

Representación a modo de ejemplo, puede diferir del transformador en cuestión.

## INSTRUCCIONES DE USO

### SGB Transformadores encapsulados en resina

20.02.2024 ES (Rev. I)

IMPORTANTE

LEER CON ATENCIÓN ANTES DE UTILIZAR LA MÁQUINA  
CONSERVAR PARA CUALQUIER CONSULTA FUTURA





Contacto del servicio técnico:



cr-aftersales@sgb-smit.group



+49 941 7841-6000

### Copyright

© Copyright de  
SGB GmbH  
Ohmstr. 10  
D-93055 Regensburg  
Todos los derechos reservados.

Instrucciones de uso originales redactadas en alemán

Información sobre estas instrucciones de  
uso

## Índice

Índice .....	3
1 Información sobre estas instrucciones de uso .....	5
1.1 Indicaciones importantes en relación con estas instrucciones de uso .....	5
1.2 Disponibilidad de estas instrucciones de uso .....	6
1.3 Convenciones para las indicaciones de actuación y otros modos de resaltado del texto .....	6
2 Seguridad.....	7
2.1 Uso previsto .....	7
2.2 Uso no previsto .....	7
2.3 Modificaciones del transformador .....	8
2.4 Garantía y responsabilidad .....	8
2.5 Exención de responsabilidad .....	8
2.6 Requisitos al personal.....	9
2.7 Equipo de protección personal .....	9
2.8 Sistema de indicaciones de advertencia y seguridad .....	10
2.8.1 Indicaciones de advertencia para apartados.....	10
2.8.2 Indicaciones de advertencia incorporadas .....	11
2.9 Información de seguridad para la prevención de riesgos en relación con los ciclos de vida del transformador .....	11
2.9.1 General para todos los ciclos de vida .....	11
2.9.2 Transporte y colocación .....	12
2.9.3 Puesta en marcha.....	14
2.9.4 Funcionamiento .....	16
2.9.5 Mantenimiento .....	16
2.9.6 Puesta fuera de servicio .....	19
3 Descripción del transformador .....	20
4 Indicaciones de planificación.....	23
4.1 Condiciones in situ .....	23
4.2 Referencias normativas para requisitos del lugar de emplazamiento.....	24
4.3 Indicaciones importantes sobre transformadores .....	24
4.4 Comportamiento electromagnético/compatibilidad electromagnética.....	26
4.5 Ventilación de las salas de transformadores .....	26
4.6 Supervisión de temperatura.....	27
5 Embalaje.....	28
6 Transporte.....	29
6.1 Transporte con grúa .....	29
6.1.1 Elevar el transformador .....	29
6.1.2 Elevación de transformador con carcasa .....	31
6.2 Transporte sobre ruedas .....	34

Información sobre estas instrucciones de uso

6.2.1	Montaje de las ruedas en el chasis.....	34
6.2.2	Ruedas del transformador.....	35
6.3	Transporte con carretilla elevadora .....	36
6.3.1	Estabilizador para el transporte con carretilla elevadora.....	38
6.4	Requisitos de los vehículos de transporte y la fijación de carga.....	39
6.5	Inspección del suministro a la llegada de la mercancía .....	40
7	Almacenamiento .....	42
8	Emplazamiento.....	43
8.1	Emplazamiento del transformador .....	43
8.2	Retirada del embalaje y el seguro de transporte .....	45
8.3	Asiento fijo en la estación .....	45
8.4	Montaje de las piezas desmontadas para el transporte.....	48
8.5	Montaje de la carcasa .....	49
8.6	Riesgo de contaminación por suciedad entre el emplazamiento y la puesta en marcha.....	50
9	Puesta en marcha.....	51
9.1	Preparación .....	52
9.2	Pares de apriete .....	53
9.3	Conmutación de tensión .....	54
9.4	Conexión de fases .....	56
9.5	Supervisión de temperatura.....	58
9.6	Ventilador.....	60
9.7	Distancias mínimas de aislamiento .....	60
9.8	Comprobaciones antes de la conexión.....	61
10	Funcionamiento.....	62
11	Mantenimiento.....	64
11.1	Limpieza .....	66
11.1.1	Herrumbre blanca (corrosión de zinc).....	68
11.2	Supervisión de temperatura.....	69
11.3	Conexiones principales y rieles.....	71
11.4	Bobinados.....	71
11.5	Otras tareas de mantenimiento .....	72
11.6	Ventilador.....	73
11.7	Carcasa .....	74
11.8	Comprobaciones antes de la conexión.....	74
12	Detección y subsanación de errores.....	75
13	Reciclaje de los transformadores encapsulados en resina .....	78
14	Index.....	79

# 1 INFORMACIÓN SOBRE ESTAS INSTRUCCIONES DE USO

---

## 1.1 Indicaciones importantes en relación con estas instrucciones de uso



Antes de trabajar en el transformador, debe haber leído con atención y comprendido estas instrucciones de uso. SGB no asume ninguna responsabilidad por los daños derivados de un uso no conforme con las presentes instrucciones.

Estas instrucciones:

- forman parte de la documentación de un transformador encapsulado en resina;
- están dirigidas a planificadores de instalaciones, explotadores y responsables de instalaciones, así como al personal cualificado al que vaya destinada determinada función;
- contienen indicaciones importantes para operar el transformador de manera segura y sin que se produzcan incidentes;
- se refieren exclusivamente al transformador, por lo que no contienen indicaciones sobre características y peligros en el lugar de instalación;
- utilizan el concepto «transformador encapsulado en resina» para todos los transformadores de tipo seco fabricados por SGB y son válidas para transformadores de SGB con bobinados sin derramar proporcionalmente;
- no están adecuadas, en lo que a esta versión se refiere, para su utilización en el mercado estadounidense.

Cumpla todas las indicaciones de las presentes instrucciones de uso, la documentación adjunta de otros fabricantes y las normas y normativas locales aplicables. Esto es un requisito para:

- operar el transformador de forma correcta y competente;
- almacenar, transportar, instalar, poner en marcha y parar el transformador, así como para realizar el mantenimiento e inspección de forma correcta;
- prevenir peligros y cumplir la normativa técnica de seguridad necesaria.

## 1.2 Disponibilidad de estas instrucciones de uso

Conserve estas instrucciones de uso en un lugar donde estén disponibles en todo momento en caso de que se necesite consultarlas.

Estas instrucciones se consideran parte de la instalación, por lo que deberán entregarse en el supuesto de un cambio de explotador.

## 1.3 Convenciones para las indicaciones de actuación y otros modos de resaltado del texto

Además de las indicaciones de advertencia y de seguridad descritas en el *Apartado 2*, que debe observar en todo momento, estas instrucciones de uso contienen también otros modos de resaltar texto:

- 1,2,3... o a, b, c,... Las indicaciones de actuación con secuencia temporal se indican con números o letras. Siga exactamente el orden fijado de acciones.
- Las enumeraciones que no representan secuencias temporales están indicadas con trazos. Estas acciones pueden llevarse a cabo en el orden deseado.

*Palabras clave o información adicional*

Las palabras clave o la información adicional están situadas en los márgenes en cursiva.

### RECOMENDACIÓN

---

Indica una recomendación para realizar mejoras de productos o de procesos.

---

## 2 SEGURIDAD

---

### 2.1 Uso previsto

El transformador se debe utilizar únicamente para transformar tensión eléctrica alterna.

Este debe operarse conforme a las normas y normativas que sirven de base en relación con los datos eléctricos de la ficha técnica y dentro de una instalación eléctrica terminada.

Se entiende por instalación eléctrica terminada una «sala o lugar que sirve exclusivamente para operar equipos eléctricos y que se mantiene bajo llave. Tendrán acceso a esta sala los técnicos electricistas cualificados y el personal formado en electrotecnia, mientras que cualquier persona no cualificada podrá acceder únicamente acompañada por los profesionales mencionados».

