

<div style="display: flex; justify-content: space-between; padding: 10px;"> ACCESIBILIDAD: CONTROLADA: <input type="checkbox"/> NO CONTROLADA: <input type="checkbox"/> </div>							
1	2018-09-13	INGENIERÍA	INGENIERIA	INGENIERIA	INGENIERIA	Aprobada	A
0	2018-05-07	INGENIERÍA	INGENIERIA	INGENIERIA	INGENIERIA	Emisión Original	EC
No	FECHA	Elaborado por: Nombre/Firma	Revisado por: Nombre/Firma	Aprobado por: Nombre/Firma	Validado por: Nombre/Firma	Descripción	Estado



PROYECTO EXPANSIÓN TRANSMISIÓN GUATEMALA PET-1-2009

ESPECIFICACIÓN TÉCNICA AUTOTRANSFORMADORES DE POTENCIA

SE CHIANTLA 230/69/13.8 kV 105 MVA

ESCALA	FORMATO	CODIGO	HOJA	REV
SIN	Carta	00-TRE-PET109-SE-8A-DIS-ES-9025A	01	0

TABLA DE CONTENIDO

1	ALCANCE	4
2	CONEXIÓN.....	5
3	ESTANDARES	5
4.	INFORMACIÓN GENERAL.....	7
4.1	NORMAS	7
4.2	PARÁMETROS ELÉCTRICOS DEL SISTEMA	7
4.3	PARAMETRO AMBIENTALES	7
4.4	SISTEMAS DE SERVICIOS AUXILIARES.....	8
4.5	CONDICIONES SÍSMICAS DE EQUIPOS	8
4.6	REQUISITOS MINIMOS PARA LOS EQUIPOS DE ALTA TENSIÓN.....	9
4.7	REQUERIMIENTOS ESPECÍFICOS PARA LOS EQUIPOS DE ALTA TENSIÓN	11
5.	TIPO Y CARACTERÍSTICAS	15
6.	LÍMITES DE TEMPERATURA.....	15
7.	NÚCLEO.....	16
8.	DEVANADOS	16
9.	TANQUE	17
9.1	CONEXIONES PARA LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE ACEITE	19
9.2	ESCALERAS	19
9.3	VÁLVULAS	19
9.4	PARARRAYOS	20
10.	SISTEMA DE PRESERVACIÓN DE ACEITE	21
11.	SISTEMA DE ENFRIAMIENTO.....	21
12.	BUJES TERMINALES	23
13.	TRANSFORMADORES DE CORRIENTE TIPO BUJE (BCT)	24
14.	CAMBIADOR DE TOMAS BAJO CARGA	24
15.	ACCESORIOS.....	25
15.1	UNIDAD PARA FILTRADO PERMANENTE DEL ACEITE DEL CAMBIADOR DE TOMAS.....	25
15.2	DETECTORES DE TEMPERATURA	26
15.3	INDICADORES DE TEMPERATURA.....	26
15.4	RELÉ TÉRMICO	27
15.5	MONITOR DE TEMPERATURA.....	28
15.6	VÁLVULA DE ALIVIO DE PRESIÓN.....	28
15.7	RELÉ BUCHHOLZ.....	28
15.8	RELÉ DE PRESIÓN SÚBITA	29
15.9	RELÉ DE FLUJO DE ACEITE	29
15.10	INDICACIÓN REMOTA	29
15.11	PERNOS	29
15.12	PLACAS DE IDENTIFICACIÓN	30

15.13	GABINETES	30
15.14	MATERIAL ELECTRÓNICO	33
15.15	RELÉ REGULADOR DE TENSIÓN.....	33
16.	PINTURA	34
17.	ACEITE.....	35
17.1	TIPO	35
17.2	PROPIEDADES Y PRUEBAS	35
17.3	CONDICIONES DE ACEPTACIÓN Y DESPACHO.....	35
18.	PRUEBAS	36
19.	PRUEBAS DE RUTINA	37
20.	PRUEBAS TIPO	39
21.	PRUEBAS EN EL SITIO.....	40
22.	REPUESTOS	40
23.	INFORMACIÓN COMPLEMENTARIA	41
24.	REQUISITOS TÉCNICOS TRANSFORMADOR ZIG – ZAG.....	41
25.	CABLE XLPE 15 KV	44
26.	GABINETE CONFORMACIÓN DELTA	45
27.	EMBALAJE Y TRANSPORTE	45
24.1	CONDICIONES GENERALES	47
24.2	EQUIPO PESADO.....	48
24.3	REPUESTOS	48
28.	CARACTERÍSTICAS GARANTIZADAS	48
29.	CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS AUTO TRANSFORMADORES	50
30.	CAMBIADORES DE TOMAS BAJO CARGA.....	55
31.	BUJES	55
32.	TRANSFORMADORES DE CORRIENTE TIPO BUJE	57
33.	EQUIPO PARA FILTRADO DE ACEITE.....	59
34.	TRANSFORMADOR ZIG-ZAG.....	60
35.	GABINETE CONFORMACIÓN DELTA	62
36.	CABLE MONOPOLAR XLPE 15 KV, 90 °C, AISLAMIENTO 133%, CALIBRE 500 KCMIL	63

1 ALCANCE

Este documento describe los requerimientos mínimos y las especificaciones técnicas que deben ser tenidas en cuenta como base para la elaboración de la oferta técnica para el suministro, fabricación, pruebas en fábrica, transporte, supervisión de montaje, supervisión de pruebas en obra y supervisión de pruebas para puesta en servicio de los siguientes equipos para la Subestación CHIANTLA 230/69kV/13,8 kV 105 MVA 3x35MVA+1x35MVA 230/69/13,8 kV.

- Cuatro (4) autotransformadores de potencia $Un=230\text{ kV}/Un=69\text{ kV}/Un=13,8\text{ kV}$, 35 MVA.
- Un (1) transformador Zig – Zag proyectado para aterrizar las deltas a 13,8 kV de los autotransformadores de potencia y alimentación de servicios auxiliares de la subestación.
- Un (1) gabinete exterior para realizar la conexión Delta del terciario del banco de autotransformadores de potencia.
- Cable monopolar XLPE 15 kV, 90 °C, aislamiento 133%, calibre 500 Kcmil y sus respectivas terminales exteriores e interiores.

Cada equipo será instalado en los patios de maniobras de la Subestación Chiantla y por lo tanto es parte del alcance del oferente supervisar el montaje, ensayos y puesta en servicio de los cuatro (4) Autotransformadores de Potencia equipos para garantizar su correcto y confiable funcionamiento del equipo a ser montado por otros. El proponente deberá suministrar los suficientes elementos de control remoto a ser instalados en los tableros de cada autotransformador y centralizador incluyendo el regulador de tensión el cual este último deberá instalarse en el gabinete de agrupamiento o centralizador.

El autotransformador de repuesto deberá poderse conectar de forma rápida en el lado de alta, lado de baja y devanado terciario, así como en las conexiones de Control, protección, medida y servicios auxiliares, para reemplazar cualquier fase fallada sin la necesidad de desplazar o cambiar de posición los autotransformadores, por lo cual se deberán diseñar y tomar las provisiones necesarias en los barrajes para permitir el remplazo rápido de la unidad fallada. El devanado de alta tensión 230 kV tendrá el terminal de neutro sólidamente puesto a tierra.

El Fabricante deberá garantizar durante la supervisión del montaje y puesta en servicio del autotransformador la correcta operación del regulador de tensión, que permitan realizar el control de tensión, mediante los comandos de subir y bajar tomas (taps) como se describe en el numeral RELÉ REGULADOR DE TENSIÓN.

2 CONEXIÓN

El grupo de conexión será YNa0d11. Para efectos de la conexión terciaria del autotransformador el fabricante debe prever una caja terciaria con bujes de salida de terciario de tal manera que se permita realizar la conexión delta por medio de cable aislado.

3 ESTANDARES

El diseño, fabricación y pruebas de los autotransformadores de potencia debe cumplir las prescripciones de la última edición de las siguientes normas:

Normas para Autotransformadores de Potencia:

- Publicación IEC 60044-1: "Current transformers"
- Publicación IEC 60060: "High - voltage test techniques"
- Publicación IEC 60076: "Power Transformers", Partes aplicables
- Publicación IEC 60137: "Insulating bushings for alternating voltages above 1000 V"
- Publicación IEC 60214: "On-load tap changers"
- Publicación IEC 60296: "Fluids for electro technical applications - Unused mineral insulating oils for transformers and switchgear".
- Publicación IEC 60076-7: "Loading guide for oil immersed power transformers"
- Publicación IEC 60422: "Mineral insulating oils in electrical equipment - Supervision and maintenance guidance".
- Publicación IEC 60475: "Method of sampling liquid dielectrics" Publicación IEC 60214-2: "Application guide for on-load tap changers"
- NEMA PUB.TR1: "Transformers, Regulators and Reactors"
- Publicación ASTM Designation D3487: "Standard Specification for Mineral Insulating Oil Used in Electrical Apparatus"
- Fundiciones de acero. ASTM A 27: "Especificaciones para fundiciones de acero al carbón de baja y mediana resistencia"
- Placas de acero (para partes de bajo esfuerzo). ASTM A 283: "Especificaciones para placas de acero al carbón de resistencia baja e intermedia de calidad estructural"
- Acero estructural. ASTM A 36: "Especificaciones para el acero estructural"

- Placas de acero (para partes portadoras de esfuerzo importantes) ASTM A 285: "Especificaciones para láminas de tanques a presión de resistencia baja e intermedia"
- Acero hecho en horno eléctrico. ASTM A 345: "Especificaciones para láminas lisas de acero hechas en horno eléctrico para aplicaciones magnéticas"
- Cobre electrolítico. ASTM B 5: "Especificaciones para alambre en barras, pastas, planchas, lingotes y barras de cobre electrolítico"
- Tubos (intercambiadores de calor). ASTM B111: "Especificaciones para tubos de cobre y aleaciones de cobre sin costura y su almacenamiento. Aleación de cobre No. 715"
- Accesorios de tuberías. ASTM B 16.5: "Bridas de tubos de acero y accesorios embreadados"
- Papel aislante. ASTM D 1305: "Papel y cartón para aislamiento eléctrico"
- Para soldaduras de partes sometidas a esfuerzos principales, las calificaciones de los procesos de soldadura, los equipos y los operarios estarán de acuerdo con las normas equivalentes a los requisitos de "ASME Boiler and Pressure Vessel Code" o a "AWS Standard Qualification Procedure", u otra norma aprobada a elección del Fabricante.

Normas para Transformadores Zig-Zag:

- Publicación IEEE 32: "Standard requirements, terminology and test procedure for neutral grounding devices".
- Publicación IEC 60076: "Power transformers"
- Publicación IEC 60137: "Insulating bushings for alternating voltages above 1000 V"
- Publicación IEC 60044-1: "Instrument transformers - Part 1: Current transformers"
- Publicación IEC 60044-2: "Instrument Transformers – Part 2: Inductive voltage transformers"
- Publicación IEC 60529: "Degrees of protection provided by enclosures (IP code)"
- Publicación IEC 60694: "Common specifications for high – voltage switchgear and controlgear standards".

4. INFORMACIÓN GENERAL

4.1 NORMAS

Los equipos se deben suministrar en conformidad con las Normas IEC (International Electrotechnical Commission), ISO (International Organization for Standardization), ITU-T (International Telecommunications Union) y CISPR (Comité International Special des Perturbations Radioélectriques).

4.2 PARÁMETROS ELÉCTRICOS DEL SISTEMA

Los autotransformadores deben cumplir con las siguientes características eléctricas del sistema.

	PARAMETROS	VALOR
1	Tensión del Sistema, KV	230
2	Tensión Asignada, kV	245
3	Número de Fases	3
4	Frecuencia del sistema, HZ	60
5	Sistema de tierra en terciario	Zig-zag
6	Máxima Corriente de corto circuito, kA	40
7	Tiempo de duración de corriente de corta duración, Ik, s.	1 s
8	Potencia, MVA	21/28/35

4.3 PARAMETRO AMBIENTALES

Los parámetros ambientales aplicables a la subestación son los siguientes:

CARACTERÍSTICA	VALOR
Altura sobre el nivel del mar, m.s.n.m.	2,200
Temperatura ambiente promedio °C:	
Mínima, °C	14
Media, °C	20
Máxima, °C	30

CARACTERÍSTICA	VALOR
Humedad relativa Media mensual, %	
Media mensual	70
Nivel de contaminación ambiental	Medio
Precipitación media anual, mm	1050
Velocidad básica del viento, km/h	100
Brillo Solar (horas) – Valor Medio anual	219
Radiación Solar (kwh/m ² -año)	5.8
Nivel ceráunico (días/año)	60
Características Sísmicas	
Riesgo Sísmico:	
Aceleración horizontal pico en roca máxima, g	0.5
Aceleración vertical pico en roca máxima, g	0.4

4.4 SISTEMAS DE SERVICIOS AUXILIARES

Los equipos de alta tensión propuestos deberán ser equipados para recibir las siguientes fuentes de servicios auxiliares:

- | | |
|---|------------|
| a) Sistema de corriente alterna. 220-127 V a.c., (3 fases- cinco hilos) | |
| · Margen de tensión, (%) | 85-110 |
| · Frecuencia asignada, (Hz) | 60 |
| b) Sistema de corriente directa | 125 V d.c. |
| · Tensión asignada, (V) | 125 |
| · Margen de tensión, (%) | 85-110 |

4.5 CONDICIONES SÍSMICAS DE EQUIPOS

Los equipos deben tener un nivel de desempeño sísmico. El grado de desestabilización producido por un movimiento sísmico sobre los equipos, no debe impedir que estos puedan cumplir las funciones para las cuales fueron diseñados durante o después del movimiento sísmico.

En caso de que La Empresa lo considere necesario, el Fabricante debe suministrar, copia de los reportes de pruebas sísmicas efectuadas en equipos similares a los suministrados, que cumplan con las prescripciones de la Norma IEEE 693 2005 y las NORMAS “Normas de Seguridad Estructural de Edificaciones y Obras de Infraestructura para la República de Guatemala”, edición 2010.

Alternativamente, el Fabricante podrá someter a la aprobación de La Empresa las memorias de cálculo en donde se demuestre que los equipos son aptos para soportar estas condiciones.

Los cálculos para la verificación del comportamiento de los equipos ante sismos, deben ejecutarse con los espectros sísmicos de diseño elaborado según el nivel de amenaza sísmica del sitio del proyecto, de acuerdo con la frecuencia propia y porcentaje de amortiguamiento característico del equipo. En caso de que el fabricante no suministre información de la frecuencia propia y porcentaje de amortiguamiento, se deben utilizar para los cálculos valores de 2,5 Hz y 2% respectivamente.

Los criterios de aceptación tanto de las pruebas como de los cálculos serán los estipulados en la Publicación de la norma IEEE 693 2005 y las NORMAS “Normas de Seguridad Estructural de Edificaciones y Obras de Infraestructura para la República de Guatemala”, edición 2010

Los autotransformadores deben ser diseñados para las condiciones de sismo con las ruedas instaladas.

