



Transformadores en baño de aceite

- ★ El llenado integral de la cuba con su líquido aislante bajo vacío se caracteriza por un bajo grado de mantenimiento.

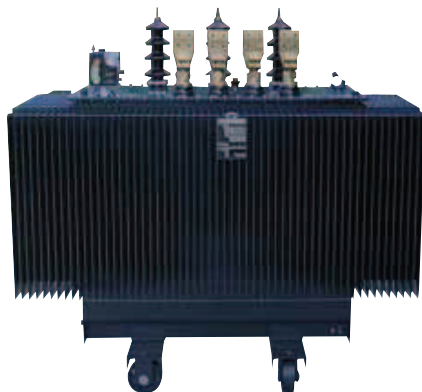
Centros de Transformación 24 kV MT/BT Distribución Media Tensión

3 Transformadores de distribución MT/BT

Transformadores en baño de aceite gama integral hasta 24 kV

Tecnología	3/3
Descripción	3/4
Características	3/6
Relé de protección	3/9
Termómetro de esfera	3/11
Curvas de carga	3/12
Pasatapas	3/13
Información necesaria para el pedido	3/14

Transformadores en baño de aceite gama integral hasta 24 kV



Transformador tipo caseta de 1.000 kVA.

Llenado integral

Schneider Electric utiliza para toda la gama de transformadores de distribución la tecnología de **llenado integral**.

A diferencia de otras técnicas de fabricación (cámara de aire bajo tapa o depósito de expansión), el llenado integral es el método que garantiza un menor grado de degradación del líquido aislante y refrigerante al no poner en contacto con el aire ninguna superficie.

El elemento diferenciador de dichos transformadores reside en el recipiente que encierra el líquido refrigerante, llamado **cuba elástica**, constituida en su totalidad por chapa de acero. Las paredes laterales de dicha cuba están formadas por aletas en forma de acordeón que permiten disipar adecuadamente el calor producido por las pérdidas, debido al buen factor de disipación térmico obtenido.

El funcionamiento de estos transformadores es fiable y eficiente. Cuando el transformador se pone en servicio, se eleva la temperatura del líquido aislante, y en consecuencia aumenta el volumen de éste, siendo precisamente las aletas de la cuba las que se deforman elásticamente para compensar el aumento de volumen del líquido aislante, siendo capaz de soportar los efectos de una variación de temperatura de hasta **100 K** sin que se produzcan deformaciones permanentes en la misma.

Análogamente, al quitar de servicio el transformador o al disminuir la carga, se produce una disminución de la temperatura y las aletas recuperan un volumen proporcional al producido anteriormente por la dilatación. El proceso de fabricación está garantizado por la utilización de técnicas avanzadas. Antes del encubado se someten las partes activas a un tratamiento de secado que elimina prácticamente la humedad de los aislantes.

Posteriormente se realiza el llenado integral de la cuba con su líquido aislante **bajo vacío**, lo que impide cualquier entrada de aire que pudiera provocar la oxidación y degradación del líquido aislante.

El llenado integral aporta las siguientes ventajas con respecto a las otras tecnologías de fabricación:

- Menor degradación del aceite, ni por oxidación ni por absorción de humedad, por no estar en contacto con el aire.
- **Bajo grado de mantenimiento**, debido a la ausencia de ciertos elementos:
 - No precisa desecador.
 - No precisa mantenimiento del aceite.
 - No precisa válvulas de sobrepresión.
 - No precisa indicadores de nivel de líquido.
- Mayor robustez, al no presentar puntos débiles de soldadura como sería la unión del depósito de expansión con la tapa.
- Menor peso del conjunto.
- Las dimensiones del aparato se ven notablemente reducidas al no disponer de depósito de expansión o cámara de aire, facilitando el transporte y ubicación del transformador.
- Protección integral del transformador mediante relé de protección (ver página 3/9).

Transformadores en baño de aceite gama integral hasta 24 kV

3



Campana de vacío.



Sección bobinados de BT.



Talleres de fabricación.

