



NO-DIS-MA-4501

**TRANSFORMADORES TRIFÁSICOS PARA DISTRIBUCIÓN  
EN BT TIPO CASETA**

**NORMA DE DISTRIBUCIÓN**

**NO-DIS-MA-4501**

**TRANSFORMADORES TRIFÁSICOS PARA  
DISTRIBUCIÓN EN BAJA TENSIÓN TIPO  
CASETA**

**FECHA: 2018/07/10**

## ÍNDICE

0.-	REVISIONES .....	1
1.-	OBJETO Y ÁMBITO DE APLICACIÓN.....	4
2.-	DEFINICIONES/SÍMBOLOS/ABREVIATURAS.....	4
3.-	CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS .....	4
3.1.-	CARACTERÍSTICAS GENERALES.....	4
3.1.1.-	CONDICIONES AMBIENTALES .....	4
3.2.-	CARACTERÍSTICAS ELECTROMECÁNICAS .....	5
3.2.1.-	TENSIONES NOMINALES Y TENSIONES MÁXIMAS.....	5
3.2.2.-	POTENCIAS NOMINALES Y GRUPO DE CONEXIÓN.....	5
3.2.3.-	CALENTAMIENTO .....	5
3.2.4.-	NIVELES DE AISLAMIENTO .....	6
3.2.5.-	TOMAS PARA REGULACIÓN DE LA TENSIÓN.....	6
3.2.6.-	TENSIÓN DE CORTOCIRCUITO .....	7
3.2.7.-	PÉRDIDAS, CORRIENTE EN VACÍO Y NIVELES DE RUIDO.....	7
3.2.8.-	APTITUD PARA SOPORTAR CORTOCIRCUITOS .....	8
3.3.-	CARACTERÍSTICAS CONSTRUCTIVAS Y DIMENSIONALES.....	8
3.3.1.-	CALIDAD DE LOS MATERIALES .....	8
3.3.2.-	NÚCLEO Y ARROLLAMIENTOS .....	8
3.3.3.-	SISTEMA DE EXPANSIÓN DEL ACEITE AISLANTE .....	9
3.3.4.-	PASATAPAS .....	9
3.3.4.1.-	PASATAPAS DE ALTA TENSIÓN .....	9
3.3.4.2.-	PASATAPAS DE BAJA TENSIÓN .....	10
3.3.5.-	DESIGNACIÓN DE LOS BORNES .....	10
3.3.6.-	CUBA Y TAPA .....	11
3.3.7.-	ACEITE AISLANTE .....	11
3.3.8.-	ACCESORIOS.....	12
3.3.8.1.-	INDICADOR DE NIVEL DE ACEITE .....	12
3.3.8.2.-	DISPOSITIVO DE LLENADO.....	12
3.3.8.3.-	DISPOSITIVO DE VACIADO Y TOMA DE MUESTRAS .....	12
3.3.8.4.-	VÁLVULAS DE ALIVIO DE SOBREPRESIÓN.....	13
3.3.8.5.-	DISPOSITIVO SENSOR DE TEMPERATURA.....	13
3.3.8.6.-	DISPOSITIVO DE ALOJAMIENTO DEL SENSOR DE TEMPERATURA.....	13
3.3.8.7.-	TERMINALES DE PUESTA A TIERRA.....	14
3.3.8.8.-	RUEDAS PARA EL DESPLAZAMIENTO.....	14
3.3.8.9.-	SEÑALIZACIÓN DE NO CONTENIDO DE PCB.....	15
3.3.9.-	CARACTERÍSTICAS DIMENSIONALES .....	15
3.3.9.1.-	DIMENSIONES MÁXIMAS .....	15
3.3.9.2.-	DISTANCIA ENTRE EJES DE PASATAPAS DE ALTA TENSIÓN .....	15
3.3.9.3.-	DISTANCIA ENTRE EJES DE PASATAPAS DE BAJA TENSIÓN .....	15
3.3.9.4.-	DISTANCIA MÍNIMA FASE-FASE Y FASE-TIERRA.....	16
3.3.10.-	TROPICALIZACIÓN, PROTECCIÓN CONTRA LA CORROSIÓN Y COLOR DE PINTURA 16	
3.3.10.1.-	CINCADO.....	16
3.3.10.2.-	PINTURA.....	16

4.- IDENTIFICACIÓN.....	17
5.- ENSAYOS.....	18
5.1.- ENSAYOS DE TIPO.....	19
5.1.1.- ENSAYO DE CALENTAMIENTO.....	19
5.1.2.- ENSAYO DE TENSIÓN DE IMPULSO TIPO RAYO NORMALIZADO.....	19
5.1.3.- MEDIDA DE DESCARGAS PARCIALES.....	19
5.1.4.- ENSAYOS DE CONTROL DE ESTANQUEIDAD Y DE RESISTENCIA A SOBREPRESIÓN Y A VACÍO.....	20
5.1.5.- ENSAYO DE LAS CARACTERÍSTICAS DEL ACEITE AISLANTE.....	21
5.1.6.- ENSAYO DE CALIDAD DEL CINCADO (NO-DIS-MA-2205).....	21
5.1.7.- ENSAYOS DE LA PINTURA.....	21
5.1.8.- MEDIDA DEL NIVEL DE RUIDO.....	21
5.1.9.- VERIFICACIÓN DE LA CONFORMIDAD CON LOS PLANOS CONSTRUCTIVOS PRESENTADOS POR EL FABRICANTE.....	21
5.1.10.- APTITUD PARA SOPORTAR CORTOCIRCUITOS.....	21
5.2.- ENSAYOS DE RUTINA O INDIVIDUALES.....	22
5.2.1.- MEDIDA DE LA RESISTENCIA ÓHMICA DE LOS ARROLLAMIENTOS EN LA TOMA PRINCIPAL, REFERIDA A 75°C.....	22
5.2.2.- MEDIDA DE LA RELACIÓN DE TRANSFORMACIÓN EN CADA TOMA Y VERIFICACIÓN DEL GRUPO DE CONEXIONES.....	22
5.2.3.- MEDIDA DE LAS PÉRDIDAS Y DE LA CORRIENTE EN VACÍO A TENSIÓN NOMINAL Y EN LA TOMA PRINCIPAL.....	22
5.2.4.- MEDIDA DE LAS PÉRDIDAS DEBIDAS A LA CARGA EN LA TOMA PRINCIPAL, REFERIDAS A 75°C.....	22
5.2.5.- MEDIDA DE LA TENSIÓN DE CORTOCIRCUITO EN LA TOMA PRINCIPAL, REFERIDA A 75°C.....	22
5.2.6.- ESTANQUEIDAD.....	22
5.2.7.- ENSAYO DE TENSIÓN APLICADA A FRECUENCIA INDUSTRIAL.....	23
5.2.8.- ENSAYO DE TENSIÓN INDUCIDA.....	23
5.2.9.- VERIFICACIÓN DEL FUNCIONAMIENTO DEL CONMUTADOR DE TOMAS Y DE LOS ACCESORIOS.....	23
5.2.10.- ENSAYOS DE ACEITE.....	23
5.2.11.- VERIFICACIÓN DE LA APLICACIÓN DE PINTURA (NO-DIS-MA-22.01).....	23
5.2.12.- CINCADO (NO-DIS-MA-22.05).....	23
5.2.13.- RESISTENCIA DE LA AISLACIÓN.....	23
5.3.- ENSAYOS DE RECEPCIÓN.....	24
5.4.- ENSAYOS POSTERIORES AL TRANSPORTE.....	26
6.- EMBALAJE PARTICULAR.....	27
7.- CÓDIGOS UTE.....	28
8.- NORMAS DE REFERENCIA.....	29
9.- PLANILLA DE DATOS GARANTIZADOS.....	30
10.- ANEXOS.....	36

## 0.- REVISIONES

A continuación se indican los cambios sustanciales respecto a la versión anterior, a título informativo y sin perjuicio de la vigencia de todo lo especificado en la presente norma.

