



UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO DE PUNO
FACULTAD DE INGENIERÍA MECÁNICA ELÉCTRICA,
ELECTRÓNICA Y SISTEMAS
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA MECÁNICA
ELÉCTRICA



GUÍA DE APLICACIÓN NORMALIZADA DE SISTEMA DE
PROTECCIÓN CONTRA INCENDIO DE EQUIPOS INDUCTIVOS
EN 500 KV DE LA EMPRESA DE TRANSMISIÓN ISA REP

TESIS

PRESENTADA POR:

Bach. MARTIN ARACAYO MENDOZA

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

INGENIERO MECÁNICO ELECTRICISTA

PUNO – PERÚ

2020



DEDICATORIA

*Dedico este trabajo primeramente a Dios
por ser mi fortaleza en los pasos que doy
en mi vida profesional y personal.*

*A mis padres: Martin y Hermelinda, por su
amor, comprensión, apoyo incondicional y
ser guía a lo largo de mi vida.*

*A mis hermanos: Roxana, Javier,
Paul y Danesa, por su amor y ser
mi modelo de vida.*

Martin Aracayo Mendoza



AGRADECIMIENTOS

Mis agradecimientos a la Universidad Nacional del Altiplano, a mis docentes de la escuela profesional de Ingeniería Mecánica Eléctrica quienes con sus enseñanzas y experiencia me ayudaron a formar como profesional y persona.

Mi agradecimiento a la empresa Red de Energía del Perú y los profesionales que laboran en esta empresa, por confiar y brindarme la oportunidad de formarme como profesional.

Martin Aracayo Mendoza



ÍNDICE GENERAL

DEDICATORIA

AGRADECIMIENTOS

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE FIGURAS

ÍNDICE DE TABLAS

ÍNDICE DE ACRÓNIMOS

RESUMEN

ABSTRACT

CAPÍTULO I

INTRODUCCIÓN

1.1	DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA	17
1.1.1	Problema General	18
1.1.2	Problemas Específicos	18
1.2	JUSTIFICACIÓN DE PROYECTO DE INVESTIGACIÓN	18
1.3	OBJETIVOS DE PROYECTO DE INVESTIGACIÓN	19
1.3.1	Objetivo General.....	19
1.3.2	Objetivos Específicos	19

CAPITULO II

REVISIÓN DE LITERATURA

2.1	ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN	20
2.2	PARTES DE UN ATUTRANSFORMADOR DE POTENCIA	22
2.2.1	Principio De Funcionamiento:	22
2.2.2	Construcción Del Autotransformador.....	23
2.2.3	Núcleo	23
2.2.4	Arrollamientos	24
2.2.5	Enfriamiento	25
2.2.6	Conservador	26
2.2.7	Dispositivo de Alivio de Presión	26
2.2.8	Relé (Bucholz) Actuado por Gas y Aceite.....	28
2.2.9	Deshumidificador de Silicagel.....	29
2.2.10	Monitor inteligente del Autotransformador	30
2.2.11	Indicador de Temperatura de Aceite.....	31
2.2.12	Medidores de Nivel.....	32



2.2.13	Cambiador de Tomas	33
2.3	PARTES DE UN REACTOR DE POTENCIA	34
2.3.1	Núcleo y Armaduras	35
2.3.2	Devanados.....	36
2.3.3	Tanque, Tapa y Conservador	37
2.3.4	Sistema de Enfriamiento	39
2.3.5	Indicador de Temperatura del Aceite.....	40
2.3.6	Indicador de Nivel	41
2.3.7	Relé Buchholz.....	42
2.3.8	Secador de Aire.....	43
2.3.9	Válvula de Alivio de Presión	44
2.3.10	Transformador de Corriente.....	44
2.4	PARTES DEL SISTEMA DE PROTECCIÓN CONTRA INCENDIO ...	45
2.4.1	Sistema de Protección Contra Incendio	45
2.4.2	Armario de Extinción de Incendios (F.E.C.)	46
2.4.3	Caja de Control	47
2.4.4	Detectores de Humos	48
2.4.5	Válvula Antirretorno Pretensada (PRNV)	48
2.4.6	Caja de Señales	49

CAPITULO III

MATERIALES Y MÉTODOS

3.1	COMPONENTES, FUNCIONAMIENTO, ENSAYO, PRUEBAS Y MANTENIMIENTO DEL SISTEMA DE PROTECCIÓN CONTRA INCENDIO.....	50
3.1.1	Armario de Extinción de Incendios (F.E.C)	50
3.1.1.1	Componentes Principales	50
3.1.1.2	Condiciones de Funcionamiento	54
3.1.1.3	Mantenimiento	54
3.1.1.3.1	Pautas Generales para Substituir el Cilindro en FEC.....	54
3.1.2	Caja de Control	55
3.1.2.1	Descripción General.....	55
3.1.2.1.1	Indicadores (verde).....	58
3.1.2.1.2	Señalización (roja).....	58
3.1.2.1.3	Señales Acústicas (sirenas).....	58
3.1.2.1.4	Interruptores:	59



3.2 DESCRIPCIÓN ESPECIFICA Y OPERACIÓN DE PARTES DEL SISTEMA DE PROTECCIÓN CONTRA INCENDIO	59
3.2.1 Sistema Encendido	59
3.2.2 Válvula Drenado Aceite Cerrada	59
3.2.3 Válvula Inyección Gas Cerrada	60
3.2.4 Alarmas	60
3.2.5 Fuera de Servicio	60
3.2.5.1 Causa	60
3.2.5.2 Acción	60
3.2.6 Válvula Drenado Aceite Abierta	61
3.2.6.1 Causa	61
3.2.6.2 Acción	61
3.2.7 Extinción en Progreso	61
3.2.7.1 Causa	61
3.2.7.2 Acción	62
3.2.8 Disparo Buchholz/RPRR	62
3.2.8.1 Causa	62
3.2.8.2 Acción	62
3.2.9 Disparo Diferencial	62
3.2.9.1 Causa	62
3.2.9.2 Acción	63
3.2.10 Fuego Detectado	63
3.2.10.1 Causa	63
3.2.10.2 Acción:	63
3.2.11 Disparo Maestro	63
3.2.11.1 Causa	63
3.2.11.2 Acción	64
3.2.12 Falla Conexión Buchholz/RPRR	64
3.2.12.1 Causa	64
3.2.12.2 Acción	64
3.2.13 Falla Conexión Diferencial	64
3.2.13.1 Causa	65
3.2.13.2 Acción	65
3.2.14 Falla Conexión Detector Fuego	65
3.2.14.1 Causa	65



3.2.14.2	Acción.....	65
3.2.15	Falla Conexión Válvula Retención.....	65
3.2.15.1	Causa	66
3.2.15.2	Acción.....	66
3.2.16	Baja Presión Cilindro Gas.....	66
3.2.16.1	Causa	66
3.2.16.2	Acción.....	66
3.2.17	Válvula de Retención Cerrada	66
3.2.17.1	Causa	67
3.2.17.2	Acción.....	67
3.2.18	Visual/Audio/Alarma (H20)	67
3.2.18.1	Causa	67
3.2.18.2	Acción.....	67
3.2.19	Visual/Audio/Alarma para Falla Tensión-Auxiliar 220 VCC (H21):	67
3.2.19.1	Causa	68
3.2.19.2	Acción.....	68
3.2.20	Interruptores.....	68
3.2.21	Iniciar Extinción On/Off.....	68
3.2.22	Botón Pulsador.....	69
3.3	DETECTOR DE HUMOS (INCENDIOS)	71
3.3.1	Descripción General	71
3.3.2	Función	71
3.3.3	Mantenimiento	72
3.3.4	Ensayo (Prueba).....	72
3.4	VÁLVULA ANTIRETORNO PRETENSADA (PNRV)	73
3.4.1	Descripción General.	73
3.4.2	Función	74
3.4.3	Ensayo (Prueba).....	74
3.4.4	Mantenimiento	75
3.5	MONTAJE DEL SISTEMAS DE PROTECCIÓN CONTRA INCENDIO.....	76
3.5.1	Armario de Extinción de Incendios.	76
3.5.2	Caja de Control	77
3.5.3	Detectores de Humos	78
3.5.4	Válvula Antirretorno Pretensada	78



3.5.5	Conexiones de Tuberias.....	80
3.5.6	Drenaje de Aceite del Transformador.....	81
3.5.7	Drenaje a Aartir del Armario.....	82
3.5.8	Conexión de la Anyección del Nitrógeno.....	82
3.5.9	Puesta a Tierra	83
3.6	CONDICIONES PREVIAS ANTES DE PONER EN SERVICIO.	83
3.6.1	Mecánicas	83
3.6.2	Eléctricas.....	85
3.7	PROCESO DE PUESTA EN SERVICIO.....	86
3.7.1	Sistema Encendido (Señal Verde)	88
3.8	MANTENIMIENTO.....	88
3.8.1	Programa de Mantenimiento Mensual.....	89
3.8.2	Programa de Mantenimiento Anual.....	89
3.8.3	Programa de Mantenimiento Suplementario.....	89
CAPITULO IV		
RESULTADOS Y DISCUSIÓN		
4.1	PRUEBAS Y MODOS DE ACTUACIÓN DEL SISTEMA CONTRA INCENDIO	90
4.1.1	Pruebas.....	90
4.1.1.1	Inspección de Tablero de Control	90
4.1.1.2	Pruebas de los Detectores de Incendio.....	90
4.1.1.3	Pruebas de la Válvula Antirretorno (PNRV)	91
4.1.1.4	Pruebas del Mecanismo en el Armario de Extinción (FEC).....	91
4.1.1.5	Pruebas del Tablero de Control.....	92
4.1.1.5.1	Modo de Prevención de Auto Explosión.....	92
4.1.1.5.2	Modo de Auto Extinción (fuego)	93
4.1.1.6	Pruebas de la Caja de Control	95
4.2	GUÍA DE APLICACIÓN NORMALIZADA DE MANTENIMIENTO DEL SISTEMA CONTRA INCENDIO DE EQUIPOS INDUCTIVOS EN 500 KV.....	96
	96
4.3	DISCUSIÓN.....	105
V.	CONCLUSIONES.....	106
VI.	RECOMENDACIONES	107
VII.	REFERENCIAS.....	108
ANEXOS.....		110



Anexo A: Actuation CTR Explosion Prevention and Fire Extinguishing System for Transformers and Reactors.....	110
Anexo B: Modos de Actuación del Sistema de Protección Contra Incendio CTR...	129
Anexo C: Diagrama de Detalles de Interconexión del Microprocesador con HMI del Sistema Contra Incendio CTR.....	130
Anexo D: Diagrama de Detalles de Disposición General de Cableado para PLC con Caja de Control del Sistema Contra Incendio CTR.....	130
Anexo E: Diagrama de Detalles de Flujo de Operación del Sistema Contra Incendio CTR	132
Anexo F: Diagrama de Detalles de la Caja de Control del Sistema Contra Incendio CTR	133
Anexo G: Diagrama de Detalles del Cubículo del Sistema Contra Incendio CTR ..	134

Área : Ingeniera Eléctrica

Tema : Mantenimiento de Equipos Inductivos

FECHA DE SUSTENTACIÓN: 15 de enero de 2020



ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Autotransformador de potencia en 500 kV	23
Figura 2: Núcleo del transformador o autotransformador de potencia.....	24
Figura 3: Arrollamiento del transformador o autotransformador de Potencia.....	25
Figura 4: Radiadores de enfriamiento uso ONAN y ONAF.....	25
Figura 5: Conservador de autotransformador de potencia en 500 kV	26
Figura 6: Relé Mecánico alivio de presión	27
Figura 7: Relé Buccholz	28
Figura 8: Respirador o Deshumidificador de silica gel	30
Figura 9: Monitos Inteligente de gases	31
Figura 10: Indicador de Temperatura de devanados y aceite	32
Figura 11: Medidor de Nivel de aceite	32
Figura 12: OLTC o Cambiador de tomas bajo carga.....	33
Figura 13: Reactor monofásico de Potencia en 500 kV.....	34
Figura 14: Núcleo y Armadura del reactor de potencia en 500 kV	35
Figura 15: Devanados del reactor de potencia en 500 kV	37
Figura 16: Conservador de aceite del reactor de potencia en 500 kV	39
Figura 17: Radiadores.....	40
Figura 18: Medidor de temperatura	41
Figura 19: Indicador de nivel de aceite.....	42
Figura 20: Relé Buccholz	43
Figura 21: Respirador o deshumidificador silica gel	43
Figura 22: Relé de alivio de presión	44
Figura 23: Transformadores de corriente tipo pasatapa o domo	45
Figura 24: Sistema de protección contra incendios	46
Figura 25: Armario de extinción de incendios F.E.C. de SPCI.....	47
Figura 26: Caja o Tablero de control del SPCI.....	47
Figura 27: Detector de humos o fuego del SPCI	48
Figura 28: Válvula antirretorno PRNV o TCVI del SPCI.....	49
Figura 29: Caja de señales de SPCI.....	49
Figura 30: Lista de códigos y colores de los pulsadores.....	70
Figura 31: Prueba del detector de Incendio de SPCI.....	72



Figura 32: Detector de incendio del SPCI	73
Figura 33: Prueba de la válvula antirretorno PRNV o TCVI del SPCI	75
Figura 34: Válvula antirretorno PRNV o TCVI del SPCI	75
Figura 35: Armario de extinción de incendios F.E.C. del SPCI.....	77
Figura 36: Conexión de tuberías de inyección de Nitrógeno del SPCI	81
Figura 37: Conexión de tuberías de drenaje de aceite del SPCI.....	82
Figura 38: Conexión de tuberías de inyección de Nitrógeno en la parte baja de la cuba	83
Figura 39: Accionamiento electromecánico del armario contra incendio del SPCI.....	85
Figura 40: Tablero de control del SPCI.....	88
Figura 41: Modo de prevención de la autoexplosión del SPCI	93
Figura 42: Modo extinción del fuego del SPCI	94



ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Partes principales del F.E.C.....	53
Tabla 2: Componentes de la caja de señales.....	56
Tabla 3: Leyenda del display en la caja de control.....	57
Tabla 4: Prevención de la autoexplosión.....	92
Tabla 5: Extinción del incendio.....	94
Tabla 6: Recursos de la GAN de equipos inductivos en 500 kV.....	96
Tabla 7: Estado y análisis de riesgos de la GAN de equipos inductivos en 500 kV.....	97
Tabla 8: Actividades de mantenimiento y pruebas de la GAN de equipos inductivos en 500 kV.....	100



ÍNDICE DE ACRÓNIMOS

(ISA) Interconexión Eléctrica S.A.

(REP) Red de Energía del Perú

(GAN) Guía de Aplicación Normalizada

(SPCI) Sistema de Protección contra incendio

(MCC) Mantenimiento Centrado en Confiabilidad

(SEIN) Sistema Eléctrico Interconectado Nacional

(SE) Subestación Eléctrica

(SSEE) Subestaciones Eléctricas

(LLTT) Líneas de Transmisión

(FEC) Fire Extincion Cubicle

(PRNV) Válvula Antirretorno

(TCVI) Válvula Antirretorno

(OLTC) On-Load Tap Changer o Conmutador de Tomas Bajo Carga

(ONAN) Oil Natural Air Natural o Aceite Natural Aire Natural

(ONAF) Oil Natural Air Forced o Aceite Natural Aire forzado

(KV) Kilovoltios



RESUMEN

En la actualidad los nuevos proyectos que ha ganado ISA Red de Energía del Perú, el estado peruano está solicitando en los pliegos del concurso la instalación de un sistema de protección contra incendios en los equipos inductivos. Estos sistemas aún no han sido probados para la prevención de explosión de equipos inductivos lo que, conllevando a una inversión muy alta para la protección de este activo, por lo cual dicho sistema debe darse un mantenimiento adecuado para que actúe en el momento de presentarse la falla. La presente tesis busca implementar una Guía de Aplicación Normalizada, del Sistema de Protección contra Incendio de Autotransformadores y Reactores de Potencia en 500 kV de la empresa de transmisión. De esta manera la implementación de la Guía se basará en recomendaciones del fabricante del Sistema de protección contra incendios que van de acorde con el Mantenimiento Centrado en Confiabilidad de este sistema. Con la finalidad de mantener la operatividad y confiabilidad del sistema de protección para su correcta actuación en caso ocurra un incendio o posible explosión que deje inoperativo a los equipos inductivos. Además de ser una guía del mantenimiento, también servirá para realizar las pruebas correspondientes y abalar su correcta actuación. El Sistema tiene dos formas de actuación, la de extinción de incendio y de prevención de explosión, de esta manera se reducen los riesgos de daños de personas, impacto en el ambiente, daños de infraestructura y daños a los equipos cercanos. Por lo anteriormente expuesto, se concluye que la implementación de la guía de mantenimiento del sistema de protección contra incendios de los equipos inductivos además de garantizar la correcta actuación del sistema frente a los posibles dos modos de prevención de explosión y extinción.

Palabras Clave: Mantenimiento, Autotransformador, Reactor, Confiabilidad, Protección.



ABSTRACT

Currently the new projects that ISA Red de Energía del Perú has won, the Peruvian state is requesting the installation of a fire protection system in inductive equipment in the tender documents. These systems have not yet been tested for the prevention of explosion of inductive equipment which, leading to a very high investment for the protection of this asset, so that this system must be properly maintained to act at the time of presenting the failure. This thesis project seeks to implement a Standardized Application Guide for the Fire Protection System of Autotransformers and Power Reactors in 500 kV of the transmission company. In this way the implementation of the Guide will be based on recommendations of the manufacturer of the Fire Protection System that are in accordance with the Reliability Centered Maintenance of this system. In order to maintain the operability and reliability of the protection system for its correct action in the event of a fire or possible explosion that leaves inductive equipment inoperative. In addition to being a maintenance guide, it will also be used to perform the corresponding tests and reduce their correct performance. The System has two forms of action, fire extinguishing and explosion prevention, thus reducing the risks of personal injury, environmental impact, infrastructure damage and damage to nearby equipment. Based on the foregoing, it is concluded that the implementation of the maintenance guide of the fire protection system of inductive equipment in addition to guaranteeing the correct performance of the system against the possible two ways of preventing explosion and fire extinguishing.

Keywords: Maintenance, Autotransformer, Reactor, Reliability, Protection.



CAPÍTULO I

INTRODUCCIÓN

En la actualidad los nuevos proyectos que ha ganado ISA Red de Energía del Perú – ISA REP a través de los concursos de construcción, operación y mantenimiento que convoca la Agencia de Promoción de la Inversión Privada (ProInversión), el estado peruano está solicitando en los pliegos del concurso la instalación de un sistema de protección contra incendios en los equipos inductivos. Estos sistemas aún no han sido probados para la prevención de explosión de equipos inductivos lo que, conllevando a una inversión muy alta para la protección de este activo, por lo cual dicho sistema debe darse un mantenimiento adecuado para que actúe en el momento de presentarse la falla.

El presente Proyecto de tesis busca implementar una Guía de Aplicación Normalizada - GAN, del Sistema de Protección contra Incendio de Autotransformadores y Reactores de Potencia en 500 kV de la empresa de transmisión Eléctrica ISA REP. De esta manera la implementación de la GAN se basará en recomendaciones del fabricante del SPCI (Sistema de Protección Contra Incendios) que van de acorde con el Mantenimiento Centrado en Confiabilidad MCC de este sistema. Con la finalidad de mantener la operatividad y confiabilidad del sistema de protección para su correcta actuación en caso ocurra un incendio o posible explosión que deje inoperativo a los equipos inductivos. Además de ser una guía del mantenimiento, también servirá para realizar las pruebas correspondientes y abalar su correcta actuación.

El Sistema tiene dos formas de actuación, la de extinción de incendio y de prevención de explosión; donde intervienen los detectores de incendio, las protecciones mecánicas y eléctricas de los equipos inductivos; este sistema debe despresurizar el tanque del autotransformador o reactor, en el caso de autotransformador también



despresuriza el conmutador bajo carga, liberando el aceite hacia el pozo de recolección e inyectando Nitrógeno a presión constante al tanque del equipo inductivo, así reduciendo los riesgos de inflamación o explosión actuando conjuntamente con las protecciones mecánicas y eléctricas, de esta manera se reducen los riesgos de daños de personas, impacto en el ambiente, daños de infraestructura y daños a los equipos cercanos, actuando en el mínimo tiempo necesario para evitar la explosión.

Por lo anteriormente expuesto, se concluye que la implementación de la guía de mantenimiento del sistema de protección contra incendios de los equipos inductivos además de garantizar la correcta actuación del sistema frente a los posibles dos modos de prevención de explosión y extinción de incendio cumple con el objetivo de reducir el costo de un posible mantenimiento correctivo de un equipo inductivo que podría superar el millón de dólares ante una exposición de este, al margen de los gastos asociados como son el impacto ambiental, de reputación y a equipos cercanos a este o en el caso crítico daños a las personas.

1.1 DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA

Actualmente la empresa de transmisión ISA Red de Energía del Perú opera y mantiene líneas de transmisión en 60, 66, 138, 220, 500 kV y Subestaciones en 21 departamentos del país, en el caso de las subestaciones de 500 kV los equipos de inductivos que vienen operando son autotransformadores y reactores de potencia que por motivos de seguridad ambiental, el estado peruano con sus entes reguladores y fiscalizadores ha ordenado que los proyectos electromecánicos de subestaciones en 500 kV se instale sistemas de protección contra incendio a los equipos inductivos de extra alta tensión los cuales son equipamientos que evitaren el incendio o explosiones de estos equipos inductivos, para lo cual se necesita garantizar el correcto funcionamiento del



sistema de protección contra incendio al presentarse una falla por lo cual no se tiene o cuenta con una guía de aplicación normalizada para realizar el mantenimiento y pruebas a este sistema basado en mantenimiento centrado en confiabilidad.

1.1.1 PROBLEMA GENERAL

Elaboración de una guía de aplicación normalizada de sistemas de protecciones de equipos inductivos en 500 kV.

1.1.2 PROBLEMAS ESPECÍFICOS

a) Las consecuencias de no tener una estrategia de mantenimiento de equipos nuevos, en este caso un equipo de sistemas de protección contra incendio de inyección por nitrógeno puede tener consecuencias de un mal accionamiento del equipo frente a alguna falla, generaría impactos en el ambiente, daños de infraestructura, daños a los equipos cercanos o en caso crítico daño a las personas.

b) La guía de aplicación normalizada de mantenimiento de los equipos garantiza la ejecución del mantenimiento y las pruebas de actuación en los dos modos de operación del equipo sistema de protección contra incendios de equipos inductivos en 500 kV.

1.2 JUSTIFICACIÓN DE PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

La transmisión eléctrica del Sistema Eléctrico Interconectado Nacional - SEIN en los últimos años ha implementado la transmisión de energía eléctrica en niveles de tensión de 500 kV, lo cual llevo a la construcción de Subestaciones Eléctricas, Líneas de Transmisión y equipos de compensación reactiva con el nivel de tensión de 500 kV lo cual conlleva a tener equipos que operen con el mismo nivel de tensión, en este caso los equipos inductivos como los Autotransformadores y Reactores de potencia que opera y



mantiene la empresa ISA Red de Energía de Perú los cuales cuentan con protecciones propias eléctricas y mecánicas, sin embargo en caso de que estos no actúen frente a una falla los equipos inductivos tienden a explotar o incendiarse, lo cual llevaría afectaciones de interrupción de suministro de energía, reputación, personas cercanas, equipos cercanos y la reposición del equipo tendrá factores como el tiempo de fabricación y puesta en servicio que se reflejan en costos millonarios.

Para lo cual el sistema de protección de sistemas contra incendio opera con sus 02 modos de actuación; la de prevención de explosión y extinción de incendio. Previendo daños personales, daños al medio ambiente, daños severos de los equipos y reduciendo los costos de Mantenimiento correctivo.

1.3 OBJETIVOS DE PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

1.3.1 OBJETIVO GENERAL

El objetivo principal de este proyecto de tesis es implementar una Guía de Aplicación Normalizada de Sistema de Protección Contra Incendio de equipos inductivos de Alta Tensión como Autotransformadores y Reactores de potencia de 500 kV de la empresa ISA Red de Energía del Perú.

1.3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Realizar las pruebas necesarias del sistema contra incendio para verificar y elaborar una guía de aplicación normalizada de sistema de protección contra incendio.

- a) Elaborar la Guía de Aplicación Normalizada de Sistema de Protección Contra Incendio, para realizar las pruebas del sistema cuando sea el mantenimiento programado de los autotransformadores y reactores de potencia de 500 kV.



CAPITULO II

REVISIÓN DE LITERATURA

2.1 ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN

A nivel mundial, decenas de transformadores explotan a diario. Los transformadores de potencia y reactores están entre los bienes más caros y los críticos de las Plantas Eléctricas y Subestaciones. Generalmente, las fallas en el interior del tanque del transformador y el origen de explosiones e incendios en estos equipos. Estas fallas pueden ser debidas a muchas razones, pero no limitadas a, la antigüedad, mantenimiento deficiente, sobrecargas, cortos circuitos, condiciones climáticas o alguna falla en algún equipo asociado.

Los transformadores de potencia y los reactores tienen una gran cantidad de aceite en el contacto directo con los elementos del alto voltaje que, cuando explotan, tiene como resultado el fuego que se propaga a todas las instalaciones y se puede destruir a otros transformadores y equipos asociados. Por lo tanto, existe una necesidad de atención crucial con respecto a la seguridad de transformadores y reactores.

Más de 20 países en Europa, América del Sur, América Central y el sudeste de Asia; se ha instalado más de 3000 Sistemas en funcionamiento donde se ha presentado casos de mala actuación de los Sistemas por falta de un adecuado mantenimiento, esto sucedió en la India que es justamente donde se encuentra el Fabricante CTR Manufacturing Industries LTD de los sistemas que la empresa ISA REP posee en sus SSEE de 500 kV.



Estas empresas que han sufrido pérdidas considerables viéndolo desde el punto financiero, han compartido sus experiencias y recomendaciones con el fin de tener la confiabilidad en el sistema eléctrico de la India.

Preocupados por la seguridad de los equipos inductivos, que es ahora un problema nacional en la India, la concientización y advertencia con respecto al NIFPES se ha encontrado a través de un sitio web que lista 7 casos conocidos de fallos del sistema CTR contra Explosiones de Transformadores e Incendios.

El estado peruano ha solicitado a los nuevos proyectos la implementación de sistemas de protección contra incendio de equipos inductivos, en el caso de la empresa de transmisión eléctrica ISA Red de Energía del Perú que ha ganado los últimos proyectos de líneas de transmisión en 500 kV que posee subestaciones en diferentes partes del país conectando centrales eléctricas, subestaciones a través de líneas de transmisión. Donde esta implementado el SPCI con una cantidad considerable de equipos instalados en autotransformadores y reactores de potencia en las subestaciones.

El SPCI de CTR Manufacturing Industries LTD protege del incendio y explosión, de transformadores y reactores de potencia.

En la actualidad la transmisión de energía eléctrica en 500 kV en el país es novedoso, por lo cual no se tiene información de tesis más que solo se tiene información de las experiencias de empresas de transmisión eléctrica a nivel mundial específicamente en la India.

De esta manera con la información y experiencia de las empresas de transmisión eléctrica en alta tensión de la India, sumado las recomendaciones del manual del fabricante, la capacitación técnica sobre los equipos, el estudio de MCC (Mantenimiento



Centrado en Confiabilidad) y de la revisión de las áreas de Seguridad y Ambiente; contribuirá para elaborar la Guía de Aplicación Normalizada de Sistema de Protección Contra Incendio, que también servirá para realizar pruebas en el momento de realizar mantenimiento programado e los Autotransformadores y Reactores de Potencia.

Los Sistema de Protección Contra Incendio están instalados en campo juntos a los equipos inductivos, con sus propias obras civiles como pozo de recolección y muros de contención con el objetivo de proteger los equipos cercanos, el cubículo del SPCI y a las personas.

2.2 PARTES DE UN AUTOTRANSFORMADOR DE POTENCIA

2.2.1 PRINCIPIO DE FUNCIONAMIENTO:

El autotransformador y transformador es un aparato estático que convierte energía eléctrica de un nivel de tensión a otro. En la medida en que los niveles de tensión del sistema aumentan, las técnicas que se utilizan para el diseño, construcción, operación y mantenimiento del transformador se vuelven más y más críticas.

Si se tiene el cuidado apropiado durante el montaje, funcionamiento, mantenimiento y monitoreo de la condición del transformador, puede dar un servicio sin problemas al usuario a lo largo de la vida prevista de equipo que es del orden de 30-40 años. Por lo tanto, es esencial que las personas asignadas al montaje, funcionamiento o mantenimiento de transformador entiendan por completo las instrucciones que son provistas por el fabricante.