4.6 REQUISITOS MINIMOS PARA LOS EQUIPOS DE ALTA TENSIÓN

Cuando se deban efectuar pruebas a los equipos o materiales con el fin de demostrar su buen desempeño en las condiciones ambientales de operación, deben realizarse de acuerdo con lo estipulado en la Publicación IEC 60068: "Environmental testing".

4.6.1 MATERIALES

Todos los materiales incorporados en los equipos suministrados, deben ser nuevos y de la mejor calidad, libres de defectos e imperfecciones y de las clasificaciones y grados especificados donde esto se indique.

Los materiales que no hayan sido especificados en particular deben ser sometidos previamente a aprobación y en lo posible deben satisfacer las exigencias de las normas ISO u otras equivalentes debidamente aprobadas por la empresa.

Los nombres de los fabricantes de materiales, elementos y equipos incluidos en el suministro, conjuntamente con los datos relativos a sus características de funcionamiento, capacidades, características asignadas, así como cualquier otra información importante de los equipos, deben ser sometidos a la aprobación de La Empresa.

Cualquier equipo, material o elemento utilizado o instalado sin tal aprobación, correrá el riesgo de rechazo.

4.6.2 PUESTA A TIERRA

Los transformadores de potencia se deben suministrar con bornes de puesta a tierra tipo grapa para recibir conductores de cobre trenzado de 107 mm² (13,40 mm) para su conexión a la red de tierras de la subestación.

Los gabinetes deben suministrar con bornes de puesta a tierra tipo grapa para recibir conductores de cobre trenzado de 35 mm² (f 7,5 mm). Los gabinetes de mando así como los gabinetes para instalación exterior, deben tener borne de puesta a tierra tipo grapa para recibir conductores de cobre trenzado de 107 mm² (f 13,4 mm).

4.6.3 TROPICALIZACIÓN

Todos los materiales, equipos y dispositivos deben ser tropicalizados, con el objeto de protegerlos contra los efectos de hongos u otros parásitos y contra daños por humedad excesiva.

4.6.4 EFECTO CORONA

Todos los equipos, elementos y materiales de alta y los conectores deben tener un diseño y construcción tales que se minimice el efecto corona y de radio interferencia bajo las condiciones prevalecientes en el sitio de la subestación, de acuerdo con lo

estipulado en la Publicación CISPR 18: "Radio interference characteristics of overhead power lines and high-voltage equipment".

4.6.5 GALVANIZADO, PINTURA Y SOLDADURA

Todos los elementos propensos a la corrosión deben ser galvanizados o pintados con técnicas apropiadas para ambientes tropicales. Los equipos que utilicen aceite dieléctrico deberán ser tratados y pintados con materiales que no sean afectados por éste. El Fabricante deberá suministrar las especificaciones y métodos de galvanizado y pintura que serán empleados cuando La Empresa así lo solicite.

El galvanizado debe cumplir con las prescripciones de la publicación ISO 1459: "Metallic coatings protections against corrosion by hot dip galvanizing-Guiding principles".

El Contratista deberá suministrar las normas de pintura o soldadura que serán utilizadas en el proceso de fabricación de equipos.

Junto al banco de autotransformador se deberán suministrar 4 litros de pintura anticorrosiva y 4 litros de pintura del color del autotransformador a efecto de realizar retoques para raspaduras que surjan durante el transporte y montaje.

4.6.6 PRECAUCIÓN CONTRA INCENDIO

El diseño de los aparatos, su disposición, conexiones y cableado interno deben ser de tal manera que los riesgos de incendio y por consiguiente los daños en las instalaciones, sean mínimos. El fabricante será responsable de sellar en forma adecuada todos los orificios en el equipo que suministra, a través de los cuales pasen cables y de protegerlos contra daños mecánicos o incendio en los lugares donde queden expuestos.

4.7 REQUERIMIENTOS ESPECÍFICOS PARA LOS EQUIPOS DE ALTA TENSIÓN

El equipo de alta tensión deberá ser diseñado de acuerdo con los requisitos mínimos establecidos en la Publicación IEC 60694: "Common clauses for high voltage switchgear and controlgear standards" y el aislamiento del equipo debe

cumplir con los requerimientos establecidos en la Publicación IEC 60085: "Thermal evaluation and classification of electrical insulation".

4.7.1 PORCELANA

La porcelana utilizada en los aisladores de equipos deberá estar de acuerdo con la Publicación IEC 62155: "Tests on hollow insulators for use in electrical equipment". El color de la porcelana debe ser marrón RAL-8016 o RAL-8017.

4.7.2 TERMINALES DE ALTA TENSIÓN

Los terminales de alta tensión deben cumplir con lo estipulado en la Publicación IEC 60518: "Dimensional standardization of terminals for high-voltage switchgear and controlgear", y deben tener las dimensiones requeridas para la conexión del cable proveniente de la barra de 230 KV de la subestación, para lo cual el fabricante consultará a la empresa acerca del conductor a utilizar.

4.7.3 BORNES DE BAJA TENSIÓN

Los bornes de baja tensión deberán cumplir las estipulaciones de la Publicación IEC 60445: "Basic and safety principles for man-machine interface, marking and identification - Identification of equipment terminals and of terminations of certain designated conductors, including general rules for an alphanumeric system".

4.7.4 EFECTO CORONA Y RADIOINTERFERENCIA

Todos los equipos, elementos y materiales de alta y media tensión y los conectores deben tener un diseño y construcción tales que se minimice el efecto corona y de radiointerferencia bajo las condiciones prevalecientes en el sitio de la subestación, de acuerdo con lo estipulado en la Publicación CISPR 18 : "Radio interference characteristics of overhead power lines and high-voltage equipment".

4.7.5 APARATOS DE BAJA TENSIÓN, RELÉS AUXILIARES E INTERFACES

AISLAMIENTO

Los aparatos de baja tensión tales como interruptores miniatura, contactores, borneras, y auxiliares de mando deben cumplir los requerimientos estipulados en la Publicación IEC 60947: "Low-voltage switchgear and controlgear". El nivel de aislamiento de dichos aparatos, deberá ser como mínimo el siguiente:

- a) Para dispositivos con conexiones desde y hacia el patio de conexiones: 750 V
- b) Para dispositivos sin conexiones hacia el patio de conexiones: 500 V

BORNERAS

Las borneras deben tener las siguientes características:

- a) Borneras normales: color gris.
- b) Borneras con desconexión para pruebas:
 - Ensamblaje para conexión trifásica de los transformadores de medida
 - Eslabón puenteador para cortocircuitar, en forma trifásica y visible, los Circuitos de corriente antes de la apertura del circuito secundario (corto visible, corte visible).
 - Los puntos de desconexión deben ser claramente visibles desde el frente
- c) Borneras para desconexión con cuchilla:
 - Bornera de color gris
 - Cuchilla de desconexión color naranja
- d) Borneras de neutro: color azul
- e) Borneras para puesta a tierra: color verde - amarillo
- f) Borneras para suministro de auxiliares de c.a.:
 - Bornera para puesta a tierra de color verde - amarillo
 - Borneras de neutro de color azul
 - Borneras grises para fases A, B, C

Las borneras que se utilizarán para alimentaciones AC Y DC deben ser para cable de calibre hasta 8 AWG.

4.7.6 REQUISITOS PARA EQUIPOS ELECTRÓNICOS

DISEÑO

Todos los equipos electrónicos deben ser diseñados de acuerdo con los requerimientos estipulados en la Publicación IEC 61010 "Safety requirements for electrical equipment for measurement, control and laboratory use". Los circuitos impresos deben cumplir los requisitos de la Publicación IEC 60326 "Printed board". Todos los equipos electrónicos programables, deben disponer de medios para conservar su programación en caso de interrupción de la tensión auxiliar.

Los equipos de procesamiento numérico deben disponer de filtros "antialiasing", de acuerdo con su frecuencia de muestreo. Las tarjetas, una vez equipadas, deben ser preferiblemente barnizadas por inmersión con material que no sea propenso a fracturarse.

Los equipos electrónicos deben cumplir los límites de generación de perturbaciones establecidos en la Publicación CISPR 11: "Limits and methods of measurement of Electromagnetic disturbance characteristics of industrial, scientific and medical (ISM) Radiofrecuencia equipment".

COMPATIBILIDAD ELECTROMAGNÉTICA

Los equipos electrónicos deben cumplir con lo estipulado en la Publicación IEC 61000: "Electromagnetic compatibility (EMC)" y ser aptos para soportar las pruebas de descarga electrostática y de perturbaciones de campos electromagnéticos radiados que se estipulan en las Publicaciones IEC 60255-22-2 e IEC 60255-22-3 respectivamente, como se detalla a continuación:

- a) Prueba de descarga electrostática, nivel 3: 8 kV
- b) Prueba de campo electromagnético radiado, nivel 3: 10 V/m

CAPACIDAD DE SOPORTE DE ALTA TENSIÓN

Los equipos electrónicos deben ser aptos para soportar las pruebas de aislamiento y de perturbación oscilatoria amortiguada a 1 MHz, que se estipulan en las

Publicaciones IEC 60255-5 e IEC 60255-22-1 respectivamente, como se detalla a continuación:

a) Interfaz de entrada/salida para sistemas de protección, control y telecomunicaciones con conexiones desde y hacia el patio de conexiones, nivel de severidad clase III.

b) Interfaz de entrada/salida para sistemas de protección, control y telecomunicaciones sin conexiones desde y hacia el patio de conexiones, nivel de severidad clase II.

Los equipos con interfaz de entrada/salida con nivel de severidad clase I, deben ser equipados con protectores contra sobretensiones, los cuales deben ser sometidos a la aprobación de La Empresa.

COMPONENTES

Todos los componentes electrónicos se deben seleccionar de acuerdo con el IECQ "IEC quality assessment for electronic components". Los componentes electromecánicos Deben cumplir la Publicación IEC 60512: "Electromechanical components for electronic equipment; basic testing procedures and measuring methods".

5. TIPO Y CARACTERÍSTICAS

El Fabricante deberá cotizar el banco de auto transformadores monofásicos provistos de un tanque de expansión externo, montado en el mismo. La característica de saturación de los autotransformadores deberá ser tal que en los rangos de variación de la tensión secundaria en estado estable y transitorio, no se presente saturación en éstos. Sólo como referencia, es típico que el codo de saturación sea del orden de 1,3 p.u., de la tensión nominal de los devanados.

6. LÍMITES DE TEMPERATURA

El aumento de temperatura observable de los autotransformadores o de sus partes deberá determinarse de acuerdo con la Publicación IEC 60076-2, con las correcciones requeridas por las condiciones ambientales del sitio. El aumento de temperatura debe referirse a la combinación de carga y derivación para las cuales las pérdidas totales son mayores, como también para las temperaturas ambientales

establecidas para el sitio de operación. El fabricante deberá tener en cuenta en su cotización, que la refrigeración de los autotransformadores está especificada con dos etapas de refrigeración forzada (ONAN-ONAF1-ONAF2).

7. NÚCLEO

El núcleo será construido de acero al silicio, laminado en frío, de grano orientado, de la más alta calidad, apto para este propósito; estos materiales se fundamentarán principalmente en la Publicación ASTM A876 - 09 Standard Specification for Flat-Rolled, Grain-Oriented, Silicon-Iron, Electrical Steel, Fully Processed Types.

Las láminas serán recortadas en tamaños adecuados, sin rebabas para asegurar sus bordes suaves. Las superficies de cada lámina recibirán un tratamiento aislante con una película que proporcione una adecuada resistencia inter laminar y que no sea afectada por el aceite o la temperatura. El núcleo será cuidadosamente ensamblado y rígidamente sujetado para asegurar una adecuada fortaleza mecánica para soportar los devanados y prevenir el deslizamiento de las láminas durante el embarque, así como reducir al máximo las vibraciones durante la operación de los autotransformadores. El diseño y ensamble de los autotransformadores será tal que el nivel de ruido promedio no exceda lo que exige la publicación NEMA-PUB. TR1 1993.

El núcleo debe estar provisto de elementos apropiados para su izada cuando se realicen labores de reparación o mantenimiento que requieren el desencube; el núcleo no intervendrá en la transferencia de esfuerzos entre sus sujeciones superior e inferior. Las estructuras de fijación del núcleo serán construidas en tal forma que sean mínimas las corrientes parásitas; estas estructuras serán rígidamente puestas a tierra en un punto para evitar potenciales electrostáticos.

El circuito magnético será puesto a tierra a través de un enlace externo al tanque y de un buje de 1 kV montado en la parte superior del autotransformador. Con el enlace abierto, el circuito magnético quedará aislado de todas las partes estructurales para propósitos de pruebas.

Con la información de la oferta el fabricante debe presentar una descripción de los materiales constitutivos del núcleo indicando marca de la chapa, características eléctricas y mecánicas; conformación del núcleo y detalle de fijación del núcleo al tanque del autotransformador.

8. DEVANADOS

Los materiales, diseño, construcción y ensamble de los devanados serán de la mejor calidad y se ajustarán a las últimas técnicas requeridas para estos equipos, se acogerán a todos los factores de servicio, tales como la rigidez dieléctrica, la

resistencia mecánica del aislamiento, y las limitaciones a la libre circulación del aceite serán mínimas. El aislamiento de los devanados debe hacerse con papel termoestabilizado con grado de polimerización. El grado de polimerización del papel aislante será medido después del secado de las unidades y después de pruebas en fábrica. El mínimo valor aceptable del grado de polimerización del papel aislante es de $GP > 1000$ U. Los resultados de estas medidas serán reportados a TRECSEA.

Las bobinas serán diseñadas y construidas de tal forma que absorban las expansiones y contracciones debidas a los cambios de temperatura; además deben poseer la rigidez adecuada para soportar los movimientos y distorsiones ocasionados por las condiciones anormales de operación. La tensión máxima entre espiras adyacentes deberá garantizar la adecuada operación del equipo y las condiciones óptimas de aislamiento, y deberán entregarse las memorias de cálculo donde incluya estas tensiones y el espesor del aislamiento, para la respectiva aprobación de TRECSEA.

El Fabricante suministrará a TRECSEA, con los documentos finales, las curvas de saturación de los núcleos y los parámetros necesarios para el estudio de las perturbaciones debidas a la inducción capacitiva entre los devanados. Los devanados y conexiones serán aptos para soportar las perturbaciones que se puedan presentar durante el transporte, o debidas a maniobras u otras condiciones transitorias durante el servicio. Los autotransformadores serán aptos para soportar, térmica y dinámicamente, las corrientes de cortocircuitos debidas a cualquier tipo de falla, así como las corrientes de magnetización inicial superpuestas a la falla cuando los autotransformadores sean energizados sobre una falla externa (incluyendo fallas en el sistema secundario). El Fabricante suministrará para su aprobación los cálculos de las habilidades térmicas y dinámicas de los autotransformadores para soportar cortocircuitos en bornes.

