

**Transformadores trifásicos sumergidos en aceite para distribución en BT
ET/5024****Índice****1.- Objeto****2.- Alcance****3.- Desarrollo Metodológico**

Recuerde que esta Documentación en FORMATO PAPEL puede quedar obsoleta. Para consultar versiones actualizadas acuda al Web

Responsable		Fecha
Redacción	Redactor	25/02/2021
Verificación	Departamento de Normalización	25/02/2021
Aprobación	Dirección de Medio Ambiente, Sostenibilidad, Innovación y Cambio Climático	25/02/2021

**Transformadores trifásicos sumergidos en aceite para distribución en BT
ET/5024****1.- OBJETO**

El objeto de esta Especificación Técnica es establecer las especificaciones que deben cumplir los transformadores trifásicos de potencia para la distribución de la energía eléctrica en baja tensión, a instalar en las redes de distribución de E-Redes Distribución Eléctrica, S.A.U.

2.- ALCANCE

Se refiere exclusivamente a transformadores con el núcleo y los arrollamientos sumergidos en aceite aislante, para instalación interior o exterior indistintamente, 50 Hz, servicio continuo, refrigeración natural (ONAN) y llegando la tensión más elevada para el material en el primario a 36 kV y en el secundario 1,1 kV.

3.- DESARROLLO METODOLÓGICO**3.1.- DESIGNACIÓN****3.2.- CARACTERÍSTICAS****3.2.1.- Potencias asignadas****3.2.2.- Refrigeración****3.2.3.- Calentamiento****3.2.4.- Tensiones asignadas en vacío****3.2.4.1.- Arrollamiento de AT****3.2.4.2.- Arrollamiento de BT****3.2.5.- Cambiador de tomas****3.2.6.- Grupos de conexión****3.2.7.- Niveles de aislamiento****3.2.8.- Tensiones de cortocircuito****3.2.9.- Pérdidas e intensidades en vacío**

**Transformadores trifásicos sumergidos en aceite para distribución en BT
ET/5024****3.2.10.- Nivel de ruido****3.2.11.- Aptitud para soportar cortocircuitos****3.3.- DETALLES CONSTRUCTIVOS****3.3.1.- Fijación de culatas****3.3.2.- Asentamiento del núcleo a la cuba****3.3.3.- Bridas****3.3.4.- Puesta a tierra del núcleo****3.3.5.- Arrollamientos****3.3.6.- Cambiador de tomas****3.3.7.- Conexiones****3.3.8.- Pasatapas de alta tensión****3.3.9.- Pasatapas de baja tensión****3.3.10.- Termómetro o termostato****3.3.11.- Ruedas****3.3.12.- Cuba****3.3.13.- Placa de características****3.3.14.- Dimensiones máximas y pesos****3.3.15.- Protección anticorrosiva y color de pintura****3.3.16.- Tratamiento de secado de la parte activa****3.3.17.- Variaciones de diseño****3.3.18.- Señalización****3.4.- RECEPCIÓN****3.4.1.-Inspección**

**Transformadores trifásicos sumergidos en aceite para distribución en BT
ET/5024****3.4.2.- Ensayos****3.4.3.- Observaciones relativas a los ensayos****3.4.4.- Interpretación y valoración de los resultados****3.4.4.1.- Pérdidas****3.4.4.2.- Nivel de ruido****3.4.4.3.- Calentamiento****3.4.4.4.- Corrientes de vacío y relación de pérdidas en vacío****3.4.5.- Coste de los ensayos****3.4.6.- Normas para los ensayos****3.5.- GARANTÍAS****3.6.- CALIFICACIÓN****ANEXO A: PLACA DE SEÑALIZACIÓN****3.1. DESIGNACIÓN**

Los transformadores objeto de la presente Especificación Técnica se designarán de la forma y en el orden siguiente:

(1)/(2)/(3)-(4) (5)-(6)-(7)

en donde:

- (1) Potencia asignada, según 3.2.1
- (2) Tensión más elevada para el material: 24 kV o 36 kV
- (3)-(4) Tensiones asignadas del primario
- (5) Tensión de salida: B2 o B1B2

**Transformadores trifásicos sumergidos en aceite para distribución en BT
ET/5024**

- (6) La letra O, indicativa del aceite mineral
- (7) PA pasatapas tipo abierto, PE pasatapas enchufables (en caso de llevar termómetro se indicará /t)

Ejemplo: 630/24/22- B2-O-PE/t

3.2.- CARACTERÍSTICAS

Para todo aquello no referido en esta Especificación Técnica, se seguirá lo indicado en las Normas UNE 21428-1, UNE 21428-1-1 y UNE 21428-1-2, así como en las diferentes UNE-EN 50588, las UNE-EN 50708 y UNE-EN 60076 **que no contradiga lo indicado en el Reglamento (UE) 548/2014 y su modificación en el Reglamento 2019/1783** sobre diseño ecológico en productos relacionados con la energía.