También se incluye como uso previsto:

- Cumplir las instrucciones de uso.
- Llevar a cabo un funcionamiento dentro de los límites de potencia.
- Respetar los trabajos de inspección y mantenimiento.
- Tener en cuenta la documentación del proveedor y la documentación por separado de los fabricantes de las piezas de montaje y accesorios.

Cualquier uso distinto o que exceda el anteriormente indicado se considerará como no previsto y puede provocar daños personales y materiales.

### 2.2 Uso no previsto

Entre los usos inapropiados y por tanto NO previstos, se encuentran especialmente:

- la modificación constructiva por cuenta propia del transformador
- el montaje de dispositivos de vigilancia y de seguridad distintos a los recomendados o suministrados
- la renuncia u omisión a utilizar dispositivos de seguridad, así como el funcionamiento con dispositivos de seguridad defectuosos
- la realización de las tareas de mantenimiento del transformador por parte de personal no cualificado
- el montaje, la operación o el mantenimiento no autorizados o una puesta en marcha incorrecta del transformador
- el incumplimiento de la documentación del proveedor y la documentación por separado de los fabricantes de las piezas de montaje y accesorios.

## 2.3 Modificaciones del transformador

Cualquier modificación en el transformador u otras piezas del suministro que no haya sido acordada por escrito con SGB está prohibida y tendrá como consecuencia la anulación de la garantía y la declinación de cualquier responsabilidad por parte de la empresa.

## 2.4 Garantía y responsabilidad

La duración de la garantía, así como de la responsabilidad, están reguladas mediante las disposiciones contractuales.

Las variaciones con respecto al uso previsto descrito en estas instrucciones de uso tendrán como consecuencia la limitación o incluso la anulación de la garantía y la declinación de responsabilidades.

## 2.5 Exención de responsabilidad

Estas instrucciones de uso se han verificado en relación con el producto descrito. No obstante, no pueden excluirse posibles variaciones, por lo que SGB no asume ninguna garantía relacionada con la exactitud de la información. Estas instrucciones de uso se revisan periódicamente, de modo que se editan versiones posteriores con las correcciones necesarias.



## 2.6 Requisitos al personal

El transformador puede ser manipulado únicamente por personal cualificado (profesionales) para cada trabajo.

En lo que a estas instrucciones de uso se refiere, se considera profesional o personal cualificado a todas aquellas personas que estén capacitadas para detectar y evitar peligros relacionados tanto con su correspondiente área de trabajo, determinada esta última por su formación, conocimientos y experiencia, como con la enseñanza presencial recibida por el operador de instalación o representante autorizado.

► **Nota**

Toda persona encargada de trabajar en la instalación debe haber leído y comprendido estas instrucciones, especialmente el apartado «Seguridad».

Los profesionales asignados deben:

- disponer de su propio equipo de protección y estar formados en su utilización;
- conocer los reglamentos locales de seguridad de montaje/instalación y cumplirlos en todo momento;
- obtener autorización y el encargo para realizar trabajos en el transformador por parte del responsable correspondiente;
- cerciorarse de que ninguna persona no autorizada se encuentre en el área de peligro.

## 2.7 Equipo de protección personal

Utilice exclusivamente equipos de protección diseñados para los trabajos correspondientes que estén certificados por organizaciones independientes reconocidas a nivel nacional.

Utilice por norma general zapatos de seguridad en el transcurso de los trabajos.

Utilice equipos de protección según la necesidad, los requisitos locales y utilizando el sentido común.



## 2.8 Sistema de indicaciones de advertencia y seguridad

Las indicaciones de advertencia y seguridad que aparecen en estas instrucciones son para su propia seguridad y la de otras personas, y sirven para impedir daños en el transformador o la instalación.

### 2.8.1 Indicaciones de advertencia para apartados

Las indicaciones de advertencia que remiten a apartados hacen referencia a capítulos enteros, a apartados o a varios párrafos de este manual. Se muestra siempre la indicación que representa el nivel de peligro más alto. Esto significa que una indicación de daños personales puede contener también una indicación de daños materiales.

A continuación se muestran las indicaciones de advertencia por nivel de peligro descendente:

#### PELIGRO

##### ¡Peligro de muerte!

Indica una situación peligrosa que, si no se evita, **causará** inmediatamente la muerte o lesiones graves.

#### ADVERTENCIA

##### ¡Lesiones graves!

Indica una situación peligrosa que, si no se evita, **puede** causar la muerte o lesiones graves.

#### PRECAUCIÓN

##### ¡Lesiones leves o moderadas!

Indica una situación peligrosa que, si no se evita, puede causar lesiones moderadas o leves.

#### ATENCIÓN

##### ¡Daños materiales!

Indica una situación que, si no se evita, puede causar daños en el transformador o en otras partes de la instalación.





##### Nota

Identifica fallos de funcionamiento, indicaciones de uso e información útil.

## 2.8.2 Indicaciones de advertencia incorporadas

Las indicaciones de advertencia incorporadas se refieren a una parte determinada dentro de un apartado. A diferencia de las indicaciones de advertencia que remiten a apartados, hacen referencia a unidades de información más pequeñas. Las indicaciones de advertencia incorporadas utilizan el siguiente formato:

 indica una situación potencialmente mortal que, de manera inmediata, puede causar la muerte o lesiones personales graves.

 indica una situación peligrosa que puede causar lesiones personales leves o moderadas.

## 2.9 Información de seguridad para la prevención de riesgos en relación con los ciclos de vida del transformador

### 2.9.1 General para todos los ciclos de vida

Ejecución de todos los trabajos por parte de personal cualificado.  
Colocación solo dentro de instalaciones eléctricas.

#### - General para los trabajos realizados en altura

- No apoye escaleras en el transformador.
- Utilice únicamente escaleras de tijera que no estén dañadas.
- Coloque las escaleras de tijera solamente sobre una base resistente y plana, y asegúrese de que son estables.
- Asegure las escaleras de tijera para evitar que se deslicen o se vuelquen.
- Al efectuar trabajos, coloque los dos pies en el peldaño.
- Asegúrese para evitar caídas.
- Proteja la zona de montaje frente a la caída de objetos.
- Para realizar trabajos de montaje son adecuadas, por ejemplo, las siguientes plataformas de trabajo:
  - Andamio fijo
  - Andamio sobre ruedas
  - Plataformas de trabajo de altura ajustable
  - Elevadores para personas
  - Cesta de montaje para una carretilla elevadora
- Como protección frente a la caída de objetos son adecuados, por ejemplo, los siguientes elementos:
  - Andamio con suelo cerrado
  - Redes de retención
- Como protección contra caídas son adecuados, por ejemplo, los siguientes elementos:

- Arneses de seguridad
- Sistemas de fijación de seguridad

## 2.9.2 Transporte y colocación

### - Transporte con grúa:

- Transporte el transformador únicamente en posición vertical con el chasis alineado horizontalmente.
- Nunca se sitúe bajo una carga suspendida ni coloque cargas suspendidas encima de otras personas.
- Utilice exclusivamente:
  - Los cuatro cáncamos de elevación previstos para ello.
  - Todos los cáncamos de elevación al mismo tiempo.
  - Elementos de enganche adecuados para el peso del transformador.
  - Elementos de enganche y dispositivos de bloqueo para el transporte diseñados para el trabajo correspondiente que estén certificados por organizaciones independientes reconocidas a nivel nacional.
- No levante nunca el transformador por los cáncamos de amarre.
- El techo de la carcasa tiene puntos no visibles en los que se puede tropezar. Utilice una protección contra caídas. Antes de poner el pie en punto, compruebe su accesibilidad.
- Para elevar conjuntamente el transformador con la carcasa, use los cáncamos de elevación del transformador o un mecanismo de elevación que esté unido al transformador.
- Utilice los cáncamos de elevación que hay en la carcasa únicamente para elevar el techo de la carcasa.
- Las atornilladuras del mecanismo de elevación se pueden aflojar durante el transporte. Por ello:
  - Compruebe que sigan intactas las marcas de color que hay en las atornilladuras del mecanismo de elevación.
  - Si las marcas de color están dañadas, apriete las atornilladuras con el par adecuado.
  - Si alguna atornilladura se ha aflojado o se ha perdido alguno de sus elementos, vuelva a colocar la atornilladura con arandelas de seguridad.
- Evite levantar y depositar la carga de forma brusca.
- No conecte ningún transformador que esté dañado.
- Antes de la puesta en marcha, compruebe la posición del transformador en la carcasa para garantizar las distancias mínimas de aislamiento entre los conductores de tensión y los bobinados con respecto a los componentes puestos a tierra.

