

NORMA DE DISTRIBUCIÓN

NO-DIS-MA-4507

**TRANSFORMADORES TRIFASICOS MT PARA
INTEMPERIE**

FECHA DE APROBACIÓN: 2017/07/10

ÍNDICE

0.-	REVISIONES.....	3
1.-	OBJETO Y CAMPO DE APLICACIÓN	6
2.-	DEFINICIONES/SÍMBOLOS/ABREVIATURAS	6
3.-	CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS.....	6
3.1	CARACTERÍSTICAS GENERALES	6
3.1.1	CARACTERÍSTICAS AMBIENTALES.....	6
3.2	CARACTERÍSTICAS ELECTROMECÁNICAS	7
3.2.1	TENSIÓN NOMINAL Y TENSIÓN MÁXIMA DEL EQUIPAMIENTO.....	7
3.2.2	POTENCIAS NOMINALES Y GRUPO DE CONEXIÓN.....	7
3.2.3	CALENTAMIENTO	8
3.2.4	NIVELES DE AISLAMIENTO	9
3.2.5	TOMAS PARA REGULACIÓN DE LA TENSIÓN.....	9
3.2.6	TENSIÓN DE CORTOCIRCUITO	11
3.2.7	PERDIDAS, CORRIENTE EN VACÍO Y NIVELES DE RUIDO	12
3.2.8	APTITUD PARA SOPORTAR CORTOCIRCUITOS	12
3.3	CARACTERÍSTICAS CONSTRUCTIVAS Y DIMENSIONALES	13
3.3.1	CALIDAD DE LOS MATERIALES	13
3.3.2	NÚCLEO Y ARROLLAMIENTOS	13
3.3.3	SISTEMA DE EXPANSIÓN DEL ACEITE AISLANTE	13
3.3.4	PASATAPAS	14
3.3.5	DESIGNACIÓN DE LOS BORNES	16
3.3.6	CUBA Y TAPA.....	16
3.3.7	ACEITE AISLANTE	17
3.3.8	EQUIPOS DE PROTECCION, SEÑALIZACION, MEDIDA Y ACCESORIOS	18
3.3.9	SISTEMA DE ENFRIAMIENTO.....	23
3.3.10	SISTEMA DE VENTILACION FORZADA	23
3.3.11	TROPICALIZACION, PROTECCIÓN CONTRA LA CORROSIÓN Y COLOR DE LA PINTURA24	
3.3.12	DIMENSIONES MÁXIMAS.....	25
3.3.13	SOPORTABILIDAD AL IMPACTO	26
4.-	IDENTIFICACIÓN	27
5.-	ENSAYOS	28
5.1	ENSAYOS DE TIPO	29
5.1.1	ENSAYO DE CALENTAMIENTO	29
5.1.2	ENSAYO DE TENSIÓN DE IMPULSO TIPO RAYO NORMALIZADO	29
5.1.3	APTITUD PARA SOPORTAR CORTOCIRCUITO.....	29
5.1.4	ENSAYOS DE LAS CARACTERÍSTICAS DEL ACEITE AISLANTE.....	29
5.1.5	ENSAYO DE CALIDAD DEL CINCADO (NO-DIS-MA-2205)	30
5.1.6	ENSAYOS DE LA PINTURA (NO-DIS-MA-2201)	30
5.1.7	MEDIDA DEL NIVEL DE RUIDO.....	30
5.1.8	VERIFICACIÓN DE LA CONFORMIDAD CON LOS PLANOS CONSTRUCTIVOS PRESENTADOS POR EL FABRICANTE	30
5.1.9	PRUEBAS SOBRE AISLADOR.....	30
5.1.10	ENSAYOS SOBRE EL CONMUTADOR.....	30

5.2	ENSAYOS DE RUTINA	30
5.2.1	MEDIDA DE LA RESISTENCIA ÓHMICA DE LOS ARROLLAMIENTOS EN TODAS LAS TOMAS, REFERIDA A 75°C	30
5.2.2	MEDIDA DE LA RELACIÓN DE TRANSFORMACIÓN EN CADA TOMA Y VERIFICACIÓN DEL GRUPO DE CONEXIONES.....	31
5.2.3	MEDIDA DE LAS PÉRDIDAS Y DE LA CORRIENTE EN VACÍO A 90, 100 y 110 % DE TENSIÓN NOMINAL Y EN LA TOMA PRINCIPAL.....	31
5.2.4	MEDIDA DE LAS PÉRDIDAS DEBIDAS A LA CARGA EN LA TOMA PRINCIPAL Y EN LOS EXTREMOS, REFERIDAS A 75°C.....	31
5.2.5	MEDIDA DE LA TENSIÓN DE CORTOCIRCUITO EN LA TOMA PRINCIPAL Y EN LOS EXTREMOS, REFERIDA A 75°C	31
5.2.6	ENSAYO DE TENSIÓN APLICADA A FRECUENCIA INDUSTRIAL	31
5.2.7	ENSAYO DE TENSIÓN APLICADA A FRECUENCIA INDUSTRIAL PARA CIRCUITOS AUXILIARES.....	31
5.2.8	ENSAYO DE TENSIÓN INDUCIDA.	31
5.2.9	VERIFICACIÓN DEL FUNCIONAMIENTO DEL CONMUTADOR DE TOMAS, PROTECCIONES Y DE LOS ACCESORIOS.....	31
5.2.10	ENSAYO DE SECUENCIA DEL CONMUTADOR BAJO CARGA (IEC 60214-1).	31
5.2.11	ENSAYO PRESION Y VACÍO DEL CONMUTADOR BAJO CARGA (IEC 60214-1). ..	31
5.2.12	ENSAYOS DE ACEITE	31
5.2.13	VERIFICACIÓN DE LA APLICACIÓN DE PINTURA (NO-DIS-MA-2201).....	31
5.2.14	ENSAYO DE SOBREPRESION Y DE VACIO.	32
5.2.15	MEDIDA DE IMPEDANCIA HOMOPOLAR.....	32
5.2.16	MEDIDA DEL CONTENIDO DE HUMEDAD EN LA AISLACIÓN.....	32
5.2.17	CINCADO (NO-DIS-MA-2205)	32
5.2.18	RESISTENCIA DE AISLACIÓN	32
5.3	ENSAYOS DE RECEPCIÓN	32
5.4	ENSAYOS POSTERIORES AL TRANSPORTE.....	34
5.5	TOLERANCIAS	34
6.-	EMBALAJE PARTICULAR	35
7.-	CÓDIGOS UTE.....	37
8.-	NORMAS DE REFERENCIA	38
9.-	PLANILLAS DE DATOS GARANTIZADOS.....	40
9.1	PLANILLA GENERAL DEL TRANSFORMADOR.....	40
9.2	PLANILLA DEL TERMOMETRO	44
9.3	PLANILLA DEL RELE DE IMAGEN TERMICA.....	44
9.4	PLANILLA DEL SISTEMA DE VENTILACIÓN FORZADA	44
10.-	ANEXOS.....	46

0.- REVISIONES

MODIFICACIONES A LA VERSIÓN 3 DE JULIO DEL 2014	
APARTADO	DESCRIPCIÓN
3.2.5.2	Se modifica la tecnología del conmutador bajo carga pasando a vacío (ABB o MR)
7	Se agregan códigos de repuestos
9.1	Adecuación de Planilla de Datos Garantizados a la nueva exigencia

MODIFICACIONES A LA VERSIÓN 26 DE ABRIL DEL 2012	
APARTADO	DESCRIPCIÓN
3.3.13	Transformadores diseñados para soportar 4g en todos los sentidos
4	Agregar GPS al registrador de impacto
5.3	Agregar ensayo de análisis en frecuencia Agregar demostración de funcionamiento del registrador de impacto
5.4	Ensayos posteriores al transporte en caso de ensayo no aceptable en la verificación de los registradores de impacto

MODIFICACIONES A LA VERSIÓN 24 DE FEBRERO DEL 2011	
APARTADO	DESCRIPCIÓN
3.2.5	Referencia a norma 60214 Inclusión explícita de fines de carrera mecánicos a conmutadores sin tensión
3.3.4.1	Aclaraciones sobre paletas de conexión de pasatapas de 60 kV
3.3.8	No se aceptan contactos de mercurio
3.3.8.2	Protocolos para relé de imagen térmica y termómetro Aclaraciones respecto a los repuestos
3.3.8.5	Características de los bornes
3.3.8.7	Agregar apoyos para descargadores de 30 y 60 kV
3.3.20	Agregado de descentrado y volumen máximo de aceite Ajuste de dimensiones máximas
3.3.20.3	Se agregan alturas mínimas de seguridad
5.2	Ensayos de tipo de los conmutadores
5.5	Aclaraciones respecto a las tolerancias de ensayos
10	Agregar contacto para ventilación forzada en el tablero

MODIFICACIONES A LA VERSIÓN 12 DE MAYO DEL 2010	
APARTADO	DESCRIPCIÓN
3.3.9	Aclaraciones sobre relé y termómetro de imagen térmica
3.3.18	Aclaraciones sobre el sistema de ventilación forzada
9	Creación de planilla de datos garantizados de sistema de ventilación forzada, termómetro e imagen térmica

MODIFICACIONES A LA VERSIÓN 03 DE NOVIEMBRE DEL 2008	
APARTADO	DESCRIPCIÓN
Todos	Cambio de formato
10	Nuevos planos de tablero
3.3.4.1	Aislador trafo 30/6 pasa a 250 A
3.3.8	Se elimina señal de alarma para Relé de Flujo
3.2.2	Cambio grupo de conexión de trafo 60/30

MODIFICACIONES A LA VERSIÓN 02 DE OCTUBRE DEL 2005	
APARTADO	DESCRIPCIÓN
Todos	Cambio de formato
Todos	Agregar transformador 60/31,5 kV 20 MVA ONAF
3.3.3	Prohibición del uso de silicagel con cobalto (típico del silicagel azul)
3.7.2	Relés de temperatura digitales
3.8.1	Radiadores no pueden ser pintados

MODIFICACIONES A LA VERSIÓN 01 DE JULIO DEL 2005	
APARTADO	DESCRIPCIÓN
7.6 Armarios	Dimensiones y características de los tableros del transformador

MODIFICACIONES A LA VERSIÓN 01 DE ENERO DEL 2002	
APARTADO	DESCRIPCIÓN
4.3.- Potencias nominales y grupos de conexión	Grupo de conexión de 60/15.75 kV 7.5 MVA se paso a Dyn11
4.6.1.- Regulación sin tensión	Se agregaron 2 puntos al conmutador de los trafos 30/15.75kV
4.6.2.- Regulación bajo carga	Regulador bajo carga conectado en el centro del bobinado
5.3.- Sistema de expansión del aceite aislante	Ubicación relativa del tanque de expansión
5.4.1.- Pasatapas de alta tensión	Para aisladores de 60 kV, modificación de la corriente nominal mínima y de la línea de fuga, y provisión de paletas de conexión Para aisladores de 630 A, explícitamente indicar que vengan con paletas de conexión

MODIFICACIONES A LA VERSIÓN 01 DE ENERO DEL 2002	
APARTADO	DESCRIPCIÓN
5.4.2.- Pasatapas de baja tensión	Para aisladores de 630 y 2000 A, explícitamente indicar que vengan con paletas de conexión
6.- Aceite aislante	Contenido de PCB menor a 2 ppm· Especificación de acuerdo a nueva versión IEC
7.4.- Ruedas	Dimensiones externas de las ruedas
7.6.- Armarios	Ubicación relativa del armario del transformador
7.9.- Tanque de nitrógeno o aire seco licuado	Tanques recargables quedarán en poder de UTE
7.10.- Señalización del contenido de PCB	Etiqueta en la tapa indicando "No PCB"
10.1.- Dimensiones máximas	Modificación del ancho de los trafos de 0.8 MVA
12.- Embalaje, transporte y tipo de montaje	Registrador de impacto instalado en el transporte y se devuelve al llegar a almacenes
13.- Ensayos	Información mínima a contener en los protocolos
13.1.- Ensayos de rutina	<p>Medida de la resistencia óhmica en todos los puntos·</p> <p>Hacer ensayos de tensión aplicada e inducida con amperímetros·</p> <p>Agregar ensayos al aceite: contenido de agua, N° de neutralización, tensión interfásica y tg delta</p> <p>Procedimiento del ensayo de estanqueidad.</p> <p>Agregar el ensayo de Preece a las piezas cincadas·</p> <p>Agregar ensayo de resistencia de aislación</p>
15.- Ensayos de recepción	<p>Realizar ensayos de impulso sobre una muestra</p> <p>Inspección visual de la parte activa</p> <p>Muestreo de los ensayos de aceite</p> <p>Hacer cromatografía de gases para detección de PCB</p>
15.1.- Ensayos posteriores al transporte	Realizar ensayos al llegar a los almacenes de UTE

1.- OBJETO Y CAMPO DE APLICACIÓN

La presente Norma tiene por objeto establecer las características de los transformadores de potencia para la distribución de energía eléctrica en media tensión y los ensayos de tipo y recepción que deben satisfacer.

