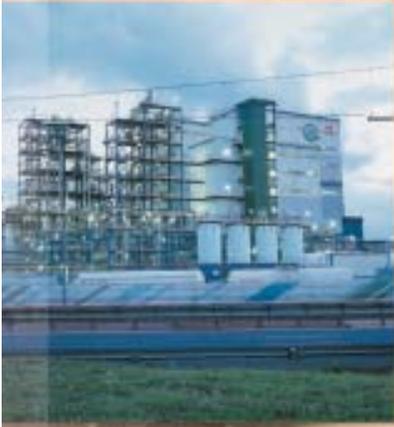


*Transformadores secos clase F
gama Trihal hasta 24 kV*

	página
Presentación	4/3
Tecnología	4/5
Protección térmica	4/7
Ventilación forzada	4/10
Conexiones	4/11
Opciones	4/12
Ensayos	4/13
Instalación	4/19
Sobrecargas	4/24
Transporte, manipulación y almacenamiento	4/25
Puesta en marcha, mantenimiento y servicio postventa	4/26
Características eléctricas y dimensiones	4/29
Integración en el medio ambiente	4/31
Garantía	4/32



Una tecnología diseñada y patentada por Merlin Gerin desde 1985.



Transformadores Trihal MT/BT.

Tipo

Trihal es un transformador trifásico de tipo seco con **bobinados de media tensión encapsulados y moldeados al vacío** en una **resina de epoxy** que contiene una carga activa.

Esta carga activa, compuesta esencialmente de **alúmina trihidratada $Al(OH)_3$** , es el origen de la marca **Trihal**.

Trihal es un transformador de tipo interior (para instalaciones en intemperie, consultarnos).

Norma

Trihal cumple las siguientes normas:

- CEI 60076-11.
- CEI 60076-1 a 60076-5.
- CEI 60905.
- UNE 21538-1.
- Documentos europeos del CENELEC HD 538-1 S1 y HD 464 S1 relativos a transformadores trifásicos de distribución de tipo seco.

Gama

- **Transformadores de distribución MT/BT de 160 a 2500 kVA hasta 36 kV.**

Para potencias y tensiones diferentes, consultarnos.

Trihal existe en dos versiones:

- Sin envoltente de protección (IP00).
- Con envoltente de protección IP31 e IK7.

Solamente la versión con envoltente asegura la protección contra contactos directos con las partes bajo tensión.

- **Transformadores de potencia MT/MT hasta 15 MVA y 36 kV.** Consultarnos.



Cadenas de montaje en la fábrica de ENNERY.



400 kVA, 20 kV/420 V, IP00.
250 kVA, 20 kV/420 V, IP31.



630 kVA-20 kV/420 V.

Equipo básico

Versión sin envolvente de protección (IP00):

- 4 ruedas planas orientables.
- 4 cáncamos de elevación.
- Aberturas de arrastre sobre el chasis.
- 2 tomas de puesta a tierra.
- 1 placa de características (lado de MT).
- 2 señales de advertencia de "peligro eléctrico" (señal T10).
- Barritas de conmutación de las tomas de regulación, maniobrables con el transformador sin tensión. Las tomas actúan sobre la tensión más elevada para adaptar el transformador al valor real de la tensión de alimentación.
- Barras de acoplamiento de MT con terminales de conexión situados en la parte superior de las mismas.
- Juego de barras de BT para conexión en la parte superior del transformador.
- Protocolo de ensayos individuales y manual de instrucciones de instalación, puesta en marcha y mantenimiento.

Versión con envolvente metálica de protección IP31, IK7:

- Transformador Trihal sin envolvente de protección (IP00) descrita arriba.
- 1 envolvente metálica de protección IP31, IK7 (excepto el fondo: IP21, IK7):
 - Con protección estándar contra la corrosión.
 - Cáncamos de elevación para el desplazamiento del transformador con su envolvente.
 - Panel atornillado del lado de MT para acceder a los terminales de conexión de MT y a las tomas de regulación. Incorpora 2 manetas escamoteables, una señal de advertencia de "peligro eléctrico" (señal T10), la placa de características del transformador y una trenza visible para la puesta a tierra.
 - Taladros tapados con obturadores, perforados en la parte izquierda del panel atornillado en el lado de MT. Están previstos para montar indistintamente una cerradura de enclavamiento Ronis tipo ELP1 o Profalux tipo P1.
 - 2 placas aislantes sobre el techo de la envolvente para entrada por prensaestopas de los cables de MT y BT respectivamente (no se incluyen los taladros ni los prensaestopas).
 - Trampilla situada en la parte inferior derecha, lado de MT, previsto para la llegada eventual de cables de MT por la parte inferior. La conexión sobre el transformador se sigue haciendo en este caso en la parte superior de las barras de acoplamiento.

Tecnología y medios de producción

Trihal, diseñado y fabricado enteramente en la factoría France Transfo de Merlin Gerin, es objeto de dos patentes:

■ "El bobinado continuo con gradiente lineal sin entrecapas", para el bobinado MT.

■ El sistema de encapsulado ignífugo.

Esta tecnología patentada por Merlin Gerin se desarrolla en la fábrica de France Transfo en Ennery, Moselle, Francia. La capacidad de producción de esta factoría permite garantizar plazos adaptados a las necesidades del cliente.

Sistema de calidad

El certificado expedido por la **AFAQ** (Asociación Francesa para Asegurar la Calidad), equivalente en Francia de **AENOR** (Asociación Española de Normalización y Certificación), certifica que la organización de la fabricación de los transformadores **Trihal** se realiza siguiendo un **sistema de calidad conforme a la norma internacional ISO 9001** desde 1991.

Protección del medio ambiente

Merlin Gerin es líder europeo en transformadores de distribución secos encapsulados, la factoría de France Transfo ha sido el 1.º fabricante francés que ha obtenido la certificación ISO 14001 en este campo, desde 1998.

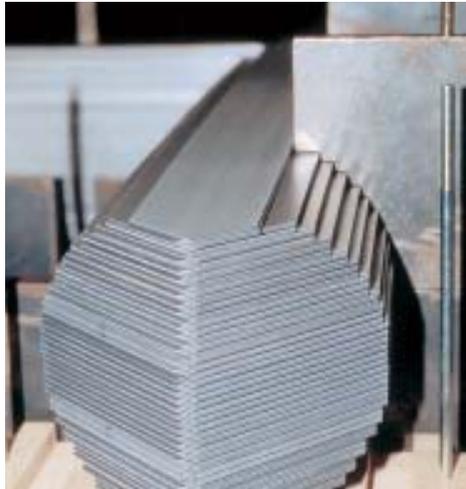
Trihal ha sido diseñado y fabricado respetando el medio ambiente, aporta la respuesta ecológica para transformadores MT/BT.

La protección del medio ambiente está integrada en la gestión de producción con el fin de promover el respeto de todos los recursos naturales y la mejora continua de las condiciones de un entorno limpio.

El diseño de nuestros transformadores se centra en reducir al mínimo su impacto en el medio ambiente.



Un nivel de descargas parciales muy bajo (≤ 10 pC) garantiza una excelente resistencia a las ondas de choque.



Circuito magnético.



Horno de polimerización de la BT.



Torno para bobinas de MT en bandas.

Circuito magnético

El circuito magnético se realiza con chapa de acero al silicio de grano orientado aislado mediante óxidos minerales.

La elección de la calidad de las chapas y de la técnica de corte y ensamblado garantiza un nivel de pérdidas, corriente en vacío y de ruido muy reducidos.

La protección contra la corrosión, tras el ensamblado, queda garantizada por una resina alquida de clase F, secada al horno.

Bobinado de baja tensión

El bobinado de baja tensión se realiza en banda de aluminio o cobre (según el estándar de fabricación). Esta técnica permite obtener esfuerzos axiales nulos en cortocircuitos.

La banda está separada por una película aislante de clase F preimpregnada en resina epoxy reactivable en caliente.

Los extremos del bobinado están protegidos y aislados con un aislante de clase F, cubierto de resina epoxy reactivable en caliente.

El conjunto del bobinado se polimeriza en masa en el horno durante 2 horas a 130 °C, lo que garantiza:

- Gran resistencia a las agresiones de la atmósfera industrial.
 - Excelente resistencia dieléctrica.
 - Buena resistencia a los esfuerzos radiales del cortocircuito franco.
- La salida de cada bobinado BT se compone de terminales de conexión de aluminio estañado o de cobre, permitiendo realizar cualquier conexión sin tener que recurrir a una interfase de contacto (grasa, bimetál).

El montaje se realizará según las buenas prácticas, concretamente utilizando arandelas elásticas de presión bajo la cabeza del tornillo y la tuerca.

Bobinado de media tensión

El bobinado de media tensión se realiza por lo general en hilo de aluminio o de cobre aislado, según el método desarrollado y patentado por Merlin Gerin: "**bobinado continuo de gradiente lineal sin entrecapas**". Para intensidades elevadas, el bobinado de media tensión se realiza con la tecnología de "bandas".

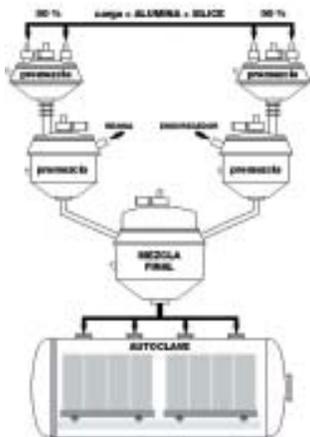
Estos procedimientos permiten obtener un gradiente de tensión entre espiras muy débil y una capacidad en serie más uniforme en la bobina.

El bobinado es encapsulado y moldeado bajo vacío en una resina de clase F cargada e ignífuga: **el sistema de encapsulado Trihal es único**.

Gracias a estas técnicas de bobinado y encapsulado en vacío, **se consigue reforzar las características dieléctricas, el nivel de descargas parciales es particularmente bajo (garantía ≤ 10 pC), lo cual representa un factor determinante en cuanto al aumento de la vida útil del transformador y una mayor resistencia a las ondas de choque**.

Las salidas de conexión MT en las barras de acoplamiento de cobre permiten realizar cualquier conexión sin recurrir a una interfase de contacto (grasa, placa bimetálica).

El montaje se realiza según las buenas prácticas, concretamente utilizando arandelas elásticas de presión bajo la cabeza del tornillo y tuerca.



Sinóptico del proceso de encapsulado (en vacío).

Sistema de encapsulado de media tensión

Se trata de un **encapsulado por moldeado en vacío con una resina cargada e ignífuga**, técnica puesta a punto y patentada por Merlin Gerin.

El sistema de encapsulado de clase F se compone de:

- **Resina epoxy** a base de bisfenol A, cuya viscosidad está adaptada a una alta impregnación de los bobinados.

- Un **endurecedor** anhídrido modificado por un flexibilizador: este tipo de endurecedor garantiza una resistencia térmica y mecánica excelentes. El flexibilizador confiere al sistema de encapsulado la elasticidad necesaria para suprimir cualquier riesgo de fisura en la explotación.