La conformación del punto neutro (Y), se realizará externamente, para lo cual se debe disponer de salidas independientes en cada uno de los devanados, con su respectivo buje aislado.

Los extremos de las bobinas tendrán una protección adicional contra perturbaciones, debidas a variaciones repentinas de la corriente y la tensión. Igual tratamiento debe preverse en el núcleo y otros puntos agudos con el fin de reducir estos esfuerzos dieléctricos creados. Los conductores de las bobinas serán aislados y apropiadamente transpuestos con el fin de reducir las pérdidas por corrientes de Eddy.

9. TANQUE

Será en lámina de acero, de construcción robusta y con empaques resistentes al aceite que hagan que el conjunto sea completamente hermético. Los empaques

entre superficies metálicas serán colocados en ranuras o mantenidos en el sitio por medio de retenedores. El Fabricante suministrará toda la información relativa a los empaques para aprobación por parte de la Empresa.

La cubierta poseerá uno o varios orificios de inspección de tamaño adecuado que faciliten el acceso de una persona para verificar los extremos inferiores de los bujes y terminales y a las partes superiores de las bobinas, durante el diseño y construcción se debe verificar que estos accesos no sean obstruidos por elementos internos del autotransformador.

La base de cada tanque será diseñada en tal forma que sea posible mover la unidad, con o sin aceite, en cualquier dirección sin peligro. Las soldaduras a realizar serán de tipo uniforme de la más alta calidad. Todas las uniones exteriores, como las de los apoyos de los gatos serán soldadas. El proceso usado para las soldaduras será el eléctrico por arco y los electrodos estarán de acuerdo con las Publicaciones ASTM respectivas.

Durante el tiempo de fabricación el Fabricante realizará todas las pruebas necesarias para demostrar que las soldaduras se realizan de acuerdo con las exigencias de estas especificaciones. Para levantar partes esenciales, se usarán tornillos de ojo o argollas y ambos tendrán un factor de seguridad mínimo de dos para su límite elástico. En el interior de cada tanque se localizarán guías adecuadas que permitan la remoción o colocación de los núcleos y del devanado dentro del tanque.

Los tanques (Principal, expansión y cambiador de tomas bajo carga) serán capaces de soportar, sin presentar deformaciones permanentes, un vacío completo lo mismo que las válvulas, accesorios y tuberías. En dos lados diametralmente opuestos del autotransformador y cerca al fondo del tanque se proveerán dos placas para puesta a tierra. Las placas serán suministradas con conectores sin soldadura para cable de cobre de 107 mm² (4/0 AWG). El tanque del autotransformador estará provisto de una base apropiada con ruedas, las cuales estarán equipadas con cojinetes de bolas o rodillos previstos para lubricar con grasa a alta presión. Las ruedas deberán estar diseñadas de tal manera que puedan girarse 90 grados en sus pivotes, y serán adecuadas para el uso en una vía que tendrá rieles ASCE de 45 da N/m (60 lb/yd) con una trocha a definir por TRECSEA.

Para desplazar horizontalmente el autotransformador ensamblado y lleno de aceite el tanque poseerá ojos de tiro. Con el suministro total de autotransformadores se entregará 1 juego de gatos hidráulicos, cada juego con capacidad de levantar una unidad monofásica de transformación. La base del autotransformador será equipada con los elementos necesarios para mantener los gatos en una posición segura. El Fabricante incluirá instrucciones para levantar el equipo y una descripción completa del sistema de ganeo. Con el fin de verificar los choques o

impactos no usuales durante el transporte, se colocarán registradores de impacto, los cuales deben ser tipo digitales, que operen en tres direcciones. Las lecturas de estos registradores de impacto, se tomarán en; en el momento del embarque, en el puerto sobre camión, luego de ser bajado en el sitio de montaje. El Fabricante deberá incluir los criterios de evaluación de impactos y las acciones a tomar en cada caso.

El fabricante debe proveer a la Empresa la información necesaria para poder monitorear los registradores de impacto durante su embarque hasta su destino final.

9.1 CONEXIONES PARA LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE ACEITE

Las salidas de las válvulas para las conexiones de la planta de tratamiento de aceite deberán permitir conexiones a bridas (flanges).

9.2 ESCALERAS

El autotransformador deberá tener una escalera adosada a la cuba para que permita un fácil acceso a la parte superior. Esta escalera deberá empezar a 1,0 m por encima de los rieles y los primeros peldaños deben tener una tapa con candado que impida el acceso libre.

9.3 VÁLVULAS

Todas las válvulas deberán resistir el paso de aceite aislante caliente sin presentar filtraciones, y deben permitir el cambio de sus empaques sin tener que drenar el autotransformador. Cada autotransformador tendrá válvulas para:

- Drenaje del tanque (válvula de compuerta con brida)
- Muestreo de aceite en la parte inferior del tanque
- Conexión inferior del filtro prensa y drenaje completo para el tanque principal y el conservador.
- Conexión superior del filtro prensa para el tanque principal y el conservador.
- Extracción del aire del respiradero del aliviador de presión
- Remoción de los radiadores sin drenar el tanque del autotransformador
- Drenaje del tanque conservador del cambiador de tomas
- Drenaje y muestreo de aceite del compartimiento del cambiador de tomas
- Válvulas superior e inferior para el relé Buchholz y el relé de flujo de aceite.
- Válvulas para el dispositivo de muestreo del relé Buchholz y del relé de flujo de aceite.

Cada autotransformador deberá disponer de una placa que muestre una lista y la localización de todas las válvulas, y en el manual de operación del equipo se debe indicar su funcionamiento.

Cada válvula o llave debe de disponer de bloqueo mecánico o candado para evitar la manipulación de las mismas.

9.4 PARARRAYOS

Adosados al tanque se instalará los pararrayos asociados a los devanados primarios, secundario y terciario, con sus accesorios de montaje tales como pararrayos, sub-bases, contadores de descarga con medición de corriente de fuga y cable de puesta a tierra. Por lo tanto los soportes sobre las cubas destinados a los pararrayos se calcularán con las cargas provenientes del peso propio del equipo, sismo, viento sobre éste y sus conexiones y considerando los efectos de los cortocircuitos eventuales. Estos soportes serán pintados en la misma forma que la cuba.

Dentro del alcance del presente contrato el fabricante debe suministrar por cada unidad 1 Pararrayos Primario, 1 Pararrayos secundario y 2 Pararrayos de terciario, los cuales serán presentados a la Empresa para su aprobación previo a su instalación.

Cada Pararrayos de alta tensión y baja tensión tendrá como mínimo lo siguiente:

- Base aislante
- Contador de descargas de tres dígitos con conector para puesta a tierra para conductor de cobre trenzado de hasta 107 mm² (f 13,4 mm). Los contadores de descargas deberán incluir un elemento para la medida de la corriente de fuga en operación. Los contadores de descarga deben instalarse a 1.5 m del nivel del piso. Con cada contador se suministrará la base aislante, accesorios de fijación y conexión.
- Cable aislado trenzado a 5 kV para conexión entre el pararrayos y el contador de descargas con sus respectivos conectores, el bajante de puesta a tierra desde el pararrayos hasta el contador de descargas será aislado, adosado al tanque a través de aisladores hasta el pie de la cuba
- Anillo para mejorar la distribución del gradiente de potencial (“paraefluvio”), para pararrayos de 230 kV, si aplica.
- Placa de características en español de acuerdo con la Publicación IEC 60099-4 Cláusula 3.1. En la placa de características se debe indicar también la capacidad de disipación de energía.
- Planos de montaje, manuales de operación y mantenimiento, diagramas eléctricos y mecánicos, esfuerzos máximos permisibles sobre terminales. Los planos deben ser aprobados por TRECSA previo a iniciar fabricación.

- Información de tensiones residuales para diferentes corrientes y frentes de onda
- Curvas de tensión a frecuencia industrial
- Se debe suministrar un (1) conector en T cable (Gladiolus) pasante a platina de pararrayos, (Material=Aluminio), por cada equipo de 230 kV.
- Se debe suministrar un (1) conector en T cable (Cowslip 2000) pasante a platina de pararrayos, (Material=Aluminio), por cada equipo de 69 kV.

10. SISTEMA DE PRESERVACIÓN DE ACEITE

El autotransformador deberá estar equipado con un sistema apropiado de preservación de aceite, del tipo tanque de expansión o conservador, que minimice la posibilidad de contaminación del aceite en el tanque principal por absorción de agua o aire y prevenga el desarrollo de presiones excesivas en el tanque.

El tanque conservador deberá estar colocado en tal posición que no obstruya las conexiones eléctricas; deberá ubicarse un agujero de inspección en la parte superior del conservador deberá ubicarse en posición de tal manera que pueda accederse para labores de limpieza. Deberá especificarse la forma y el material usado para mantener aislado el aceite del aire. Deberá disponerse también una conexión mediante válvula para equilibrar las presiones en las zonas de aire y de aceite del tanque conservador durante operación de mantenimiento.

El volumen de aire dentro del tanque de expansión deberá mantenerse seco por medio de un respirador - deshidratador del tipo silicagel. La silicagel deberá ser fácilmente removible. El respirador deberá estar montado aproximadamente 1,5 m sobre el nivel del piso. Es prohibido el uso de silicagel azul que contenga cobalto.

El conservador deberá estar equipado con un indicador de nivel de aceite para lectura directa. Deberán preverse dos válvulas entre el tanque conservador y el principal, una a cada lado del relé buchholz con la robustez requerida para soportar las vibraciones y condiciones propias de operación del autotransformador.

El tanque de expansión deberá tener en su parte superior, un indicador para supervisión que permita vigilar los correctos niveles de llenado de aceite después del montaje del autotransformador, o, luego de un tratamiento de aceite.

11. SISTEMA DE ENFRIAMIENTO

Los autotransformadores serán refrigerados por aire con circulación natural y/o forzada (ONAN/ONAF1-ONAF2). El diseño del autotransformador y su sistema de enfriamiento es responsabilidad del Fabricante. Cada autotransformador deberá estar equipado con radiadores, intercambiadores de calor, ventiladores y equipo de control tal como se requieren para la operación apropiada de este tipo de enfriamiento. Los radiadores deberán ser diseñados y probados para soportar las

condiciones de presión de vacío especificadas para el tanque. Los radiadores también serán diseñados para ser accesibles con fines de limpieza y pintura, para prevenir acumulación de agua en las superficies exteriores y para prevenir la formación de gas o bolsas de aire cuando el tanque está siendo llenado. Todos los radiadores para los autotransformadores serán idénticos e intercambiables.

Los radiadores deberán ser fabricados en láminas galvanizadas en caliente, ser removibles y estar conectados al tanque por medio de bridas de acero, maquinadas y soldadas al radiador y al tanque, y provistas de empaquetaduras resistente al aceite. Cada conexión de radiador sobre el tanque deberá estar provista de una válvula de cierre indicadora, que pueda ser bloqueada en la posición cerrada o abierta para permitir que se remueva el radiador sin sacar del servicio el autotransformador. Una brida ciega separada, a prueba de aceite, deberá proveerse para cada conexión para cerrarse cuando el radiador esté desmontado. Cada radiador deberá tener argollas de izada, un tapón de purga de aceite en el fondo y un tapón de ventilación en la parte superior. Los tapones de purga y ventilación no deberán localizarse en las bridas del radiador.

El control del equipo de refrigeración forzada deberá tener modos de operación automática y manual, seleccionables mediante un selector de transferencia. Cuando se seleccione el modo automático, el sistema de refrigeración deberá ser iniciado por los contactos del relé térmico o de los relés térmicos auxiliares. En el modo manual, el sistema de refrigeración deberá arrancar y parar por medio de botones pulsadores o de un selector ON-OFF, acción que debe incluir el autotransformador de reserva. El selector automático-manual deberá estar provisto con un juego adicional de contactos para el operador, lo mismo que los cables de conexión.

El Fabricante deberá proveer todos los contactores, relés, lámparas indicadoras, dispositivos de protección y fusibles necesarios para el control, contactos de alarma para "sobrecarga del motor", "motor parado", "sin flujo de aceite", interruptor principal de c.a. del motor, y contactores motorizados para señalización remota con lámpara de las posiciones ON-OFF.

El equipo de aire forzado suministrado con cada unidad de refrigeración deberá incluir ventiladores del tipo hélice con motores conectados al sistema de potencia mediante un sistema "plug and play", un albergue rígido con aperturas vénturi y rejillas y deflectores, si se requieren, para dirigir la corriente de aire contra los radiadores y prevenir la recirculación del aire descargado. Las hélices deberán ser de construcción metálica, para servicio pesado y balanceado dinámicamente, y deberán proveer un suministro adecuado de aire con un bajo nivel de ruido. Los motores de los ventiladores deberán ser apropiados para servicio continuo, con marcos totalmente encerrados y cojinetes de bola y equipado con protección

térmica interna. Cada ventilador podrá ser removible sin necesidad de parar los demás.

Cuando pequeños motores sean conectados en grupo, la protección de grupo deberán disponerse de tal manera que opere satisfactoriamente en el caso de fallas monofásicas o trifásicas que se presenten en un sólo motor.

Cada motor o grupo de motores deberá estar provisto de un contactor trifásico operado eléctricamente y de controles de diseño aprobado. Los contactores deberán estar diseñados para sobrecarga diaria y de corto tiempo de acuerdo con la Publicación IEC 60076.

12. BUJES TERMINALES

Los conductores de los devanados serán sacados al exterior a través de bujes. Todos los bujes serán suministrados con espárragos roscados tipo terminal con sus respectivos conectores de potencia. Los bujes terminales especificados para un nivel de tensión, deberán ser intercambiables entre todas las unidades. Los bujes serán del tipo condensador sellado, sumergidos en aceite, con papel impregnado en aceite.

Los bujes de alta tensión serán fabricados en porcelana según las especificadas en el numeral 3. Los bujes serán contruidos de tal forma que permitan la instalación de los autotransformadores de corriente, donde son especificados y garantizando las distancias eléctricas. Se deben proveer medios adecuados para su manipulación.

Todos los bujes de alta tensión serán llenos de aislante, el cual será independiente del aceite de los demás tanques o recipientes del autotransformador. Se incluirán elementos que aseguren el correcto nivel del aceite en los bujes de alta tensión, y los indicadores de nivel deberán dar una indicación adecuada a un observador en el piso.

La construcción de los bujes debe permitir el soporte de cargas máximas de trabajo con factores de seguridad mínimos de 2,5.

Sobre la porcelana de los bujes estarán impresos el nombre del fabricante, el número de la cochada, la fecha de horneado y otros datos de interés; estas marcas serán fácilmente legibles y visibles después de ensamblar los accesorios. Las marcas deberán imprimirse en la porcelana antes de ser quemada.

Los bujes tipo condensador deben tener una derivación para medida de capacitancia y factor de potencia.

13. TRANSFORMADORES DE CORRIENTE TIPO BUJE (BCT)

Su escogencia y conexión será responsabilidad del Fabricante y su diseño y construcción estará de acuerdo con la Publicación IEC 60044 - 1 "Current transformers".