Generalidades

La gama está constituida por transformadores según las siguientes especificaciones:

- Transformadores trifásicos, 50 Hz, para instalación en interior o exterior, indistintamente.
- En baño de aceite.
- Refrigeración natural de tipo:
 - ONAN (aceite).
 - KNAN (silicona).
- **Herméticos y de llenado integral.**
- Gama de potencias de **50 a 2.500 kVA**.
- Nivel de aislamiento hasta **24 kV**.
- Devanados AT/BT en aluminio o cobre.
- Devanado BT:
 - Hasta 160 kVA inclusive, formados por una sola bobina construida en hélice, con conductor de sección rectangular aislado con papel.
 - A partir de 160 kVA, arrollamientos en espiral, con conductor en banda aislado con papel epoxy entre espiras.
- Devanado AT:
 - Bobinado directamente sobre el arrollamiento BT.
 - Bobinado tipo continuo por capas, intercalando aislante y canales de refrigeración.
- **Circuito magnético** de chapa de acero al silicio de grano orientado, laminada en frío y aislada por carlite.
- Aislamiento **clase A**.
- Tapa empernada sobre cuba.
- La protección superficial se realiza por **un revestimiento de poliéster**, aplicado después de un tratamiento superficial adecuado de la chapa reforzando la adherencia y asegurando una protección anticorrosiva óptima.
- Acabado en **color tipo 8010-B10G** según UNE 48103, denominado "azul verdoso muy oscuro".
- Régimen de funcionamiento normal:
- Altitud inferior a **1.000 metros**.
- Temperatura ambiente máxima: **40 °C**.
- Calentamiento arrollamientos/aceite inferior a **65/60 K**.

Tensiones

- AT: debido a la diversificación de tensiones de las redes de distribución, éstas serán determinadas por el cliente. Los transformadores podrán tener una o dos tensiones, pudiendo pasar de una a otra por:
 - Conmutador (operando sin tensión).
 - Aconsejamos su instalación en fábrica para evitar el desencubado si el cambio de conmutación ha de realizarse por bornas bajo tapa.
 - Bornas bajo tapa (desencubando).
 Además se dispone de un conmutador de cinco posiciones para la variación, sin tensión, de la relación de transformación.
 - BT: la baja tensión puede estar formada por:
 - Cuatro bornes (3 fases + neutro).
 - Siete bornes (3 fases + 3 fases + neutro), para potencias de 160, 250, 400, 630 y 1.000 kVA.
 Se denomina al secundario como B1 cuando la tensión compuesta en vacío es de 242 V; B2 cuando es 420 V. Un aparato con doble tensión secundaria se denomina como B1B2.
- En el caso de doble tensión secundaria es necesario conocer el factor **k** de reparto de cargas o de simultaneidad, que determina qué potencia se puede obtener de cada secundario, según la expresión:

$$P_n = P_2 + P_1/k$$

P_n = potencia asignada.
 P_1 = potencia de los bornes B1.
 P_2 = potencia de los bornes B2.
 k = factor de simultaneidad.
 Los valores k son 0,75.

Descripción (continuación)



Bobinadora en banda.



Laboratorios de ensayos.



Placa característica según UNE 21428.

Transformadores en baño de aceite gama integral hasta 24 kV

Normas

Los transformadores se construyen según la norma siguiente:

- UNE 21428 (2006).

Equipo de base

- Conmutador de 5 posiciones para regulación, enclavable y situado en la tapa (maniobrable con el transformador sin tensión); este conmutador actúa sobre la tensión más elevada para adaptar el transformador al valor real de la tensión de alimentación.
- 3 bornes MT según norma UNE-EN 50180.
- 4 bornes BT según norma UNE-EN 50386.
- 2 cáncamos de elevación y desencubado.
- Placa de características.
- Orificio de llenado con rosca exterior M40 × 1,5, provisto de tapa roscada.
- Dispositivo de vaciado y toma de muestras en la parte inferior de la cuba.
- 4 ruedas bidireccionales orientables a 90°, atornilladas sobre dos perfiles en el fondo de la cuba, para transformadores de potencia superior o igual a 50 kVA.
- 2 tomas de puesta a tierra, situadas en la parte inferior, con tornillo M10, resistente a la corrosión.
- Una funda para alojar un termómetro.

3

Accesorios opcionales

Se pueden incorporar, como opción, los siguientes accesorios:

- 3 bornes enchufables MT (partes fijas), según norma UNE-EN 50180.
- Pasabarras BT para transformadores de 250 a 1.000 kVA.
- Armario de conexiones.
- Cajas cubrebornes de AT y/o BT.
- Dispositivos de control y protección:
 - Relé de protección.
 - Termómetro de esfera de dos contactos.