Esta Norma se aplica exclusivamente a transformadores trifásicos, sumergidos en aceite aislante mineral, para instalación exterior, con dos arrollamientos, 50 Hz, servicio continuo, refrigeración natural (ONAN), tensión primaria máxima del equipamiento de 17,5, 36 ó 72,5 kV y tensión secundaria máxima del equipamiento de 7,2, 17,5 ó 36 kV. En caso que sea requerido expresamente, podrán tener refrigeración forzada (ONAF).

2.- DEFINICIONES/SÍMBOLOS/ABREVIATURAS

Transformador tipo	Tensión primaria (kV)	Tensión secundaria (kV)	Potencia (MVA)
60/30-15	60	31.5	15
60/15-7.5	60	15,75	7.5
60/15-3.75	60	15,75	3.75
30/15-10	30	15,75	10
30/15-7.5	30	15,75	7.5
30/15-3.75	30	15,75	3.75
30/15-1.5	30	15,75	1.5
30/15-0.8	30	15,75	0.8
30/6-10	31,5	6,86	10
30/6-5	31,5	6,86	5
15/6-1.5	15,75	6,3	1.5
15/6-0.8	15,75	6,3	0.8

3.- CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS

En lo que respecta a las especificaciones que no se detallan a continuación, estos transformadores se ajustarán a lo dispuesto en las Normas IEC 60076, mientras que los conmutadores se ajustarán a la normas IEC 60214.

3.1 CARACTERÍSTICAS GENERALES

3.1.1 CARACTERÍSTICAS AMBIENTALES

La atmósfera tiene una salinidad particularmente agresiva y característica de zonas costeras.

Pueden existir condiciones ambientales que provoquen condensación en superficies.

Los datos característicos serán los siguientes:

- temperatura media diaria máxima: 30°C
- temperatura media anual máxima: 20°C
- temperatura máxima: 40°C
- temperatura mínima interior: - 5°C
- temperatura mínima intemperie: -10°C
- humedad relativa ambiente máxima: 100%
- altitud menor a: 1.000 m
- nivel cerámico: 45

3.2 CARACTERÍSTICAS ELECTROMECÁNICAS

3.2.1 Tensión nominal y tensión máxima del equipamiento

Los valores de la tensión nominal de los arrollamientos y de la tensión máxima del equipamiento serán los establecidos en la tabla.

Tensión nominal (kV)	Tensión máxima del equipamiento (kV)
6,3 y 6,86	7,2
15,75	17,5
30 y 31,5	36
60	72,5

3.2.2 POTENCIAS NOMINALES Y GRUPO DE CONEXIÓN

La potencia nominal, tensiones primaria y secundaria nominales, y el grupo de conexión correspondiente a cada tipo de transformador se presentan en la tabla.

Potencia (MVA)	Tensión primaria (kV)	Tensión secundaria (kV)	Grupo de conexión	Transformador tipo
15	60	31,5	Dyn11	60/30-15
7,5	60	15,75	Dyn11	60/15-7.5
3,75	60	15,75	Dyn11	60/15-3.75
10	30	15,75	Dyn11	30/15-10
7,5	30	15,75	Dyn11	30/15-7.5
3,75	30	15,75	Dyn11	30/15-3.75
1,5	30	15,75	Dyn11	30/15-1.5
0,8	30	15,75	Dyn11	30/15-0.8
10	31,5	6,86	Dyn11	30/6-10
5	31,5	6,86	Dyn11	30/6-5
1,5	15,75	6,3	YNd11	15/6-1.5
0,8	15,75	6,3	YNd11	15/6-0.8

Las conexiones internas para lograr estos grupos estarán de acuerdo con las Normas IEC 60076-1 e IEC 60616. Las potencias nominales indicadas son ONAN, pero todos los transformadores deberán estar diseñados de forma de aumentar su potencia nominal un 33% con funcionamiento ONAF.

3.2.3 CALENTAMIENTO

El valor máximo de los aumentos de temperatura del aceite en la parte superior del tanque y de los arrollamientos con respecto al ambiente, funcionando en forma permanente a potencia nominal, serán los especificados en la Norma IEC 60076-2:

- aceite en la parte superior del tanque: 60°C
- arrollamientos (valor promedio medido por resistencia): 65°C
- arrollamientos (punto más caliente calculado según IEC 60076-7): 78°C

El aumento de temperatura del punto más caliente o Hot Spot se calculará a partir de los resultados del ensayo de calentamiento aplicando las fórmulas de la Norma IEC 60076-7 con un Factor de Hot Spot de 1,30:

$$\Delta\theta_{HS} = \Delta\theta_{TO} + 1.30 \times GradMax$$

Siendo:

$\Delta\theta_{HS}$ (°C) = Aumento de temperatura del punto más caliente sobre el ambiente

$\Delta\Theta_{TO}$ (°C) = Aumento de temperatura del aceite en la parte superior del tanque sobre el ambiente medido en el ensayo de calentamiento

GradMax (°C) = Diferencia entre el aumento de temperatura promedio del arrollamiento sobre el ambiente y el aumento de temperatura del aceite promedio sobre el ambiente para el arrollamiento más caliente medido en el ensayo de calentamiento

3.2.4 NIVELES DE AISLAMIENTO

Se cumplirá lo especificado en la Norma IEC 60076-3, teniendo en cuenta los valores de la tensión máxima del equipamiento.

Tensión máxima del equipamiento (kV)	Tensión soportada a frecuencia industrial (kV)	Tensión soportada a impulso 1.2/50 μ s (kV)
7,2	20	60
17,5	38	95
36	70	170
72,5	140	325

3.2.5 TOMAS PARA REGULACIÓN DE LA TENSIÓN

Todos los transformadores objeto de la presente Norma estarán provistos de un dispositivo que permita variar la relación de transformación de acuerdo a los requisitos indicados en la norma IEC 60214. Los transformadores con tensión primaria máxima de 72,5 kV tendrán regulación bajo carga, el resto de los transformadores tendrán regulación sin tensión.

3.2.5.1 REGULACION SIN TENSIÓN

Este dispositivo actuará sobre el arrollamiento de alta tensión de los transformadores. El conmutador deberá ser maniobrado sin tensión mediante un selector ubicado en la tapa del transformador. El conmutador debe ser diseñado de forma tal de evitar la posibilidad de detenerse en una posición intermedia entre dos posiciones adyacentes.

Las posiciones del conmutador se indicarán con números en sentido horario. Los números deben ser grabados y pintados en forma claramente visible. La posición del conmutador será indicada localmente.

Se deberá poder bloquear el conmutador en cada posición de funcionamiento a efectos de evitar falsas maniobras. El bloqueo se deberá poder realizar mediante un mecanismo sin llave y mediante candado o similar.

No debe ser posible maniobrar el conmutador fuera de los rangos establecidos, para lo cual se implementarán fines de carrera mecánicos.

El conmutador deberá soportar el pasaje de corrientes permanentes asociadas al 175% del valor normal de la corriente del transformador sin que se produzcan sobrecalentamientos superiores a los admisibles.

Las posiciones de regulación serán siete para los transformadores con tensiones 30/15,75 con una extensión de tomas de $\pm 4 \times 2,5\%$, $-2 \times 2,5\%$ con relación a la principal; los transformadores con tensiones 31,5/6,86 tendrán 10 posiciones siendo éstas $+5 \times 2,5\%$, $-4 \times 2,5\%$; y los transformadores con tensiones 15,75/6,3 tendrán 5 posiciones con una extensión de tomas de $\pm 2 \times 2,5\%$

Se tomarán todas las precauciones necesarias para asegurar el buen funcionamiento en el tiempo del conmutador especialmente en lo que se refiere a la estanqueidad del dispositivo y a los materiales empleados para evitar la presencia de corrosión electroquímica.

3.2.5.2 REGULACION BAJO CARGA

El conmutador de tomas bajo carga será de tipo 'in tank', con corte en vacío, de fabricación MR origen Alemania o ABB origen Suecia

El conmutador de tensión bajo carga estará ubicado en el arrollado primario, conectado en el centro del bobinado para bobinados conectados en triángulo y conectado en el terminal de neutro para bobinados conectados en estrella.

Debe ser previsto para el mando manual, local y a distancia, y debe funcionar automáticamente bajo control de un regulador de tensión que también será suministrado con el transformador.

El conmutador de tensión bajo carga debe equiparse con dispositivos, accesorios y protecciones para evitar operaciones falsas o intempestivas. En particular debe evitarse que al pasar de uno a otro escalón adyacente, el conmutador se detenga en posición intermedia, y que una conmutación una vez iniciada, no concluya. La posición del conmutador de tensión debe ser indicada localmente en forma visible desde el suelo y a distancia.

Para los transformadores con tensiones 60/15,75 kV, las posiciones de regulación serán 25, con una extensión de tomas de $\pm 12 \times 1,25\%$ con relación a la principal y para los transformadores con tensiones 60/31,5 kV las posiciones de regulación serán 17, con una extensión de tomas de $\pm 8 \times 1,25\%$ con relación a la principal.

Para el mando a distancia, la indicación de los puntos del conmutador deberá ser preferentemente mediante un juego de contactos discretos.

El equipo para el mando local del conmutador debe estar instalado en un armario estanco, fijado a la caja del transformador.

El conmutador debe ser para maniobra local a mano, por medio de pulsadores y/o de palanca móvil; y para maniobra a distancia por medio de pulsadores o del regulador automático de tensión. La maniobra local debe excluir, por medio de un selector apropiado, el mando a distancia del conmutador.

La alimentación del motor del conmutador será en corriente alterna 230V, 50 Hz.

El aceite del conmutador debe ser igual al del transformador, debe estar contenido en un recipiente independiente de la cuba del transformador, completo con su tanque de expansión, relé de flujo, válvulas y elemento desecador.

El diseño del conmutador será tal que garantice robustez mecánica y eléctrica durante la operación. El conmutador deberá soportar el pasaje de corrientes permanentes del 200% del valor nominal de la del transformador, sin que se produzcan sobrecalentamientos superiores a los admisibles.

Se tomarán medidas para que sea posible el funcionamiento de dos unidades en paralelo, sea bajo control manual o bajo control del regulador de tensión. Deberán preverse las medidas necesarias para evitar que dos transformadores puedan funcionar en paralelo fuera de paso.

3.2.6 TENSIÓN DE CORTOCIRCUITO

Los valores de la tensión de cortocircuito nominal a la temperatura de referencia de 75°C y para la corriente nominal definida por la toma principal, serán los siguientes:

Transformador tipo	Tensión de cortocircuito
60/30-15	9
60/15-7.5	8
60/15-3.75	8
30/15-10	7
30/15-7.5	7
30/15-3.75	7
30/15-1.5	7
30/15-0.8	7
30/6-10	12
30/6-5	7,15
15/6-1.5	7
15/6-0.8	6

Los valores de la tabla están definidos para la característica ONAN del transformador.

