Basado en el alcance de medición, y visualización de los equipos del automatismo seleccione el equipo patrón a utilizar, para su debido mantenimiento.

Antes de hacer el mantenimiento a los equipos remotos se debe realizar pruebas de voltajes a las fuentes de alimentación, entradas y salidas del PLC, límpielos de acuerdo al siguiente método.

- Las fuentes de alimentación deben estar con el voltaje correcto.
- Las tabllas deben estar con los tornillos completamente apretados para que no se produzca una falsa alarma.
- Los PLC'S deben estar completamente en funcionamiento sin cristalización por humedad y polvo. además debe estar completamente limpia.
- La unión de alambre de entradas y salidas del PLC'S a sus terminales debe estar bien sujeta e identificadas.

El mantenimiento que se realiza es preventivo y correctivos para algunos módulos remotos, los módulos remotos a la cual se dieron mantenimiento se ven en las siguientes figuras.

Mantenimiento preventivo se realiza a los módulos remotos:

- Módulos remoto generador
- Modulo remoto principal
- Módulos remotos de elevadora.
- Modulo remoto obra de toma.
- Modulo remoto malpaso 1

La limpieza de la electrónica de los módulos remoto se hace con una brocha suave, y al gabinete se rocía dielectrol con el bote a presión retirando el polvo adherido a las paredes del gabinete.

Limpiar con trapo húmedo con dielectrol la parte externa de los gabinetes, piso y puertas.

Se realiza el reapriete a tablilla.



Figura 3.33. Modulo remoto elevadora.



Figura 3.34. Modulo remoto obra de toma.



Figura 3.35. Modulo remoto malpaso uno.



Figura 3.36. Limpieza al módulo remoto principal.

El mantenimiento correctivo se realiza a los módulos remotos:

- Módulos remotos AVR
- Modulo remoto turbina.

La limpieza de la electrónica se hace con una brocha suave, el gabinete se rocía dielectrol con el bote a presión retirando el polvo adherido a las paredes del gabinete.

Se coloca un extractor de aire y un transformador que alimenta al extractor de aire de la puerta del gabinete módulo remoto AVR. Figura 3.61.

Limpiar con trapo húmedo con dielectrol la parte externa de los gabinetes, piso y puertas.

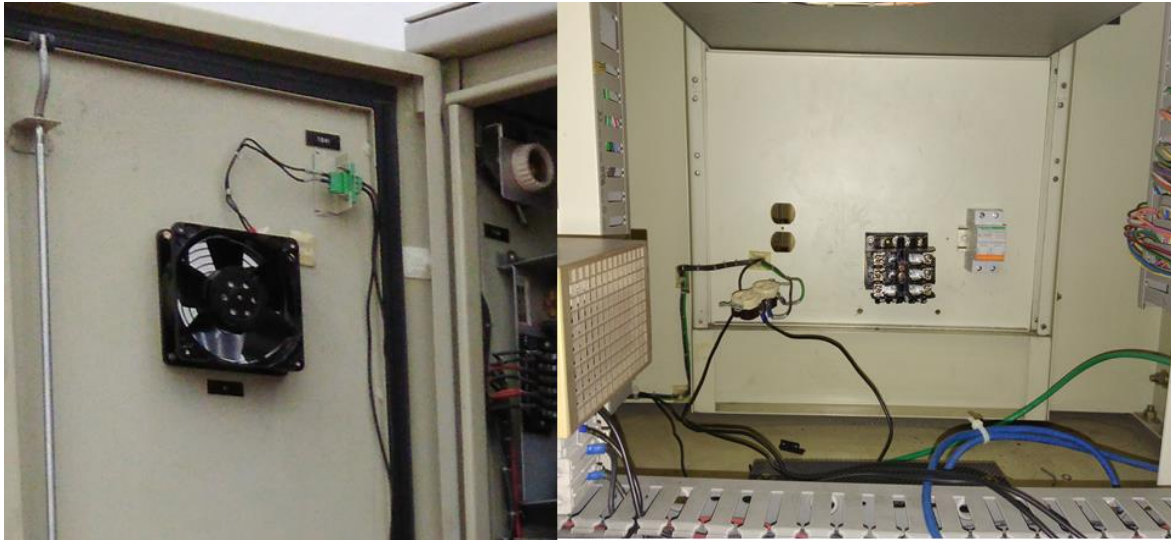


Figura 3.37. Fijación de extractor y transformador.