Nota: las opciones aquí expuestas prevén los casos más usuales y no son limitativas. En caso de otras opciones, consútenos.

Ensayos

En todos nuestros transformadores se realizan los siguientes ensayos denominados de rutina o individuales:

- Ensayos de medidas:
 - Medida de la resistencia óhmica de arrollamientos.
 - Medida de la relación de transformación y grupo de conexión.
 - Medida de las pérdidas y de la corriente de vacío.
 - Medida de las pérdidas debidas a la carga.
 - Medida de la tensión de cortocircuito.
- Ensayos dieléctricos:
 - Ensayo por tensión aplicada a frecuencia industrial.
 - Ensayo por tensión inducida.

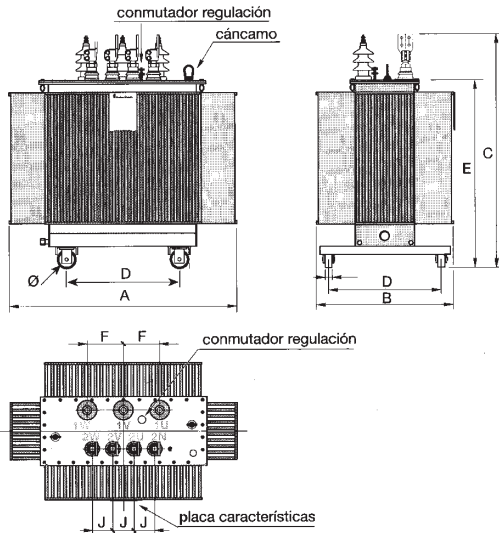
También se pueden realizar, bajo pedido, los siguientes ensayos:

- Ensayos de tipo:
 - Ensayo de calentamiento.
 - Ensayo con impulso tipo rayo.
 - Nivel de ruido.
 - Ensayo de características del aceite.

Características eléctricas para el material hasta 24 kV de aislamiento

Potencia asignada (kVA)	50	100	160	250	400	630	800	1.000	1.250	1.600	2.000	2.500	
Tensión primaria asignada	de 6 kV hasta límite máximo de 24 kV incluida regulación												
Tensión secundaria B2	420 V												
Pérdidas (W)	en vacío	145	260	375	530	750	1.030	1.200	1.400	1.730	2.200	2.640	3.200
	por carga a 75 °C	1.100	1.750	2.350	3.250	4.600	6.500	8.340	10.500	13.210	17.000	21.220	26.500
Tensión de cortocircuito (%)	4	4	4	4	4	4	6	6	6	6	6	6	
Caída de tensión a plena carga	cos $\varphi = 1$	2,26	1,81	1,54	1,37	1,22	1,10	1,21	1,22	1,23	1,23	1,23	1,23
	cos $\varphi = 0,8$	3,77	3,57	3,43	3,33	3,25	3,18	4,46	4,47	4,48	4,48	4,48	4,47
Rendimiento	carga 100%												
	cos $\varphi = 1$	97,55	98,03	98,33	98,51	98,68	98,82	98,82	98,82	98,82	98,81	98,82	98,83
	cos $\varphi = 0,8$	96,98	97,55	97,92	98,15	98,36	98,53	98,53	98,53	98,53	98,52	98,53	98,54
	carga 75%												
	cos $\varphi = 1$	98,00	98,37	98,61	98,76	98,90	99,02	99,03	99,04	99,03	99,03	99,04	99,04
	cos $\varphi = 0,8$	97,52	97,97	98,26	98,45	98,63	98,78	98,79	98,80	98,79	98,79	98,80	98,81
	carga 50%												
	cos $\varphi = 1$	98,35	98,62	98,81	98,94	99,06	99,16	99,19	99,20	99,20	99,20	99,21	99,22
cos $\varphi = 0,8$	97,94	98,29	98,52	98,68	98,83	98,96	98,98	99,00	99,00	99,00	99,02	99,03	
carga 25%													
cos $\varphi = 1$	98,32	98,54	98,71	98,84	98,97	99,10	99,15	99,18	99,19	99,19	99,21	99,23	
cos $\varphi = 0,8$	97,91	98,19	98,40	98,55	98,72	98,87	98,94	98,98	98,99	98,99	99,02	99,04	
Ruido dB (A) potencia acústica Lwa	50	54	57	60	63	65	66	68	69	71	73	76	

Estas características hacen referencia a transformadores con una sola tensión en primario y secundario. Otras tensiones bajo pedido.