3.2.1.- Potencias asignadas

Las potencias asignadas, en kVA son:

- Clase B2 : 50 - 100 - 250 – 400(*) - 630 y 1.000
- Clase B1B2 : 250 – 400(*) y 630

(*) Excepcionalmente podrá admitirse su empleo en ampliaciones de potencia de instalaciones tipo postes en zonas industriales (polígonos) y áreas de consumo semiurbano.

3.2.2.- Refrigeración

La refrigeración será por circulación natural del aceite aislante, enfriado a su vez por las corrientes de aire que se producen de forma natural alrededor de la cuba, denominación ONAN según UNE-EN 60076-2.

El aceite aislante será mineral, no inhibido, sin mezcla de productos de síntesis tales como los alquibencenos o similares y deberá cumplir las condiciones indicadas en UNE-EN 60296.

**Transformadores trifásicos sumergidos en aceite para distribución en BT
ET/5024**

El volumen máximo de aceite será **750 l para transformadores de potencia 1000 kVA, cualesquiera que sean sus tensiones AT o BT. En la tabla IX (Dimensiones máximas), de 3.3.14, se fijan los valores máximos de otras potencias.**

Para algún caso excepcional se admite el uso de ésteres naturales, como líquido refrigerante.

3.2.3.- Calentamiento

Cuando el transformador trabaje en forma continua a la potencia asignada en régimen continuo, éste cumplirá con los valores límite indicados en la Norma UNE-EN 60076-2.

En cuanto al valor límite de corriente y temperatura aplicables a cargas por encima de los valores asignados, no se superarán los límites reflejados en la tabla 4 de la Norma UNE-EN IEC 60076-7.

3.2.4.- Tensiones asignadas en vacío**3.2.4.1.- Arrollamiento de AT**

Red 20 kV : 20 000 V entre fases en la toma principal.

Red 22 kV : 22 000 V entre fases en la toma principal.

Red 24 kV : 24 000 V entre fases en la toma principal.

Red 25 kV : 25 000 V entre fases en la toma principal.

Los transformadores con más de una tensión en el lado de AT dispondrán de un conmutador de dos posiciones, con mando exterior sobre tapa, debidamente señalizadas. **A tal efecto, se marcarán de forma indeleble, sobre la tapa, el valor de las tensiones.** La operación **de conmutación** se realizará sin tensión en la máquina. Este dispositivo será de características similares a las descritas en el apartado 3.3.6.

3.2.4.2.- Arrollamiento de BT

La tensión en vacío de la BT de los transformadores será:

- Clase B2: 420 V entre fases.

**Transformadores trifásicos sumergidos en aceite para distribución en BT
ET/5024**

- Clase B1B2: 242 y 420 V entre fases.

3.2.5.- Cambiador de tomas

Todos los transformadores objeto de esta Especificación Técnica, estarán provistos de un mando que permita variar la relación de transformación, estando el transformador sin carga.

Este dispositivo (cambiador de tomas) actuará sobre el arrollamiento de AT. Su mando será exterior, situado en la tapa superior de la cuba y las posiciones estarán marcadas de forma indeleble, siendo fácilmente legibles desde el exterior, correspondiendo a los cinco valores: 0; +2,5 ; +5 ; +7,5; +10% de la toma principal para redes 20 y 22 kV, a los cinco valores: -2,5 ; 0 ; +2,5 ; +5 ; +7,5% de la toma principal para la red 24 kV y a los cinco valores de la toma principal para la red de 25 kV -5; -2,5; 0; 2,5; 5%.

Los valores de tensiones asignadas a las posiciones del cambiador de tomas, serán:

Red 20 kV : 22 000 - 21 500 - 21 000 - 20 500 - 20 000 V entre fases.

Red 22 kV : 24 200 - 23 650 - 23 100 - 22 550 - 22 000 V entre fases.

Red 24 kV : 25 800 - 25 200 - 24 600 - 24 000 - 23 400 V entre fases.

Red 25 kV : 23 750 - 24 375 - 25 000 - 25 625 - 26 250 V entre fases.

3.2.6.- Grupos de conexión

Los grupos de conexión, indistintamente de la tensión de la red, serán:

- Transformadores de 50 y 100 kVA: Yzn 11 o Dyn 11

- Transformadores de 250, 400, 630 y 1 000 kVA: Dyn 11

El neutro del arrollamiento de BT será accesible y dimensionado para las máximas tensión y corriente de las fases.

3.2.7.- Niveles de aislamiento

Los niveles de aislamiento serán los indicados en la tabla I.

**Transformadores trifásicos sumergidos en aceite para distribución en BT
ET/5024**

TABLA I (Niveles de aislamiento)

ARROLLAMIENTO	TENSION DE SERVICIO DE LA RED (kV)	TENSION MAS ELEVADA PARA EL MATERIAL (kV)	TENSION SOPORTADA DE CORTA DURACION A FRECUENCIA INDUST. (kV EFICACES)	TENSION SOPORTADA A IMPULSO TIPO RAYO (kV CRESTA)
AT	20 22 24	24	50	125 (*)
	25	36	70	170 (*)
BT	0,420	1,1	10	20

La tensión de impulso para los arrollamientos de BT se aplicará entre éstos, con todos sus bornes unidos, y la cuba. Los bornes de alta tensión estarán conectados entre sí y unidos a tierra directamente o a través de una resistencia.