Figura 1: Autotransformador de potencia en 500 kV



Fuente: ISA Red de Energía del Perú

2.2.2 CONSTRUCCIÓN DEL AUTOTRANSFORMADOR

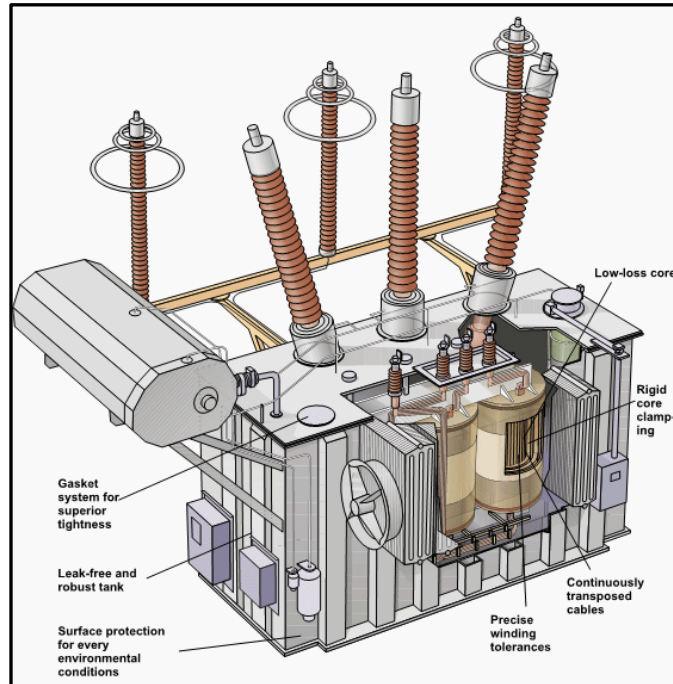
Las técnicas empleadas en el diseño y construcción de transformadores de alta tensión varían de fabricante en fabricante. Nuestros transformadores son tipo núcleo con los arrollamientos concéntricos al núcleo. Las piezas activas de los transformadores consisten en el núcleo y arrollamientos.

2.2.3 NÚCLEO

El núcleo se fábrica a partir del acero orientado de grano de silicio laminado en frío, que da pérdidas específicas muy bajas con las densidades de flujo operativas. Las uniones de las láminas se diseñan de tal forma que el flujo electromagnético está siempre en la dirección de la orientación del grano. La estructura de abrazaderas que sujeta el

núcleo se diseña de manera tal que se toma cuidado de todas las fuerzas generadas en los arrollamientos en caso de cortocircuito. El diseño del núcleo es monofásico y de 3 ramas (una rama principal y las demás dos para el regreso de flujo).

Figura 2: Núcleo del transformador o autotransformador de potencia



Fuente: Catálogo Siemens

2.2.4 ARROLLAMIENTOS

Los arrollamientos se fabrican a partir de conductores de cobre aislados por papel. Los conductores paralelos se trasponen en intervalos regulares a lo largo del arrollamiento para asegurar el igual acoplamiento del flujo y distribución de corrientes entre los hilos. Se adopta la construcción en discos para los arrollamientos de alta tensión para asegurar una distribución uniforme de la tensión de impulso. Los separadores en los arrollamientos se arreglan de tal manera que el flujo de aceite sea dirigido a través de todo el arrollamiento para asegurar un buen enfriamiento. La disposición de los arrollamientos desde el núcleo es-Núcleo – TV – MT – Tap – AT.

Figura 3: Arrollamiento del transformador o autotransformador de Potencia

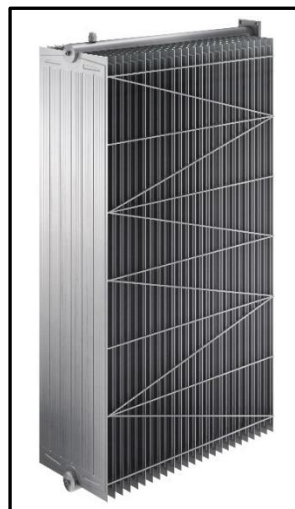


Fuente: Catálogo WEG

2.2.5 ENFRIAMIENTO

En caso de enfriamiento de ONAN, el aceite fluye a través del arrollamiento y los radiadores adosados al tanque por efecto termosifón. El sistema de enfriamiento por radiadores consiste en radiadores de hoja de acero prensada que se montan directamente en el tanque principal. Enfriamiento ONAF1 y ONAF2 se consigue con ventiladores adecuados.

Figura 4: Radiadores de enfriamiento uso ONAN y ONAF



Fuente: Catálogo General Electric

2.2.6 CONSERVADOR

El conservador se provee para considerar la expansión y la contracción del aceite de transformador que ocurre durante el funcionamiento normal del transformador. Separadores flexibles o célula del aire se provee en el conservador para prevenir el contacto directo del aire con el aceite del transformador.

Un conservador se provee por separado en el cambiador de toma bajo carga. El indicador magnético de Nivel de Aceite se monta en el tanque de expansión/conservador principal y puede alarmar en el caso de que el nivel de aceite caiga por debajo de los niveles preestablecidos.

Figura 5: Conservador de autotransformador de potencia en 500 kV



Fuente: ISA Red de Energía del Perú

2.2.7 DISPOSITIVO DE ALIVIO DE PRESIÓN

El dispositivo para alivio de presión de aceite del tanque del transformador y del sistema de enfriamiento se monta junto con un relé de desconexión. El dispositivo de

alivio de presión permite el alivio rápido de presión excesiva que se puede generar en caso de una avería seria.

Un dispositivo de alivio de presión es un dispositivo cargado por un resorte que da una amplificación rápida de su fuerza de actuación.

Un indicador mecánico codificado de color brillante situado en la cubierta se mueve con el disco de válvula durante la operación del dispositivo y se mantiene en la posición por un anillo de forma de “O” en el cojinete del pasador. Este pasador es claramente visible a nivel del suelo indicando que el dispositivo ha operado. El pasador indicador puede ser vuelto a su posición original manualmente empujándolo hacia abajo hasta que se reajusta en el disco de válvula. El dispositivo de alivio de presión está provisto de un contacto de desconexión blindado y hermético y es operado por el movimiento del disco de la válvula.

Figura 6: Relé mecánico alivio de presión



Fuente: ISA Red de Energía del Perú

2.2.8 RELÉ (BUCCHOLZ) ACTUADO POR GAS Y ACEITE

El relé operado por gas y aceite se monta en la tubería de conexión entre la cuba y el tanque de expansión para recolectar los gases generados en el aceite. Un volumen de gas preestablecido en el dispositivo, o un flujo de aceite hacia el tanque de expansión causará la operación del contacto de alarma o disparo respectivamente. En caso de una pérdida severa de aceite desde el transformador, los elementos de alarma y disparo operan alternadamente de la manera descrita previamente para el caso de recolección de gas. Dos llaves de purga de latón se montan en la parte superior del relé, las salidas son roscadas para conectar un caño de purga, si necesario, para recoger las muestras de gas.

Se monta el relé de flujo aceite (de presión súbita) en la conexión de tubería entre cambiador de tomas bajo carga y su recipiente de expansión de aceite. Este relé funciona sobre el principio de presión súbita del aceite en un comporta lo que hace funcionar el interruptor de mercurio conectado al circuito de disparo. Alarma actuada por gas se elimina por que el gas generado durante cambio normal de toma provocará alarma sin necesidad.

Figura 7: Relé buccholz



Fuente: ISA Red de Energía del Perú



2.2.9 DESHUMIDIFICADOR DE SILICA GEL

La expansión y la contracción de aceite causan la acción de respiración. Cualquier humedad en el aire respirado es absorbida por el deshumidificador de silica gel. Un sello de aceite en la toma de admisión de aire previene la absorción de humedad externa cuando no hay respiración.

El recipiente del deshumidificador se llena con cristales de silica gel. Se arregla de tal manera que el aire respirado debe pasar a través de él. Cuando los cristales de silica gel están completamente activos, tienen color anaranjado. Si el color cambia a un color de verde oscuro, es que está saturado de humedad y se debe sustituir el recipiente por un nuevo.

El tamaño de deshumidificador se elige para funcionar con eficacia durante seis meses aproximadamente. La cantidad de silica gel requerida depende de la cantidad de aceite en el transformador, el ciclo de carga y las condiciones atmosféricas en sitio. Las dos últimas condiciones son de difícil acceso por el fabricante del transformador y por lo tanto, se debe hacer una inspección periódica del indicador para asegurar la operación segura.

Figura 8: Respirador o deshumidificador de silica gel

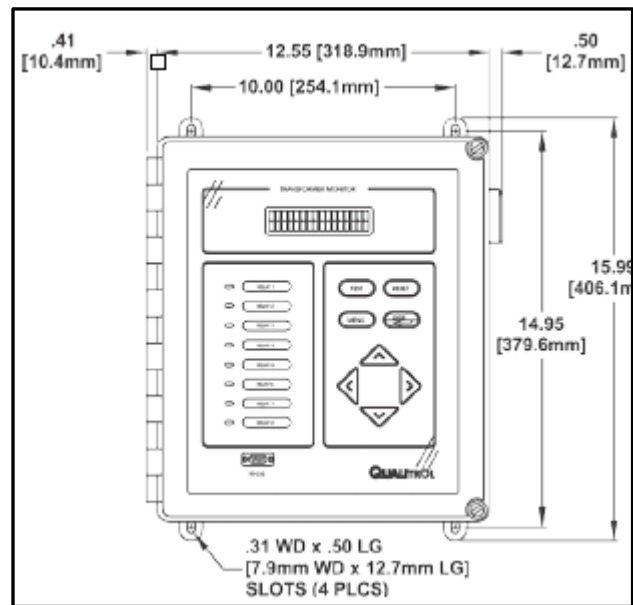


Fuente: ISA Red de Energía del Perú

2.2.10 MONITOR INTELIGENTE DEL AUTOTRANSFORMADOR

Monitor inteligente del transformador indica el arrollado y la temperatura de aceite del transformador y funciona la alarma, disparo y el control de contactos de control de enfriador. El monitor inteligente del transformador supervisa muchos parámetros estándares tales como temperatura de líquido, temperatura de arrollado y la temperatura ambiente. ITM se provee con RTD para medir la temperatura ambiente y de aceite. Para medir la temperatura de arrollado se provee abrazadera en los TC. Los insumos de corrientes se hacen chasqueando un pequeño TC alrededor del conductor del TC de transformador. La información crucial de la medida se exhibe sin empujar ningún botón.

Figura 9: Monitos inteligente de gases



Fuente: Catálogo Qualitrol

2.2.11 INDICADOR DE TEMPERATURA DE ACEITE

El indicador de temperatura de aceite consiste en un bulbo sensor, un tubo capilar y un cuadrante para la lectura de la temperatura. El bulbo sensor se monta en la zona del aceite más caliente. El bulbo sensor y tubo capilar se montan en un líquido de evaporación. La presión de vapor varía con el cambio de la temperatura y se transmite a un tubo de carga dentro del cuadrante y este se mueve de acuerdo con los cambios en presión que son proporcionales a la temperatura.

Figura 10: Indicador de temperatura de devanados y aceite



Fuente: Catálogo Qaulitrol

2.2.12 MEDIDORES DE NIVEL

El indicador de nivel de aceite señala el nivel del líquido aislante contenido en el tanque principal del transformador o en compartimentos asociados.

En los transformadores con tanque de conservación el medidor de nivel se encuentra instalado a un costado del mismo. En los transformadores sellados el medidor de nivel es instalado a un costado del tanque, justo a la altura del nivel de aceite.

Figura 11: Medidor de nivel de aceite

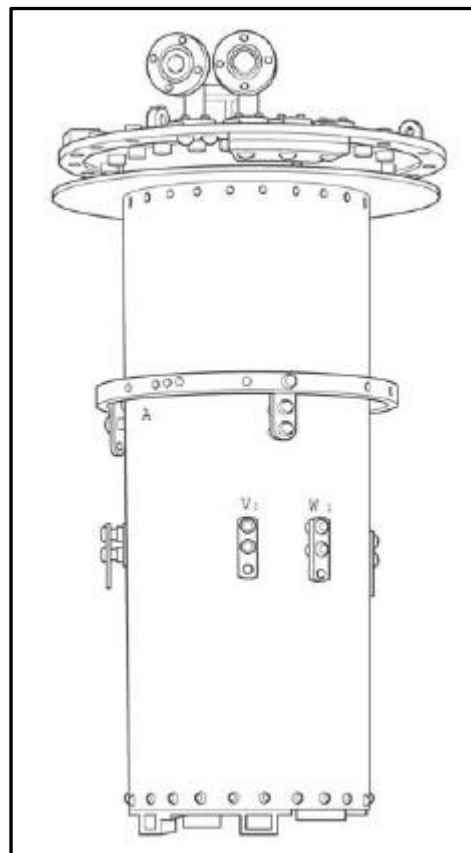


Fuente: Red de Energía del Perú

2.2.13 CAMBIADOR DE TOMAS

Los transformadores son provistos con de cambiador de toma bajo carga. El cambio de toma bajo carga estará una unidad autónoma contenida en el tanque principal del transformador. Esto consiste en la unidad del desviador y la unidad selectora. En unidad selectora, la terminación será hecha. Puesto que una cierta cantidad de formación de arcos ocurre durante la operación de conmutación a partir de una toma a otro, el aceite dentro de la unidad del desviador deteriorará más rápidamente. Por lo tanto, este aceite en compartimiento del desviador no se puede permitir mezclarse con el aceite en el transformador principal. El cambiador de toma bajo carga se proporciona con un conservador por separado y de Relé de flujo de aceite.

Figura 12: OLTC o cambiador de tomas bajo carga



Fuente: Catálogo MR

2.3 PARTES DE UN REACTOR DE POTENCIA

Los reactores de potencia son el medio más compacto y de mejor relación costo-eficacia para compensar la generación capacitiva en líneas de alta tensión de transmisión larga o en sistemas de cables de gran longitud. Las soluciones alternativas son más costosas, se traducen en mayores pérdidas, requieren más equipos y exigen recursos adicionales. Usados en servicio permanente para estabilizar la transmisión de potencia, o conectados solamente en condiciones de carga ligera para control de tensión, los reactores de potencia combinan alta eficacia con bajos costes de ciclo de vida para reducir los costes de transmisión y aumentar los beneficios.

Figura 13: Reactor monofásico de potencia en 500 kV



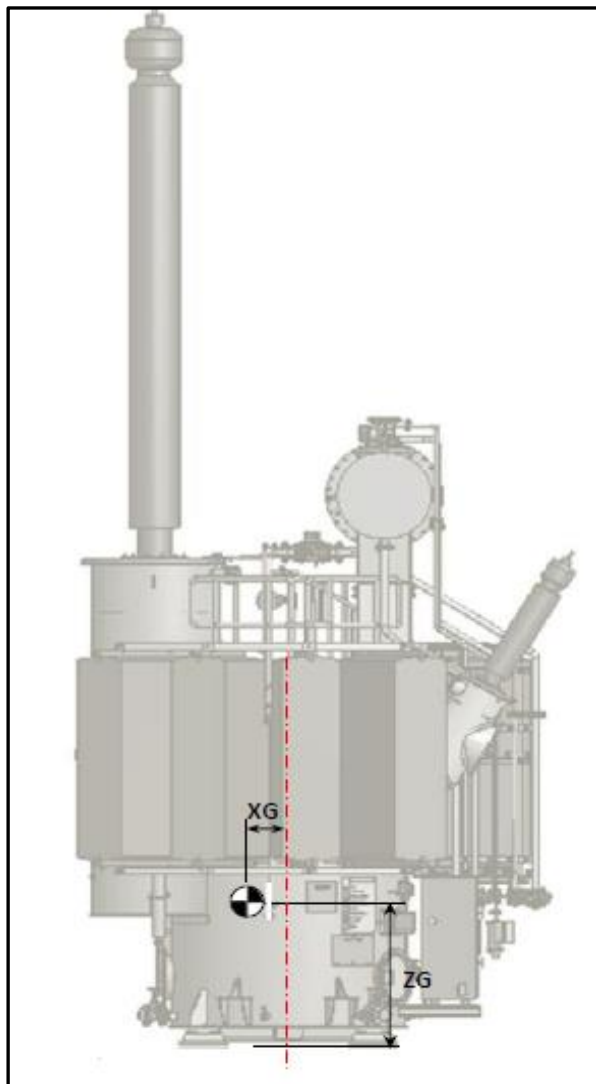
Fuente: Red de Energía del Perú

2.3.1 NÚCLEO Y ARMADURAS

El núcleo es formado por láminas de acero silicio de granos orientados laminados en frío, teniendo como características principales alta permeabilidad y bajas pérdidas específicas.

Cada lámina es recubierta por una película aislante resistente al calor y no afectada por el aceite aislante usado en los reactores. Las características físicas, así como el proceso de aplicación del aislamiento de las láminas son definidas por el fabricante de estas.

Figura 14: Núcleo y armadura del reactor de potencia en 500 kV



Fuente: Catálogo General Electric



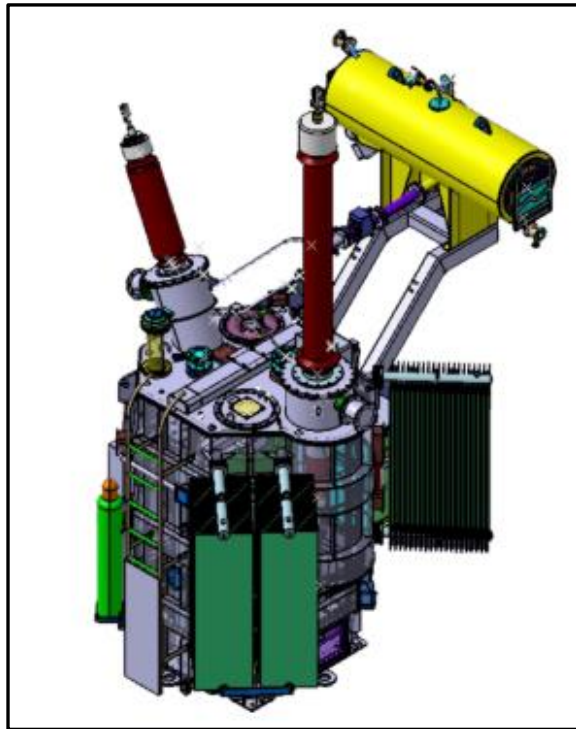
2.3.2 DEVANADOS

Los conductores usados son formados por cobre electrolítico trefilado con cantos redondeados. En función de las necesidades definidas por los valores de los requerimientos electrodinámicas calculadas en las condiciones de cortocircuito, pueden ser usados conductores con varios grados de dureza y consecuentemente con diferentes características mecánicas.

El aislamiento de los conductores se obtiene por el recubrimiento de estos con cintas de papel aislante en función del aislamiento requerido. En los cables transpuestos los conductores son recubiertos con resina en cuanto el conjunto es aislado con papel. Los aislamientos principales entre devanados y entre los mismos y masa, son obtenidos con conjuntos de cilindros, anillos y capas flangeadas o barreras ejecutadas con cartón de alta densidad para uso eléctrico. Las características dieléctricas finales están relacionadas al conjunto de los aislantes a través de los tratamientos térmicos que proporcionan la retirada de la humedad y posteriormente la impregnación de los mismos con aceite aislante bajo vacío.

Las uniones de los conductores en los devanados son realizadas por soldadura fuerte; en las ligaciones las juntas y conexiones pueden ser hechas por soldadura, prendimiento o unión atornillada en función del tipo y de la posición de las mismas. El enfriamiento de los devanados es garantizado a través de la colocación adecuada de distanciadores radiales combinada con distanciadores axiales que forman canales de circulación del aceite en las superficies internas y externas de los mismos. Los distanciadores son hechos de materiales aislantes, normalmente de cartón.

Figura 15: Devanados del reactor de potencia en 500 kV



Fuente: Catálogo General Electric

2.3.3 TANQUE, TAPA Y CONSERVADOR

En la construcción del tanque y conservador son usadas láminas de acero ASTM-A36 con excepción de partes donde se hace necesario el uso de acero no magnético para limitar sobrecalentamientos localizados en presencia de conductores con alta corriente.

Las varias láminas cortadas en las dimensiones indicadas por el proyecto, así como los refuerzos externos son soldados con métodos que garanticen la mayor uniformidad y la mejor calidad de la soldadura siendo que las juntas en contacto con el aceite son soldadas en ambos lados. Todas las soldaduras son continuas.

La tapa es proyectada de manera de evitar depósitos de agua sobre la misma y a permitir que burbujas de gas formadas en el interior del tanque se dirijan hasta el relé de protección (Buchholz).



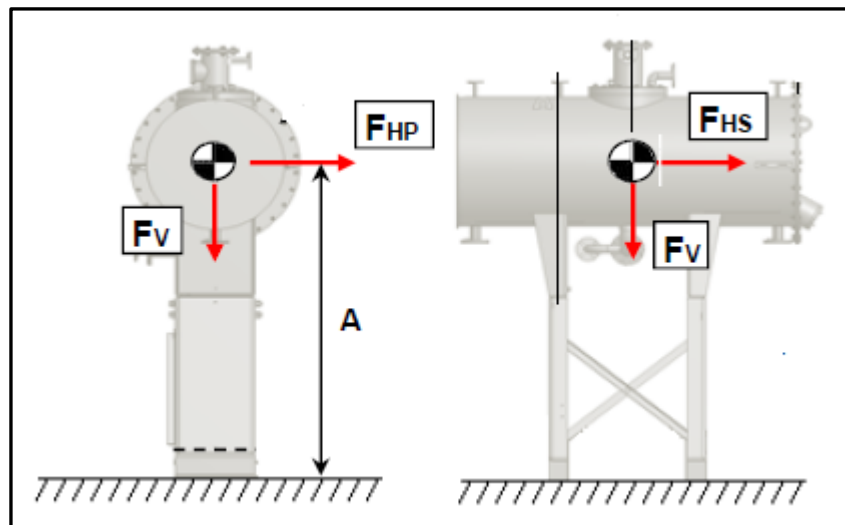
El tanque y / o la tapa son provistos de aperturas de inspección con tapas atornilladas que permiten fácil acceso a las extremidades inferiores de los aislantes, a eventuales terminales de conexión, paneles. El conservador es provisto de tapa lateral para acceso a la parte interna.

Todas las partes del tanque que pueden ser removidas, son provistas de adecuados ojales accesibles de modo que la colocación de los cables de izamiento no sea entorpecida por la presencia de otros accesorios.

Las conexiones entre partes en contacto con aceite son del tipo flangeado, provistas de guarniciones resistentes al aceite en las condiciones de temperatura máxima de operación del reactor.

Los terminales de aterramiento son formados por láminas de acero inoxidable soldadas directamente en el tanque en posición visible y de fácil acceso. El conservador es montado encima del punto más alto del sistema de enfriamiento del aceite o de adaptadores para pasatapas y transformadores de corriente, a través de un conjunto de tubos de conexión con el tanque principal. Su capacidad es adecuada para permitir la expansión del volumen total de aceite en todo el posible campo de operación de temperatura durante la operación. El conservador es equipado con un indicador del nivel de aceite. En el tubo principal de conexión entre el conservador y el tanque del reactor está montado el relé de protección Buchholz. Todas las partes externas del tanque y del conservador son protegidas con un proceso de pintura aprobado por el usuario; las superficies internas son revestidas con pintura resistente al aire caliente. Antes de la aplicación de cualquier ciclo de acabamiento, todas las superficies son jateadas al metal blanco.

Figura 16: Conservador de aceite del reactor de potencia en 500 kV



Fuente: Catálogo General Electric

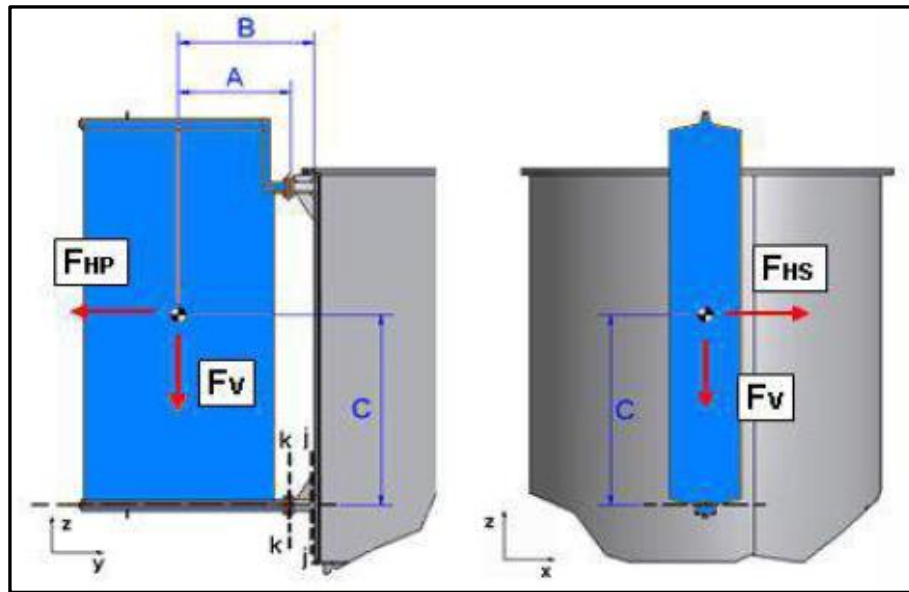
2.3.4 SISTEMA DE ENFRIAMIENTO

La rápida deterioración de los aislantes celulósicos, debido a altas temperaturas que pueden presentarse en reactores, es evitada a través de la correcta medición y funcionamiento de los medios de enfriamiento del aceite aislante.

El sistema más simple para este propósito es uno que utiliza radiadores con circulación natural del aceite y el aire. Cuando es necesario aumentar la cantidad de calor intercambiado entre el aceite y el aire, y por lo tanto limitar el volumen total ocupado por el radiador se utiliza un número apropiado de ventiladores

Cuando no hay necesidad de asegurar un mínimo valor de potencia con ventiladores parados, intercambiadores compactos se utilizan que permiten una reducción significativa de las dimensiones globales del equipo en el sistema en comparación con radiadores.

Figura 17: Radiadores



Fuente: Catálogo General Electric

2.3.5 INDICADOR DE TEMPERATURA DEL ACEITE

Las temperaturas del aceite y devanados se controlan a través del monitor de temperatura, instalado en el interior del armario de control del transformador. El circuito monitor de temperatura hace que simula una temperatura igual a la indicación de los devanados del transformador. las temperaturas de los contactos se definen de acuerdo con sus propios criterios sobre la base de las condiciones ambientales y la experiencia adquirida en el funcionamiento de los transformadores similares.

Figura 18: Medidor de temperatura



Fuente: Catálogo Qualitrol

2.3.6 INDICADOR DE NIVEL

El reactor posee un indicador magnético de nivel del aceite montado en el conservador. Este aparato posee contactos de nivel mínimo y máximo. Al actuar la alarma se debe tomar medidas inmediatas para corregir el nivel de aceite y las pérdidas que causó el incumplimiento. El conservador tiene una bolsa para evitar el contacto del aceite con el aire atmosférico. Corregir el nivel de aceite debe hacerse con cuidado necesario para evitar que entre aire en el conservador.

Figura 19: Indicador de nivel de aceite



Fuente: ISA Red de Energía del Perú

2.3.7 RELÉ BUCHHOLZ

El relé Buchholz se encuentra instalado entre el conservador y el tanque principal del reactor. Una falla en el reactor puede provocar una formación de gas que puede ser lenta o violenta en función del tipo y naturaleza de la falla. Si la formación de gas fuera gradual, se depositará en la parte superior del relé y, al alcanzar un determinado volumen, accionará un contacto de alarma. Si la formación del gas fuera violenta el volumen acumulado aumentará, activando un contacto de disparo. En el caso de actuación de la alarma se deben tomar las medidas necesarias para detectar el tipo y el origen del gas y en el caso de desconexión el reactor solamente podrá ser energizado después de todas las pruebas requeridas para determinar la causa de la desconexión y lo disparo. Solo como orientación, abajo están indicadas las causas más probables en función del color del gas acumulado.

Figura 20: Relé buccholz



Fuente: ISA Red de Energía del Perú

2.3.8 SECADOR DE AIRE

El conservador posee secador de aire con sílica-gel. Es importante el aire en contacto con pulmón de goma permanezca seco, sin que se detecte cualquier indicio de humedad. Si eventualmente la bolsa presenta alguna perforación con presencia de agua en el interior de la misma, esta filtración puede tener graves consecuencias al reactor.

Figura 21: Respirador o deshumidificador silica gel



Fuente: ISA Red de Energía del Perú

2.3.9 VÁLVULA DE ALIVIO DE PRESIÓN

La válvula de seguridad, montada en la tapa del reactor, actuará en caso de una sobrepresión repentina en el interior del tanque.

Con su apertura, prevista para que ocurra con una presión de $0,7\text{kgf/cm}^2$, esta permite un rápido alivio de la presión, y al mismo tiempo acciona un contacto destinado a desconectar el reactor.

En caso actuación de este contacto, no debe ser reconectado el transformador sin antes realizar todas las pruebas necesarias para demostrar la viabilidad de esta operación. La válvula de seguridad posee un punto de reposición manual que señala su actuación.