Dimensiones y pesos

Las dimensiones y pesos indicados en las tablas son valores indicativos para transformadores en baño de aceite, que corresponden a las características eléctricas descritas en la tabla anterior.



Dimensiones y pesos para el material hasta 24 kV
de aislamiento –ONAN– según normativa UNE 21428

Tensiones primarias:

- Monotensión hasta 24 kV incluida la regulación.

Tensiones secundarias:

- Monotensión 420 V.

Potencia asignada (kVA)	50	100	160	250	400	630	800	1.000	1.250	1.600	2.000	2.500
A	900	1.060	1.180	1.005	1.094	1.444	1.509	1.894	1.774	1.894	2.004	2.200
B	540	670	790	899	924	959	1.019	1.024	1.174	1.174	1.334	1.350
C	1.220	1.270	1.360	1.386	1.551	1.651	1.776	1.757	1.920	2.005	1.995	2.185
D	520	520	520	670	670	670	670	670	820	820	820	1.070
E	840	890	970	1.006	1.171	1.271	1.396	1.377	1.540	1.625	1.615	1.800
F	275	275	275	275	275	275	275	275	275	275	275	275
Ø	125	125	125	125	125	125	125	125	200	200	200	200
Ancho llanta	40	40	40	40	40	40	40	40	70	70	70	70
J	80	80	80	150	150	150	150	150	150	200	200	200
Peso total (kg)	460	660	900	1.050	1.380	1.840	2.350	2.630	3.100	3.700	4.290	5.420
Volumen líquido (l)	120	170	240	268	339	439	598	598	847	980	1.099	1.279
Peso líquido (kg)	103	146	206	233	295	382	520	520	737	853	956	1.100
Peso desecubar (kg)	240	350	490	620	810	1.090	1.320	1.480	1.620	1.870	2.180	3.400

Para transformadores en baño de silicona (KNAN), consultar dimensiones y pesos.

Dimensiones y pesos para el material hasta 24 kV de aislamiento –ONAN– según normativa UNE 21428

Tensiones primarias:

- Bitensiones 15,4/20 y 13,2/20 kV.

Tensiones secundarias:

- Monotensión 420 V.

3

Potencia asignada (kVA)	50	100	160	250	400	630	800	1.000	1.250	1.600	2.000	2.500
A	900	1.060	1.180	1.005	1.194	1.449	1.604	1.959	1.879	2.004	2.069	2.200
B	540	670	790	899	949	929	1.044	1.039	1.214	1.209	1.354	1.350
C	1.220	1.270	1.360	1.386	1.551	1.696	1.696	1.777	1.885	2.005	2.035	2.185
D	520	520	520	670	670	670	670	670	820	820	820	1.070
E	840	890	970	1.006	1.171	1.316	1.316	1.397	1.505	1.625	1.655	1.800
F	275	275	275	275	275	275	275	275	275	275	275	275
∅	125	125	125	125	125	125	125	125	200	200	200	200
Ancho llanta	40	40	40	40	40	40	40	40	70	70	70	70
J	80	80	80	150	150	150	150	150	150	200	200	200
Peso total (kg)	460	660	900	1.150	1.480	2.160	2.600	2.970	3.350	4.040	4.720	5.420
Volumen líquido (l)	120	170	240	268	375	518	592	745	840	1.050	1.195	1.279
Peso líquido (kg)	103	146	206	233	326	451	515	648	731	914	1.040	1.100
Peso desencubar (kg)	240	350	490	720	870	1.320	1.570	1.730	1.900	2.100	2.470	3.400

Para transformadores en baño de silicona (KNAN), consultar dimensiones y pesos.

Transformadores en baño de aceite gama integral hasta 24 kV



La seguridad del transformador está garantizada con un relé que integra las siguientes funciones de protección:

- Detección de emisión de gases del líquido dieléctrico, debida a la descomposición provocada por el calor o arco eléctrico que pudiera producirse en el interior de la cuba.
- Detección de un descenso accidental del nivel del dieléctrico (disparo).
- Detección de un aumento excesivo de la presión que se ejerce sobre la cuba (disparo).
- Lectura de la temperatura del líquido dieléctrico (contactos de alarma y disparo regulables).
- Visualización de líquido por medio de un pequeño flotador.