- Una **carga activa compuesta de sílice y básicamente de alúmina trihidratada**, los cuales son mezclados íntimamente con la resina y el endurecedor.

El sílice refuerza la calidad mecánica del encapsulado y participa eficazmente en la disipación calorífica. En caso de incendio, durante el proceso de calcinación del sistema de encapsulado, la alúmina trihidratada se descompone y produce 3 efectos antifuego.

- 1.^{er} efecto antifuego: (1)
 - Formación de un escudo refractario de alúmina.
- 2.^o efecto antifuego: (1)
 - Formación de una barrera de vapor de agua.
- 3.^{er} efecto antifuego: (1)
 - Mantenimiento de la temperatura por debajo del umbral de inflamación.

La combinación de estos 3 efectos antifuego provoca la **autoextinguibilidad inmediata del transformador Trihal** cuando se extinguen las llamas exteriores. (1)

Este sistema de encapsulado, junto con sus cualidades dieléctricas y su excelente comportamiento al fuego, confieren al transformador **Trihal una excelente protección contra las agresiones de la atmósfera industrial**.

Proceso de encapsulado de media tensión

La totalidad del proceso, desde la dosificación hasta la polimerización, está controlado por un autómata que impide cualquier intervención manual intempestiva.

La alúmina trihidratada y el sílice son secados y desgasificados en vacío con objeto de eliminar cualquier resto de humedad y de aire que pudiera perjudicar las características dieléctricas del sistema de encapsulado.

Su incorporación repartida al 50% en resina y endurecedor permite obtener, siempre bajo vacío y a temperatura óptima, dos premezclas homogéneas.

Un nuevo desgasificado en capa fina precede a la mezcla final. Se efectúa la colada al vacío en moldes previamente secados y precalentados a la temperatura óptima de impregnación.

El ciclo de polimerización comienza por una gelificación a 80 °C y termina con una polimerización de larga duración a 140 °C.

Estas temperaturas están muy próximas a las del transformador en servicio, lo que permite eliminar las tensiones mecánicas, que podrían provocar grietas en el encapsulado.

(1) Ver página 4/13: los 3 efectos antifuego representados sobre el corte de una bobina Trihal.

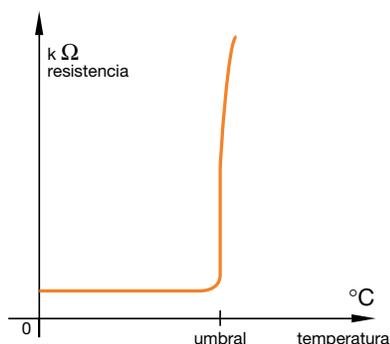


Estación de encapsulado de MT.

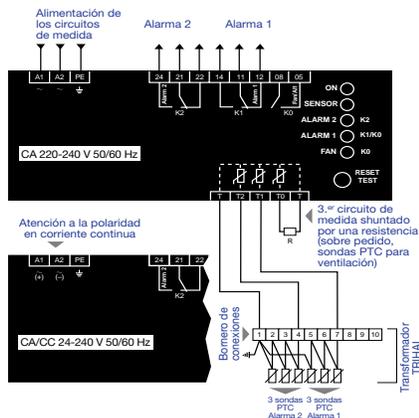
El primer nivel de protección del Trihal por control de temperatura.



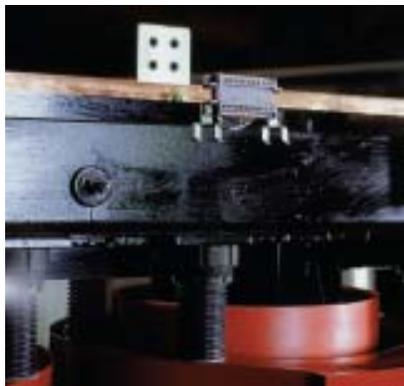
Convertidor electrónico Z.



Curva característica de una sonda PTC.



Esquema de conexión de la protección térmica Z (caso usual de utilización).



Bornero de conexión de las sondas al convertidor electrónico.

La protección del transformador seco encapsulado **Trihal** contra calentamientos nocivos puede estar asegurada, sobre pedido y en opción, por el control de la temperatura de los bobinados con ayuda de diferentes equipos:

Protección térmica Z

La versión estándar para refrigeración natural (AN) incluye:

- **2 conjuntos de sondas PTC**, termistancias con coeficiente de temperatura positivo, montadas en serie: el primer conjunto para la alarma 1 a 140 °C y el segundo para la alarma 2 a 150 °C. La característica principal de una sonda PTC reside en el hecho de que el valor de su resistencia presenta una fuerte pendiente a partir de un umbral de temperatura predeterminado en su fabricación y, por tanto, no es posible su ajuste (ver la curva adjunta). Este umbral de brusco crecimiento es detectado por un convertidor electrónico Z.

Estas sondas se instalan en la parte activa del transformador **Trihal** a razón de una sonda de alarma 1 y de una sonda de alarma 2 por fase. Estas sondas van colocadas dentro de un tubo que permite su eventual sustitución.

- **1 bornero de conexiones** de las sondas PTC al convertidor electrónico Z. El bornero está equipado con un conector desenchufable. Las sondas PTC se suministran conectadas al bornero situado en la parte superior del transformador.

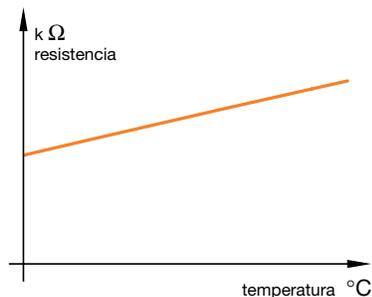
- **1 convertidor electrónico Z** caracterizado por tres circuitos de medida independientes. Dos de estos circuitos controlan respectivamente la variación de la resistencia de los 2 conjuntos de sondas PTC. Cuando la temperatura alcanza 140 °C (o 150 °C), la información de la alarma 1 (o alarma 2) es detectada respectivamente por 2 relés de salidas independientes equipados con un contacto inversor; la posición de estos dos relés es señalizada mediante 2 diodos LED de color rojo. El tercer circuito de medida está shuntado por una resistencia R situada en el exterior del convertidor; esta salida puede controlar un 3.º conjunto de sondas PTC (130 °C) a condición de suprimir esta resistencia. En tal caso (opción de "Aire forzado" sobre pedido), la información FAN es detectada por medio de un 3.º relé de salida independiente, equipado con un contacto de cierre destinado a controlar los ventiladores; la posición de este relé es señalizada mediante un diodo LED de color amarillo y marcado con FAN. En caso de fallo de uno de estos 3 circuitos de sondas (corte o cortocircuito), un diodo LED de color rojo y marcado con la indicación Sensor se enciende, y el circuito averiado parpadea.

Un diodo LED de color verde con la indicación On señala la presencia de tensión en el convertidor.

Circuitos de medida	Tensión de alimentación (1)	CA 230 V*
	Tolerancia de la tensión	-15% a +10%
	Frecuencia	48 a 62 Hz
Contacto de salida de alarma y disparo	Potencia absorbida	< 5 VA
	Máxima resistencia acumulada de un circuito de sondas PTC con la que no se activa el convertidor	≤ 1500 Ω
	Tensión máxima de conmutación	CA 415 V
	Intensidad máxima de conmutación	5 A
	Poder de conmutación	CA 2000 VA (carga óhmica)
Convertidor electrónico Z	Corriente nominal permanente	CA 2 A
	Corriente nominal de servicio	CA 2 A a 400 V
	Fusible aguas arriba recomendado	4 A rápido
	Vida útil	Mecánica 3 × 10 ⁷ conmutaciones Eléctrica (potencia máx.) 10 ⁵ conmutaciones
	Coefficiente de reducción de carga	0,50 máx. con cos φ = 0,30
	Rango de temperaturas ambientales admisibles	0 °C a +55 °C
	Dimensiones totales (Al × An × F)	90 × 105 × 60 mm
	Peso	250 g
	Índice de protección	Bornero IP20 Caja IP20
	Capacidad máxima de conexión en el borne	1 × 2,5 mm rígido
Fijación	En carril DIN 35 mm con 3 tornillos	

La versión para la opción de ventilación forzada del transformador (AF) se describe en el apartado 2. (1) Indicar necesariamente en el pedido.

* Modelo estándar. Otras tensiones bajo pedido: CA/CC 24 a 240 V, tolerancia ±15%.



Curva esquemática característica de una sonda PT100.

Protección térmica T

Esta protección térmica permite visualizar digitalmente las temperaturas de los bobinados e incluye:

■ Sondas PT 100.

La característica principal de una sonda PT 100 es que proporciona la temperatura en tiempo real y gradualmente de 0 °C a 200 °C, ver la curva al margen (precisión de $\pm 0,5\%$ de la escala de medida ± 1 grado).

El control de la temperatura y su visualización se realizan a través de un termómetro digital.

Las 3 sondas, compuestas cada una por un conductor blanco y dos rojos, están instaladas dentro de la parte activa del transformador **Trihal** a razón de una por fase.

Las sondas van ubicadas dentro de un tubo, lo que permite su eventual sustitución.

■ 1 bornero de conexión de las sondas PT 100 al termómetro digital T.

El bornero está equipado con un conector desenchufable.

Las sondas PT 100 se suministran conectadas al bornero fijado en la parte superior del transformador.

■ 1 termómetro digital T caracterizado por tres circuitos independientes.

Dos de los circuitos controlan la temperatura captada por las sondas PT 100, uno para la alarma 1 y otro para la alarma 2.

Cuando la temperatura alcanza 140 °C (o 150 °C), la información de la alarma 1 (o la alarma 2) es tratada mediante dos relés de salida independientes equipados con contactos inversores.

La posición de estos relés es señalizada mediante dos diodos (LED).

El tercer circuito controla el fallo de las sondas o el corte de la alimentación eléctrica. El relé correspondiente (FAULT), independiente y equipado con contactos inversores, los aísla instantáneamente de la alimentación del aparato. Su posición también se indica a través de un diodo (LED).

Una salida FAN está destinada a controlar el arranque de los ventiladores tangenciales en caso de ventilación forzada del transformador (AF): esta opción se describe en la página 4/10.

Una entrada adicional (CH4) puede recibir una sonda externa al transformador (no suministrada), destinada a medir la temperatura ambiente del centro de transformación. Una salida serie RS 232 o 485 puede disponerse en opción para autómatas u ordenadores.