3.2.7 PERDIDAS, CORRIENTE EN VACÍO Y NIVELES DE RUIDO

Los valores máximos para las pérdidas en vacío (100% de tensión nominal) y en carga (a 75°C), la corriente en vacío y los niveles de ruido se indican en la tabla.

Transformador tipo	Pérdidas en carga (kW)	Pérdidas en vacío (kW)	Nivel de ruido Presión acústica dB(A)	Corriente en vacío (% de I nominal)
60/30-15	80	15	70	0,5
60/15-7.5	44	11	68	1
60/15-3.75	40	11	64	1
30/15-10	59	13	68	0,7
30/15-7.5	40	9	68	1
30/15-3.75	26	7	64	0,9
30/15-1.5	16	3	60	0,9
30/15-0.8	10	1,5	58	0,9
30/6-10	59	13	68	0,7
30/6-5	32	8	65	0,9
15/6-1.5	16	3	60	0,9
15/6-0.8	10	1,5	58	0,9

NOTAS:

- Los valores de la tabla están definidos para la característica ONAN del transformador. En particular para el transformador 60/30-15 funcionando con característica ONAF, el nivel de ruido es 72 dB(A).
- Los valores de pérdidas en carga se refieren a la toma nominal. Para los transformadores con tensión primaria máxima 36 kV o menor, las pérdidas en carga en las tomas extremas no aumentarán más de un 10% respecto al valor nominal.
- Las pérdidas en vacío se refieren a todas las tomas.
- Las medidas del nivel de presión acústica se realizarán según la norma IEC 60076-10.
- Todas las tomas estarán diseñadas para trabajar a plena potencia.
- El nivel de ruido y la corriente de vacío son valores máximos y no tienen tolerancia.

3.2.8 APTITUD PARA SOPORTAR CORTOCIRCUITOS

Los transformadores deberán soportar sin daño los efectos de cortocircuitos externos, siendo la potencia aparente del sistema de 1500 MVA para transformadores cuya alta tensión sea de clase 36 kV o menor y de 3000 MVA para los transformadores cuya alta tensión sea de clase 72,5 kV. Deberán soportar en estas condiciones un cortocircuito de duración 3 segundos.

La amplitud de la primera cresta de la corriente asimétrica de ensayo y el cálculo de la temperatura alcanzada por los arrollamientos, se determinará según la norma IEC 60076-5.

3.3 CARACTERÍSTICAS CONSTRUCTIVAS Y DIMENSIONALES

3.3.1 CALIDAD DE LOS MATERIALES

La calidad de todos los materiales utilizados en la construcción de los transformadores (chapas, perfiles, fundiciones, bulonería, etc.) deberá poder soportar en perfectas condiciones el uso previsto para los mismos, durante el tiempo indicado de vida útil, teniendo en cuenta todas las condicionantes como ser, ambientales (ej. buena calidad de la pintura para evitar corrosiones), eléctricas (ej. características adecuadas del cobre para obtener buena conductividad) y mecánicas (ej. características adecuadas de la chapa de la cuba para evitar deformaciones).

3.3.2 NÚCLEO Y ARROLLAMIENTOS

El núcleo de los transformadores será construido por chapas magnéticas de acero al silicio de grano orientado de características anti-envejecimiento, o materiales de calidad superior.

Las chapas serán cuidadosamente preparadas, en forma tal que sean perfectamente lisas, exentas de rebabas en los bordes, y se tomarán las medidas necesarias para que la aislación sea resistente al calentamiento.

Las columnas y los yugos del núcleo estarán provistos de dispositivos de refuerzo y anclaje, estudiados para reducir al mínimo las pérdidas adicionales, usando donde sea necesario, refuerzos y tubos en vidrio resina. Las estructuras de refuerzo y anclaje deberán tener una adecuada resistencia mecánica para evitar el desplazamiento relativo de las chapas en condiciones normales o excepcionales de servicio.

Se preverán conexiones para poner a tierra el núcleo, a través de la cuba del transformador.

Los arrollamientos serán de cobre electrolítico o aluminio. Tendrán aislación uniforme. El aislamiento será de clase A según la norma IEC 60085 o de mayor temperatura de funcionamiento. La aislación del neutro será la misma que la de los terminales de línea.

Las conexiones a los aisladores y conmutadores serán del tipo atornillado y provistos de dispositivos de bloqueos contra vibraciones. Todas las conexiones permanentes serán hechas con soldadura autógena o soldadura en plata. Todas las conexiones intermedias deberán ser rígidamente soportadas, a fin de evitar inconvenientes debidos a las vibraciones.

El diseño será tal que la parte activa pueda ser extraída conjuntamente con la tapa de la cuba mediante izamiento de la misma.

3.3.3 SISTEMA DE EXPANSIÓN DEL ACEITE AISLANTE

Los transformadores y los reguladores en carga deben estar equipados con tanques de expansión montados sobre la cuba: dicho tanque, de chapa soldada, debe ser de tipo apto para el tratamiento en vacío.

La capacidad del tanque de expansión debe permitir la compensación de la variación de volumen del aceite, por variaciones de temperatura y el trasiego de la cantidad necesaria para permitir el desmontaje de los aisladores pasantes.

El sistema de expansión será adecuado y suficiente para que la cuba pueda soportar los efectos de una variación de temperatura del aceite aislante de 100°C, partiendo de una temperatura inicial de 20°C, sin que se produzcan deformaciones permanentes en la misma.

La cañería de conexión entre el tanque de expansión y la cuba tendrá como mínimo una sección de 1 ½". En ella debe incluirse un tramo desmontable, donde será aplicado el relé Buchholz. Dicho tramo debe ser seccionable por medio de válvulas a ambos lados.

El tanque de expansión irá provisto de escotilla para limpieza e inspección, de cáncamos, de válvulas de drenaje y de descarga con grifo para sacar muestras y un respiradero de aire con protección antihigroscópica (silicagel o material equivalente) independiente en cada tanque. Para el caso del uso de silicagel, el indicador de humedad no puede contener cobalto (típico del indicador azul), siendo necesario utilizar otro indicador (ejemplo naranja). Las partículas deben ser de unas dimensiones tales que eviten la formación de una masa uniforme.

Mirando el transformador desde los bornes de alta tensión, el tanque de expansión se debe colocar a la izquierda de la cuba.

3.3.4 PASATAPAS

3.3.4.1 PASATAPAS DE ALTA TENSIÓN

Los pasatapas de alta tensión para los transformadores con tensión máxima de 72,5 kV tendrán las siguientes características:

- Clase: 72.5 kV
- Nivel de impulso: 325 kVcr
- Tensión a frecuencia industrial: 140 kVef
- Línea de fuga mínima: 1.813 mm
- Corriente nominal mínima: 140 A para transformadores 60/15,75kV y 250 A para transformadores 60/31,5 kV

Los pasatapas de alta tensión para los transformadores de tensión máxima de 36 kV o menor serán de acuerdo a lo indicado en la tabla.

Tensión máxima del equipamiento (kV)	Pasatapas de alta tensión		Transformador tipo
	Norma	Designación	
36	DIN 42531	DT30Nf250	30/15-7.5 30/15-3.75 30/15-1.5 30/15-0.8 30/6-5
36	DIN 42532	DT30Nf630	30/15-10 30/6-10
17,5	DIN 42531	DT20Nf250	15/6-1.5 15/6-0.8

Los transformadores se suministrarán con la pieza de acoplamiento plana, tuercas y arandelas y sin cuernos de descarga. Los pasatapas del tipo DT30Nf630 se suministrarán con sus paletas rectangulares de conexión DP630 de acuerdo a la norma DIN 43675. Los pasatapas de clase 72.5 kV se suministrarán con paletas de conexión verticales con agujeros para conectar terminales de ojal M12 de cobre.

Los neutros de los arrollamientos serán accesibles y dimensionados para la misma tensión y corriente que las fases de los arrollamientos a que pertenecen.

3.3.4.2 PASATAPAS DE BAJA TENSIÓN

Los pasatapas de baja tensión corresponderán a los tipos que se indican en la tabla.

Transformador tipo	Norma	Designación
60/30-15	DIN 42532	DT30Nf630
60/15-3.75 30/15-3.75 30/15-1.5 30/15-0.8	DIN 42531	DT20Nf250
60/15-7.5 30/15-10	DIN 42532	DT20Nf630

30/15-7.5		
30/6-10	DIN 42533	DT10Nf2000
30/6-5	DIN 42533	DT10Nf630
15/6-1.5	DIN 42531	DT10Nf250
15/6-0.8		

Los transformadores se suministrarán con la pieza de acoplamiento plana, tuercas y arandelas y sin cuernos de descarga. Los pasatapas que se mencionan se suministrarán con sus paletas rectangulares de conexión de acuerdo a norma DIN 43675 según se indica:

- DT10Nf630: paleta DP630
- DT20Nf630: paleta DP630
- DT30Nf630: paleta DP630
- DT10Nf2000: paleta FP2000

Los neutros de los arrollamientos serán accesibles y dimensionados para la misma tensión y corriente que las fases de los arrollamientos a que pertenecen.

3.3.5 DESIGNACIÓN DE LOS BORNES

Mirando el transformador desde el lado de alta tensión, los bornes de alta tensión se designarán, de izquierda a derecha, por los símbolos siguientes:

(N) - 1U - 1V - 1W

Mirando el transformador desde el lado de alta tensión, los bornes de baja tensión se designarán, de izquierda a derecha, por los símbolos siguientes:

(N) - 2U - 2V - 2W

A efectos de una mejor identificación, el aislador correspondiente al neutro será de un color diferente a los aisladores de las fases.

Todos los símbolos estarán marcados sobre la tapa de la cuba en forma indeleble, incluso a la intemperie, preferentemente en relieve y pintados de rojo.

Tendrán una altura mínima de 20 mm y un ancho mínimo de 4 mm. No se permitirán marcaciones que posibiliten problemas puntuales de corrosión (ej. chapas solamente soldadas en las esquinas).

3.3.6 CUBA Y TAPA

La cuba del transformador será construida con láminas soldadas de acero reforzadas. Las soldaduras de la cuba serán dobles, de manera tal de asegurar una adecuada resistencia mecánica y un perfecto sellado del aceite.

La cuba será del tipo autoclave, para permitir el tratamiento del aceite bajo vacío y será resistente, sin deformarse, a una presión manométrica de 1 Kg/cm² aplicada en su punto más alto, cuando el transformador esté lleno de aceite.

La cuba, incluyendo la tapa debe ser apta para ser llenada con aceite con o sin vacío.

Entre el núcleo arrollado y el fondo de la cuba debe dejarse un espacio suficiente para recoger los sedimentos.

Deben proveerse para las cubas del transformador de las siguientes válvulas:

- Válvula de seguridad mecánica
- Válvulas de drenaje
- Válvulas para el tratamiento del aceite con diámetro mínimo de 1 ½"
- Válvulas para el vacío
- Grifos para sacar muestras de aceite, uno en la parte alta y uno en la parte baja de la cuba

La tapa de la cuba será diseñada en forma tal de evitar que se acumulen exteriormente sobre ella depósitos de agua y de permitir el fácil escape de gases al relé Buchholz. La tapa debe resistir, sin deformaciones, al llenado de aceite bajo vacío. La unión con la cuba será abulonada, con interposición de junta resistente al aceite caliente.

Se preverán ventanillas de inspección en la tapa para permitir el acceso y cualquier operación de mantenimiento en la parte alta de las conexiones de los arrollamientos, o en la parte baja de los aisladores luego de haber bajado el nivel de aceite. Se tomarán medidas para el fácil desmontaje de los aisladores, sin remover la tapa de la cuba.

Todas las conexiones mecánicas serán atornilladas con empaquetaduras resistentes al aceite, y deberán ser estancas bajo el vacío y la sobrepresión previstas.