Los núcleos secundarios deberán ser conectados a la caja terminal del equipo usando borneras Cortocircuitables.

Con los transformadores de corriente se suministrará una placa en los terminales secundarios y en ella se indicarán claramente las conexiones requeridas para cada relación. Estas conexiones y la relación usada se indicarán en los diagramas de conexiones, los cuales serán sometidos a la aprobación del cliente. Se deberán presentar memorias de cálculo de la Cargabilidad de los transformadores de corriente, los cuales serán sometidos a aprobación con sus curvas de saturación.

14. CAMBIADOR DE TOMAS BAJO CARGA

Los autotransformadores deberán estar provistos con un cambiador de tomas bajo carga, marca MR inmerso en aceite o en vacío con resistencias eléctricamente operadas y disponibles para control manual y/o automático por medio de un selector para cambio de taps en el devanado de alta tensión.

El cambiador deberá tener las mismas características asignadas que el correspondiente autotransformador en relación con la capacidad de soportar cortocircuito y sobrecarga, niveles de aislamiento y otras características aplicables. La corriente asignada de paso del cambiador de tomas deberá ser por lo menos igual a 1,2 veces la que corresponde a la derivación de máxima corriente del autotransformador, y el aumento de temperatura no excederá los límites establecidos en la Publicación IEC 60214, cuando los contactos lleven la corriente asignada de paso.

Las siguientes características deberán cumplirse para cada tipo de cambiador, según apliquen:

El cambiador de tomas constará de un conmutador, un selector de tomas, un mecanismo motorizado y dispositivos de control.

El conmutador divisor debe incluir el acumulador de energía operado por resorte, el conmutador mismo y las resistencias de transición. La unidad deberá estar albergada en una posición accesible en un compartimento separado, bien sea en el interior (pero en la parte superior) del tanque principal, o separado, que esté soportado en el tanque principal o en su base. Deberá ser posible examinar, reparar o mover tal unidad sin bajar el nivel de aceite en el tanque principal del autotransformador.

El selector de tomas comprenderá el mecanismo propio, la columna con anillos de tomas, la jaula de la barra aislante con los terminales de conexión y los anillos superior e inferior de la jaula. La construcción deberá ser tal que el selector de tomas pueda ser retirado para inspección y reparación sin bajar el nivel de aceite en el tanque principal más de lo que se requiera para mantener los devanados principales completamente sumergidos en aceite.

El cambiador deberá ser un mecanismo motorizado apropiado para 60 Hz, 220/127 Vca, trifásico, el cual con su mecanismo de control debe ser localizado en un gabinete exterior IP55, montado sobre el autotransformador. Se deberá proveer un mecanismo por palanca para la operación manual del cambiador, este mecanismo debe tener enclavamiento mecánico y eléctrico para prevenir la operación del motor mientras que la manivela o el volante estén en operación. El cambiador de tomas de cada unidad de autotransformación deberá estar controlado por un relé regulador de tensión de estado sólido, especificado en el numeral referente al RELÉ REGULADOR DE TENSIÓN el cual forma parte del alcance de este suministro y deberá ser instalado en el gabinete centralizador del banco de autotransformación, el cual es independiente a los gabinetes de control de cada autotransformador.

Las posiciones del cambiador y señales de control debe ser monitoreadas e integradas por comunicación serial y fibra óptica con protocolo IEC 61850.

15. ACCESORIOS

Cada autotransformador estará equipado como mínimo con los accesorios descritos a continuación. Estos accesorios deberán tener una vida útil similar a la del equipo. Si el fabricante considera que alguno no cumple este requisito, deberá indicarlo claramente en la oferta y será tenido en cuenta para la evaluación.

15.1 UNIDAD PARA FILTRADO PERMANENTE DEL ACEITE DEL CAMBIADOR DE TOMAS

Debido a que el aislamiento de los cambiadores de tomas es en aceite, de ser necesario, cada unidad deberá contar con una unidad para filtrado permanente del aceite del cambiador de tomas, completo con todos los accesorios para lavado y secado del aceite del cambiador.

El equipo deberá operar cada vez que se realice una operación del cambiador de tomas, por un tiempo que deberá recomendar el fabricante. Igualmente podrá operarse manualmente a solicitud del operador o mediante un reloj con contactos. Deberá tenerse las indicaciones establecidas además de las indicaciones de presión y temperatura del sistema.

Los circuitos de control y de alimentación del motor deberán poseer protección termo magnética con indicación de apertura local y remota.

Los circuitos de control del cambiador de tomas deben ser alimentados con 125 Vcc.

Deberá suministrarse un gabinete para instalación sobre el tanque del equipo de transformación el cual deberá contener los siguientes equipos:

- Relés auxiliares para temporizar la operación de la bomba.
- Contador de tiempo de operación de la bomba.
- Contador de número de operaciones de la bomba.
- Guarda-motor para la bomba y el motor.
- Selector “Operación - En prueba”
- Calefacción con control automático.
- El gabinete debe poseer grado de protección IP 55.

15.2 DETECTORES DE TEMPERATURA

Con cada autotransformador se deberán suministrar detectores de temperatura para el punto caliente de los devanados y del aceite (incluyendo el aceite del cambiador de tomas, si aplica), La resistencia de los detectores (RTD's) deberá ser de platino, con un valor de 100 ohm a 0°C.

Cada RTD deberá montarse sumergido en el aceite superior del autotransformador. Los RTD's deberán responder a la temperatura del punto caliente de los devanados.

Deberán disponerse facilidades para permitir la remoción de los detectores de temperatura sin necesidad de pasar los bulbos y la tubería capilar a través de varios compartimentos. Se proveerá la protección necesaria y se evitarán quiebres agudos donde los tubos capilares entran en el gabinete.

15.3 INDICADORES DE TEMPERATURA

Con cada autotransformador se suministrarán indicadores de temperatura para el punto más caliente del devanado y para el punto más caliente del aceite, equipados con contactos de alarma y disparo para operar en un sistema de 125 V d.c no puesto a tierra y tendrán ajustes de alarma y disparo independientes., para ser utilizados en conjunto con los detectores de temperatura especificados en el numeral anterior, para operar con valores de temperatura ajustable entre 50°C y 120°C a valores recomendados por el fabricante. El grado de protección del dispositivo deberá ser tal que evite la condensación de humedad ante cambios bruscos de temperatura (IP55).

El error del sistema de medición no debe ser mayor que ± 2 °C en todo el rango de medición y en condiciones de carga mínima o máxima.

Los relés térmicos deberán supervisar al menos los valores de temperatura ajustables para cumplir las siguientes tareas de control y protección:

- Control de ventiladores para la refrigeración forzada de primera y segunda etapa
- Iniciar una alarma cuando se ha alcanzado la máxima temperatura de seguridad del devanado
- Disparar el interruptor de carga del banco de autotransformadores

Estos pasos deberán operar para valores de temperatura ajustables entre 50°C y 120°C y deberán reponerse cuando la temperatura ha caído cualquier cantidad deseada entre 15°C y 30°C, y operarán a un valor recomendado por el fabricante

En el gabinete de control del autotransformador deberá preverse el suministro e instalación de equipos electrónicos digitales para el monitoreo de las temperaturas de los diferentes devanados y aceite del autotransformador, que deberán integrarse por medio de fibra óptica y mediante el protocolo IEC 61850 al sistema de control de la subestación. El equipo deberá proveer entradas digitales y análogas independientes de otros equipos, incluyendo como mínimo dos entradas análogas de reserva.

15.4 RELÉ TÉRMICO

Para cada devanado, se deberá disponer una función que responda tanto a la temperatura de la parte superior del aceite, compensada con el valor de temperatura ambiente, como al efecto calefactor directo de la corriente de carga, indicando por lo tanto la temperatura del punto más caliente del devanado y teniendo una característica que corresponda a la del devanado del autotransformador; esta función operará con los detectores de temperatura descritos. Los transformadores de corriente que sean necesarios deberán ser suministrados por el Fabricante.

El relé térmico deberá supervisar al menos los valores de temperatura ajustables para cumplir las siguientes fases:

- a) Control de ventiladores para la refrigeración forzada de primera y segunda etapa
- b) Iniciar una alarma cuando se ha alcanzado la máxima temperatura de seguridad del devanado 43r
- c) Disparar el interruptor de carga del autotransformador

Estos pasos deberán operar para valores de temperatura ajustables entre 50°C y 120°C y deberán reponerse cuando la temperatura ha caído cualquier cantidad

deseada entre 15°C y 30°C, y operarán a un valor recomendado por el fabricante. El relé deberá tener un grado de protección IP55, y deberá estar integrado en cualquiera de los tableros especificados.

15.5 MONITOR DE TEMPERATURA

Se deberá incluir en la instrumentación un monitor digital con cada reactor incluyendo las interfaces, cableado, conectores, terminales y el hardware necesario para integrar en el sistema de control de la subestación las medidas análogas de temperatura, que permita la supervisión de la temperatura desde los niveles dos y tres, para lo cual deberá tener en cuenta que el sistema de control de la subestación tiene una arquitectura en anillos en protocolo IEC 61850 con equipos Siemens Siprotec 4.

- Control de ventiladores para el enfriamiento forzado primer grupo.
- Control de ventiladores para el enfriamiento forzado segundo grupo.
- Iniciar una alarma cuando se ha alcanzado la máxima temperatura de seguridad del devanado.
- Disparar el interruptor para desconectar el reactor.

15.6 VÁLVULA DE ALIVIO DE PRESIÓN

Esta válvula estará localizada sobre la cubierta superior del tanque del autotransformador, de tamaño adecuado para proteger el tanque contra una sobrepresión interna, con un contacto auxiliar libre de potencial para indicar su operación en un sistema de control de 125 Vcc no puesto a tierra, y una señal visual observable desde el piso que indique su estado operativo.

El dispositivo será diseñado para disminuir la descarga del aceite y expulsar el gas acumulado después de abrir; este dispositivo operará a una presión estática menor que la presión de la prueba hidráulica del tanque del autotransformador. Deberá soportar pleno vacío y no presentará fugas de aceite durante el transporte o montaje del autotransformador. La salida de la válvula deberá estar unida a un ducto metálico, debidamente soportado, que la comunique con el piso donde va a ser instalado el autotransformador y dirija hacia el foso el aceite caliente o encendido que sale con presión cuando hay un incendio interno, de modo que facilite su extinción, evite que se propague y preserve la integridad física de los operadores. Después de operar la válvula deberá cerrarse automáticamente.

15.7 RELÉ BUCHHOLZ

Este relé estará provisto de contactos para alarma y disparo con grado de protección IP55, adecuados para operar en un sistema de 125 Vcc no puesto a tierra; se activará con la acumulación de gas en la cámara de los flotadores o con

el flujo indebido del aceite ocasionado por fallas internas. Deberá estar provisto con grifos de prueba para muestreo de gas y de aceite. Se proveerán dos válvulas de aislamiento con las cuales se facilite su desmontaje y mantenimiento. El Fabricante deberá suministrar un dispositivo para calibración en sitio de este relé.

El relé deberá ser tipo antisísmico y deberá tener grado de protección IP55

15.8 RELÉ DE PRESIÓN SÚBITA

El autotransformador deberá estar dotado con un relé de presión de rápida respuesta a la tasa de crecimiento de la presión de aceite. El dispositivo deberá tener una condición igualadora que le permita mantener constante la exactitud a todos los niveles de presión. Deberá ser insensible a variaciones lentas de presión y deberá operar únicamente para fallas internas. El relé deberá ser fácilmente accesible para inspecciones o pruebas sin necesidad de desenergizar el autotransformador y tener una válvula de corte que permita su retiro de servicio fácilmente, además de una protección mecánica que impida que las personas se paren o se cuelguen de él, y deberá estar provisto con contactos para alarma y disparo alimentados de un sistema de 125 Vcc al sistema de control. El fabricante deberá suministrar un dispositivo para la calibración en sitio de este relé.

15.9 RELÉ DE FLUJO DE ACEITE

Entre el cambiador de tomas y su tanque conservador respectivo de cada autotransformador se deberá instalar un relé de flujo de aceite con contactos de alarma y disparo para operar en un sistema de 125 Vcc no puesto a tierra y equipado con un grifo para muestreo de aceite. Deberá instalarse con dos válvulas de aislamiento.

15.10 INDICACIÓN REMOTA

Todos los relés y dispositivos deberán dar señalización remota al sistema de control de la subestación de su operación y/o estado.

15.11 PERNOS

Se deberán incluir los pernos requeridos para anclar el equipo al piso. El Fabricante suministrará para aprobación un plano donde se indique la forma de anclaje y los detalles de los pernos, las dimensiones y el material.

El sistema de anclaje debe ser considerado con la instalación de las ruedas, para lo cual el proveedor debe presentar el plano para aprobación. El autotransformador debe ser diseñado para soportar los requerimientos sísmicos en su posición final con las ruedas instaladas.

Deberá entregar también para aprobación las memorias de cálculo donde se especifique claramente la confiabilidad estructural de los pernos para resistir las solicitaciones sísmicas ante movimientos horizontales y verticales de acuerdo con los requerimientos del espectro sísmico de diseño del Proyecto.

15.12 PLACAS DE IDENTIFICACIÓN

Con el autotransformador deberá suministrarse una placa de identificación escrita en español, sujeta a aprobación, conforme con la Publicación IEC 60076-1, montada en lugar donde pueda leerse fácilmente. También para los bujes y los transformadores de corriente tipo buje se deberán suministrar placas, sujetas a aprobación y conforme con las publicaciones aplicables de la IEC.

Las placas de características de los equipos deben contener la información requerida por las normas aplicables a cada uno, y al igual que las placas de identificación, deben ser sometidas a aprobación de La Empresa en cuanto a tamaños, leyendas, materiales, colores, etc. Todas las leyendas deben ser en idioma español, y escritas en bajo relieve. Las placas indicativas de "PELIGRO" deben tener una flecha negra en forma de rayo sobre fondo amarillo y todas las advertencias de peligro deben estar en letras negras, en conformidad con la Publicación ISO 3864: "Safety colours and safety signs".

Se deben suministrar placas de identificación para todos los gabinetes, instrumentos, relés y auxiliares de mando. En los casos de los instrumentos y auxiliares de mando cuya función está indicada sobre la placa del dial, no se requieren placas adicionales, excepto cuando existan dos o más dispositivos que ejecuten funciones similares en el mismo gabinete, en cuyo caso se deben suministrar placas para su identificación.

15.13 GABINETES

Los gabinetes y sus componentes deben cumplir las previsiones aplicables estipuladas en la última edición de las siguientes normas:

- a) Publicación IEC 60083: "Plugs and socket-outlets for domestic and similar general use. Standards"
- b) Publicación IEC 60297: "Dimensions of mechanical structures of the 482.6 mm (19 in) series"
- c) Publicación IEC 60439: "Low-voltage switchgear and controlgear assemblies"
- d) Publicación IEC 60668: "Dimensions of panel areas and cut-outs for panel and rack-mounted industrial - process measurement and control instruments".

e) Publicación IEC 60715: "Dimensions of low-voltage switchgear and controlgear. Standardized mounting on rails for mechanical support of electrical devices in switchgear and controlgear installations".

f) Publicación IEC 60947: "Low-voltage switchgear and controlgear"

Los gabinetes deben ser diseñados, fabricados y probados conforme con lo estipulado en la Publicación IEC 60439.