MODIFICACIONES A LA VERSIÓN DEL 24 DE ABRIL DEL 2017	
APARTADO	DESCRIPCIÓN
3.3.9.4	<ul style="list-style-type: none"><li>Adecuación de distancias Fase-Fase y Fase-Tierra a normas IEC 60076-3 y 61936-1</li></ul>

MODIFICACIONES A LA VERSIÓN DEL 02 DE AGOSTO DEL 2016	
APARTADO	DESCRIPCIÓN
3.2.5	<ul style="list-style-type: none"><li>Eliminar obligatoriedad que tapa de conmutador sea roscada</li></ul>
3.3.2	<ul style="list-style-type: none"><li>Aceptar explícitamente núcleo amorfo</li></ul>
4	<ul style="list-style-type: none"><li>Soporte con respaldo firme de chapa de características</li></ul>
5.3	<ul style="list-style-type: none"><li>Eliminar grupos de ensayo</li></ul>

MODIFICACIONES A LA VERSIÓN DEL 08 DE AGOSTO DEL 2011	
APARTADO	DESCRIPCIÓN
5	<ul style="list-style-type: none"><li>Se agrega ensayo de medida de descargas parciales para transformadores con pasatapas tipo PE1S y PE2S.</li></ul>

MODIFICACIONES A LA VERSIÓN DEL 01 DE JULIO DEL 2008	
APARTADO	DESCRIPCIÓN
9	<ul style="list-style-type: none"> <li>Cambio de altura de los transformadores de 1000 y 2000 kVA.</li> </ul>

MODIFICACIONES A LA VERSIÓN DEL 15 DE NOVIEMBRE DEL 2007	
APARTADO	DESCRIPCIÓN
3.3.8	<ul style="list-style-type: none"> <li>No entregar terminales enchufables del lado del cable</li> </ul>
3.3.10	<ul style="list-style-type: none"> <li>Cambio de color de trafo de 30 kV</li> </ul>
5	<ul style="list-style-type: none"> <li>Sacar ensayos especiales</li> </ul>
Todos	<ul style="list-style-type: none"> <li>Cambio de formato</li> </ul>

MODIFICACIONES A LA VERSIÓN 02 DE OCTUBRE DEL 2004	
APARTADO	DESCRIPCIÓN
7	<ul style="list-style-type: none"> <li>Nueva especificación del aceite debido a cambio de norma IEC</li> </ul>
12.3	<ul style="list-style-type: none"> <li>No es necesaria la medida de corriente por trafo para los ensayos de aplicada e inducida</li> <li>Diferencia máxima entre medidas de resistencia de bobinados: 10%</li> </ul>
12.4	<ul style="list-style-type: none"> <li>No es necesario registrar la resistencia de aislación al minuto, sólo verificar el valor</li> <li>Ensayo de cortocircuito en recepción a uno por contrato, sólo si no fue hecho uno similar anteriormente</li> <li>Muestreo por potencia</li> </ul>
12.5	<ul style="list-style-type: none"> <li>Eliminar ensayo de relación posterior al transporte</li> <li>Eliminar exigencia del valor de la resistencia de aislación en ensayos posteriores al transporte</li> </ul>

MODIFICACIONES A LA VERSIÓN 02 DE SETIEMBRE DEL 2001	
APARTADO	DESCRIPCIÓN
3.2.- Clase de transformadores	<ul style="list-style-type: none"> <li>Se elimina el párrafo</li> </ul>
4.1.- Tensión nominal y tensión máxima del equipamiento	<ul style="list-style-type: none"> <li>Tensión máxima del equipamiento en BT cambió a 3.6 kV</li> </ul>
4.5. - Tomas para la regulación de la tensión	<ul style="list-style-type: none"> <li>Movimiento del bloqueo sin necesidad de herramientas</li> </ul>
6.5.- Cuba y tapa	<ul style="list-style-type: none"> <li>Conexión entre la cuba y la tapa</li> </ul>
7.- Aceite aislante	<ul style="list-style-type: none"> <li>Contenido de PCB &lt; 2 ppm</li> </ul>
8.2.- Dispositivo de llenado	<ul style="list-style-type: none"> <li>Colocar un filtro en el dispositivo</li> </ul>
8.4.- Válvula de alivio de sobrepresión	<ul style="list-style-type: none"> <li>Mejora en la especificación</li> </ul>
8.11.- Dispositivo de fijación de descargadores	<ul style="list-style-type: none"> <li>No se solicita el dispositivo</li> </ul>
8.11.-Señalización de no contenido de PCB	<ul style="list-style-type: none"> <li>Colocación de etiqueta en la tapa del transformador</li> </ul>
12.- Ensayos	<ul style="list-style-type: none"> <li>Información mínima a contener en los protocolos</li> </ul>
12.3.- Ensayos de rutina	<ul style="list-style-type: none"> <li>Medida de la resistencia óhmica en todos los puntos</li> <li>Hacer ensayos de tensión aplicada e inducida con amperímetros</li> <li>Agregar ensayos al aceite: contenido de agua, N° de neutralización, tensión interfásica y tgδ</li> <li>Procedimiento del ensayo de estanqueidad</li> <li>Agregar el ensayo de Preece a las piezas cincadas</li> <li>Agregar ensayo de resistencia de aislación</li> </ul>
12.4.- Ensayos de recepción	<ul style="list-style-type: none"> <li>Realizar ensayos de impulso sobre una muestra</li> <li>Realizar ensayo de cortocircuito sobre un transformador</li> <li>Inspección visual de la parte activa</li> <li>Muestreo de los ensayos de aceite</li> <li>Hacer cromatografía de gases para detección de PCB</li> </ul>
12.5.- Ensayos posteriores al transporte	<ul style="list-style-type: none"> <li>Realizar ensayos al llegar a los almacenes de UTE</li> </ul>

## **1.- OBJETO Y ÁMBITO DE APLICACIÓN**

La presente Norma tiene por objeto establecer las características de los transformadores de potencia para la distribución de energía eléctrica en subestaciones y puestos de conexión con transformación, y los ensayos de tipo, rutina y recepción que deben satisfacer.

Esta Norma se aplica exclusivamente a transformadores trifásicos "tipo caseta", sumergidos en aceite aislante mineral, para instalación interior o exterior indistintamente, con dos arrollamientos, 50 Hz, servicio continuo, refrigeración natural (ONAN), tensión primaria máxima del equipamiento de 7,2 kV, 17,5 kV, 24 kV ó 36 kV y tensión secundaria máxima del equipamiento de 3,6 kV o 7,2kV.

## **2.- DEFINICIONES/SÍMBOLOS/ABREVIATURAS**

No aplica.

## **3.- CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS**

### **3.1.- CARACTERÍSTICAS GENERALES**

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.

#### **3.1.1.- CONDICIONES 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: -25 °C
- Humedad relativa ambiente máxima: 100 %
- Altitud menor a: 1.000 m
- Nivel cerámico: 45

### 3.2.- CARACTERÍSTICAS ELECTROMECAÑICAS

#### 3.2.1.- TENSIONES NOMINALES Y TENSIONES MÁXIMAS

Los valores de la tensión nominal ( $U_n$ ) de los arrollamientos y la tensión máxima del mismo ( $U_m$ ) serán los establecidos en la tabla.

Tensión nominal ( $U_n$ ) (kV)	Tensión máxima del equipamiento ( $U_m$ ) (kV)
0,23	3,6
0,4	3,6
6,5	7,2
6,3	7,2
15	17,5
21,5	24
30,75	36

#### 3.2.2.- POTENCIAS NOMINALES Y GRUPO DE CONEXIÓN

Las potencias nominales unitarias serán: 630, 1000 y 2000 kVA.  
El grupo de conexión será Dyn 11 en todos los casos.