La cuba debe ser provista de cáncamos de levantamiento para levantar el transformador completo lleno de aceite. La tapa debe ser provista con cáncamos de levantamiento para extracción y desencubado de la parte activa.

Se dispondrá de un borne y conector accesibles para la puesta a tierra de la cuba, que asegure una conexión eficiente de un conductor de cobre de sección mínima de 50 mm² sin requerir ningún otro terminal adicional.

3.3.7 ACEITE AISLANTE

Las características del aceite nuevo, antes de llenar el transformador, serán del tipo U –20°C de acuerdo a la Norma IEC 60296.

Los valores límite del aceite extraído del transformador, antes de someterse a carga alguna, serán los indicados en la tabla.

Características	Valor límite	Método de ensayo
Tensión de ruptura dieléctrica	$\geq 50 \text{ kV}$	IEC 60156
Tensión interfásica	$\geq 30 \times 10^{-3} \text{ N/m}$	ISO 6295
Contenido en agua	$\leq 20 \text{ mg/Kg}$	IEC 60733
Nº de neutralización	$\leq 0,03 \text{ mg}^{\text{KOH}}/\text{g}$	IEC 60296
Factor pérdidas dieléctricas a 90°C (tg δ)	$\leq 0,015$	IEC 60247
PCB (Polychlorinated Biphenyl)	$< 2 \text{ ppm}$	ASTM D4059

3.3.8 EQUIPOS DE PROTECCION, SEÑALIZACION, MEDIDA Y ACCESORIOS

Cada transformador debe ser provisto de equipos de protección, señalización y medida que transmitirán su acción a distancia al local de control.

Las indicaciones de alarma y disparo deben ser transmitidas mediante señal de polaridad positiva. El poder de interrupción de los contactos no debe ser inferior a 0,5 A en el caso de los relés primarios, y a 5 A en el caso de los relés auxiliares de desconexión.

Las protecciones que traen consigo indicaciones de alarma y disparo deben tener líneas de alimentación y contactos separados para cada fin. Los circuitos de disparo deben ser directos y sin interferencias con equipos destinados a otros fines.

Los equipos no podrán tener mercurio, en particular ni los termómetros ni los contactos.

Se indican en la tabla siguiente el tipo y el número de los equipos de protección, señalización y medida, a instalarse en los transformadores y para cada uno de estos equipos, el número de contactos de disparo y alarma a conectarse a la bornera del armario del transformador para transmisión a distancia.

Protección	Cantidad de contactos disponibles
Indicador del nivel de aceite del transformador	Nivel máximo 1 Nivel mínimo 1
Relé de imagen térmica	Alarma mal funcionamiento 1 Alarma por temperatura 1 Ventilación forzada 1 Disparo por temperatura 1
Termómetro	Alarma mal funcionamiento 1 Alarma por temperatura 1 Disparo por temperatura 1
Relé Buchholz de cuba del transformador	Alarma 1 Disparo 1
Válvula de seguridad	Alarma 1
Indicador del nivel de aceite del conmutador bajo carga (si corresponde)	Nivel máximo 1 Nivel mínimo 1
Relé de flujo de conmutador bajo carga (si corresponde)	Disparo 1
Válvula de seguridad de conmutador bajo carga (si corresponde)	Alarma 1

3.3.8.1 INDICADOR DE NIVEL DE ACEITE

Serán del tipo a cuadrante con contactos eléctricos de alarma y deben ser montados en posición fácilmente visible desde el suelo.

3.3.8.2 RELES DE TEMPERATURA (TERMOMETRO E IMAGEN TERMICA)

El termómetro y el relé de imagen térmica pueden ser instrumentos separados o ser uno solo. En caso que sea un solo instrumento debe ser posible la visualización de las dos temperaturas en forma simultánea.

Los relés de temperatura serán microprocesadas, y calculará la temperatura de bobinado a partir de un sensor de temperatura que da la temperatura de aceite y de un transformador de corriente que da el estado de carga.

El sensor de temperatura será suministrado como parte del relé, y será un Pt100 con 3 o 4 conexiones para compensación de caída de tensión en su conexión, con cable de al menos 5 m de largo para colocarlo en la parte superior de la cuba, por lo cual deberán ser resistentes al aceite mineral.

El relé se suministrará con una envolvente para instalación intemperie y tendrá incorporada una resistencia de calefacción para evitar condensación de humedad dentro de la misma, además tendrá previsto un sistema de sujeción que permita mantener el grado de protección IP65.

Esta envolvente podrá ser el propio armario del transformador o ser una envolvente individual y los visores de los instrumentos deberán ser visibles desde el exterior sin necesidad de llave.

Dispondrá de visor digital que permita ver la temperatura actual del aceite y la calculada del bobinado, con al menos un rango de 0° a 140°C.

El cálculo de la temperatura del bobinado dará la temperatura del punto más caliente del bobinado, de acuerdo a la IEC 60076-7, por lo cual serán totalmente configurable en sitio para adaptarlas al transformador en donde se instalarán.

Los disparos y alarmas por aumento de temperatura en el aceite y en el bobinado, así como el contacto para gobernar la ventilación forzada serán regulables entre 60° y 120°C.

Dispondrá por lo menos los siguientes contactos secos tipo normal abierto (NA):

- alarma por temperatura elevada del aceite
- alarma por temperatura elevada del bobinado
- disparo por temperatura elevada del aceite
- disparo por temperatura elevada del bobinado
- comando para ventilación forzada
- alarma por mal funcionamiento de la imagen térmica y por desconexión de Pt100

El relé de imagen térmica deberá estar completo, con transformador de corriente tipo bushing y accesorios. El transformador de corriente será montado en la fase central del lado primario, con potencia de precisión no inferior a 20 VA (clase 1, normas IEC).

La vaina para alojamiento de la Pt100 estará montada sobre la tapa del transformador, y tendrá un largo interno mínimo de 200 mm y la conexión a la Pt100 será a través de una rosca macho 1/2" BSP.

El instrumento deberá poseer comunicación con el exterior a efectos de permitir telecontrol al menos mediante protocolo de comunicación DNP 3.0 serial nivel 2 sobre puerto RS485. A su vez la inclusión de un puerto USB para configuración y lectura de datos y protocolo Modbus RTU.

En el caso de disponer facilidades de registro y de programación mediante puerto serie RS232, se cotizará en forma independiente los accesorios y software necesarios para utilizar dichas facilidades.

Para el caso específico de los repuestos:

- el relé de imagen térmica incluye el instrumento, el cable y la Pt100, pero no el transformador de corriente.
- se debe incluir una envolvente exterior

3.3.8.3 TERMINALES DE PUESTA A TIERRA

Todas las cubas llevarán dos terminales de puesta a tierra, situadas en la parte inferior derecha de cada una de las caras de mayores dimensiones. Cada terminal estará previsto para prensar cable de cobre de 16 a 50 mm² de sección y será resistente a la corrosión y estarán debidamente señalizados.

3.3.8.4 RUEDAS PARA EL DESPLAZAMIENTO, GATOS Y GANCHOS

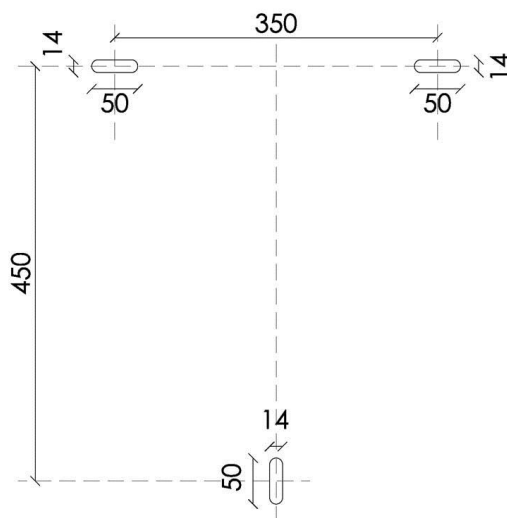
Todos los transformadores tendrán ruedas orientables con pestañas, de trocha 1435 mm, con planchas para gatos de levantamiento y ganchos de remolque en ambas direcciones.

Las dimensiones externas de las ruedas serán de acuerdo a la norma DIN 42561, en función del peso del transformador.

3.3.8.5 ARMARIOS

Exteriormente a la cuba de los transformadores estarán colgados los siguientes armarios:

- Armario del Transformador. Este armario alojará las borneras de conexión para todos los equipos instalados en el transformador, que actúan señalizaciones, protecciones y alarmas a transmitirse a distancia al local de control de la estación, así como los cables de control y de potencia de baja tensión del cableado externo al transformador. Mirando el transformador desde los bornes de alta tensión, el tablero se debe ubicar a la izquierda, debajo del tanque de expansión. La tensión de alimentación de las protecciones será de 110 V +10%, -15% DC y la tensión del equipamiento auxiliar (lámpara, termostato, etc) de 230 V +6%, -14% CA. Todas las borneras de salida deberán ubicarse del mismo lado. Las dimensiones internas mínimas del armario serán 600 mm de alto por 500 mm de ancho. Los tableros deberán estar de acuerdo a los planos contenidos en el anexo. En la cuba del transformador deberán ubicarse los soportes sobre los cuales se fija el armario de acuerdo al siguiente esquema:



- Armario del conmutador bajo carga. Este armario alojará los siguientes equipos y dispositivos:
 - selector local-remoto del mando del conmutador
 - protecciones, mando local y señalizaciones locales del conmutador visibles desde el suelo
 - borneras de conexión para el mecanismo de accionamiento del conmutador y para los cables de control y de potencia de baja tensión que van al local de control de la estación. Serán efectuadas entre dichas borneras y los dispositivos y equipos del mecanismo de accionamiento del conmutador todas las conexiones que se precisan para permitir señalización de posición y mando a distancia del conmutador. Serán transmitidas a distancia también las alarmas actuadas por las intervenciones de las protecciones del mecanismo de accionamiento.

Tales armarios deben ser para intemperie, de láminas de acero soldadas, perfectamente lisas y resguardadas externamente, de modo de evitar el estancamiento de agua; además estarán exentos de cualquier saliente o cavidad que pueda favorecer la formación de nidos de insectos.

Los armarios deben tener puerta con llave y conjuntas de goma o material sintético, para asegurar la perfecta estanqueidad y para evitar la entrada de polvo, agua y humedad. La traba de la puerta del armario deberá ser mediante un pestillo y no directamente con la llave.

Cada uno de los armarios se equipará con calefactor y correspondiente termostato regulable para evitar condensación interior.

Las características de los bornes deben ser de acuerdo a la norma NO-DIS-MA-7507.

3.3.8.6 REGULADORES DE TENSION

El regulador de tensión debe permitir las siguientes funciones:

- selección de la tensión regulada entre el 90% y 110% del valor de la tensión nominal, mediante ajuste continuo
- bloqueo de las funciones de regulación para bajos valores de tensión, con ajuste al 70-90% de la tensión nominal

- bloqueo de las funciones de regulación, para valores de corriente de 2 veces la corriente nominal
- compensación de la caída de tensión debida a la carga

La sensibilidad del regulador debe ser variable del 1% al 5%. La operación del regulador se producirá cuando la variación de tensión supere la sensibilidad seleccionada durante un tiempo ajustable.

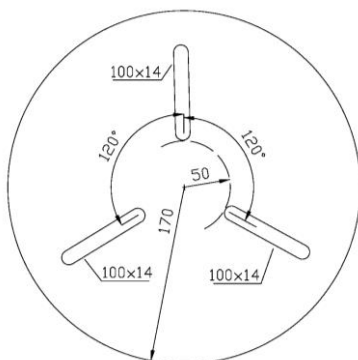
La tensión y corriente de control del regulador de tensión deben ser 100 V y 5 A, 50 Hz.

Los equipos para la variación automática de tensión, exceptuando los transformadores de tensión y de corriente, deben incluirse junto con el transformador.