Los gabinetes deben ser estructuras aptas para ser utilizados a la intemperie y el techo debe tener una pendiente tal que permita que el agua escurra por gravedad. Deberán ser fabricados en lámina de acero galvanizado o en aluminio.

Los gabinetes deben ser cableados completamente y los cables para conexiones a otros gabinetes se deben llevar a borneras. Todo el cableado deberá ser sin empalmes y con arreglo uniforme de los circuitos. Los haces de cables deben ser dispuestos debidamente alineados dentro de canaletas, con ángulos de 90° cuando se requiera cambio de dirección. Todos los haces deben tener correas a intervalos iguales, en tal forma que el haz retenga su forma original en un conjunto compacto.

El cableado interno de los gabinetes debe hacerse en tal forma que permita un fácil acceso e intervención en labores de mantenimiento preventivo y correctivo.

Cada borne deberá tener como máximo dos conductores, con sus terminales apropiados y la marcación completa en ambos lados.

Las siguientes secciones mínimas se deben usar para el cableado interno de los gabinetes:

a) Control y Transductores: 1,5 mm²

b) Circuitos de tensión y corriente: 2,5 mm²

Los gabinetes deben tener una barra de cobre continua para tierra, con borne para conectar un cable de puesta a tierra de 35 mm² (f 7,5 mm), localizada en la parte inferior del gabinete, preferiblemente en la parte posterior, de tal forma que no interfiera durante las labores de operación y mantenimiento.

Se debe proveer de puerta de acceso en la frente, provista de guías o cadenas de retención para limitar su rotación y evitar averías. Las bisagras deben permitir que la puerta rote como mínimo 120° a partir de la posición cerrada.

Cada puerta debe suministrarse con manija provista de cerradura con llave, la cual debe ser removible en posición de bloqueo o desbloqueo.

Los gabinetes deben tener borneras puenteables para suministro de auxiliares de C.A. e interruptor miniatura para alimentar los siguientes dispositivos, los cuales deberán ser suministrados con el gabinete:

- a) Calefacción con control automático
- b) Lámpara controlada por conmutador de puerta y con desconexión manual
- c) Tomacorriente doble tipo americano.

El Fabricante deberá suministrar gabinetes, así:

- Gabinete autosoportado (Gabinete de control) terminal para uso exterior, grado de protección IP55, montado sobre cada autotransformador para alambrado de transformadores de medida, relés, señales de indicación, ventiladores, motores, etc. con una sección independiente para el control y protección correspondiente al sistema de enfriamiento y con otra sección independiente para albergar todas las señales provenientes del autotransformador y las señales que van hacia el gabinete Centralizador. En este gabinete se debe instalar el monitor de temperatura.
- Gabinete terminal para uso exterior, grado de protección IP55, montado sobre cada autotransformador para albergar el motor, el control e indicación locales del cambiador de tomas bajo carga.
- Un gabinete centralizador o de agrupamiento autosoportado, para montaje exterior sobre trinchera, grado de protección IP55, 1 gabinete para el banco de autotransformadores, con todos los elementos necesarios para realizar el cambio rápido a la unidad de reserva, incluyendo el regulador de tensión. En este armario se centralizará el conexionado proveniente de todos los autotransformadores y las señales que llegan de la caseta de control. Cada autotransformador contará con una clavija enchufable, de forma tal que pueda reemplazarse un autotransformador averiado por el de reserva retirando la ficha del autotransformador averiado y en su lugar enchufando la clavija del autotransformador de reserva. Para tal fin se dispondrán borneras de disparos, alarmas, servicios auxiliares y corrientes (estas últimas con la previsión de cortocircuitar los secundarios de los núcleos que no se estén utilizando).

En el gabinete centralizador o de agrupamiento debe haber bases disponibles para que las clavijas del autotransformador de la fase reemplazada luego de hacer el cambio rápido queden instaladas correctamente y no queden sueltas.

Para los gabinetes donde va instalado el regulador de tensión y monitor de temperatura estos deben contar con el grado de protección que garantice la ventilación para el manejo de temperatura que evita daños a los equipos electrónicos.

Deberán disponerse facilidades para permitir la remoción de los detectores de temperatura sin necesidad de pasar los bulbos y la tubería capilar a través de varios compartimientos. Se proveerá la protección necesaria y se evitarán quiebres agudos donde los tubos capilares entran en el gabinete.

Deberán proveerse placas en la parte exterior de las puertas de los gabinetes para identificar los compartimientos. Los gabinetes exteriores deben ser estructuras aptas para ser utilizados a la intemperie y el techo debe tener una pendiente tal que permita que el agua escurra por gravedad. Deberán ser fabricados en lámina de acero galvanizado o en aluminio.

Todos los gabinetes que se suministren se deben transportar totalmente armados, ensamblados y cableados. Todos los gabinetes con componentes electrónicos se deben empacar de tal forma que se eviten las vibraciones de transporte.

15.14 MATERIAL ELECTRÓNICO

Todas las partes activas como tarjetas electrónicas, componentes electrónicos, etc., se deben empacar de tal forma que se evite las vibraciones del transporte y deben tener en su interior bolsas de gel de sílice granulada o aluminio activado para absorber la humedad.

Con el fin de evitar descargas electrostáticas que afecten los componentes electrónicos, todos estos se deben empacar utilizando alguna de las siguientes alternativas:

- a) Utilizando bolsas de plástico caladas de material semiconductor
- b) Utilizando bolsas de plástico que tengan una capa metálica
- c) Envolviendo las tarjetas o componentes en hojas metálicas

15.15 RELÉ REGULADOR DE TENSIÓN

El regulador de tensión deberá ser de tipo numérico con comunicación a la red LAN de la subestación. Deberá ser estado sólido, que pueda ajustarse para operar bien sea en una característica de tiempo inverso o de tiempo definido con ajustes de tiempo graduables.

El regulador debe integrarse al sistema de automatización de la subestación mediante protocolo IEC 61850, con el fin de transmitir las informaciones de posición de tomas, posición de los selectores de operación, comandos desde el sistema de automatización, entre otros.

Los comandos de subir y bajar tomas desde el Sistema se darán a través del regulador de tensión, y cuando este se encuentre indisponible o se presente una falla en el OLTC o en el autotransformador será el Sistema quien se encargará de bloquear la acción del regulador de tensión.

A su vez, los selectores del regulador de tensión podrán ser cambiados remotamente a través de la comunicación en IEC 61850 entre éste y el Sistema de la subestación.

El regulador de tensión suministrado por el Fabricante deberá incluir todos los accesorios para la integración al sistema de control de la subestación, mediante fibra óptica, que estará conformada con equipos de protección en configuración en anillo, sobre fibra óptica. En la ingeniería de detalle el fabricante debe contemplar que el relé regulador de tensión venga instalado en el gabinete de agrupamiento o centralizador de las unidades de autotransformación.

El Fabricante deberá garantizar la correcta instalación, calibración y operación del mismo durante la etapa de supervisión de montaje y puesta en operación del autotransformador.

El Fabricante deberá garantizar durante la supervisión del montaje y puesta en servicio del autotransformador la correcta operación del regulador de tensión, que permitan realizar el control de tensión, mediante los comandos de subir y bajar tomas (taps) como se describe en el numeral RELÉ REGULADOR DE TENSIÓN.

16. PINTURA

A menos que se prevea de otra manera, todas las superficies no terminadas del autotransformador y accesorios expuestos al agua deberán ser completamente limpiadas y recibirán una pintura resistente a la agresividad del medio ambiente.

A todas las superficies de acero en contacto con el medio ambiente o con el aceite aislante, se les debe aplicar una limpieza abrasiva hasta metal blanco, grado SSPC-SP5 conforme a la norma (Steel Structures Painting Council).

A las superficies internas se les debe aplicar una o más capas de pintura que sean resistentes al aceite aislante caliente y que no sean degradables, para no contaminar al aceite. La película de pintura debe tener un espesor seco mínimo de 75 micras y de color blanco.

- Una capa de pintura anticorrosiva epóxica de por lo menos 3 mils de espesor seco (75 micrones).

- Una capa de pintura esmalte epóxica de por lo menos 5 mils (125 micrones) de espesor seco.
- Una capa de pintura en base de Poliuretano de por lo menos 2 mils (50 micrones) de espesor seco y de color RAL 7032

La suma final de la capa de pintura debe ser de 10 mils de espesor seco, como mínimo. El Fabricante en su oferta debe indicar, detalladamente, el proceso que seguirá en los autotransformadores a suministrar, para la preparación de la superficie y aplicación de la pintura en la parte interna y externa. Además, deberá adjuntar las hojas técnicas de cada tipo de pintura.

17. ACEITE

17.1 TIPO

El aceite mineral aislante, no inhibido y nuevo, libre de PCBs, debe obtenerse por destilación de crudos de petróleo de base predominantemente nafténica y refinado por métodos que satisfagan convenientemente las pruebas estipuladas para el despacho, entendiéndose por no inhibido el aceite libre de cualquier impureza.

La naturaleza del crudo, los procesos de fabricación y refinación y la modalidad del despacho, deben ser aprobados por TRECSEA y cualquier cambio no debe hacerse sin su previo consentimiento. Una muestra de cinco litros, tomada en el sitio del despacho, se deberá suministrar en un recipiente apropiado, debidamente sellado e identificado.

17.2 PROPIEDADES Y PRUEBAS

El aceite debe satisfacer los valores límites de las propiedades físico - químicas funcionales y los métodos de prueba indicados en la tabla anexa a este documento, para un aceite Clase I, en conformidad con las Publicaciones IEC 60296 e IEC 60422.

17.3 CONDICIONES DE ACEPTACIÓN Y DESPACHO

El muestreo se realizará en conformidad con el procedimiento descrito en la Publicación IEC 60475 "Method of sampling liquid dielectrics". TRECSEA se reserva el derecho de inspección del procesamiento y manejo del aceite y, como resultado de la inspección, podrá rechazar el aceite, independientemente de las pruebas de calidad realizadas por el Fabricante.

Las pruebas físico - químicas funcionales de aceptación requeridas para el aceite a suministrar, se harán en todas y cada una de las muestras tomadas y bajo responsabilidad y costo a cargo del fabricante. El aceite del lote de entrega se

aceptará, si todos los resultados de las pruebas son satisfactorios en todas las muestras tomadas y seleccionados. Ahora, si los resultados de las pruebas no son satisfactorios, en no más de una muestra, se tomarán dos muestras adicionales.

Si los resultados de las pruebas son satisfactorios, en las muestras adicionales, el aceite del lote se aceptará, pero si no lo son al menos en una de las muestras adicionales, el aceite del lote se rechazará. Si los resultados de las pruebas no son satisfactorios, en dos o más de todas las muestras del lote, el aceite del lote se rechazará.

El Fabricante entregará los reportes de prueba del aceite aislante que se suministrará para los autotransformadores que harán parte del sistema de potencia a ser implementado.

El aceite se almacenará en tambores no retornables de 200 litros (55 galones) que cuidadosamente se hayan limpiado para tal propósito y no se hayan utilizado para otros fines. Una cantidad equivalente al 5% de la cantidad de aceite requerida para el autotransformador será suministrada como reserva, cuyo costo estará incluido en el costo de los equipos, en caso de que el Fabricante utilice otros medios de transporte y almacenamiento del aceite debe solicitar su aprobación.

Los recipientes de muestras de aceite y los tambores despachados por el Fabricante deben identificarse al menos con la designación del fabricante y la clase y calidad del aceite.

El autotransformador será embarcado sin aceite para lo cual el interior será llenado con aire seco para su transporte; a su vez el autotransformador debe disponer de una pipeta de gas del mismo gas que permita suplir las fugas de gas durante su transporte. Se deberá indicar claramente que previo a realizar cualquier trabajo se debe consultar el manual de equipo.

18. PRUEBAS

Cada autotransformador será completamente ensamblado y ajustado en fábrica y se le realizarán las pruebas acostumbradas por el fabricante y de acuerdo a las indicaciones de este numeral. Todas las pruebas que aquí se especifican serán presenciadas por personal de TRECSEA o por un representante autorizado a menos que se desista por escrito. Ningún equipo puede ser embarcado sin autorización previa de TRECSEA. Las pruebas se realizarán como se especifican en las publicaciones IEC aplicables.

Las pruebas se realizarán a cualquier temperatura ambiente entre 10°C y 40°C. Donde se requiera que los resultados de prueba se corrijan a una temperatura de referencia, esta será 75°C.

El valor del factor de potencia de cualquiera de los aislamientos, tanto en pruebas en fábrica como en la recepción en sitio, no debe superar el valor de 0.5%, corregido a una temperatura de 20°C.

Se establece que el límite de grado de polimerización de la celulosa debe ser superior a 1000 U después de pruebas, determinado directamente a partir del análisis de la muestra de papel. Para el efecto se usará una probeta cilíndrica de papel de igual tipo que el usado en la fabricación de la unidad, la cual será colocada en su interior en la parte superior antes de ser sometida al proceso de secado y deberá permanecer dentro de ella durante los procesos de impregnación de aceite y vacío. Las dimensiones de la probeta serán de 6" de diámetro interno, 8" de diámetro externo y 10" de largo.

Los extremos de la probeta deberán ser sellados para prevenir la difusión de la humedad en la dirección axial. Una vez finalizado el proceso de secado de la unidad, se debe retirar la probeta que contiene la muestra de papel y enviarla directamente al laboratorio para evaluar el grado promedio de polimerización del papel.

Para valores de grado de polimerización menores que 1000, se solicitará una indemnización cuyo valor estará definido por la siguiente expresión, obtenida a partir de los estudios de deterioro de vida útil y teniendo en cuenta una vida útil de 40 años para unidades autotransformadoras.

Menor valor FOB del valor de los equipos = $(1000 - DP) \times \text{Costo FOB} / 497$

Donde DP es el grado de polimerización del papel aislante medido.

Costo FOB es el valor presente de la unidad objeto del análisis.

19. PRUEBAS DE RUTINA

Las pruebas de rutina a las que se someterán los autotransformadores, deberán ceñirse a lo contemplado en las Publicaciones IEC 60060, 60076, 60137, 60044 - 1, 60214, y 60296, teniendo en cuenta además los siguientes requerimientos:

Para la prueba de impulso tipo maniobra deberá seguirse el procedimiento que establece la Publicación IEC 60076-3 y se aplicará a todos los terminales de línea y de neutro. La secuencia de la prueba consistirá en un impulso de tensión entre el 50% y el 75% del valor pleno de prueba y tres impulsos subsecuentes a plena tensión de prueba.