En la parte superior se dispone de un tapón de llenado y otro para la toma de muestras.

Aconsejamos su instalación en fábrica para transformadores de potencia superior a 630 kVA.

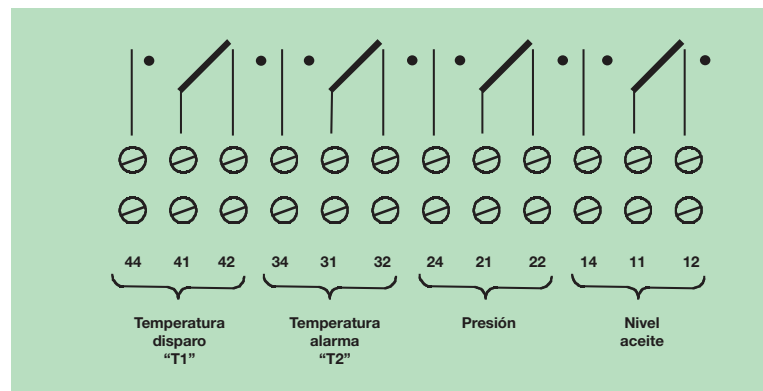
Características generales

Índice de protección IEC 60529	IP66
Índice de resistencia a los choques (EN 50102)	IK07
Resistencia a la niebla salina	500 h
Resistencia a las radiaciones UV (UNI-ISO 4892/UNI-ISO 4582)	500 h
Rango de temperatura ambiente admisible	-40 °C ÷ +120 °C
Conexión prensaestopas (Ø 13 mm hasta Ø 18 mm)	Pg 21
Caja de bornas (EN 50005/UNE-EN 60947-1/IEC 60947-7-1)	Según norma
Sección máxima de conexión sobre 1 borne	Hasta 2,5 mm ²
Presión máxima de operación	500 mbar