- **Al montar las ruedas o los pies de la máquina:**

- Asegure el transformador durante el montaje de las ruedas para evitar que vuelque. Utilice madera escuadrada que sea un poco más alta que las ruedas o los pies de la máquina y que pueda soportar el peso del transformador.
- Monte las cuatro ruedas de forma que todas queden en sentido longitudinal o transversal.
- Fije las ruedas en la posición elegida.

- **Al hacer rodar el transformador:**

- No trace curvas con el transformador. Hágalo rodar solo en la dirección que indican las ruedas.
- Transmita la fuerza al arrastrar solamente a los cáncamos de tracción previstos. Utilice siempre los dos cáncamos situados en la dirección del desplazamiento al mismo tiempo. No aplique fuerza sobre los sistemas eléctricos (bobinas, conexiones, etc.) para mover el transformador.

- **Transporte con carretilla elevadora:**

- El transporte con carretilla elevadora solo está permitido para transformadores del modelo «Elevación con carretilla».
- Solo se permite la elevación con los estabilizadores correctamente colocados.
- Utilice únicamente carretillas elevadoras que puedan soportar el peso del transformador.
- Asegúrese de que el centro de gravedad de la carga se encuentra en el centro de las horquillas.
- Introduzca siempre la carga en las horquillas hasta el tope y no incline las horquillas hacia atrás.
- Asegure siempre las cargas inestables con tendencia a inclinarse.
- Dado el caso, utilice un protector antideslizante en las horquillas para una sujeción segura y para proteger la carga.
- No transporte nunca varias cargas.
- Cerciórese de que no se encuentra ninguna persona en el área de peligro.
- Efectúe el desplazamiento siempre con la carga bajada.
- Desplácese siempre con una carga orientada hacia la pendiente. Esto se aplica a la pendiente hacia arriba y hacia abajo.
- Ajuste la velocidad de marcha de tal modo que se pueda frenar en el trayecto más corto posible si aparece un peligro imprevisto o un obstáculo inesperado.
- Mantenga un ángulo de inclinación de  $> 0^\circ$  y  $\leq 5^\circ$ .
- Para elevar cargas con una carretilla elevadora, utilice un estabilizador.
  - Antes de la elevación, asegúrese de que los estabilizadores están bien colocados en los puntos de fijación de la carretilla elevadora en la barra de hierro de presión.

- Nunca coloque un estabilizador dentro y el otro fuera. Monte siempre ambos estabilizadores dentro o fuera.
- Si los estabilizadores están mal posicionados, monte los perfiles de acero en los puntos de fijación de la carretilla elevadora. Tenga en cuenta el par de apriete adecuado.

- Durante el emplazamiento:

- Al posicionar el transformador, respete las distancias mínimas de aislamiento de
  - los conductores de tensión y los bobinados de piezas puestas a tierra
  - los conductores de los bobinados y otras piezas conductoras de tensión del transformador
- También debe respetar estas distancias en caso de emplazamiento en la carcasa.
- Al tender los cables, respete las distancias mínimas de aislamiento de
  - los conductores de tensión y los bobinados de piezas puestas a tierra
  - los conductores de los bobinados y otras piezas conductoras de tensión del transformador
- Asegure el transformador en el lugar de funcionamiento para que no pueda salir rodando. Para ello, emplee dispositivos de fijación, patas de máquina o alojamientos de transformador (elementos de insonorización de carcasa).
- En el montaje de una carcasa, se deben utilizar arandelas de contacto SN 70093, en lugar de arandelas convencionales en al menos dos atornilladuras por cada conexión de dos componentes metálicos.
- Deje una distancia mínima de 30 cm entre las paredes y las aberturas de ventilación de la carcasa.

### 2.9.3 Puesta en marcha

- A tener en cuenta de forma general antes y durante cualquier trabajo de puesta en marcha:

Durante la duración total de los trabajos, debe aplicar las cinco normas de seguridad, en adelante también denominadas medidas de seguridad en conformidad con EN 50110-1 (capítulo «Trabajos sin tensión») en el orden indicado.

Las normas son las siguientes:

1. Desconectar el circuito principal y los circuitos auxiliares
2. Asegurar para evitar reconexiones
3. Comprobar ausencia de tensión
4. Poner a tierra y cortocircuitar
5. Cubrir o delimitar las piezas conductoras de tensión cercanas

- Información general respecto a la finalización de los trabajos de puesta en marcha:

- Deshaga el estado establecido con la aplicación de las medidas de seguridad de conformidad con la normativa local vigente o, si no la hay, simplemente revierta las medidas de seguridad citadas anteriormente en orden inverso.
- Antes de cerrar la instalación/carcasa, asegúrese de que no hay personas ni animales pequeños en su interior.
- Asegúrese de que no hay suciedad ni cuerpos extraños (p. ej. tornillos, herramientas, virutas de metal, etc.) en ninguna superficie del transformador.
- Retire todas las impurezas y los cuerpos extraños (p. ej. tornillos, herramientas, virutas de metal, etc.) de la carcasa y de otros componentes de la instalación.
- Los transformadores dañados no deben conectarse.
- Únicamente realice la conexión si cuenta con las autorizaciones necesarias y si se ha dado la orden correspondiente.
- No están permitidos los procesos de conexión y desconexión sucesivos directamente. Entre los procesos de conmutación debe haber como mínimo un intervalo de un minuto.

- Conmutación de tensión:

- Antes de comenzar con los trabajos, asegúrese de que las superficies del transformador se hayan enfriado hasta una temperatura inferior a 40 °C.
- Al apretar o aflojar las atornilladuras de las orejetas de conmutación, compense el par de giro sujetando el elemento con una llave de vaso de tamaño 20 o 21.

- Conexión de fases:

- En caso de conexiones de cobre-aluminio, adjunte chapa de aluminio con revestimiento de cobre en los puntos de contacto.
- Antes de proceder al atornillamiento, pule bien las superficies de contacto.
- Después del pulido, asegúrese de que no quede polvo metálico en alguna superficie del transformador.
- Durante la conexión, asegúrese de que en las conexiones del transformador no haya ninguna tensión mecánica.
- Al apretar o aflojar las atornilladuras de las orejetas de conmutación, compense el par de giro sujetando el elemento con una llave de vaso de tamaño 20 o 21.
- Al tender los cables, respete las distancias mínimas de aislamiento de
  - los conductores de tensión y los bobinados de piezas puestas a tierra

- los conductores de los bobinados y otras piezas conductoras de tensión del transformador

- **Supervisión de temperatura:**

- No sustituya los termistores por otros con temperaturas nominales de activación superiores.
- Si usa un dispositivo de supervisión de temperatura programable: no ajuste las temperaturas nominales de activación de los equipos a un valor superior al que indicamos.
- Coloque los dispositivos de protección de sobretensión lo más cerca posible de la regleta de bornes del transformador para proteger la electrónica de evaluación.