Las conexiones internas para lograr estos grupos estarán de acuerdo con las Normas IEC 60076 e IEC 60616.

#### 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 1.10 (en el caso de transformador de 21,5/6,5 kV el Factor de Hot Spot es 1.3):

$$\Delta\theta_{HS} = \Delta\theta_{TO} + 1.10 \times GradMax$$



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 ( $U_m$ ) y los de la tensión soportada de los arrollamientos de alta y baja tensión, que figuran en la tabla.

Tensión máxima del equipamiento ( $U_m$ ) (kVef)	Tensión soportada a frecuencia industrial, 1 min. (kVef)	Tensión soportada a impulso 1,2/50 $\mu$ s (kVcr)
3,6	10	20
7,2	20	60
17,5	38	95
24	50	125
36	70	170

### 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 estando el transformador sin tensión.

Este dispositivo actuará sobre el arrollamiento de alta tensión. Su mando será de tipo rotativo, accesible desde el exterior y estará ubicado sobre la tapa del transformador. Para operarlo se deberá retirar una tapa protectora fijada a la tapa del transformador.

Las posiciones del conmutador se indicarán con números en sentido horario. Los números deberán ser grabados y pintados en forma claramente visible.

Se deberá poder bloquear el conmutador en cada posición de funcionamiento a efectos de evitar falsas maniobras. Para el retiro de dicho bloqueo no deberá ser necesaria la utilización de ninguna herramienta.

El conmutador estará construido de forma tal que no sea posible colocarlo en una posición intermedia, con el fin de evitar falsas posiciones.

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

Las posiciones de regulación serán cinco, con una extensión de tomas de  $\pm 2,5\%$  y  $\pm 5\%$  con relación a la principal.

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.

### 3.2.6.- TENSIÓN DE CORTOCIRCUITO

Los valores de la tensión de cortocircuito nominal a la temperatura de referencia de  $75^{\circ}\text{C}$  y para la corriente nominal definida por la toma principal, serán  $4\%$  para  $630\text{ kVA}$  y  $6\%$  para  $1000$  y  $2000\text{ kVA}$ .

### 3.2.7.- PÉRDIDAS, CORRIENTE EN VACÍO Y NIVELES DE RUIDO

Las pérdidas en vacío y debidas a la carga, la corriente en vacío y los niveles de ruido, correspondientes a los valores máximos en el punto nominal del conmutador, se indican en la tabla

Potencia nominal (kVA)	Pérdidas en vacío 100% $U_n$ (W)	Pérdidas en carga ( $75^{\circ}\text{C}$ ) (W)	Nivel ruido Presión Acústica dB(A)	Corriente en vacío a 100 % $U_n$ (% I nominal)
630	1.200	6.500	67	1,6
1.000	1.550	10.500	68	1,3
2.000	3.000	20.000	68	1,1

Notas:

- Las medidas del nivel de presión acústica se realizarán en las condiciones establecidas en la Norma IEC 60551 a una distancia de  $0,3\text{ m}$ .
- No deberá haber condición de sobreexcitación mientras la relación tensión/frecuencia sea menor o igual  $1,05$  veces la misma relación para condiciones nominales.

### 3.2.8.- APTITUD PARA SOPORTAR CORTOCIRCUITOS

Los transformadores deberán soportar sin daño los efectos de cortocircuitos externos, siendo los valores de las sobrecorrientes y su duración los indicados en la tabla.

Potencia nominal (kVA)	Sobrecorriente (valor eficaz simétrico) expresada en múltiplo de la corriente nominal (1)	Duración (s)
630	25	3
1.000	16,7	3
2.000	16,7	3

(1) La amplitud de la primera cresta de la corriente asimétrica de ensayo, se determinará según se indica en la norma IEC 60076-5.

El cálculo de la temperatura alcanzada por los arrollamientos se efectuará conforme se indica en 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 de chapa magnética de acero al silicio de grano orientado de características anti-envejecimiento, que podrá estar apilada o arrollada. Opcionalmente se podrán construir de núcleo amorfo.

Los arrollamientos serán de cobre electrolítico o aluminio y podrán estar constituidos por bobinados en hélice o en banda. Tendrán aislación uniforme. El aislamiento será de clase A según la norma IEC 60085 o de mayor temperatura de funcionamiento.

La aislación del neutro de BT será la misma que la de los terminales de línea. Las conexiones a los aisladores y conmutadores serán provistos con dispositivos de bloqueos contra vibraciones.

El núcleo estará conectado eléctricamente a la tapa o a la cuba del transformador por medio de una conexión adecuada, fácilmente revisable mediante una elevación de la tapa que permita el acceso a la mencionada conexión.

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 dispondrán de alguno de los siguientes sistemas de expansión del aceite aislante:

- a) Una cámara de aire bajo la tapa
- b) Una cuba elástica de llenado integral

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.

### 3.3.4.- PASATAPAS

#### 3.3.4.1.- PASATAPAS DE ALTA TENSIÓN

Los pasatapas de alta tensión corresponderán a los tipos que se indican en la Tabla.

Máxima tensión del equipamiento Um (kV)	Pasantapas de alta tensión	
	Norma	Designación
7,2	NO-DIS-MA-2007	PE1S (conector tipo C1S)
17,5		
24		
36	DIN 42531	DT30Nf250

Para los transformadores con cámara de aire bajo tapa:

- los extremos inferiores de los pasatapas, para una temperatura del aceite de 0°C, deberán quedar sumergidos en el aceite aislante a una profundidad no inferior a 35 mm.
- Para la tensión de 36 kV se utilizarán pasatapas según la norma NBR 8445.

### 3.3.4.2.- PASATAPAS DE BAJA TENSIÓN

Los pasatapas de baja tensión cumplirán lo indicado en la DIN 42530 y lo indicado en la norma NO-DIS-MA-2007, de acuerdo a lo se indican en la Tabla.

Potencia nominal (kVA)	Pasantapas de baja tensión	
	Tensión secundaria nominal (kV)	Designación según norma DIN 42539 o NO-DIS-MA-20.07
630	0,23	3/2000
	0,4	3/2000
1.000	0,23	3/3150
	0,4	3/2000
	6,5	PE1S (conector tipo C1S)
2.000	6,5	PE2S (conector tipo C2S)

Si corresponde, los transformadores objeto de esta Norma se suministrarán con la pieza de acoplamiento plana, tuercas y arandelas. Todos los pasatapas de clase 3,6 kV se suministrarán con sus paletas rectangulares de conexión de acuerdo a norma DIN 43675 según se indica:

DT2000: paleta FP2000

DT3150: paleta FP3150

### 3.3.5.- DESIGNACIÓN DE LOS BORNES

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

2U - 2V - 2W - N

Correspondiendo el símbolo N al borne del neutro.

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

1U - 1V - 1W

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).

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

### **3.3.6.- CUBA Y TAPA**

La parte activa de los transformadores estará contenida en una cuba cerrada en su parte superior por una tapa abulonada a la misma.

La cuba deberá estar sólidamente construida, siendo capaz de soportar sin deformaciones permanentes la sobrepresión y el vacío que puedan producirse en las condiciones extremas de servicio del transformador, y los efectos del transporte por caminos en malas condiciones.

La base y los elementos de refrigeración estarán diseñados para que pueda moverse fácilmente el transformador empleando una palanca y sin que se produzcan daños.

Sobre la tapa se dispondrán ganchos o cáncamos que permitan el desencubado del transformador y la suspensión total del mismo con el aceite aislante incluido y de modo que en tiro vertical no sea necesario desmontar ninguna parte ni accesorio del transformador. Los cáncamos para elevación del transformador tendrán un agujero de 40 mm de diámetro como mínimo.