3.3.8.7 DISPOSITIVO DE FIJACIÓN DE DESCARGADORES

Los transformadores deberán poseer enfrente a cada aislador un apoyo solidario a la cuba, para la colocación de descargadores. Las dimensiones mínimas de dichos apoyos deben ser:

- para tensiones menores o iguales a 17,5 kV: una superficie libre de las dimensiones indicadas en el dibujo.



- para tensiones mayores a 17.5 kV: una superficie cuadrada ciega de 350 x 350 mm.

3.3.8.8 TANQUE DE NITRÓGENO O AIRE SECO LICUADO

Para asegurar la estanqueidad de la cuba desde la salida de fábrica hasta su puesta en funcionamiento, se conectará la cuba a un balón de nitrógeno o aire seco licuado, con válvula reductora regulable de presión, de forma tal que en todo momento la presión relativa sea positiva. A ambos lados de la válvula se dispondrán manómetros. Estos tanques de nitrógeno o aire seco deberán ser recargables y quedarán luego en poder de UTE.

3.3.8.9 SEÑALIZACIÓN DE NO CONTENIDO DE PCB

En la tapa del transformador se colocará una señalización de 60 mm de ancho por 60 mm de alto, con la inscripción de la figura y en color negro.



La señalización podrá realizarse mediante un adhesivo resistente a la intemperie o marcados sobre la tapa de la cuba en forma indeleble. No se permitirán marcaciones que posibiliten problemas puntuales de corrosión (ej. chapas solamente soldadas en las esquinas).

3.3.9 SISTEMA DE ENFRIAMIENTO

Los transformadores deben tener sistema de enfriamiento ONAN, a menos que se indique expresamente que es ONAF.

Los radiadores deben ser fácilmente desmontables para las operaciones de reparación y limpieza, deben conectarse a la cuba del transformador mediante bridas y válvulas de exclusión y deben ser previstos para el mismo grado de vacío que la cuba.

Dichas conexiones no deben intervenir o impedir el levantamiento del núcleo, y deben permitir la remoción de un radiador sin necesidad de vaciar el aceite de la cuba.

Cada radiador debe estar provisto de un cáncamo, de un tapón inferior para descargar el aceite y de un tapón superior para el escape del aire. Para cada una de las conexiones mencionadas debe suministrarse una brida ciega, a prueba de aceite, para emplearse cuando se quite el radiador.

Los radiadores deben ser proyectados de modo de soportar sin daño vibraciones, impedir acumulación de sedimentos, y ser accesibles para limpieza y pintura (cuando corresponda). Además deben construirse de forma que eviten el depósito de agua en las superficies externas que permitan la descarga total del aceite, e impidan la acumulación de burbujas de gas durante el relleno de la cuba.

El número de radiadores debe ser tal que sea posible el funcionamiento de los transformadores al 80% de la carga nominal con un radiador fuera de servicio.

Los radiadores serán galvanizados por inmersión en caliente.

3.3.10 SISTEMA DE VENTILACION FORZADA

A menos que sea pedido expresamente el sistema de ventilación forzada no forma parte del suministro, pero todos los transformadores deberán estar diseñados para soportar un funcionamiento ONAF con un aumento de potencia del 33%.

Se entiende como sistema de ventilación forzada al conjunto formado por los ventiladores y los equipos de comando y control asociados a los mismos, y el mismo deberá permitir aumentar la potencia nominal del transformador en un 33%.

El conjunto está formado por los ventiladores, motores, tablero, llaves termomagnéticas, relés, cableado a equipos, elementos de fijación, calefactor y todo otro elemento necesario para una adecuada operación del mismo.

El sistema de mando y control será del tipo al indicado en la norma de la NBR 9368, con el diagrama establecido para control de ventilación forzada hasta 7 ventiladores, aunque puedan ser requeridos más ventiladores:

- Llave general del circuito de alimentación de los ventiladores.
- Tensión de alimentación 230 V, trifásico y de frecuencia 50 Hz.

- Deberá poseer un tablero independiente, de las mismas características que el armario para el transformador, y estar equipados con iluminación, calefactor y correspondiente termostato regulable para evitar condensación interior. El tablero deberá poseer una bornera donde se realicen todas las conexiones de entradas y o salidas involucradas.
- Los circuitos de comando, iluminación, calentamiento y toma de tensión deben poseer protección contra sobrecorrientes mediante llave termomagnéticas.
- Se deberá señalar el funcionamiento de los ventiladores y la existencia de sobrecargas de los mismos mediante contactos sin tensión.
- Protección térmica para cada ventilador, con protección de falta de fase con ajuste que permita que una caída de tensión no aceptable haga actuar el relé por sobrecarga.
- Protección contra cortocircuitos para cada ventilador mediante llaves termomagnéticas.
- Los ventiladores se deberán poder operar en forma manual (ubicación local y remota) y en forma automática a través de un contacto del relé de imagen térmica.
- Los niveles de temperaturas de arranque y parada automático de los ventiladores deberán ser ajustables a través del relé de imagen térmica.
- Los ventiladores deberán poseer las siguientes características:
 - Número máximo de ventiladores: 8
 - Motor: aislación Clase B y Clase de Protección IP55
 - Material del rotor y palas del ventilador: aluminio
 - Material de la carcasa del ventilador: hierro cincado en caliente
 - Grado de protección de la envolvente de las palas: IP20
 - Placa de características donde se indique potencia (kW), caudal de aire (m^3/s), tensión (V) y frecuencia de alimentación (Hz), velocidad de giro (rpm) y sentido de giro (rpm).

3.3.11 TROPICALIZACION, PROTECCIÓN CONTRA LA CORROSIÓN Y COLOR DE LA PINTURA

Los transformadores y sus accesorios serán aptos para ser transportados, depositados y operados bajo condiciones tropicales de alta temperatura y humedad, lluvias abundantes y ambiente propicio a la propagación de hongos.

El proceso de tropicalización será responsabilidad del fabricante. Las telas, corcho, papel etc. que deban protegerse por impregnación deberán tratarse con un fungicida. No deben usarse telas impregnadas en aceite de linaza o barniz de aceite de linaza.

Las superficies y dispositivos externos de los transformadores y las internas que no estén sumergidas en el aceite aislante, llevarán una adecuada protección anticorrosiva, que será además resistente a la acción del aceite empleado.

En particular las superficies externas serán pintadas de acuerdo a lo especificado en la presente norma.

Los bulones y tuercas de fijación de la tapa del transformador, los herrajes de fijación de los aisladores pasantes y los soportes de los transformadores serán construidos de material resistente a la corrosión o cincados por inmersión en caliente, de acuerdo a lo especificado en la presente norma.

3.3.11.1 CINCADO

Las superficies cincadas lo serán por inmersión en caliente en conformidad con la norma NO-DIS-MA-2205 Cincado.

3.3.11.2 PINTURA

En cuanto a la pintura del transformador se procederá en todo de conformidad a la norma NO-DIS-MA-2201 Pintura para transformadores.

El color de la pintura de la capa exterior será RAL 7035.

3.3.12 DIMENSIONES MÁXIMAS

Las dimensiones máximas, incluidas las partes más salientes, serán las indicadas en la tabla. Se incluyen además los pesos máximos recomendados, incluyendo el aceite aislante.

Transformador Tipo	Largo (m)	Ancho (m)	Altura (m)	Descentrado (m)	Volumen máximo aceite (m ³)	Peso total (T)
60/30-15	5,7	4,4	4,5	2,9	12,6	35
60/15-7.5	5,2	4,4	4,5	2,6	12,6	27
60/15-3.75	4,2	4,4	4,3	2,6	12,6	25
30/15-10	3,8	4,4	4,0	1,9	9	25
30/15-7.5	3,8	4,4	4,0	1,9	9	23
30/15-3.75	3,0	3,5	3,7	1,9	9	15
30/15-1.5	2,8	2,2	3,2	1,9	9	8
30/15-0.8	2,2	1,6	2,7	---	9	5,8
30/6-10	4,6	4,2	4,0	2,3	9	28
30/6-5	3,3	3,8	3,8	2,3	9	18
15/6-1.5	2,8	2,2	3,2	1,4	9	8
15/6-0.8	2,2	1,6	2,7	---	9	5,8

NOTA:

- se considera el largo del transformador la medida en el sentido de los aisladores
- el descentrado es la máxima distancia en el largo entre el centro de la trocha y el borde exterior del transformador

En el sentido del ancho, el transformador deberá ser simétrico respecto al centro de la trocha.

3.3.12.1 DISTANCIAS ENTRE EJES DE PASATAPAS

La distancia mínima entre ejes de pasatapas en su extremo superior será de 275 mm.

3.3.12.2 DISTANCIAS MÍNIMAS FASE-FASE Y FASE-TIERRA

Las distancias mínimas en aire fase-fase y fase-tierra que podrán tener los transformadores serán las siguientes:

Tensión máxima del equipamiento (kV)	Distancia mínima (mm)
7,2	90
17,5	170
36	280
72,5	630

La distancia mínima fase-tierra también se debe cumplir para la distancia entre la proyección horizontal de los elementos con tensión y el perímetro del transformador.

3.3.12.3 ALTURA MÍNIMA DE SEGURIDAD

Las alturas mínimas de seguridad desde el piso a partes con tensión de cada bobinado que pueden tener los transformadores serán las siguientes:

Tensión máxima del bobinado (kV)	Potencia del transformador (MVA)	Altura mínima (m)
7,2	< 7,5	1,6
	≥ 7,5	2,5
36	< 7,5	1,7
	≥ 7,5	2,6
72,5	< 7,5	2,0
	≥ 7,5	2,9

3.3.13 SOPORTABILIDAD AL IMPACTO

Los transformadores deberán ser diseñados para soportar impactos de 4g en cualquiera de los 3 ejes (longitudinal, axial, vertical).

4.- IDENTIFICACIÓN

Todos los transformadores llevarán una placa de características. Esta placa debe poder fijarse con bulones metálicos a cualquiera de las dos caras de mayores dimensiones del transformador. Para ello se colocarán, en ambas caras, los soportes adecuados.

La placa de características estará constituida por un material resistente a la intemperie (p.e. acero inoxidable) y todas las inscripciones serán grabadas (no se admiten placas con inscripciones pintadas o método similar)

Deberá contener las indicaciones siguientes:

- Transformador trifásico 50 Hz
- Nombre del fabricante
- Número de fabricación
- Año de fabricación
- Potencia nominal
- Tensiones nominales
- Corrientes nominales
- Pérdidas en carga y en vacío, a la tensión nominal
- Símbolo del grupo de conexión
- Tensión de cortocircuito a corriente nominal y 75°C
- Impedancia homopolar
- Tipo de refrigeración: ONAN
- Esquema de conexiones
- Nivel de aislamiento (a 50 Hz y a impulsos)
- Peso total
- Peso del aceite aislante
- Peso total del papel y cartón aislante
- Calentamiento
- Sobrepresión y vacío que es capaz de soportar la cuba
- Datos sobre tomas distintas de la principal
 - Potencia
 - Tensión en vacío
 - Corriente
- Presión absoluta de vacío que soporta la cuba
- Número de licitación de UTE
- Fecha de vencimiento de la garantía

- Medida del punto de rocío (%)

Además se grabará también en la tapa del transformador, junto al neutro, la identificación del fabricante y el número de fabricación.

5.- ENSAYOS

Las condiciones generales y procedimientos para efectuar los ensayos se ajustarán a lo establecido en las normas IEC 60076, excepto para aquellos en los que se indica expresamente la norma de aplicación.

UTE se reserva el derecho de repetir cualquiera de los ensayos de recepción o de tipo por su cuenta, en laboratorios propios o de terceros, reservándose el derecho de responsabilizar al fabricante por eventuales discrepancias entre los resultados obtenidos.