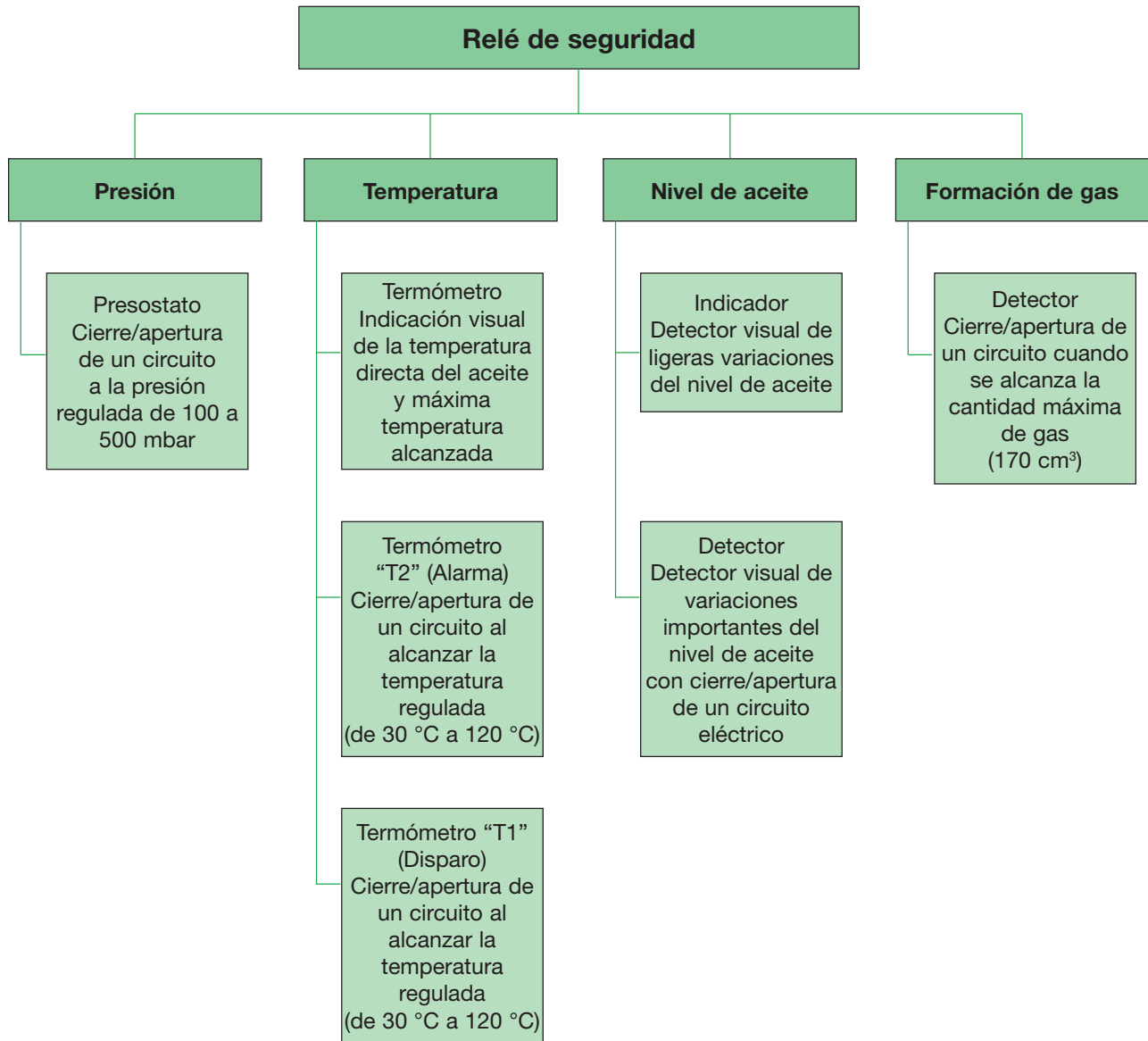
3

Tensión	AC						CC					
	Óhmico			Inductivo (cos φ 0,5)			Óhmico			Inductivo (L/R 40 MS)		
Tapa de circuito												
Voltaje	220	127	24	220	127	24	220	127	24	220	127	24
Poder de conmutación de los contactos	2 A	2 A	2 A	2 A	2 A	2 A	2 A	2 A	2 A	2 A	2 A	2 A
Nivel de aceite / detección gas												
Poder de conmutación de los contactos	6 A	6 A	6 A	1,5 A	1,5 A	1,5 A	0,6 A	0,6 A	0,6 A	0,6 A	0,6 A	0,6 A
Presostato												
Poder de conmutación de los contactos	16 A	16 A	16 A	4 A	4 A	4 A	0,6 A	0,6 A	0,6 A	0,6 A	0,6 A	0,6 A
Termostatos												

Esquema eléctrico (según norma EN 50005)



3





Termómetro de esfera

El termómetro de esfera es un medio de control de la temperatura del aceite en su franja más caliente, es decir, en la superficie interior de la tapa del transformador permitiendo, al mismo tiempo, conocer su estado de carga. La incorporación de un circuito de alarma (aguja azul) y un circuito de disparo (aguja roja) facilitan el control de la temperatura del aceite cuando llega a alcanzar valores peligrosos.

Es preciso utilizar relés auxiliares en los circuitos de alarma y disparo del termómetro, debido a que las capacidades de corte de sus contactos son pequeñas y corresponden a las indicadas en el cuadro siguiente:

Características eléctricas de los contactos

Voltios	Corriente	Amperios	Circuito
220	Alterna	0,05	Resistivo
127	Alterna	0,08	Resistivo
220	Continua	0,04	Resistivo
127	Continua	0,06	Resistivo

3

El error máximo a 120 °C está comprendido entre ± 2 °C.

Las tres agujas de que consta el termómetro determinan:

Aguja negra: indicadora constante de la temperatura del aceite aislante en la capa superior del transformador (cable marrón).

Aguja azul: contacto normalmente abierto de alarma (cable azul).

Aguja roja: contacto normalmente abierto de disparo (cable amarillo).

Estos contactos eléctricos están situados en el interior de la caja de aluminio y son accionados cuando la aguja negra (indicadora de temperatura) alcanza los umbrales de ajuste de la aguja azul y de la roja (cuando la aguja negra haga contacto con la aguja azul de alarma y, a pesar del aviso, continúe elevándose la temperatura, la aguja negra irá desplazando el contacto de alarma hasta conectar con el contacto de disparo o aguja roja). Sus terminales corresponden a los cables de color que se han indicado anteriormente.