(*) En los transformadores con más de una tensión asignada en primario, el ensayo con impulsos de tipo rayo se realizará a la tensión correspondiente al nivel de conexión solicitada. En el caso de realizar sobre un mismo transformador el anterior ensayo para la otra tensión asignada, el valor de la tensión aplicada en el segundo ensayo, será el 75 % del valor especificado para la misma.

3.2.8.- Tensiones de cortocircuito

Los valores de la tensión de cortocircuito a la temperatura de referencia de 75°C y para la intensidad asignada definida por la toma principal, serán los reflejados en la tabla II.

**Transformadores trifásicos sumergidos en aceite para distribución en BT
ET/5024**

TABLA II (Tensiones de cortocircuito)

TENSION DE SERVICIO DE LA RED (kV)	POTENCIA ASIGNADA (kVA)	
	HASTA 630	PARA 1000
20 22 24	4%	6%
25	4,5%	6%

Estos valores son válidos para los transformadores de clase B2 y B1B2 funcionando a 420 V. Para el funcionamiento en 242 V, el valor de la tensión de cortocircuito será el que garantice el constructor referido a la potencia $0,75 P_n$.

3.2.9.- Pérdidas e intensidades en vacío

Las pérdidas máximas en vacío y las debidas al régimen de carga se indican en la tabla III, que se corresponden con las que fija el Reglamento (UE) 548/2014 y su modificación en el Reglamento (UE) 2019/1783, en la UNE-EN 50708-2-1 y en la UNE-EN 50588-1, para la tensión más elevada del material.

**Transformadores trifásicos sumergidos en aceite para distribución en BT
ET/5024**

TABLA III (Pérdidas en vacío y en carga)

Potencia	Para redes de 20, 22 y 24 kV (serie 24 kV) y 25 kV (serie 36 kV)			
	Pérdidas en vacío (W)		Pérdidas en carga a 75 °C (W)	
	Serie 24 kV	Serie 36 kV +15%	Serie 24 kV	Serie 36 kV +10%
50 (*)	81	93	750	825
100 (*)	130	150	1250	1375
250 (*)	270	311	2350	2585
400	387	445	3250	3575
630	540	621	4600	5060
1000	693	797	7600	8360

(*) Se considerarán las pérdidas que figuran en esta tabla, tanto para el montaje interior como en intemperie

La relación entre las pérdidas en vacío medidas al 110 % y al 100 % de la tensión asignada no deberá exceder de 1,45.

En el caso de tener algún devanado con bitensión, las pérdidas en carga y en vacío se corrigen según el d Reglamento (UE) 2019/1783.

A efectos de validación de ofertas, a los valores de pérdidas indicados en la oferta del constructor se les aplicará la fórmula de capitalización, de la forma que se indica en la Norma UNE 21428-1:

$$P = C_{Fe} * P_{Fe} + C_{Cu} * P_{Cu}$$

**Transformadores trifásicos sumergidos en aceite para distribución en BT
ET/5024**

P_{Fe} y P_{cu} son los valores de las pérdidas en vacío y carga de la oferta respectivamente, expresados en kW, y C_{Fe} y C_{Cu} los valores, en €/kW, correspondientes a las pérdidas en vacío y en carga respectivamente.

3.2.10.- Nivel de ruido

La potencia acústica de los transformadores no deberá exceder los límites indicados en la tabla IV. Estos valores se corresponden con los fijados en la Norma EN 50708-2-1 y la UNE 21428-1. En el caso de la serie 36 kV el criterio que se establece es el del Distribuidor mayoritario, de acuerdo con los fabricantes, de subir 4 dB los niveles de 24 kV.

TABLA IV (Potencia acústica)

POTENCIA (kVA)	NIVEL DE RUIDO (dBA)	
	REDES 20, 22,24 kV y 25 kV	
	Potencia acústica (L_{WA})	
	24 kV	36 kV
50	39	43
100	41	45
250	47	51
400	50	54
630	52	56
1000	55	59

3.2.11.- Aptitud para soportar cortocircuitos

Los transformadores se proyectarán y construirán para soportar los efectos térmicos y mecánicos de los cortocircuitos exteriores según lo indicado en la Norma UNE-EN 60076-5.

Los valores de las sobreintensidades y su duración se indican en la tabla V.

**Transformadores trifásicos sumergidos en aceite para distribución en BT
ET/5024**

TABLA V (Sobreintensidades)

POTENCIA (kVA)	Valores de sobreintensidad (valor eficaz simétrico expresado en múltiplos de la intensidad asignada)	DURACIÓN (seg)
Hasta 630	25	2
1 000	16,7	

En el caso de transformadores de clase B1B2, los valores de sobreintensidad y de duración admisible, podrán ser aplicados en cualquiera de las dos tensiones.

3.3.- DETALLES CONSTRUCTIVOS

Estos transformadores serán del tipo denominado de "llenado integral" sin conservador. Estarán contruidos de acuerdo con lo indicado en el capítulo correspondiente de la Norma UNE 21428-1 con las salvedades y/o adiciones que se indican en este apartado.