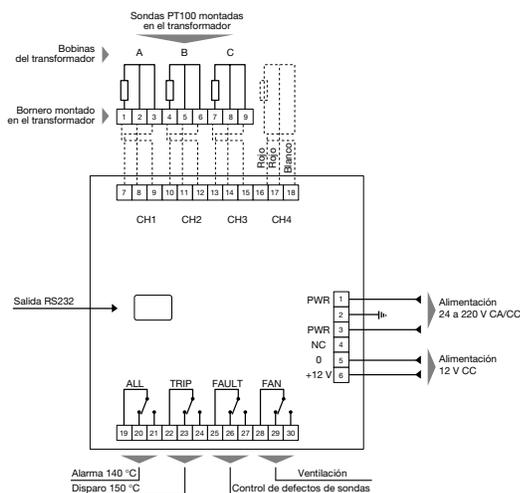
4



Termómetro digital T parte frontal MB 103.



Termómetro digital T parte posterior MB 103.



Esquema de funcionamiento del termómetro digital MB 103.

Circuitos de medida	Tensión de alimentación (1)	24 V a 220 V CA/CC	
	Frecuencia	50-60 Hz CA/CC	
	Potencia absorbida	10 V CA/CC	
	Tensión máxima de conmutación	250 V CA	
	Intensidad máxima de conmutación	5 A (circuito resistivo)	
	Corriente nominal permanente	2 A a 220 V CA/CC	
	Fusible aguas arriba recomendado	3 A	
	Vida útil	Mecánica	20.000.000 conmutaciones
		Eléctrica	50.000 h/85 °C
	Coeficiente de reducción de carga	0,50 máx. con $\cos \varphi = 0,30$	
Termómetro digital T	Condiciones de trabajo		
	Rango de temperaturas ambientes	-20 °C a +60 °C	
	Humedad ambiente máx.	90% RH (sin condensación)	
	Dimensiones totales (Al x An x F)	96 x 96 x 130 mm	
	Peso	520 g	
	Índice de protección de la caja	IP54 autoextinguible	
	Capacidad máxima de conexión en 1 borne	25 mm ²	
	Fijación	Orificio empotrable 92 x 92 mm, sujeción con dos agarraderas de presión posteriores suministradas	

Las variantes opcionales de la protección térmica T pueden ser:

- Variante de salida FAN 2 para controlar el arranque de una ventilación suplementaria.

- Variante de salida serie RS 232 o 485 para autómatas u ordenador.

El termómetro digital T se suministra con instrucciones de puesta en servicio.

Observación importante: puesto que el transformador es de clase térmica F, el usuario debe programar el termómetro digital T con una temperatura máxima de 140 °C para la alarma 1 y de 150 °C para la alarma 2. El incumplimiento de estas temperaturas máximas eximirá a Merlin Gerin de toda responsabilidad sobre cualquier daño susceptible de ocurrir al transformador.



Termómetro de cuadrante sobre IP00.

Termómetro de cuadrante

Este termómetro indica la temperatura del bobinado de baja tensión. El cuadrante de lectura del termómetro se instala bien en la brida superior del transformador con ayuda de un soporte incluido en el suministro, bien en la parte frontal de la envolvente de protección. El bulbo de la sonda capilar se inserta dentro de un tubo situado en la fase central del bobinado de BT del transformador. El termómetro está provisto de 2 contactos inversores que basculan en 2 umbrales de temperatura ajustables (alarma: 140 °C y disparo: 150 °C).

Esta protección térmica no es adecuada para controlar ventiladores.



Ventiladores tangenciales en IP00.

4

Generalidades

En el caso de sobrecargas temporales, para evitar calentamientos excesivos en los arrollamientos, es posible instalar en los transformadores Trihal ventilación forzada. Con IP00 y para potencias superiores a 630 kVA, es posible instalar ventilación forzada para obtener un aumento temporal de potencia del 25%, sin modificaciones particulares.

En los demás casos, este aumento temporal del 25% se podrá obtener si se indica en el pedido, e incluso se puede elevar hasta el 40%,

Si se solicita este aumento de potencia, se deberá tener en cuenta su repercusión en la elección de los siguientes puntos:

- Las secciones de cables o canalización prefabricada CEP.
- El calibre del disyuntor de protección del transformador.
- El dimensionamiento de los huecos de entrada y salida de aire del local.
- La vida útil de los ventiladores en servicio, es considerablemente más reducida con relación a la del transformador (3,5 y 30 años respectivamente).

Esta opción comprende la fabricación de:

- 2 rampas de ventiladores tangenciales precableados y conectados a un único conector de alimentación por rampa.

- 1 dispositivo de protección por temperatura tipo Z o T.

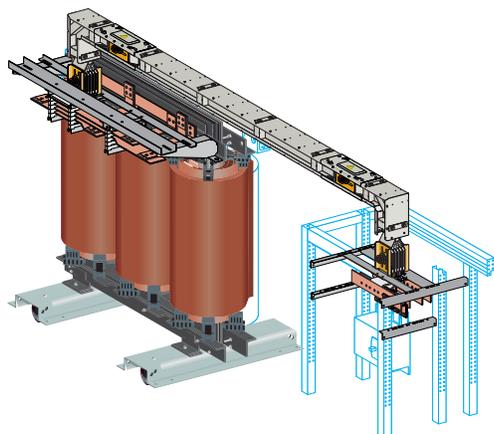
Para el tipo Z, un tercer conjunto de sondas PTC se añade a la protección térmica estándar, en el lugar de la resistencia R instalada de origen en el 3.^{er} circuito de medida del convertidor Z.

Para el tipo T, el convertidor digital incluye una salida (FAN) destinada al arranque de los ventiladores tangenciales (consultar el esquema que figura en la opción de la protección térmica T).

Esta opción puede integrar además:

- Un cofre de cables auxiliares, montado en el exterior de la envolvente de protección, en la cual se hacen llegar, sobre un bornero, las sondas y alimentación de las rampas de ventilación.
- Un armario de control, suministrado separadamente (transformadores IP00), o montado sobre la envolvente de protección, constituyendo:
 - Fusibles de protección de motores.
 - Contactores de arranque.
 - Aparatos de protección térmica.

El conjunto es conectado a las sondas de temperatura y a las rampas de ventilación si el transformador se suministra con IP31. En caso contrario es el instalador el que realiza las conexiones.



Conexiones de baja tensión: interfase CEP

La conexión mediante canalizaciones eléctricas prefabricadas (CEP) aporta ventajas en cuanto a seguridad, un ahorro de tiempo en la conexión y la garantía de realizar una instalación conforme a CEI 60439-2.

Esta solución garantiza la máxima seguridad para los bienes y las personas gracias a un excelente comportamiento al fuego, equivalente al del transformador Trihal. Garantiza asimismo la ausencia de productos halogenados, caso contrario al de los cables. De igual forma, esta armonía se hace extensiva a la compatibilidad electromagnética (CEM): en virtud de la CEI 60076-1, modificada el 1 de septiembre de 1999, donde los transformadores se “consideran como elementos pasivos respecto a la emisión y a la inmunidad frente a las perturbaciones electromagnéticas”. En cuanto a la CEP, la concentración de los conductores limita la radiación electromagnética producida por fuertes corrientes, al contrario de lo que sucede con la instalación de cables.

La opción incluye la interfase de conexión, así como la borna de conexión; el conjunto se suministra montado en los terminales de BT.

Si se suministra la envolvente de protección del transformador, se atornilla al techo una placa de aluminio extraíble verticalmente al bloque de unión.

Se adaptará para recibir en la instalación el sistema de estanqueidad, que albergará el elemento de conexión CEP y que permitirá así cumplir el IP54 de la canalización.

Si se suministra la envolvente con el transformador, el sistema de estanqueidad se suministrará con la CEP.

Terminales suplementarios

En caso de conectarse numerosos cables, se pueden suministrar terminales adicionales de conexión. Debe observarse que la Guía UTE C15-105 de junio de 1999 recomienda no superar 4 cables por fase en BT y recomienda utilizar CEP cuando se supera este límite.

4



Conectores MT enchufables de 250 A y conectores separables en IP31.

Conexión de media tensión

Conectores enchufables

Las conexiones de MT se realizan siempre con cables conectados con conectores enchufables rectos o acodados (en este caso, se deberá indicar necesariamente las características del cable).

Estos conectores, montados en el extremo del cable, se enlazan con conectores enchufables suministrados y fijados:

- En una placa horizontal, en la parte superior del lado de MT, para transformador sin envolvente de protección (IP00).
- En el techo de la envolvente, lado de MT, para transformador con envolvente con protección IP31.

También se puede suministrar e instalar un sistema de enclavamiento para los conectores enchufables. Este sistema se suministra sin cerradura, pero está previsto para montar una cerradura Ronis de tipo ELP 11 AP – ELP 1 – ELP 2 o indistintamente una cerradura Profalux de tipo P1 – P2 – V11 y V21.



Envolvente IP31/IK7.

4



Envolvente suministrada en kit para montar.

Envolvente de protección

Se clasifican en varias versiones en función de la protección requerida:

■ **Tipo interior con envolvente de protección IP31 e IK7:**

□ Esta envolvente está especialmente adaptada para integrarse en las zonas de trabajo con el fin de garantizar la protección de los bienes y las personas.

■ **Tipo exterior con envolvente de protección IP35 e IK10.**

Los índices de protección IP e IK hacen referencia a los siguientes criterios:

Índices de protección IP/IK

Grado de protección	Definición	1.ª cifra IP	2.ª cifra IP	cifra IK
	Escala*	0 a 6	0 a 8	0 a10
IP31		Protegido contra cuerpos sólidos > 2,5 mm	Protegido contra caídas verticales de gotas de agua	
IP21		Protegido contra cuerpos sólidos > 12 mm	Protegido contra caídas verticales de gotas de agua	
IK7				Protegido contra los choques mecánicos 2 julios

* 0 = ausencia de protección.

Si se solicita, la envolvente de protección se puede suministrar desmontada y protegida en una caja de transporte (ver fotografía contigua) para montaje en las instalaciones por parte del cliente directamente. Consultarnos.

Amortiguadores de vibración

Cuña amortiguadora

Este accesorio, colocado bajo las ruedas, evita la transmisión de las vibraciones procedentes del transformador hacia su entorno.

Silent-bloc

Este dispositivo, instalado en lugar de las ruedas, permite atenuar las transmisiones por vibración en el entorno del transformador, del orden del 95%.

Protección de redes

Limitador de sobretensión BT

Este aparato, tipo CARDEW-C, responde a las exigencias de la norma NF C 63 150; está destinado a proteger las redes BT de neutro aislado (o impedante) contra sobretensiones. El dispositivo no se puede instalar en el juego de barras de BT ni el interior de la envolvente de protección, ya que su temperatura ambiente de funcionamiento no debe superar los 40 °C.

Autoválvulas de MT

Este aparato es un aislante que tiene por función evacuar a tierra las sobretensiones de la red de MT con el fin de proteger el transformador. Cumple la norma IEC 99.4, de 10 kA, clase 1. Se puede instalar en la envolvente de protección, en su parte inferior, lado de MT, a condición de que se respeten las distancias relativas a la clase de aislamiento.

Ventana para medida de infrarrojos

Este dispositivo permite ver de forma permanente las conexiones de BT a fin de realizar en cualquier momento una medida, mediante termografía de infrarrojos, de las temperaturas de las conexiones, todo ello sin interrumpir la alimentación del transformador controlado.