Se realiza el reapriete de las tablilla y tornillería en tarjetas de entradas y salidas del PLC del módulo remoto AVR.

Se encuentran 3 tarjetas dañadas por cristalización se realiza el cambio a las tarjetas de entradas del PL. En la figura nos muestra las tarjetas dañadas.



Figura 3.38. Tarjetas de entradas y salidas del PLC dañadas del módulo remoto AVR.

Se realiza la limpieza a la electrónica del módulo remoto AVR y se encuentra una falla en la fuente de alimentación del canal automático, se reemplaza la fuente dañada y se realizan pruebas de voltaje. En la figura podemos observar el mantenimiento a la fuente de alimentación.

Se coloca la fuente de canal automático, y los generadores de pulsos de canal manual y automático. Después de haberle dado mantenimiento.



Figura 3.39. Mantenimiento a la fuente de alimentación del canal automático del módulo remoto AVR.

Para el modulo remoto Turbina se realiza un corte a la puerta del gabinete modulo remoto turbina y se coloca un extractor.



Figura 3.40. Corte a la puerta del gabinete modulo remoto turbina.

3.4. PUESTA EN OPERACIÓN DE LA UNIDAD GENERADORA NO.6.

3.4.1. PRUEBAS DE CONTROLABILIDAD.

La puesta en marcha o puesta en operación de la unidad 6 se hace inicialmente con la prueba de controlabilidad de AVR.

La prueba de controlabilidad del AVR es la propiedad que indica si el comportamiento de un sistema se puede controlar actuando sobre sus entradas, la cual observaremos si el comportamiento interno de un sistema puede detectarse desde sus salidas.

Para realizar la prueba de controlabilidad es importante revisar el estado de las barras de alterna y de los puentes de tiristores se desconecta las barras/trenzas del transformador de excitación dejando libre las barras de 1000 Volts que van hacia los puentes de tiristores.

Se verifica que en las terminales de salida de CD se encuentren libres de carga y no estén cortocircuitadas y se abren los porta fusibles como se muestra en la figura 3.41



Figura 3.41 portafusible abierto.

Revisar que no se encuentren hilos de tierra sobre las barras a probar revisar continuidad en los fusibles ultrarrápidos de cada uno de los puentes.

Se realizan pruebas de resistencia de aislamiento a las barras de las fases A, B y C. de los dos puentes de tiristores. Las barras se muestran en la figura 3.42.

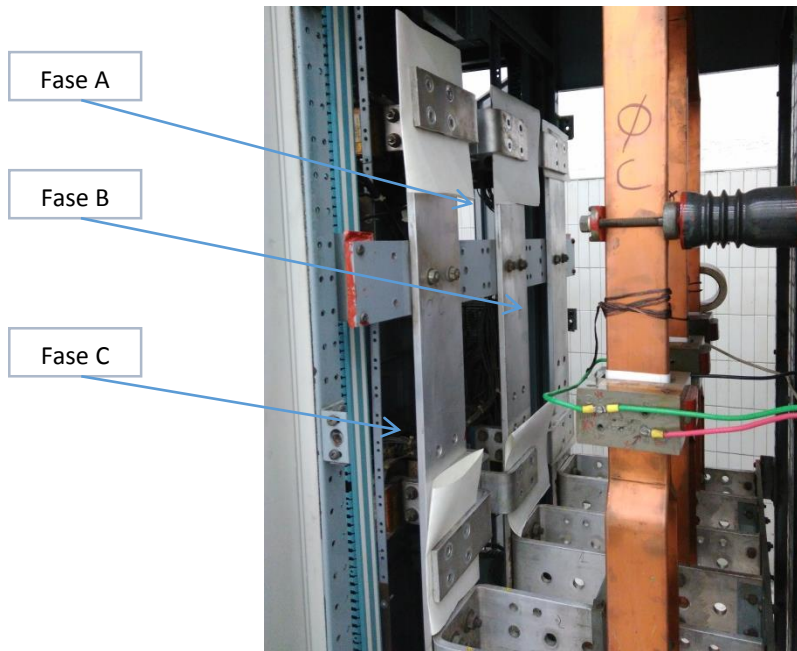


Figura 3.42. Barras que conectan el secundario del transformador de excitación.

Se abre seccionador del puente 1, desconectar capacitor del circuito RC y realizar pruebas de resistencia de aislamiento a 250 VCD. En la siguiente Tabla 3.7. Se muestran los valores de las pruebas a las barras de CA.

Tabla. 3.7. Comparativa de mediciones.