La tapa de la cuba será horizontal y deberá sobresalir suficientemente del contorno de la cuba para evitar que el agua de lluvia se deposite en el borde de la junta de estanqueidad.

Deberá existir una conexión entre la tapa y la cuba, mediante un chicote adecuado ubicado en la zona de los aisladores de alta tensión.

La cuba dispondrá en su parte inferior de algún tipo de guías que eviten el contacto directo con el suelo mientras el transformador está en depósito.

Entre núcleo y fondo debe dejarse espacio suficiente para recoger los sedimentos.

### **3.3.7.- ACEITE AISLANTE**

Las características del aceite nuevo, antes de llenar el transformador, serán las indicadas para la clase U –20°C en 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 ensayo
Contenido en agua (mg/kg)	20 máx.	IEC 60733
Nº de neutralización (mg KOH/g)	0,03 máx.	IEC 60296
Tensión interfásica (N/m.10 <sup>-3</sup> )	30 mín.	ISO 6295
Factor de pérdidas dieléctricas a 90°C (tgδ)	0,015 máx.	IEC 60247
Tensión de ruptura dieléctrica (kV)	50 mín.	IEC 60156
PCB (Polychlorinated Biphenyl)	< 2 ppm.	ASTM D4059

### 3.3.8.- ACCESORIOS

#### 3.3.8.1.- INDICADOR DE NIVEL DE ACEITE

Los transformadores con cuba elástica de llenado integral no llevarán indicador de nivel del líquido aislante.

Los transformadores con cámara de aire bajo la tapa llevarán dos indicadores del nivel de aceite colocados en las caras opuestas de mayores dimensiones de la cuba.

Estos indicadores llevarán una mirilla que permita observar el nivel de aceite a todas las temperaturas comprendidas entre 0°C y 100°C, así como una marca que señale el nivel que corresponda a 20°C.

Si el cumplimiento de la guía de carga de los transformadores (norma IEC 60076-7), imposibilita en algún caso la colocación de este tipo de nivel podrá utilizarse nivel de flotador.

#### 3.3.8.2.- DISPOSITIVO DE LLENADO

Los transformadores llevarán sobre la tapa un dispositivo de llenado con rosca exterior de 1 pulgada, y serán provisto de tapa roscada. Este dispositivo estará situado en el lado opuesto al dispositivo de vaciado. Deberá poseer un filtro extraíble de forma que en caso de retirar el tapón del dispositivo, se evite el ingreso de suciedad a la cuba del transformador.

#### 3.3.8.3.- DISPOSITIVO DE VACIADO Y TOMA DE MUESTRAS

Los transformadores llevarán en la parte inferior de la cuba un dispositivo de vaciado y toma de muestras consistente en un grifo con tapa metálica roscable de cierre hermético de diámetro 1 pulgada. Este dispositivo irá colocado en la cara lateral derecha mirando al transformador desde el lado de alta tensión.

#### **3.3.8.4.- VÁLVULAS DE ALIVIO DE SOBREPRESIÓN**

Los transformadores irán provistos de una válvula de alivio de sobrepresión, situada sobre la tapa, ubicada en diferente sitio que el dispositivo de llenado.

La sobrepresión de alivio de dicha válvula será de 50 kPa (0,5 bar) para cámara de aire bajo tapa y 25 kPa (0,25 bar) para cuba de llenado integral, con una tolerancia de  $\pm 10\%$  y la sección de salida mínima será de 35 mm<sup>2</sup>. Deberá poseer un sellado en posición normal y un resellado luego de la operación, de forma de evitar la entrada de aire al transformador en todo momento. Todos los materiales de construcción deberán ser inalterables a la corrosión, en especial el resorte de actuación deberá ser de acero inoxidable.

Para el caso de que el diseño así lo requiera se admitirá que la sobrepresión de alivio de dicha válvula sea de 0,8 bar (tolerancia de  $\pm 10\%$  del valor garantizado) en cuyo caso el ensayo de control de estanqueidad y de resistencia a sobrepresión y a vacío se ensayará con una sobrepresión del 40% mayor a la de alivio de la válvula

La dirección de salida de los gases será hacia la tapa.

#### **3.3.8.5.- DISPOSITIVO SENSOR DE TEMPERATURA**

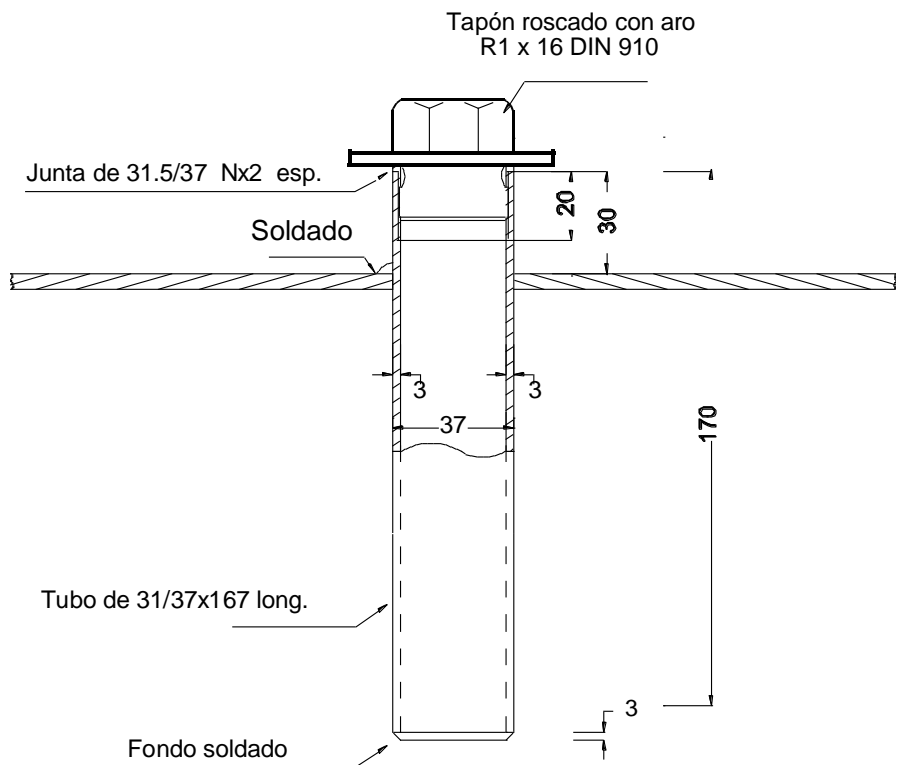
En los transformadores de potencia 630, 1000 y 2000kVA se suministrará un termómetro a cuadrante local indicador de la temperatura en el aceite del transformador en la parte superior de la cuba con un juego de contactos normalmente abierto con capacidad de 5 A a 230 V CA, bornera con identificación de uso cada uno de los bornes y regulación exterior del disparo entre 0 y 120 °C claramente identificada.

El dispositivo sensor de temperatura, se alojará en un dispositivo destinado a tal fin, que se describe en el siguiente punto.

#### **3.3.8.6.- DISPOSITIVO DE ALOJAMIENTO DEL SENSOR DE TEMPERATURA**

El dispositivo sensor de temperatura, se alojará en un dispositivo destinado a tal fin, ubicado en la parte superior de la tapa de la cuba, junto a los bornes de baja tensión y próximo a un colector del radiador, si los hubiese y estará de acuerdo a la figura.





**3.3.8.7.- 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 16-50 mm<sup>2</sup> de sección y será resistente a la corrosión. Los terminales de puesta a tierra estarán debidamente señalizados.