## 2.9.4 Funcionamiento

- **A tener en cuenta por norma general en el funcionamiento:**

- Únicamente use los transformadores encapsulados en resina en instalaciones eléctricas cerradas.
- En caso de un transformador bajo tensión sin carcasa o en caso de que la carcasa no esté cerrada de manera que no se pueda acceder al interior, debe tener en cuenta lo siguiente:  
**Mantenga una distancia mínima de 1,5 m con los bobinados y otras piezas conductoras del transformador.**
- Las personas con marcapasos y/o cualquier otro implante médico deben tener en cuenta lo siguiente:  
**Respete en todo momento los límites de acercamiento para impedir interferencias electromagnéticas en sus equipos o implantes. Los siguientes valores de ejemplo de las fuerzas de campo solo son aplicables al transformador y no tienen en cuenta el resto de la instalación. En caso de un transformador con 50 Hz/630 kVA/20 kV-0,4 kV se puede medir un valor de 5  $\mu$ T a una distancia de 2 m. En caso de un transformador 50 Hz/3000 kVA/20 kV-0,69 kV se genera una fuerza de campo de 10  $\mu$ T a una distancia de 5 m.**
- Tenga en cuenta la normativa vigente respecto a las cargas con campos eléctricos, magnéticos y electromagnéticos para realizar trabajos en las inmediaciones de un transformador.

- **Supervisión de temperatura:**

- Únicamente emplee el transformador con el dispositivo de supervisión de temperatura conectado y en perfectas condiciones.

## 2.9.5 Mantenimiento

- **A tener en cuenta de forma general antes y durante cualquier trabajo de mantenimiento:**

Durante la duración total de los trabajos, debe aplicar las cinco normas de seguridad, en adelante también denominadas medidas de seguridad en conformidad con EN 50110-1 (capítulo «Trabajos sin tensión») en el orden



indicado.

Las normas son las siguientes:

1. Desconectar el circuito principal y los circuitos auxiliares
  2. Asegurar para evitar reconexiones
  3. Comprobar ausencia de tensión
  4. Poner a tierra y cortocircuitar
  5. Cubrir o delimitar las piezas conductoras de tensión cercanas
- Antes de comenzar con los trabajos, asegúrese de que las superficies del transformador se hayan enfriado hasta una temperatura inferior a 40 °C.

- Información general respecto a la finalización de los trabajos de mantenimiento:

- Deshaga el estado establecido con la aplicación de las medidas de seguridad de conformidad con la normativa local vigente o, si no la hay, simplemente revierta las medidas de seguridad citadas anteriormente en orden inverso.
- Antes de cerrar la instalación/carcasa, asegúrese de que no hay personas ni animales pequeños en su interior.
- Asegúrese de que no hay suciedad ni cuerpos extraños (p. ej. tornillos, herramientas, virutas de metal, etc.) en ninguna superficie del transformador.
- Retire todas las impurezas y los cuerpos extraños (p. ej. tornillos, herramientas, virutas de metal, etc.) de la carcasa y de otros componentes de la instalación.
- Los transformadores dañados no deben conectarse.
- Únicamente realice la conexión si cuenta con las autorizaciones necesarias y si se ha dado la orden correspondiente.
- No están permitidos los procesos de conexión y desconexión sucesivos directamente. Entre los procesos de conmutación debe haber como mínimo un intervalo de un minuto.

- Para la limpieza del transformador:

- Para limpiar:
  - Use cepillos blandos, trapos, esponjas y paños.
  - No emplee agua.
  - No emplee cepillos metálicos ni lana de acero.
  - No use disolventes no polares, como gasolina, aceite mineral, etc.
- Asegúrese de que no hay suciedad ni cuerpos extraños (tornillos, herramientas, virutas de metal, etc.) en ninguna superficie del transformador.
- Retire todas las impurezas y los cuerpos extraños (p. ej. tornillos, herramientas, virutas de metal, etc.) de la carcasa y de otros componentes de la instalación.

- Para comprobar los sensores de temperatura:

- Use ohmímetros con una tensión de funcionamiento  $\leq 2,5$  voltios.
- Coloque los dispositivos de protección de sobretensión lo más cerca posible de la regleta de bornes del transformador para proteger la electrónica de evaluación.

- Si se han desenchufado conexiones eléctricas durante el mantenimiento:

- En caso de conexiones de cobre-aluminio, adjunte chapa de aluminio con revestimiento de cobre en los puntos de contacto.
- Antes de proceder al atornillamiento, pule bien las superficies de contacto.
- Después del pulido, asegúrese de que no quede polvo metálico en alguna superficie del transformador.
- Durante la conexión, asegúrese de que en las conexiones del transformador no haya ninguna tensión mecánica.
- Al apretar o aflojar las atornilladuras de las orejetas de conmutación, compense el par de giro sujetando el elemento con una llave de vaso de tamaño 20 o 21.
- Al tender los cables, respete las distancias mínimas de aislamiento de
  - los conductores de tensión y los bobinados de piezas puestas a tierra
  - los conductores de los bobinados y otras piezas conductoras de tensión del transformador

- Para el mantenimiento de los ventiladores:

- Para realizar trabajos en las aspas del rotor, debe llevar guantes de protección.
- Asegúrese de que el ventilador está separado del circuito de corriente y está asegurado para evitar una nueva conexión.
- No conecte el ventilador antes de montarlo correctamente en la carcasa y comprobarlo.

- Para el mantenimiento de la carcasa:

- Asegúrese de que al finalizar los trabajos:
  - No quedan impurezas ni cuerpos extraños (p. ej. tornillos, herramientas, virutas de metal, etc.) en la carcasa y otros componentes de la instalación.
  - Se hayan vuelto a conectar los cables de conexión equipotencial que se han desconectado para poder acceder a la zona.
  - El transformador, el ventilador y la carcasa estén secos.
  - Las entradas de aire fuera de la carcasa no estén conectadas.
  - Todos los elementos de advertencia estén en perfectas condiciones y en su sitio.

## 2.9.6 Puesta fuera de servicio

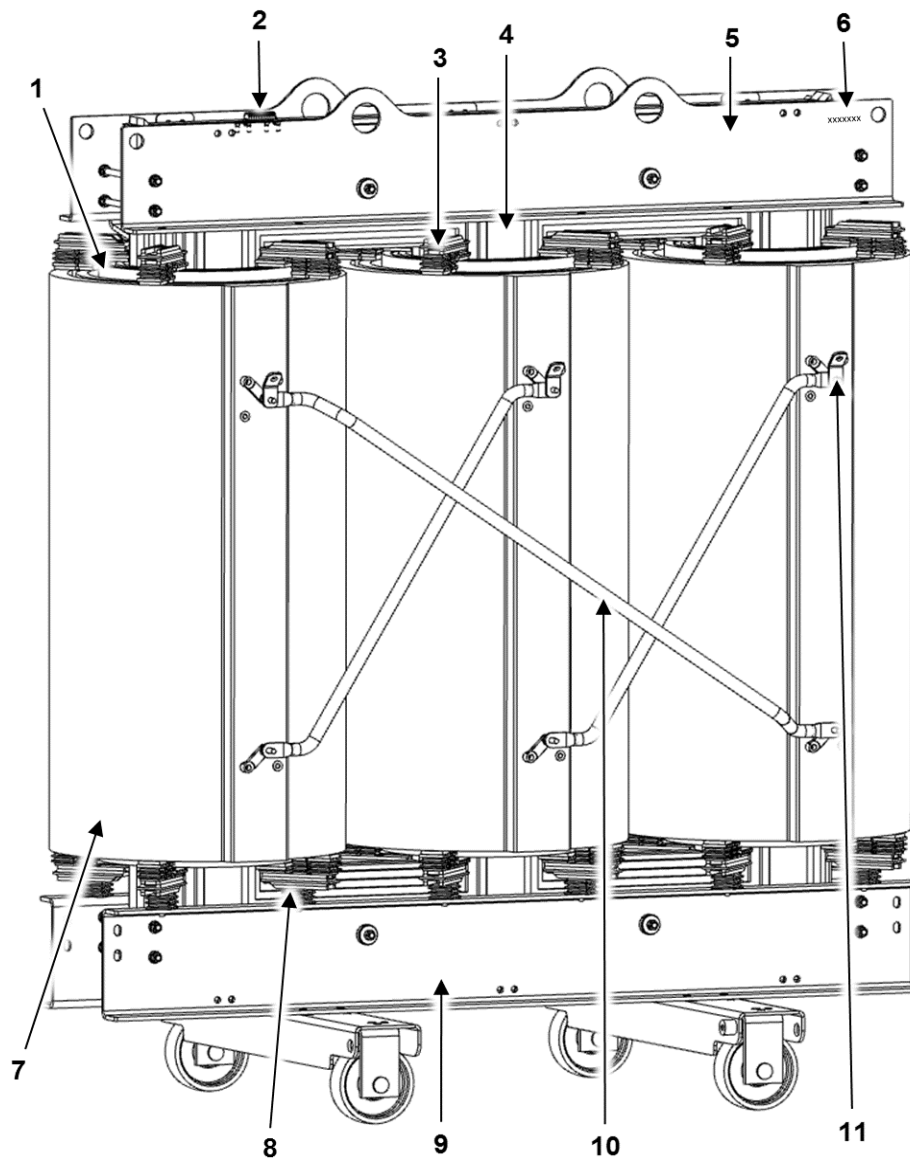
### - En general:

Durante la duración total de los trabajos, debe aplicar las cinco normas de seguridad, en adelante también denominadas medidas de seguridad en conformidad con EN 50110-1 (capítulo «Trabajos sin tensión») en el orden indicado.