Fase	Inicial	15 segundos	30 segundos	45 segundos	1 minuto
A	180MΩ	387 MΩ	400 MΩ	410 MΩ	420 MΩ
B	179MΩ	382 MΩ	410 MΩ	410 MΩ	420 MΩ
C	185 MΩ	398 MΩ	410 MΩ	420 MΩ	420 MΩ

Abrir seccionador del puente 2, desconectar capacitor del circuito RC y realizar pruebas de resistencia de aislamiento a 250 VCD. Tabla 3.8

Tabla. 3.8. Comparativa de mediciones.

Fase	Inicial	15 segundos	30 segundos	45 segundos	1 minuto
A-B	172 MΩ	276 MΩ	286 MΩ	290 MΩ	293 MΩ
B-C	169 MΩ	282 MΩ	292 MΩ	295 MΩ	299 MΩ
A-C	200 MΩ	290 MΩ	300 MΩ	305 MΩ	307 MΩ

Al terminar las pruebas se cierran los seccionadores, se vuelve a conectar los capacitores y se cierran los portafusibles.

Verificar que no existan alarmas en la pantalla del módulo remoto del AVR Para poder cerrar la quebradora. Conecte las terminales del circuito de los focos en serie a las barras de salida de CD. Verificar la impedancia del circuito.

- Se conecta el osciloscopio en las terminales de la resistencia en RD2 o RD4 para observar las seis ondas de los pulsos en 16 mseg.
- Se arma el circuito de prueba para el puente de tiristores. Se colocan los focos en serie conectados a las terminales de salida de los puentes de tiristores o en las barras que conectan a las escobillas con el anillo rozante.
- Se inicia la comunicación entre el PLC y la PC por medio de un cable UTP punto a punto.
- Localice dentro de la programación del PLC la salida AQ1. Se encuentra en el subprograma Auto, segmentó 117. Se retira la variable transformador de potencia (TP63) y se reemplaza por un valor decimal proporcional al ángulo de disparo de los tiristores que va desde -10000 a 10000 cuentas, teniendo en cuenta que antes de que llegue este valor a ser positivo ya tenemos corrientes y voltajes nominales en el campo.
- Cargue un valor máximo negativo en lugar del Tp 63 que será de -10000 cuentas.
- Suba la alimentación de corriente alterna y verifique lo siguiente:
- Cierre 41G simulando las condiciones normales para evitar disparos de la misma.
- Para poder simular el 90% de tensión, se requiere de realizar un puente en el SVRA terminales A, C. por un periodo de 3 segundos.
- Varía el número de cuentas del objeto que se encuentra en el segmento 117 del programa del PLC automático.
- Demanda ángulo: Es el ángulo de disparo en valores de cuentas de la programación del PLC.
- Vexc auto: voltaje de excitación manual.
- Vexc auto: voltaje de Excitación automático.

- Vexc IHM. Voltaje de excitación en la interfaz hombre máquina.
- Vexc Real: voltaje de excitación real.
- Iexc: corriente de excitación real.

3.4.2. Prueba de controlabilidad Puente de tiristores 1.

- Se inician las pruebas con -10000 cuentas no se logra el encendido de los focos. Se observa que a -2800 cuentas se tiene un voltaje de excitación considerable que logra el encendido de los focos. A cuentas menores de -1250 el voltaje se satura debido a la capacidad de los focos por lo que ya no se disminuyeron las cuentas. En la siguiente tabla se muestra los valores obtenidos.

Tabla 3.9. Puente de tiristores 1.

Demanda angulo	%A11 Vexc manual	%A15 Vexc auto	Voltaje Demanda Angulo Auto	Voltaje Demanda Angulo Manual	%R706 Vexc IHM	Vexc REAL	Iexc REAL
-10000	Los focos no se encienden						
-2800	53	53	-2.79	0.125	5	18.961	0.5
-2500	89	88	-2.49	0.125	12	27.524	0.5
-2000	689	687	-1.99	0.125	119	132.08	1.4
-1800	1168	1165	-1.79	0.1215	205	206.52	1.9

3.4.3. Prueba de controlabilidad Puente de tiristores 2

- De igual manera se inician las pruebas con -10000 cuentas observando que no se encienden los focos hasta llegar a -2800 cuentas y a cuentas menores de -1250 el voltaje se satura. En la siguiente tabla se muestran los valores obtenidos del puente de tiristor 2.

Tabla 3.10. Puente de tiristores 2.