**3.3.8.8.- RUEDAS PARA EL DESPLAZAMIENTO**

Todos los transformadores tendrán ruedas sin pestañas, orientables en dos direcciones perpendiculares correspondientes a los dos ejes del transformador, de las dimensiones indicadas en la tabla.

Potencias nominales (kVA)	Diámetro de la rueda (mm)	Ancho de la llanta (mm)	Distancia entre ejes de rodadura en las dos direcciones (mm)
630 a 2000	125	40	670

### 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.- CARACTERÍSTICAS DIMENSIONALES

#### 3.3.9.1.- DIMENSIONES MÁXIMAS

Las dimensiones y pesos máximos de los transformadores, incluidas las partes más salientes y el aceite aislante, serán las indicadas en la tabla 10.

Potencia nominal (kVA)	Longitud (mm)	Ancho (mm)	Altura (mm)	Peso total (kg)
630	1600	1100	1870	2.400
1000	1990	1190	1900	3.400
2000	3000	1300	1900	6.100

#### 3.3.9.2.- DISTANCIA ENTRE EJES DE PASATAPAS DE ALTA TENSIÓN

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

#### 3.3.9.3.- DISTANCIA ENTRE EJES DE PASATAPAS DE BAJA TENSIÓN

La distancia mínimas entre ejes de pasatapas de baja tensión será la siguiente:

- para pasatapas de corriente nominal 200 A a 400 A 80 mm
- para pasatapas de corriente nominal 630 a 3150 A 150mm.

### 3.3.9.4.- DISTANCIA MÍNIMA 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)
3,6	40
7,2	120
17,5	160
24	220
36	320

### 3.3.10.- TROPICALIZACIÓN, PROTECCIÓN CONTRA LA CORROSIÓN Y COLOR DE 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.

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.

#### 3.3.10.1.- CINCADO

En cuanto a las superficies cincadas del transformador se procederá en todo de conformidad a la norma NO-DIS-MA-22.05 Cincado.

#### 3.3.10.2.- PINTURA

En cuanto a la pintura del transformador se procederá en todo de conformidad a la norma NO-DIS-MA-22.01 Pintura para transformadores.

El color de la pintura de la capa exterior será:

- |  |                |
|--|----------------|
| - Para transformador de tensión primaria 6,3 kV  | azul RAL 5001  |
| - Para transformador de tensión primaria 15 kV   | gris RAL 7001  |
| - Para transformador de tensión primaria 21,5 kV | verde RAL 6000 |
| - Para transformador de tensión primaria 36 kV   | gris RAL 7035  |

## 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 en la toma nominal
- Símbolo del grupo de conexión o, en su caso, del grupo de conexiones.
- Tensión de cortocircuito a corriente nominal y 75°C.
- Tipo de refrigeración: ONAN.
- Esquema de conexiones.
- Nivel de aislamiento (a 50 Hz y a impulsos).
- Peso total.
- Peso del aceite aislante.
- Calentamiento.
- Sobrepresión y vacío que es capaz de soportar la cuba del transformador.
- Datos sobre tomas distintas de la principal:
  - a) Potencia.
  - b) Tensión en vacío.
  - c) Corriente.
- N° de licitación de UTE.
- Fecha de vencimiento de la garantía.

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 la Norma IEC 60076, excepto para aquellos en los que se indica expresamente la norma de aplicación.

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. Para el caso de las pérdidas en vacío y en carga, las tolerancias se medirán a partir de los mínimos entre los valores declarados por el fabricante y lo establecido en la presente norma.

**TABLA 11**

MAGNITUDES	TOLERANCIAS
Relación de transformación en vacío en la toma principal.	El menor de los dos valores siguientes: 1) $\pm 0,5$ % de la relación especificada. 2) Un porcentaje de la relación especificada igual a $\pm 1/10$ de la tensión de cortocircuito real a la corriente nominal expresada en tanto por ciento.
Corriente en vacío	+ 30 % del valor especificado a tensión nominal
Pérdidas: a) Totales. b) Parciales.	+ 10 % de las pérdidas totales indicadas. + 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 para la toma principal.	$\pm 10$ % de la tensión de cortocircuito especificada
Nivel de ruido	Ninguna tolerancia.
Calentamiento.	Ninguna tolerancia.

UTE se reserva el derecho de repetir cualquiera de los ensayos de recepción y/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 Perece
- Funcionamiento de accesorios: identificación del accesorios y resultado del ensayo

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

## **5.1.- ENSAYOS DE TIPO**

### **5.1.1.- ENSAYO DE CALENTAMIENTO**

Se realizará este ensayo de acuerdo a lo establecido en la IEC 60076.

### **5.1.2.- ENSAYO DE TENSIÓN DE IMPULSO TIPO RAYO NORMALIZADO**

Se realizará este ensayo de acuerdo a lo establecido en la IEC 60076.

### **5.1.3.- MEDIDA DE DESCARGAS PARCIALES**

Este ensayo se aplica para todos los transformadores que cuenten con aisladores tipo PE1S y PE2S, según lo especificado en la presente norma.

Las descargas parciales deberán ser medidas por un método acorde a lo establecido en la norma IEC 60270. Estas medidas se realizarán durante la aplicación de la secuencia de tensiones trifásicas que se indican a continuación, con los límites de descargas correspondientes:

Etapa	Tensión de ensayo	Duración	Límite de descargas
Medida de las descargas de fondo #1	$0.4 \times U_n$	-	80 pC
Cebado	$1.8 \times U_n$	Ver Nota (*)	-
Medida de descargas #1	$1.4 \times U_n$	5 min	250 pC
Medida de descargas #2	$1.2 \times U_n$	30 s	100 pC
Medida de las descargas de fondo #2	$0.4 \times U_n$	-	80 pC

**Nota (\*):**

El tiempo de aplicación de la tensión de cebado será:

- 60 segundos, cuando la frecuencia de la tensión de ensayo sea menor o igual al doble de la frecuencia nominal.
- $120 \text{ s} \times (\text{frecuencia nominal} / \text{frecuencia de ensayo})$ , con un mínimo de 15 segundos.

El cumplimiento de los criterios de aceptación se evaluará según el punto 11.3.5 de la norma IEC 60076-3.

**5.1.4.- ENSAYOS DE CONTROL DE ESTANQUEIDAD Y DE RESISTENCIA A SOBREPRESIÓN Y A VACÍO**

Estos ensayos se realizan a temperatura ambiente.

a) Ensayo de resistencia y de estanqueidad a la sobrepresión.

Se someterá el transformador a la siguiente sobrepresión:

- con cuba elástica de llenado integral: 250 mbar
- con cámara de aire bajo tapa: 600 mbar

Esta sobrepresión se aplicará por un medio apropiado que aumente progresivamente de cero al valor indicado, manteniendo luego este valor durante 30 min verificándose durante este tiempo la ausencia de fugas por cualquier medio apropiado, y que al final del ensayo no hayan aparecido deformaciones permanentes en el transformador.

b) Ensayo de resistencia al vacío, sólo para transformadores con cámara de aire bajo tapa.

Someterá el transformador a un vacío de 500 mbar, que se aplicará por un medio apropiado desde la presión atmosférica hasta el valor de ensayo. Alcanzado este valor se mantendrá durante 1 min. y a continuación se llevará el transformador a la presión atmosférica, verificando que no hayan aparecido deformaciones permanentes.

c) Evaluación

Se comprobará que las deformaciones permanentes producidas no son superiores al 0,3 % de la mayor dimensión del elemento comparado sin que además el nivel de aceite, si lo hubiera, descienda del mínimo establecido.

Cuando esta deformación sea superior, se repetirán los ensayos tomando como dimensión inicial la que tuviera el elemento después de la primera aplicación. La duración de los ensayos en este caso será sólo de 1 min, transcurrido el cual se comprobará que la deformación no es superior al 0,3 %.