Las normas son las siguientes:

1. Desconectar el circuito principal y los circuitos auxiliares
  2. Asegurar para evitar reconexiones
  3. Comprobar ausencia de tensión
  4. Poner a tierra y cortocircuitar
  5. Cubrir o delimitar las piezas conductoras de tensión cercanas
- Antes de comenzar con los trabajos, asegúrese de que las superficies del transformador se hayan enfriado hasta una temperatura inferior a 40 °C.
  - Tenga en cuenta la información de seguridad de «Transporte y colocación».

### 3 DESCRIPCIÓN DEL TRANSFORMADOR

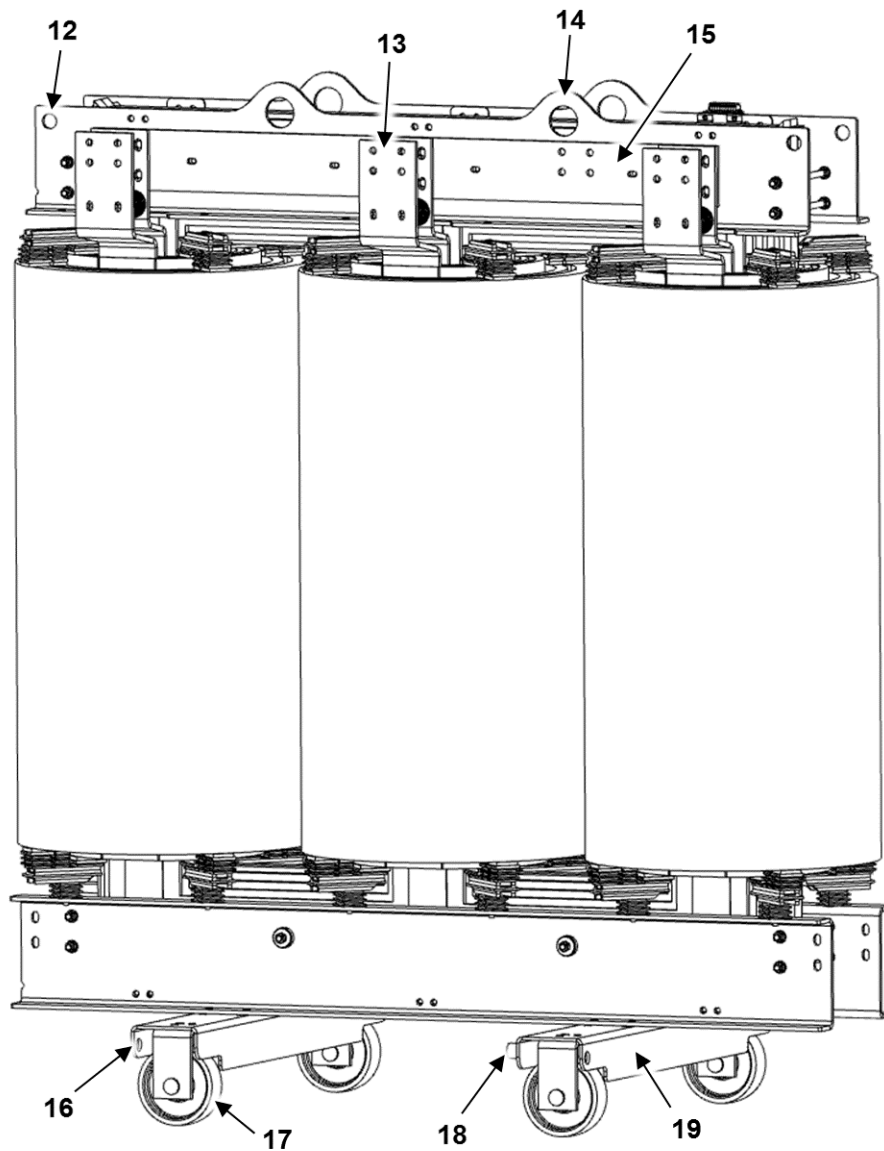


000004

Fig. 1: Lado de tensión primaria (OS) de un transformador estándar encapsulado en resina (ejemplo)

1	Bobinado de tensión secundaria	6	Número de serie del transformador
2	Regleta de sujeción de la conexión del dispositivo de supervisión de temperatura	7	Bobinado de tensión primaria
3	Tacos de soporte superiores	8	Tacos de soporte inferiores
4	Núcleo	9	Barra de hierro de presión inferior
5	Barra de hierro de presión superior	10	Conexiones de conmutación
		11	Conexión de tensión principal

#### Descripción del transformador



000005

Fig. 2: Lado de tensión secundaria (US) de un transformador estándar encapsulado en resina (ejemplo)

12 Cáncamos de amarre para el transporte	16 Cáncamos de tracción para desplazamiento longitudinal y transversal
13 Conexión de tensión secundaria	17 Ruedas ajustables para desplazamiento longitudinal y transversal
14 Cáncamos de elevación	18 Conexión de puesta a tierra
15 Guía de conexión neutra (conexión N)	19 Chasis

Los transformadores se usan para transformar corrientes alternas.

#### Descripción del transformador

Según la normativa internacional (IEC 60076-11), los transformadores encapsulados en resina se catalogan como transformadores secos. Como medio de refrigeración se usa aire.

#### *Normas del transformador*

Por norma general, las características técnicas y el diseño constructivo siguen las disposiciones de IEC 60076-11 o de EN 50588-1 y, en función del pedido, las especificaciones del cliente.

Desde el 01/07/2015, además de las normas mencionadas anteriormente, los transformadores que se usan en la Unión Europea están sujetos obligatoriamente al Reglamento 548/2014 de la Comisión para la aplicación de la Directiva 2009/125/CE de diseño ecológico.

#### *Estructura del transformador: descripción breve*

El núcleo del transformador está compuesto por chapas magnéticas dulces con granos orientados, laminadas en frío y aisladas entre sí. La forma de las distintas chapas se ha seleccionado de manera que, mediante su posicionamiento geométrico optimizado (denominado Step-Lap), reduzcan las pérdidas de marcha en vacío y las emisiones de ruido del transformador.

Los bobinados de tensión secundaria con revestimiento de resina suelen establecerse como bobinados de cinta. El uso de este tipo de bobinados en los bobinados de tensión aumenta la resistencia a los cortocircuitos.

Una característica especial de los transformadores encapsulados en resina son los bobinados de tensión primaria, que están completamente encapsulados al vacío en resina. En comparación con transformadores secos convencionales, de esta manera se obtiene una resistencia mayor a la descarga de piezas, a los cortocircuitos y a la tensión y se reduce la sensibilidad frente a factores medioambientales como la humedad y el polvo.

Todos los demás detalles técnicos están visibles, debido a que los transformadores encapsulados en resina no tienen bidón, o deben consultarse en la siguiente documentación.