Demanda angulo	%AI1 Vexc manual	%AI5 Vexc auto	Voltaje Demanda Angulo Auto	Voltaje Demanda Angulo Man	%R706 Vexc IHM	Vexc REAL	Iexc REAL
-10000	Los focos no se encienden						
-2800	60	59	-2.79	0.125	6	20.89	0.5
-2500	107	106	-2.49	0.125	15	31.219	0.6
-2000	839	836	-1.99	0.125	146	155.48	1.6
-1800	1231	1249	-1.79	0.125	216	216.24	1.8

3.4.4. Prueba de controlabilidad Puente de tiristor 3.

- Observamos que a -10000 cuentas los focos no se encienden hasta llegar a -2800 cuentas y a cuentas menores de -1250 el voltaje se satura debido a la capacidad de los focos. En la siguiente tabla nos muestra los valores obtenidos del puente 3.

Tabla 3.11. Puente de tiristores 3.

Demanda angulo	%AI1 Vexc manual	%AI5 Vexc auto	Voltaje Demanda Angulo Auto	Voltaje Demanda Angulo Man	%R706 Vexc IHM	Vexc REAL	Iexc REAL
-10000	Los focos no se encienden						
-2800	60	59	-2.79	0.125	6	21.007	0.4
-2500	106	105	-2.49	0.125	15	31.104	0.5
-2000	980	977	-1.99	0.125	171	177.45	1.6
-1800	1424	1414	-1.79	0.125	251	241.99	2

3.4.5. Prueba de controlabilidad Puente de tiristores 1,2 y 3.

- se inician la prueba de controlabilidad con -10000 cuentas observando que los focos aún no se encienden y observamos que a -2800 cuentas se tienen un voltaje de excitación considerable logrando el encendido de los focos. A cuentas menores de -1250 el voltaje se satura debido a la capacidad de los focos. La siguiente tabla nos muestra los valores obtenidos.

Tabla 3.12. Puente de tiristores 1,2 y 3.

Demanda angulo	%AI1 Vexc manual	%AI5 Vexc auto	Voltaje Demanda Angulo Auto	Voltaje Demanda Angulo Man	%R706 Vexc IHM	Vexc REAL	Iexc REAL
-10000	Los focos no se encienden						
-2800	68	64	-2.79	0.125	7	22.976	0.4
-2500	126	128	-2.49	0.125	18	35.745	0.5
-2000	939	960	-1.99	0.125	168	173.58	1.6
-1800	1832	1828	-1.79	0.125	324	307.18	2.4

En las siguientes imágenes podremos observar las curvas en el osciloscopio y la luminosidad de los focos de acuerdo a la variación de las cuentas. -2800 cuentas.

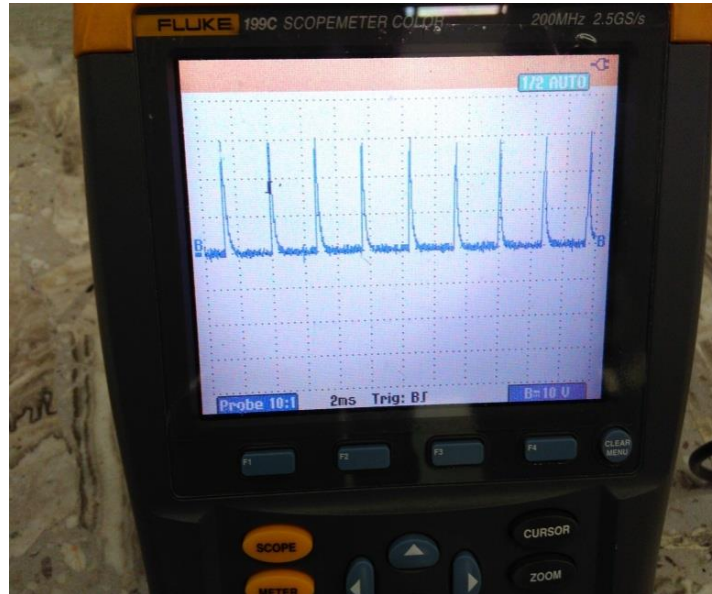


Figura 3.43. Curvas en el osciloscopio. -2800 cuentas.



Figura 3.44. Luminosidad de los focos a -2800 cuentas.

Podemos observar las curvas en el osciloscopio figura 3.45 y la luminosidad de los focos figura 3.46 de acuerdo a la variación de las cuentas. -2500 cuentas.