Figura 22: Relé de alivio de presión

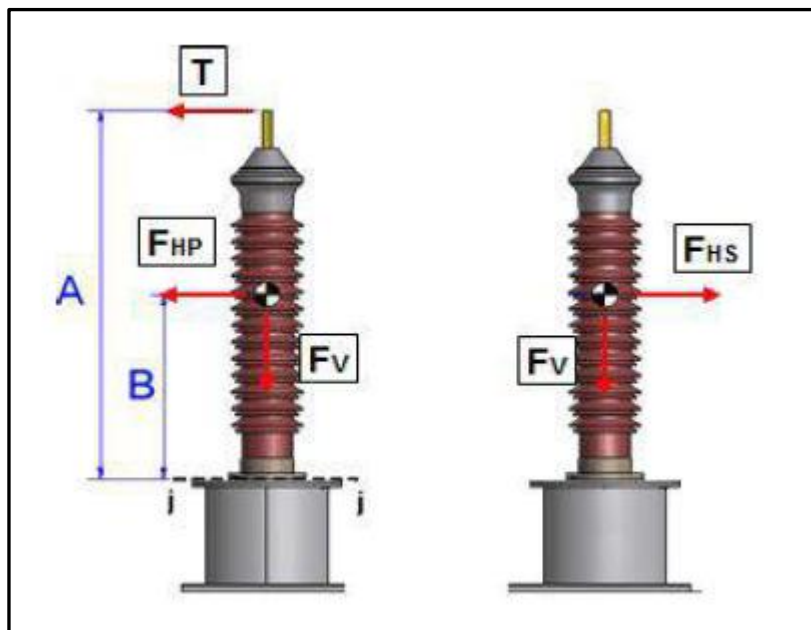


Fuente: ISA Red de Energía del Perú

2.3.10 TRANSFORMADOR DE CORRIENTE

Para alimentar los circuitos de protección y medición del equipamiento, se utiliza transformador de corriente (TC) tipo pasatapa. El mismo es montado en la torreta sobre la tapa o en la lateral del equipamiento, permitiendo su remoción sin que sea necesario abrir la tapa principal del equipamiento.

Figura 23: Transformadores de corriente tipo pasatapa o domo



Fuente: ISA Red de Energía del Perú

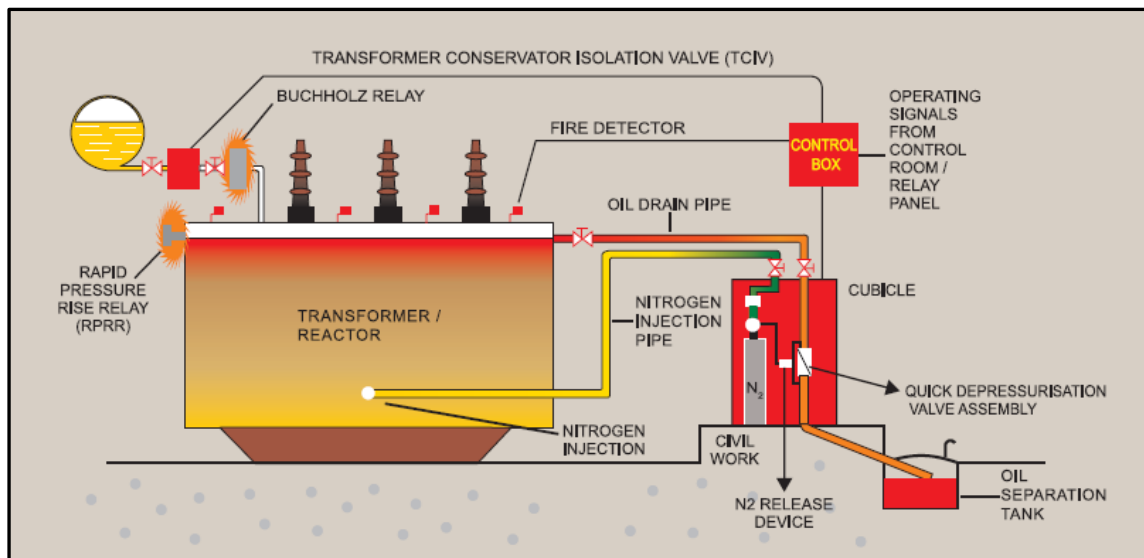
2.4 PARTES DEL SISTEMA DE PROTECCIÓN CONTRA INCENDIO

2.4.1 SISTEMA DE PROTECCIÓN CONTRA INCENDIO

- El sistema de prevención y extinción de incendios por inyección de nitrógeno tipo PNT para transformadores en baño de aceite, uno de los productos de alto rendimiento fabricado por CTR en colaboración técnica con ELIN / Austria. Esto le brinda todas las ventajas que un sistema de protección integrado puede desactivar. Algunas de las ventajas son:
 - Prevención de la ruptura del tanque y fuego de aceite en caso de arcos menores debido a fallas internas.
 - El comienzo inmediato de la extinción en los efectos de activación minimiza el daño secundario (por ejemplo, fuego)
 - Sin daños secundarios.
 - Nitrógeno como medio de extinción de incendios, comercialmente barato, fácilmente disponible y desde la reacción de gas inerte con aceite de

- transformador y tanque.
- Prevención del drenaje de aceite del conservador.
 - Mantenimiento mínimo y costo de funcionamiento.
 - Permite que el sistema ENSAYO (PRUEBA) se transforme en un transformador operativo, no es posible con los sistemas de incendio convencionales.
 - Se puede usar en interiores o exteriores.

Figura 24: Sistema de protección contra incendios



Fuente: ISA Red de Energía del Perú

2.4.2 ARMARIO DE EXTINCIÓN DE INCENDIOS (F.E.C.):

El F.E.C. contiene todos los equipos mecánicos, el cilindro de nitrógeno y todos los detectores los cuales están necesarios para indicar el estado de funcionamiento. El F.E.C se coloca preferiblemente separada por una distancia de cerca de 5-7 metros a partir del transformador en una situación conveniente según las condiciones del sitio.

Figura 25: Armario de extinción de incendios F.E.C. de SPCI



Fuente: ISA Red de Energía del Perú

2.4.3 CAJA DE CONTROL:

Esto contiene todos los instrumentos de control y supervisión los cuales están necesarios. La caja de control se instala en la sala de control para proporcionar todas las advertencias y señales necesarias. Se monta normalmente sobre la pared en una situación conveniente.

Figura 26: Caja o tablero de control del SPCI



Fuente: ISA Red de Energía del Perú

2.4.4 DETECTORES DE HUMOS:

El sistema se equipa de un número específico de detectores de humos (incendios) según el tamaño de la cubierta superior del transformador y la situación de pasatapas. Éstos reaccionarán a las subidas inaceptables de la temperatura externa en el transformador debido al incendio real.

Figura 27: Detector de humos o fuego del SPCI



Fuente: ISA Red de Energía de Perú

2.4.5 VÁLVULA ANTIRRETORNO PRETENSADA (PNRV):

La válvula antirretorno pretensada se ajusta a la tubería de conexión entre el relé buchholz y el conservador. Previene el drenaje innecesario de aceite del conservador y elimina así una fuente de aceite suplementario que pueda provocar el incendio. Sin embargo, no interfiere con el flujo de aceite en ambas direcciones en condiciones de trabajo normales.

Figura 28: Válvula antirretorno PRNV o TCVI del SPCI



Fuente: ISA Red de Energía del Perú

2.4.6 CAJA DE SEÑALES:

Los cables de supervivencia contra incendios a partir de detectores de humos (incendios) y cables blindados (armados) retardadores de incendios de tipo pocos homos (FRLS) de PNRV se terminan en la caja de señales y el cable blindado de FRLS se pone, para las conexiones con la caja de control en sala de control. La caja de señales se monta en la pared lateral del transformador en una situación conveniente en una altura accesible del nivel de suelo.

Figura 29: Caja de señales de SPCI



Fuente: ISA Red de Energía del Perú



CAPITULO III

MATERIALES Y MÉTODOS

3.1 COMPONENTES, FUNCIONAMIENTO, ENSAYO, PRUEBAS Y MANTENIMIENTO DEL SISTEMA DE PROTECCIÓN CONTRA INCENDIO

3.1.1 ARMARIO DE EXTINCIÓN DE INCENDIOS (F.E.C)

3.1.1.1 COMPONENTES PRINCIPALES

El armario de extinción de incendios se compone de los componentes principales.

Los Partes superior e inferior de tubería de drenaje del aceite; equipado de:

- Mirilla de inspección.
- Collar de conexión de tubería.
- Válvula de mariposa de drenaje de aceite.
- Válvula de aislamiento sobre FEC.
- Interruptor de control de presión.

Unidad de liberación de aceite.

- Correa grande.
- Tornillo (perno) para Y01.
- Imán de levantamiento Y01.
- Tetó (pivote) de bloqueo.
- Contrapeso.
- Interruptor de fin de carrera G05.
- Pivote de guía.



La unidad de liberación del aceite funciona por medio de gravedad y es bloqueado por el Tornillo (perno) Y01 en la posición extendida con el imán de levantamiento Y01 en el estado desenergizado. Cuando se energiza el imán de levantamiento Y01, el Tornillo (perno) Y01 recupera y funciona la unidad de liberación de aceite para que el drenaje del aceite comience. Durante los períodos de mantenimiento o para el propósito de la prueba, el mecanismo se puede inhibir por medio de Tetó (pivote) de bloqueo

- El Cilindro de nitrógeno con la válvula principal de nitrógeno. El sistema se proporciona con un cilindro de 68 litros de agua y cantidad de gas de 10 metros cúbicos a la presión de cilindro de 150 kg/cm².
- El arreglo de regulador de presión consiste en :
 - Manómetro de contacto de alta presión P01 con la indicación eléctrica para el mensaje “baja presión de cilindro”.
 - Manómetro P02 (0-16 kg/cm²).
 - Perilla (Botón) de regulación de presión.
 - Válvula secundaria de nitrógeno.
- Unidad de liberación de gas (dibujo Nr. FS 1954 A4 02) Consiste en los componentes siguientes:
 - Tornillo (perno) para Y02
 - Imán de levantamiento Y02
 - Tetó (pivote) de bloqueo
 - Contrapeso
 - Palanca de presión
 - Interruptor de fin de carrera G04
 - Interruptor de fin de carrera G06

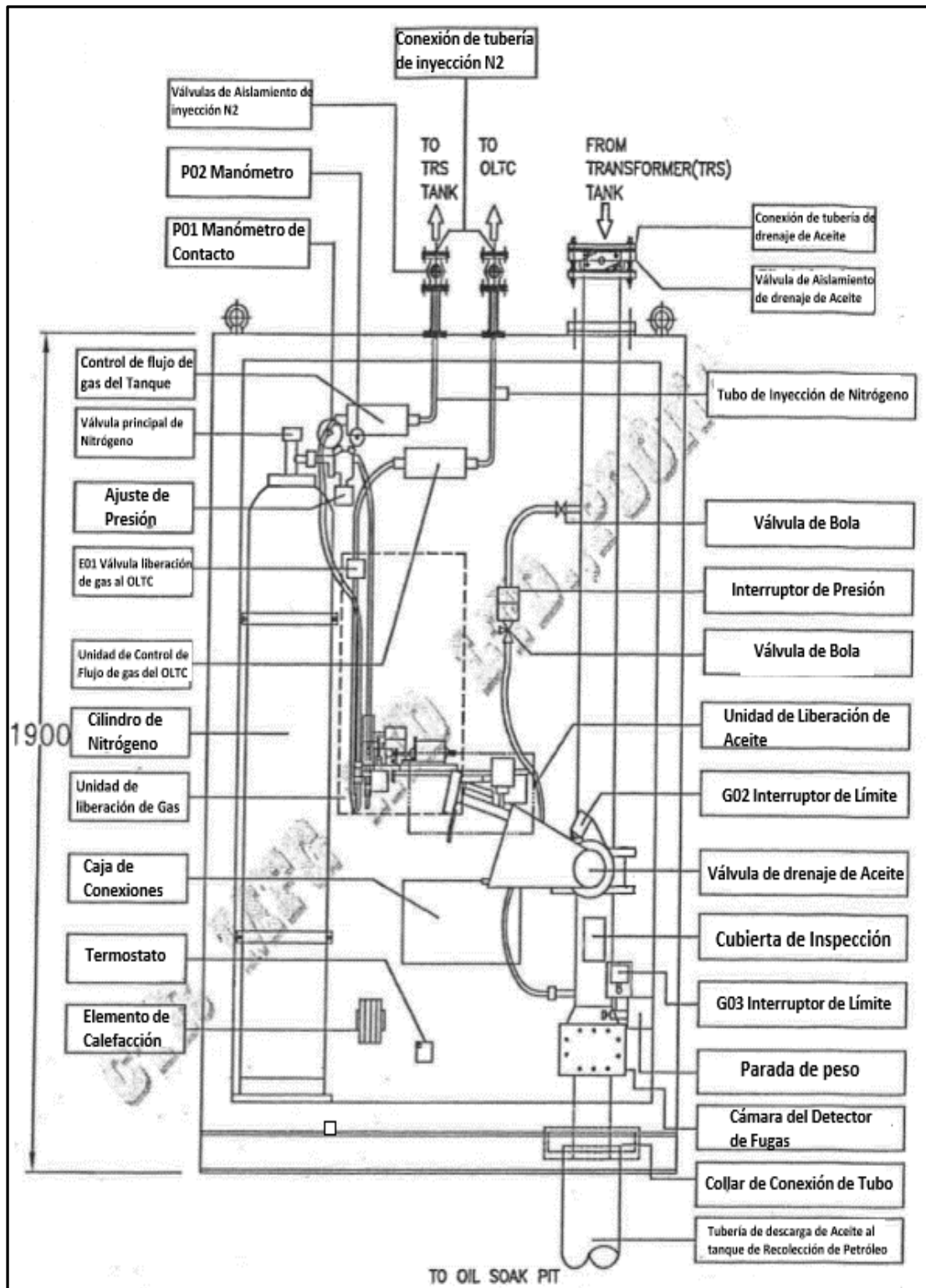


- Pivote de guía

La unidad de liberación de gas funciona por medio de gravedad y es bloqueado por el tornillo (perno) Y02 en la posición extendida con el imán de levantamiento Y02 en el estado desenergizado. Cuando se energiza el imán de levantamiento Y02, el pivote de guía recupera y hace funcionar la unidad de liberación del gas para que el flujo de gas comience. Después de la activación del sistema, la unidad de liberación de gas se pueda abrir de dos maneras:

- Después de abrir la válvula de drenaje rápida la compuerta de drenaje del aceite actúa el interruptor de fin de carrera G03 y energiza el imán de levantamiento Y02.
- Debido a la reducción de la presión estática en la tubería de drenaje de aceite, el interruptor de presión se activa y energiza el imán de levantamiento Y02.
- La unidad de control de flujo de gas controla la cantidad de gas durante la inyección. La cantidad de gas requerida para la extinción óptima se calcula y la unidad de control de flujo se sella en el límite preestablecido.
- Varios interruptores de fin de carrera para la indicación remota de las posiciones de funcionamiento actuales.
- Caja de unión.
- La calefacción FEC consiste en el elemento de calentamiento y termóstato.

Tabla 1: Partes principales del F.E.C.



Elaboración Propia



3.1.1.2 CONDICIONES DE FUNCIONAMIENTO

Esto se asegura de que siga habiendo la temperatura interna sobre el punto de rocío. Todas las juntas, anillos o, etc. se han diseñado para cumplir los requisitos de las condiciones de funcionamiento y de medio de funcionamiento relevante, tales como el aceite del transformador o nitrógeno.

3.1.1.3 MANTENIMIENTO

El Armario de extinción de incendios prácticamente no necesita el mantenimiento. Sin embargo, debido a cualquier error manual de menor importancia durante la instalación, el funcionamiento puede llevar a la caída de presión de nitrógeno y/o fugas del aceite.

La línea de suministro de nitrógeno se presuriza continuamente y sobre un período puede observar la caída de presión llevando la señal “baja presión de cilindro” resultante en la caja de control. En la observación antedicha, realiza la prueba de fuga de nitrógeno empleando el agua de jabón en regulador, las conexiones de manguera y otros empalmes para localizar los puntos de fuga. Después de localizar los puntos de fuga, apriete el empalme y entonces, sustituya el cilindro del nitrógeno.

3.1.1.3.1 PAUTAS GENERALES PARA SUBSTITUIR EL CILINDRO EN FEC:

- Introduce Tetó (pivote) de bloqueo 1 y Tetó (pivote) de bloqueo 2 en la posición de mantenimiento
- Cierre la válvula principal de nitrógeno del cilindro.
- Desatornille el extremo de la manguera flexible del suministro de gas, lo cual está sujetado a la unidad de control de flujo del gas y retírese la manguera.



- Libere el gas de nitrógeno en el montaje de manguera retirándose el tetó (pivote) de bloqueo 2 e imán de levantamiento Y02 manualmente. Re- establezca la posición de Tetó (pivote) de bloqueo 2 y el dispositivo de liberación del nitrógeno.
- Desatornille el montaje de regulador lo cual está sujetado al cilindro del nitrógeno.
- Quite el cilindro de FEC desmontando el arreglo de fijación.
- Compruebe la presión del nuevo cilindro (135 kg/cm² mínimo).
- Vuelva a montar el cilindro, montaje del regulador y apriete la manguera flexible a la unidad de control de flujo de gas en FEC.
- Realiza la prueba de fuga empleando el agua de jabón para confirmar la estanca del sistema de suministro del nitrógeno.
- Ponga el Tetó (pivote) de bloqueo 1 y Tetó (pivote) de bloqueo 2 a la posición de funcionamiento para poner el sistema en el estado del servicio.
- Para la fuga de aceite en la tubería, apriete los empalmes correctamente y compruebe para el daño/ uso y desgaste de las juntas.

3.1.2 CAJA DE CONTROL

3.1.2.1 DESCRIPCIÓN GENERAL

Los dispositivos eléctricos de supervisión y las indicaciones remotas y las alarmas se contienen en la caja de control. Esto se debe instalar en la sala de control de modo que las advertencias y las señales necesarias sean fácilmente perceptibles al operador.

La caja de control se diseña para el voltaje de alimentación de 220 V DC (+/-10%) para los circuitos de disparo y de señalización.

La alimentación independiente de 220V CA, 60 HZ se requiere en la caja de control para la señal de falla de alimentación de C.C.

La caja de control contiene las siguientes luces de indicación, las alarmas, las señales acústicas, los interruptores y los botones pulsadores.

Tabla 2: Componentes de la caja de señales

BILL OF MATERIAL FOR CONTROL BOX :			
SER. N°	DESCRIPTION	MAKE	PART NUMBER
1	ENCLOSURE, SHADE RAL 7032,INDOOR,FLOOR MOUNTING	CTR	CTR
2	SELECTOR SWITCH (S1) THREE WAY, 16 AMP	SALZER	S6-61049-B13
3	EXTINCTION RELEASE SWITCH (S2)	SALZER	S16-81192-B3
4	MCB (F04,F06) DOUBLE POLE, 220VDC, 6A	MERLIN GERIN	603350/F04CTR,
5	MCB (F01) DOUBLE POLE, 220VDC, 2A	MERLIN GERIN	D2603346/F01CTR
6	MCB (F06) DOUBLE POLE, 220VDC, 2A	MERLIN GERIN	
7	ADD-ON BLOCK FOR MCB (NC)	MERLIN GERIN	
8	CONTACTOR, 24VDC, 4 NO (R1,R7,R15)	SCHNEIDER	CA3KN4080
9	CONTACTOR , 220VDC, 4 NO (R5,R6)	SCHNEIDER	
10	CONTACTOR, 24VDC, 2NO+2NC (R3,R4)	SCHNEIDER	
11	PUSH BUTTON FOR LAMP TEST (S3), 2 NO CONTACT	TEKNIC	TEKNIC
12	INDICATING LAMPS, 220VDC, RED (L28,)	ALTOS	ALTOS
13	PUSH BUTTON FOR RESET (S4), 1 NO CONTACT	TEKNIC	TEKNIC
14	POWER SUPPLY FOR MICROPROCESSOR, 220 VDC TO 24 VDC	WEIDMULLER	CO-M-SNT-120W-24V-5A
15	OR ING DIODE UNIT	WEIDMULLER	P-OR-24-10-55
16	MICROPROCESSOR (PLC), 24 VDC	ALLEN BRADLEY	MICROLOGIX 1400
17	EXPANSION MODULE	ALLEN BRADLEY	1762-106
18	HMI (MIMIC)	ALLEN BRADLEY	2711PC-TSM2008
19	ETHERNET SWITCH	ALLEN BRADLEY	1783-US05T
20	MEMORY CASSETTE	ALLEN BRADLEY	2175R
21	HOOTER CUM FLASHER 220 VDC (H20)	PROTON	HTR-W
22	HOOTER CUM FLASHER 220 VDC (H21)	PROTON	HTR-W
23	RECEPTACLE SUPPLY MCB (F02) DOUBLE POLE, 220VAC, 10A WITH ADD-ON BLOCK	MERLIN GERIN	C80H1P10AB
24	HEATER (H), 220 VAC, 150/200W	RITTAL	SK3107000/ SP/T/150W VAR003
25	THERMOSTAT, 220 VAC, 0 - 60 DEG.C	RITTAL	SK3110000/ XST-7"
26	ILLUMINATION LAMP (FLUORESCENT), 220 VAC, 11 WATT, CFL	CROMPTON GREAVES	TLN11/ P/CTR
27	DOOR OPERATED SWITCH (S), 220 VAC	SIEMENS	3SE3020-0A
28	WIRE, FLEXIBLE, 1.1KV 1.5 SQ.MM	FINOLEX	FINOLEX
29	WIRE, FLEXIBLE, 1.1KV 0.5 SQ.MM	FINOLEX	FINOLEX
30	LUGS, COPPER CRIMPING, PIN TYPE/ U TYPE, 1.5SQ.MM,0.5SQ.MM	DOWELLS	DOWELLS
31	TERMINALS, UNBREAKABLE, 4SQ.MM	CONNECTWELL	CTS4UN
32	RS485-RS232 CONVERTER	UL/EQUIVALENT	QCON-E-02
33	IEC 61850 CONVERTER	G C LAB/EQUIVALENT	
34	MEDIA CONVERTER	CTC UNION/EQUIVALENT	FRM220-SERIAL-SC015-G

Fuente: ISA Red de Energía del Perú

Tabla 3: Leyenda del display en la caja de control

LEGENDS/VISUAL DISPLAY OF CONTROL BOX

CTR FIRE PROTECTION SYSTEM

S/N	ID. NO.	COLOR	DESCRIPTION	DESCRIPCIÓN
1	VD	-	INDICATION FOR SYSTEM OUT OF SERVICE	FUERA DE SERVICIO
2	VD	-	INDICATION FOR SYSTEM ON	SISTEMA ENCENDIDO
3	VD	-	INDICATION FOR PNRV (RETENTION VALVE) CLOSED	VALVULA DE RETENCIÓN CERRADA
4	VD	-	INDICATION FOR OIL DRAIN VALVE OPEN	VALVULA DRENADO ACEITE ABIERTA
5	VD	-	INDICATION FOR EXTINCTION IN PROGRESS	EXTINCIÓN EN CURSO
6	VD	-	INDICATION FOR OIL DRAIN VALVE CLOSED	VALVULA DRENADO ACEITE CERRADA
7	VD	-	INDICATION FOR GAS INLET VALVE CLOSED	VALVULA INYECCIÓN GAS CERRADA
8	VD	-	INDICATION FOR CYLINDER PRESSURE LOW	BAJA PRESIÓN CILINDRO GAS
9	VD	-	INDICATION FOR HEALTHY CONDITION	ESTADO OK DEL SISTEMA DE PROTECCION DE INCENDIO
10	VD	-	INDICATION FOR OPERATION / FAULT	FALLA OPERACION SISTEMA DE PROTECCION DE INCENDIO
11	L28	RED	INDICATION FOR MICROPROCESSOR SUPPLY FAIL	FALLA ALIMENTACION MICROPROCESADOR
12	VD	-	INDICATION FOR OPERATION SUPPLY 220 VDC FAIL	FALLA ALIMENTACION 220 VDC
13	S1	-	MODE SELECTION SWITCH, AUTO/MANUAL/OFF	AUTO/MANUAL/OFF
14	S2	-	EXTINCTION RELEASE ON/OFF SWITCH	INICIAR EXTINCIÓN ON/OFF
15	S3	WHITE/RED	PUSH BUTTON FOR LAMP TEST	PRUEBA DE LAMPARAS
16	S4	YELLOW	PUSH BUTTON FOR RESET	BOTÓN DE REINICIO
17	VD	-	INDICATION FOR PNRV OPEN	INDICACIONES DE PNRV ABIERTO
18	VD	-	INDICATION FOR FIRE DETECTOR TRIP	DISPARO POR FUEGO DETECTADO
19	VD	-	INDICATION FOR DIFFERENTIAL RELAY TRIP	DISPARO RELE DIFERENCIAL
20	VD	-	INDICATION FOR BUCHHOLZ RELAY TRIP/RPRR	DISPARO RELE BUCHHOLZ/RPRR
21	VD	-	INDICATION FOR REACTOR TRIP	DISPARO MAESTRO
22	VD	-	INDICATION FOR FAULT IN CABLE CONNECTING FIRE DETECTOR	FALLA CONEXIÓN DETECTOR FUEGO
23	VD	-	INDICATION FOR FAULT IN CABLE CONNECTING DIFFERENTIAL RELAY	FALLA CONEXIÓN R. DIFERENCIAL
24	VD	-	INDICATION FOR FAULT IN CABLE CONNECTING BUCHHOLZ RELAY	FALLA CONEXIÓN R. BUCHHOLZ/RPRR
25	VD	-	INDICATION FOR FAULT IN CABLE CONNECTING REACTOR TRIP	FALLA CONEXIÓN DISPARO MAESTRO
26	VD	-	INDICATION FOR FAULT IN CABLE CONNECTING PNRV	FALLA CONEXIÓN VALVULA RETENCIÓN
27	VD	-	LEAKAGE FROM DRAIN PIPE	FUGAS DE TUBERIA DE DRENALJE
28	H20	-	HOOTER FOR VISUAL/AUDIO ALARM	ALARMA SONORA
30	H21	-	HOOTER FOR OPERATION SUPPLY 220 VDC FAIL AND MICROPROCESSOR SUPPLY FAIL	ALARMA SONORA FALLA ALIMENTACION 220 VDC O MICROPROCESADOR

Fuente: ISA Red de Energía del Perú



3.1.2.1.1 INDICADORES (VERDE):

- “SISTEMA ENCENDIDO” (H02)
- “VÁLVULA DRENADO ACEITE CERRADA” (H08)
- “VÁLVULA INYECCIÓN GAS CERRADA” (H09)

3.1.2.1.2 SEÑALIZACIÓN (ROJA)

- FUERA DE SERVICIO (H01)
- DISPARO DIFERENCIAL (H11)
- VÁLVULA DE RETENCIÓN CERRADA
- DISPARO MAESTRO(H13) (H03)
- FUEGO DETECTADO (H04)
- DISPARO BUCHHOLZ/RPRR (H05)
- VÁLVULA DRENADO ACEITE ABIERTA(HO6)
- EXTINCIÓN EN PROGRESO(HO7)
- BAJA PRESIÓN CILINDRO GAS (H10)
- FALLA CONEXIÓN DETECTOR FUEGO (H14)
- FALLA CONEXIÓN DIFERENCIAL (H15)
- FALLA CONEXIÓN BUCHHOLZ/RPRR (H16)
- FALLA CONEXIÓN DISPARO MAESTRO (H18)
- FALLA CONEXIÓN VÁLVULA RETENCIÓN (H19)

3.1.2.1.3 SEÑALES ACÚSTICAS (SIRENAS):

- VISUAL/AUDIO/ALARMA (H20)
- VISUAL/AUDIO/ALARMA PARA FALLA TENSIÓN-AUXILIAR 220 VCC
(H21)



3.1.2.1.4 INTERRUPTORES

- MODO DE FUNCIONAMIENTO (AUTO/MANUAL/OFF) CONMUTADOR SELECTOR (S01) LIBERACIÓN DE EXTINCIÓN (INICIAR EXTINCIÓN ON/OFF) INTERRUPTOR DE CANDADO (S02) CON LA CUBIERTA DE VIDRIO.
- Botón pulsador:
- PRUEBA DE LÁMPARAS (S03)
- DISPARO DIFERENCIAL (S07)
- DISPARO BUCHHOLZ/RPRR (S06)

3.2 DESCRIPCIÓN ESPECIFICA Y OPERACIÓN DE PARTES DEL SISTEMA DE PROTECCIÓN CONTRA INCENDIO

Durante el funcionamiento normal del transformador los mensajes siguientes de la indicación/de funcionamiento aparecen en el panel de visualización de caja de control:

3.2.1 SISTEMA ENCENDIDO

Esto indica que se enciende la alimentación principal y INTERRUPTOR DE SELECCIÓN DEL MODO DE FUNCIONAMIENTO (S01) en Auto y Tetó (pivote) de bloqueo 1 y 2 en la posición de almacenaje durante el funcionamiento. Significa que el sistema está listo para el funcionamiento

3.2.2 VÁLVULA DRENADO ACEITE CERRADA

Esto indica que la válvula de drenaje de aceite situada en el armario de extinción de incendios está cerrada.



3.2.3 VÁLVULA INYECCIÓN GAS CERRADA

Esto indica que la válvula de entrada de gas situada en el armario de extinción de incendios está cerrada, y que ningún gas de nitrógeno puede entrar en la cuba del transformador

3.2.4 ALARMAS

Si alguna de luces indicadoras siguientes rojas brilla intensamente en el panel de visualización, las medidas se deben tomar inmediatamente para identificar la causa. Acepte la alarma presionando el botón disponible en las sirenas H20 y H21.