#### *Esta documentación se encuentra en el propio transformador*

Placa de potencia, placa de conmutación, placa con asignación de bornes para la conexión del dispositivo de supervisión de temperatura, tabla de par de apriete de las conexiones de tensión primaria y secundaria, plano de elevación con indicación angular, 1 placa de «No tocar» con indicaciones adicionales respecto a las distancias mínimas a los bobinados de tensión primaria, 1 logotipo SGB, 1 placa «Atención: tensión eléctrica», 2 placas de prohibición de transporte mediante carretillas de manipulación

#### *Puede solicitar esta documentación indicando el número de serie de su transformador.*

Plano acotado con lista de piezas, protocolos de medición e inspección, documentación del fabricante relativa a los accesorios suministrados por SGB.

#### Descripción del transformador

## 4 INDICACIONES DE PLANIFICACIÓN

---

Si no se estipula lo contrario en el contrato, los transformadores encapsulados en resina SGB cumplen con los siguientes requisitos según IEC 60076-11 e IEC 60076-1:

- Categoría climática: C2
- Categoría ambiental: E2
- Categoría de incendios F1
- Resistencia a cortocircuitos según IEC 60076-5

### 4.1 Condiciones in situ

Si no se estipula lo contrario por contrato, se presuponen las siguientes condiciones in situ para los transformadores:

- El aire de refrigeración no superará los siguientes valores:
  - + 40 °C en ningún momento
  - + 30 °C como media mensual del mes más caluroso del año
  - + 20 °C como media anual
- El aire de refrigeración no bajará de los siguientes valores:
  - 25 °C en caso de emplazamiento al aire libre con carcasa
  - 5 °C en caso de transformadores en espacios interiores
- La altura de emplazamiento es inferior a 1000 m sobre el nivel del mar.
- El lugar de emplazamiento es una instalación eléctrica cerrada.
- La sala de emplazamiento cumple con las normativas constructivas nacionales y locales y las disposiciones de protección contra incendios para salas de transformador. Si no existiesen tales normativas, se aplicarán las directivas de IEC o DIN EN 61936-1.
- La superficie de emplazamiento está nivelada, limpia y preparada para soportar el peso del transformador.  
En este contexto, el centro de gravedad de un transformador se puede suponer sobre la horizontal, en el centro de la columna nuclear central. En caso de un emplazamiento sobre ruedas, esto significaría que cada rueda soporta una cuarta parte del peso del transformador. Las construcciones adicionales asimétricas como soportes unilaterales o interruptores de puesta a tierra montados en un solo lado podrían desplazar el centro de gravedad en el eje longitudinal; estos desplazamientos deben tenerse en cuenta.

#### *Superficie de montaje*

Tolerancias de las dimensiones exteriores y de la base:

Las tolerancias no son acumulativas.

Las tolerancias de las dimensiones exteriores son nominales.

- Posición de los orificios de montaje  $\pm 1,5$  mm
- La superficie no debe ser convexa.
  - Superficie de montaje plana dentro de 2 mm por 1 m x 1 m

- Superficie de montaje lisa en las dos direcciones dentro de 1 mm/m (4' de arco)
- Desviación máxima permitida del nivel 10 mm si la longitud de la base supera los 10 m

## 4.2 Referencias normativas para requisitos del lugar de emplazamiento

Los requisitos del lugar de emplazamiento para un transformador se pueden consultar en las siguientes normas.

Tenga en cuenta que la lista aquí enumerada solo debe entenderse como ejemplo incompleto para Alemania y que algunas normas/leyes deben sustituirse o complementarse mediante disposiciones vigentes a nivel local:

- IEC 60076-11 (transformadores secos)
- IEC 60076-1 (transformadores de potencia)
- Anexo C de IEC 60076-11: puede consultarse para el dimensionamiento del sistema de ventilación
- DIN EN 50110-1 (uso de instalaciones eléctricas)
- DIN EN 61936-1 (instalaciones eléctricas de tensión nominal superior a 1 kV en corriente alterna. Parte 1: Reglas comunes.)
- DIN EN 50522 (puesta a tierra en instalaciones de tensión superior a 1 kV en corriente alterna)
- DIN EN 0141 (puesta a tierra para instalaciones eléctricas de alta tensión especiales de tensión nominal superior a 1 kV)
- DIN VDE 0100 (montaje de instalaciones de baja tensión)
- DIN VDE 0100-718 (montaje de instalaciones de baja tensión: requisitos de instalaciones, salas y equipos especiales. Parte 718: Instalaciones constructivas para grandes concentraciones de personas)
- Elt Bau VO (directiva sobre la construcción de salas de operación de instalaciones eléctricas)
- Arb. Stätt. VO (disposiciones relativas a la directiva de espacios de trabajo)
- TA-Lärm (instrucciones de protección ante cargas acústicas)

## 4.3 Indicaciones importantes sobre transformadores

Tenga en cuenta lo siguiente:

- Los transformadores encapsulados en resina SGB han sido diseñados para su uso exclusivo en instalaciones eléctricas cerradas.
- En caso de emplazamiento en una celda de transformador, debe tener en cuenta las características constructivas exigidas por la ley para la sala.
- Respete siempre las distancias mínimas de aislamiento de:
  - los conductores de tensión y los bobinados de piezas puestas a tierra



- los conductores de los bobinados y otras piezas conductoras de tensión del transformador

Puede consultar estas distancias en el «Perímetro de protección» del plano acotado del transformador, incluido en el *capítulo*

*Emplazamiento Apartado 8.1* de estas instrucciones o consultar las distancias entre superficies pulidas en la norma DIN EN 60076-3.

**A la hora de planificar cualquier trabajo en las inmediaciones de los transformadores, debe tener en cuenta que el «Perímetro de seguridad» no determina los límites de la zona de peligro en conformidad con la DIN EN 50110-1, sino que solo define la distancia necesaria para un funcionamiento libre de interferencias.** La zona de peligro y de acercamiento se puede consultar en el Anexo A de la norma indicada anteriormente.

- A pesar del revestimiento de resina, los **bobinados** de los transformadores encapsulados en resina **no están protegidos contra contacto accidental**. Se trata de un aislamiento de funcionamiento. **Este aislamiento no ofrece ninguna protección contra corrientes peligrosas para el cuerpo humano en caso de contacto o contra descarga eléctrica en caso de acercamiento.** Tome las medidas de protección correspondientes para evitar el acceso a la zona de peligro de los bobinados. A la hora de planificar o ejecutar las medidas de protección, debe considerar **los bobinados como piezas activas no protegidas**.
- Los transformadores secos SGB no se pueden montar en **zonas con peligro de explosión** sin tomar medidas adicionales.
- Tome medidas para evitar que el **transformador se pueda sumergir**.
- Los transformadores encapsulados en resina de SGB presentan el grado de protección **IP00** y han sido diseñados para el **emplazamiento en espacios interiores**.  
En caso de **emplazamiento al aire libre**, debe usar una carcasa con **clase de protección mínima de IP23C**.

## RECOMENDACIÓN

---

Aunque, por norma general, los transformadores cumplen con los requisitos de la categoría de clima C2 y la categoría ambiental E2 de la norma IEC 60076-11, en caso de condiciones climáticas desfavorables pueden formarse cuerpos extraños en los bobinados. Por ello, en caso de **emplazamiento al aire libre** recomendamos equipar la carcasa con una **calefacción anticondensados**.

---

- Si se desea usar el transformador en una carcasa cerca de una pared y el lado orientado hacia la pared contiene orificios de ventilación: debe prever una distancia de al menos **30 cm entre el lado de la carcasa y la pared del edificio**.

## RECOMENDACIÓN

Para una mayor ventilación y accesibilidad, es recomendable ampliar la distancia a 40 cm.