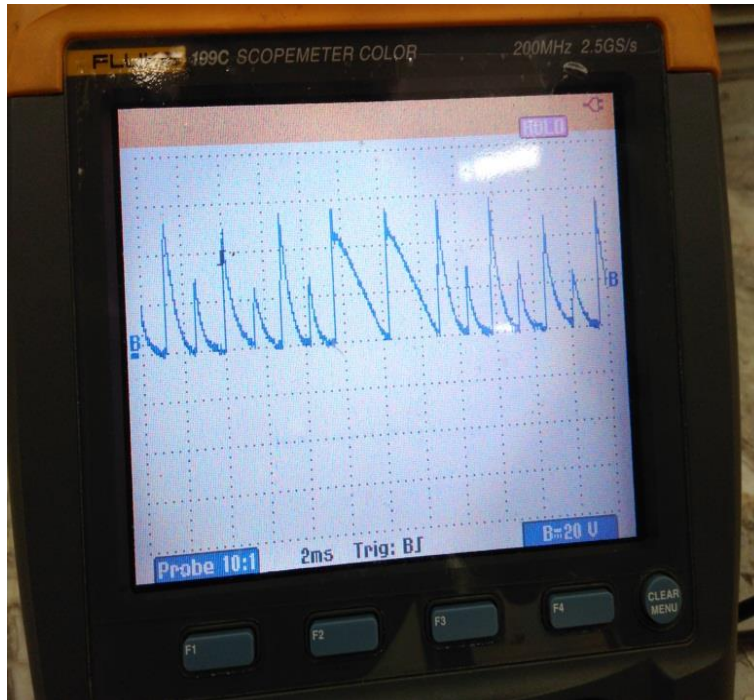


Figura 3.45. Curvas en el osciloscopio. -2500 cuentas.



Figura 3.46. Luminosidad de los focos a -2500 cuentas.

En las siguientes imágenes podremos observar las curvas en el osciloscopio y la luminosidad de los focos de acuerdo a la variación de las cuentas. -2250 cuentas.

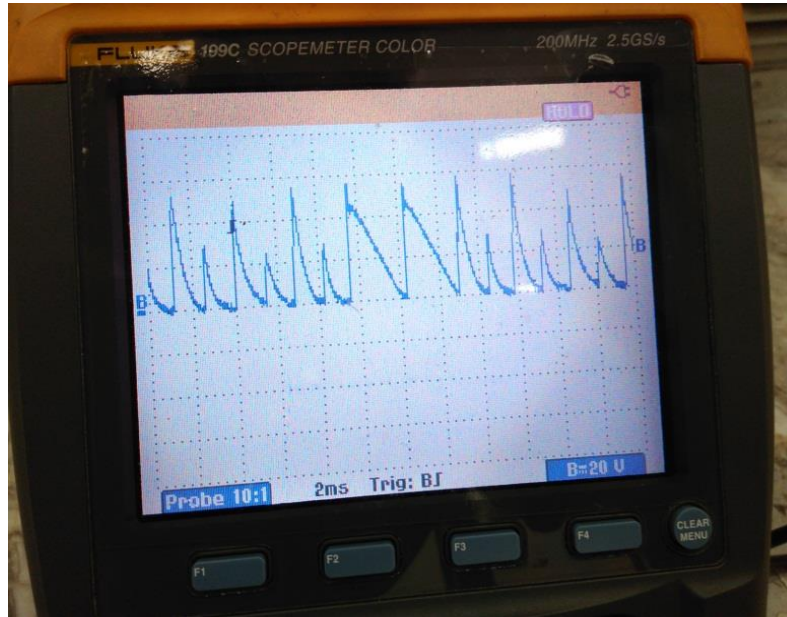


Figura 3.47. Curvas en el osciloscopio. -2250 cuentas.



Figura 3.48. Luminosidad de los focos a -2250 cuentas.

Observamos que a -2000 cuentas los focos se están encendiendo de manera correcta y a cuentas menores de -1250 el voltaje se satura debido a la capacidad de los focos.