3.3.1.-Fijación de culatas

En núcleos de chapas apiladas se efectuará con bridas de hierro o madera estratificada atornilladas entre sí mediante espárragos, ya sea a través de las culatas punzonadas o bien exteriores a las mismas. El apriete conseguido habrá de ser lo más uniforme posible.

No se permitirán deformaciones en bridas una vez realizado el apriete.

3.3.2.- Asentamiento del núcleo a la cuba

El núcleo estará necesariamente apoyado en la base de la cuba por la culata magnética inferior utilizando calzos de apoyo en las zonas extremas de la culata, no admitiéndose bajo ningún concepto culatas suspendidas. La solución adoptada permitirá por sí sola la sustentación de la parte activa completa sobre un plano horizontal sin peligro de vuelco.

La longitud de estos calzos o pies de apoyo será la mayor que permita el ancho de la cuba, de modo que prácticamente queden ajustados por sus extremos una vez realizado el encubado, sin embargo el hecho de disponer de dichos calzos no será obstáculo para que la operación de encubado se realice correctamente sin trabas.

**Transformadores trifásicos sumergidos en aceite para distribución en BT
ET/5024****3.3.3.- Bridas**

Las bridas inferiores estarán enlazadas con las superiores mediante un sistema de tirantes que permita, por ajuste, la correcta sujeción de los arrollamientos. El conjunto se unirá a la tapa del transformador mediante ángulos atornillados o espárragos roscados, de modo que sea posible el ajuste en altura de la tapa para conseguir el asentamiento correcto de la parte activa a la cuba.

A propuesta del fabricante, previa a la oferta, E-Redes Distribución Eléctrica, S.A.U. podrá aceptar otro sistema de sujeción de eficacia equivalente.

3.3.4.- Puesta a tierra del núcleo

Deberá realizarse desde dos puntos situados en extremos opuestos de la culata superior conectados a la tapa directamente o a través de partes metálicas, evitando películas intermedias de pintura.

3.3.5.- Arrollamientos

La construcción de los arrollamientos, a elección del fabricante, podrá ser de elementos sueltos (AT y BT construidos por separado) o bien arrollados directamente el de AT sobre el de BT formando un solo bloque.

Los conductores serán de cobre esmaltado, en forma de hilo, pletina o banda única, no permitiéndose los arrollamientos de bandas múltiples por capa. Se permiten los devanados de aluminio, siempre y cuando las dimensiones exteriores de la máquina no condicionen la ubicación en el centro de transformación. A tales efectos, estos transformadores se ajustarán a los valores recogidos en la Tabla IX sobre dimensiones máximas.

El aislamiento entre capas será exclusivamente papel o cartón provisto de resina termoendurecible, utilizándose tanto en AT como en BT.

El aislamiento entre arrollamientos será básicamente tubo de papel bakelizado o cartón arrollado. Este último sólo estará permitido cuando el arrollamiento de AT se construya directamente sobre el de BT formando un solo bloque.

Todos los arrollamientos (de AT o BT) se construirán para ser refrigerados como mínimo a través de sus caras interior y exterior, y los canales de circulación del aceite, previstos a

**Transformadores trifásicos sumergidos en aceite para distribución en BT
ET/5024**

tal fin, serán de sección uniforme en todo su desarrollo, con un ancho radial mínimo de 3 mm. De existir otros canales de circulación, éstos serán de las mismas características. La fijación longitudinal de los arrollamientos se realizará por medio de las bridas citadas en el apartado 3.3.3, comprimiendo sus cabezas.

Todas las cuñas y elementos de apriete estarán contruidos y fijados para que en ningún caso pierdan su posición o puedan extraerse aún contando con un hipotético aflojamiento fortuito.

3.3.6.- Cambiador de tomas

El accionamiento de este dispositivo, comúnmente conocido por conmutador, será de ataque directo o a través de piñón dentado, no admitiéndose el empleo de cables para esta transmisión.

Los materiales constitutivos del mismo serán adecuados para resistir el aceite mineral a la temperatura de servicio del transformador. El mando estará protegido por un capuchón metálico envolvente cerrado provisto de junta toroidal en su base.

3.3.7.- Conexiones

La situación de las tomas de salida y de las intermedias será tal que en ningún caso la distancia respecto a masa sea inferior a 3 cm, incluso teniendo en cuenta la posición más desfavorable que pudieran alcanzar por descuidos en el montaje.

Las conexiones de salida del arrollamiento BT estarán inmovilizadas firmemente con relación a las bridas, en lugares lo más próximos posibles del punto de salida del arrollamiento.

3.3.8.- Pasatapas de alta tensión

E-Redes Distribución Eléctrica, S.A.U. o en su defecto, el comprador especificará el tipo de pasatapas, abierto (PA) o enchufable (PE) intercambiables con aquellos y entre sí.

Con carácter general serán del tipo abierto para potencias asignadas de 50 y 100 kVA (instalación exterior) y del tipo enchufable para 400, 630 y 1000 kVA (instalación interior). Para potencia asignada de 250 kVA, podrán ser indistintamente abiertos (PA) o enchufables (PE), dependiendo del tipo de instalación exterior o interior.