### 4.4 Comportamiento electromagnético/compatibilidad electromagnética

En conformidad con IEC 60076-11 (*apartado 4.3*), en cuanto a la emisión de interferencias electromagnéticas y la resistencia a las interferencias, los transformadores deben considerarse como elementos pasivos. No obstante, en la planificación de instalaciones eléctricas que limitan con lugares de acceso general debe tener en cuenta que las personas con marcapasos o implantes están expuestas a un mayor riesgo según se acercan al transformador. La fuerza del campo magnético en el entorno de un transformador depende de su potencia, sus tensiones, su tensión de cortocircuito y la distancia. Un transformador con  $S = 3$  MVA,  $u_k = 6\%$ ;  $OS = 20$  kV;  $US = 690$  V alcanza una fuerza de campo magnético de  $10 \mu\text{T}$  a una frecuencia de red de 50 Hz y a una distancia de 5 m. Estos valores se aplican exclusivamente al transformador, no a la influencia de otros componentes en el entorno.

### 4.5 Ventilación de las salas de transformadores

#### ATENCIÓN

##### ¡Fisuras en bobinados!

El aire frío que se sopla directamente a los bobinados puede provocar fisuras en el bobinado debido a diferencias extremas de temperatura.

- No soplar aire frío directamente a los bobinados calientes.

Equipe la sala de emplazamiento con un **sistema de ventilación y purga de aire correctamente dimensionado**. Durante el funcionamiento del transformador se generan pérdidas en forma de calor que debe ser evacuado. Las pérdidas totales del transformador se componen de las pérdidas de marcha en vacío y las pérdidas de cortocircuito a la temperatura de funcionamiento. La temperatura de funcionamiento es la suma entre la temperatura ambiente y el calentamiento admisible. Disponga la abertura de entrada del aire siempre abajo y con una altura máxima hasta el principio del bobinado US. Esto promueve el efecto chimenea y la circulación del flujo de aire en el conducto entre los bobinados.

El dimensionamiento del sistema de refrigeración en una sala con ventilación natural se describe en el Anexo C de la IEC 60076-11.

En caso de **salas con ventilación forzada**, la cantidad de aire necesaria debe estimarse en 3,2 metros cúbicos por kilovatio de pérdidas en un minuto.

**En caso de funcionamiento AF (refrigeración forzada con aire), tenga en cuenta la mayor potencia disipada.** Las pérdidas elevadas son

#### Indicaciones de planificación

desproporcionadas con respecto a la corriente y se integran en el cálculo al cuadrado. Por ejemplo, en caso de funcionamiento AF con 140 % de potencia, las pérdidas de cortocircuito se multiplican por el factor 1,96 y deben evacuarse correspondientemente:

$$(140 \%/100)^2 = 1,96$$

## 4.6 Supervisión de temperatura

La temperatura influye directamente en la vida útil del transformador. Para evitar un envejecimiento prematuro del aislamiento y la formación de peligrosas sobretemperaturas, la temperatura del transformador en funcionamiento debe supervisarse de forma continua.

Para la supervisión del transformador, el estándar SGB prevé temperaturas nominales de activación (llamadas en adelante NAT por sus siglas en alemán).

NAT-A: NAT para activación. Existe el peligro de que el sistema de aislamiento se vea afectado. Este estado no es admisible para el funcionamiento continuo y se debe limitar a casos de emergencia y al funcionamiento durante un periodo limitado. En todos los demás casos, recomendamos desconectar el transformador.

NAT-W: NAT para advertencia, NAT-A: 20 °C. Se debe evitar cualquier incremento adicional de la carga.

NAT-L: NAT para ventilador, NAT-A: 40 °C. A esta temperatura se deben activar los ventiladores, si los hubiera.

De todos los sensores de supervisión de temperatura disponibles, por cada bobinado debe conectarse como mínimo un sensor para proteger el transformador completamente.



### Nota

Los valores NAT para control del ventilador, advertencia y activación se deben tomar del **protocolo de comprobación del transformador en el capítulo «Datos técnicos»**.

Por ejemplo:



Fig. 3

Ejemplo de asignación de bornes en la versión estándar del dispositivo de supervisión de temperatura

Los dispositivos de activación disponibles de forma opcional están previstos para su montaje en armario de distribución.

En los equipos diseñados para un funcionamiento durante un período limitado de menos de 10 minutos, no es obligatoria la supervisión de la temperatura.

## 5 EMBALAJE

### ATENCIÓN

#### Corrosión por formación de condensados.

En caso de almacenamiento prolongado con el embalaje de lámina, puede formarse condensación. La condensación provoca corrosión de zinc (óxido blanco).

- Tras el suministro, extraiga el transformador inmediatamente de la lámina de embalaje.
- En caso de almacenamiento prolongado, introduzca el transformador en una caja de madera. También puede usar una lámina de embalaje con gel de sílice para evitar la formación de agua de condensado.
- Debe poner en marcha el transformador encapsulado en resina lo antes posible, al menos en marcha en vacío.

Los transformadores encapsulados en resina son resistentes frente a la humedad natural del aire.

Normalmente, los transportes de trayectos cortos sobre vehículos sin cubierta no requieren ningún embalaje.

Para transportes más largos se pueden usar cubiertas de lámina o emplear cajas de madera o contenedores.

Esta circunstancia depende en cada caso del acuerdo entre el cliente y el fabricante.

En caso de que se requiera un embalaje de lámina, proceda de la siguiente manera:

- Coloque las cubiertas de lámina de tal manera que la lámina no pueda deslizarse durante el transporte.
- Realice cortes en la lámina en la zona de los cáncamos de elevación y fíjela con cinta adhesiva para evitar tener que hacer más perforaciones en caso de cambiar de vehículo o método de transporte.
- Una vez suministrado el transformador, retire la lámina inmediatamente.
- En caso de almacenamiento prolongado, introduzca el transformador en una caja de madera.
- Si desea almacenar el transformador embalado en lámina durante un período de tiempo prolongado, realice agujeros de ventilación en la parte trasera o use gel de sílice para evitar la formación de agua de condensado. Sin aplicar estas medidas no se permite un almacenamiento prolongado en lámina.

*Si tiene dudas, póngase en contacto con nosotros respecto a la elección del embalaje adecuado.*

## 6 TRANSPORTE

---

Este apartado contiene sugerencias relativas a la carga, descarga y el transporte del transformador con un camión, así como para las comprobaciones a su llegada.

Si no se acuerda lo contrario, se aplican las disposiciones de las normas IEC 60076-11 e IEC 60076-1.

### 6.1 Transporte con grúa

#### 6.1.1 Elevar el transformador

#### **ADVERTENCIA**

##### **Peligro por carga suspendida**

La carga es muy pesada.

El incumplimiento de estas instrucciones puede provocar lesiones graves e incluso la muerte.

- No se sitúe nunca bajo una carga en suspensión.
- Nunca desplace cargas suspendidas sobre personas.

#### **ADVERTENCIA**

##### **Peligro por rotura del medio de elevación**

El incumplimiento de estas instrucciones puede provocar lesiones graves e incluso la muerte.

Si el medio de elevación no es adecuado, se puede romper.

Emplee un medio de elevación de cuatro cables con la misma longitud que:

- sea adecuado para elevar el peso de la instalación.
- no esté dañado.
- cuente con el sello de una entidad de inspección independiente.

Enganche el medio de elevación en los cuatro cáncamos de elevación simultáneamente.

Respetar el ángulo de abertura del medio de elevación máximo permitido.

---

## ⚠ ADVERTENCIA

### Peligro por desprendimiento de los cáncamos de amarre

El incumplimiento de estas instrucciones puede provocar lesiones graves e incluso la muerte.

Los cáncamos de amarre no son adecuados para elevar el transformador y se pueden soltar.