Figura 3.49

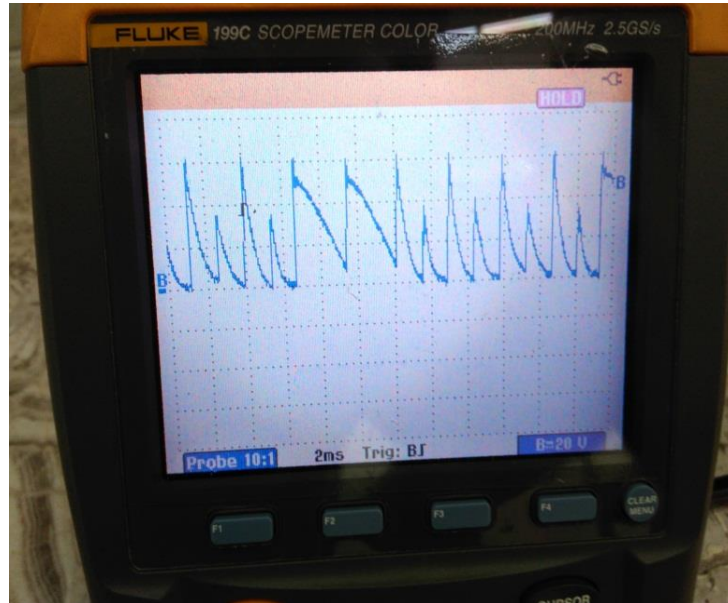


Figura 3.49. Curvas en el osciloscopio. -2000 cuentas.



Figura 3.50. Luminosidad de los focos a -2000 cuentas.

Observamos que a -1800 cuentas los focos se encienden en su máxima capacidad de los focos. Y a cuentas menores el voltaje se satura debido a la capacidad de los focos.

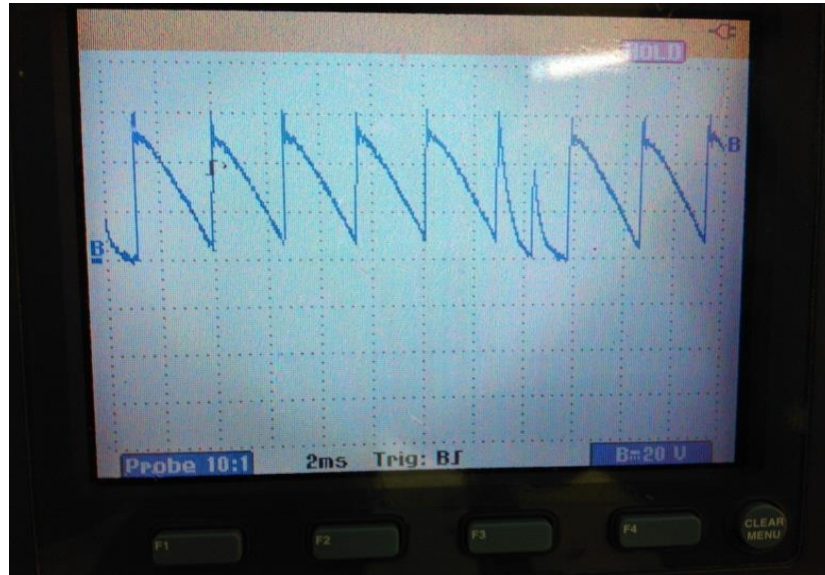


Figura 3.51. Curvas en el osciloscopio. -1800 cuentas.



Figura 3.52. Luminosidad de los focos a -1800 cuentas.

Una vez realizado la prueba de controlabilidad se realiza el arranque del sistema de excitación inicial.

Durante una secuencia normal de excitación, el voltaje de baterías conectado en los fusibles FEXIP y FEXIN es controlado por la quebradora 31 comandado por el controlador de secuencia (REG-M8C).

Dicho voltaje es aplicado al campo a través de un diodo de potencia, con el fin de evitar retorno de voltaje al banco de baterías cuando el voltaje de excitación es mayor. Una resistencia REX montado en la parte superior del tablero limita la corriente de demanda del banco de baterías cuando se habilita la quebradora de excitación inicial.

El consumo de corriente sobre el banco de baterías durante una excitación es menor de 100 amperes durante unos tres segundos aproximadamente, con esto la maquina alcanza un voltaje mayor o igual al 30 % de su voltaje nominal, punto en el cual la excitación con voltaje del banco de baterías es desconectada por medio del secuenciador propio del excitador cuando la entrada 21 (REG M8C) es activada o por haber transcurrido 3 segundos después de la orden de arranque.

La ráfaga de pulsos es habilitada desde un inicio, motivo por el cual el voltaje en terminales del generador es incrementado aún más por la inyección de pulsos a alta frecuencia sobre los bancos de tiristores, volviendo a estos en un simple puente de rectificación no controlado.

La ráfaga de pulsos es desconectada cuando el nivel de 90 % de V_g es alcanzado, habilitándose el control de regulación con el canal seleccionado.