La prueba de impulso tipo rayo deberá hacerse en todos los terminales de línea y de neutro, en la toma media y en las dos tomas extremas del devanado que tenga tomas. El procedimiento estará de acuerdo con la Publicación IEC 60076-3. La

secuencia consistirá en un impulso de tensión entre el 50% y el 75% del valor pleno de prueba y tres impulsos subsecuentes a plena tensión de prueba.

Con respecto a la realización de las pruebas de impulso tipo rayo y soporte de tensión de fuente separada debe tenerse en cuenta lo siguiente: en el autotransformador deberá realizarse la prueba de calentamiento conforme a lo establecido en la Publicación IEC 60076-2; con esta unidad en estas condiciones se efectuarán las pruebas de impulso tipo rayo y la prueba de tensión a la frecuencia industrial.

El costo de la realización de estas pruebas en la forma indicada se debe considerar dentro del costo de los equipos por lo que TRECSEA no reconocerá al Fabricante ningún valor por su ejecución. Si el aumento de temperatura del autotransformador en prueba excede los límites especificados, todos los demás tendrán que ser sometidos a la prueba de calentamiento sin costo adicional, tomándose además las medidas correctivas necesarias para lograr que los aumentos de temperatura estén dentro de los límites especificados. Adicional a los reportes de prueba normalmente realizados, deberá presentarse un reporte con el análisis cromatográfico realizado sobre una muestra de aceite tomada antes y después de la ejecución de estas pruebas.

Para la prueba de soporte de sobretensión inducida con medición de descargas parciales para autotransformadores: el procedimiento y la secuencia para la aplicación de la tensión de prueba deberá ser el establecido en la Publicación IEC 60076-3 para transformadores, según el método 2, subcláusula 5.4.2. La tensión de prueba deberá ser como se menciona en la Publicación IEC, pero la selección de la tensión U2 deberá convenirse entre el Fabricante y TRECSEA al momento de colocar la orden. Esta prueba será ejecutada después de completar las pruebas dieléctricas aquí listadas.

Para la prueba de medición de la capacitancia y tangente delta: ésta prueba deberá ejecutarse sobre los autotransformadores completamente ensamblados, en todos sus devanados a las tensiones que indica la norma y adicionalmente al valor de 10 kV para propósitos de verificaciones en el sitio de instalación del autotransformador.

Se deben medir las distancias de fuga y distancias de flameo de los bujes. El tanque de todos los autotransformadores deberá ser probado para fugas de aceite y aire cuando esté siendo llenado con aceite a la temperatura ambiente y al nivel normal. La prueba deberá hacerse a no menos de 68600 Pa durante al menos media hora, seguida por no menos de 49000 Pa por 24 horas.

La prueba de vacío deberá hacerse al tanque, radiadores, tuberías, válvulas y accesorios a 133 Pa.

A cada autotransformador se le deberán realizar pruebas de barrido de frecuencia en fábrica y en sitio, con el autotransformador completamente ensamblado, en las mismas condiciones de ensamblaje, para realizar la comparación de los resultados con el fin de identificar o descartar problemas causados durante el transporte y/o montaje.

En Resumen se requiere que el fabricante efectúe las siguientes pruebas de rutina a cada unidad, sin ser limitativo,

- Relación de transformación
- Vacío
- Cortocircuito
- Aislamiento
- Tensión aplicada
- Tensión inducida
- Resistencia de devanados
- Rigidez dieléctrica
- Pérdidas en el hierro, en el cobre, pérdidas de carga, vacío.
- Análisis de Respuesta al Barrido de Frecuencia
- Sobre tensión inducida, con medición de descargas parciales
- Medición de capacitancia y tangente Delta
- Pruebas completas a los transformadores de corriente según normas.
- Pérdidas en los servicios auxiliares, pruebas tableros y accesorios.
- Corriente de excitación

El fabricante informará con dos (2) meses de anticipación la fecha en la que se ejecutaran las pruebas en fábrica con la finalidad que la empresa coordine el recurso para el atestiguamiento de las pruebas.

20. PRUEBAS TIPO

El Fabricante deberá entregar una copia a TRECSEA de los reportes de pruebas tipo, que satisfagan las prescripciones de las Publicaciones IEC, hechas sobre equipos similares, que contengan prueba de calentamiento y prueba de impulso a onda completa. Estas Pruebas deben ser acreditadas por un laboratorio reconocido y certificado a nivel mundial y deben ser incluidas con la oferta.. Si no se dispone de reportes de pruebas tipo con esta vigencia, se deberán realizar las pruebas tipo establecidas en la Publicación IEC 60076 a la unidad del suministro y su costo deberá ser considerado dentro de los costos de los equipos.

El Fabricante deberá ejecutar las pruebas de elevación de temperatura y pruebas dieléctricas con la secuencia descrita en este documento, para lo cual los costos deberán estar incluidos en el precio de los equipos.

Pruebas tipo requeridas

De Calentamiento, esta es muy importante debido a la altura de operación de los autotransformadores, alrededor de 2200 msnm, considerando que debe garantizarse la potencia total con la segunda etapa de aire forzado.

Impulso a onda completa

21. PRUEBAS EN EL SITIO

Se someterá a cada autotransformador a pruebas en el sitio, con el fin de demostrar el cumplimiento de las especificaciones, independientemente de las pruebas realizadas en los talleres del fabricante.

Estas pruebas serán supervisadas por el Fabricante (tanto las pruebas individuales, como las pruebas funcionales y la puesta en servicio).

Los autotransformadores deberán someterse a las pruebas de punto de rocío antes del despacho en fábrica y al llegar a sitio. Las medidas deben ser realizadas antes de las seis de la mañana. El fabricante deberá presentar para aprobación de TRECSEA el resultado de las pruebas realizadas.

22. REPUESTOS

El fabricante de los autotransformadores deberá cotizar como elementos opcionales de repuestos los siguientes elementos asociados al equipo, El equipo técnico de TRECSEA evaluará qué repuestos adquirir:

- Un buje de alta 245 kV
- Un buje de baja 72,5 kV
- Un buje de terciario 17,5 kV
- Un kit de empaques asociados al autotransformador
- Un relé de sobrepresión súbita
- Un relé de alivio de presión
- Un relé Buchholz
- Un relé de flujo de aceite
- Un sensor de temperatura
- Un ventilador de cada tipo utilizado
- Un radiador

Adicionalmente el fabricante debe sugerir un listado de repuestos de acuerdo a su experiencia y conocimiento de elementos de común fallo en el equipo para remplazo o atención rápida en caso de un evento; este listado debe presentarse con los precios unitarios de cada elemento. El equipo técnico de TRECSEA evaluará qué repuestos adquirir.

23. INFORMACIÓN COMPLEMENTARIA

El fabricante del equipo debe entregar con cada uno de los equipos la siguiente información:

- Manual de operación y mantenimiento
- Manuales de bujes de 245 kV y 72,5 kV
- Manuales del cambiador de tomas
- Catálogos de todos los relés de protección.
- Manuales y software para interrogación de Monitor de Temperatura y Regulador de Tensión.
- Juego de planos eléctricos, mecánicos, de transporte, guías de obra civil, listado de materiales y demás información necesaria para el equipo.

24. REQUISITOS TÉCNICOS TRANSFORMADOR ZIG – ZAG

Hace parte de este alcance el suministro de un (1) transformador Zig-zag trifásicos de puesta a tierra cargable de 143 kVA de potencia continua y 350 kVA de potencia cargable. 13800/220-127 V.

Este numeral especifica los requerimientos para el diseño, pruebas y suministro del transformador trifásico, 13,8 kV, conexión en Zig – Zag, con neutro sólidamente puesto a tierra, completo con aceite y accesorios para ser conectado por medio cable monopolar XLPE 15 kV, 90 °C, aislamiento 133%, calibre 500 Kcmil desde los terciarios del banco de autotransformador en 13,8 kV a la caja de configuración DELTA y de esta al transformador Zig - Zag, con la finalidad de aumentar la confiabilidad y selectividad en la operación de las protecciones de las celdas de salida de 13,8 kV, ya que éstos permiten contar con un neutro artificial para detectar fallas monofásicas a tierra.

El transformador tendrá su parte activa inmersa en líquido aislante y refrigerante tipo ACEITE MINERAL con refrigeración natural (ONAN) para una altura de diseño de operación de 2,200 m.s.n.m. Deberá disponer de tanque conservador de aceite con relé Buchholz (con dos contactos de alarma y disparo aptos para 125 V d.c) en

la conexión hacia el tanque principal instalado con válvulas de aislamiento a lado y lado del mismo. Se preverá también un deshumidificador de sílica gel.

Hace parte de este alcance los cálculos del transformador Zig-Zag de puesta a tierra, para garantizar la correcta selección de su capacidad, aislamiento de devanados, elevación de temperatura en condiciones normales y bajo condiciones de falla, determinación de su impedancia y demás características relativas del equipo, teniendo presente los requerimientos establecidos en las Publicaciones IEEE 32 e IEC 60289. Se definirá una impedancia interna alta, de tal forma que se evite el uso de resistencias externas en el neutro.

Deberá estar provisto de los medios necesarios para levantar el transformador por medio de grúa, sin afectar las condiciones constructivas (ganchos de izaje) que no se vean afectados otros elementos como válvulas, placas o radiadores.

También deberá incluir los soportes para la caja de conexión de cables aislados, dispositivos de anclaje, base para montaje, dispuestos en forma apropiada de tal forma que garantice el adecuado funcionamiento del equipo. Deberá preverse dos terminales opuestos con conector para puesta a tierra del tanque, aptos para recibir cables de cobre desnudos (4/0).

Los bujes del lado de alta serán de porcelana tipo seco, irán situados en la parte superior, los cuales deberán estar diseñados para la instalación de los transformadores de corriente tipo dona de fase y neutro (Transformadores de corriente que hacen parte de este alcance). Estos transformadores de corriente deberán tener las relaciones necesarias y los secundarios deberán llevarse hasta la caja de conexiones del transformador, la cual estará ubicada del lado de los bujes de baja tensión.

La caja de conexiones de alta y baja deberá tener la capacidad, accesorios y barrajes para la conexión de los cables de potencia los cuales deberán ser conectados con sus respectivos terminales premoldeados, conectores, terminales y enlaces flexibles para realizar las conexiones entre los diferentes elementos. La caja deberá tener la suficiente robustez que garantice la segura instalación de los equipos, respetando las distancias eléctricas correspondientes.

La marcación de los barrajes de alta y baja deberán venir identificados las fases de acuerdo al código de colores.

Con el transformador deberá suministrarse un termómetro para indicación de temperatura del tipo aguja, con un elemento sensor tipo bulbo localizado en la región del aceite más caliente, con dos contactos para alarma y disparo aptos para una tensión de 125 V d.c y montado sobre el tanque del transformador.

Un dispositivo de alivio de presión o una válvula de tamaño adecuado para proteger el tanque contra explosiones internas. Este dispositivo será diseñado para reducir

a un mínimo la descarga del aceite, para evitar la entrada de aire y agua después de que se abre y estará equipada con contactos de alarma y disparo para una tensión de 125 Vd.c.

A la salida de los bujes de baja tensión debe instalarse un interruptor de caja moldeada, con ajustes térmicos y magnéticos. El interruptor debe quedar alojado en un gabinete con un grado de protección IP 55 y debe tener contactos auxiliares de señalización de abierto y disparado cableados al tablero de control.

Sobre el tanque conservador se instalará un indicador de nivel de aceite del tipo magnético con dos contactos para alarma aptos para una tensión de 125 V d.c.

El transformador deberá estar equipado con las siguientes válvulas:

- Válvula para toma de muestras nivel inferior
- Válvula para toma de muestras nivel superior
- Válvula drenaje conservador-transformador
- Válvula de cierre conservador cuba
- Dos válvulas de acople para cada radiador instalado
- Dos válvulas para conexión filtro prensa
- Válvula para toma de muestras del conservador-transformador
- Válvula para purga de aire en cada radiador

Todos los accesorios y terminales de los transformadores de corriente del transformador deberán conectarse a la caja de conexiones con borneras cortocircuitables para los circuitos de corriente y deberá dejarse un 10% de reserva de bornes de cada tipo usado.

Su temperatura ambiente máxima de operación a 1000 m.s.n.m será de 40 °C, y los incrementos máximos de temperatura:

- de la parte superior del refrigerante: 60 [°C]
- del promedio de devanados: 65 [°C]
- del punto caliente de devanados: 80 [°C]

La capacidad de sobrecarga por armónicos FHL = 1.0

Según IEEE 32-1972, la relación entre la corriente continua de servicio y la corriente en el neutro durante la falla es del 3%.

Los radiadores serán tipo panel (oblea) y estarán localizados en las paredes del tanque de forma desmontable. La pintura deberá ser de la siguiente manera:

Premier epoxico rojo (75-85 micras) + barrera epoxica (100-110 micras) + capa final de pintura color RAL7032.

Previo al inicio de fabricación del transformador Zig-Zag el contratista debe enviar los planos constructivos, eléctricos y de control a TRECSEA para la aprobación respectiva.

A. PRUEBAS

El transformador debe ser completamente ensamblado y ajustado en fábrica y ser sometido a las pruebas de rutina para garantizar condiciones confiables de operación de todos los componentes.

Si los transformadores deben ser desarmados para transporte, todos los elementos y partes deben ser debidamente marcados e identificados para facilitar su montaje en el sitio.

- **PRUEBAS TIPO**

El Contratista debe entregar copias de los reportes de pruebas tipo que satisfagan las prescripciones de la Publicación IEC 60076-1, hechas sobre transformadores similares durante el período de los últimos 5 años contados a partir de la fecha de cierre de la licitación. Si no se dispone de reportes de pruebas tipo con esta vigencia, se deberán realizar las pruebas tipo requeridas en la Publicación IEC 60076-1, al equipo del suministro y su costo deberá ser considerado dentro del costo de los equipos.

- **PRUEBAS DE RUTINA**

Cada transformador debe ser completamente ensamblado en la fábrica y sometido a las pruebas de rutina especificadas en la Publicación IEC 60076-1.

25. CABLE XLPE 15 KV

Es parte del alcance de este suministro la entrega del cable monopolar XLPE 15 kV, 90 °C, aislamiento 133%, calibre 500 Kcmil así como la cantidad de terminales premoldeadas (mufas) tipo interior o tipo exterior de acuerdo con el diseño.

El conductor será utilizado para conectar cada terciario de autotransformador al gabinete configuración Delta y de este gabinete al transformador Zig-Zag.

Es responsabilidad del contratista determinar la cantidad de conductores por fase así como la cantidad de metros del conductor.

Previo a iniciar fabricación el Contratista debe remitir los planos del conductor, terminales premoldeadas tipo exterior e interior, para aprobación de TRECSEA.