El protocolo de los ensayos de rutina deberá contener al menos la siguiente información:

- Identificación del fabricante
- Fecha de los ensayos
- Firma del responsable de laboratorio
- Normas de aplicación
- Características del transformador: potencia, tensión nominal primaria y secundaria, grupo de conexión, frecuencia
- Resistencia de los arrollamientos en todas las tomas, indicando los puntos de medida (fase-fase o fase-neutro y toma del conmutador) con su temperatura correspondiente, valor corregido a la temperatura de referencia.
- Pérdidas en el cobre: medida efectuada en la toma principal con su correspondiente temperatura, valor corregido a temperatura de referencia, valor garantizado
- Tensión de cortocircuito: valor obtenido con su correspondiente temperatura, valor a la temperatura de referencia, valor garantizado
- Pérdidas en vacío: medida efectuada con su correspondiente temperatura, valor a temperatura de referencia, valor garantizado
- Corriente de vacío: medida efectuada, pasaje a porcentaje, valor garantizado
- Pérdidas totales: valor a temperatura de referencia, valor garantizado
- Relación de transformación: para todos los puntos del conmutador valor teórico de la relación, valor medido y error correspondiente
- Tensión aplicada: tensión, tiempo de aplicación y resultado
- Tensión inducida: tensión y frecuencia aplicada, tiempo de aplicación y resultado
- Estanqueidad: presión, tiempo de aplicación y resultado
- Resistencia de aislación: tensión y tiempo de aplicación con su correspondiente temperatura, valores medidos
- Ensayos de aceite: valores obtenidos para cada ensayo
- Pintura: espesores medidos y resultado del ensayo de adherencia
- Cincado: espesores medidos y resultado del ensayo de Preece

- Funcionamiento de accesorios: identificación del accesorio y resultado del ensayo

En todos los casos que existan medidas involucradas se deberá indicar la unidad de medida.

5.1 ENSAYOS DE TIPO

UTE definirá en cada caso si se deben realizar todos o algunos de los ensayos de tipo previstos.

En caso de falla de alguno de los ensayos realizados, UTE podrá admitir bajo su aprobación, y en presencia del inspector designado, que el fabricante repare o modifique parte del equipo a efectos de someter el transformador nuevamente al ensayo no superado y a todos los ensayos que eventualmente puedan tener incidencia o estar relacionados.

En caso de obtener resultados satisfactorios en este segundo ensayo, deberán realizarse todas las reparaciones o modificaciones del caso en todas las unidades del mismo modelo.

En caso de que el transformador vuelva a fallar durante el segundo ensayo, UTE considerará rechazada la partida.

Se dejará constancia en los protocolos de ensayo de las eventuales fallas ocurridas durante los ensayos de tipo así como las correcciones que se efectúen.

Comprenden los siguientes:

5.1.1 ENSAYO DE CALENTAMIENTO

5.1.2 ENSAYO DE TENSIÓN DE IMPULSO TIPO RAYO NORMALIZADO

5.1.3 APTITUD PARA SOPORTAR CORTOCIRCUITO

Ensayo según IEC 60076-5, con un factor de 2,55 de asimetría. El protocolo del ensayo de aptitud de cortocircuito debe incluir fotos de la parte activa y planos completos del transformador ensayado.

5.1.4 ENSAYOS DE LAS CARACTERÍSTICAS DEL ACEITE AISLANTE

Se comprobarán las características del punto 3.3.7.

5.1.5 ENSAYO DE CALIDAD DEL CINCADO (NO-DIS-MA-2205)**5.1.6 ENSAYOS DE LA PINTURA (NO-DIS-MA-2201)****5.1.7 MEDIDA DEL NIVEL DE RUIDO****5.1.8 VERIFICACIÓN DE LA CONFORMIDAD CON LOS PLANOS CONSTRUCTIVOS PRESENTADOS POR EL FABRICANTE****5.1.9 PRUEBAS SOBRE AISLADOR****5.1.10 ENSAYOS SOBRE EL CONMUTADOR****5.1.10.1 CALENTAMIENTO****5.1.10.2 CORRIENTE DE CORTOCIRCUITO****5.1.10.3 ENDURANCIA MECANICA****5.1.10.4 PODER DE CORTE (CONMUTADOR EN CARGA)****5.1.10.5 IMPEDANCIA DE PASO (CONMUTADOR EN CARGA)****5.1.10.6 ESTANQUEIDAD****5.1.10.7 TENSION APLICADA****5.1.10.8 IMPULSO****5.2 ENSAYOS DE RUTINA**

Serán efectuados por el fabricante sobre cada uno de los transformadores que componen un lote, debiendo facilitar a UTE los correspondientes protocolos antes de realizarse los ensayos de recepción.

Comprenden los siguientes:

5.2.1 MEDIDA DE LA RESISTENCIA ÓHMICA DE LOS ARROLLAMIENTOS EN TODAS LAS TOMAS, REFERIDA A 75°C

Se efectuarán las medidas de las resistencias de los arrollamientos para la baja tensión y para la alta tensión en todos los puntos del conmutador. En caso de tener neutro accesible, las medidas serán entre fase y neutro, y en caso contrario entre fase y fase. La variación máxima permitida entre las diferentes medidas para un mismo transformador será de un 5%.

5.2.2 MEDIDA DE LA RELACIÓN DE TRANSFORMACIÓN EN CADA TOMA Y VERIFICACIÓN DEL GRUPO DE CONEXIONES**5.2.3 MEDIDA DE LAS PÉRDIDAS Y DE LA CORRIENTE EN VACÍO A 90, 100 y 110 % DE TENSIÓN NOMINAL Y EN LA TOMA PRINCIPAL****5.2.4 MEDIDA DE LAS PÉRDIDAS DEBIDAS A LA CARGA EN LA TOMA PRINCIPAL Y EN LOS EXTREMOS, REFERIDAS A 75°C****5.2.5 MEDIDA DE LA TENSIÓN DE CORTOCIRCUITO EN LA TOMA PRINCIPAL Y EN LOS EXTREMOS, REFERIDA A 75°C****5.2.6 ENSAYO DE TENSIÓN APLICADA A FRECUENCIA INDUSTRIAL**

El circuito para la realización del ensayo deberá poseer un amperímetro visible, de una sensibilidad adecuada, que mida la corriente consumida por el transformador durante el ensayo.

5.2.7 ENSAYO DE TENSIÓN APLICADA A FRECUENCIA INDUSTRIAL PARA CIRCUITOS AUXILIARES

Se aplican 2 kV durante un minuto entre los bornes en tensión y el chasis. En caso que haya equipamiento electrónico auxiliar que no lo soporte, se pueden aplicar tensiones menores a criterio de UTE.

5.2.8 ENSAYO DE TENSIÓN INDUCIDA.

El circuito para la realización del ensayo deberá poseer un amperímetro visible, de una sensibilidad adecuada, que mida la corriente consumida por el transformador durante el ensayo.

5.2.9 VERIFICACIÓN DEL FUNCIONAMIENTO DEL CONMUTADOR DE TOMAS, PROTECCIONES Y DE LOS ACCESORIOS.

Para el conmutador sin tensión se realizarán dos ciclos completos y para el conmutador bajo carga diez ciclos completos, no debiendo registrarse falla.

5.2.10 ENSAYO DE SECUENCIA DEL CONMUTADOR BAJO CARGA (IEC 60214-1).**5.2.11 ENSAYO PRESION Y VACÍO DEL CONMUTADOR BAJO CARGA (IEC 60214-1).****5.2.12 ENSAYOS DE ACEITE**

Se comprobarán las características del Apartado 6, especialmente el contenido de PCB. Las muestras de aceite se tomarán de la parte inferior de la cuba.

5.2.13 VERIFICACIÓN DE LA APLICACIÓN DE PINTURA (NO-DIS-MA-2201).

5.2.14 ENSAYO DE SOBREPRESION Y DE VACIO.

Prueba de presión sobre el transformador completo lleno de aceite, con una presión manométrica de 0,7 Kg/cm² durante 24 horas o 1,05 Kg/cm² durante 6 horas, aplicada al tope del tanque para comprobar la resistencia mecánica y la estanqueidad. Se efectuará además una prueba de resistencia al vacío, llevándose a una presión absoluta de 50 mm de mercurio al interior.

5.2.15 MEDIDA DE IMPEDANCIA HOMOPOLAR.

Medida de la impedancia de secuencia cero en la posición principal.

5.2.16 MEDIDA DEL CONTENIDO DE HUMEDAD EN LA AISLACIÓN

El ensayo se realizará mediante el Método del Dew Point (punto de rocío), tomando un valor máximo admisible para el contenido de humedad del 1.0 % en peso.

5.2.17 CINCADE (NO-DIS-MA-2205)

5.2.18 RESISTENCIA DE AISLACIÓN

Los ensayos se realizan MT/BT+masa, MT/BT y BT/MT+masa. Cada uno de los ensayos se realizará con 5000 V durante 1 minuto, debiendo los valores ser mayores a 1000 MΩ a 20°C. Los valores deberán ser estables y sin pérdida de resistencia de aislación en el tiempo.

5.3 ENSAYOS DE RECEPCIÓN

Salvo acuerdo en contrario, los ensayos a efectuar en la recepción de transformadores se llevarán a cabo en los laboratorios del fabricante.

UTE podrá optar por designar un inspector que presenciara los ensayos de rutina o por repetir estos ensayos, en las mismas condiciones que la primera vez, sobre el 100% de la partida, en presencia del inspector designado.

Se exigirá los protocolos de los ensayos de porosidad y choque térmico de los aisladores.

Como ensayo de recepción se realizarán los siguientes ensayos:

- repetición de los ensayos de rutina sobre la muestra
- ensayo de impulso sobre toda la muestra (una reducida y una plena por fase)
- ensayo de calentamiento sobre un transformador de cada tipo (se verificará la capacidad de sobrecarga ONAF)
- inspección visual de la parte activa
- ensayo de análisis de respuesta en frecuencia
- verificación del registrador de impacto

Respecto al ensayo de análisis de respuesta en frecuencia se deberán entregar los protocolos y los datos base obtenidos en la medida a efectos de poder comparar con medidas realizadas con otro equipamiento.

La verificación del registrador de impacto consiste en una demostración de la ubicación y su funcionamiento, e incluye la entrega de todo el software y hardware necesario para la descarga de los registros.

La inspección visual de la parte activa se realiza sobre un transformador del lote, y consiste en la comprobación de al menos los siguientes puntos:

- correspondencia con diseños aprobados (fotos y planos)
- uniformidad de producción
- calidad de ejecución
- calidad de las soldaduras
- firmeza de las conexiones al conmutador
- firmeza de las conexiones de baja tensión
- parte activa apoyada en fondo de cuba
- limpieza del aceite
- adherencia de pintura interior
- correcto encintado de conductores de MT
- cantidad mínima de uniones en conexiones
- rigidez y uniformidad de conexiones
- verificación de flexibilidad del papel aislante (no debe estar quebradizo) para verificar que durante el proceso de secado no se sobrecalentaron los aislantes. En caso de duda se tomará una muestra del papel y se realizará la medida del nivel de grado de polimerización (mínimo aceptable de 200)
- funcionamiento del conmutador (ausencia de ángulos muertos, juego excesivo y puntos intermedios).

Los ensayos dieléctricos se realizarán en el siguiente orden: impulso, aplicada, inducida y resistencia de aislación.

Para los ensayos de rutina de medidas se verificará la coincidencia de los valores obtenidos con los que constan en los protocolos de ensayos realizados por el fabricante, no pudiendo existir una diferencia mayor al 3 % (10 % para medida de corriente de vacío).

Se considerará aceptable el lote, cuando no se halle defecto alguno en las unidades de la correspondiente muestra. El lote será rechazado si se halla un defecto o más.

En caso de rechazo del lote por algún defecto detectado en los ensayos de tipo, UTE podrá aceptar las unidades de dicho lote, previo ensayo de cada una de ellas realizado a cargo exclusivo del fabricante, rechazándose definitivamente las que presenten algún defecto.

Se deberá prever la posibilidad de precintar los transformadores luego de la realización de los ensayos de recepción.