En el dado caso que durante la secuencia normal de excitación no se llegara a habilitar el sensor del 30 % para activar la entrada 21 del secuenciador por problemas en un circuito, un esquema de respaldo es implantado en el secuenciador para sacar la excitación inicial con baterías aún con fallas en el sensor del 30 % de V_g .

La excitación inicial tiene un tiempo de duración de 10 seg. Aproximadamente, ajustable con RL84, mismo que saca de operación al excitador si el voltaje en terminales no es igual o mayor al 90 % bloqueando el regulador seguido de una señalización en el panel de mando local (falla AVR).

Una de las principales características de la ráfaga de pulsos es el control de corriente de excitación para la construcción de voltaje en terminales del generador. Esta corriente puede ajustarse de acuerdo es una referencia de corriente preestablecida como límite durante el proceso de excitación inicial.

Con este control con característica todo o nada (ON-OFF) se puede excitar la unidad a un 90 % de su voltaje nominal e inclusive hasta su voltaje nominal.



Observaciones y sugerencias

Al observar cómo se efectúa la limpieza de los tiristores y luego el mantenimiento, puedo decir que al no seleccionar los tiristores que necesitan mantenimiento se retrasan los trabajos de la unidad.

Se sugiere que al dar limpieza de los tiristores se haga una selección de tiristores en buen estado y los tiristores dañados, para que se tenga una mejor eficiencia en el mantenimiento.

Conclusiones

Al término del mantenimiento, se cumplen los objetivos planteados inicialmente, el cual se logra efectuando cada uno de los objetivos específicos que nos llevaron de la mano al objetivo general.

La realización de este proyecto, fue por la gran importancia que tiene el mantener la unidad generadora No 6 en operación, ya que existen condiciones de riesgo de paro de la unidad por fallas en cualquiera de los sistemas que lo conforman.

Las fallas que se encontraron en el AVR, automatismo, instrumentación y regulador de voltaje antes de su puesta en operación de la unidad fueron corregidas al realizar las actividades correspondientes, como la calibración, reset y limpieza del automatismo e instrumentación, esto me ayudo a conocer el funcionamiento de la unidad generadora No. 6, comprobando a su vez el correcto funcionamiento del Sistema.

Se recomienda verificar las pruebas del mantenimiento anterior para tener datos más eficientes al hacer la calibración de cualquier instrumento así como verificar los diagramas de conexión de la unidad ya que es importante para una buena instalación.

En lo personal, dar seguimiento a un proyecto me ayudó a ampliar en gran cantidad mis conocimientos aprendidos en el instituto, así como infundir en mi persona la importancia de la disponibilidad en un organismo.



Referencias

- [1] Manual de operación de control, Central Hidroeléctrica Malpaso
- [2] Manual de operación REGULADOR DE TENSION RAV 1111 EP 1000F/765
- [3] Manual de operación del usuario AVR SEPAC
- [4] curso de AVR SEPAC
- [4] <http://www.monografias.com/trabajos-pdf5/disenomantenimiento-unidades-generadoras/disenomantenimiento-unidades-generadoras.shtml#ixzz4pT2JkJ58>
- [5] https://books.google.com.mx/books?id=AoG5HyboD_IC&pg=PA261&dq=regulador+de+tension&hl=es419&sa=X&ved=0ahUKEwiqmN2s2M_VAhVI3IMKHWAdB3UQ6AEIJzAA#v=onepage&q=regulador%20de%20tension&f=false
- [6] https://books.google.com.mx/books?id=Z4ZkE2z2q9QC&pg=PA166&dq=puede+de+rectificacion&hl=es419&sa=X&ved=0ahUKEwiVpYKI2c_VAhUmwIQKHARICJAQ6AEIJzAA#v=onepage&q=puede%20de%20rectificacion&f=false

Anexos

SUBGERENCIA REGIONAL DE GENERACIÓN HIDROELÉCTRICA GRIJALVA
PLAN DE MEDICION

CENTRO DE TRABAJO: CENTRAL HIDROELÉCTRICA MALPASO
 PROCEDIMIENTO/INSTRUCTIVO: MANTENIMIENTO REGULADORES DE TENSIÓN (I-2149-CT01)
 VERSIÓN: 1.