Este control permite establecer un seguimiento de la instalación.

Debe observarse que es necesario prever una envolvente específica para este accesorio.

Autoextinguibilidad inmediata.
La norma UNE 20178 define 3 ensayos en un mismo transformador seco estándar.



1.º efecto antifuego: escudo refractante de alúmina.



2.º efecto antifuego: barrera de vapor de agua.



3.º efecto antifuego: mantenimiento de la temperatura por debajo del umbral de inflamación.



Combinación de los 3 efectos antifuego.



Autoextinguibilidad inmediata.

Comportamiento al fuego

El test de comportamiento al fuego del sistema de encapsulado del transformador **Trihal** consta de diversos ensayos sobre los materiales y de un ensayo **F1 según la norma UNE 20178 y HD 464 S1**.

■ Ensayos sobre materiales.

Todos los ensayos realizados sobre muestras de material se han llevado a cabo en laboratorios independientes:

□ Productos de descomposición:

El análisis y dosificación de los gases producidos por la pirólisis de los materiales se efectúan según las disposiciones de la norma NF X 70.100.

Las pirólisis se efectúan a 400, 600 y 800 °C y con muestras de 1 gramo aproximadamente. Este ensayo se ha realizado por el Laboratorio Central Gobierno Civil de París.

□ Resultados del ensayo:

El cuadro inferior indica los contenidos medios (en masa de gas/masa de material) obtenidos a partir de los valores de tres ensayos efectuados a 400, 600 y 800 °C.

La indicación NS significa que los resultados se acercan demasiado al límite de sensibilidad del aparato de medida y, por lo tanto, poco precisos y no significativos. La indicación 0 significa que los gases están ausentes o que su proporción es inferior a la sensibilidad del aparato.

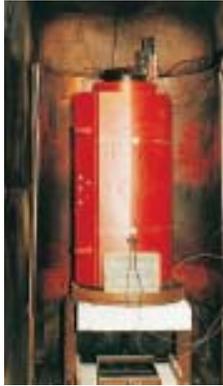
Laboratorio Central Prefectura de París,
certificado de ensayo n.º 1140/86 del 2 de diciembre de 1986

Productos de descomposición:			400 °C	600 °C	800 °C
contenido en gas/temperaturas					
Monóxido de carbono	CO		2,5%	3,7%	3,4%
Dióxido de carbono	CO ₂		5,2%	54,0%	49,1%
Ácido clorhídrico	HCl	en forma de iones cloruros	Cl ⁻	0	NS
Ácido bromhídrico	HBr	en forma de iones bromuros	Br ⁻	0	NS
Ácido cianhídrico	HCN	en forma de iones cianuros	CN ⁻	0	NS
Ácido fluorhídrico	HF	en forma de iones fluoruros	F ⁻	0	0
Anhídrido sulfuroso	SO ₂		0,2%	0,17%	0,19%
Monóxido de nitrógeno	NO		0	NS	NS
Dióxido de nitrógeno	NO ₂		0	NS	NS

■ Ensayo F1 (según el anexo ZC.3 de la norma HD 464 S1 y UNE 20 178).

Laboratorio STELF del Centre National de Prévention et de Protection (CNPP).
Informe de ensayos n.º PN94 4636 del 19 de abril de 1994
630 kVA n.º 601896.01

Laboratorio CESI de Italia
Informe de ensayos n.º BC-97/024136



Ensayo F1 sobre una bobina completa del transformador Trihal.



Ensayo F1 sobre una bobina completa del transformador Trihal.

□ Modalidades del ensayo:

Una bobina completa del transformador Trihal (MT + BT + circuito magnético) ha sido colocada en la cámara de ensayos descrita en la CEI 60332-3 (utilizada para ensayos en cables eléctricos).

El ensayo comienza cuando el alcohol existente en una cubeta (nivel inicial de 40 mm) se inflama y el panel radiante de 24 kW ha sido puesto en marcha, la duración del ensayo es de 60 minutos de acuerdo con la norma.

□ Evaluación de los resultados:

El calentamiento se ha medido durante todo el ensayo. Debiendo situarse según la norma en temperaturas inferiores o iguales a los 420 °C.

A t = 45 min: la temperatura del Trihal alcanza los 85 °C (según la norma deberá ser igual o inferior a 140 °C), ver figura 1.

A t = 60 min: la temperatura del Trihal alcanza los 54 °C (según la norma deberá ser igual o inferior a 80 °C), ver la figura 1.

No se ha detectado, durante el ensayo, la presencia de componentes tales como: ácido clorhídrico (HCl), ácido cianhídrico (HCN), ácido bromhídrico (HBr), ácido fluorhídrico (HF), dióxido de azufre (SO₂) o aldehído fórmico (HCOH).

4

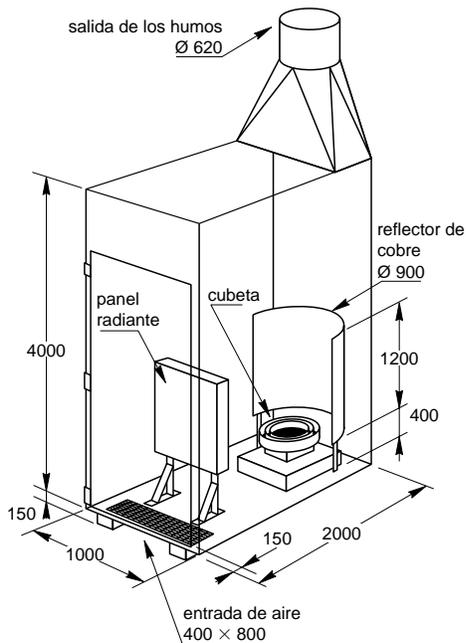


Figura 1: cámara de ensayos CEI 60332-3.

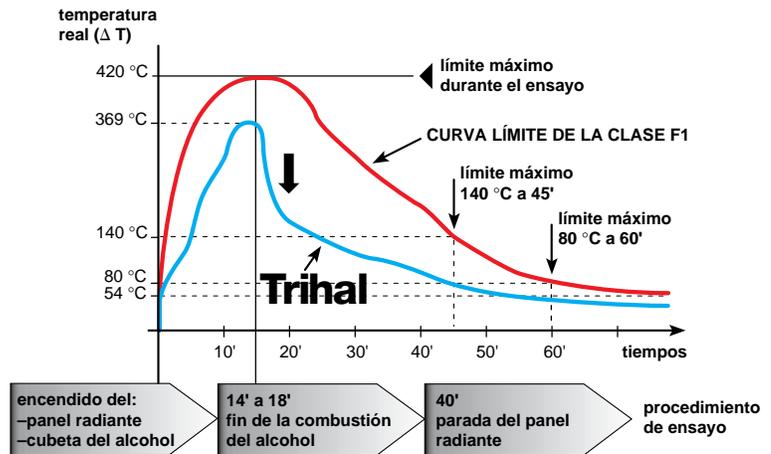


Figura 2: procedimiento del ensayo.

Trihal resiste las variaciones de cargas y sobrecargas así como a las agresiones atmosféricas.



Figura 1: ensayo C2a.



Figura 2: ensayo C2b.



Figura 3: ensayo E2a.



Figura 4: ensayo E2b.

Ensayos climáticos

- Ensayo C2a (según el anexo ZB.3.2.a de la norma UNE 20178).

Choque térmico.

Laboratorio KEMA en los Países Bajos
Informe de ensayos n.º 31813.00-HSL 94-1258
630 kVA n.º 601896.01

Laboratorio CESI de Italia
Informe de ensayo n.º AT-97/038547

La norma UNE 21.538 impone un nivel inferior a 20 pC.

La medida realizada en el transformador Trihal ha dado como resultado ≤ 2 pC (1). Durante los ensayos dieléctricos, no se han producido efluvios eléctricos ni desperfectos.

- Ensayo C2b complementario**
(según el anexo ZB.3.2.b de la norma)

Choque térmico.

Ensayos de resistencia a los ambientes agresivos

- Ensayo E2a (según el anexo ZA.2.2.a de la norma UNE 20178).

Condensación y humedad.

Laboratorio KEMA en los Países Bajos
Informe de ensayos n.º 31813.00-HSL 94-1258
630 kVA n.º 601896.01

Laboratorio CESI de Italia
Informe de ensayo n.º AT-97/038547

- Ensayo de condensación:

La humedad se ha mantenido por encima del 93% por vaporización continua de agua salada (figura 3).

A los 5 minutos del final de la vaporización, el transformador Trihal ha sido sometido, en la sala climática, a un ensayo de tensión inducida a 1,1 veces la tensión asignada durante 15 mn.

No se han producido efluvios eléctricos ni desperfectos.

- Ensayo de penetración de humedad:

Al final de este período, el transformador Trihal se ha sometido a ensayos dieléctricos de tensión aplicada y tensión inducida al 75% de los valores normalizados.

No se han producido efluvios eléctricos ni desperfectos.

- Ensayo E2b complementario**
(según el anexo ZA.2.2.b de la norma)

Condensación y humedad.

Laboratorio KEMA en los Países Bajos
Informe de ensayos n.º 31882.00-HSL 94-1259

El transformador Trihal ha sido sumergido en agua salada a temperatura ambiente durante un período de 24 horas (figura 4).

A los 5 minutos siguientes de su salida del agua, el transformador Trihal ha sido sometido a un ensayo de tensión inducida a 1,1 veces la tensión asignada durante 15 min. No se han producido efluvios eléctricos ni desperfectos.

* Armonizada con el documento europeo HD 464 S1 del CENELEC (Comité Europeo para la Normalización Electrotécnica).

** Dos métodos (a y b) a elección del fabricante.

(1) Los transformadores Trihal están garantizados a ≤ 10 pC.

Nivel de descargas parciales garantizado ≤ 10 pC.
Aislamiento de 24 kV: choque a 125 kV. Aislamiento
de 36 kV: choque a 170 kV, incluso a 200 kV.



Estación de ensayos de Ennery.

Ensayos eléctricos

Estos ensayos están destinados a comprobar las características eléctricas contractuales. Incluyen:

■ Ensayos individuales (o de rutina).

Estos ensayos se realizan sistemáticamente en todos los transformadores Trihal al final de la fabricación y son objeto de un protocolo de ensayos (ver ejemplar en la página siguiente). Se componen de:

□ Control de características:

- Medida de la resistencia de los bobinados.
- Medida de la relación de transformación y control del grupo de conexión.
- Medida de la tensión de cortocircuito.
- Medida de las pérdidas debidas a la carga.
- Medida de las pérdidas y de la corriente en vacío.

□ Ensayos dieléctricos:

- Ensayo de tensión aplicada.
- Ensayo de tensión inducida.
- Medidas de las descargas parciales, criterio de aplicación:
 - 10 pC a 1,10 U_m (1).
 - 10 pC garantizado a 1,375 U_n , si $U_m > 1,25 U_n$.