#### **5.1.5.- ENSAYO DE LAS CARACTERÍSTICAS DEL ACEITE AISLANTE**

Se comprobarán las características solicitadas, de acuerdo a las normas indicadas. Las muestras de aceite se tomarán de la parte inferior de la cuba.

#### **5.1.6.- ENSAYO DE CALIDAD DEL CINCADO (NO-DIS-MA-2205).**

#### **5.1.7.- ENSAYOS DE LA PINTURA**

Los ensayos de tipo de la pintura son los establecidos en la norma NO-DIS-MA-22.01 Pintura para transformadores.

#### **5.1.8.- MEDIDA DEL NIVEL DE RUIDO**

Este ensayo se realizará de acuerdo a la norma IEC60076-10, comprobándose que no son superados los valores máximos establecidos

#### **5.1.9.- VERIFICACIÓN DE LA CONFORMIDAD CON LOS PLANOS CONSTRUCTIVOS PRESENTADOS POR EL FABRICANTE**

Se verificará la conformidad con los planos constructivos presentados ante UTE previo a la fabricación.

#### **5.1.10.- APTITUD PARA SOPORTAR CORTOCIRCUITOS**

Este ensayo se realizará de acuerdo a la IEC60076-5, utilizando una fuente trifásica.



## **5.2.- ENSAYOS DE RUTINA O INDIVIDUALES**

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. Se realizarán conforme a lo establecido en la presente norma y a la IEC60076.

Comprenden los siguientes:

### **5.2.1.- MEDIDA DE LA RESISTENCIA ÓHMICA DE LOS ARROLLAMIENTOS EN LA TOMA PRINCIPAL, REFERIDA A 75°C**

Se efectuarán las medidas de las resistencias de los arrollamientos, en caso de tener neutro accesible, entre fase y neutro para la baja tensión y para la alta tensión en el punto nominal del conmutador. En caso de no tener neutro accesible se tomará la medida fase a fase. La variación máxima permitida entre la medida máxima y la medida mínima de cada fase para un mismo transformador será de un 10%.

### **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 TENSIÓN NOMINAL Y EN LA TOMA PRINCIPAL**

### **5.2.4.- MEDIDA DE LAS PÉRDIDAS DEBIDAS A LA CARGA EN LA TOMA PRINCIPAL, REFERIDAS A 75°C**

### **5.2.5.- MEDIDA DE LA TENSIÓN DE CORTOCIRCUITO EN LA TOMA PRINCIPAL, REFERIDA A 75°C.**

### **5.2.6.- ESTANQUEIDAD**

Para la realización de este ensayo se someterá a la cuba a una sobrepresión de 250 o 600 mbar en el caso de transformadores de cuba elástica o de cámara de aire respectivamente, por un período de 30 minutos, con la válvula de seguridad colocada y trancada. En forma previa al período de 30 minutos, se verificará la presión de apertura de la válvula.

Para que este ensayo se considere satisfactorio, se comprobará la ausencia de fugas y que no se produzcan deformaciones permanentes.

### **5.2.7.- 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 durante el ensayo, no siendo necesario su registro.

### **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 durante el ensayo, no siendo necesario su registro.

### **5.2.9.- VERIFICACIÓN DEL FUNCIONAMIENTO DEL CONMUTADOR DE TOMAS Y DE LOS ACCESORIOS**

Con respecto al conmutador se verificará la ausencia de ángulos muertos, de juego excesivo y de puntos intermedios. El conmutador será movido 4 veces en forma horaria y antihoraria en cada punto antes de la medida.

Se probará el correcto funcionamiento de todos los accesorios, incluyendo termómetro y válvula de seguridad.

### **5.2.10.- ENSAYOS DE ACEITE**

Se comprobarán las características del aceite, especialmente el contenido de PCB mediante una cromatografía de gases. Las muestras de aceite se tomarán de la parte inferior de la cuba. En el caso que el ensayo de PCB no pueda ser realizado en fábrica, se lacrará la muestra debiendo quedar constancia del lacrado en el protocolo del resultado del laboratorio independiente.

### **5.2.11.- VERIFICACIÓN DE LA APLICACIÓN DE PINTURA (NO-DIS-MA-22.01)**

### **5.2.12.- CINCADO (NO-DIS-MA-22.05)**

Se realizará el ensayo de espesor del revestimiento.

### **5.2.13.- RESISTENCIA DE LA 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 M $\Omega$  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 designar un inspector que presenciara los ensayos de recepción sobre una muestra que elegirá de la partida. 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 hasta un transformador de cada tipo
- medida de descargas parciales sobre toda la muestra en caso de que corresponda
- ensayo de aptitud para soportar cortocircuito sobre un transformador
- inspección visual de la parte activa

El contenido de PCB se comprobará mediante una cromatografía de gases. En el caso que el ensayo de PCB no pueda ser realizado en fábrica, se lacrará la muestra debiendo quedar constancia del lacrado en el protocolo del resultado del laboratorio independiente.

El muestreo de los ensayos de aceite se realizará después de los ensayos dieléctricos.

El valor de la resistencia de aislamiento al minuto durante la recepción no es necesario registrarlo, sólo la verificación que la resistencia es mayor a 1000 M $\Omega$

El ensayo de aptitud de soportar cortocircuitos se realizará sobre un transformador del total de transformadores del contrato, elegido por el inspector, el cual lo lacrará para su identificación, y del cual deberá quedar constancia en el protocolo del ensayo. El ensayo de cortocircuito se realizará en presencia de inspector de UTE o laboratorio independiente. El protocolo del ensayo de aptitud de cortocircuito debe incluir fotos de la parte activa y planos completos del transformador ensayado.

En caso de falla del ensayo, el fabricante deberá diagnosticar las mejoras, corregir en una nueva máquina, volver a realizar el ensayo y en caso que resulte satisfactorio, corregir en todos los transformadores del contrato. La unidad a ensayar podrá ser entregada a UTE a posteriori de la fecha de entrega prevista para el lote de donde fue extraída la unidad.

Se exime de la exigencia del ensayo de cortocircuito en la recepción, cuando hayan realizado un ensayo anterior al suministro (hasta 5 años) que cumpla con la siguiente doble condición en forma simultánea:

- acrediten el cumplimiento total de los criterios de similitud establecidos en el anexo b de la IEC 60076-5 (entre el ensayo presentado y la totalidad de los trafos adjudicados).
- el ensayo presentado haya sido realizado para un transformador suministrado a UTE.

La inspección visual de la parte activa se realiza sobre un máximo del 25% de la muestra de cada ítem con un mínimo de 2, y consiste en la comprobación de al menos los siguientes puntos:

- correspondencia con diseños aprobados (fotos y planos)
- uniformidad de producción entre unidades
- calidad de ejecución
- calidad de las soldaduras
- firmeza de las conexiones al conmutador
- firmeza de las conexión de baja tensión
- parte activa apoyada en fondo de cuba
- limpieza del aceite
- adherencia de pintura interior
- correcto encintado de conductores de MT
- cantidad mínimas de uniones en conexionados
- 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).

La elección de las muestras se realizará tomando en cuenta en cada lote de transformadores aquellos con las mismas potencias nominales.

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

Para los ensayos de rutina en los cuales se obtiene un valor (ejemplo ensayo de pérdidas) se verificará la coincidencia de los valores obtenidos con los que constan en los protocolos de ensayos realizados por el fabricante. Si para alguna de las medidas se presentara una diferencia mayor de un 3 % (10 % para medidas de corriente de vacío) se repetirán los ensayos de rutina en presencia del inspector de UTE sobre todos los transformadores de la partida.

El tamaño de la muestra es de acuerdo a la tabla de muestreo, considerando como lote al conjunto de los transformadores a entregar con iguales potencias nominales. Si el número de unidades indicado para la muestra resultase superior al del lote, entonces se ensayará todo él.