**Transformadores trifásicos sumergidos en aceite para distribución en BT
ET/5024**

Los pasatapas abiertos cumplirán con las Normas UNE 20176 y UNE-EN 50180, y se corresponden con el tipo indicado en la tabla VI.

TABLA VI (Pasantapas tipo abierto)

TENSIÓN DE SERVICIO DE LA RED (kV)	DESIGNACIÓN PASATAPAS	DISTANCIA MÍNIMA AL AIRE ENTRE PUNTOS EN TENSIÓN (mm)	LÍNEA DE FUGA NOMINAL MÍNIMA (mm)	I_r (A)
20 22 24	24-250/P2	220	480	250
25	36-250/P1	320	576	250

En todos los transformadores la situación de los pasatapas AT será tal que sus ejes siempre estén contenidos en el mismo plano vertical, debiendo guardar simetría respecto del pasatapas central, apoyados directamente sobre la tapa de la cuba, sin collarines o conos de apoyo intermedios. La distancia entre los ejes de los mismos, en su extremo superior será 275 mm (hasta 24 kV) y la mínima al aire entre puntos en tensión, de distintas fases, 220 mm.

Los transformadores se suministrarán sin descargadores de antena (explosores) y sin los soportes para ellos.

Los pasatapas enchufables cumplirán con la Norma UNE-EN 50180 y serán de intensidad nominal 250 A, de acuerdo a la Especificación Técnica ET/5015 "Conectores enchufables aislados hasta 36 kV".

La distancia mínima de la parte sumergida del pasatapas a las paredes laterales de la cuba o cualquier otro elemento será mayor de 3 cm.

Los bornes de alta tensión se designarán, de izquierda a derecha, por los símbolos 1U-1V-1W mirando el transformador desde este lado de AT. Dichos símbolos estarán marcados sobre la tapa de la cuba de forma indeleble a la intemperie y en relieve.

**Transformadores trifásicos sumergidos en aceite para distribución en BT
ET/5024**

3.3.9.- Pasatapas de baja tensión

Los pasatapas de BT cumplirán con las Normas UNE 20176 y UNE-EN 50386, correspondiéndose con los tipos reflejados en la tabla VII.

TABLA VII (Pasantapas baja tensión)

POTENCIA A (kVA)	INTENSIDAD (A)		DESIGNACION UNE		LÍNEA DE FUGA NOMINAL MÍNIMA (mm)	
	420 V	242 V	420 V	242 V	420 V	242 V
50 100	250	-----	PAT 1 e/250	-----	55	
250 400	630	630	PAT 1 e/630	PAT 1 e/630	70	
		1 000		PAT 1 e/1 000		
630 1 000	1 000 2 000	2 000 3 150	PAT 1 e/1 000 PAT 1 e/2 000	PAT 1 e/2 000 PAT 1 e/3 150	75	

Las distancias entre ejes serán las establecidas en la Norma UNE 21428-1. En los transformadores bitensión y con objeto de no aumentar innecesariamente las dimensiones de la cuba, podrán reducirse, previo acuerdo entre el fabricante e E-Redes Distribución Eléctrica, S.A.U..

La distancia mínima de la parte sumergida de la porcelana a las paredes de la cuba o cualquier otro elemento será mayor de 3 cm.

Tal como se recoge en la UNE 21428-1, los extremos inferiores de los pasatapas, lo mismo que los demás elementos del arrollamiento de alta tensión, deben quedar sumergidos dentro del aceite a una profundidad no inferior a 35 mm para los trafos de la serie 24 kV y a 80 mm para los de la serie 36 kV, siempre que la temperatura del aceite sea de 0 °C.

Cuando el pasatapas de alta tensión sea del tipo abierto (PA), los pasatapas de Baja tensión serán asimismo, de tipo abierto (PA), con vástago y sus correspondientes tornillos, tuercas y arandelas.

**Transformadores trifásicos sumergidos en aceite para distribución en BT
ET/5024**

En el caso de máquinas con los pasatapas de alta tensión enchufables (PE), **generalmente** los pasatapas de baja tensión serán de tipo abierto (PA), pero al vástago irá roscado una pieza de acoplamiento plana con x agujeros para realizar la conexión de los cables de distribución (paletón), donde x=4 para transformadores $\geq 400\text{kVA}$ y x=2 para transformadores $< 400\text{kVA}$.

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

correspondiendo el símbolo N al borne del neutro.

En el caso de transformadores de clase B1B2, los símbolos para los bornes de baja tensión serán:

N - 2U - 2V - 2W - 3U - 3V - 3W

correspondiendo el índice 2 a 420 V y el índice 3 a 242 V.

Todos los símbolos estarán marcados sobre la tapa de la cuba de forma indeleble a la intemperie y en relieve.

3.3.10.- Termómetro o termostato

Todos los transformadores deberán suministrarse provistos de un dispositivo de alojamiento del sensor de temperatura en la tapa de la cuba, en la zona de BT, según UNE 21428-1.

Sólo en aquellas máquinas con pasatapas de AT del tipo enchufable (PE), el termómetro o termostato estará comprendido en el suministro de los transformadores, salvo que se especifique lo contrario.