3.2.5 FUERA DE SERVICIO

Esta advertencia indica que el sistema está fuera de servicio y no será activado si sea necesario.

3.2.5.1 CAUSA

- El interruptor de “AUTO/MANUAL/APAGADO” está en el estado de "APAGADO".

El contrapeso que abre la válvula de drenaje de aceite es bloqueado debido a Tetó (pivote) de bloqueo en la unidad de liberación del aceite.

- El contrapeso, que abre la válvula de entrada de gas, es bloqueado debido a Tetó (pivote) de bloqueo en la unidad de liberación del gas.

3.2.5.2 ACCIÓN

- Compruebe inmediatamente si la causa sea intencional o tome medidas correctivas.



Nota importante: Cuando realizar mantenimiento en el sistema; esta luz sigue iluminada.

3.2.6 VÁLVULA DRENADO ACEITE ABIERTA

Esta advertencia indica que la válvula de drenaje de aceite está abierta y que el nivel de aceite de cuba del transformador será bajado a cierto nivel entre la cubierta de cuba y el extremo inferior de tubería de drenaje de aceite.

3.2.6.1 CAUSA

- Relé BUCHHOLZ o Válvula de alivio de presión y al menos un detector de humos (incendios) se ha respondido.
- Relé BUCHHOLZ o Válvula de alivio de presión y el relé diferencial se ha respondido.
- El interruptor de liberación de extinción (S02) fue funcionado por el operador. y el transformador se ha separado eléctricamente a partir de la alimentación principal.

3.2.6.2 ACCIÓN

- Compruebe que la luz “EXTINCIÓN EN PROCESO” ilumina después de un poco tiempo.

3.2.7 EXTINCIÓN EN PROGRESO

Esta advertencia indica que el gas de nitrógeno se está inyectando en la cuba del transformador y la extinción está en curso.

3.2.7.1 CAUSA

- Se activa el sistema y la actividad de inyección del nitrógeno se ha comenzado.



3.2.7.2 ACCIÓN

- No necesarios ningunas acciones, se está extinguiendo el incendio.

3.2.8 DISPARO BUCHHOLZ/RPRR

Esta advertencia indica que el contacto de flujo del aceite del relé buchholz se ha cerrado.

3.2.8.1 CAUSA

- Una avería dentro del transformador.
- Prueba del relé BUCHHOLZ/RPRR.

3.2.8.2 ACCIÓN

- En caso de que no sea prueba del relé buchholz, entonces compruebe la alarma “DISPARO DEL DETECTOR DE HUMOS (INCENDIOS)” O “DISPARO DE RELÉ DIFERENCIAL” Y “DISPARO DE TRANSFORMADOR” se han activado.
 - En este caso, asegúrese de que el sistema esté funcionando correctamente.
 - Si no, la causa de daño en el transformador debe ser investigada y rectificada.

Nota importante: No olvide reconocer la alarma cuando no hay peligro del incendio.

3.2.9 DISPARO DIFERENCIAL

Esta advertencia indica que el contacto del dispositivo de disparo del relé diferencial se ha cerrado.

3.2.9.1 CAUSA

- Una avería dentro del transformador.
- Prueba del relé diferencial.



3.2.9.2 ACCIÓN

- En caso de que no sea prueba del relé diferencial, entonces compruebe si la alarma “DISPARO DE RELÉ BUCHHOLZ” O “DISPARO PRV” Y “DISPARO DE TRANSFORMADOR” se han activado también.
 - En este caso, asegúrese de que el sistema esté funcionando correctamente.
 - Si no, la causa de daño en el transformador debe ser investigada y rectificada.

Nota importante: No olvide reconocer la alarma cuando no hay peligro del incendio:

3.2.10 FUEGO DETECTADO

Esta advertencia indica que por lo menos ha respondido un detector de humos (incendios).

3.2.10.1 CAUSA

- El sensor del detector de humos (incendios) está quebrado (roto).
- La penetración de la humedad en el interruptor de fin de carrera del detector de incendios.

3.2.10.2 ACCIÓN

- En el caso de incendio, el sistema se debe comprobar para ver que está funcionando correctamente.
- En el caso de una falsa alarma, el detector roto de humos (incendios) debe ser substituido inmediatamente.
- En caso de penetración de la humedad, la humedad debe ser eliminada y y la estanquidad apropiada del interruptor de fin de carrera con la cubierta y de los collarines con el sellador del cable debe ser realizado.

3.2.11 DISPARO MAESTRO

3.2.11.1 CAUSA

- Avería en transformador



- Transformador apagado intencionalmente por alguna razón.

3.2.11.2 ACCIÓN

- En caso de la primera causa, compruebe si las alarmas “DISPARO DE RELÉ BUCHHOLZ” o “DISPARO DE PRV” y “DISPARO DE RELÉ DIFERENCIAL” o DISPARO DE DETECTOR DE HUMOS (INCENDIOS) también se activan.
 - En este caso, asegúrese de que el sistema esté funcionando satisfactoriamente.
 - Si no, entonces asegúrese de que sea aislamiento intencional de transformador.

3.2.12 FALLA CONEXIÓN BUCHHOLZ/RPRR

Esta advertencia indica que la conexión entre el contacto del dispositivo de disparo del relé buchholz y la caja de control se ha interrumpido.

3.2.12.1 CAUSA

- Tornillos flojos en la caja de bornes.
- Interrupción del cable relevante.

3.2.12.2 ACCIÓN

- Apriete los tornillos terminales flojos en la caja de bornes y/o cambie el alambre (hilo) relevante.
- Compruebe la continuidad del alambre (hilo).

3.2.13 FALLA CONEXIÓN DIFERENCIAL

Esta advertencia indica que la conexión entre el contacto del dispositivo de disparo del relé diferencial y la caja de control se ha interrumpido.



3.2.13.1 CAUSA

- Los tornillos terminales flojos en la caja de bornes.
- Interrupción del alambre (hilo) relevante.

3.2.13.2 ACCIÓN

- Apriete los tornillos flojos en la caja de bornes y/o cambie el alambre (hilo) relevante.
- Compruebe la continuidad del alambre (hilo).

3.2.14 FALLA CONEXIÓN DETECTOR FUEGO

Esta advertencia indica que la conexión entre el contacto de dispositivo de disparo de los detectores de humos (incendios) y la caja de control se ha interrumpido.

3.2.14.1 CAUSA

- Los tornillos terminales flojos en la caja de bornes.
- Interrupción del alambre (hilo) relevante.

3.2.14.2 ACCIÓN

- Apriete los tornillos terminales flojos en la caja de bornes y/o cambie el alambre (hilo) relevante.
- Compruebe la continuidad del alambre (hilo).

3.2.15 FALLA CONEXIÓN VÁLVULA RETENCIÓN

Esta advertencia indica que el contacto de conexión de disparo de PNRV y el punto de alimentación en la caja de control está interrumpido.



3.2.15.1 CAUSA

- Flojo tornillo de terminal en banda terminal.
- Interrupción del alambre (hilo) relevante.

3.2.15.2 ACCIÓN

- Apriete el tornillo y/o cambie el alambre (hilo) relevante.
- Compruebe la continuidad del alambre (hilo).

3.2.16 BAJA PRESIÓN CILINDRO GAS

Esta advertencia indica que la presión en el cilindro del nitrógeno se ha caído debajo del valor admisible.

3.2.16.1 CAUSA

- Fuga anormal/normal en las tuberías de gas/el montaje del regulador.

3.2.16.2 ACCIÓN

- Compruebe el montaje de regulador de tuberías de gas, usando el agua de jabón para localizar cualquier fuga.

Nota importante: La fuga se debe rectificar inmediatamente y el cilindro de nitrógeno debe ser substituido por otro cilindro llenado de gas con la presión de 150 kg/cm² (135 kg/cm² mínimo).

3.2.17 VÁLVULA DE RETENCIÓN CERRADA

Esta advertencia indica que el PNRV se ha cerrado.



3.2.17.1 CAUSA

- Existe una fuga seria del aceite en el transformador (por ejemplo, una brida/válvula abierta etc).
- La válvula se ha cerrado manualmente (por ejemplo, para los propósitos de la prueba).
- La penetración de la humedad en la caja de bornes.

3.2.17.2 ACCIÓN

- Compruebe la causa.
- Si existe la penetración de la humedad, quita la humedad y aprieta la caja de bornes, el collarín y aplica el sellador de cable.

3.2.18 VISUAL/AUDIO/ALARMA (H20)

La sirena será activada si cualquier indicación roja aparece en la caja de control.

3.2.18.1 CAUSA

- El recibo de indicación de las señales de funcionamiento/funcionamiento del sistema/ falla de cableado.

3.2.18.2 ACCIÓN

- Reconozca la alarma.
- Compruebe la causa.

3.2.19 VISUAL/AUDIO/ALARMA PARA FALLA TENSIÓN-AUXILIAR 220 VCC (H21)

La sirena será activada en el caso de falla de alimentación de corriente continua.



3.2.19.1 CAUSA

- Flojo tornillo de terminal en banda terminal.
- Interruption of the relevant wire/cable.
- Falla de entrada de alimentación de C.C.

3.2.19.2 ACCIÓN

- Apriete el tornillo y/o cambie el alambre (hilo) relevante.
- Compruebe si existe hay alimentación de C.C. a la caja de control.

3.2.20 INTERRUPTORES

“AUTO/MANUAL/OFF” Interruptor para la selección de modo de funcionamiento

El interruptor de selector de modo determina el modo de funcionamiento. Tres posiciones son disponibles.

- Estado “OFF”: El sistema está inservible.
- Estado “AUTO”: El sistema funcionará automáticamente en el caso del incendio.
- Estado “MANUAL”: El sistema se puede comenzar el

Funcionamiento manualmente con el Interruptor “LIBERACION DE EXTINCIÓN”

Funcionamiento en la posición del “ENCENDIDO” y aislando el transformador eléctricamente.

3.2.21 INICIAR EXTINCIÓN ON/OFF

Usando este interruptor el sistema CTR de extinción y prevención de los incendios se puede hacer funcionar manualmente.



Para funcionar se tiene que romper el vidrio del interruptor. (REQUISITO PREVIO: EL TRANSFORMADOR ESTA DESCONECTADO A PARTIR DE LA ALIMENTACIÓN PRINCIPAL Y EL CONMUTADOR SELECTOR (S01) SE PONE EN LA POSICIÓN MANUAL.

3.2.22 BOTÓN PULSADOR

“PRUEBA DE LÁMPARAS” – Botón pulsador de prueba de indicadores.

Sirve para comprobar si todos los indicadores encendidos de la caja de control funcionan o no.

Figura 30: Lista de códigos y colores de los pulsadores

SR. NR.	ID.NO.	COLOUR	DESCRIPTION (ENGLISH)	DESCRIPTION (SPANISH)
1	H01	RED	OUT OF SERVICE	FUERA DE SERVICIO
2	H02	GREEN	SYSTEM ON	SISTEMA ENCENDIDO
3	H03	RED	PNRV CLOSED	VÁLVULA DE RETENCIÓN CERRADA
4	H04	RED	FIRE DETECTOR TRIP	FUEGO DETECTADO
5	H05/S06	RED	BUCHHOLZ RELAY/RPRR TRIP	DISPARO BUCHHOLZ/RPRR
6	H06	RED	OIL DRAIN VALVE OPEN	VÁLVULA DRENADO ACEITE ABIERTA
7	H07	RED	EXTINCTION IN PROGRESS	EXTINCIÓN EN PROGRESO
8	H08	GREEN	OIL DRAIN VALVE CLOSED	VÁLVULA DRENADO ACEITE CERRADA
9	H09	GREEN	GAS INLET VALVE CLOSED	VÁLVULA INYECCIÓN GAS CERRADA
10	H10	RED	CYLINDER PRESSURE LOW	BAJA PRESIÓN CILINDRO GAS
11	H11/S07	RED	DIFFERENTIAL RELAY TRIP	DISPARO DIFERENCIAL
12	H13	RED	TRANSFORMER TRIP	DISPARO MAESTRO
13	H14	RED	LINE FAULT FIRE DETECTOR	FALLA CONEXIÓN DETECTOR FUEGO
14	H15	RED	LINE FAULT DIFFERENTIAL RELAY	FALLA CONEXIÓN DIFERENCIAL
15	H16	RED	LINE FAULT BUCHHOLZ RELAY/RPRR	FALLA CONEXIÓN BUCHHOLZ/RPRR
16	H18	RED	LINE FAULT TRANSFORMER TRIP	FALLA CONEXIÓN DISPARO MAESTRO
17	H19	RED	LINE FAULT PNRV	FALLA CONEXIÓN VÁLVULA RETENCIÓN
18	S01	-	AUTO/MANUAL/OFF	AUTO/MANUAL/OFF
19	S02	-	EXTINCTION RELEASE ON/OFF	INICIAR EXTINCIÓN ON/OFF
20	S03	WHITE	LAMP TEST	PRUEBA DE LÁMPARAS
21	H20	-	VISUAL/AUDIO ALARM	VISUAL/AUDIO/ALARMA
22	H21	-	VISUAL/AUDIO ALARM FOR DC SUPPLY FAIL	VISUAL/AUDIO/ALARMA PARA FALLA TENSIÓN – AUXILIAR 220 VCC

Fuente: ISA Red de Energía del Perú



3.3 DETECTOR DE HUMOS (INCENDIOS)

3.3.1 DESCRIPCIÓN GENERAL

El detector de incendios se ha diseñado para conseguir una respuesta confiable en el caso del incendio. Los detectores de humos (incendios) deben ser montados externamente en la cubierta superior del transformador. El número de detectores de humos (incendios) requeridos para la supervisión confiable será calculado por el CTR y descrito en el dibujo de esquema del transformador.

El detector de humos (incendios) contiene las piezas siguientes:

- Pieza Conector
- Této (pivote) de liberación
- Sensor con la ampolla de vidrio azul; hace disparo a 141o C
- Manga
- Swadged nipple
- Prensaestopas del cable (GRADO DE PROTECCIÓN – IP 67)
- Interruptor de fin de carrera (GRADO DE PROTECCIÓN – IP 67)

3.3.2 FUNCIÓN

El sensor indemne guarda el contacto de interruptor de fin de carrera en el estado abierto por medio del pivote de liberación. Si se excede la temperatura ambiente admisible, la ampolla de vidrio, que se llena de un líquido especial, se rompe. El pivote de liberación de resorte entonces empuja el núcleo estanco de sensor a partir de la cubierta. El contacto se cierra y una alarma en la caja de control se acciona.

3.3.3 MANTENIMIENTO

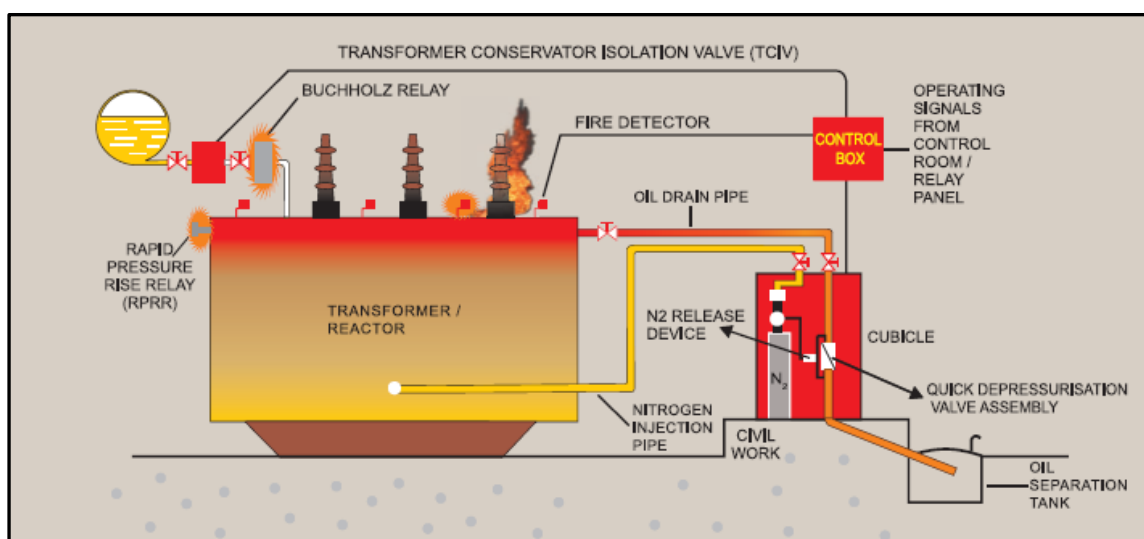
Los detectores de humos (incendios) se diseñan para la protección contra el polvo y el agua a condición de que la terminación de cable y la estanca de collarines y de cubiertas se hayan realizado correctamente. Por esta razón, los detectores de humos (incendios) prácticamente no necesitan ningún mantenimiento. Los detectores de humos (incendios) tienen el grado de protección de IP 67.

3.3.4 ENSAYO (PRUEBA)

Una prueba funcional de los detectores de humos (incendios) se puede realizar en dos maneras.

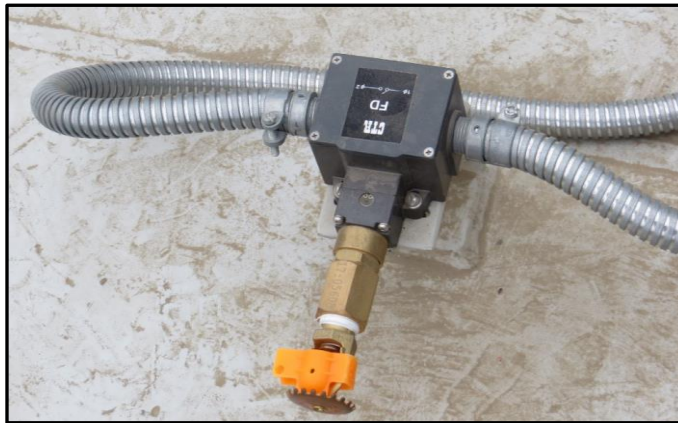
- Desatornille el sensor de modo que el contacto de interruptor de fin de carrera se cierre. Antes de atornillar el sensor detrás, substituya la cinta selladora usada de hilo de rosca por la nueva cinta.
- Calienta la ampolla de vidrio, por ejemplo, por medio de un soldador o de una llama, hasta que la ampolla se rompa. El sensor se debe substituir por un nuevo.

Figura 31: Prueba del detector de incendio de SPCI



Fuente: ISA Red de Energía del Perú

Figura 32: Detector de incendio del SPCI



Fuente: ISA Red de Energía del Perú

3.4 VÁLVULA ANTIRETORNO PRETENSADA (PNRV)

3.4.1 DESCRIPCIÓN GENERAL.

El diseño del PNRV permite la formación ilimitada de flujo del aceite en ambas direcciones debido a la expansión o la contracción termal del aceite. Incluso en el caso de paro del transformador después del funcionamiento continua máxima o cuando ocurre una sobrepresión interna, el PNRV no se cerrará. Sin embargo, si el flujo de aceite en la dirección del transformador excede 60-100 el litro/Min; el PNRV se cerrará.

Después de solucionar el problema de alta fuga, el PNRV se debe reajustar (poner a cero) manualmente. Esto se realiza dando vuelta a la manivela aproximadamente de 2700 en una dirección a la izquierda. La manivela se bloquea normalmente con un candado para prevenir el funcionamiento desautorizado. Sin embargo el bloqueo de la manivela en la posición 1, no afecta a la funcionamiento de PNRV.

El PNRV se equipa del interruptor de proximidad magnético para que la señal eléctrica indique el encierro de PNRV. La caja de bornes se proporciona para la



terminación de cables a partir del interruptor de proximidad y para llevar las conexiones de cable a la caja de control a través de la caja de señales para esta indicación

3.4.2 FUNCIÓN

El PNRV se debe montar en la tubería de conexión entre la cuba del transformador y el conservador de aceite después del relé buchholz y hacia el lado del conservador. La válvula de aislamiento manual será proporcionada entre el tanque del conservador y PNRV, la cuba del transformador y PNRV para evitar drenaje de aceite durante el mantenimiento de PNRV.

La tarea de PNRV es evitar el drenaje de aceite del conservador y desbordar del tanque de aceite en el caso de fuga seria en la cuba del transformador. Si esto no se realiza en el caso de un incendio, éste significaría, “alimentar aceite al incendio” en el sentido más verdadero de la palabra. 2

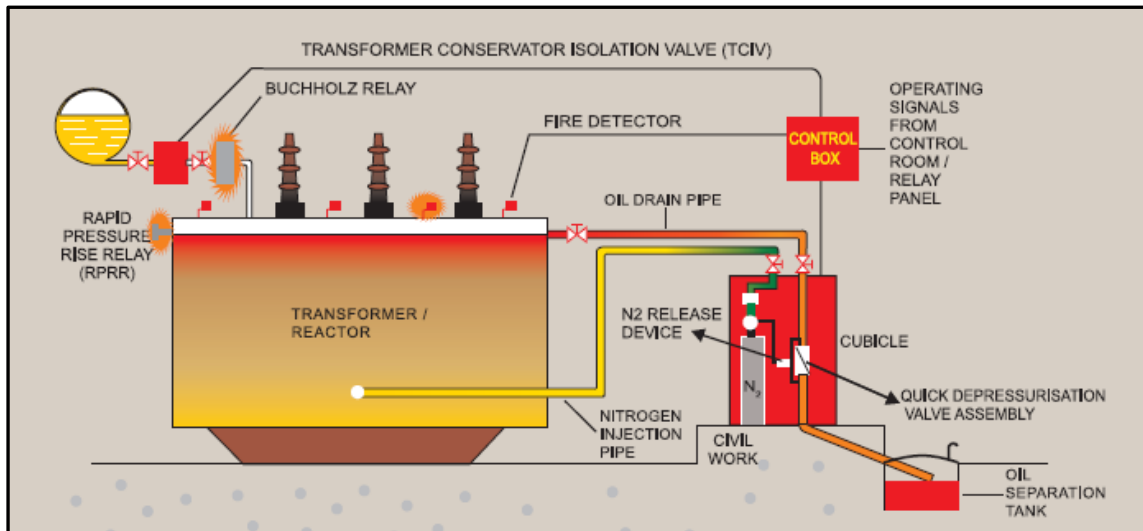
3.4.3 ENSAYO (PRUEBA)

Para el propósito de prueba; debe ser utilizada la manivela de PNRV. Después de que se abra la cerradura, torneado la manivela en una dirección a la derecha hasta el PNRV se cerró y se activa el interruptor de proximidad puede comprobar el funcionamiento del interruptor de proximidad. LA INDICACIÓN “PNRV CERRADA” APARECERÁ EN LA CAJA DE CONTROL MONTADA EN LA SALA DE CONTROL.

Nota importante: Durante el servicio del transformador la manivela del PNRV se debe bloquear a Position-1.

De modo que la compuerta en el interior pueda moverse libremente. Abrir y usar la manivela se pueden hacer solamente por los personales entrenados y autorizados.

Figura 33: Prueba de la válvula antirretorno PRNV o TCVI del SPCI



Fuente: ISA Red de Energía del Perú

Figura 34: Válvula antirretorno PRNV o TCVI del SPCI



Fuente: ISA Red de Energía del Perú

3.4.4 MANTENIMIENTO

Durante el mantenimiento del transformador (filtración del aceite) la posición de manivela PNRV debe ser en dirección izquierda a la posición de bloqueo 2, Esto prevendrá el bloqueo del flujo de aceite a partir del conservador hacia la cuba de transformador y la filtración pueden ser realizada.



Nota importante: Después de acabar la actividad de filtración; la manivela de PRNV se debe dar vuelta en la dirección derecha para bloquear la position-1. El bloqueo y empleo de la manivela se pueden hacer solamente por los personales entrenados y autorizados.

Durante el mantenimiento anual; el interruptor de proximidad de PNRV debe ser probado.

Compruebe para saber si hay estanca en el collarín y de caja de bornes. Realiza la comprobación visual a través de ventana de inspección.

3.5 MONTAJE DEL SISTEMAS DE PROTECCIÓN CONTRA INCENDIO

3.5.1 ARMARIO DE EXTINCIÓN DE INCENDIOS.

Cuidadosamente, transporte los armarios de extinción de incendios a partir de almacén hasta la situación prevista de la instalación.

Desempaquete el armario y prepárelo cuidadosamente para la instalación final.

Los armarios se equipan con cuatro ganchos de izado en la cubierta superior, para facilitar el levantamiento y el manejo con una grúa móvil. Levante cuidadosamente el armario con cuatro ganchos de izado y bájelo sobre el plinto de concreto asegurándose de que los pernos de cimentación los cuales estén proporcionados en el plinto están insertados en los agujeros de carcasa base del armario. Alinee los armarios para la nivelación apropiada en el plinto y apriételes con las tuercas.

Figura 35: Armario de extinción de incendios F.E.C. del SPCI



Fuente: ISA Red de Energía del Perú

3.5.2 CAJA DE CONTROL

La caja de control se ha diseñado para el funcionamiento seguro y fácil. Para asegurar esto, los principios de base siguientes tienen que ser observados para montar la caja.

Tome el cuidado adecuado al mover la caja desde el almacenaje hasta la situación prevista. Desempaquete la caja de control y prepárese para el montaje final.

La caja se debe instalar en la sala de control en una situación conveniente, preferiblemente en la pared, o en el armazón independiente, teniendo en cuenta los criterios siguientes:

- Observación fácil.
- Instalación en una altura apropiada para poder alcanzar fácilmente todos los artículos y para poder ver/leer toda la instrumentación fácilmente.



- Fije la caja de control con 4 tornillos a la superficie de montaje vertical o alternativamente en el marco del ángulo. Las armazones se proporcionan en el lado trasero de la caja de control para montar.

3.5.3 DETECTORES DE HUMOS

Los detectores de humos (incendios) son montados y probados en fábrica. Monte los detectores de humos (incendios) cada uno con 2 tornillos M5x20 sobre los armazones proporcionados en la cubierta superior de cuba del transformador. En caso de que los armazones de montaje no se proporcionen en la cubierta superior, éstos se requieren para ser soldados o atornillados en las colocaciones según lo aconsejado por el CTR.

3.5.4 VÁLVULA ANTIRRETORNO PRETENSADA

Para la instalación posterior del sistema en el transformador existente, donde las bridas de fijación de PNRV no están disponibles, las nuevas bridas deben ser proporcionadas en la situación conveniente en la tubería de conservador; cortando la tubería y soldando las bridas. En caso de que el suficiente espacio no esté disponible, la tubería de conservador puede necesitar modificaciones. Ver el dibujo FS 3420 A4 01

El alojamiento tiene la inscripción 'lado conservador' como guía para montar correctamente. PNRV se inserta entre las bridas las cuales están proporcionadas en la tubería del conservador para el propósito y atornillado por medio de 4 tornillos de número M16X30 en ambos lados a estas bridas, las cuales están equipadas con los agujeros que emparejan. Las juntas deben ser utilizadas para la estanquidad.

Se recomienda que la válvula de aislamiento manual esté prestada entre PNRV y el tanque del conservador; PNRV y la cuba del transformador, en caso de que no esté previsto ya, para evitar el drenaje del aceite durante la inspección /reparación de PNRV.



No emplea la fuerza indebida al manejar la palanca para cerrar y abrir PNRV. Dos posiciones de bloqueo (1 y 2) se proporcionan para bloquear la palanca de funcionamiento. Después de realizar la instalación y las pruebas, la palanca debe ser dada vuelta aproximadamente de 270° a la dirección izquierda y debe ser bloqueada con el candado en la posición de bloqueo 2 para prevenir la operación desautorizada.