Tamaño del lote (número de unidades)	Tamaño de la muestra (número de unidades)	Núm. de aceptación	Núm. de rechazo
1-50	5	0	1
51-90	8	0	1
91-150	13	0	1
151-280	20	0	1
281-500	32	0	1
501-1200	50	0	1

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

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

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.

Para comprobar las características del aceite aislante de los transformadores, se agruparán todos los distintos tipos de transformadores a recibir en un único lote y se seleccionará una muestra según la tabla de muestreo con una cantidad mínima de 8 elementos para la prueba de rigidez dieléctrica, tensión interfacial y contenido de agua del aceite, una cantidad igual a la mitad de dicha muestra para el N° de neutralización y el factor de pérdidas dieléctricas ( $\text{tg}\delta$ ) y una unidad para el contenido de PCB.

#### **5.4.- ENSAYOS POSTERIORES AL TRANSPORTE**

Una vez llegados los materiales a los almacenes de UTE, se realizarán los siguientes ensayos sobre una cantidad igual al doble de la muestra correspondiente:

- Resistencia de aislación
- Medida de la resistencia de óhmica de los bobinados de baja tensión y de alta tensión en todos los puntos del conmutador

Los ensayos considerados se harán de acuerdo a lo indicado en los ensayos de rutina.

## 6.- EMBALAJE PARTICULAR

Cada transformador deberá entregarse dentro de una estructura de madera de forma tal que el material resista sin daño alguno las solicitaciones a las que será sometido durante su transporte o movimiento. Estas estructuras deberán confeccionarse de forma tal que no se desarmen o deformen por las solicitaciones mencionadas.

Cada estructura de madera deberá tener 3 tacos de apoyo, paralelos y equidistantes, de 10cm de altura libre y de entre 10 y 14cm de ancho.

A cada estructura deberá colocársele 2 etiquetas plastificadas tamaño A4 ubicadas en lados no opuestos, en las cuales deberá constar:

Código UTE del material  
Descripción del material  
Número de compra

Este embalaje deberá cumplirse, aún en el caso de que la entrega del material se efectúe en contenedores.

Además, deberán cumplirse las demás exigencias de embalaje establecidas en el Pliego Particular.

**7.- CÓDIGOS UTE**

<b>Código</b>	<b>Descripción</b>
013627	T.P TRIF 6,3/0,23 kV 630 kVA
013629	T.P TRIF 6,3/0,23 kV 1000KVA
013638	T.P TRIF 6,3/0,4 kV 630 kVA
013654	T.P TRIF 15/0,23 kV 630 kVA
013656	T.P TRIF 15/0,23 kV 1000 kVA
051718	T.P TRIF 15/0,4 kV 630 kVA
052428	T.P TRIF 21,5/0,4 kV 630 kVA
052429	T.P TRIF 21,5/0,4 kV 1000 kVA
056825	T.P TRIF 21,5/6,5 kV 2000 kVA

## 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. 3.0 (2013-07): “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 60085 – Ed. 2.0 (1984-01): “Thermal evaluation and classification of electrical insulation”
- IEC 60156 – Ed. 2.0 (1995-08): “Insulating liquids – Determination of the breakdown voltage at power frequency – Test method”
- IEC 60247 – Ed. 2.0 (1978-01): “Measurement of relative permittivity, dielectric dissipation factor and d.c. resistivity of insulating liquids”
- IEC 60270 – Ed. 3.0 (2000-12): “High-voltage test techniques – Partial discharge measurements”
- IEC 60296 – Ed. 2.0 (1982): “Specification for unused mineral insulating oils for transformers and switchgear”
- IEC 60616 – Ed. 1.0 (1978-01): “Terminal and tapping markings for power transformers”
- IEC 60733 (1982): “Method for determination of water in insulating oils, and in oil-impregnated paper and pressboard”
- IEC 61936-1 – Ed. 2.0 (2010-08): “Power installations exceeding 1 kV a.c. – Part 1: Common rules”
- 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 (September 1968) “Transformers. Bushings for Indoor and Outdoors Types. Insulation Classes 10 N to 30 N, 250 A”
- DIN 42539 (1968) “Transformers. Bushings for Indoor and Outdoors Types. Insulation Classes 3 N for 250 A to 3150 A”
- DIN 43675-1 (1975-09): “Rectangular-section connectors for terminal studs rated between 400 and 3150 A for power transformer- and wallbushings below 60 kV ”
- NBR 5435 (4/1984): “Bucha para transformadores sem conservador de óleo - Tensão nominal 15 kV e 25,8 kV - 160 A - Dimensões”
- NBR 5437 (4/1984): “Bucha para transformadores sem conservador de óleo - Tensão nominal 1,3 kV - 160 A, 400 A e 800 A - Dimensões”
- NBR 8445 (Abr/1984): “Bucha para transformadores sem conservador de óleo – Tensão nominal 38 kV – 160 A - Dimensões”
- Norma UTE NO-DIS-MA 22.05 – “Cincado”
- Norma UTE NO-DIS-MA 22.01 – “Pintura para Transformadores”



## 9.- PLANILLA DE DATOS GARANTIZADOS

### DATOS GENERALES:

1. País de origen:
2. Fabricante:
3. Cumple norma de UTE:

Tipo de transformador	Norma de UTE	Cumple	No cumple
MT/BT trifásico para caseta	NO-DIS-MA-4501		
MT/BT trifásico tipo bitensión	NO-DIS-MA-4503		
MT/BT trifásico tipo configurable	NO-DIS-.MA-4508		
Cincado	N.MA.22.05		
Pintura	N.MA.22.01		

4. Localidad de inspección:
5. Puerto de embarque:
6. Plazo de garantía 2 años: SI \_\_\_\_\_ NO \_\_\_\_\_
7. Modelo según fabricante:

### DATOS ELECTRICOS:

1. Frecuencia 50Hz: SI \_\_\_\_\_ NO \_\_\_\_\_
2. Relación de transformación en vacío (kV/kV) en el punto medio:

Relación	Marque lo que corresponda
6,3/0,23	
6,3/0,4	
15/0,23	
15/0,4	
21,5/0,4	
6,3/0,23-0,40 configurable	
6,3/0,23-0,40 bitensión	
15/0,23-0,40 configurable	
15/0,23-0,40 bitensión	
21,5/0,23-0,4 configurable	
21,5/0,23-0,4 bitensión	
21,5/6,5	

3. Posee 5 puntos de regulación de +/-2,5% y +/-5%: SI \_\_\_\_\_ NO \_\_\_\_\_

4. Tipo de conexión Dyn 11 para todas las potencias (excepto para los transformadores configurables): SI \_\_\_\_\_ NO \_\_\_\_\_

5. Variación máxima de temperatura respecto a la ambiente en:

Capa superior del aceite menor a 60°C: SI \_\_\_\_\_ NO \_\_\_\_\_

Arrollamientos valor medio menor a 65°C: SI \_\_\_\_\_ NO \_\_\_\_\_

Arrollamientos punto más caliente menor a 78°C: SI \_\_\_\_\_ NO \_\_\_\_\_

6. Potencia nominal ONAN:

Potencia (kVA)	Marque lo que corresponda
630	
1000	
2000	

7. Cumple niveles de aislamiento indicados en la tabla: SI \_\_\_\_\_ NO \_\_\_\_\_

Tensión nominal del equipamiento ( $U_n$ ) (kV)	Tensión máxima del equipamiento ( $U_m$ ) (kV <sub>ef</sub> )	Tensión soportada a frecuencia industrial, 1 min (kV <sub>ef</sub> )	Tensión soportada a impulso 1,2/50 $\mu$ s (kV <sub>cr</sub> )
0,23 – 0,4	3,6	10	20
6,3 – 6,5	7,2	20	60
15	17,5	38	95
21,5	24	50	125