El termómetro va montado de forma que la esfera esté en posición vertical, adaptando su bulbo a rosca sobre el racor de la funda situada sobre la tapa del transformador. Dicho bulbo es un detector sensible a las variaciones de temperatura.

El ajuste de la aguja roja determina el límite de temperatura que debe alcanzar el aceite del transformador estando ésta condicionada a la temperatura ambiente del local que, a su vez, no sobrepasará los límites establecidos por la norma UNE-EN 60076-2.

En concreto, si la máxima diaria establecida como temperatura ambiente es de 40 °C y la máxima temperatura del aceite permitida según UNE-EN 60076-2, es de 60 °C, el ajuste máximo de la aguja roja deberá ser como máximo de 100 °C, siendo aconsejable disponer la aguja azul entre 5 y 10 °C menos que la roja.

Transformadores en baño de aceite gama integral hasta 24 kV

La norma UNE 20110 proporciona las curvas de carga que traducen la velocidad de reacción del transformador al cambio de carga para los distintos tipos de refrigeración. La clase térmica es única (clase A) y la constante de tiempo está relacionada con el modo de refrigeración (3 horas en ONAN).

Las curvas que corresponden a los transformadores de distribución ONAN están en el anexo 3 (páginas 70 y 71 de la norma UNE 20110) para distintas temperaturas ambientes supuestas permanentes, lo que puede asimilarse a una temperatura ambiente media anual.

Por ejemplo, se puede necesitar determinar la carga que puede aplicarse a un transformador partiendo de las siguientes condiciones:

$t_p = 2$ horas
 $\sigma_a = 20$ °C
 $K_1 = 0,8$

Siendo:

t_p = la duración de la sobrecarga, expresada en horas.

σ_a = la temperatura ambiente.

K_1 = carga previa, en amperios, expresada como fracción de la corriente asignada.

K_2 = carga admisible, en amperios, expresada como fracción de la corriente asignada.

En la gráfica de la figura 2 se ha trazado una línea vertical desde el eje de abscisas **$K_1 = 0,8$** hasta su confluencia con la curva **$t_p = 2$ h**, la línea horizontal trazada desde este punto hasta el eje de ordenadas, nos determina el valor **$K_2 = 1,42$** .

1,42 veces la corriente asignada del transformador es la sobrecarga admisible durante 2 horas. Pasado este tiempo se restablecerá el régimen inicial de carga.