NOTA IMPORTANTE:

- Hasta poner en servicio del sistema de Protección contra Incendios, la manivela de PNRV debe estar en la posición bloqueada número-2 y durante la puesta en servicio, la manivela debe ser bloqueado en la posición de servicio número - 1 moviendo la manivela en la dirección a la derecha.
- Durante la filtración de aceite o el llenado del aceite en la cuba del transformador, PNRV se debe estar abierto bloqueando la manivela número-2 en la posición abierta, moviendo la manivela aproximadamente a 270° en la dirección a la izquierda. Después de la filtración o el llenado del aceite, la manivela se debe abrir a partir de esta posición torneando la palanca aproximadamente 270° de la posición en la dirección a la derecha y trabar en la posición número-1 para el funcionamiento normal de PNRV durante condiciones de funcionamiento del transformador

El funcionamiento/usando la manivela puede ser hecha solamente por las personales autorizadas y entrenadas

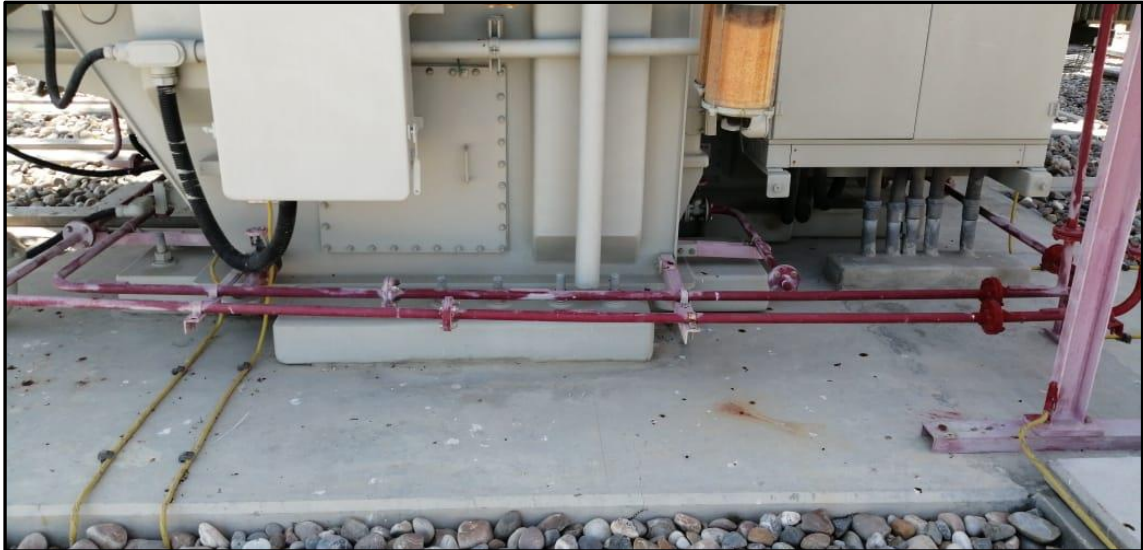


3.5.5 CONEXIONES DE TUBERÍAS

- Las válvulas se proporcionan en el transformador para el drenaje de aceite y la inyección de nitrógeno será cerrada (bloqueada) durante la instalación de Sistema.
- Las válvulas se proporcionan sobre el armario de extinción de incendios para el aislamiento de tubería de drenaje del aceite y el aislamiento de inyección de nitrógeno será cerrado (bloqueado) durante la instalación del sistema.
- Para la conexión entre el transformador y el armario de extinción de incendios, tubería ERW de grado 'C' será utilizado. Todas las bridas y los empalmes soldados deben estar estancos.
- Asegure la estanquidad de los empalmes de soldadura realizando la prueba de presión sobre al menos 1 hora antes del montaje de tuberías con el transformador y el armario de extinción de incendios. Para el propósito de la seguridad, la soldadura en las tuberías o las bridas no deberá hecha cuando éstos se juntan al transformador.
- Todos los empalmes soldados deberán tratados con el agente químico anticorrosión. Las superficies internas deberán proporcionadas con una capa (recubrimiento) de barniz de baquelita /de la pintura resistente contra aceite y las superficies externas con una capa de la pintura de imprimación epoxy y de dos capas de pintura al óleo sintética en el tono rojo de la oficina de correos. Asegure la limpieza de la superficie interna de las conexiones de tubería lavando con aceite antes del montaje de tuberías al transformador y armario de extinción de incendios.

- Asegúrese de que no se requiera ninguna fuerza para emparejar las bridas de tuberías al transformador o al armario de extinción de incendios.

Figura 36: Conexión de tuberías de inyección de nitrógeno del SPCI



Fuente: ISA Red de Energía del Perú

3.5.6 DRENAJE DE ACEITE DEL TRANSFORMADOR

La tubería drenaje de aceite, en el caso de la instalación posterior, la abertura existente en la cuba del transformador debe ser usado, válvula de aislamiento 125 NB.

Se tiene que conectar la válvula de aislamiento manual o la tubería extendida con la brida proporcionado en el panel superior del armario de extinción de incendios. Por eso, la tubería ERW de grado 'C' debe ser proporcionada con la inclinación horizontal de 2-3 grados hacia abajo hacia el armario de extinción de incendios y un codo de 900 verticalmente al armario. La tubería se debe soportar / apoyar en un espacio de 4-5 metros por medio de una tubería/un ángulo vertical etc. lechada de cemento en la tierra. Por eso, se recomienda la cimentación de concreto reforzado. Un venteo de aire con la tapa debe ser instalada en el punto más alto.

Figura 37: Conexión de tuberías de drenaje de aceite del SPCI



Fuente: ISA Red de Energía del Perú

3.5.7 DRENAJE A PARTIR DEL ARMARIO.

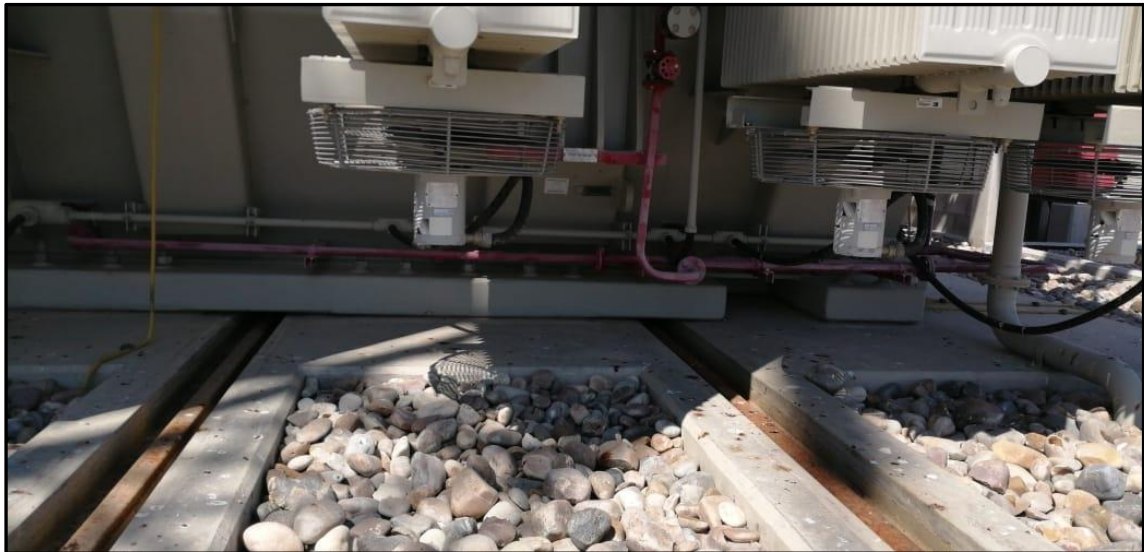
La parte inferior de drenaje de aceite en armario de extinción de incendios se sobresale un poco en la parte inferior con el collar. A partir de allí, se debe proporcionar una tubería de drenaje galvanizada de grado 'B' hasta el pozo de petróleo / horno de termodifusión. Esta tubería se requiere para resbalar entre el collar y la porción inferior de la tubería que viene a partir del armario. Las dos tuberías deben traslaparse para evitar la fuga de aceite en el área de cimentación del armario. El tamaño de la tubería será DN 100 para el sistema del DN 125.

3.5.8 CONEXIÓN DE LA INYECCIÓN DEL NITRÓGENO.

Las tuberías de inyección de nitrógeno para la instalación posterior, las aberturas existentes son usadas, las válvulas de aislamiento. Las tuberías deben ser conectadas juntas y una sola tubería se tira para conectar con la brida proporcionada para el propósito en el panel superior del armario de extinción de incendios. Preferiblemente, los puntos de

inyección en el transformador estarán en el mismo nivel. La línea de tubería se debe apoyar en un espacio de 4/5 metros y en la derivación principal, por una tubería/un ángulo vertical, lechadas de cemento en la tierra. Por eso, se recomienda la cimentación de concreto reforzado. Un venteo del aire con la tapa debe ser instalada en el punto más alto.

Figura 38: Conexión de tuberías de inyección de nitrógeno en la parte baja de la cuba



Fuente: ISA Red de Energía del Perú

3.5.9 PUESTA A TIERRA

Los puntos de tierra proporcionados en la caja de control y el armario de extinción de incendios serán conectados y verificados correctamente para chequear el aislamiento del sistema.

3.6 CONDICIONES PREVIAS ANTES DE PONER EN SERVICIO.

3.6.1 MECÁNICAS

- El Armario de extinción de incendios se ha alineado correctamente en el plinto y los tornillos (pernos) de fijación se aprietan rápidamente.



- La caja de control se ha fijado en la sala de control en el lugar apropiado y los pernos de la fijación se han apretado firmemente.
- La caja del control se ha fijado en la sala de control en el lugar apropiado y los tornillos de fijación se han apretado firmemente.
- Todos los tubos de conexión para el drenaje del aceite y la inyección de nitrógeno se han fijado y han estado conectados según las instrucciones. Las válvulas están proporcionadas en el transformador para el suministro de nitrógeno y el drenaje de aceite debe ser cerrado. La válvula de aislamiento de tubo de drenaje del aceite y la válvula de aislamiento de inyección de nitrógeno proporcionadas sobre el armario de extinción de incendios deben ser cerradas.
- Los detectores de humos (incendios) y los PNRV se han fijado para las instrucciones de instalación.
- Los tornillos de todas las tuberías se han apretado y las conexiones son estancas.
- El tubo de drenaje del aceite al pozo de petróleo se traslapa con la espita de armario de extinción de incendios para asegurar el drenaje del aceite sin problemas al pozo de petróleo
- La válvula de drenaje del aceite en el armario de extinción de incendios se cierra y el tetó (pivote) de bloqueo está en la “posición de prueba” para bloquear el dispositivo de abertura de la válvula. Esto se asegura de que la válvula de drenaje del aceite no esté abierta accidentalmente.
- Se cierra la válvula de liberación de gas y el tetó (pivote) de bloqueo está en la “posición de prueba” para bloquear el dispositivo de liberación de extinción. Esto se asegura de que la válvula de gas no esté abierta accidentalmente.
- La válvula de bola (válvula esférica) en doble sentido está en la posición “en servicio”.

- La unidad de control de flujo se ha fijado y se ha asegurado con la laca. La laca no debe ser dañada. Normalmente, la unidad de control de flujo se asegura a través de un casquillo de rosca (tuerca).
- Asegúrese de que las unidades de FD estén bien protegidas contra la penetración del agua o de la humedad para evitar la disfunción.

NOTA IMPORTANTE:

Si se ha dañado la laca, es posible que el ajuste de la cantidad del gas se haya cambiado. Esto puede llevar a disfunción del sistema. Contacte CTR inmediatamente.

Figura 39: Accionamiento electromecánico del armario contra incendio del SPCI



Fuente: ISA Red de Energía del Perú

3.6.2 ELÉCTRICAS.

- Todos los cables han estado conectados según el dibujo de instalación Y los tornillos de terminal se han apretado firmemente.



NOTA IMPORTANTE:

La alimentación principal de 220 V C.C. y de la 220 V CA 60 hertzios no deben todavía ser conectadas.

- Los prensaestopas de cables atornillados en el armario de extinción de incendios, la caja de control y la caja de señales se han apretado y forman un sello estanco.
- El interruptor selector para el funcionamiento en la caja de control se cambia a la posición "APAGADO".
- La alimentación principal de servicio directa de 220 V C.C., y la alimentación de 220 V CA 60 hertzios están disponibles.

3.7 PROCESO DE PUESTA EN SERVICIO

- Realiza la prueba de vacío de las tuberías de drenaje de aceite y de de inyección de nitrógeno, haciendo las válvulas cerradas; las cuales están proporcionadas en el transformador y sobre armario de extinción de incendios. Compruebe para saber si hay vacío durante al menos 1 hora.
- La válvula de compuerta manual de la tubería de drenaje del aceite se abre y la tubería se pone al aire libre por medio del dispositivo de venteo. (Proporcionado en el transformador y sobre el armario de extinción de incendios).
- Bloquea la manivela PNRV en la posición 1 (posición del servicio).
- Las válvulas de compuerta de las tuberías de inyección de nitrógeno se abren y las tuberías se ponen al aire libre por medio del dispositivo de venteo. Proporcionado en el transformador y sobre el armario de extinción de incendios).
- Todas las tuberías y conexiones de bridas se comprueban otra vez para saber si hay un sello apretado (estanco).



- Abra la tapa de inspección en armario de extinción de incendios y compruebe para saber si el sello de la válvula de mariposa de drenaje de aceite está apretado (estanco) y que no existe ninguna fuga del aceite.
- Dé vuelta al interruptor selector de la caja de control a la posición “MANUAL”.
Las visualizaciones siguientes en la caja de control se encenderán:
 - “FUERA DE SERVICIO” (SEÑAL ROJO)
 - “SISTEMA ENCENDIDO” (SEÑAL VERDE)
 - “VÁLVULA DRENADO ACEITE CERRADA” (SEÑAL VERDE)
 - “VÁLVULA INYECCIÓN GAS CERRADA” (SEÑAL VERDE)

Si algunas otras visualizaciones se encienden/brillen, compruebe por favor otra vez las conexiones de cable/las señales externas del relé diferencial, del relé buchholz, del detector de humos (incendios) y de la válvula antirretorno pretensada para saber si funcionan bien.

La correa grande de la unidad de drenaje de aceite y la palanca de presión de la unidad de liberación de gas todavía estén bloqueados a través de los tornillos de imanes de levantamiento respectivos y los tetós (pivote) de bloqueo estén asegurado.

- Entonces dé vuelta al interruptor selector para el funcionamiento en la caja de control a la posición “AUTO”.
- Otra vez compruebe que la correa grande de la unidad de drenaje de aceite y la palanca de presión de la unidad de liberación de gas están bloqueados por los tornillos de los imanes de levantamiento respectivos.
- Entonces quite los tetós (pivote) de bloqueo de seguridad de la unidad de drenaje de aceite y la unidad de liberación de gas y ajústelo en la posición “funcionamiento”.

- Los tres indicadores verdes siguientes brillarán intensamente en la caja de control:

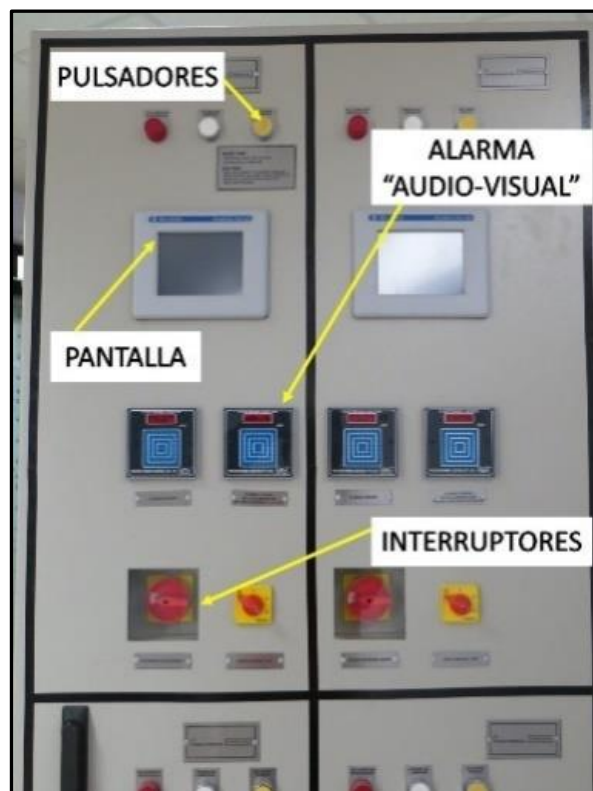
3.7.1 SISTEMA ENCENDIDO (SEÑAL VERDE)

“VÁLVULA DRENADO ACEITE CERRADA” (SEÑAL VERDE)

“VÁLVULA INYECCIÓN GAS CERRADA” (SEÑAL VERDE)

Entonces su sistema está listo para el servicio.

Figura 40: Tablero de control del SPCI



Fuente: ISA Red de Energía del Perú

3.8 MANTENIMIENTO

El sistema CTR de Protección contra Incendios de inyección de nitrógeno está más o menos sin necesidad de mantenimiento. Sin embargo, las comprobaciones regulares se deben realizar para comprobar el funcionamiento correcto del sistema.



3.8.1 PROGRAMA DE MANTENIMIENTO MENSUAL.

- Examinación visual de todos los equipos.
- Registra la lectura de presión de gas nitrógeno en manómetro de contacto y compara con la lectura anterior. En caso de que la caída de presión sea evidente, apriete el regulador y los accesorios de manguera y realiza la prueba de fuga (estanquidad) empleando el agua de jabón por medio del cepillo de 1".
- Prueba funcional del termóstato y de los elementos de calentamiento.
- Compruebe los indicadores de señal en la caja de control presionando el botón.

3.8.2 PROGRAMA DE MANTENIMIENTO ANUAL.

El programa según “programa MK para el mantenimiento anual”. El paro del transformador no se necesita para las pruebas en el armario de extinción de incendios y caja de control. Sin embargo, las pruebas de PNRV y de los detectores de humos (incendios) se pueden realizar solamente si el paro del transformador está disponible, Este programa necesita aproximadamente 2-3 horas.

3.8.3 PROGRAMA DE MANTENIMIENTO SUPLEMENTARIO.

Si la presión de gas sea casi igual a la presión de tarado, deberá substituir el cilindro de nitrógeno por el cilindro de repuesto que tiene la presión de gas 135 kg/cm² (150-10%) como mínimo.



CAPITULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1 PRUEBAS Y MODOS DE ACTUACIÓN DEL SISTEMA CONTRA INCENDIO

4.1.1 PRUEBAS

4.1.1.1 INSPECCIÓN DE TABLERO DE CONTROL

- La inspección de la Caja de Control se hará visualizando las señales de alarma, conexiones, presencia de smog, humedad, partículas de tierra o arena.
 - La inspección del correcto funcionamiento de las alarmas audio-visual, señales, y pantallas.
- Verificar la Fuente de Tensión que alimenta la Caja de Control.

4.1.1.2 PRUEBAS DE LOS DETECTORES DE INCENDIO

- Las pruebas se harán realizando puentes en las regletas "TS1" para cada Fase, simulando disparos, alarmas, señales de las protecciones y relés.
- Las pruebas se harán simulando incendio a través de una "mecha" que se le acercara a los detectores de incendio.
- Inspección y Prueba funcional de la Válvula Antirretorno (PRNV o TCVI)
- Inspección de la Válvula Antirretorno (PNRV)
- Inspección de la condición de la válvula antirretorno PNRV, verificando presencia de contaminación, corrosión, humedad, smog y fugas de aceite.



4.1.1.3 PRUEBAS DE LA VÁLVULA ANTIRRETORNO (PNRV)

- Las pruebas se realizarán manualmente, para realizar las pruebas del PNRV se moverá la palanca a la posición 2 que es para que se haga la inspección y posición 1 para ponerlo en servicio.

Prueba del accionamiento mecánico del armario de extinción

4.1.1.4 PRUEBAS DEL MECANISMO EN EL ARMARIO DE EXTINCIÓN (FEC)

- Las pruebas de mecanismo de inyección de gas nitrógeno y drenaje de aceite se deberá hacer accionando manualmente, cerrando las válvulas de las tuberías de 1" y de 5" montados encima del FEC y a la entrada de la cuba y del OLTC , desconectando la manguera de liberación de gas nitrógeno, poniendo el PIN 1 y PIN 2 (pasadores) en posición de prueba, y presionando las Palancas que permitirán el accionamiento de los componentes mecánicos.
- Las pruebas en el Armario se realizarán poniendo en posición de "prueba" los PIN 1 y PIN 2 para accionamiento manual.
- Se realizarán pruebas en el Armario, utilizando las palancas de los "contrapesos" que permitirán el accionamiento Mecánico de drenaje de aceite e inyección de nitrógeno
- Las pruebas en los manómetros en caso de que la caída de presión sea evidente, apriete el regulador y los accesorios como la manguera y realiza la prueba de fuga (estanquidad) empleando el agua de jabón por medio del cepillo de 1".
- La Inspección de los componentes electromecánicos, accionamiento, conexiones, hermeticidad, se hará simultáneo con las pruebas en el Armario.

4.1.1.5 PRUEBAS DEL TABLERO DE CONTROL

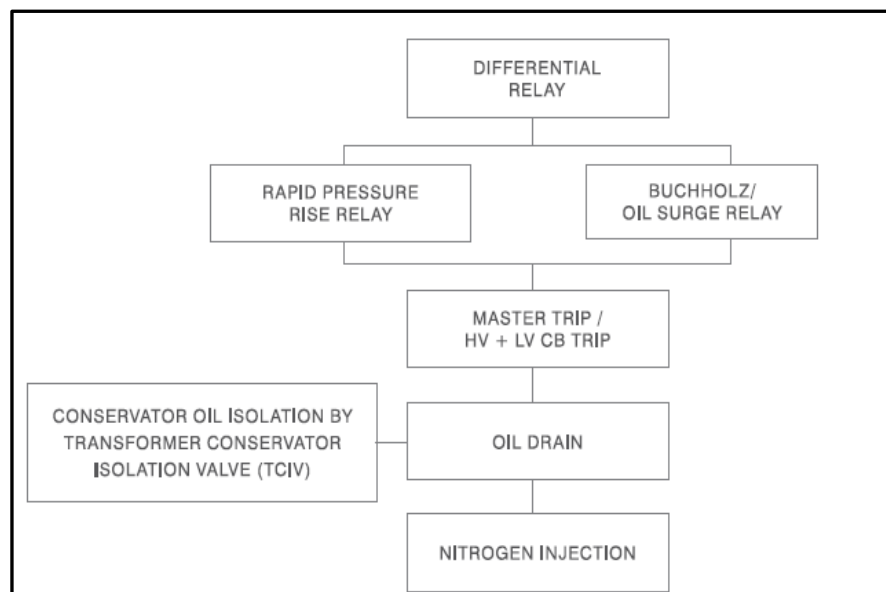
El Sistema Contra Incendio CTR cuenta con 02 modos de Actuación

4.1.1.5.1 MODO DE PREVENCIÓN DE AUTO EXPLOSIÓN

Se tiene la actuación del relé diferencial debido a una falla interna, luego hay la actuación de 01 protección mecánica (Rele Buchholz o Relé de presión súbita). Por último, actúa el disparo maestro. Si se cumplen esos 3 requisitos el sistema actuará primero drenando el aceite hacia el pozo colector a la vez que la válvula TCIV impedirá el paso de aceite desde el tanque de expansión hacia la cuba. Se inyecta nitrógeno por 30 minutos para ayudar a drenar el aceite. Es drenado el 10% del total de aceite en la cuba.

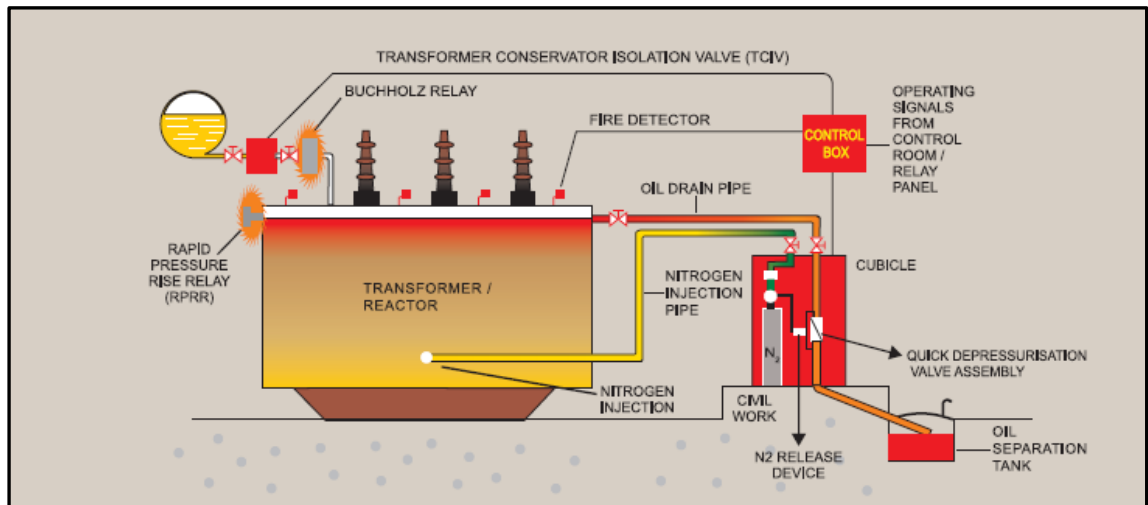
Para la prueba funcional, se hacen puentes en el tablero de la sala de control de esas 3 señales (87T, Protección mecánica, Master Trip 86).

Tabla 4: Prevención de la autoexplosión



Fuente: ISA Red de Energía del Perú

Figura 41: Modo de prevención de la autoexplosión del SPCI



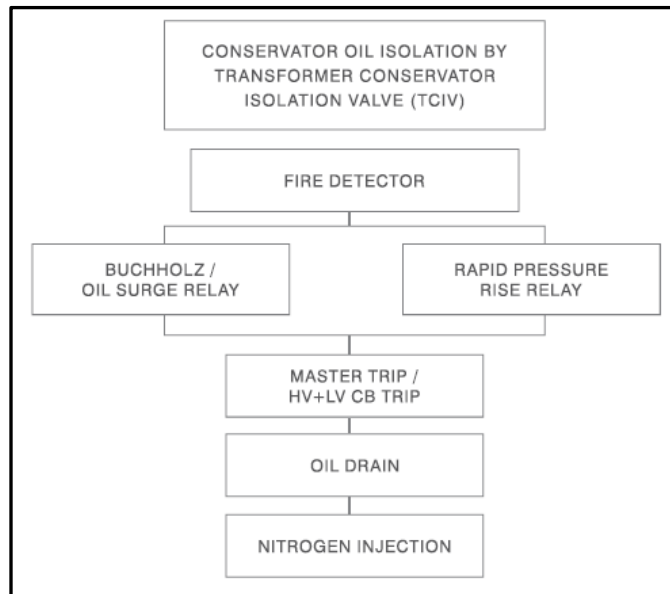
Fuente: ISA Red de Energía del Perú

4.1.1.5.2 MODO DE AUTO EXTINCIÓN (FUEGO)

Se tiene la presencia de fuego que es registrada por los detectores de incendio, luego hay la actuación de 01 protección mecánica (Relé Buchholz o Relé de presión súbita). Por último, actúa el disparo maestro. Si se cumplen esos 3 requisitos el sistema actuará primero drenando el aceite hacia el pozo colector. Se inyecta nitrógeno por 30 minutos para ayudar a drenar el aceite. Es drenado el 10% del total de aceite en la cuba.

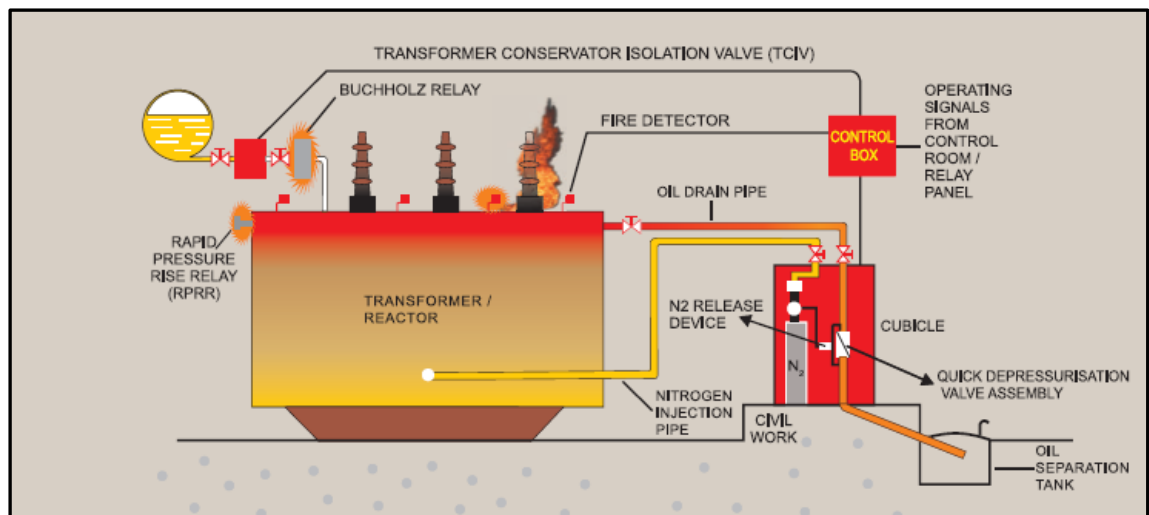
Para la prueba funcional, se hacen puentes en el tablero de la sala de control de esas 3 señales (Fire detector, Protección mecánica, Master Trip 86).

Tabla 5: Extinción del incendio



Fuente: ISA Red de Energía del Perú

Figura 42: Modo extinción del fuego del SPCI



Fuente: ISA Red de Energía del Perú



4.1.1.6 PRUEBAS DE LA CAJA DE CONTROL

Las pruebas se realizarán haciendo el bloqueo de los accionamientos mecánicos con el PIN 1 Y PIN 2, para evitar el drenaje de aceite e inyección de nitrógeno, en el FEC.

Las pruebas se realizarán haciendo "puentes" en la regleta TS1 que se encuentra en la Caja de Control, simulando disparos, señales y alarmas. Así para cada fase.