8. Cumple que la tensión de cortocircuito en tap principales es 4% para trafos de 630kVA y 6% para el resto: SI \_\_\_\_\_ NO \_\_\_\_\_

9. Las pérdidas en el punto nominal, niveles de ruido y corrientes de vacío son inferiores a las indicadas en la siguiente tabla: SI \_\_\_\_\_ NO \_\_\_\_\_

Potencia nominal (kVA)	Pérdidas en vacío 100% $U_n$ (W)	Pérdidas en carga a 75°C (W)	Nivel de ruido Presión Acústica dB(A)	Corriente en vacío (% de $I_n$ ) (100% $U_n$ )
630	1200	6500	67	1,6
1.000	1.550	10.500	68	1,3
2.000	3.000	20.000	68	1,1

10. Valor de pérdidas en vacío (W):

11. Valor de pérdidas debidas a la carga en el punto nominal (W):

12. Nivel de ruido – Presión acústica a 0,3 m (dBA):

13. Corriente de vacío (% de la nominal):

14. Cumple que la corriente de cortocircuito soportada 3s sea al menos 25 veces la corriente nominal para los transformadores de 630kVA y 16,7 veces para el resto:

SI \_\_\_\_\_ NO \_\_\_\_\_

15. Cumple el regulador con soportar una corriente permanente de 175% de la corriente nominal del transformador:

SI \_\_\_\_\_ NO \_\_\_\_\_

16. Los pasatapas de AT cumplen con la siguiente tabla:

SI \_\_\_\_\_ NO \_\_\_\_\_

Máxima tensión del equipamiento Um (kV)	Pasantapas de alta tensión	
	Norma	Designación
7,2	NO-DIS-MA-2007	PE1S (conector tipo C1S)
17,5		
24		
36	DIN 42531	DT30Nf250

17. Los pasatapas de BT cumplen con la siguiente tabla (excepto para los transformadores configurables y bitensión):

SI \_\_\_\_\_ NO \_\_\_\_\_

Potencia nominal (kVA)	Pasantapas de baja tensión			
	Tensión secundaria (V)	Norma	Designación	Paletas de conexión DIN43675
630	230	DIN42530	DT2000	FP2000
	400	DIN42530	DT2000	FP2000
1.000	230	DIN42530	DT3150	FP3150
	400	DIN42530	DT2000	FP2000
2.000	6.500	N.MA.20.0 7	PE2S (conector tipo C1S)	-----

### DATOS CONSTRUCTIVOS:

1. Cumple con las dimensiones y pesos máximos de la tabla:

SI \_\_\_\_\_ NO \_\_\_\_\_

Potencia nominal (kVA)	Longitud (mm)	Ancho (mm)	Altura (mm)	Peso total (kg)
630	1.600	1.100	1.870	2.400
1.000	1.990	1.190	1.900	3.400
2.000	3.000	1.300	1.900	6.100

2. Longitud (mm):

3. Ancho (mm):

4. Altura (mm):

5. Peso total (kg):

6. Peso del aceite (kg):

7. Peso del núcleo (kg):

8. Peso de los arrollamientos (kg):

9. Sistema de expansión del aceite aislante:

Sistema	Marque lo que corresponda
Cámara bajo tapa	
cuba elástica de llenado integral	

10. El transformador soporta una sobrepresión de 250mbar en el de cuba elástica o de 600mbar en los de cámara de aire: SI\_\_\_\_\_ NO\_\_\_\_\_

11. Cumple el color del transformador la siguiente tabla: SI\_\_\_\_\_ NO\_\_\_\_\_

Tensión primaria	Color
6,3 kV	azul RAL 5001
15 kV	gris RAL 7001
24 kV	Verde RAL 6000
36 kV	Gris 7035

### ACCESORIOS:

1. Los transformadores trifásicos de cámara de aire poseen dos indicadores del nivel de aceite: SI\_\_\_\_\_ NO\_\_\_\_\_

2. Dispositivo de llenado con rosca exterior de 1": SI\_\_\_\_\_ NO\_\_\_\_\_

3. Dispositivo de vaciado y toma de muestras de 1": SI\_\_\_\_\_ NO\_\_\_\_\_

4. Válvulas de alivio de sobrepresión de 0,5 bar para transformadores con cámara de aire bajo tapa y 0,25 bar para transformadores con cubas de llenado integral:

SI \_\_\_\_\_ NO \_\_\_\_\_

5. Dispositivo sensor de temperatura para todos los transformadores:

SI \_\_\_\_\_ NO \_\_\_\_\_

6. Terminales de puesta a tierra para prensar conductores de 16 a 50mm<sup>2</sup> de Cu:

SI \_\_\_\_\_ NO \_\_\_\_\_

7. Ruedas para desplazamiento conforme a la siguiente tabla:

SI \_\_\_\_\_ NO \_\_\_\_\_

9. Placa características de acuerdo a norma:

SI \_\_\_\_\_ NO \_\_\_\_\_

11. Dispositivos de fijación de descargadores:

SI \_\_\_\_\_ NO \_\_\_\_\_

12. Posee previsión para colocar precintos:

SI \_\_\_\_\_ NO \_\_\_\_\_

13. Posee chicote entre la tapa y la cuba:

SI \_\_\_\_\_ NO \_\_\_\_\_

14. Posee etiqueta de "No PCB":

SI \_\_\_\_\_ NO \_\_\_\_\_

#### **ENSAYOS DE TIPO:**

1. Cumple ensayo de calentamiento:

SI \_\_\_\_\_ NO \_\_\_\_\_

2. Cumple ensayo de impulso tipo rayo normalizado:

SI \_\_\_\_\_ NO \_\_\_\_\_

3. Cumple ensayo de estanqueidad y de resistencia a sobrepresión y vacío:

SI \_\_\_\_\_ NO \_\_\_\_\_

4. Cumple ensayo de características de los aceites aislantes:

SI \_\_\_\_\_ NO \_\_\_\_\_

5. Cumple que el contenido de PCB es menor a 2 ppm:

SI \_\_\_\_\_ NO \_\_\_\_\_

6. Cumple ensayo de calidad de cincado:

SI \_\_\_\_\_ NO \_\_\_\_\_

7. Cumple ensayo de medida de nivel de ruido:

SI \_\_\_\_\_ NO \_\_\_\_\_

8. Cumple ensayo de aptitud a soportar corriente de cortocircuito:

SI \_\_\_\_\_ NO \_\_\_\_\_

9. Ensayos de pintura:

Cumple ensayos de niebla salina ASTM B 117 - 90:

SI \_\_\_\_\_ NO \_\_\_\_\_

Cumple ensayos de humedad:

SI \_\_\_\_\_ NO \_\_\_\_\_



**TRANSFORMADORES TRIFÁSICOS PARA DISTRIBUCIÓN  
EN BT TIPO CASETA**

Cumple ensayos de adherencia:	SI_____	NO_____
Cumple ensayos de brillo:	SI_____	NO_____
Cumple ensayos de resistencia al aceite aislante:	SI_____	NO_____

.....  
Firma de Ingeniero Responsable

No se admitirán desviaciones a los valores declarados en esta Planilla de Datos Garantizados

## **PINTURA:**

En caso de usar el método de referencia:

1. Fondo
  - 1.1 Material:
  - 1.2 Rango de espesor:
2. Capa intermedia
  - 2.1 Material:
  - 2.2 Rango de espesor:
3. Terminación
  - 3.1 Material:
  - 3.2 Rango de espesor:

En caso de usar un método alternativo:

1. Descripción del método:
2. Normas:
3. Preparación de superficie:
4. Definición de componentes de cada capa del esquema de pintura:
5. Rango de espesor de cada capa:

## **10.- ANEXOS**

No aplica.