El criterio de aceptación se fija en 20 pC en la norma UNE 21.538.

Puesto que la longevidad del transformador está estrechamente relacionada con el nivel inicial de descargas parciales medido desde su fabricación, Trihal va aún más lejos y garantiza un máximo de 10 pC.

■ Ensayos de tipo.

Se realizan bajo demanda y son a cargo del cliente.

□ Ensayo con impulso tipo rayo:

Valores de las tensiones de ensayo

Tensión más elevada para el material U_m (kV)	3,6	7,2	12	17,5	24	36
kV ef. 50 Hz-1 mn	10	20	28	38	50	70
kV choque, 1,2/50 μ s	40	60	75	95	125	170

Normalmente la tensión de ensayo suele ser de polaridad negativa. La secuencia de ensayos se compone de un choque cuya amplitud se encuentra entre el 50% y el 75% de la plena tensión seguido de tres choques con tensión total.

El choque aplicado es un impulso tipo rayo normalizado pleno (ver figura).

La oferta estándar del Trihal ofrece de serie una resistencia al impulso tipo rayo según la lista 2 (ver la tabla), es decir, para 36 kV una tensión de ensayo de choque de 170 kV, con posibilidad de aumentar estos valores hasta 200 kV de choque para un nivel de aislamiento de 38,5 kV.

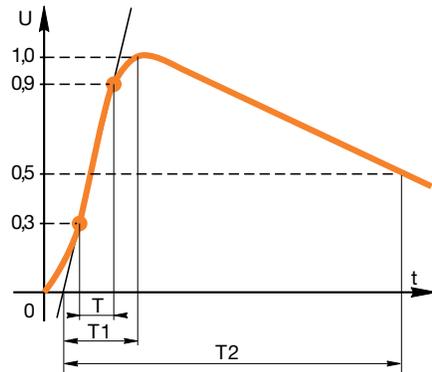
□ Ensayo de calentamiento.

Se realiza según el método de simulación de puesta en carga. Se miden los calentamientos durante dos ensayos:

- Uno con sólo las pérdidas en vacío.
- El otro con sólo las pérdidas debidas a la carga.

Se deduce de ello el calentamiento global.

4



Tiempo de subida $T1 = 1,2 \mu\text{s} \pm 30\%$
 Tiempo de cola $T2 = 50 \mu\text{s} \pm 20\%$
 Relación entre $T1$ y T $T1 = 1,67 T$

Onda plena de impulso tipo rayo.

Material : Transformador seco AT/BT	Potencia asignada : 2500 kVA												
Tipo : Reductor - Interior - Trifásico	Frecuencia asignada : 50 Hz												
Norma : UNE 21538	Peso total : 5740 kg												
Dieléctrico : Trihal	Clase (HD164 S1) : C2 E2 F1												
Modo de enriamiento : AN	Año : 2003												
Ambiente máximo según IEC.76 : 40 °C	Altitud de funcionamiento : X < 1000 m Descargas parciales : <= 10 pC con 1.10 Um												
Tensión asignada : AT 20000 V	Corriente : 72.17 A												
Toma : AT 21000 V - 20500 V - 19500 V - 19000 V													
Aislamiento : 24 kV(125/50)	Tensión aplicada : 50 kV	Duración : 60 s											
Tensión asignada : BT 420 V	Corriente : 3436.6 A												
Aislamiento : 1.1 kV(0/10)	Tensión aplicada : 10 kV	Duración : 60 s											
Conexión : D ym11	Tensión inducida : 40000 V	Duración : 30 s Frecuencia : 200 Hz											
Observación : Clase térmica F Procedimiento de ensayo n° MOD/SAWESS/04 y MOD/SAWESS/05. Medición de las descargas parciales, criterio de aceptación, salvo acuerdo especial entre FT y el comprador: <= 10 pC con 1.10 Um / <= 10 pC garantizado con 1.375 Um si Um > 1.25 Um Este transformador fue sometido a las medidas de descargas parciales. Por consiguiente, garantizamos un nivel inferior a 10 pC.													
	PV	IV/IN	PCC a 120 °C	UCC 120 °C	PV+PCC a 120 °C	Relación de transformación							
Garantiza	5000 W	1.20 %	23000 W	10.00 %	28000 W	Toma principal	Otro						
						±0.5 %	±1 %						
Relación de transformación asignada													
AT /BT													
1 - 50.00													
2 - 49.82													
3 - 47.62													
4 - 45.44													
5 - 45.25													
Resistencia a 25.0 °C													
AT : 1.120 Ω													
BT : 0.000315 Ω													
1.130 Ω													
0.000317 Ω													
1.122 Ω													
0.000314 Ω													
Medias : 1.124 Ω													
0.000315 Ω													
ΣRIP : 6781 W													
5586 W													
ΣRIP 120 °C : 12052 W													
7667 W													
Medida de pérdidas en vacío													
Resultados													
Hz	U(V)	I1(A)	I2(A)	I3(A)	I4(A)	dW1±dW2	cte	k	PV	ΔPV	IV/IN	ΔIV/IN	
50	420	17.06	13.44	18.02	16.17	5165	f		5165 W	3.30 %	0.471 %	-80.78 %	
Medida de las pérdidas debidas a la carga a 25.0 °C (AT/BT)													
Resultados a 120 °C													
U(V)	I1(A)	I2(A)	I3(A)	cte	dW1±dW2	cte	k	Pmes.	PCC	ΔPCC	UCC	ΔUCC	
1855	72.17	72.17	72.17	1	19070	f		19070					
1855				IN = 72.17 A				19070	23146 W	0.64 %	9.29 %	-7.05 %	
Emitido el 22- 7-2003								PV+PCC	28311 W	ΔPV+PCC	1.11 %		
Por : M. GONDAT								Rendimiento		Caída de tensión			
Verificado por :								cos φ 0.8 : 98.604 %	cos φ 0.8 : 8.524 %				
								cos φ 1.0 : 98.880 %	cos φ 1.0 : 1.354 %				

■ Ensayos especiales.

Se realizan bajo demanda y son a cargo del cliente.

□ Ensayos de resistencia al cortocircuito franco:

Estos ensayos se realizan en una plataforma especial según la norma UNE-EN 60076-5.

Se realizan 3 ensayos por columna de una duración de 0,5 segundos.

Ensayo satisfactorio realizado con un transformador Trihal 800 kVA-20 kV el 29 de febrero de 1988 en el centro de ensayos EDF de Renardières.

Centro de ensayos EDF de Renardières
Informe de ensayos HM 51/20.812 del 4 de marzo de 1988

□ Ensayo de resistencia al cortocircuito franco de un transformador Trihal equipado con una canalización eléctrica prefabricada (CEP). Ensayo satisfactorio realizado con un transformador Trihal 2500 kVA-20 kV/400V el 18 de noviembre de 1999 en el centro de ensayos EDF de Renardières.

Centro de ensayos EDF de Renardières
Informe de ensayos HM 21/20-998/1 del 30 de noviembre de 1999

□ Medida del nivel de ruido:

– La medida del nivel de ruido forma parte de los ensayos especiales realizados mediante solicitud y en opción.

– El transformador produce un ruido debido principalmente a la magnetoestricción de las chapas del circuito magnético.

– El nivel de ruido puede expresarse de dos formas:

- En nivel de presión acústica L_p (A), obtenido calculando la media cuadrática de las medidas efectuadas según la norma UNE 21315 a una distancia dada en un transformador funcionando en vacío (un metro por ejemplo).

- En nivel de potencia acústica L_w (A), calculado a partir del nivel de presión acústica mediante la siguiente fórmula:

$$L_w (A) = L_p (A) + 10 \log S$$

L_w (A) = nivel ponderado de potencia acústica en dB(A).

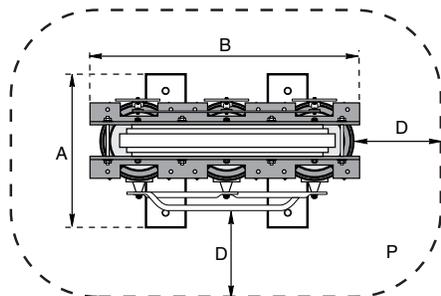
L_p (A) = nivel medio de los niveles de presión acústica medidos en dB(A).

S = superficie equivalente empleada en el cálculo en $m^2 = 1,25 \times H \times P$.

donde H = altura del transformador en metros, y

P = perímetro del contorno de las medidas a la distancia dada (1 metro por ejemplo).

4



$P = 2 (A + B + Df)$.
D = 1 m para Trihal IP00.
D = 0,3 m para Trihal con envolvente.



Transformadores **Trihal** instalados en una fábrica siderúrgica.

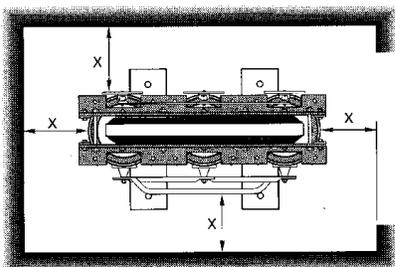


Figura 1.

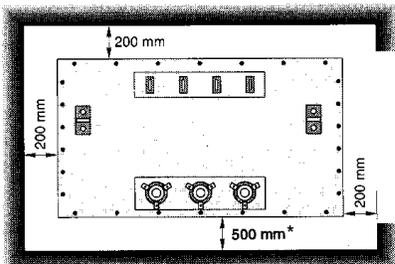


Figura 2.



Transformadores **Trihal** (IP00) instalados en el recinto ferial de la Exposición Universal de Sevilla EXPO 92.

Generalidades

Debido a la ausencia de dieléctrico líquido y al excelente comportamiento al fuego del transformador Trihal, no es necesario tomar ninguna precaución especial, concretamente contra incendios, aparte de las enumeradas en este capítulo:

- El transformador no debe instalarse en una zona inundable.
 - La altitud no debe superar 1000 metros, salvo que se especifique una altitud superior en el pedido.
 - La temperatura ambiente en el interior del local, cuando el transformador está en tensión, debe respetar los siguientes límites:
 - Temperatura mínima: $-25\text{ }^{\circ}\text{C}$.
 - Temperatura máxima: $+40\text{ }^{\circ}\text{C}$ salvo cálculo particular del transformador para una temperatura especial.
 - En fabricación estándar, los transformadores están dimensionados según la norma CEI 60076 para una temperatura ambiente:
 - Máxima: $40\text{ }^{\circ}\text{C}$.
 - Media diaria: $30\text{ }^{\circ}\text{C}$.
 - Media anual: $20\text{ }^{\circ}\text{C}$.
 - La ventilación del local deberá permitir disipar la totalidad de las pérdidas del transformador.
 - En entornos muy contaminados (aceite de mecanizado de metales, polvo conductor...), el aire que esté en contacto con el transformador deberá, si es posible, estar exento de esta contaminación (filtrado, llegada de aire exterior por conducto...).
 - El transformador, incluso con envoltorio IP31, está previsto para una instalación interior (para montaje exterior, consultarnos).
 - Para cualquier instalación móvil, consultarnos.
- En cualquiera de los casos, es preciso prever el acceso a las conexiones y las tomas de ajuste.