26. GABINETE CONFORMACIÓN DELTA

Dentro del alcance se encuentra el suministro de un gabinete tipo intemperie para la conformación de la Delta del banco de autotransformadores de potencia, en este gabinete el autotransformador de repuesto deberá poderse conectar de forma rápida el devanado terciario, para reemplazar cualquier fase fallada sin la necesidad de desplazar o cambiar de posición los autotransformadores, teniendo en cuenta lo siguiente:

- Barraje de 1250 amperios.
- Espacio suficiente para entrada de cables de terciarios del autotransformador (2 conductores por fase) y alimentación transformador Zig-Zag (2 conductores por fase).
- Gabinete para ser montado sobre trinchera.

Previo al inicio de la fabricación los planos mecánicos y eléctricos deben estar aprobados por TRECSEA.

27. EMBALAJE Y TRANSPORTE

El empaque y embalaje deberá cumplir con los requisitos que estipula la norma ISO en el grupo 0730 "Transport packages".

La inspección en fábrica por parte de inspectores de TRECSEA, no exime la responsabilidad del suministrador en caso de siniestro durante el transporte.

Para efectos de transporte el fabricante debe tomar en consideración los siguientes aspectos:

- Los accesorios del autotransformador de Potencia 230/69/13.8 kV 105 MVA deben ser embalados en huacales independientes.
- El embalaje y la preparación para el transporte de los accesorios que vienen con la cuba y los bultos por aparte será tal que se garantice un transporte seguro de todo el material considerando todas las condiciones climatológicas y de transporte. El daño debido a un embalaje no adecuado será considerado como causal no atendible para casos de retraso en el cumplimiento del Contrato.
- El fabricante debe preparar los equipos, elementos y materiales objeto del suministro de modo que esté protegido contra pérdidas, daños y deterioros durante el transporte y almacenamiento. Todo el material debe ser empacado de tal manera que se ciña a las limitaciones de transporte que se presentan en el país de Guatemala, situación ésta que deberá ser consultada por el fabricante.

- Cada caja o unidad de empaque incluyendo la cuba del autotransformador debe incluir dos copias en español de la lista de empaque, indicando todos los elementos que contiene y la referencia de su uso o ensamble al cual pertenece cada una de ellas. Una de estas copias, se debe ubicar en el exterior de la caja o unidad de empaque dentro de un bolsillo que se debe colocar para tal fin debidamente protegido y cerrado para evitar su pérdida o la de su contenido, la otra copia se colocará en el interior, en forma tal que no se dañe durante el transporte ni durante el desempaque.
- Debe además marcarse con tinta indeleble el centro de gravedad de la caja y los sitios de posicionamiento de los cables de alce.
- Los materiales sueltos como tornillos, pernos, etc. se deben empacar en recipientes que impidan pérdidas durante el transporte. En los casos de materiales como tuberías, varillas, etc. se deben preparar haces de materiales similares y proveer protección para las roscas.
- Las cajas y los bultos deberán marcarse con la siguiente información:
 - Número de serie
 - Número consecutivo de la caja
 - Tensión, potencia nominales
 - El número del contrato u orden de compra
 - Nombre de la subestación y ubicación geográfica
 - Ejes del centro de gravedad
 - Indicación de puntos de izaje
 - El peso neto y bruto expresado en kg
 - Posición de almacenamiento
 - Condiciones de almacenamiento
 - Se debe incluir dentro de las cajas una lista de embarque que detalle el contenido de las mismas.
- Las cubas de los autotransformadores debe marcarse el centro de gravedad para movimiento durante el transporte (Desarmado) y centro de gravedad cuando esté totalmente armado y lleno.

24.1 CONDICIONES GENERALES

Para poder iniciar la fabricación de los Autotransformadores de Potencia se deben aprobar por parte de TRECSEA todos los planos de montaje, diagramas eléctricos y elementos que se utilizarán en los equipos.

El fabricante debe preparar los equipos, elementos y materiales objeto del suministro de modo que esté protegido contra pérdidas, daños y deterioros durante el transporte y almacenamiento.

Todo el material debe ser empacado de tal manera que se ciña a las limitaciones de transporte indicadas en los planos de cotización.

Cada caja o unidad de empaque debe incluir dos copias en español de la lista de empaque, indicando todos los elementos que contiene y la referencia de su uso o ensamble al cual pertenece cada una de ellas. Una de estas copias, se debe ubicar en el exterior de la caja o unidad de empaque dentro de un bolsillo que se debe colocar para tal fin debidamente protegido y cerrado para evitar su pérdida o la de su contenido, la otra copia se colocará en el interior, en forma tal que no se dañe durante el transporte ni durante el desempaque.

Debe además marcarse con tinta indeleble el centro de gravedad de la caja y los sitios de posicionamiento de los cables para el levantamiento.

Cuando se utilicen contenedores, el suministro debe incluir cajas individuales de cartón o de madera que permitan su almacenamiento e identificación en las bodegas de La Empresa.

Los materiales sueltos como tornillos, pernos, etc. se deben empacar en recipientes que impidan pérdidas durante el transporte. En los casos de materiales como tuberías, varillas, etc. se deben preparar haces de materiales similares y se proveerá protección para las roscas.

Instalación del registrador de impactos:

Durante el transporte el autotransformador no deberá sufrir impactos de más de 3g en ninguno de los 3 ejes. A efectos de esta comprobación, se deberá montar en el autotransformador un registrador de impactos, el registrador digital será montado con una unidad de instalación que esté fija con cuatro tornillos, o bien mediante soporte magnético o cinchos metálicos adecuados. El registrador indicará los impactos sufridos por el autotransformador en los 3 ejes, con registro de fecha, hora y localización geográfica (GPS) durante todo el trayecto del transporte desde la salida de fábrica hasta los almacenes de TRECSEA-EEBIS. El fabricante se compromete a remitir a TRECSEA-EEBIS, en cualquier momento durante el transporte, información sobre la ubicación del autotransformador y sus condiciones durante el transporte. Dicho registrador de impactos será devuelto al proveedor una

vez llegados los transformadores a los almacenes de TRECSEA-EEBIS, después de obtenidos los registros indicados.

24.2 EQUIPO PESADO

Cuando sea necesario, las partes más pesadas se deben montar sobre patines o empacar en huacales. Todos los materiales o piezas sueltas que puedan perderse durante el transporte deben ser empacados en cajas o amarrados en fardos debidamente marcados e identificados.

Todas las partes que excedan una masa de 100 kg serán preparadas para el transporte de tal manera que se les pueda colocar fácilmente las eslingas para manejo con grúa o los tenedores para el manejo con montacargas. Las piezas empacadas en cajas a las cuales sea inseguro colocar eslingas, deben ser empacadas con eslingas fijadas a la pieza accesible desde fuera de la caja, de tal manera que los materiales puedan ser fácilmente manejados con grúa.

24.3 REPUESTOS

Los repuestos se deben empacar separados del equipo que se utilizará en el montaje en forma apropiada para ser almacenados por largo tiempo y cada uno de ellos debe ser identificado debidamente con etiquetas metálicas o plásticas indicando como mínimo:

- Descripción del componente
- Referencia
- calidad

28. CARACTERÍSTICAS GARANTIZADAS

Los Fabricantes deben tramitar los formularios respectivos incluidos en este documento de acuerdo con las instrucciones indicadas en el Pliego de Condiciones.

TABLA DE ESPECIFICACIONES DE PROPIEDADES Y DE PRUEBAS DE ACEPTACIÓN REQUERIDAS PARA EL ACEITE MINERAL AISLANTE NUEVO NO INHIBIDO

No.	PROPIEDAD	UNIDAD	VALOR LIMITE EN EQUIPO	VALOR LIMITE A GRANEL	NORMA MÉTODO PRUEBA
1	Apariencia		Clara, libre de sedimentos y materias en suspensión	Clara, libre de sedimentos y materias en suspensión	IEC 60296
2	Densidad a 20 °C	kg/dm ³	máx 0,895	máx 0,895	ISO 3675
3	Viscosidad cinemática a 40 °C a 20 °C a -15 °C	mm ² /s	máx 16,5 máx 40 máx 800	máx 16,5 máx 40 máx 800	ISO 3104
4	Punto de inflamación	°C	mín 140	mín 140	ISO 2719
5	Punto escurrimiento	°C	máx -30	máx -30	ISO 3016
6	Índice de neutralización a 25 °C	mg KOH/g	máx 0,03	máx 0,03	IEC 60296
7	Azufre corrosivo		no corrosivo	no corrosivo	ISO 5662
8	Contenido de agua a 60 °C a 550 kV a 245 kV a 123 kV a 38 kV	mg/kg	máx 10 máx 15 máx 20 máx 25	máx 30	IEC 60733
9	Tensión interfacial a 25 °C	mN/m	mín 40	mín 40	ISO 6295
10	Factor de pérdidas a 90 °C a 550 kV a 245 kV a 123 kV a 38 kV	p.u.	máx 0,005 máx 0,010 máx 0,015 máx 0,020	máx 0,005	IEC 60247
11	Resistividad c.c. a 90 °C a 20 °C	GWm	mín 60 mín 270	mín 60	IEC 60247
12	Rigidez dieléctrica a 20 °C a 550 kV a 245 kV a 123 kV a 38 kV	kV	mín 60 mín 55 mín 50 mín 40	mín 30	IEC 60156
13	Estabilidad por oxidación Sedimentación Índice neutralización a 25 °C a 550 kV a 245 kV a 123 kV A 38 kV	% mg KOH/g	máx 0,10 máx 0,15 máx 0,20 máx 0,30 máx 0,40	máx 0,10 máx 0,40	IEC 60074
14	Aditivos anti-oxidantes		no detectable	no detectable	IEC 60666
15	Punto de anilina	°C	máx 80	máx 80	ASTM D611
16	Tendencia al gaseo	ml/min	Negativo	negativo	ASTM D2300

29. CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS AUTO TRANSFORMADORES

ÍTEM	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	REQUERIDO	OFRECIDO
1	Fabricante			
2	País			
3	Normas		IEC 60076	
4	Frecuencia asignada (fr)	Hz	60	
5	Tensión asignada en la derivación principal corregida para la altura de instalación (Ur)			
	a) Devanado alta tensión			
	S/E CHIANTLA	kV	230/ $\sqrt{3}$	
	b) Devanado baja tensión			
	S/E CHIANTLA	kV	69/ $\sqrt{3}$	
	c) Devanado terciario			
	S/E CHIANTLA	kV	13,8	
6	Tensión más elevada para el material corregida para la altura de instalación (Um)			
	a) Devanado alta tensión			
	S/E CHIANTLA	kV	245	
	b) Devanado baja tensión			
	S/E CHIANTLA	kV	72,5	
	c) Devanado terciario			
	S/E CHIANTLA	kV	17,5	
7	Polaridad		Sustractiva	
8	Tipo de refrigeración			
	a) Natural		ONAN	
	b) Primera etapa		ONAF1	
	c) Segunda etapa		ONAF2	
9	Conexión del autotransformador		YNd11	
10	Conexión del neutro			
	a) Devanado alta		Sólido	
	b) Devanado baja		Sólido	

ÍTEM	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	REQUERIDO	OFRECIDO
	c) Devanado terciario		A través de transformador Zig-Zag	
11	Potencia asignada continua en todas las derivaciones de los devanados, con segunda etapa de refrigeración ONAF2			
	a) Devanado alta tensión			
	S/E CHIANTLA	kV	3x35MVA	
	b) Devanado baja tensión			
	S/E CHIANTLA	kV	3x35MVA	
	c) Devanado terciario			
	S/E CHIANTLA	kV	3x12MVA	
12	Potencia asignada continua en todas las derivaciones de los devanados, con refrigeración natural ONAN.			
	a) Devanado de alta tensión	MVA	Según Diseño	
	b) Devanado de baja tensión	MVA	Según Diseño	
	c) Devanado terciario	MVA	Según Diseño	
13	Potencia asignada continua en todas las derivaciones de los devanados, con refrigeración forzada ONAF1			
	a) Devanado de alta tensión	MVA	Según Diseño	
	b) Devanado de baja tensión	MVA	Según Diseño	
	c) Devanado terciario	MVA	Según Diseño	
14 A	Impedancias referidas a una temperatura de 75°C, sujetas a 5% de tolerancia, basadas en la potencia ONAF2 (35 MVA) y con el cambiador de derivaciones en la derivación principal.			
	a) Z1-2	%	≤12,5	
	b) Z1-3	%		
	c) Z2-3	%		
15	Límites de aumento de temperatura, en la derivación que produce la máxima temperatura del devanado y en cada paso de potencia (asumiendo la temperatura ambiente y altura sobre el nivel del mar de operación que se indica en las especificaciones para cada subestación en donde se instalarán los equipos) para unidades de 35 MVA, de acuerdo con la norma IEC 60076)			
	a) Devanados, medido por el método de resistencia			
	• ONAN	°C	65	

ÍTEM	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	REQUERIDO	OFRECIDO
	• ONAF1	°C	65	
	• ONAF2	°C	65	
	b) Parte superior del aceite, medido por termómetro			
	• ONAN	°C	65	
	• ONAF1	°C	65	
	• ONAF2	°C	65	
16	Corriente de excitación en porcentaje de la corriente asignada ONAF2 (35 MVA) medida en el lado de alta.	%		
	a) Al 90% de la tensión asignada	kW		
	b) Al 100% de la tensión asignada	kW		
	c) Al 110% de la tensión asignada	kW		
17	Pérdidas en vacío a la relación y la frecuencia asignada para unidades de 35 MVA			
	a) Al 90% de la tensión asignada	kW		
	b) Al 100% de la tensión asignada	kW		
	c) Al 110% de la tensión asignada	kW		
18	Pérdidas bajo carga (suma de las pérdidas de todos los devanados) a 85°C de temperatura de referencia y a la frecuencia asignada para unidades de 35 MVA			
	a) A la corriente asignada con potencia ONAN	kW		
	b) A la corriente asignada con potencia ONAF1	kW		
	c) A la corriente asignada con potencia ONAF2	kW		
19	Pérdidas totales: corresponden a Pérdidas en vacío a la relación y la frecuencia asignada más las Pérdidas bajo carga (suma de las pérdidas de todos los devanados) a 85°C de temperatura de referencia y a la frecuencia asignada para unidades de 35 MVA	%		
	a) Con potencia ONAN	%	< 0,40	
	b) Con potencia ONAF1	%	< 0,40	
	c) Con potencia ONAF2	%	< 0,40	
20	Consumos de los elementos auxiliares de refrigeración para unidades de 35 MVA			
	a) Con la primera etapa de refrigeración, ONAF1	KW		
	b) Con la segunda etapa de refrigeración, ONAF2	KW		
21	Tipo de construcción del núcleo (acorazado o columna)			