4.2 GUÍA DE APLICACIÓN NORMALIZADA DE MANTENIMIENTO DEL SISTEMA CONTRA INCENDIO DE EQUIPOS INDUCTIVOS EN 500 KV


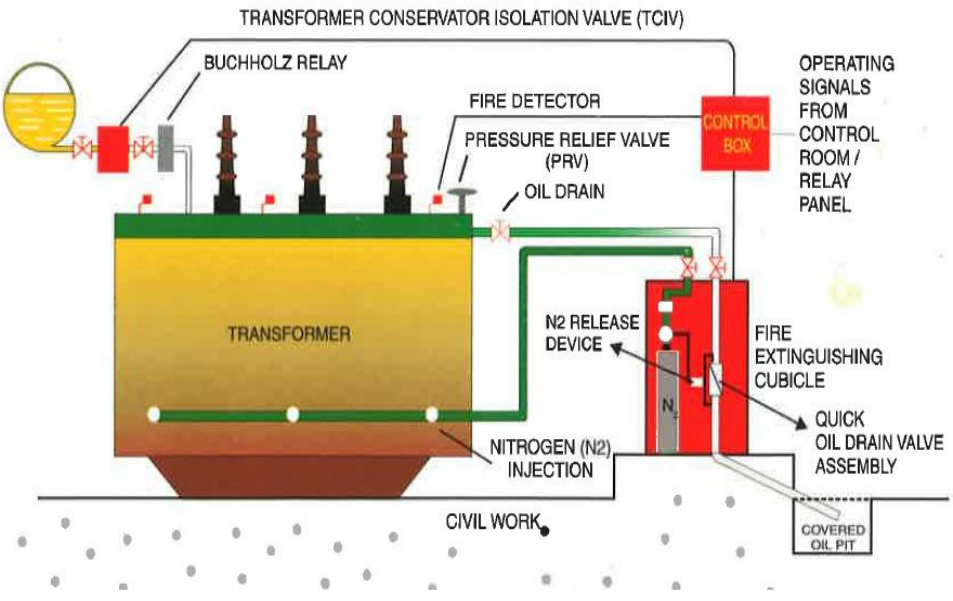
 GUÍA DE APLICACIÓN NORMALIZADA DE MANTENIMIENTO DEL SISTEMA CONTRA INCENDIO DE EQUIPOS INDUCTIVOS		Código: GAN-EPA-SCI-01	
		Elaboró: Especialista EPA	Fecha: 2018
Aprobó: Jefe DGM	Fecha:	No páginas	Versión: 01
Fabricante: CTR		Tipo: Sistema Contra Incendio	
			
A. RECURSOS:			
1. PERSONAL SUGERIDO <ul style="list-style-type: none"> • 1 Año : 1 EPA + 1 S • 3 Años: 2 EPA + 1 S EPA : Ejecutor EPA LIN : Liniero S : Supervisor Nota: Los equipos, herramientas y materiales seran usados según el mantenimiento a realizar de 1, 2, 3, 6, o 12 años.	<ul style="list-style-type: none"> • Torquimetro • Escaleras dieléctricas en fibra de vidrio tipo tijera y extensible • Plataforma elevadora o camión grúa de ser necesario. • Extensiones eléctricas. • Radio portátil. 	6. ELEMENTOS DE PROTECCIÓN PERSONAL <ul style="list-style-type: none"> • Gafas protección UV lente oscuro • Guantes de carnaza • Guantes de nitrilo • Respirador filtro para vapores ácidos u orgánicos. • Arnés con línea de anclaje • Overol tipo tybek • Protector de tela para cabeza y cuello • Casco de seguridad dieléctrico con barbiquejo • Guantes dieléctricos • Zapatos dieléctricos • Bloqueador solar 	7. ELEMENTOS DE SEGURIDAD <ul style="list-style-type: none"> • Elementos de condena y cinta de demarcación. • Accesorios para instalar cinta. • Detector ausencia de tensión. • Pértigas. • Tierras portátiles. • Recipientes para clasificar y almacenar residuos. • Botiquín de primeros auxilios. • Camioneta con camilla.
2. EQUIPOS Y HERRAMIENTAS <ul style="list-style-type: none"> • Pinza amperimétrica. • Multímetro digital. • Maleta de prueba para medición de factor de potencia. • Medidor de temperatura ambiente. • Medidor de humedad relativa. • Portaherramientas • Juego de destornilladores tipo pala y estrella • Juego de llaves mixta. • Juego de copas o dados. • Kid para extracción recolección muestras de aceite. * Herramientas con características dieléctricas.	4. MATERIALES CONSUMIBLES <ul style="list-style-type: none"> • Tela pañal ó papel de limpieza • Limpiadores de contactos y disolventes • Grasas metálica • Kit para el control de derrames de hidrocarburos 		
	5. INFORMACIÓN TÉCNICA <ul style="list-style-type: none"> • Tabla de torques. • Fichas de seguridad de productos químicos utilizados (Hojas MSDS). • Manual del fabricante y planos del equipo a intervenir. • Ficha de seguridad de residuos sólidos peligrosos. • Manuales de equipos de prueba. • Procedimiento de trabajo. • Formato de protocolo de pruebas. 		
NOTA: Revisar el los recursos asociados para la actividad según las recomendaciones descritas en el MANOMAS.			

Tabla 6: Recursos de la GAN de equipos inductivos en 500 kV

B. ESTADO: Desenergizada				
C. ANÁLISIS DE RIESGOS:				
TIPO	CLASE	PELIGRO	EVENTO PELIGROSO	CONTROLES EXISTENTES
ELÉCTRICO	ELE - 001	Energía eléctrica	Shock eléctrico, paro cardio-respiratorio, quemaduras I, II, III, muerte	<ul style="list-style-type: none"> • Aplicar el ACATESE para trabajos en equipos desenergizados según lo establecido en el Manual Unificado para Operación y Mantenimiento Seguro MANOMAS. • Aplicar estrictamente Reglas de Oro de electricidad • Uso de EPP (guantes aislantes y dieléctricos, ropa de trabajo, botas dieléctricas) • Conservar las distancias mínimas de seguridad de acuerdo con el MANOMAS. • No ejecutar trabajos cuando hay descargas eléctricas atmosféricas o bajo lluvia. • No llevar objetos metálicos en los bolsillos o en el cuerpo. • Verificar los equipos y herramientas de seguridad de acuerdo a las Guías de Mantenimiento. • Utilizar equipos y herramientas aisladas de acuerdo al nivel de tensión. • Plan de trabajo de la actividad (AST y verificación de actividades críticas). • Capacitación a supervisores de trabajo. • Manuales y planos eléctricos del equipo. • Verificar la conexión a tierra del equipo intervenido. • Verificar la conexión a tierra de los equipos de pruebas antes de encenderlos. • Inspeccionar las herramientas aisladas • Disponer de extensiones eléctricas suficientes y con los enchufes adecuados. • Utilizar equipos y herramientas aisladas de acuerdo al nivel de tensión. • Conectar a tierra la carcasa de la grúa.
FÍSICO	FIS - 001	Ruido	Exposición a ruido	<ul style="list-style-type: none"> • Uso de EPP (uso de tapones protectores de ruido). • Señalización de equipo
	FIS - 004	Radiación Ultravioleta	Exposición a radiación ultravioleta	<ul style="list-style-type: none"> • Uso de uniforme de trabajo (manga larga, casco, gafas de seguridad, guantes), • Uso de bloqueadores solares.
	FIS - 005	Presión atmosférica	Exposición a baja presión atmosférica	<ul style="list-style-type: none"> • Cumplir con aptitud médica de acuerdo a protocolo médico por puesto de trabajo
QUÍMICO	QUI - 001	Sustancias químicas, vapores, compuestos o productos químicos en general	Contacto de la vista con sustancias o agentes dañinos.	<ul style="list-style-type: none"> • Hojas de seguridad (MSDS) del producto químico traducidas en Castellano, disponer de la etiqueta del producto y rombo NFPA de los productos químicos utilizados. • Procedimiento AL-P-14 manejo de materiales peligrosos • Plan de trabajo de la actividad (AST y verificación de actividades críticas) • Uso de EPP de acuerdo a la MSDS • Estándar para trabajos con productos químicos • Plan de respuesta a emergencias • Uso de lavaojos
	QUI - 002	Sustancias químicas, vapores, compuestos o productos químicos en general	Contacto de la piel con sustancias o agentes dañinos.	<ul style="list-style-type: none"> • Contar con hoja de seguridad del producto químico • Procedimiento AL-P-14 manejo de materiales peligrosos • Plan de trabajo de la actividad (AST y verificación de actividades críticas) • Uso de EPP de acuerdo a la MSDS • Plan de respuesta a emergencias
	QUI - 003	Sustancias químicas, vapores, compuestos o productos químicos en general	Inhalación de sustancias o agentes dañinos.	<ul style="list-style-type: none"> • Procedimiento AL-P-14 manejo de materiales peligrosos • Uso de EPP de acuerdo a la MSDS • Contar con hoja de seguridad del producto químico • Estándar para trabajos con productos químicos
	QUI - 004	Sustancias químicas, vapores, compuestos o productos químicos en general	Ingestión de sustancias o agentes dañinos	<ul style="list-style-type: none"> • Procedimiento AL-P-14 manejo de materiales peligrosos • Plan de trabajo de la actividad (AST y verificación de actividades críticas) • Plan de respuesta a emergencias • Hoja de seguridad del producto MSDS • Estándar para trabajos con productos químicos • Uso de EPP de acuerdo a la MSDS
	QUI - 005	Polvo (material particulado)	Inhalación de polvo (material particulado)	<ul style="list-style-type: none"> • Plan de trabajo de la actividad (AST y verificación de actividades críticas) • Uso de EPP específico respirador para material particulado o en suspensión. • Estándar para trabajos con productos químicos • En casetas mantener a ventilación adecuada o extractores.
BIOLOGICO	BIO - 002	Insectos, arácnidos, serpientes u otros animales.	Picadura Mordedura	<ul style="list-style-type: none"> • Inspección del área de trabajo para la identificación y control previo de enjambres y otros animales en los sitios de trabajo. • Inspeccionar tableros antes de ingresar o introducir partes del cuerpo • Uso de uniforme de trabajo. • Desratización, desinsectación en SS.EE. • Uso de repelente.
ERGONOMICO	ERG - 001	Movimientos repetitivos	Ergonómico por movimientos repetitivos	<ul style="list-style-type: none"> • Adoptar mecánica postural adecuada. • Realizar pausas activas
	ERG - 002	Espacio inadecuado de trabajo	Ergonómico por espacio inadecuado de trabajo	<ul style="list-style-type: none"> • Aplicar los procedimientos para trabajos en espacios confinados.
	ERG - 003	Iluminación inadecuada	Ergonómico por condiciones de iluminación inadecuadas	<ul style="list-style-type: none"> • Verificar el estado de las luminarias en patios y gabinetes. • Utilizar lámparas portátiles. • Usar linternas manos libres
	ERG - 004	Manipulación manual de carga	Ergonómico por manipulación manual de carga.	<ul style="list-style-type: none"> • Transportar los equipos con ayuda mecánica. • Adoptar mecánica postural adecuada para levantamiento de cargas.
	ERG - 005	Posturas incómodas o forzadas	Ergonómico por postura inadecuada	<ul style="list-style-type: none"> • Adoptar mecánica postural adecuada. • Utilizar mesas y sillas apropiadas en el sitio de trabajo (sala de control) • Realizar pausas activas

Elaboración propia

Tabla 7: Estado y análisis de riesgos de la GAN de equipos inductivos en 500 kV

TIPO	CLASE	PELIGRO	EVENTO PELIGROSO	CONTROLES EXISTENTES	
MECÁNICO	MEC - 001	Vehículo Motorizado en área de trabajo	Accidente vehicular	<ul style="list-style-type: none"> • Verificar programa de mantenimiento preventivo e inspección de pre uso de la grúa. • Verificar Certificado de Operatividad de la grúa. • Capacitación para el Manejo de Grúa . 	
	MEC - 002	Pieza en movimiento	Atrapado por pieza en movimiento	<ul style="list-style-type: none"> • Orden y limpieza del lugar de trabajo, Plan de Trabajo MANOMAS, establecer guardas de protección. 	
	MEC - 004	Superficie resbaladiza o irregular Obstáculos en el piso	Caida al mismo nivel	<ul style="list-style-type: none"> • Orden y limpieza del lugar de trabajo. • Utilización de protector de cabeza con barbiquejo. • Plan de trabajo de la actividad (AST y verificación de actividades críticas) • Orden y limpieza en la actividad • Transitar por áreas designadas para el tránsito peatonal o habilitar accesos libres de obstáculos 	
	MEC - 005	Trabajos en altura (encima de 1.80 metros)	Caida a distinto nivel	<ul style="list-style-type: none"> • Uso de EPP (casco con barbiquejo, arnés con doble línea de anclaje retráctil de acuerdo a la altura de trabajo y accesorios de posicionamiento). • Contar con punto de anclaje • Plan de trabajo de la actividad (AST y verificación de actividades críticas) • Manuales de Seguridad para Trabajos en Altura • Contar con capacitación para trabajos en altura • Orden y Limpieza en el lugar de trabajo 	
	MEC - 007	Superficies punzo cortantes	Cortado por superficies punzo cortantes	<ul style="list-style-type: none"> • Uso de EPP (guantes de badana) • Uso de ropa de trabajo • En caso de herramientas, conservar guardas de protección 	
	MEC - 008	Objetos almacenados en altura	Golpeado por caída de materiales almacenados en altura	<ul style="list-style-type: none"> • Orden y limpieza del lugar de trabajo. • Utilización de protector de cabeza con barbiquejo. 	
	MEC - 009	Carga en Movimiento	Golpeado por caída de cargas en movimiento	<ul style="list-style-type: none"> • Orden y limpieza del lugar de trabajo. • Capacitación "Manejo de Grúas", Inspección de pre uso de grúa e Instructivo Uso de Grúas. • Conservar demarcación de áreas de izaje • Certificado de Operatividad, elementos de izaje. 	
	MEC - 010	Manipulación de Herramientas u objetos	Golpeado por caída de herramientas u objetos manipulados	<ul style="list-style-type: none"> • Uso de EPP (casco, zapatos de seguridad). • Instructivo de asignación de colores para la inspección de herramientas. • Aseguramiento de herramientas en altura, uso de morrales 	
	MEC - 011	Fluidos a Presión Equipo Presurizado	Golpeado por fluidos a presión	<ul style="list-style-type: none"> • Inspección visual mensual de manómetros (verificar calibración) • Mantener medida de presión (bares) de acuerdo a manual de uso • Uso de EPP (casco, guantes, lentes) 	
	MEC - 012	Objetos Equipos	Golpeado contra objetos u equipos	<ul style="list-style-type: none"> • Uso de EPP (casco y zapatos de seguridad) 	
	LOCATIVO	FEX - 001	Material inflamable	Incendio	<ul style="list-style-type: none"> • Plan de respuesta a emergencias • Hoja de seguridad, disponer de la tarjeta de emergencia de los productos químicos utilizados. • Capacitación a brigadistas en manejo de extintores • Inspección de extintores
		FEX - 002	Material inflamable Fluidos a presión Equipo presurizado	Explosión	<ul style="list-style-type: none"> • Plan de respuesta ante emergencia, señalizar la zona de emergencia.
PSICOSOCIAL	PSC-001	Condiciones de trabajo estresantes: tipo de trabajo, grado de autonomía, aislamiento, promoción, estilo de dirección, turnos rotativos.	Trastornos psicológicos	<ul style="list-style-type: none"> • Planear los recursos necesarios y definir los tiempos de ejecución para actividades programadas y no programadas o de emergencia. • Asignar al personal jornadas de descanso y de alimentación. 	
	PSC-002	Comportamiento humano	Accidente	<ul style="list-style-type: none"> • Plan de trabajo de la actividad (momento sincero) • Examen psicológico previo al ingreso del colaborador • Manual de funciones por puesto de trabajo • Observadores de comportamiento (Uso de cartillas SBC) • Cumplimiento de procedimiento/Instructivo de trabajo 	
OTRO	OTR - 001	Manifestación pública Toma de instalaciones	Golpeado o agredido	<ul style="list-style-type: none"> • Suspender los trabajos en casos de manifestaciones publicas. 	
	OTR - 002	Movilización Desplazamiento de personal	Accidente	<ul style="list-style-type: none"> • Manejo a la defensiva. • Verificación previa del estado del vehículo y revisiones técnicas (Uso de Pre uso TA-F-59) . • Uso de cinturones de seguridad 	
	OTR - 003	Condiciones climáticas adversas	Accidente	<ul style="list-style-type: none"> • No desplazarse en condiciones climáticas adversas (descargas atmosféricas, huaycos, otros). • Comunicación de alerta provisto por el SAARC • Suspender las actividades • Plan de respuesta ante emergencias 	

Elaboración propia



Continuación.

TIPO	ASPECTO AMBIENTAL	DESCRIPCIÓN DEL ASPECTO	CONTROLES EXISTENTES
AMBIENTAL	Generación, existencia y manejo de residuos (no peligrosos)	Residuos no peligrosos (trapos con polvo, aisladores, trapos con polvo, metales, chatarra, etc)	<ul style="list-style-type: none"> • Procedimiento manejo de residuos. • Recoger todos los residuos, clasificarlos y depositarlos en el recipiente adecuado definido por la empresa • En cada jornada de trabajo registrar los residuos sólidos industriales producidos ante el responsable de la subestación mediante el formato TA-F-25
	Generación, existencia y manejo de residuos (peligrosos)	Residuos peligrosos (trapo con aceite, grasa y/o químico y otros)	<ul style="list-style-type: none"> • Procedimiento manejo de residuos. • En cada jornada de trabajo registrar los residuos sólidos peligrosos producidos ante el responsable de la subestación.
	Consumo de agente extintor	Por la activación del sistema contra incendio	<ul style="list-style-type: none"> • Revisión periódica de los equipos inductivos. • Verificación del buen funcionamiento del sistema contra incendios • Kit antiderrames
	Consumo de energía eléctrica	Por el uso de equipos	<ul style="list-style-type: none"> • Manual de buenas practicas ambientales
	Consumo de papel	Utilización de guías, planos, notas de apuntes, planes de trabajo, permisos de trabajo	<ul style="list-style-type: none"> • Manual de buenas practicas ambientales
	Explosión de equipos o materiales	Explosión de los equipos inductivos	<ul style="list-style-type: none"> • Mantenimiento de equipos inductivos, de acuerdo al MCC
NOTA: Analizar los posibles riesgos que involucren el desarrollo de las actividades con la finalidad de tener un Plan de Contingencias específico.			
VERIFICAR EL CUMPLIMIENTO DE LAS REGLAS DE ORO ACATESE:			
<ol style="list-style-type: none"> 1. Verificar visualmente que se encuentren abiertas todas las fuentes de alimentación. 2. Verificar visualmente que estén bloqueados y Condenados eléctrica y mecánicamente los mecanismos de operación de los equipos que conformen el corte visible 3. Confirmar con el detector de tensión y con el jefe de trabajos la ausencia de tensión en los elementos a intervenir 4. Verificar que se encuentre cerrada la cuchilla de puesta a tierra y colocadas las las tierra portátiles 5. Verificar que se encuentre señalizada y delimitada la zona de trabajos 			

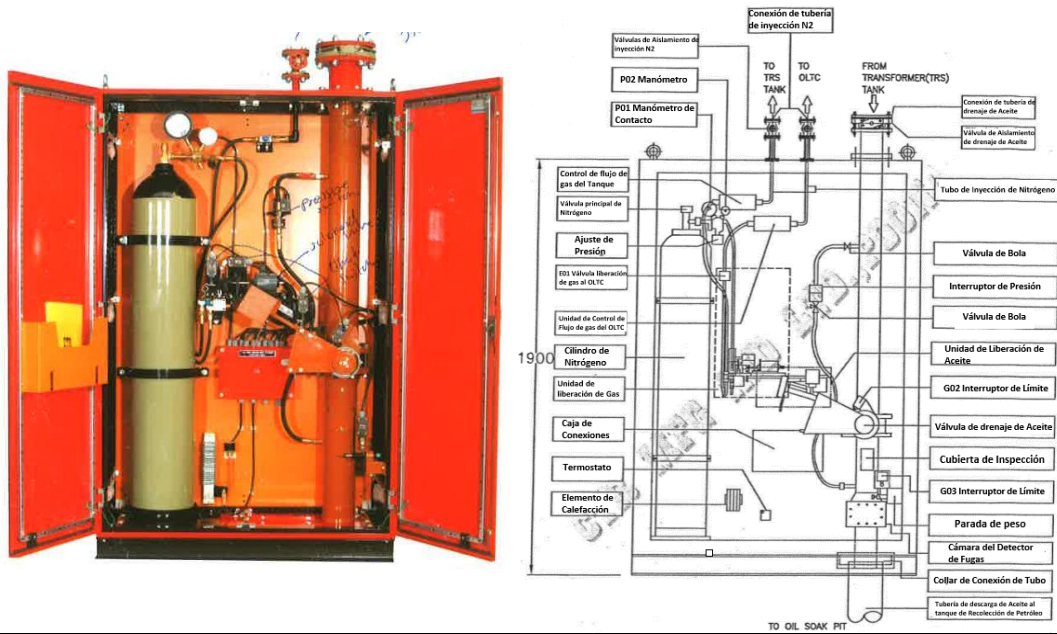
Elaboración propia

Tabla 8: Actividades de mantenimiento y pruebas de la GAN de equipos inductivos en 500 kV

ACTIVIDADES DE MANTENIMIENTO DE ACUERDO CON MCC:		
CLAVES MODELO	DESCRIPCIÓN	
A	MCC_1 MES	
A1	<i>Inspección Operativa</i>	<ul style="list-style-type: none"> - Inspección visual de los manómetros para verificar su condición y lectura de la presión de gas de nitrógeno. - Inspección visual del empaque del armario de extinción para verificar su condición. - Inspección visual de las tuberías del sistema contra incendio para verificar su condición y detectar fugas de aceite. - Prueba funcional del termostato y de la resistencia de calefacción en el armario de extinción. - Prueba de los indicadores de señal (lámparas), alarmas audio-visual y pantallas; en el tablero del control. - Prueba de fugas de regulador de presión en el armario de extinción.
B	MCC_3 AÑO	
B1	<i>Inspección de la caja de Señales.</i>	<ul style="list-style-type: none"> - Inspección visual de la hermeticidad de la caja de señales. - Ajuste de borneras.
B2	<i>Inspección del Tablero de Control.</i>	<ul style="list-style-type: none"> - Inspección visual de la hermeticidad del tablero de control. - Ajuste de borneras.
B3	<i>Inspección y Prueba funcional de los Detectores de Incendio.</i>	<ul style="list-style-type: none"> - Prueba funcional de los detectores de incendio. - Inspección visual de los detectores de incendio.
B4	<i>Inspección y Prueba funcional de la Válvula Antirretorno (PNRV o TCVI).</i>	<ul style="list-style-type: none"> - Prueba funcional y de hermeticidad de la Válvula antirretorno PNRV. - Inspección visual de sistema de tuberías del PNRV.
B5	<i>Prueba del accionamiento mecánico del armario de extinción (FEC)</i>	<ul style="list-style-type: none"> - Prueba en conjunto de las válvulas electromecánicas. - Prueba del mecanismo de liberación de nitrógeno. - Prueba del mecanismo de drenaje de aceite. - Prueba de los manómetros y Interruptores de Límite.
B6	<i>Pruebas del Tablero de Control.</i>	<ul style="list-style-type: none"> - Prueba funcional "accionamiento del SCI". - Prueba funcional "lamp test". - Prueba funcional "disparo de Transformador". - Prueba funcional "disparo del relé diferencial". - Prueba funcional "disparo del relé buchholz/RPRR". - Prueba funcional "disparo del relé maestro (86)". - Prueba funcional "disparo del OLTC". - Prueba funcional "alarmas audio-visual". - Prueba funcional "disparo de detector de incendios". - Prueba funcional "fallo de suministro de CC". - Prueba funcional "señales de fallo". - Prueba funcional "señales de conexión". - Prueba de Indicación de "válvula de drenaje de aceite cerrada" disponible. - Prueba de Indicación de "válvula de entrada de gas cerrada" disponible.
B7	<i>Revisión puesta a tierra del FEC y Caja de Control.</i>	<ul style="list-style-type: none"> - Revisión de conexiones de puesta a tierra: del armario de extinción (FEC) y de la Caja de Control.

Continuación.

A.- Reconocimiento de partes y componentes del Sistema Contra Incendios.



A.- Actividades de 1 Mes : Descripción de las actividades según el MCC.

Tiempo efectivo de ejecución : 02 Horas

A1 SCI-001 TRF: Inspección Operativa

Inspección de Condición de los Manómetros

Realizar inspección visual de la condición de los manómetros del Armario del sistema contra incendio. Registrar la lectura de presión de gas nitrógeno en manómetro de contacto y comparar con la lectura anterior, la presión de los manómetros P01 y P02:

- P01, debera tener la medida de presión (135 - 150 kg/cm²) ó (147 - 150 Bar)
- P02, debera tener la medida de presión (16 kg/cm²) ó (10 - 15 Bar)

En caso de que la caída de presión sea evidente, apriete el regulador y los accesorios como la manguera y realiza la prueba de fuga (estanquidad) empleando el agua de jabón por medio del cepillo de 1".

Inspección de Condición del FEC, Válvulas y Tuberías

La inspección de condición se deberá de hacer a todo el armario de sistema contra incendio FEC (Interruptores de limite, regulador de presión, termostato, caja de conexiones, Imán de levantamiento, contrapesos, mecanismos, manómetros y válvulas tipo bola), Válvulas y tuberías en general para detectar corrosion o fugas de aceite.

La inspección de hermeticidad del cilindro de gas nitrógeno, de las válvulas, de las tuberías de 1" y 5"; se deberá hacer empleando agua de jabón por medio del cepillo de 1".

Pruebas del FEC, Válvulas y Tuberías

- Las pruebas en el Armario de extinción FEC en caso de que la caída de presión sea evidente, apriete el regulador de los manómetros a la presión indicada en la inspección.
- Las pruebas de mecanismo de inyección de gas nitrógeno y drenaje de aceite se deberá hacer accionando manualmente, cerrando las válvulas de las tuberías de 1" y de 5" montados encima del FEC y a la entrada de la cuba y del OLTC , desconectando la manguera de liberación de gas nitrógeno, poniendo el PIN 1 y PIN 2 (pasadores) en posición de prueba, y presionando las palancas que permitirán el accionamiento de los componentes mecánicos.
- La prueba de hermeticidad del cilindro de gas nitrógeno, de las válvulas, de las tuberías de 1" y 5"; se deberá hacer empleando agua de jabón por medio del cepillo de 1".
- Las Pruebas en el tablero de control sera señales de Alarma, Disparo, Falla de conexionado, presionando el botón "PRUEBA DE INDICADORES".
- Las Pruebas de funcionalidad del termóstato y de los elementos de calentamiento.

Nota: Esta actividad se realiza sin necesidad de sacar fuera de servicio el Transformador, Autotransformador de Potencia o Reactor, el personal deberá estar capacitado.



Continuación.

B.- Actividades de 3 AÑOS : Descripción de actividades según el MCC.

Tiempo efectivo de ejecución : 08 Horas

B1 SCI-002 TRF: Inspección de la caja de señales

- La inspección de la condición del conexionado se hará verificando que los conexionados estén sujetos, presencia de smog, humedad, partículas de tierra o arena.
- Verificar la fuente de tensión que alimenta la caja de señales.



B2 SCI-002 TRF: Inspección de tablero de control

- La inspección de la Caja de Control se hará visualizando las señales de alarma, conexionados, presencia de smog, humedad, partículas de tierra o arena.
- La inspección del correcto funcionamiento de las alarmas audio-visual, señales, y pantallas.
- Verificar la Fuente de Tensión que alimenta la Caja de Control.



B3 SCI-002 TRF: Inspección y Prueba funcional de los Detectores de Incendio.

Inspección de los detectores de incendio

- Inspección y limpieza de todos los detectores de incendio montados en la parte superior de la cuba del transformador.
- Inspección de presencia de humedad en los detectores de incendio.
- Inspección de daños mecánicos en los detectores de incendio y sellador de cable.



Pruebas de los detectores de incendio

- Las pruebas se harán realizando puentes en las regletas "TS1" para cada Fase, simulando disparos, alarmas, señales de las protecciones y reles.
- Las pruebas se harán simulando incendio a través de una "mecha" que se le acercara a los detectores de incendio.

B4 SCI-002 TRF: Inspección y Prueba funcional de la Válvula Antirretorno (PNRV o TCVI)

Inspección de la Válvula Antirretorno (PNRV)

- Inspección de la condición de la válvula antirretorno PNRV, verificando presencia de contaminación, corrosión, humedad, smog y fugas de aceite.