- Trihal sin envoltorio metálica (IP00) (figura 1).
En esta configuración, incluso con tomas enchufables, el transformador debe protegerse contra los contactos directos. Además, será necesario:
 - Suprimir el riesgo de caída de gotas de agua en el transformador (ej.: condensación de tuberías...).
 - Respetar las distancias mínimas respecto a las paredes del local en función de las tensiones de aislamiento de la tabla siguiente:

Aislamiento (kV)	Cotas X en mm (1)	
	Pared compacta	Rejilla
7,2*	90	300
12*	120	300
17,5*	160	300
24*	220	300
36*	320	400

(1) No tiene en cuenta el acceso a las tomas de regulación.
En caso de imposibilidad de respetar estas distancias, consultarnos.
* Según HD 637 S1.

- Trihal con envoltorio metálica IP31 (figura 2).
La envoltorio de tipo interior está concebida para funcionamiento del transformador a potencia nominal (sin disminuir su potencia asignada).
La distancia mínima de 200 mm entre las paredes de la envoltorio y las del local debe respetarse a fin de no obturar las rejillas de ventilación y permitir una correcta ventilación.

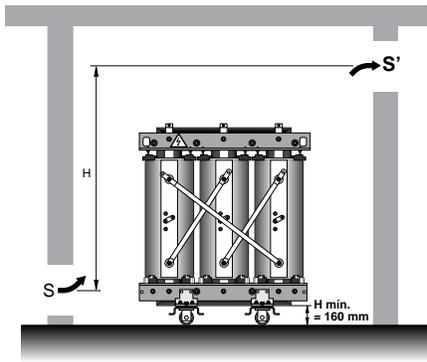


Figura 1.

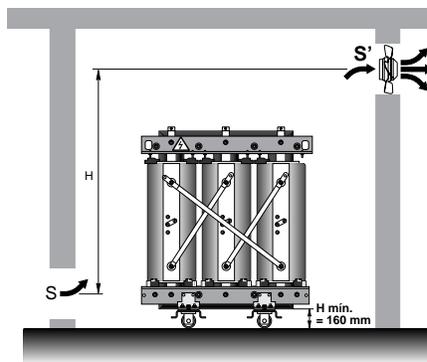


Figura 2.

Ventilación del local

■ Determinación de la altura y las secciones de los orificios de ventilación.
En el caso general de refrigeración natural (AN), la ventilación del local o de la envolvente tiene por objeto disipar por convección natural las calorías producidas por las pérdidas totales del transformador en funcionamiento.

Una correcta ventilación se consigue con un orificio de entrada de aire fresco y limpio de sección S en la parte inferior del local y de un orificio de salida de aire S' situado en la parte superior, en la pared opuesta del local y a una altura H del orificio de entrada (figuras 1 y 2). Para garantizar una ventilación eficaz del transformador mediante una circulación de aire suficiente, es obligatorio mantener una altura mínima de 150 mm bajo la parte inferior en tensión, colocando las ruedas del transformador o en su defecto una altura equivalente.

Debe observarse que una circulación de aire restringida conlleva una reducción de la potencia nominal del transformador.

■ Fórmula para el cálculo de la ventilación natural (figura 1):

$$S = \frac{0,18 P}{\sqrt{H}} \quad \text{y} \quad S' = 1,10 \times S$$

P = suma de las pérdidas en vacío y las pérdidas debidas a la carga del transformador expresada en kW a 120 °C.

S = superficie del orificio de llegada de aire limpio (deduciendo las rejillas) expresada en m².

S' = superficie del orificio de salida de aire (deduciendo las rejillas) expresada en m².

H = altura entre los dos orificios expresada en metros.

Esta fórmula es válida para una temperatura ambiente media de 20 °C y una altitud de 1.000 m.

Ejemplo:

□ Un solo transformador Trihal de 1000 kVA.

□ Po = 2300 W, Pcc a 120 °C = 11000 W.

es decir, P = 13,3 kW.

Si la cota media entre rejillas = 2 metros, entonces S = 1,7 m² de superficie neta necesaria. Pongamos por ejemplo una rejilla que obstruya en un 30% la entrada de aire; la superficie con rejilla de entrada de aire deberá en tal caso ser de 1,5 m × 1,5 m, y la de la salida de aire de 1,5 m × 1,6 m.

■ Ventilación forzada del local (figura 2):

Se necesita una ventilación forzada del local en caso de temperatura ambiente superior a 20 °C, de local de dimensiones reducidas o mal ventilado o de sobrecargas frecuentes.

El ventilador se puede controlar con termostato y funcionará como extractor, en la parte superior del local.

Caudal de aire recomendado (m³/segundo) a 20 °C: 0,1 × P.

P = suma de las pérdidas en vacío y en carga del transformador expresada en kW a 120 °C.

La llegada de los cables de MT y BT puede realizarse indistintamente por la parte superior o inferior.



Conexiones BT mediante CEP en IP00.

Conexiones

En el lado de MT, las conexiones se realizan con cables.

En el lado de BT, las conexiones se realizan de forma convencional con cables, pero se ofrece una alternativa de "alta seguridad" con canalizaciones eléctricas prefabricadas (CEP).

En todos los casos, los cables o las CEP deben establecerse de forma que se eviten los esfuerzos mecánicos en los terminales de conexión o eventualmente en los conectores enchufables de MT del transformador.

Las conexiones de MT se realizan necesariamente en la parte superior de las barras de acoplamiento.

Las conexiones de BT se realizan en la parte superior del transformador.

Importante:

□ La distancia entre los cables de MT, los cables o los juegos de barras de BT o cualquier otro elemento y la superficie del bobinado de MT debe ser, como mínimo, de 120 mm excepto en la cara plana del lado de MT en las conexiones en las que la distancia mínima es la fijada por los terminales de conexión MT.

También debe respetarse la distancia de 120 mm con respecto a la barra de conexión de MT más al exterior.

□ La superficie de la resina, al igual que la presencia de las tomas enchufables, no garantiza la protección frente a contactos directos cuando el transformador está en tensión.

□ El limitador de sobretensión (tipo CARDEW.C) no debe en ningún caso instalarse en el juego de barras BT del transformador: la temperatura de funcionamiento no debe superar 40 °C.

■ Trihal sin envolvente metálica de protección (IP00).

□ Conexiones de MT y BT con cables.

– Las salidas (o llegadas) de los conductores de BT pueden realizarse por la parte superior o inferior (figuras 1 y 2).

– Las salidas (o llegadas) de los conductores de MT pueden realizarse por la parte superior o inferior (figuras 1 y 2).

En el caso de una salida (o llegada) de los conductores por la parte inferior, es indispensable colocar un separador (no suministrado).

□ Conexiones MT mediante conectores enchufables (figura 3).

□ Conexiones BT mediante canalizaciones eléctricas prefabricadas (figura 4).

La instalación en obra se simplifica al máximo gracias a una gran facilidad de ensamblaje, montaje y desmontaje:

– El transformador se suministra preequipado con la interfase de conexión CEP.

– Posibilidad de ajuste en las instalaciones de ± 15 mm en los 3 ejes.

– La conexión y la desconexión se realizan en 1 hora como máximo, de lo que se deriva una continuidad de servicio óptima.

Además, la Guía C 15-005 recomienda no superar 4 cables por fase en BT, límite inexistente para la CEP, que lo supera. La conexión de interfase CEP/Trihal, probada en fábrica, garantiza el cumplimiento de la norma UNE-EN 60439-2.

4



Conexiones BT mediante CEP en IP00.

- Trihal con envolvente metálica de protección IP31.
 - Conexiones MT y BT por cables (figuras 1 y 2).
 - Las salidas (o llegadas) de los conductores BT se realizan necesariamente por la parte superior bajo el techo de la envolvente. Los conductores de BT no deben en ningún caso descender entre las bobinas de MT y la envolvente.
 - Las salidas (o llegadas) de los conductores de MT se realizan por la parte superior (figura 1) o inferior (figura 2).
 - Conexiones de MT por la parte inferior.
 - Las salidas (o llegadas) de los conductores de MT pueden realizarse por la parte inferior directamente en los terminales de conexión (figura 2). En tal caso, la llegada de los conductores se realiza por la plancha desmontable situada en el fondo de la envolvente a la derecha, lado de MT.
 - Los cables de MT se deben fijar en el interior de la envolvente en el panel lateral en el que existen puntos de fijación previstos a tal efecto (ver figura 2) (sistema de fijación no suministrado).
- Se recomienda comprobar las posibilidades de este tipo de conexión en función de la sección, del radio de curvatura de los conductores y del espacio disponible en la envolvente.
- Conexiones de MT mediante conectores enchufables (figura 3).
 - Conexiones de BT mediante canalizaciones eléctricas prefabricadas (figura 4).

Importante:
Es necesario controlar la conformidad del índice de protección IP31 después de perforar las placas aislantes previstas al efecto para las conexiones de MT, BT y otras.

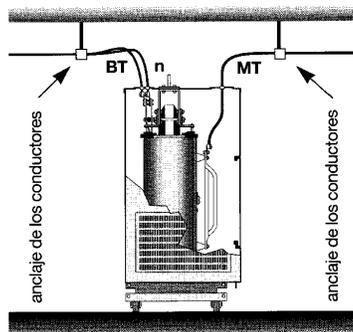


Figura 1: conexiones MT y BT estándar por arriba.

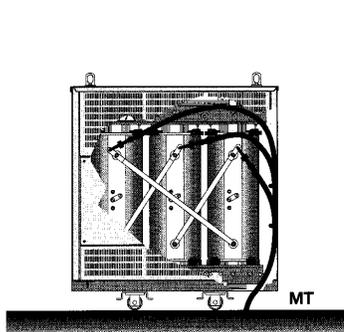


Figura 2: conexiones MT y BT estándar por abajo.

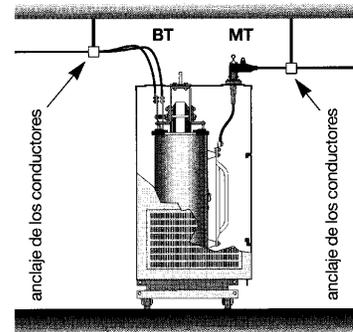


Figura 3: conexiones MT por tomas enchufables.

Instalación segura.

10 PRECAUCIONES DE PUESTA EN SERVICIO DEL TRIHAL

1 Evitar la presencia en la parte activa de:

- partículas de metal (virutas de taladrado, mecanizado)
- partículas conductoras
- cuerpos extraños (tuercas, arandelas, utillaje)
- proyecciones de agua

2 Dejar 120 mm de distancia entre la superficie de resina o las conexiones de acoplamiento y:

- todos los cables de alimentación
- los cables de puesta a tierra
- los circuitos de protección
- cualquier otra pieza (protocolo de ensayos, soporte)

3 Limitar obligatoriamente la corriente de conexión de las baterías de condensadores del lado de BT utilizando un dispositivo adecuado.