El ensayo de contenido de PCB mediante una cromatografía de gases se realizará en una unidad. Se debe entregar el certificado del ensayo de contenido de PCB correspondiente expedido por un laboratorio externo y acreditado por una norma internacional o autoridad competente. A tales efectos, el proveedor debe coordinar las acciones necesarias de forma que, al momento de la firma del acta de recepción del material, el resultado del ensayo cromatográfico esté disponible.

5.4 ENSAYOS POSTERIORES AL TRANSPORTE

Una vez llegados los materiales a los almacenes de UTE, se realizarán los siguientes ensayos de acuerdo a lo indicado en los ensayos de rutina sobre una cantidad igual a la muestra correspondiente:

- Relación de transformación en todos los puntos del conmutador
- Resistencia de aislación
- Medida de la resistencia óhmica de los bobinados de baja tensión y de los bobinados de alta tensión en todos los puntos del conmutador
- Verificación de los impactos en los 3 ejes a través de los registradores. El ensayo se considera no aceptable si los valores superan lo estipulado en cualquiera de los ejes o si no es posible obtener los registros.

En caso de ensayo no aceptable para la verificación de los impactos, los ensayos a realizar son al menos los siguientes:

- análisis de respuesta en frecuencia
- tensión aplicada a frecuencia industrial
- tensión inducida.
- verificación del funcionamiento del conmutador de tomas
- desencubado del transformador y ensayos posteriores al mismo

5.5 TOLERANCIAS

Los valores obtenidos en los ensayos deberán corresponder a los solicitados por UTE o garantizados por el fabricante y estarán comprendidos dentro de los límites de tolerancia fijados en las normas referenciadas e indicados en la tabla 11.

MAGNITUDES	TOLERANCIAS
Relación de transformación en vacío: a) toma principal	El menor de los dos valores siguientes: <ul style="list-style-type: none"> • $\pm 0,5 \%$ de la relación especificada • $\pm 1/10$ de la tensión de cortocircuito real expresada en tanto por ciento
b) para tomas distintas de la principal	$\pm 0,5 \%$ de la relación especificada
Corriente en vacío	+ 30 % del valor especificado a tensión nominal Ninguna tolerancia al 110 % de la tensión nominal
Pérdidas: a) Totales.	+ 10 % de las pérdidas totales indicadas.
b) Parciales.	+ 15 % de cada una de las pérdidas parciales indicadas, con la condición de que no se sobrepase la tolerancia de las pérdidas totales.
Tensión de cortocircuito: a) Para la toma principal.	$\pm 10\%$ de la tensión de cortocircuito declarada si esta es menor a 10 %, en caso contrario $\pm 7,5 \%$
b) Para tomas distintas de la principal.	$\pm 15\%$ de la tensión de cortocircuito si esta es menor a 10 %, en caso contrario $\pm 10\%$
Nivel de ruido	Ninguna tolerancia.
Calentamiento.	Ninguna tolerancia.

6.- EMBALAJE PARTICULAR

Los transformadores serán embarcados embalando por separado los radiadores, tanque de expansión y todo otro accesorio que el proveedor estime sea más seguro transportar en forma separada. El embalaje de todos los accesorios o partes de un transformador deberá ser embalado de tal manera de poder despachar los mismos de a uno, sin necesidad de realizar desembalajes previos.

La cuba principal se embarcará con un nivel de aceite tal que cubra la parte activa. El resto de la cuba se llenará con nitrógeno o aire seco.

Por cada transformador se deberá enviar en bidones sellados el aceite necesario para completar su carga durante su instalación y al menos un 10% extra de aceite.

Las partes del equipo que se armarán en sitio deben unirse con tornillos o bulones; no se aceptarán uniones soldadas.

El proveedor suministrará todas las herramientas especiales necesarias para el montaje del equipo suministrado.

Durante el transporte el transformador no deberá sufrir impactos de más de 4g en ninguno de los 3 ejes. A efectos de esta comprobación, se deberá montar solidario al transformador un registrador de impacto que indique los impactos sufridos por el transformador 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 UTE.

Dicho registrador de impactos será devuelto al proveedor una vez llegados los transformadores a los almacenes de UTE, una vez obtenidos los registros indicados

Junto a cada transformador se deberán embalar 4 litros de pintura del color del transformador a efectos de realizar retoques que surjan durante el montaje

Junto con cada transformador, deberán entregarse:

- Manuales de instalación, mantenimiento y operación
- Diagrama de conexión del tablero del transformador, en donde figurará la calibración de la imagen térmica
- Manuales de los equipos accesorios.

7.- CÓDIGOS UTE

CODIGO	DESCRIPCION
066065	Transformador trifásico 60/31,5 kV 15 MVA
013755	Transformador trifásico 60/15,75 kV 7,5 MVA
053389	Transformador trifásico 60/15,75 kV 3,75 MVA
059574	Transformador trifásico 30/15,75 kV 10 MVA
051115	Transformador trifásico 30/15,75 kV 7,5 MVA
013724	Transformador trifásico 30/15,75 kV 3,75 MVA
013723	Transformador trifásico 30/15,75 kV 1,5 MVA
013735	Transformador trifásico 30/15,75 kV 0,8 MVA
013734	Transformador trifásico 31,5/6,86 kV 10 MVA
013714	Transformador trifásico 31,5/6,86 kV 5 MVA
056325	Transformador trifásico 15,75/6,3 kV 1,5 MVA
056324	Transformador trifásico 15,75/6,3 kV 0,8 MVA
050963	Termómetro para transformador MT/MT
059752	Relé imagen térmica completo para transformador MT/MT
060046	Sistema de ventilación forzada para transformador MT/MT
083662	Aislador 72.5 kV, 140 A, para TI de transformador 7.5 MVA
083663	Aislador DT30Nf250 para transformador MT/MT
083664	Aislador DT30Nf630 para transformador MT/MT
083665	Aislador DT20Nf250 para transformador MT/MT
083666	Aislador DT20Nf630 para transformador MT/MT
083667	Aislador DT10Nf2000 para transformador MT/MT

8.- NORMAS DE REFERENCIA

- IEC 60076-1 – Ed. 2.1 (2000-04): “Power transformers – Part 1: General”
- IEC 60076-2 – Ed. 2.0 (1993-04): “Power transformers – Part 2: Temperature rise”
- IEC 60076-3 – Ed. 2.0 (2000-03): “Power transformers – Part 3: Insulation levels, dielectric tests and external clearances in air”
- IEC 60076-5 – Ed. 3.0 (2006-02): “Power transformers – Part 5: Ability to withstand short circuit”
- IEC 60076-7 – Ed. 1.0 (2005-12): “Power transformers – Part 7: Loading guide for oil-immersed power transformers”
- IEC 60076-10 – Ed. 1.0 (2001-05): “Power transformers – Part 10: Determination of sound levels”
- IEC 60616 – Ed. 1.0 (1978-01): “Terminal and tapping markings for power transformers”
- IEC 60156 – Ed. 2.0 (1995-08): “Insulating liquids – Determination of the breakdown voltage at power frequency – Test method”
- IEC 60214-1 – Ed. 1 (2003-02): “Cambiadores de tomas. Parte 1: Requisitos de funcionamiento y métodos de ensayo”
- IEC 60214-2 – Ed. 1 (2004-10): “Guía de aplicación”
- IEC 60247 – Ed. 2.0 (1978-01): “Measurement of relative permittivity, dielectric dissipation factor and d.c. resistivity of insulating liquids”
- IEC 60296 – Ed. 3.0 (2003): “Fluids for electrotechnical applications – Unused mineral insulating oils for transformers and switchgear”
- IEC 60733 (1982): “Method for determination of water in insulating oils, and in oil-impregnated paper and pressboard”
- ISO 6295 (1983): “Petroleum products - Mineral oils - Determination of interfacial tension of oil against water - Ring method”
- ASTM D4059-00: “Standard Test Method for Analysis of Polychlorinated Biphenyls in Insulating Liquids by Gas Chromatography”
- DIN 42531 (Sep 1968) “Transformers. Bushings for Indoor and Outdoors Types. Insulation Classes 10 N to 30 N, 250 A”
- DIN 42532 (Sep 1968) “Indoor and Outdoors Transformers Bushings Insulation Class 10 N to 30 N, 630 A. Assembly”
- DIN 42533 (Jan 1969) “Indoor and Outdoors Transformers Bushings Insulation Class 10 N to 30 N, 1000 to 3150 A. Assembly”
- DIN 42561-2 (Jan 1992) “Transformers; rollers; load carrying capacity 10 T”
- DIN 43675-1 (Sep 1975) “Rectangular-section connectors for terminal studs rated between 400 and 3150 A for power transformer- and wallbushings below 60 kV ”

- NBR 9368 (Mar 1987) “Transformadores de potência de tensoes máximas até 145 kV. Padronizacao”
- Norma UTE NO-DIS-MA 22.05 – “Cincado”
- Norma UTE NO-DIS-MA 22.01 – “Pintura para Transformadores”

9.- PLANILLAS DE DATOS GARANTIZADOS

9.1 PLANILLA GENERAL DEL TRANSFORMADOR

Descripción	Solicitado	Garantizado
1. Ítem		
2. Fabricante		
3. Modelo		
4. Código UTE		
5. País de Origen		
6. Localidad de inspección		
7. Plazo de garantía	2 años	
8. Normas de fabricación y ensayos	NO-DIS-MA-4507	
	NO-DIS-MA-2201	
	NO-DIS-MA-2205	
9. Frecuencia (Hz)	50	
10. Relación de transformación (kV/kV)	60/31,5	
	60/15,75	
	30/15,75	
	31,5/6,86	
	15,75/6,3	
11. Puntos de regulación	$\pm 12 \times 1,25\%$ (25 puntos)	
	$\pm 8 \times 1,25\%$ (17 puntos)	
	$+4 \times 2,5\%$, $-2 \times 2,5\%$ (7 puntos)	
	$+5 \times 2,5\%$, $-4 \times 2,5\%$ (10 puntos)	
	$\pm 2 \times 2,5\%$ (5 puntos)	
12. Grupo de conexión	Dyn11	
	YNd11	
13. Calentamiento respecto a la temperatura ambiente	Aceite superior 60°C	
	Media de bobinados 65°C	
	Punto más caliente bobinado 78°C	
14. Potencia nominal (MVA)	0,8 ONAN	
	1,5 ONAN	
	3,75 ONAN	
	5 ONAN	
	7,5 ONAN	
	10 ONAN	
	15 ONAN	
15. Aumento de potencia por funcionamiento ONAF	33%	

16. Tensión primaria máxima (kV)	17,5		
	36		
	72,5		
17. Tensión secundaria máxima (kV)	7,2		
	17,5		
	36		
18. Tensión soportada a frecuencia industrial en función de la tensión máxima del bobinado (kV) (marcar todas las opciones correctas)	7,2 kV	20	
	17,5 kV	38	
	36 kV	70	
	72,5 kV	140	
19. Tensión soportada a impulso 1,2/50µs en función de la tensión máxima del bobinado (kV) (marcar todas las opciones correctas)	7,2 kV	60	
	17,5 kV	95	
	36 kV	170	
	72,5 kV	325	
20. Tensión de cortocircuito en punto nominal de acuerdo al tipo de transformador (%)	60/30-15	9	
	60/15-7.5 60/15-3.75	8	
	30/15-10 30/15-7.5 30/15-3.75 30/15-1.5 30/15-0.8 15/6-1.5	7	
	30/6-10	12	
	30/6-5	7,15	
	15/6-0.8	6	
21. Pérdidas en carga a 75°C (kW)			
22. Pérdidas en vacío a 100% tensión nominal (kW)			
23. Nivel de ruido. Presión acústica dB(A) en función de la potencia del transformador	0,8 MVA	58	
	1,5 MVA	60	
	3,75 MVA	64	
	5 MVA	65	
	7,5 MVA	68	
	10 MVA	68	
	15 MVA	70	
24. Corriente de vacío (% de la corriente nominal) en función del tipo de transformador	60/30-15	0,5	
	30/15-10 30/6-10	0,7	
	30/15-3.75 30/15-1.5 30/15-0.8 30/6-5 15/6-1.5 15/6-0.8	0,9	
	60/15-7.5 60/15-3.75 30/15-7.5	1	