3.3.11.- Ruedas

Cuando se suministren ruedas, deben cumplir con la Norma EN 50216-4.

Todos los transformadores estarán previstos para poder montar en ellos ruedas de fundición, sin pestaña, orientables en dos direcciones perpendiculares, para desplazamientos longitudinales y transversales.

**Transformadores trifásicos sumergidos en aceite para distribución en BT
ET/5024**

Salvo que se especifique lo contrario, no se suministrarán ruedas para potencias de 50 y 100kVA, **a no ser que éstos tengan los pasatapas de AT de tipo enchufables.**

Las dimensiones de las ruedas y distancias entre ejes serán las indicadas en la tabla VIII.

TABLA VIII (Ruedas)

POTENCIA (kVA)	Diámetro de la rueda (mm)	Ancho de la llanta (mm)	Distancia entre ejes de rodadura en las dos direcciones (mm)
Hasta 250 o igual	125	40	520
Mayor 250	125	40	670

3.3.12.- Cuba

Además de las prescripciones establecidas en la Norma UNE 21428-1, se cumplirán los siguientes aspectos:

- Será del tipo de aletas con un espesor mínimo de 0,8 mm

- La situación de los cáncamos o ganchos de elevación y transporte, colocados sobre la tapa, será tal que la elevación, tanto de la parte activa sola como del transformador completo, se efectúe sin que el plano de simetría se desvíe sensiblemente del vertical.

En las cuatro esquinas superiores de la tapa de la cuba, se dispondrá de elementos que permitan el arriostamiento para el transporte. En la parte inferior de la cuba se instalarán elementos que posibiliten el arrastre o desplazamiento del transformador.

- Existirán dos soportes para la colocación de la placa de características, instalados en las dos caras de mayor dimensión de la cuba del transformador. Estos soportes se situarán de modo que la placa quede en la parte más alta de las aletas sin sobrepasar en altura a estos elementos.

El criterio para suministrar la placa de características es el siguiente:

Hasta 250 kVA o igual, con PA, la placa se coloca en el mismo lado que los pasatapas de AT.

**Transformadores trifásicos sumergidos en aceite para distribución en BT
ET/5024**

Con PE, la placa se colocará en el lado de los pasatapas de BT.

- La unión de la tapa a la cuba será mediante tornillería de acero, tipo dracomat, con un tratamiento antioxidante.

- Cuando la junta de la tapa de la cuba sea de goma podrá ser de sección rectangular o circular con uniones pegadas y protegida por limitadores de altura de sección rectangular de 6 mm de altura mínima.

- Dispondrá de un tapón roscado para vaciado y toma de muestras, según Norma UNE-EN 50216-4, y su situación será tal que el manejo no se vea dificultado por la situación de las aletas.

3.3.13.- Placa de características

Todos los transformadores deben tener una placa de características, preparada para que pueda fijarse con facilidad en cualquiera de los dos soportes de las dos caras de mayor dimensión del transformador, tal como se comenta en 3.3.12. **Asimismo, el criterio sobre dónde deba de colocarse, se define en el mismo apartado.**

Las dimensiones serán 130 x 185 mm, será de acero inoxidable, con letras bajo y/o sobrerrelieve, espesor entre 0,8 y 1,2 mm con una tolerancia de +0,5 mm.

Además de la información definida en UNE-EN 50708-1-1 y en UNE-EN IEC 60076-1, debe de figurar:

- Potencia acústica (dB).
- Volumen de líquido aislante.

3.3.14.- Dimensiones máximas y pesos

Los litros de aceite y el peso total de los transformadores de hasta 36 kV que pueden condicionar el asentamiento donde se ubiquen, se corresponden con los de las máquinas de 1000 kVA, 630 kVA y las de 250 kVA (cuando se instala sobre poste). A tal efecto, en la tabla IX se indican los valores máximos admitidos.

**Transformadores trifásicos sumergidos en aceite para distribución en BT
ET/5024**

Tabla IX (Dimensiones máximas)

Potencia	Peso máximo (kg)	Volumen aceite (l)
250	1.440	335
630	2.700	600
1000	3.450	750

3.3.15.- Protección anticorrosiva y color de pintura

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 aislante empleado.

El color de la pintura de la capa exterior será azul verdoso muy oscuro del tipo S8010-B10G, según la Norma UNE 48103.

El procedimiento de pintado deberá ser propuesto por el fabricante y previamente aprobado por E-Redes Distribución Eléctrica, S.A.U. antes de su aplicación.

El espesor mínimo de la capa seca, en cualquiera de sus puntos, será de 60 micrómetros y 80 micrómetros el espesor medio; la superficie de acabado será lisa brillante, sin irregularidades provocadas por goteo o exceso de pintura y la adherencia comprobada con peine será como mínimo del grado 1, según la Norma UNE-EN ISO 2409.