Pruebas de la Válvula Antirretorno (PNRV)

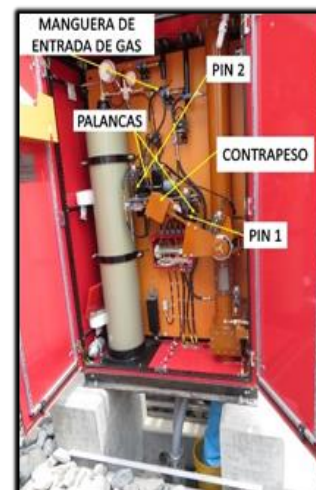
- Las pruebas se realizará manualmente, para realizar las pruebas del PNRV se movera la palanca a la posición 2 que es para que se haga la inspección y posición 1 para ponerlo en



B5 SCI-002 TRF: Prueba del accionamiento mecánico del armario de extinción

Pruebas del mecanismo en el armario de extinción (FEC)

- Las pruebas de mecanismo de inyección de gas nitrógeno y drenaje de aceite se deberá hacer accionando manualmente, cerrando las válvulas de las tuberías de 1" y de 5" montados encima del FEC y a la entrada de la cuba y del OLTC , desconectando la manguera de liberación de gas nitrógeno, poniendo el PIN 1 y PIN 2 (pasadores) en posición de prueba, y presionando las Palancas que permitirán el accionamiento de los componentes mecánicos.
- Las pruebas en el Armario se realizará poniendo en posición de "prueba" los PIN 1 y PIN 2 para accionamiento manual.
- Se realizarán pruebas en el Armario, utilizando las palancas de los "contrapesos" que permitirán el accionamiento Mecánico de drenaje de aceite e inyección de nitrógeno
- Las pruebas en los manómetros en caso de que la caída de presión sea evidente, apriete el regulador y los accesorios como la manguera y realiza la prueba de fuga (estanquidad) empleando el agua de jabón por medio del cepillo de 1".
- La Inspección de los componentes electromecánicos, accionamiento, conexionados, hermeticidad, se hará simultáneo con las pruebas en el Armario.



Continuación.

B6 SCI-002 TRF: Pruebas del tablero de control

El Sistema Contra Incendio CTR cuenta con 02 modos de Actuación:

I. Modo de Prevención de Auto explosión

Se tiene la actuación del relé diferencial debido a una falla interna, luego hay la actuación de 01 protección mecánica (Relé Buchholz o Relé de presión súbita). Por último actúa el disparo maestro. Si se cumplen esos 3 requisitos el sistema actuará primero drenando el aceite hacia el pozo colector a la vez que la válvula TCIV impedirá el paso de aceite desde el tanque de expansión hacia la cuba. Se inyecta nitrógeno por 30 minutos para ayudar a drenar el aceite. Es drenado el 10% del total de aceite en la cuba

Para la prueba funcional, se hacen puentes en el tablero de la sala de control de esas 3 señales (87T, Protección mecánica, Master Trip 86).

II. Modo de Auto extinción (fuego)

Se tiene la presencia de fuego que es registrada por los detectores de incendio, luego hay la actuación de 01 protección mecánica (Relé Buchholz o Relé de presión súbita). Por último actúa el disparo maestro. Si se cumplen esos 3 requisitos el sistema actuará primero drenando el aceite hacia el pozo colector. Se inyecta nitrógeno por 30 minutos para ayudar a drenar el aceite. Es drenado el 10% del total de aceite en la cuba.

Para la prueba funcional, se hacen puentes en el tablero de la sala de control de esas 3 señales (Fire detector, Protección mecánica, Master Trip 86).

Pruebas de la Caja de Control.

Las pruebas se realizarán haciendo el bloqueo de los accionamientos mecánicos con el PIN 1 Y PIN 2, para evitar el drenaje de aceite e inyección de nitrógeno, en el FEC.

Las pruebas se realizarán haciendo "puentes" en la regleta TS1 que se encuentra en la Caja de Control, simulando disparos, señales y alarmas. Así para cada fase.

Alarmas en la Caja de control

Indicadores (VERDE):

- Sistema Encendido (H02)
- Válvula Drenado ACEITE CERRADA (H08)
- Válvula Inyección GAS CERRADA (H09)

Señalización (ROJA):

- Fuera de Servicio (H01)
 - Válvula de Retención CERRADA (H03)
 - Fuego Detectado (H04)
 - Disparo Buchholz/RPRR (H05)
 - Válvula drenado ACEITE ABIERTA (H06)
 - Extinción en Progreso (H07)
 - Baja Presión Cilindro GAS (H10)
- Disparo Diferencial 87T (H11)
 - Disparo Maestro 86 (H13)
 - Falla Conexión Detector de Fuego (H14)
 - Falla Conexión Diferencial 87T (H15)
 - Falla Conexión Buchholz/RPRR (H16)
 - Falla Conexión Disparo Maestro 86 (H18)
 - Falla Conexión Válvula Antirretorno PNRV ó TCVI

Señales Acústicas (Sirenas)

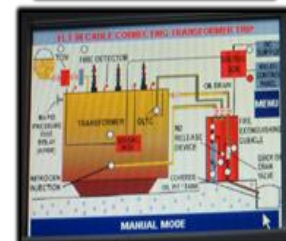
- Visual/Audio/Alarma (H20)
- Visual/Audio/Alarma para la Falla Tensión-Auxiliar 220 VCC (H21)

Interruptores

- Modo de funcionamiento (Auto/Manual/Off) conmutador selector (S01)
- Liberación de Extinción (Iniciar Extinción On/Off) Interruptor de candado (S02) con la cubierta de vidrio

Botón Pulsador

- Prueba de Lámparas (S03)
- Disparo Diferencial (S07)
- Disparo Buchholz/RPRR (S06)



Continuación.

LEGENDS OF CONTROL BOX

Sr. No.	ID.NO.	COLOUR	DESCRIPTION (ENGLISH)	DESCRIPTION (SPANISH)
1	H01	RED	OUT OF SERVICE	FUERA DE SERVICIO
2	H02	GREEN	SYSTEM ON	SISTEMA ENCENDIDO
3	H03	RED	PNRV CLOSED	VÁLVULA DE RETENCIÓN CERRADA
4	H04	RED	FIRE DETECTOR TRIP	FUEGO DETECTADO
5	H05/S06	RED	BUCHHOLZ RELAY/RPRR TRIP	DISPARO BUCHHOLZ/RPRR
6	H06	RED	OIL DRAIN VALVE OPEN	VÁLVULA DRENADO ACEITE ABIERTA
7	H07	RED	EXTINCTION IN PROGRESS	EXTINCIÓN EN PROGRESO
8	H08	GREEN	OIL DRAIN VALVE CLOSED	VÁLVULA DRENADO ACEITE CERRADA
9	H09	GREEN	GAS INLET VALVE CLOSED	VÁLVULA INYECCIÓN GAS CERRADA
10	H10	RED	CYLINDER PRESSURE LOW	BAJA PRESIÓN CILINDRO GAS
11	H11/S07	RED	DIFFERENTIAL RELAY TRIP	DISPARO DIFERENCIAL
12	H13	RED	TRANSFORMER TRIP	DISPARO MAESTRO
13	H14	RED	LINE FAULT FIRE DETECTOR	FALLA CONEXIÓN DETECTOR FUEGO
14	H15	RED	LINE FAULT DIFFERENTIAL RELAY	FALLA CONEXIÓN DIFERENCIAL
15	H16	RED	LINE FAULT BUCHHOLZ RELAY/RPRR	FALLA CONEXIÓN BUCHHOLZ/RPRR
16	H18	RED	LINE FAULT TRANSFORMER TRIP	FALLA CONEXIÓN DISPARO MAESTRO
17	H19	RED	LINE FAULT PNRV	FALLA CONEXIÓN VÁLVULA RETENCIÓN
18	S01	-	AUTO/MANUAL/OFF	AUTO/MANUAL/OFF
19	S02	-	EXTINCTION RELEASE ON/OFF	INICIAR EXTINCIÓN ON/OFF
20	S03	WHITE	LAMP TEST	PRUEBA DE LÁMPARAS
21	H20	-	VISUAL/AUDIO ALARM	VISUAL/AUDIO/ALARMA
22	H21	-	VISUAL/AUDIO ALARM FOR DC SUPPLY FAIL	VISUAL/AUDIO/ALARMA PARA FALLA TENSION - AUXILIAR 220 VCC

Nota: Esta actividad se realiza si el Transformador, Autotransformador de Potencia o Reactor esta fuera de servicio, el personal deberá estar capacitado.

Nota: Las Alarmas en la Caja de Control se visualiza en el HMI del Tablero de Control

Nota: Las Pruebas de Fallo de Conexión se detalla en el Cuadro "Check-list"

B7 SCI-002 TRF: Revisión puesta a tierra del FEC y Caja de Control.

- Revisar que la conexión de los neutros, esten rigidamente aterrados.
- Revisar que la conexión a tierra del tablero de control se encuentre en buen estado.
- Revisar en el interior del tablero de control los cables correspondientes a los equipos auxiliares se mantenga la conexión a tierra.
- Realizar limpieza de los conectores de conexión de puesta a tierra por corrosión y/o sulfatación.
- Realizar reapretar las conexiones de puesta a tierra.
- De encontrarse en buen estado las conexiones de tierra, realizar el reapriete de las conexiones a tierra.
- Si se encuentra en mal estado las conexiones de tierra realizar un unión con soldadura o con pernos, esto último usando terminales.
- (no se debe abrir el circuito de tierra sin haber puenteado con otro conductor)

Nota: Esta actividad se realiza si el Transformador o autotransformador de Potencia esta fuera de servicio, el personal deberá estar capacitado.



C.- Actividades : Check-list de Actividades según el MCC

Tiempo efectivo de ejecución : 16 Horas

C1 SCI-001 TRF: Revisión

Revisar las conexiones de los dispositivos de protección electromecánicos en las cajas terminales y ajustar los bornes.
Revisar el estado de los empaques y reemplazar cuando sea necesario con el fin de garantizar la hermeticidad.
Realizar pruebas de disparo remoto con los dispositivos de testeo de los equipos auxiliares.

Check-list para verificar el funcionamiento de los equipo auxiliares de los equipo inductivo

Accesorios	Falla 1 y 2				Disparo 1 y 2				Cond	Fases
	R	S	T	Res	R	S	T	Res		
Disparo de "Relé Diferencial"										
Disparo de "Relé Buchholz/RPRR"										
Disparo de "Relé maestro (86)"										
Disparo del "OLTC"										
Disparo de "Detector de Incendios"										
Disparo de "Transformador"										
Falla de Conexión "Detector de Incendios"										
Falla de Conexión "Diferencial"										
Falla de Conexión "Buchholz/RPRR"										
Falla de Conexión "Disparo Maestro (86)"										
Falla de Conexión "Válvula Antirretorno (PNRV)"										
Falla de Conexión "Fuente de Tensión"										
Prueba de Indicación de "Válvula de drenaje de aceite cerrada"										
Prueba de Indicación de "Válvula de gas cerrada"										
Prueba Funcional de "Alarma audio-visual"										
Prueba Funcional de "Modo de prevención de Auto explosión"										
Prueba Funcional de "Modo de Auto extinción"										

Elaboración propia



DISCUSIÓN

De los resultados de esta guía de aplicación normalizada de equipos de protección contra incendio de equipos inductivos en 500 kV del sistema interconectado nacional se puede decirse que la estrategia de mantenimiento es acorde al mantenimiento de los equipos inductivos ya que se podrá realizar cuando estas estén fuera de servicio.

Además, la guía de aplicación normalizada servirá para realizar pruebas funcionales como se aprecia según los mantenimientos programados en la estrategia de mantenimiento de la empresa de transmisión.

Se puede decir que la guía también se utilizara para identificar posibles modos de falla y presencia de alarmas. Donde podrán ser solucionadas con la ayuda de la guía y el manual del fabricante.

La guía de aplicación normalizada comprende el uso de recursos a utilizar en su aplicación, se verá el estado de análisis y riesgos de los equipos inductivos en 500 kV como riesgos eléctricos, mecánicos, físico, químico, biológico, ergonómico, ambiental, locativo, psicosocial, la cual fue revisada con las áreas especializadas.

La guía de aplicación normalizada de equipos de protección contra incendio será de utilidad en todas las subestaciones eléctricas de transmisión en 500 kV del sistema interconectado nacional done la empresa Red de Energía del Perú tiene presencia de la operación y mantenimiento, mejorando la confiabilidad del servicio de transmisión de energía eléctrica en 500 kV.



V. CONCLUSIONES

PRIMERO: Las pruebas del sistema de protección contra incendio se realizó de manera satisfactoria, las pruebas se hicieron mandando señales de las protecciones eléctricas y mecánicas de los equipos inductivos y el sistema de protección contra incendio actuando de manera satisfactoria con el cual concluye y se procede a realizar una guía de aplicación normalizada. Con las pruebas realizadas y recomendaciones del manual sistema de protección contra incendio de equipos inductivos en 500 kV, se realizará el mantenimiento centrado en confiabilidad.

SEGUNDO: Las pruebas de modo de actuación a realizar en el sistema de protección contra incendio de equipos inductivos en 500 kV, se realizará cuando los autotransformadores y reactores monofásicos estén fuera de servicio. Para esto se aprovechará la salida de servicio de estos equipos.

TERCERO: El mantenimiento y pruebas del sistema de protección contra incendio es esencial para garantizar la oportuna actuación frente a posibles incendio o riesgos de autoexplosión, las pruebas de actuación de modos se realizarán en conjunto con la prueba de protecciones mecánicas y eléctrica de los equipos inductivos como autotransformadores y reactores en 500 kV.



VI. RECOMENDACIONES

PRIMERO: La guía de aplicación normalizada de equipos inductivos como autotransformadores y reactores en 500 kV, se deberá utilizar según el mantenimiento programado descrito en la parte de actividades de dicha GAN, dichas pruebas y mantenimientos deberán realizarse junto con la salida de servicio de los autotransformadores y reactores.

SEGUNDO: La guía de aplicación normalizada de equipos inductivos como autotransformadores y reactores en 500 kV, se utilizará en la empresa de transmisión ISA REP, se deberá tener en cuenta que al momento de realizar las pruebas de modos de actuación que el aceite liberado deberá ser controlado y tener la disposición final de residuos peligrosos.

TERCERO: EL personal que realice el mantenimiento y pruebas deberá estar correctamente capacitado para realizar dichas actividades según sea lo programado, las pruebas eléctricas y mecánicas de actuación de protecciones propias de los autotransformadores y reactores de potencia deberán ser realizadas por el personal de Sistema de Protección, Automatización y Telecomunicaciones, en conjunto con los ejecutores del mantenimiento y pruebas del sistema de protección contra incendio.



VII. REFERENCIAS

Compensación, S. d. (s.f.). *Sector Electricidad*. Obtenido de <http://www.sectorelectricidad.com/18862/sistemas-de-compensacion-en-serie/>

CTR MANUFACTURING INDUSTRIES LTD NAGAR ROAD, P. 4. (s.f.). *CTR Fire Protection*. India.

GENERAL ELECTRIC, G. (s.f.). *Reactor_GENERAL ELECTRIC_SMO-NN*.

Flange-mounted-onload-tapchangers-oltc-for-transformers. (s.f.). www.ctr.in/products. Obtenido de <http://www.ctr.in/products/flange-mounted-onload-tapchangers-oltc-for-transformers.html>

CROMPTON GREAVES, C. (s.f.). *AT_CROMPTON_AUTOTRANSFORMER*.

CTR MANUFACTURING INDUSTRIES LTD, C. M. (s.f.). *Actuación_CTR Explosion Prevention and Fire Extinguishing System for Transformers and Reactors*. India.

Mounbray, J. (s.f.). *RCM Reliability-Cented Maintenance* .

ISA Red de Energía del Perú, I. R. (s.f.). *GAN Guía de Aplicación Normalizada de Transformadores y autotransformadores de Potencia en 500 kV*. Lima.

QUALITROL. (s.f.). *QUALITROL*. Obtenido de <https://www.qualitrolcorp.com/company/>

CTR MANUFACTURING INDUSTRIES LTD , C. M. (s.f.). *CTR TRANSFORMER EXPLOSION PREVENTION AND FIRE EXTINGUISHING*. Obtenido de <https://es.scribd.com/document/219468094/CTR-Transformer-Explosion-Prevention-and-FireExtinguishing-System>. India.

S.D Myers, J.J Kelly, R.H Parrish. (1981). *A guide to transformer maintenance*. Transformer maintenance institute, EEUU.

IEEE TRANSFORMADORES, R. (2008). Transformadores, diagnostic, use and applications en thee industru 348. Recuperado el 27 de enero de 2008, de: <http://ieeetransformadores.com/>.



Antonio Sobrevilla, Máquinas eléctricas, editorial Alsina, (1965) MIT. *Circuitos magnéticos y transformadores*, Editorial Reverte.

Biddle Instruments (1987). *Manual on Electrical Insulation testing for the practical man*, Panama.

Duber Medina M. (1989). *Pruebas de Diagnóstico en el Mantenimiento de Transformadores de Potencia* (Tesis, Facultad de Ingeniería en Electricidad y Computación, Escuela Superior Politécnica del Litoral).

Ernesto Gallo Martínez (1996). *Diagnóstico y mantenimiento de transformadores en campo, Transequipos* (Colombia).

IEC 60450 Second Edition. (2004). *Measurement of the average viscometric degree of polymerization of new and aged cellulosic electrically insulating materials*.

IEEE, C57.104 (1991). *Guide for the interpretation of gases generated in oil immersed transformers*. Panama.

S.D Myers, J.J Kelly, R.H Parrish. (1981). *A guide to transformer maintenance, Transformer maintenance institute*, EEUU.

Westinghouse Electric Co (1976). *Electrical Maintenance Hints*.

IEEE, C57.104 (1997). *Guide for the interpretation of gases generated in oil immersed transformers*. USA.



ANEXOS

Anexo A: Actuation CTR Explosion Prevention and Fire Extinguishing System for Transformers and Reactors



CTR MANUFACTURING INDUSTRIES LTD

INCREDIBLE SOLUTIONS



CTR Manufacturing Industries Ltd established in 1964 are market leaders in the manufacture and marketing of Engineering and Electronic products with manufacturing facilities at Pune, Aurangabad and Nashik in India. After Sales Service Offices nationwide and Associates worldwide.



CTR has quality system certified as per ISO 9001:2008.

On Load Tapchanger business started in 1964 with technical know-how from English Electric UK. Further several models were developed extending range from 11 kV to 66 kV and 132 kV neutral end application.

Introduced **Intank On Load Tapchangers** in 1996 with technology from Elin OLTC Austria. Manufactured and sold more than 7000 tapchangers from 11 kV to 400 kV and 10 MVA to 315 MVA which are working satisfactorily all over India and worldwide. Several new models are also developed.

Selector switch type tapchangers are also available leading to compact and economical solution.

Pressed Steel Radiators for oil natural air natural and oil natural air forced cooling of oil in a transformer.





TYPICAL INSTALLATION



On receipt of required activating signals, depressurizing commences within 13 ms by draining of a predetermined quantity of oil. Simultaneously Nitrogen is injected under pressure at a predetermined flow rate to create a stirring action thereby bringing the temperature of top oil surface below ignition point.

Additionally in case of external fire, it is extinguished within 30 seconds. Nitrogen gas occupies the space created by oil drain and acts as an insulating layer between the top layer of oil in the transformer tank and oxygen in the atmosphere.

Transformer Conservator Isolation Valve blocks the passage of oil and isolates conservator oil thereby preventing conservator oil drain during operation and preventing escalation in the event of fire.





FEATURES



- Reliable
- Dedicated system
- Saved over 9000 MVA of transformers from explosion worldwide
- System can be installed on existing transformers, reactors at site with minimal outage period
- System can be tested on energised transformers, unlike the other systems
- Multi-signal activation, eliminates possibility of mal-operation
- Patented in over 80 countries
- Low investment compared to other systems
- Minimal post-fire and no secondary damage
- Low maintenance and running cost compared to other systems
- Full proof design to avoid ingress of nitrogen due to climatic changes into energised transformer
- Suitable for indoor, outdoor and unmanned substations
- Models available to protect OLTC and oil filled cable box
- Proven even to protect bushing explosion and fire
- Extinguishes external fire in bushing and/or radiator also
- Back up provision ensures nitrogen injection for fail safe operation
- Suitable for oil filled generator/furnace/rectifier/power transformers and reactors
- Approved by leading transformer manufacturers and utilities worldwide
- Complies with NFPA
- CE ATEX certified



AUTO EXPLOSION PREVENTION MODE

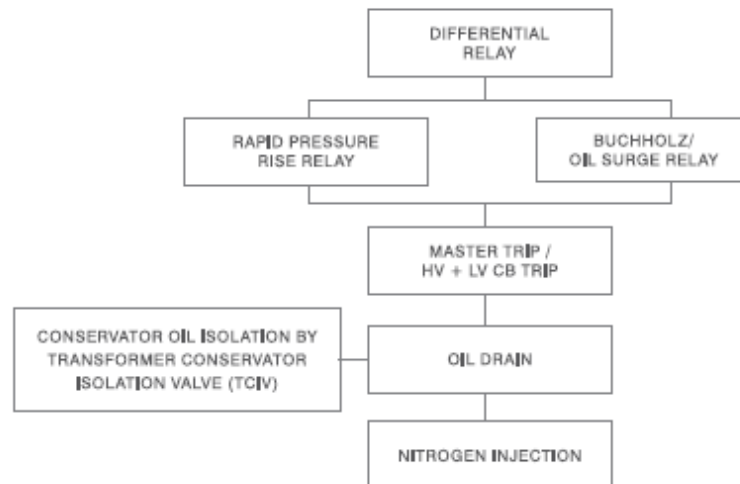
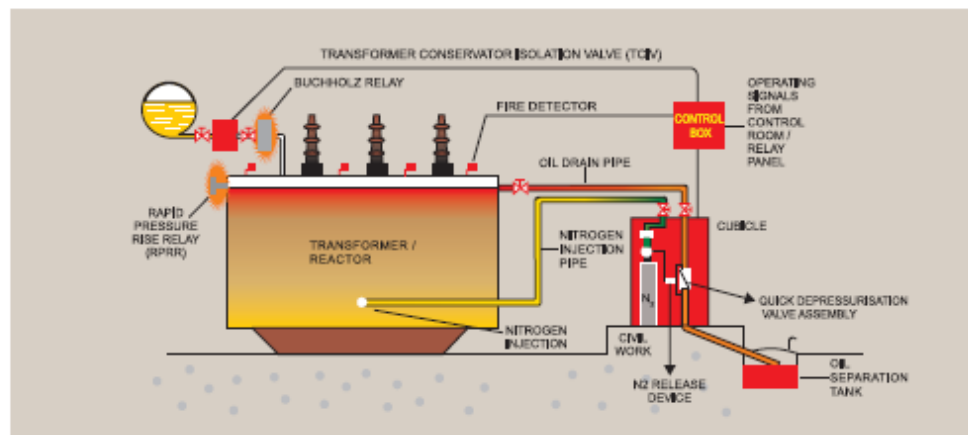


EXHIBIT 1A

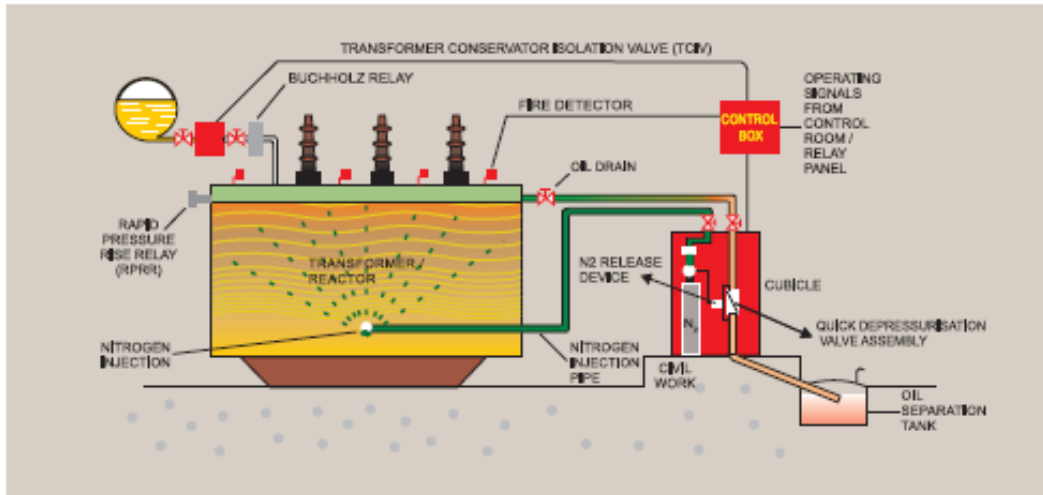


Internal heavy faults result in short circuit and consequent imbalance of input and output current leads to operation of differential relay. Faults lead to consequent oil surge/turbulence in the transformer tank leading to operation of Rapid pressure rise relay and/or Buchholz relay.

Immediate reduction of pressure is achieved by partially draining oil from the top of the transformer tank.

Conservator oil is isolated simultaneously due to operation of TCIV. The drained oil is collected in the oil separation tank. Refer to exhibit 1A.

EXHIBIT 1B



Simultaneous with oil drain, nitrogen gas is injected at a predetermined flow rate and pressure from the bottom side valves of the transformer tank.

Stirring action by the nitrogen gas of the transformer oil reduces the temperature of the top layer of the oil eliminating the possibility of fire on the top surface of the oil.

Continuous nitrogen injection for upto 45 minutes cools the oil to ambient temperature.
Refer to exhibit 1B.



AUTO EXTINCTION MODE

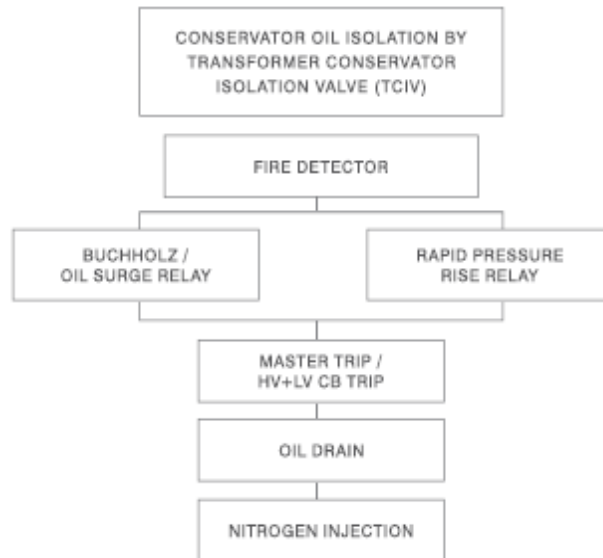
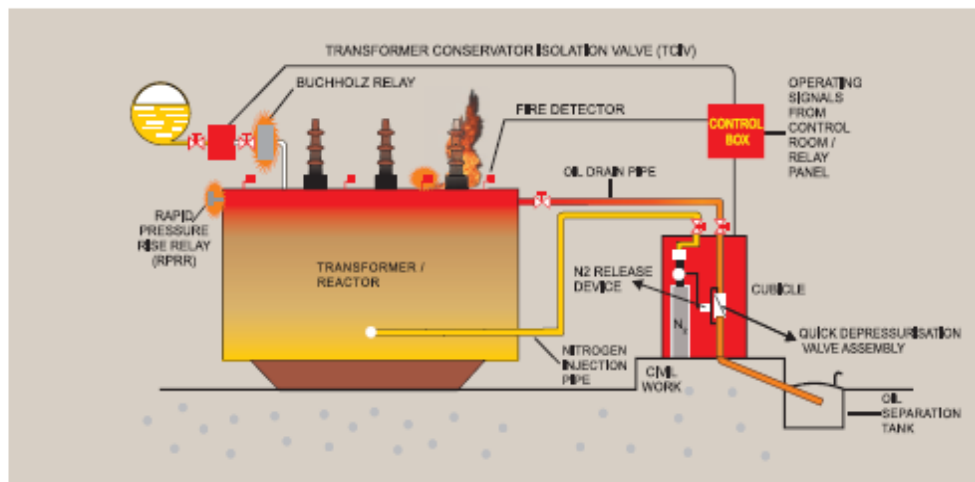


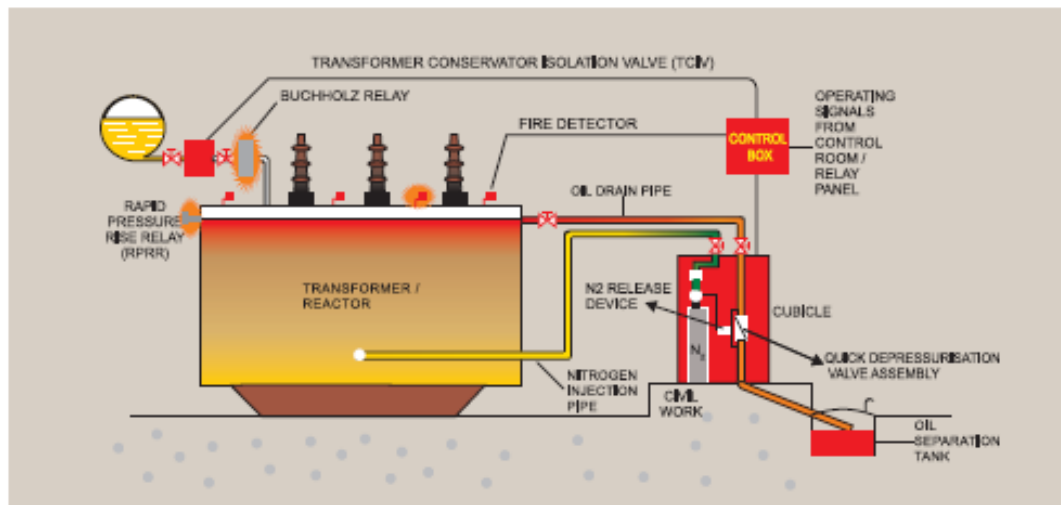
EXHIBIT 2A



System will also operate in case of bushing failure or transformer tank rupture. Since oil from conservator will flow at an abnormal rate, resulting in operation of TCIV, which isolates the conservator oil, preventing aggravation and spread of fire.