25. Corriente soportada por el conmutador (% de la corriente nominal)	175		
	200		
26. Sistema de corte de conmutador bajo carga	Vacío		
27. Tipo de conmutador bajo carga	"In tank"		
28. Marca y origen del conmutador	MR (Alemania) / ABB (Suecia)		
29. Pasatapas de alta tensión	60/30-15	LFuga:1813mm Corriente: 250A	
	60/15-7.5 60/15-3.75	LFuga:1813mm Corriente: 140A	
	30/15-10 30/6-10 30/6-5	DT30Nf630	
	30/15-7.5 30/15-3.75 30/15-1.5 30/15-0.8	DT30Nf250	
	15/6-1.5 15/6-0.8	DT20Nf250	
30. Pasatapas de baja tensión	60/30-15	DT30Nf630	
	60/15-7.5 30/15-10 30/15-7.5	DT20Nf630	
	60/15-3.75 30/15-3.75 30/15-1.5 30/15-0.8	DT20Nf250	
	30/6-10	DT10Nf2000	
	30/6-5	DT10Nf630	
	15/6-1.5 15/6-0.8	DT10Nf250	
31. Regulador de tensión cumple las características indicadas en la norma	Si		
	No		
32. Longitud total (m)			
33. Ancho total (m)			
34. Altura total (m)			
35. Peso total montado (T)			
36. Peso del aceite aislante (kg)			
37. Peso de papel y cartón aislante (kg)			
38. Peso del núcleo (kg)			
39. Peso total para transporte (T)			
40. Sistema de expansión del aceite aislante	Tanque de expansión		
41. Sobrepresión soportada por el transformador durante 24 horas (kg/cm ²)	> 0,7		
42. Contenido de humedad de la aislación (% en peso)	< 1		

43. Esquema de pintura de sistema de referencia. En caso de usar esquema alternativo indicar descripción, normas de aplicación, preparación de superficies, componentes y espesores de cada capa.	Capa de fondo	Zinc-Rich epoxi	
		Espesor 60 μm	
	Capa intermedia	Epoxi óxido hierro micáceo	
		Espesor 40 μm	
	Terminación	Esmalte poliuretánico	
		Espesor 80 μm	
		Color RAL 7035	
44. Indicador de nivel de aceite del transformador		Si	
45. Relé de imagen térmica		Si	
46. Termómetro para el aceite		Si	
47. Relé Buchholz en tanque de expansión del transformador		Si	
48. Válvula de seguridad del transformador		Si	
49. Válvulas de drenaje para la cuba		Si	
50. Válvulas para el tratamiento de aceite		Si	
51. Válvulas para el vacío		Si	
52. Grifos para muestras de aceite (inferior y superior)		Si	
53. Ruedas con trocha 1435 mm		Si	
54. Armario del transformador		Si	
55. Terminales de puesta a tierra para cobre de 16 a 50 mm^2		Si	
56. Placa de características		Si	
57. Previsión para colocar precintos		Si	
58. Soporte para descargadores para ambas tensiones		Si	
59. Indicador de nivel de aceite del conmutador bajo carga		Si	
		No	
60. Relé de flujo del conmutador bajo carga		Si	
		No	
61. Válvula de seguridad del conmutador bajo carga		Si	
		No	
62. Armario del conmutador bajo carga		Si	
		No	

9.2 PLANILLA DEL TERMOMETRO

Descripción	Solicitado	Garantizado
Rango de regulación alarma y disparo	60 a 120 °C	
Visor	Digital	
Sensor de temperatura	Pt100	
Largo interno de la vaina de alojamiento	Mínimo 200 mm	
Rosca de conexión de la vaina	Rosca macho ½" BSP	
Alarma por temperatura elevada del aceite	Si	
Disparo por temperatura elevada del aceite	Si	
Alarma por mal funcionamiento	Si	
Puerto serie RS232		
Protocolo de comunicación		

9.3 PLANILLA DEL RELE DE IMAGEN TERMICA

Descripción	Solicitado	Garantizado
Rango de regulación alarmas y disparo	60 a 120°C	
Visor	Digital	
Sensor de temperatura	Pt100	
Largo interno de la vaina de alojamiento	Mínimo 200 mm	
Alarma por temperatura elevada del bobinado	Si	
Disparo por temperatura elevada del bobinado	Si	
Alarma por mal funcionamiento	Si	
Puerto serie RS232		
Protocolo de comunicación		

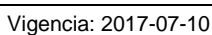
9.4 PLANILLA DEL SISTEMA DE VENTILACIÓN FORZADA

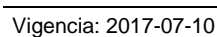
Descripción	Solicitado	Garantizado
Aumento de la potencia nominal de transformador de 10 MVA con el sistema de ventilación forzada	33%	
Cumple especificaciones en cuanto a protecciones y funcionalidad	Si	
Posee tablero independiente	Si	
Ventiladores poseen soporten a radiadores	Si	
Cantidad de ventiladores		
Sentido flujo aire (horizontal/vertical)		
Caudal por ventilador (m ³ /s)		

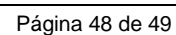


Velocidad de giro (rpm)		
Diámetro de ventilador (m)		
Potencia por ventilador (kW)		
Nivel de ruido (db(A))		

10.- ANEXOS







1	2	3	4	5	6	7	8
<div> <div>30.T.XX</div> <div> <div>BORNE</div> <div> <div>IP FASE</div> <div>Sim</div> <div>1</div> <div>3-C</div> </div> </div> <div> <div>IP FASE</div> <div>slm</div> <div>1</div> <div>3-C</div> </div> <div> <div>+C.A.</div> <div>RT</div> <div>2</div> <div>3-A</div> </div> <div> <div>+C.ART.</div> <div>BuA</div> <div>2</div> <div>3-A</div> </div> <div> <div>+C.ART.</div> <div>ImA</div> <div>2</div> <div>3-A</div> </div> <div> <div>+C.ART.</div> <div>TeA</div> <div>2</div> <div>3-A</div> </div> <div> <div>+C.ART.</div> <div>BuA</div> <div>2</div> <div>3-A</div> </div> <div> <div>-C.A.</div> <div>RT</div> <div>2</div> <div>3-B</div> </div> <div> <div>C.ART.</div> <div>BuA</div> <div>2</div> <div>3-B</div> </div> <div> <div>C.ART.</div> <div>ImA</div> <div>2</div> <div>3-B</div> </div> <div> <div>C.ART.</div> <div>TeA</div> <div>2</div> <div>3-B</div> </div> <div> <div>C.RG.</div> <div>BuA</div> <div>2</div> <div>3-B</div> </div> <div> <div>AC.R.</div> <div>R</div> <div>2</div> <div>1-C</div> </div> <div> <div>AC.R.</div> <div>Luz</div> <div>2</div> <div>1-C</div> </div> <div> <div>AC.R.</div> <div>CAL</div> <div>2</div> <div>1-D</div> </div> <div> <div>AC.R.</div> <div>TCE</div> <div>2</div> <div>1-D</div> </div> <div> <div>AC.S.</div> <div>S</div> <div>2</div> <div>1-D</div> </div> <div> <div>AC.S.</div> <div>Luz</div> <div>2</div> <div>1-D</div> </div> <div> <div>AC.S.</div> <div>CAL</div> <div>2</div> <div>1-D</div> </div> <div> <div>AC.S.</div> <div>TCE</div> <div>2</div> <div>1-D</div> </div> </div>							
<div> <div>30.T.XX</div> <div> <div>BORNE</div> <div>+S.A.</div> <div>RT</div> <div>3</div> <div>2-A</div> </div> <div> <div>+S.ART.</div> <div>BuB</div> <div>3</div> <div>2-A</div> </div> <div> <div>+S.ART.</div> <div>ImB</div> <div>3</div> <div>2-A</div> </div> <div> <div>+S.ART.</div> <div>TeB</div> <div>3</div> <div>2-A</div> </div> <div> <div>+S.ART.</div> <div>MuA</div> <div>3</div> <div>2-A</div> </div> <div> <div>+S.ART.</div> <div>MuA</div> <div>3</div> <div>2-A</div> </div> <div> <div>+S.ART.</div> <div>VST</div> <div>3</div> <div>2-B</div> </div> <div> <div>+S.ART.</div> <div>FTe</div> <div>3</div> <div>2-B</div> </div> <div> <div>+S.ART.</div> <div>Fim</div> <div>3</div> <div>2-B</div> </div> <div> <div>+S.ARG.</div> <div>MuA</div> <div>3</div> <div>2-B</div> </div> <div> <div>+S.ARG.</div> <div>MuA</div> <div>3</div> <div>2-B</div> </div> <div> <div>+S.ARG.</div> <div>VSR</div> <div>3</div> <div>2-B</div> </div> <div> <div>-S.A.</div> <div>RT</div> <div>3</div> <div>2-C</div> </div> <div> <div>-S.A.</div> <div>Ve</div> <div>3</div> <div>2-C</div> </div> <div> <div>S.ART.</div> <div>BuB</div> <div>3</div> <div>2-C</div> </div> <div> <div>S.ART.</div> <div>ImB</div> <div>3</div> <div>2-C</div> </div> <div> <div>S.ART.</div> <div>TeB</div> <div>3</div> <div>2-C</div> </div> <div> <div>S.ART.</div> <div>Ve</div> <div>3</div> <div>2-C</div> </div> <div> <div>S.ART.</div> <div>MuA</div> <div>3</div> <div>2-C</div> </div> <div> <div>S.ART.</div> <div>MuA</div> <div>3</div> <div>2-C</div> </div> <div> <div>S.ART.</div> <div>VST</div> <div>3</div> <div>2-D</div> </div> <div> <div>S.ART.</div> <div>FTe</div> <div>3</div> <div>2-D</div> </div> <div> <div>S.ART.</div> <div>Fim</div> <div>3</div> <div>2-D</div> </div> <div> <div>S.RG.</div> <div>MuA</div> <div>3</div> <div>2-D</div> </div> <div> <div>S.RG.</div> <div>MuA</div> <div>3</div> <div>2-D</div> </div> <div> <div>S.RG.</div> <div>VSR</div> <div>3</div> <div>2-D</div> </div> </div>							
<div> <div>IMPLEMENTACION</div> <div> <div>○</div> <div>Borne común, cortocircuitable c/ puente fijo, 6mm2</div> </div> <div> <div>○</div> <div>Borne seccionable, cortocircuitable c/ puente fijo, c/zócalo p/ficha banana 6mm2</div> </div> <div> <div>○</div> <div>Borne seccionable, cortocircuitable con puente seccionable, 6mm2, c/toma para ficha banana</div> </div> </div>							
1	2	3	4	5	6	7	8
<div> <div>GERENCIA SECTOR</div> <div>PROYECTOS Y NORMALIZACION</div> <div>GERENCIA DIVISION REDES DE DISTRIBUCION</div> <div> <div>Fecha de la Luz P/5 16/2016G60</div> <div>For: 2083834 - rev04@ula.com.uy - proy01@ula.com.uy - proy02@ula.com.uy</div> </div> <div> <div>Normalizacion</div> <div>Normalizacion</div> <div>Normalizacion</div> <div>Normalizacion</div> </div> <div> <div>Gerente</div> <div>Implementacion de Borne</div> <div>Gerente</div> <div>Implementacion de Borne</div> </div> <div> <div>Fecha</div> <div>Revisión</div> <div>Revisión</div> <div>Revisión</div> </div> <div> <div>Revisión</div> <div>Revisión</div> <div>Revisión</div> <div>Revisión</div> </div> <div> <div>Revisión</div> <div>Revisión</div> <div>Revisión</div> <div>Revisión</div> </div> <div> <div>Revisión</div> <div>Revisión</div> <div>Revisión</div> <div>Revisión</div> </div> </div>							