3.3.16.- Tratamiento de secado de la parte activa

Este tratamiento se realizará de forma que la medición del aislamiento en el transformador completo, aceite incluido, sea mayor que:

$$X(15.000 - 10P_n) \text{ Mohm (a temperatura ambiente)}$$

Siendo P_n la potencia asignada en kVA y X un coeficiente cuyo valor es:

$$X=0,7 \text{ para arrollamientos serie 24 kV}$$

$$X=0,3 \text{ para arrollamientos de BT}$$

**Transformadores trifásicos sumergidos en aceite para distribución en BT
ET/5024**

Esta medición se realiza entre AT y BT, AT y masa y entre BT y masa, utilizando un medidor de aislamiento de 5.000 ó 2.500 V durante un minuto.

3.3.17.- Variaciones de diseño

Cualquier modificación a introducir en el diseño de los transformadores respecto al tipo recogido en la presente Especificación Técnica, deberá someterse previamente a la conformidad de E-Redes Distribución Eléctrica, S.A.U.

3.3.18.- Señalización

La señalización correspondiente a la tensión secundaria de 420 V consistirá en una placa rectangular de 105 x 40 mm de color amarillo sujeta a la parte inferior de la placa de características, con la indicación 420 V en caracteres negros de 30 mm de altura.

En el Anexo B a la presente Especificación Técnica se incluye un dibujo de la placa de señalización, donde se observa la posición relativa de los datos.

3.4.- RECEPCIÓN

En el caso de hacer recepción de transformadores ésta se realizará de acuerdo con el capítulo 10 de la Norma UNE-EN 60076-1.

El constructor notificará a E-Redes Distribución Eléctrica, S.A.U., antes del inicio de la construcción, la fecha prevista para la recepción de los transformadores, la confirmación de la cual, en el momento oportuno, se efectuará con un mínimo de 10 días. En caso de modificación de la fecha prevista, el fabricante viene obligado a la aceptación de la fecha que proponga E-Redes Distribución Eléctrica, S.A.U.. Cuando sea necesario la repetición de algún ensayo, éste se efectuará dentro de los 15 días siguientes.

3.4.1.- Inspección

Un representante de E-Redes Distribución Eléctrica, S.A.U. comprobará, en una unidad de cada lote y tipo, tanto interior como exteriormente, que los transformadores cumplen con lo indicado en el apartado 3.3 DETALLES CONSTRUCTIVOS.

**Transformadores trifásicos sumergidos en aceite para distribución en BT
ET/5024****3.4.2.- Ensayos**

Los transformadores se someterán a los ensayos individuales o de rutina y los de tipo estipulados en los apartados 10.1.1 y 10.1.2 de la Norma UNE-EN 60076-1. Como ensayo tipo se efectuará también el descrito en el apartado 3.3.16 de la presente Especificación Técnica.

Otros ensayos se registrarán por lo descrito en UNE-EN 60076-1, 2 y 3.

Los valores límite del aceite en frío, serán los indicados en la tabla X.

TABLA X (Características del aceite aislante)

CARACTERISTICAS	VALOR LÍMITE	ENSAYO
Tensión de ruptura dieléctrica, en kV	≥ 40	UNE-EN 60156
Factor de pérdidas dieléctricas a 90°C, tg δ	$\leq 0,0015$	UNE 21322
Contenido de agua, mg/kg	≤ 20	UNE-EN 60814

3.4.3.- Observaciones relativas a los ensayos

Para la realización de los ensayos se seguirán los procedimientos indicados en las normas de la serie UNE-EN 60076.

Se establecen las observaciones relativas a los siguientes ensayos:

Ensayo con impulsos de tipo rayo.

Se registrarán las características que se suponen más sensibles a los fallos que se trata de identificar, normalmente la corriente a tierra en los arrollamientos de AT y la corriente a tierra inducida en los arrollamientos de BT.

La amplitud de los registros será tal que permita identificar las desviaciones con seguridad. Si aparecieran ligeras oscilaciones que puedan ser identificadas como ionizaciones o descargas parciales, deberán repetirse los ensayos asegurándose de que no existe el defecto.

Para la obtención de los registros se exige el empleo de oscilógrafos de tipo analógico.

**Transformadores trifásicos sumergidos en aceite para distribución en BT
ET/5024**Ensayo de calentamiento.

Se utilizará el método "b" de la Publicación 76-2 de la CEI, que equivale al ensayo hasta régimen estable por el método de cortocircuito de la Norma UNE-EN 60076-2 que considera estabilizada la temperatura cuando la variación del calentamiento del aceite en la parte superior es menor de 1K por hora y permanezca por debajo de dicho umbral un período de tres horas.

3.4.4.- Interpretación y valoración de resultados

En este apartado se establecen las condiciones de aceptación cuando el resultado de algún ensayo excede el valor garantizado por el fabricante.

Las penalizaciones que se establecen en los apartados siguientes serán acumulativas.

Los valores de las tolerancias cumplirán con los indicados en la tabla 1 de la Norma UNE-EN 60076-1.

3.4.4.1.- Pérdidas

Si los valores de las pérdidas totales obtenidos en los ensayos superan en más de un 10 % los indicados en la tabla III o los valores de las pérdidas en vacío o en carga, considerados individualmente, superan en más de un 15 % los reflejados en dicha tabla, todos los transformadores del lote serán rechazados.