Consequently Buchholz relay operates due to non availability of oil in the relay. Refer to exhibit 2A.

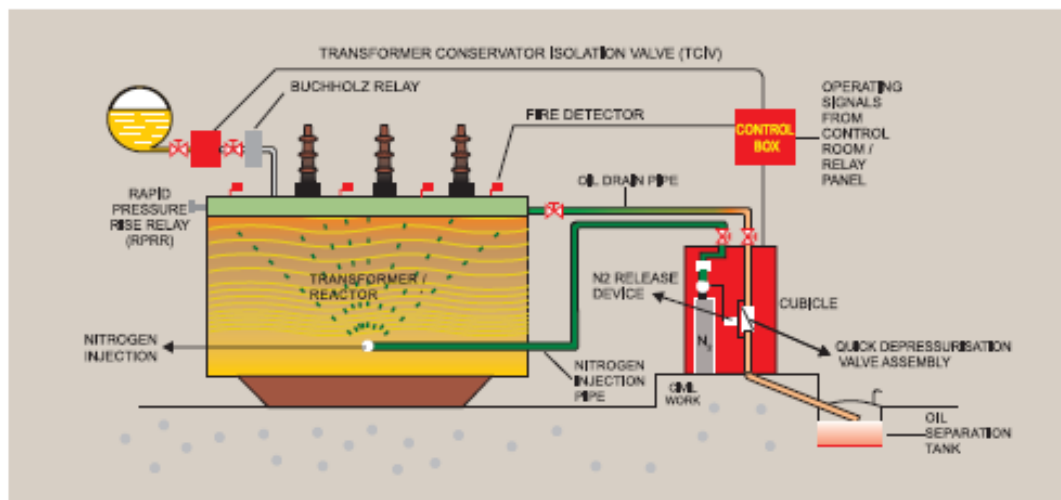
EXHIBIT 2B



Upon receipt of system activation signals, immediate draining of top layer of oil in the transformer tank commences, reducing any pressure in the transformer tank.

The top layer of oil gets drained and collected in the oil separation tank. Refer to exhibit 2B.

EXHIBIT 2C



Simultaneous with oil drain, nitrogen gas is injected at a predetermined flow rate and pressure from the bottom side valves of the transformer tank.

Stirring action by the nitrogen gas of the transformer oil reduces the temperature of the top layer of the oil extinguishing any fire on the top surface of the oil.

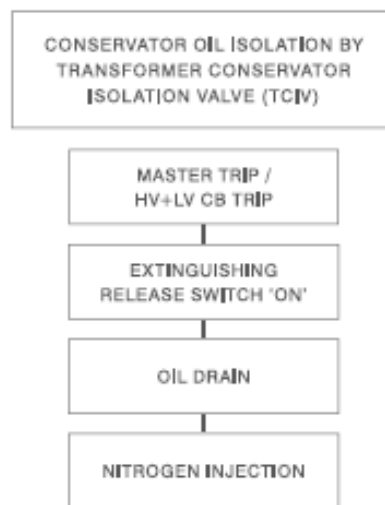
Continuous nitrogen injection for upto 45 minutes cools the oil to ambient temperature. Refer to exhibit 2C.



REMOTE AND LOCAL MANUAL MODE

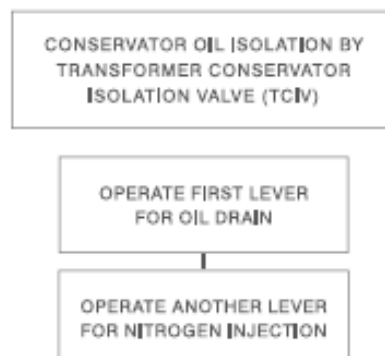
REMOTE MANUAL MODE

In case of an emergency, the system can also be operated in remote manual mode by breaking the glass window provided on the control box and by turning on extinguishing release switch to 'ON' position.



LOCAL MANUAL MODE

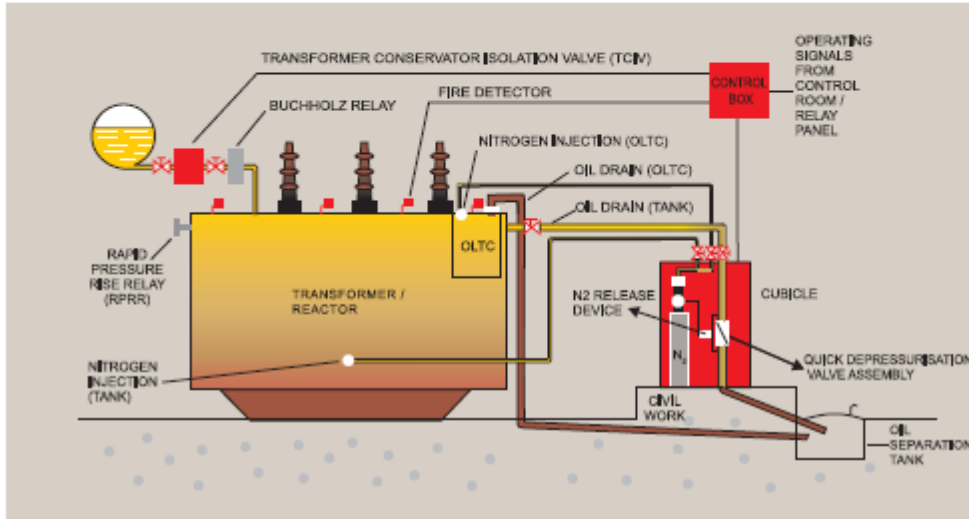
In case of an unlikely event of failure of power source, the system can still be operated manually from the cubicle.



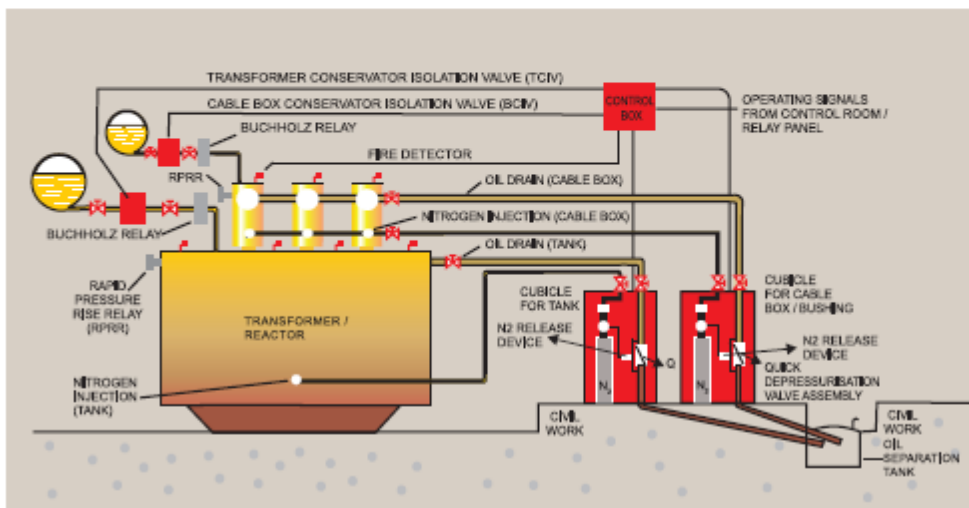
TYPICAL LAYOUT



OPTIONAL OLTC PROTECTION LAYOUT



OPTIONAL CABLE BOX PROTECTION LAYOUT





INSTALLATION AND COMMISSIONING

Service engineers are available for supervision of system installation, commissioning and training. CTR warranty is valid, if system is commissioned by CTR representative authorised in writing.

Worldwide representatives are available for spares and service. Marketing enquiry questionnaire form PTFS 1005 should be entered completely for prompt response and offering of most appropriate model.

Operation and maintenance manual is supplied in English or specifically requested language. Please also specify number of copies required both in digital and hard format and to whom these should be delivered.



TESTIMONIALS





SOME INTERNATIONAL PATENTS



**TECHNICAL
HIGHLIGHTS**



Depressurisation during explosion prevention	: Commences before static pressure build up and consequent explosion
Fire Extinguishing period for additional Backup system	: Maximum 30 seconds from commencement of N2 injection
Fire detector heat sensing temperature	: 141°C
Transformer conservator isolation valve (TCIV)	: Supplied with flow rate depending upon transformer and conservator pipe size
Control Box	: 48V DC / 110V DC / 125V DC / 220V DC / 250V DC and 110V AC / 230V AC
Cubicle	: 110V AC / 230V AC

Cubicle

Transformer rating	Dimensions in mm			Weight in Kgs
	L	B	H	
250 MVA and above	1600	600	1900	600
10 MVA to 249 MVA	1200	500	1900	500
2 MVA to 10 MVA	1200	500	1700	450
Below 2 MVA	1200	500	1200	350

H = Height includes 100 mm for Base

Control Box

Types	Dimensions in mm			Weight in Kgs
	L	B	H	
Electro-mechanical	500	320	700	45
PLC	500	320	700	40
PLC with mimic	500	320	700	40
PLC with SCADA	500	320	700	40

Dimensions indicated are minimum

TECHNICAL
HIGHLIGHTS



Depressurisation during explosion prevention	: Commences before static pressure build up and consequent explosion
Fire Extinguishing period for additional Backup system	: Maximum 30 seconds from commencement of N2 injection
Fire detector heat sensing temperature	: 141°C
Transformer conservator isolation valve (TCIV)	: Supplied with flow rate depending upon transformer and conservator pipe size
Control Box	: 48V DC / 110V DC / 125V DC / 220V DC / 250V DC and 110V AC / 230V AC
Cubicle	: 110V AC / 230V AC

Cubicle

Transformer rating	Dimensions in mm			Weight in Kgs
	L	B	H	
250 MVA and above	1600	600	1900	600
10 MVA to 249 MVA	1200	500	1900	500
2 MVA to 10 MVA	1200	500	1700	450
Below 2 MVA	1200	500	1200	350

H = Height includes 100 mm for Base

Control Box

Types	Dimensions in mm			Weight in Kgs
	L	B	H	
Electro-mechanical	500	320	700	45
PLC	500	320	700	40
PLC with mimic	500	320	700	40
PLC with SCADA	500	320	700	40

Dimensions indicated are minimum



TRANSFORMER / REACTOR DETAILS	Arrangement of Bushing :			
	<p>a) HV LV TV others p = mm</p> <p>d) HV LV TV others p = mm</p> <p>f) HV LV TV others p = mm</p>	<p>b) HV LV TV others p = mm</p> <p>e) HV LV TV others p = mm</p>	<p>c) HV LV TV others p = mm</p> <p>g) HV LV TV others</p> <p>h) HV LV TV others</p>	
	Cooling details : If of type, _____ Nr. of pumps : (Main/Standby) KW / HP : _____ Head : _____ Flow : _____ Conservator to tank back flow during pump switched off (Lits/minute): _____			
SPECIFICATION / REQUIREMENT	Copy of Specification to be attached : <input type="checkbox"/> Specification Nr. _____ System Required using microprocessor : <input type="checkbox"/> OR System required with Potential free contact: <input type="checkbox"/> for SCADA / SAS If with microprocessor specify protocol : <input type="checkbox"/> PLC <input type="checkbox"/> / PLC + HMI <input type="checkbox"/> / PLC+HMT+SCADA compatibility Any specific requirement (cable type etc.) : _____			
	Installation : New <input type="checkbox"/> Post <input type="checkbox"/> Unmanned Substation <input type="checkbox"/> Scope : CTR <input type="checkbox"/> Purchaser <input type="checkbox"/> Dist. from Trs. to Control Room through Cable Trench : _____ mtrs Dist. from Relay Panel to Control through Cable Trench : _____ mtrs Valve Schedule Drawing to be attached : <input type="checkbox"/> Drg. Nr. : _____ Availability of Valves : Between Conservator and Buchholz Relay : Available <input type="checkbox"/> Not Available <input type="checkbox"/> ** Between Buchholz Relay and Transformer : Available <input type="checkbox"/> Not Available <input type="checkbox"/> ** ** If valve not available enclose detailed pipe drawing for Tank and conservator along with Buchholz valve design details. Oil pit / tank : Available <input type="checkbox"/> Not Available <input type="checkbox"/> Dist. from Trs : _____ mtrs Dimensions (L x B x D) mm : _____ Capacity : _____ Lts Size of pipe connecting Trs. to oil pit / tank : _____ mm Civil work required for P/Inth <input type="checkbox"/> Oil pit <input type="checkbox"/> Oil pit for tank <input type="checkbox"/> Safety wall <input type="checkbox"/> Site Details: Sub-station layout drawing to be attached _____ Drg. Nr. _____ Sub-station foundation drawing to be attached _____ Drg. Nr. _____ Sub-station cable trench drawing to be attached _____ Drg. Nr. _____			
GENERAL	Manuals : Quantity in digital <input type="checkbox"/> Nrs. Quantity in Hard format <input type="checkbox"/> Nrs. Language : ENGLISH <input type="checkbox"/> Other Specify _____ Packing : Export <input type="checkbox"/> Domestic <input type="checkbox"/> Instructions required for packing : _____ Remark : _____			
	Name : _____ Signature : _____ Stamp or Seal _____ Designation : _____ Date : _____ For CTR USE Quotation Nr. : _____			

PTFS.1005.D.0415.R3
DMJ : akk



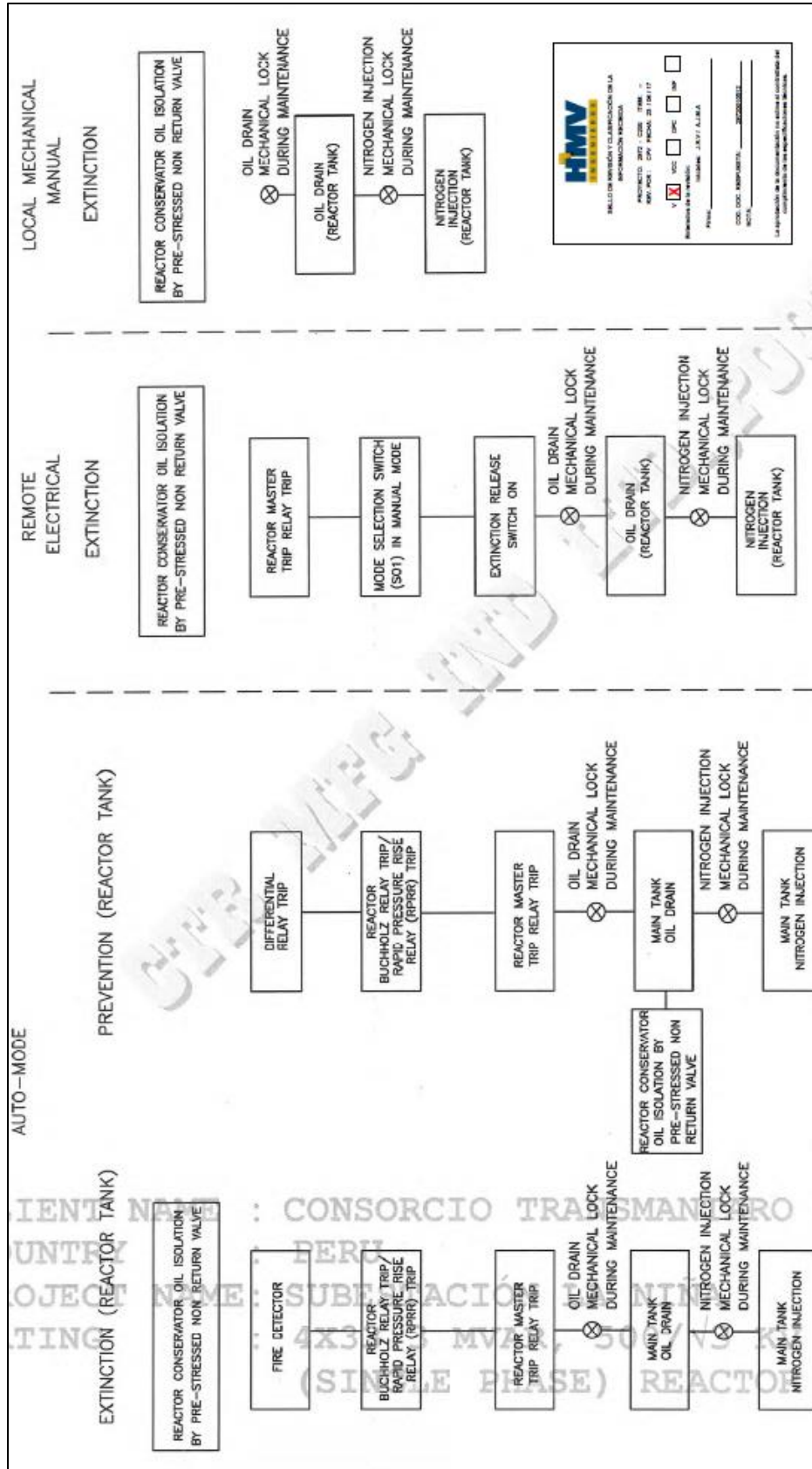
WORLDWIDE
PRESENCE



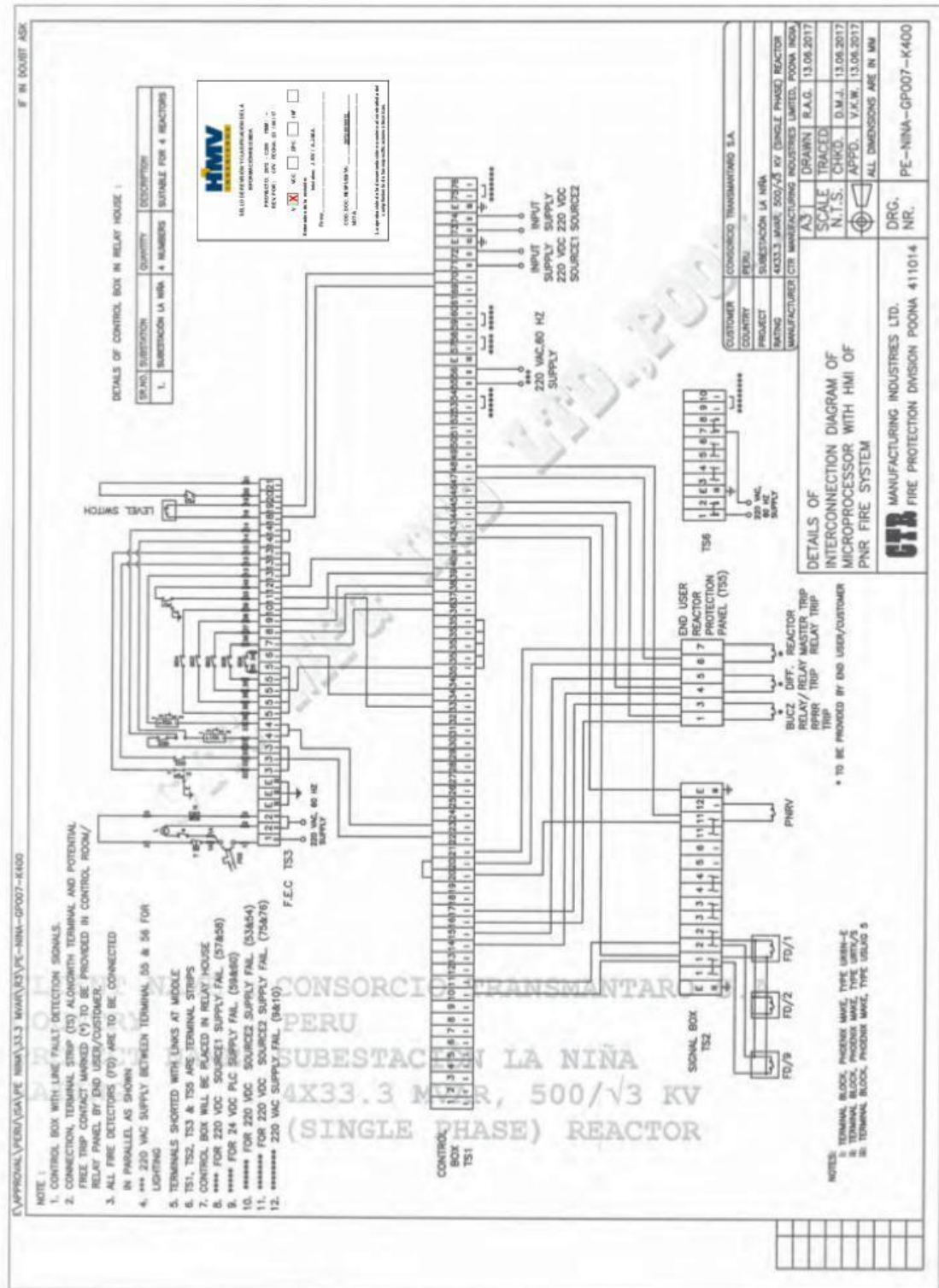
CE 1282 Ex



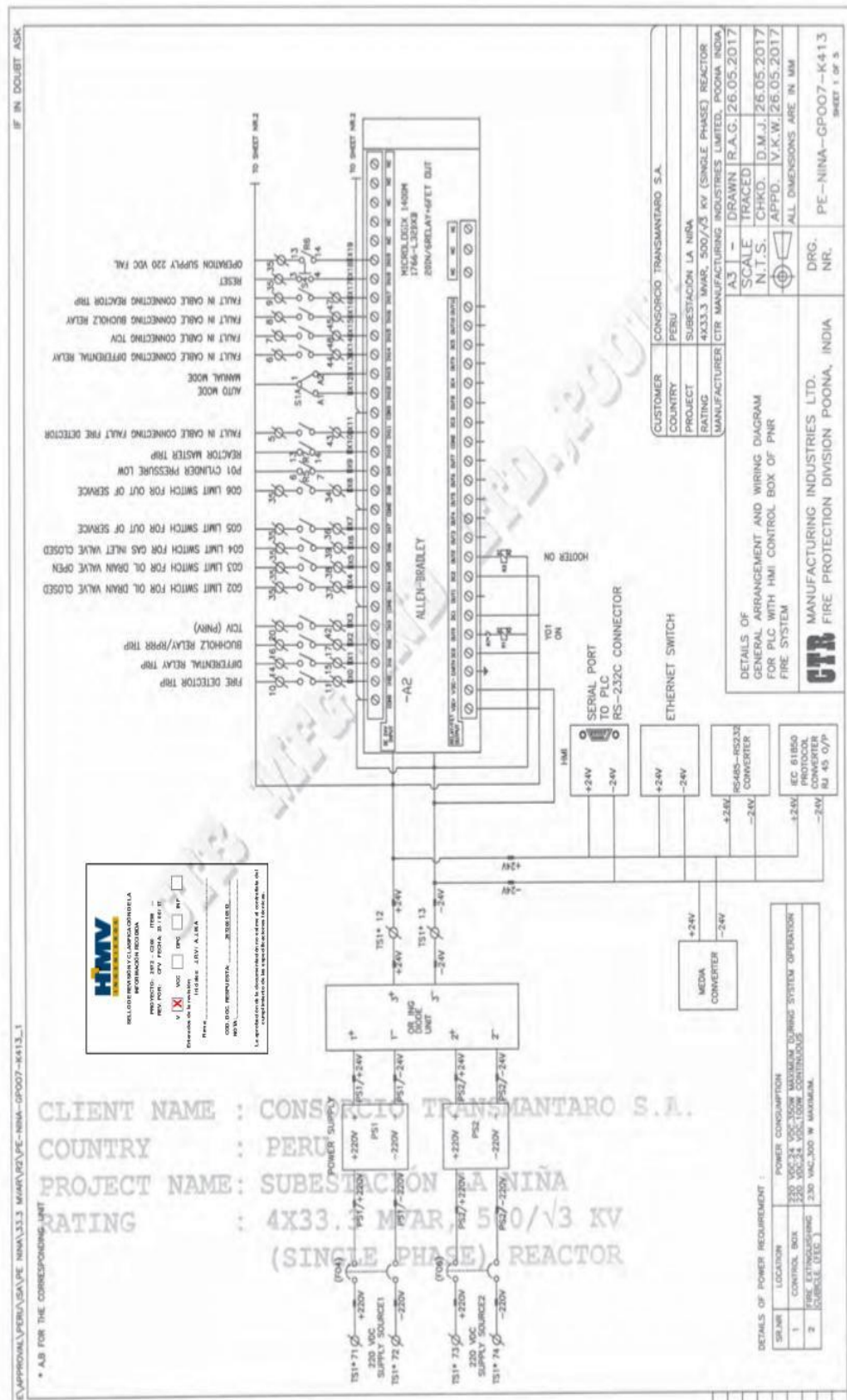
Anexo B: Modos de actuación del sistema de protección contra incendio CTR



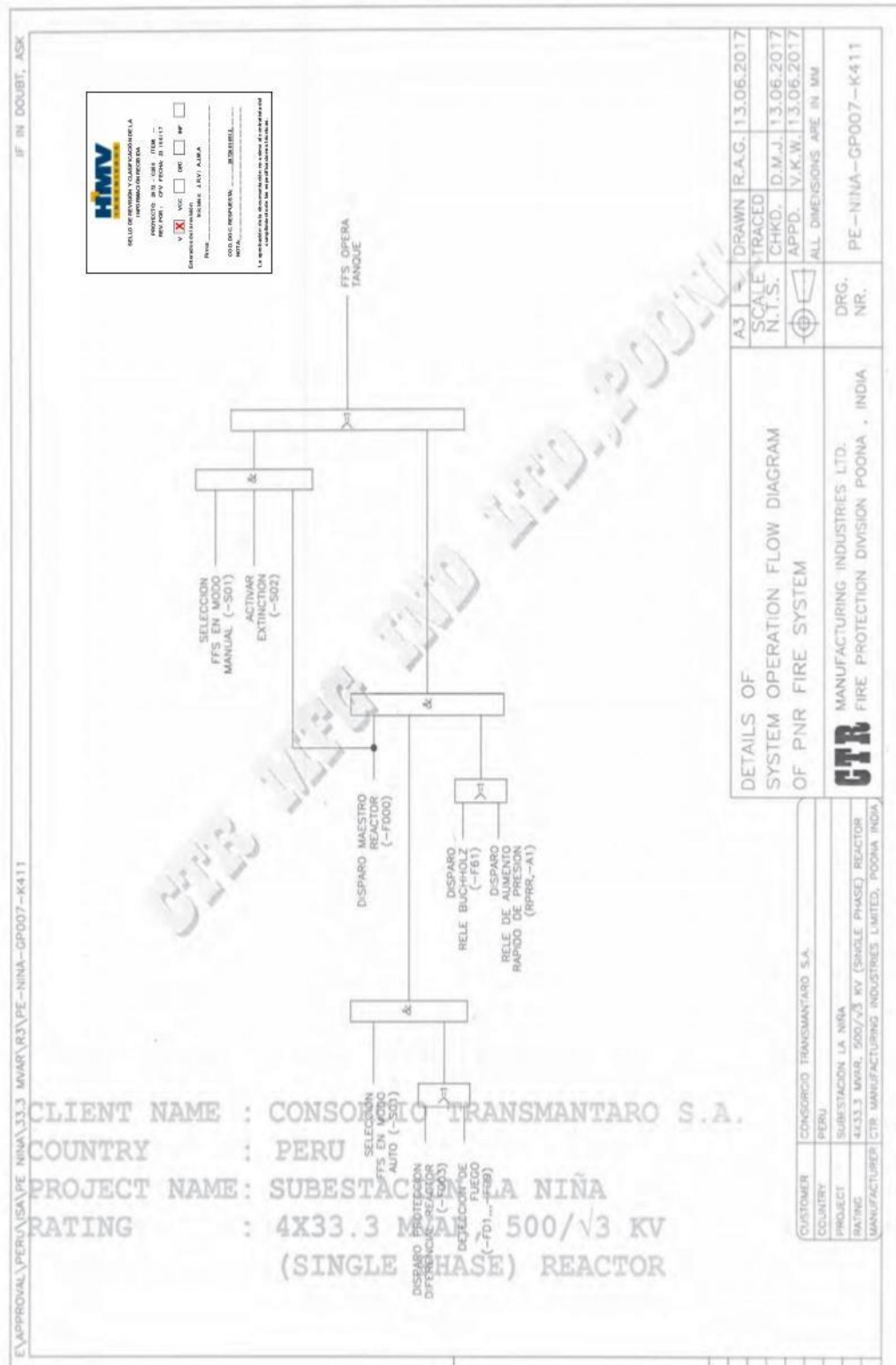
Anexo C: Diagrama de detalles de interconexión del microprocesador con HMI del sistema contra incendio CTR



Anexo D: Diagrama de detalles de disposición general de cableado para PLC con caja de control del sistema contra incendio CTR



Anexo E: Diagrama de detalles de flujo de operación del sistema contra incendio CTR



Anexo G: Diagrama de detalles del cubículo del sistema contra incendio CTR