4 Garantizar una correcta ventilación del local mediante una entrada de aire en la parte inferior y una extracción en la parte superior.

5 Asegurarse de que la tensión de alimentación no sea superior a la tensión nominal.

6 Colocar, para los transformadores con envoltente, una protección en el suelo bajo la envoltente de al menos 150 mm para permitir la ventilación

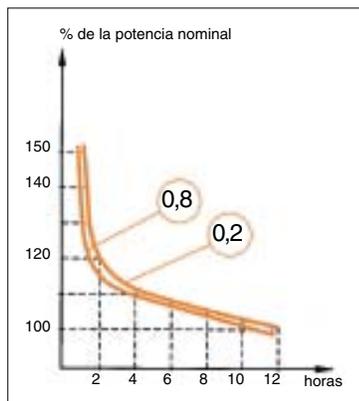
7 Comprobar la posición de las barras de ajuste (3 fases idénticas) y respetar el par de apriete de las conexiones y de las barras (2 m/kg).

8 Conectar los circuitos de protección a los elementos de control. Controlar la continuidad de las masas.

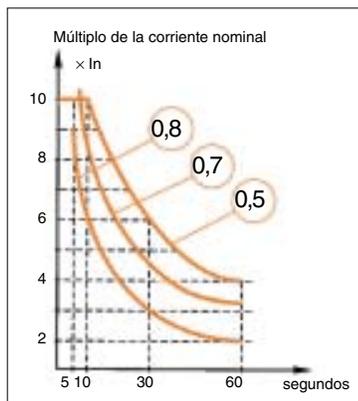
9 Garantizar el anclaje de los cables de MT y BT (efectos electrodinámicos en corrientes de defecto o de magnetización).

10 Realizar una limpieza regular de los transformadores instalados en entornos muy contaminados (aceite de corte o partículas conductoras).

Para obtener más detalles, consultar las instrucciones de instalación, puesta en servicio y mantenimiento adjuntas a cada aparato.



Temperatura ambiente media anual normal +10 °C.



Generalidades

- Los transformadores se calculan para un funcionamiento a potencia nominal para una temperatura ambiente normal definida por la norma CEI 60076-1:
 - Máxima: 40 °C.
 - Media diaria: 30 °C.
 - Media anual: 20 °C.

Salvo especificación particular, la temperatura de referencia es la media anual de 20 °C.

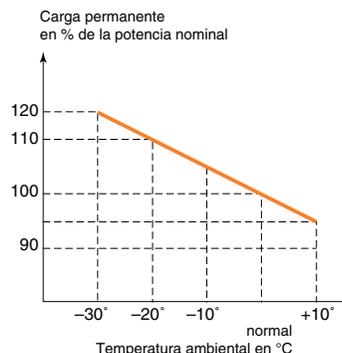
- Se pueden admitir sobrecargas que no comprometan la vida útil del transformador a condición de que se compensen con una carga habitual inferior a la potencia nominal.

$$K = \frac{\text{carga habitual}}{\text{potencia asignada}}$$

Estas sobrecargas admisibles dependen también de la temperatura ambiente media ponderada.

La 1.^a columna indica las sobrecargas diarias cíclicas. La 2.^a columna indica las sobrecargas breves admisibles.

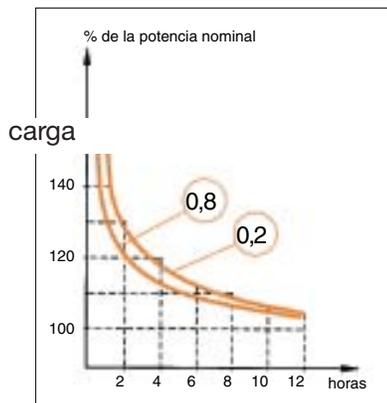
- Se indica también, a continuación, la carga permanente admisible en función de la temperatura media compatible con una vida útil normal del transformador.



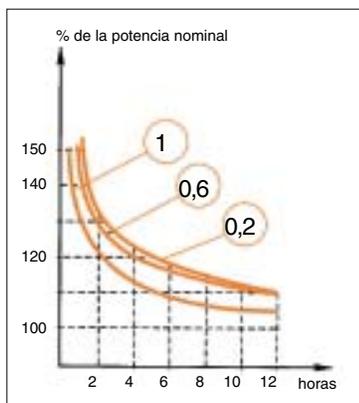
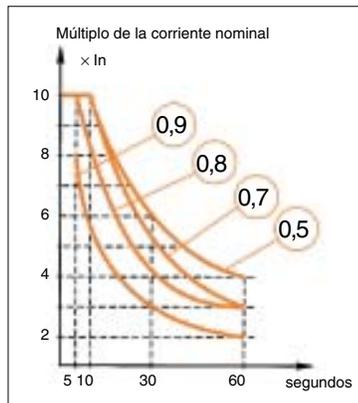
- Se puede utilizar un transformador previsto para una temperatura ambiente media anual de 20 °C a temperaturas superiores reduciendo la potencia según la tabla siguiente:

Temperatura ambiente media anual	Carga admisible
20 °C	P
25 °C	0,97 × P
30 °C	0,94 × P
35 °C	0,90 × P

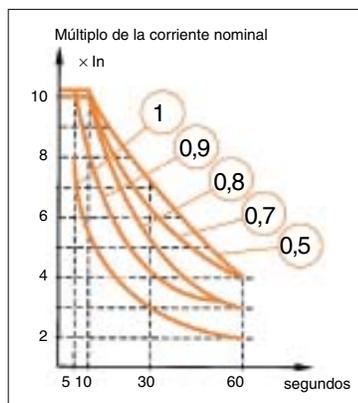
4



Temperatura ambiente media anual normal.

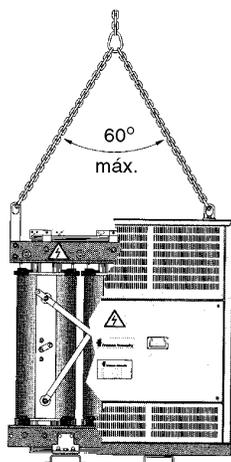


Temperatura ambiente media anual normal -10 °C.





Carga.



zona de apoyo de las palas
de la carretilla elevadora

Figura 1.

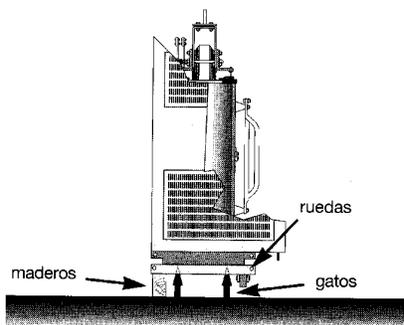


Figura 2.

Transporte

Los transformadores son cuidadosamente calzados en los remolques con suelo de madera con el fin de evitar cualquier deterioro durante el transporte.

El transporte se efectúa generalmente en camiones. Es aconsejable comprobar las condiciones de acceso al lugar de descarga.

Desde el momento de la recepción, debe asegurarse de que el transformador no presenta daños de transporte (terminales de conexión de baja o media tensión doblados, aislantes rotos, golpes en el bobinado o la envolvente, transformador mojado, etc.) y comprobar si se suministran los accesorios solicitados (ruedas, convertidor electrónico para sondas, etc.).

En caso de que el transformador haya efectivamente sufrido daños:

- Hacer una reclamación al transportista y confirmársela mediante carta certificada en un plazo de 24 horas (artículo 366 del código mercantil).
- Realizar una reclamación y dirigirla inmediatamente al proveedor.

Manipulación

Los transformadores están equipados con dispositivos de manipulación específicos.

- Elevación con eslingas (figura 1).

El transformador debe ser levantado utilizando 4 anillas de elevación si no tiene envolvente y mediante las 2 anillas en el caso de transformadores con envolvente. Las eslingas no deben formar entre sí un ángulo superior a 60°.

- Elevación con carretilla elevadora (figura 2).

En este caso, la zona de apoyo de las horquillas será obligatoriamente el chasis del interior de los perfiles en U, una vez retiradas las ruedas.

- Sirgas.

El transformador, con o sin envolvente, se izará necesariamente por el chasis. A tal efecto, se han previsto taladros de 27 mm de diámetro en todos los lados del chasis. El traslado se realiza únicamente en dos direcciones: en la del eje del chasis y perpendicularmente a dicho eje.

- Colocación de las ruedas.

□ Bien por elevación con eslingas (figura 1).

□ O por elevación con carretilla elevadora (figuras 1 y 2).

En este último caso, introducir las horquillas de la carretilla elevadora en los perfiles en U del **Trihal**. Colocar tabloncillos de altura superior a la de las ruedas atravesando el chasis y colocar el transformador sobre los mismos.

Colocar gatos y retirar los tabloncillos.

Fijar las ruedas en la posición deseada (ruedas biorientables).

Retirar los gatos y dejar el **Trihal** apoyado sobre sus ruedas.

Almacenamiento

El transformador **Trihal** debe almacenarse protegido de las caídas de agua y alejado de obras que generen polvo (albañilería, arenado, etc.). El transformador **Trihal** se suministra cubierto con una funda de plástico. Dicha funda debe conservarse siempre sobre el transformador durante su almacenamiento.

El transformador **Trihal** puede almacenarse a temperaturas de hasta a -25°C.



Manual de instalación, puesta en servicio y mantenimiento.

Puesta en marcha

- Local de instalación (ver las páginas 4/19 y 4/20).

El local debe estar limpio, seco, terminado y no presentar posibilidades de entrada de agua.

Si el transformador Trihal no debe instalarse en una zona inundable.

El local debe estar diseñado con una ventilación suficiente para evacuar las calorías de las pérdidas totales de los transformadores instalados.

- Comprobación del estado del transformador tras el almacenamiento.

Si el transformador Trihal se ha cubierto de polvo accidentalmente, aspirar la mayor parte posible y, a continuación, quitar el resto cuidadosamente con chorro de aire seco comprimido o con nitrógeno y limpiar correctamente los aislantes.

- Transformador Trihal suministrado con funda de plástico de protección.

Para evitar la caída de cuerpos extraños en la parte activa (tornillos, tuercas, arandelas, etc.), esta funda debe permanecer puesta durante toda la operación de conexión del transformador: para acceder a las conexiones de MT y BT, rasgar la funda a la altura de ellas.

- Transformador Trihal suministrado con envoltorio de origen.

La envoltorio no deberá en ningún caso soportar otras cargas que no sean las de los cables de alimentación de MT del transformador.

IMPORTANTE: no se recomienda la instalación en el interior de la envoltorio de cualquier instrumentación o accesorio ajeno a nuestro suministro con excepción, por supuesto, de las conexiones correctamente instaladas según las indicaciones anteriores.