ÍTEM	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	REQUERIDO	OFRECIDO
22	Tipos de aislamiento			
	a) Devanado alta tensión		Gradado	
	b) Devanado baja tensión		Gradado	
	c) Devanado Terciario		Uniforme	
	d) Derivaciones		Uniforme	
	e) Conexión de las derivaciones		Uniforme	
23	Tensión asignada soportada al impulso tipo rayo corregida para la altura de instalación			
	a) Devanado alta tensión	kV	1050	
	b) Devanado baja tensión	kV	325	
	c) Devanado terciario	kV	95	
24	Tensión asignada soportada de corta duración a la frecuencia industrial (Ud)			
	a) Devanado alta tensión	kV	460	
	b) Devanado baja tensión	kV	140	
	c) Devanado terciario	kV	38	
25	Niveles de cortocircuito para la habilidad térmica, 1 s de duración			
	a) Devanado alta tensión	kA		
	b) Devanado baja tensión	kA		
26	Nivel de cortocircuito asignado al sistema (Icc)			
	a) Devanado alta tensión	kA	40	
	b) Devanado baja tensión	kA	40	
	c) Devanado terciario	kA	40	
27	Tensión de prueba de radio interferencia	kV		
28	Tensión máxima de radio interferencia a 0,5 MHz	μV	1000	
29	Nivel máximo de ruido con potencia ONAF2 para unidades de 35 MVA, según NORMA IEC 60551	dB	80	
30	Número de radiadores para un autotransformador	U		
31	Ventiladores para unidades 35 MVA			
	a) Número de ventiladores	U		
	b) Potencia de cada ventilador	W		
32	Servicios auxiliares DC (control)	V	125	
33	Servicios auxiliares AC (fuerza) +/- 10%	V	220/127	

ÍTEM	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	REQUERIDO	OFRECIDO
34	Presión de seguridad de vacío del tanque del autotransformador	Mpa		
35 A	Masa de un autotransformador completo sin aceite para unidad de 35 MVA	kg		
36 A	Masa de un autotransformador completo con aceite para unidad de 35 MVA	kg		
37 A	Masa del aislamiento sólido para unidad de 35 MVA	kg		
38 A	Masa de transporte de la parte más pesada para unidad de 35 MVA	kg		
39	Vida útil	Años		
40	Monitor de Temperatura	Marca		
		Modelo		
		Protocolo IEC 61850	SI	
41	Juego de Gatos Hidráulicos	Cantidad	1	
42	Cumplimiento del diseño sísmico	Si	Nota 1	

Nota 1: El fabricante deberá tener en cuenta que los equipos cumplan con las prescripciones de la Norma IEEE 693 2005 y las NORMAS “Normas de Seguridad Estructural de Edificaciones y Obras de Infraestructura para la República de Guatemala”, edición 2010. El fabricante deberá tener en cuenta la altura en m.s.n.m de la subestación CHIANTLA la cual se considera a 2,200 m.s.n.m.

30. CAMBIADORES DE TOMAS BAJO CARGA

ÍTEM	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	REQUERIDO	OFRECIDO
1	Fabricante		MR	
2	País			
3	Referencia			
4	Norma		IEC 60214	
5	Tipo		Bajo carga	
6	Localización del cambiador		Devanado de alta tensión	
7	Extensión de tomas			
	a) Porcentaje positivo		+15	
	b) Porcentaje negativo		-15	
8	Porcentaje de los pasos		1,5%	
9	Número de los pasos		21	
10	Posición Nominal		11	
11	Posición máxima relación		1	
12	Posición mínima relación		21	
13	Equipo filtrado del aceite en línea si aplica		Sí	
14	Tipo de inmersión			
	Aceite			
	Vacío			
15	Cumplimiento del diseño sísmico	Si	Nota 1	
16	Características eléctricas del cambiador			
	Potencia	W		
	Tensión	Vca	220/127	
	Frecuencia	Hz	60	

31. BUJES

ÍTEM	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	REQUERIDO	OFRECIDO
1	Fabricante			
	a) Buje lado de alta tensión			
	b) Buje lado de baja tensión			
	c) Buje terciario			

ÍTEM	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	REQUERIDO	OFRECIDO
	d) Buje neutro			
2	País			
	a) Buje lado de alta tensión			
	b) Buje lado de baja tensión			
	c) Buje terciario			
	d) Buje neutro			
3	Referencia			
	a) Buje lado de alta tensión			
	b) Buje lado de baja tensión			
	c) Buje terciario			
	d) Buje neutro			
4	Norma		IEC 60137	
5	Tensión asignada (Ur)			
	a) Buje alta tensión	kV		
	b) Buje baja tensión	kV	De acuerdo con diseño	
	c) Buje terciario	kV	De acuerdo con diseño	
	d) Buje neutro	kV	De acuerdo con diseño	
6	Tipo de los bujes			
	a) Buje alta tensión		Condensador	
	b) Buje baja tensión		Condensador	
	c) Buje terciario		Condensador	
	d) Buje neutro		De acuerdo con diseño	
7	Tensión asignada soportada al impulso tipo rayo (Up)			
	a) Buje alta tensión	kV	1050	
	b) Buje baja tensión	kV	325	
	c) Buje terciario	kV	95	
8	Tensión asignada soportada de corta duración a la frecuencia industrial, seco, 1 min (Ud)			
	a) Buje alta tensión	kV	460	
	b) Buje baja tensión	kV	140	

ÍTEM	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	REQUERIDO	OFRECIDO
	c) Buje terciario	kV	38	
9	Corriente asignada en servicio continuo (I _r)			
10	a) Buje alta tensión,	A	Según Potencia	
	b) Buje baja tensión	A	Según Potencia	
	c) Buje terciario	A	Según Potencia	
	Corriente de corta duración admisible asignada, 1 s (I _k)			
	a) Buje lado de alta tensión	kA	40	
	b) Buje lado de baja tensión	kA	40	
	c) Buje terciario	kA	40	
11	Corriente dinámica asignada para todos los bujes (I _p)	kA		
12	Distancia de fuga sobre el exterior de la porcelana, según norma IEC 60865	mm/kV	20	
13	Distancia de flameo			
	a) Buje 1	mm		
	b) Buje 2	mm		
	c) Buje 3	mm		
14	Tensión de flameo			
	a) Buje 1			
	➤ Baja frecuencia en seco	kV		
	➤ Baja frecuencia en húmedo	kV		
	➤ Crítica de impulso positivo	kV		
	➤ Crítica de impulso negativo	kV		
	b) Buje 2			
	➤ Baja frecuencia en seco	kV		
	➤ Baja frecuencia en húmedo	kV		
	➤ Crítica de impulso positivo	kV		
15	Cumplimiento del diseño sísmico	si	Nota 1	

32. TRANSFORMADORES DE CORRIENTE TIPO BUJE

ÍTEM	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	REQUERIDO	OFRECIDO
1	Fabricante			
2	País			

ÍTEM	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	REQUERIDO	OFRECIDO
3	Norma		IEC 60044 - 1	
4	Cantidad de núcleos por fase de los transformadores de corriente tipo buje			
	a) Buje lado de alta, núcleos de medida			
	Cantidad	Un	1	
	Relación de transformación		<u>1600</u> -800-400/1 A	
	Clase		CL 0,2s	
	Carga de precisión		5 VA	
	b) Buje lado de alta, núcleos de protección			
	Cantidad	Un	2	
	Relación de transformación		<u>1600</u> -800-400/1 A	
	Clase		5P20	
	Carga de precisión		15 VA	
	c) Buje lado de baja, núcleos de medida			
	Cantidad	Un	1	
	Relación de transformación		<u>2000</u> -1000/1 A	
	Clase		CL 0,2s	
	Carga de precisión		5 VA	
	d) Buje lado de baja, núcleos de protección			
	Cantidad	Un	2	
	Relación de transformación		<u>2000</u> -1000/1 A	
	Clase		5P20	
	Carga de precisión		15 VA	
	e) Buje terciario, núcleos de medida			
	Cantidad	Un	1	
	Relación de transformación		<u>3000</u> -1500/1 A	
	Clase		CL 0,2s	
	Carga de precisión		5 VA	
	f) Buje terciario, núcleos de protección			
	Cantidad	Un	2	
	Relación de transformación		<u>3000</u> -1500/1 A	
	Clase		5P20	
	Carga de precisión		15 VA	

ÍTEM	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	REQUERIDO	OFRECIDO
5	Corriente primaria asignada (Ip)			
	a) Buje alta tensión	A	1600	
	b) Buje baja tensión	A	2000	
	c) Buje terciario	A	3000	
6	Corriente secundaria asignada de los núcleos (Is)			
	a) Buje alta tensión	A	1	
	b) Buje baja tensión	A	1	
	c) Buje terciario	A	1	
7	Todos los núcleos, multirelación		Si	
8	Cumplimiento sistema de calidad ISO 9001		Si	

33. EQUIPO PARA FILTRADO DE ACEITE

ÍTEM	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	REQUERIDO	OFRECIDO
1	Fabricante			
2	País			
3	Referencia			
4	Funciones			
	a) Filtrado		Sí	
	b) Secado		Sí	
5	Alimentación auxiliar			
	a) Circuito de control	Vc.a.	220-127	
	b) Bomba	Vc.a.	220	
6	Consumo de la bomba	W		
7	Presión del tanque			
	a) De operación	bar		
	b) De prueba	bar		
8	Ajuste del temporizador	min		
9	Grado de protección del gabinete		IP 55	
10	Cumplimiento sistema de calidad ISO 9001		Si	

34. TRANSFORMADOR ZIG-ZAG

ÍTEM	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	REQUERIDO	OFRECIDO
1	Fabricante			
2	País			
3	Referencia			
4	Normas		IEC 60076 IEEE 32	
5	Número de fases		3	
6	Tipo de ejecución		Exterior	
7	Altitud de instalación	m.s.n.m	2,200	
8	Tipo		Sumergido en aceite	
9	Tipo de refrigeración		ONAN	
10	Grupo de conexión		ZNyn11	
11	Frecuencia asignada (fr)	Hz	60	
12	Tensión asignada en la derivación principal corregida para la altura de instalación (Ur)			
	a) Tensión primaria de servicio	kV	13,8	
	b) Tensión devanado cargable	V	220/127	
13	Tensión más elevada del material (Um)	kV	17,5	
14	Tensión asignada soportada al impulso tipo rayo (Up)	kV	95	
15	Tensión asignada soportada a la frecuencia industrial (Ud)	kV	38	
16	Potencia asignada de corto tiempo, 10 s	MVA térmicos	5,00	
17	Corriente asignada de corta duración diez (10) s	A	600	
18	Capacidad asignada devanado secundario	kVA	350	
19	Impedancia de cortocircuito asignada (devanado a 75 °C)	%	7,00	
20	Impedancia de secuencia cero a 20 °C	Ohm/fase	Según Diseño del Fabricante	
21	Pérdidas en carga	kW		
22	Pérdidas en vacío	kW		
23	Transformadores de corriente de buje (BCT)			
	a) Norma		IEC 60044-1	
	b) Frecuencia asignada (fr)	Hz	60	
	c) Corriente primaria asignada	A	30/60	

ÍTEM	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	REQUERIDO	OFRECIDO
	d) Corriente secundaria asignada	A	1	
	e) Número de núcleos de protección por fase		2	
	f) Clase de precisión		5P	
	g) Carga de precisión	VA	15	
	h) Factor límite de precisión		20	
24	Transformadores de corriente de neutro (BCT)			
	a) Norma		IEC 60044-1	
	b) Frecuencia asignada (fr)	Hz	60	
	c) Corriente primaria asignada	A	600	
	d) Corriente secundaria asignada	A	1	
	e) Número de núcleos de protección por fase		1	
	f) Clase de precisión		5P	
	g) Carga de precisión	VA	15	
	h) Factor límite de precisión		20	
25	Bujes			
	a) Fabricante			
	b) País			
	c) Referencia			
	d) Norma		IEC 60137	
	e) Tipo		Sólido	
	f) Tensión asignada en alta tensión (Ur)			
	• Alta tensión	kV	De acuerdo con Diseño	
	• Neutro	kV	De acuerdo con diseño	
	g) Tensión asignada soportada al impulso tipo rayo en alta tensión (Up)			
	• Alta tensión	kV	De acuerdo con Diseño	
	• Neutro	kV	De acuerdo con Diseño	
	h) Tensión asignada soportada a frecuencia industrial en alta tensión (Ud)			
	• Alta tensión	kV	De acuerdo con Diseño	

ÍTEM	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	REQUERIDO	OFRECIDO
	• Neutro	kV	De acuerdo con Diseño	
	i) Corriente asignada mínima en servicio continuo (In)			
	• Alta tensión	A	De acuerdo con Diseño	
	• Neutro	A	De acuerdo con Diseño	
	j) Corriente de corta duración admisible asignada (Ith), alta tensión	A	De acuerdo con Diseño	
	k) Corriente dinámica asignada, alta tensión	A	De acuerdo con Diseño	
	l) Máxima carga en cantiliver	N		
	m) Distancia de fuga		20 mm / kV	
26	Cumplimiento con el sistema de calidad		ISO 9001	
27	Normas		IEC 60076 IEEE 32	
28	Datos sísmicos			
	a) Frecuencia natural	Hz		
	b) Coeficiente de amortiguamiento crítico	%		
29	Masa neta de un polo completo con estructura	kg		
30	Base con ruedas		SI	
31	Interruptor termo magnético, Graduable 500 a 1200 Amp.		SI	
32	Cumplimiento con el sistema de calidad		ISO 9000/2000	

35. GABINETE CONFORMACIÓN DELTA

ÍTEM	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	REQUERIDO	OFRECIDO
1	Fabricante			
2	País			
3	Referencia			
4	Barraje	Amperios	1250	
5	Montaje sobre trinchera			
6	Cambio rápido de autotransformador de reserva		SI	
7	Dimensiones			

ÍTEM	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	REQUERIDO	OFRECIDO
	a) Largo	mm	Según diseño	
	b) Ancho	mm	Según diseño	
	c) Alto	mm	Según diseño	
8	Pintura de gabinete		Igual a Transformador	
9	Grado de protección del gabinete			
10	Cumplimiento sistema de calidad ISO 9001		Si	

36. CABLE MONOPOLAR XLPE 15 KV, 90 °C, AISLAMIENTO 133%, CALIBRE 500 KCMIL

ÍTEM	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	REQUERIDO	OFRECIDO
1	Fabricante			
2	País			
3	Referencia			
4	Norma			
5	Tensión asignada	kV	15	
6	Frecuencia de servicio	Hz	60	
7	Material del conductor		Cobre	
8	Material del aislamiento		XLPE 133%	
9	Tensión de ensayo a frecuencia industrial (50 Hz) sobre el cable completo inmerso en agua:			
10	Numero de alambres por conductor o núcleo			
11	Material del relleno			
12	Caída de tensión a $\cos \phi = 0,8$ (V/A.km)			
13	Intensidad admisible de los conductores del cable suponiendo conducción simultánea de todos ellos y en servicio continuo para una temperatura ambiente de: a) 20 °C y b) 40 °C			
14	Intensidad de corriente de cortocircuito admisible durante 1 segundo para una temperatura máxima de conductor de 160°C y una temperatura inicial de 70°C (kA)			
15	Material de pantalla			
16	Cantidad requerida	mts	Según diseño	
17	Terminal tipo exterior		SI	

ÍTEM	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	REQUERIDO	OFRECIDO
18	Terminal tipo interior		SI	