3

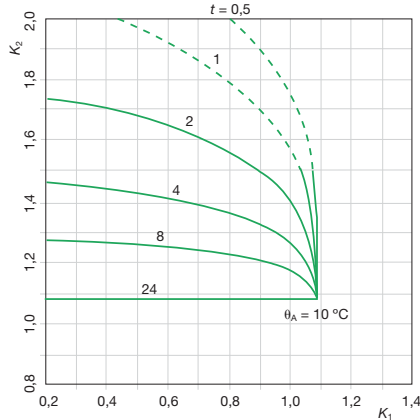


Fig. 1

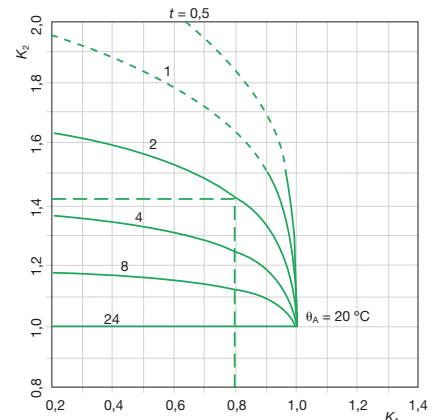


Fig. 2

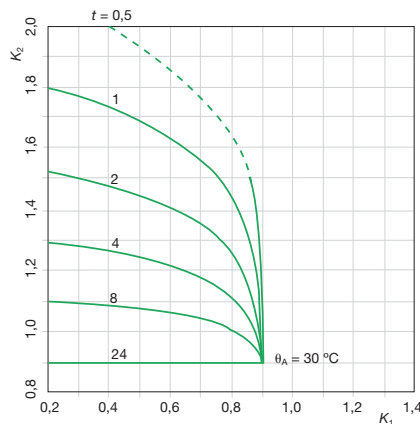


Fig. 3

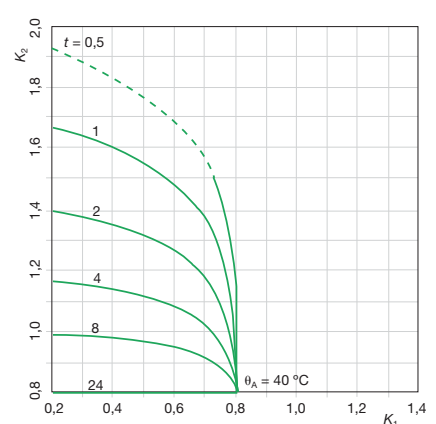


Fig. 4

Transformadores de distribución ONAN.
 Regímenes admisibles con una pérdida normal de vida.



- Pasatapas AT tipo abierto.



Figura 1
PAT 12e/250-24e/250 - 36e/250.

Todos los pasatapas de tipo abierto, instalados en los transformadores, cumplen con la normativa UNE-EN 50180 en MT y UNE-EN 50386 en BT. Estos son fácilmente recambiables sin necesidad de desencubar el transformador.

Tanto los pasatapas de AT como los de BT son de porcelana con el exterior vidriado en color marrón y presentan el aspecto y las cotas que se muestran en las figuras. Los pasatapas BT, cuya intensidad supera los 1.000 A, se suministran con la pieza de acoplamiento plana que se indica en la figura 3.



- Pasatapas BT.



Figura 2
PAT 1e/250 y 630.

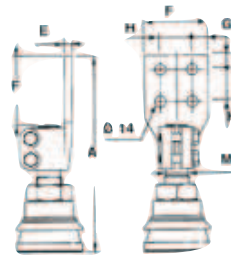
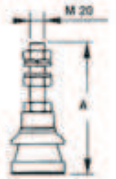
Tipos de pasatapas

Designación	A (mm)	Ua (kV)
24-250/P2	380	7,2 / 12 / 17,5 / 24
36-250/P1	433	36

Designación	Figura	A	M	J	E	F	G	H
PAT 1e/250	2	125	M12 × 1,75	80	-	-	-	-
PAT 1e/630	2	175	M20 × 2,5	150	-	-	-	-
PAT 1e/1.000	3	274	M30 × 2	150	10	80	24	32
PAT 1e/2.000	3	325	M42 × 3	150	15	100	25	60
PAT 1e/3.150	3	355	M48 × 3	200	15	120	30	60
PAT 1e/4.000	3	355	M48 × 3	200	15	120	30	60



Figura 3
PAT 1e/1.000-2.000-3.150 y 4.000 A.



Intensidad asignada de los pasatapas a que se utilizarán según potencia y tensión

	25 kVA	50 kVA	100 kVA	160 kVA	250 kVA	400 kVA	630 kVA	800 kVA	1.000 kVA	1.250 kVA	1.600 kVA	2.000 kVA	2.500 kVA
B2	250	250	250	250	630	630	1.000	2.000	2.000	2.000	3.150	3.150	4.000
B1B2 (k = 0,75)													
B1	-	-	-	630	630	1.000	2.000	-	2.000	-	-	-	-
B2	-	-	-	250	630	630	1.000	-	2.000	-	-	-	-

Para pasar un pedido, adjuntar a nuestros servicios comerciales una fotocopia de esta página debidamente rellena en los espacios correspondientes.

3

N.º unidades

Potencia kVA

Normativa: UNE 21428

Líquido aislante: Aceite
 Silicona

Relación de transformación: AT 1: kV BT 1: V*
 AT 2: kV BT 2: V*

*Se entiende tensión en vacío entre fases.

En caso de doble AT, el transformador AT 1 Por conmutador
saldrá conectado a: AT 2 Bornas bajo tapa*

*Opción por defecto.

En caso de doble BT: (k = 0,75)

Grupo conexión: Según normas

Conmutador de regulación: ($\pm 2,5 \pm 5$)
 ($\pm 2,5, +5, + 7,5$)
 ($+2,5, +5, +7,5, +10$)

Bornas AT: Porcelana* Enchufables
Bornas BT: Porcelana* Pasabarras

*Opción por defecto.

Accesorios:

Relé de protección
 Termómetro de esfera de 2 contactos
 Caja cubrebornas AT
 Caja cubrebornas BT
 Caja cubrebornas AT/BT