Si esos valores de las pérdidas totales no alcanzan el límite del 10 % sobre los indicados en la tabla III, pero superan en más de un 3% los valores ofertados, se aplicará a los transformadores del lote una penalización equivalente a la capitalización del exceso de pérdidas (diferencia entre las ofertadas y las de ensayo), según la fórmula referenciada en el apartado 3.2.9.

3.4.4.2.- Nivel de ruido

Si el nivel de ruido obtenido en este ensayo, sobre el transformador seleccionado de los que compongan el lote, excede el valor garantizado en la tabla IV, deberán ser ensayados todos los transformadores del lote sin coste adicional, aceptándose aquellos cuyo valor medido sea inferior o igual al de garantía. Los restantes transformadores serán rechazados.

**Transformadores trifásicos sumergidos en aceite para distribución en BT
ET/5024****3.4.4.3.- Calentamiento**

Cuando los resultados del ensayo excedan a los valores límites recogidos en la Norma UNE-EN 60076-2, los transformadores a criterio de E-Redes Distribución Eléctrica, S.A.U. podrán ser rechazados o penalizados.

Se determinará en base a UNE-IEC 60076-7 una nueva potencia de entre las normalizadas por la Norma UNE 21428-1. El coste de todos los transformadores del lote, se calculará en función de la nueva potencia resultante.

3.4.4.4.- Corrientes de vacío y relación de pérdidas en vacío

Cuando alguno de los valores de las corrientes de vacío al 100 % y 110 % de la tensión asignada, o la relación de pérdidas en vacío al 110 % y al 100 % de la tensión asignada, exceda de los valores especificados en el apartado 3.2.9, los transformadores a criterio de E-Redes Distribución Eléctrica, S.A.U. podrán ser rechazados o aceptados imponiéndoles una penalización. Para el cálculo de la penalización se determinará, mediante ensayo, la tensión a la cual no se superarían los límites especificados; el coste del transformador se considerará proporcional a dicha tensión resultante.

3.4.5.- Coste de los ensayos

Los gastos originados por los ensayos, tanto individuales como de tipo, estarán incluidos en el importe de las máquinas.

3.4.6.- Normas para los ensayos

Las condiciones generales requeridas para efectuar los ensayos serán las indicadas en las diferentes partes de la norma UNE-EN 60076, en las que se especifican, así mismo, los detalles particulares y procedimientos para su ejecución.

Así mismo, se seguirá lo dictado en el Reglamento (UE) 548/2014 de la Comisión **y en su modificación en el Reglamento (UE) 2019/1783.**

**Transformadores trifásicos sumergidos en aceite para distribución en BT
ET/5024****3.5.- GARANTÍAS**

El constructor garantizará el material objeto del suministro por un período de 12 meses a partir de la fecha de puesta en servicio, y como máximo 18 meses después de las pruebas de cada transformador, contra cualquier defecto de fabricación, diseño o materiales empleados. El constructor procederá a la reparación y/o sustitución de todos los elementos defectuosos, en el más breve plazo de tiempo posible, a su cuenta y riesgo, incluidos los gastos de transporte.

Los elementos o dispositivos, que por los conceptos anteriormente expuestos, hubieran sido reparados o sustituidos quedarán sujetos a un nuevo período de garantía de 12 meses a partir de la entrega del transformador reparado, con la conformidad de E-Redes Distribución Eléctrica, S.A.U..

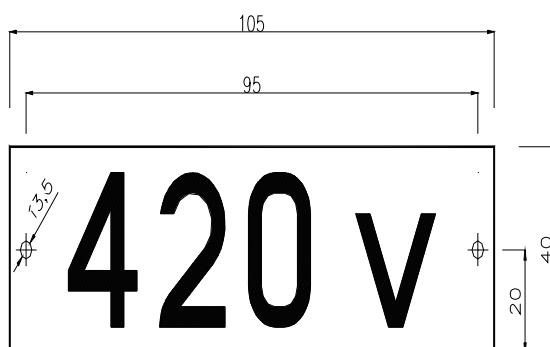
Cuando un fabricante suministre por primera vez transformadores, los plazos especificados se ampliarán en 12 meses.

3.6 CALIFICACIÓN

Para la calificación de cualquier modelo contemplado en la presente Especificación Técnica, HCDE exigirá la obtención del certificado de calidad de producto de AENOR (marca N). Caso de no existir el reglamento particular para dicha certificación, se tendrá que justificar el resultado favorable de todos los ensayos mencionados en el apartado 3.4.2, mediante el correspondiente certificado emitido por un laboratorio oficial.

Cada fabricante deberá aportar además a HCDE un certificado, emitido por un Organismo de Control Autorizado, del cumplimiento de los requisitos de la presente Especificación Técnica.

Además, HCDE se reserva el derecho a repetir ciertos ensayos de los descritos en el apartado 3.4.2 de esta norma, realizados por el fabricante.

**Transformadores trifásicos sumergidos en aceite para distribución en BT
ET/5024****ANEXO A: PLACA DE SEÑALIZACIÓN**

MATERIAL: ACERO INOXIDABLE

CARACTERES EN NEGRO

FONDO AMARILLO