La inadecuada instalación de accesorios ajenos puede producir cebados de arco. Para cualquier modificación de la envoltorio, fijaciones y montaje de accesorios ajenos, consulten:

- Cables de conexión de MT y BT (ver la página 4/21).

En ningún caso se tomarán puntos de fijación en la parte activa del transformador.

La distancia entre los cables de MT, los cables BT o juegos de barras de BT y la superficie del bobinado de MT deben ser, como mínimo, de 120 mm, excepto en el lado de MT en el que la distancia mínima debe considerarse a partir de la barra de acoplamiento situada más al exterior.

Debe prestarse especial atención en la puesta a masa de las pantallas de los cables MT. La distancia de 120 mm debe respetarse entre los cables de masa y la superficie del bobinado de MT.

- Acoplamiento de las conexiones de MT.

Par de apriete de las conexiones en los terminales de MT y las barras de las tomas de ajuste con arandelas planas + contacto (tornillería de latón):

Tornillo-tuerca	M8	M10	M12	M14
Par de apriete m/kg	1	2	3	5

- Acoplamiento de las conexiones de BT.

Par de apriete de las conexiones en las barras de BT (tornillería de acero o inoxidables engrasados):

Tornillo-tuerca	M8	M10	M12	M14	M16
Par de apriete m/kg	1,25	2,5	4,5	7	10

- Compensación de energía reactiva: caso de instalaciones que agrupan transformadores, baterías de condensadores y cuadro BT.

Cuando las baterías de condensadores se instalan muy cerca de los transformadores, las corrientes de conexión de los condensadores pueden conllevar sobretensiones que pueden dañar los transformadores y los condensadores. Estas condiciones se amplían cuando la alimentación MT se encuentra muy alejada de la celda de llegada de MT. Schneider propone insertar una resistencia de inserción previa: el contactor LC1-D.K.

NORMA		POTENCIA ASIGNADA	
UNE 21538		2000	kVA
AÑO DE FABRICACIÓN: 2005			
NÚMERO DE FABRICACIÓN: 761429-01			
IMPEDANCIA CC A 120 °C (Ω): 5			
NIVEL POTENCIA ACÚSTICA (dB(A)): 70			
NIVEL AISLAMIENTO (kV): AT 75-20, BT 10			
CALENTAMIENTO MEDIO AT / BT (K): 108 / 180			
CLASE TÉRMICA AT / BT: F / F			
MATERIAL AT/BT: AL / AL			
SÍMBOLO DE ACOPLAMIENTO: Dyn11			
MASA TOTAL (kg): 5130			
CLASE DE PROTECCIÓN: IP 00			
MASA TOTAL CON LA PROTECCIÓN: []			
CLASE COMPORTAMIENTO AL FUEGO: F1			
CLASES CLIMÁTICA Y AMBIENTAL: C2 E2			

ALTA TENSION		
Puntos entre	TENSION (V)	CORRIENTE (A)
1-2	6615	183,3
2-3	6450	
2-5	6300	
3-4	6143	
4-5	5985	

BAJA TENSION	
TENSION (V)	CORRIENTE (A)
420	2749.3

Placa de características según UNE 21.538.

■ Cableado de los dispositivos auxiliares.

El cableado próximo al transformador (conexión del bornero de sondas, etc.) debe fijarse en soportes rígidos (evitándose así holguras) y encontrarse a una distancia correcta de las partes en tensión. Esta distancia mínima es función de la tensión de aislamiento indicada en la placa de características.

Aislamiento (kV)	Distancias mínimas que deben respetarse (mm)
7,2	270
12	450
17,5	450
24	450
36	650

Además, en ningún caso se tomarán puntos de fijación en la parte activa del transformador.

■ Caso de funcionamiento en paralelo.

Comprobar la identidad de las tensiones de MT y BT y la compatibilidad de las características, en concreto de los grupos de conexión y la tensión de cortocircuito.

Asegurarse de que las barras de las tomas de ajuste están en la misma posición en los transformadores a acoplar en paralelo.

■ Comprobación antes de la puesta en servicio:

□ Quitar la funda de protección y comprobar todas las conexiones (disposición, distancias, pares de apriete).

□ Asegurarse, después de pasar los cables a través de la envolvente por las placas aislantes previstas al efecto (caso de transformadores Trihal con envolvente), de que se ha respetado el índice de protección IP.

□ Comprobar la posición de las barras de ajuste de tensión en las tres fases de acuerdo con los esquemas de la placa de características.

□ Comprobar el estado de limpieza general del transformador y proceder, con ayuda de un megóhmetro de 2500 V, a comprobar los aislamientos MT/masa - BT/masa - MT/BT.

Los valores aproximados de las resistencias son los siguientes:

MT/masa = 250 MΩ

BT/masa = 50 MΩ

MT/BT = 250 MΩ

Si los valores medidos son claramente inferiores, comprobar si el aparato está mojado. Si es así, secarlo con un paño y repetir de nuevo la comprobación de los aislamientos.

En otro caso, póngase en contacto con nuestro servicio postventa.

Mantenimiento

En condiciones normales de utilización y de entorno, proceder una vez al año a un control del apriete de las conexiones y las barras de las tomas de regulación así como a la retirada de polvo del transformador mediante aspiración, terminando la limpieza soplando en los lugares menos accesibles con aire comprimido seco o con nitrógeno.

La frecuencia de retirada de polvo depende de las condiciones del entorno. Debe concretamente aumentarse en zonas muy contaminadas (aceite de mecanizado de metales, polvo conductor) a fin de evitar cebados entre partes en tensión y masa.

En caso de depósitos de polvo grasos, utilizar únicamente un desengrasante en frío para limpiar la resina (por ejemplo Dartoline SRB 71 o Acu SRB 71).

Servicio postventa

Para cualquier solicitud de información o de repuestos, es indispensable indicar las características principales de la placa de características y en particular el número del transformador.

Experiencia de un gran fabricante.
Competencia internacional.
Asistencia en los mejores plazos.
Servicio de calidad.

Nos preocupamos por la puesta en marcha de su transformador

Asistencia para la puesta en servicio

Gracias a nuestros técnicos postventa, tendrá la seguridad de una correcta puesta en marcha de su material Schneider.

Asistencia telefónica

Si tiene cualquier pregunta o problema, póngase en contacto con nosotros.

Emergencias Schneider Electric

En caso de emergencia, puede ponerse en contacto con el servicio de emergencia de Schneider Electric.

Ampliación de la garantía

Para acompañarle durante más tiempo, podemos ofrecerle, a petición suya y con determinadas condiciones, una ampliación de la garantía de su transformador.

En sus instalaciones

Reparación

La tecnología de los transformadores Trihal permite llevar a cabo reparaciones completas en las instalaciones, incluso en los lugares de acceso más difícil.

Formación

Se imparte en todo el mundo una formación adaptada a cada tipo de material.

Experiencia

Reparación de piezas de repuesto

El servicio postventa dispone de las reservas de un gran fabricante de transformadores, lo que le garantiza el suministro de piezas estándar en un plazo corto.

Montaje o supervisión de montaje

En nuestros talleres

Reparación

Si la modificación o la reparación no pueden realizarse en las instalaciones, el servicio postventa y sus colaboradores se encargarán del seguimiento completo de las operaciones en el taller.

También...

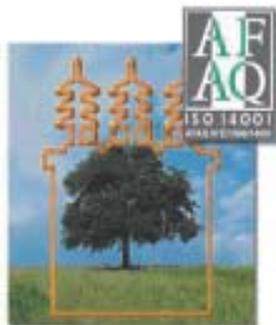
Transformadores de sustitución

El servicio postventa y sus colaboradores lo ponen todo en marcha para resolver su problema de explotación poniendo a su disposición material similar.

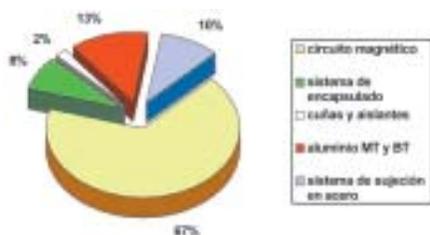
Material al final de vida

Para contribuir a la protección del medioambiente, Schneider le ofrece la recogida y el reciclaje de la totalidad de su material al final de vida.

Mediante solicitud, también se le puede ofrecer una solución de financiación.

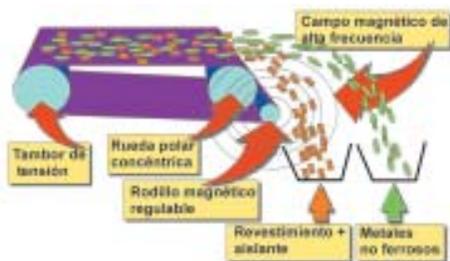


**Transformador seco encapsulado
Trihal 1250 kVA, 20 kV/400 V**



El 90% de la masa del trafo son metales.

Sinóptico de una instalación de separación de metales no ferrosos



El transformador Trihal, desde su fase de desarrollo hasta el final de su vida útil, cumple con los criterios de integración en el entorno y reciclabilidad. Su excepcional comportamiento frente al fuego es la respuesta simultánea al peligro de incendio y al de contaminación ambiental.

Trihal resiste al fuego

- El 90% de la masa del transformador está compuesta de metales.
- Su sistema de encapsulado ignifugado con alúmina trihidratada garantiza una excepcional resistencia al fuego gracias a su inmediata autoextinguibilidad.

Trihal no contamina

- En caso de combustión, sus productos de descomposición no son tóxicos ni corrosivos y la opacidad del humo es muy débil, lo que facilita la intervención en caso de emergencia.
- El número creciente de desechos de nuestra sociedad, la sensibilidad pública a los problemas ecológicos así como a las legislaciones han hecho del reciclado un reto económico inevitable.

Trihal es reciclable

- En el Trihal confluyen dos tipos de materiales, los materiales “nobles” como el acero, el aluminio, el cobre, y otros materiales “estériles” como la resina o los aislantes.
 - Las distintas partes del transformador Trihal son fácilmente disociables, su desmontaje requiere pocos medios y supone un coste despreciable, permitiendo separar, por un lado, los metales ferrosos y, por otro, las bobinas de MT y BT.
 - Más del 80% del Trihal puede reciclarse inmediatamente después de desmontarlo.
 - Únicamente las bobinas de MT y BT requieren un tratamiento preliminar de trituración-cizallamiento y la posterior separación de los materiales “nobles” de los “estériles” a la salida de una cinta transportadora que incorpora un campo magnético de alta frecuencia.
 - El material recuperado de esta forma se compone de más del 99% de aluminio y puede, por lo tanto, reciclarse tal cual, mientras que los materiales aislantes recogidos en el proceso de separación pueden ser reutilizados como carga en materiales como alquitranes, cauchos, etc.
- Como puede observarse el transformador Trihal responde totalmente a las preocupaciones relativas a la integración en el entorno ya que se compone principalmente de metales, Trihal es reciclable mediante un proceso de separación de las materias. Hoy es fácil y económicamente interesante reciclarlo al final de su vida útil para completar el ciclo de su integración en el entorno.