ACTIVIDADES CRÍTICAS	VARIABLE DE CONTROL	INDICADOR	CRITERIO DE ACEPTACIÓN	FRECUENCIA DE EVALUACIÓN	PROCEDIMIENTO / INSTRUCTIVO DE ORIGEN	REGISTRO	RESPONSABLE
PRUEBAS IMPEDANCIA, CONDUCCION Y R.C.	RESISTENCIA	OHMS	TIRISTOR A-K= ARRIBA DE 250 KILOHMS K-A= ARRIBA DE 900 KILOHMS G-K= ARRIBA DE 15 OHMS RESITENCIA= ± 10% CAPACITOR= . ± 10%	CADA MANTENIMIENTO MENOR	I-2149-CT01	I-2149-CT01-R01	JEFE DE DEPARTAMENTO DE CONTROL
PRUEBAS HI - POT (ALTA TENSION)	VOLTAJE	KV	ARRIBA DE 2.5 KILOVOLTS	CADA MANTENIMIENTO MENOR	I-2149-CT01	I-2149-CT01-R04	JEFE DE DEPARTAMENTO DE CONTROL
PRUEBAS DE TARJ. DE PULSOS DE DISPARO	RESISTENCIA	OHMS	PRIMARIO= 2.5 ± 10% SECUNDARIO 1= 1.5 ± 10% SECUNADRIO 2= 1.5 ± 10% DIODOS= 0.55 VCD	CADA MANTENIMIENTO MENOR	I-2149-CT01	I-2149-CT01-R05	JEFE DE DEPARTAMENTO DE CONTROL
PRUEBA DE CONTROLABILIDAD DE PUENTE DE TIRISTORES	VOLTAJE	VOLTS	VERIFICACION DE CONTROL DEL 100 % DE LOS TIRISTORES DE LOS PUENTES	CADA MANTENIMIENTO MENOR	I-2149-CT01	I-2149-CT01-R06	JEFE DE DEPARTAMENTO DE CONTROL
LISTA DE VERIFICACION DE REGULADOR DE TENSION	SI/NO	DIGIT	PRUEBA DEL 100% DE LISTA DE	CADA MANTENIMIENTO MENOR	I-2149-CT01	I-2149-CT01-R07	JEFE DE DEPARTAMENTO DE CONTROL

ACTIVIDADES CRÍTICAS	VARIABLE DE CONTROL	INDICADOR	CRITERIO DE ACEPTACIÓN	FRECUENCIA DE EVALUACIÓN	PROCEDIMIENTO / INSTRUCTIVO DE ORIGEN	REGISTRO	RESPONSABLE
		AL	VERIFICACION	TO MENOR			CONTROL

Definiciones

AVR.- Por sus siglas en inglés (Automatic Voltage Regulator) Regulador Automático de Voltaje, también se conoce como RAT o RAV que significa Regulador Automático de Tensión, por sus siglas en el español.

86G.- disparo externo.

Interruptor de campo o 41G.- La función principal del interruptor de campo es la de suministrar el voltaje de excitación al devanado de circuito de campo de la maquina síncrona. >

Interruptor Inicial o 31E.- Quebradora que conecta el banco de baterías momentáneamente con el campo del generador.

Resistencia De Descarga.- Después de cada apertura o disparo del interruptor de campo, un circuito conecta una resistencia para descargar la energía almacenada en el campo del generador.

Tiristor.- Elemento semiconductor de 4 capas NPNP.

Crowbar.- Son resistencias no lineales de protección contra sobre voltajes en el circuito de campo.

Fuente de alimentación.- Proporciona los voltajes necesarios para las tarjetas electrónicas.

Programa.- Líneas de instrucciones que realiza el usuario y ejecuta el CPU del regulador.

Tarjetas digitales.- Se comunican con la CPU a través de buses, transmiten estados 0 o 1.

Tarjetas analógicas.- Se comunican con la CPU de autómatas, poseen la capacidad de convertir valores analógicos adquiridos a digitales.



INSTITUTO TECNOLÓGICO DE TUXTLA GUTIÉRREZ
MANTENIMIENTO MENOR A LA UNIDAD GENERADORA No.6, REGULADOR
DE TENSIÓN Y AUTOMATISMO EN LA CENTRAL HIDROELÉCTRICA MALPASO



PLC.- Controlador Lógico Programable.

M.A.R.- Modulo de Adquisición Remoto.

CPU.- Unidad Procesamiento Central.

IHM.- Interfase Hombre Maquina (SCADA).

Programa.- Líneas de instrucciones que realiza el usuario y ejecuta el autómata.

Profibus PA.- es un estándar de red de campo abierto e independiente de proveedores, donde la interfaz de ellos permite amplia aplicación en procesos, fabricación y automatización predial.