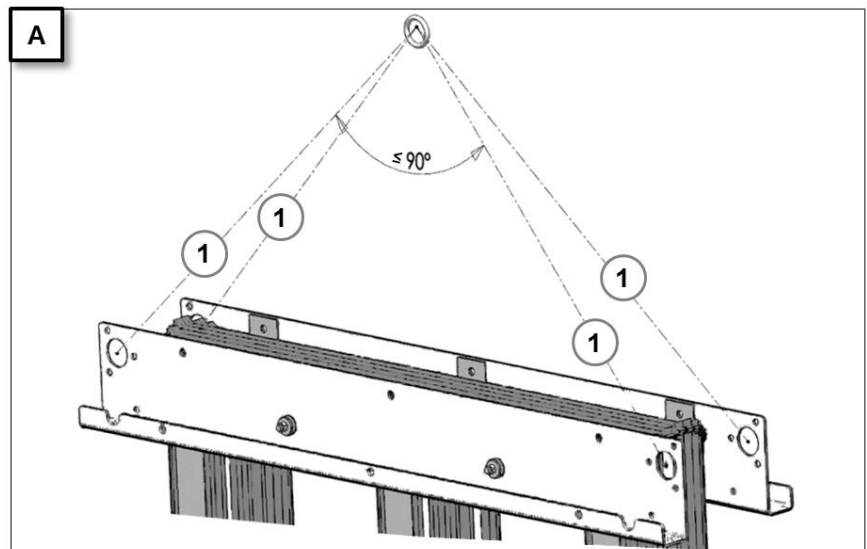
- Tenga en cuenta los diferentes cáncamos de elevación para los distintos modelos de la barra de hierro.

Enganche el medio de elevación en los cuatro cáncamos de elevación de manera que el **ángulo de apertura del medio de elevación no supere nunca los 90°**.

#### Modelo A

1 Cáncamos de elevación o cáncamos de amarre

✓ Elevación permitida



#### Modelo B

1 Cáncamos de elevación

✓ Elevación permitida

2 Cáncamos de amarre



Elevación prohibida

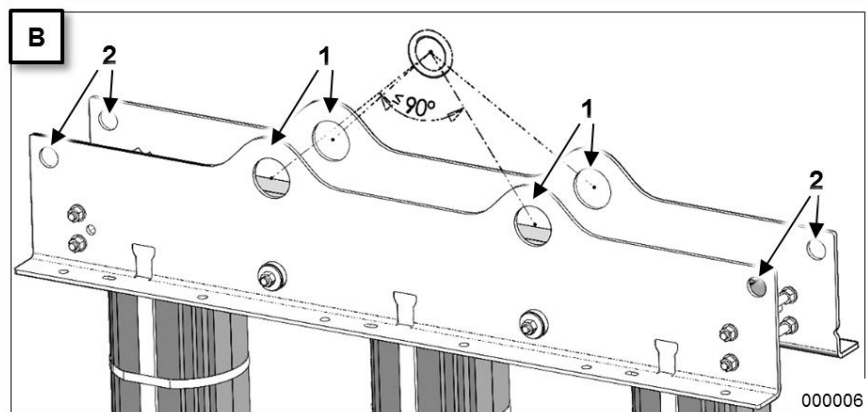


Fig. 4: diferentes modelos de cáncamos de elevación

En el modelo A, los cáncamos de elevación sirven al mismo tiempo como cáncamos de amarre.

En el modelo B hay cáncamos que sirven exclusivamente como cáncamos de amarre (2). En este caso, la elevación está estrictamente prohibida.

Eleve la carga hasta su lugar de destino. En este proceso, evite movimientos bruscos al levantarlo y colocarlo en el suelo.

## 6.1.2 Elevación de transformador con carcasa

### ⚠ ADVERTENCIA

#### ¡Peligro de caídas! ¡Peligro de tropiezos!

El incumplimiento de estas instrucciones puede provocar lesiones graves e incluso la muerte.

El techo de la carcasa

- tiene obstáculos que pueden dar lugar a tropiezos.
- puede ser resbaladizo, p. ej., debido a la condensación.

¡Utilice una protección contra caídas!

Compruebe la transitabilidad de la zona que vaya a pisar antes de hacerlo.

En cuanto a la resistencia mecánica, el techo de la carcasa solo se puede pisar de forma limitada. Solo está permitido el acceso al transformador desconectado y puesto a tierra por una persona con un peso máximo de 90 kg para fijar el medio de elevación o para realizar los trabajos de montaje.

1 Orejetas de elevación del transformador unidas a la carcasa

✓ Elevación permitida

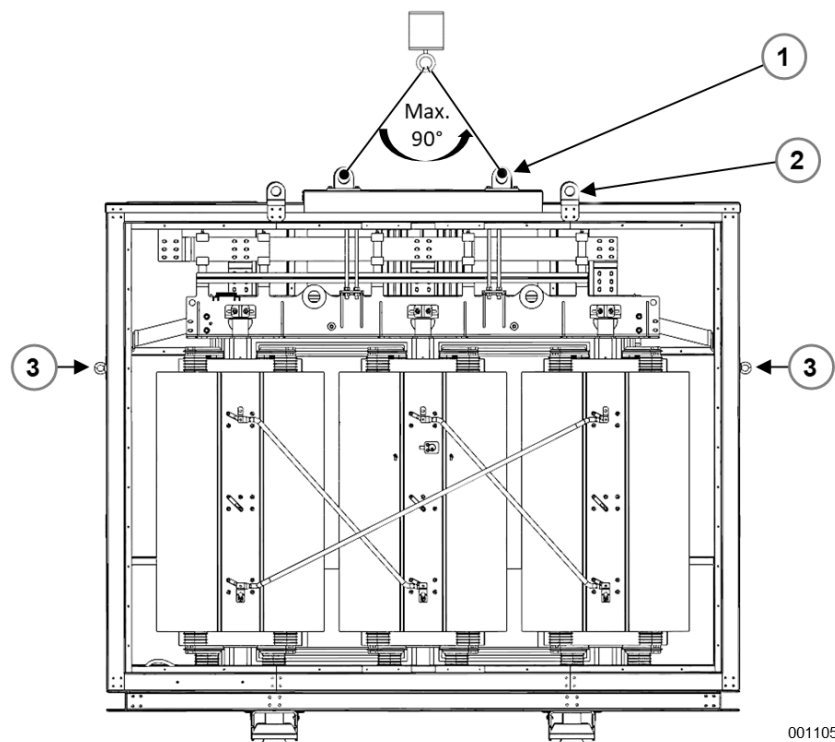
2 Orejetas de elevación SOLO para la carcasa

✗ Prohibida la elevación del transformador

3 Cáncamos de amarre



Elevación prohibida



001105

Fig. 5: Transformador con carcasa [ejemplo]

## PELIGRO

### Caída de carga


¡El incumplimiento de estas instrucciones puede provocar lesiones graves o incluso mortales!

Las orejetas de elevación de la carcasa no han sido diseñadas para soportar el peso del transformador.

Si se eleva un transformador con una carcasa fijada al chasis del transformador por las orejetas de la carcasa, el transformador se caerá.

- En general, para elevar el transformador con carcasa, use las orejetas de elevación del transformador.
- Únicamente use las orejetas de elevación de la carcasa para elevar la carcasa.

Para elevar el transformador junto con la carcasa, debe usar las orejetas de elevación del transformador.

 Los puntos de elevación (2) del techo de la carcasa, que no están conectados al transformador, solo se deben usar para elevar el techo.

En el dibujo acotado se indican las orejetas de elevación (1) en el tejado de la carcasa, que se unen al transformador con un mecanismo de elevación y sirven para elevar el transformador junto con la carcasa.

## ADVERTENCIA

### Peligro por caída de la carga.

El incumplimiento de estas instrucciones puede provocar lesiones graves e incluso la muerte.

Si se coloca el mecanismo de elevación de forma errónea, el transformador puede caer junto con la carcasa. Las atornilladuras se pueden aflojar durante el transporte.

- Antes de elevar el transformador, compruebe si las marcas de color de las atornilladuras del mecanismo de elevación siguen intactas.
- Si las marcas de color están deterioradas, apriete las atornilladuras con el par de giro adecuado.
- En caso de que la atornilladura se haya aflojado o de que se haya perdido algún elemento de atornillado, vuelva a colocar el atornillado con las arandelas de seguridad.

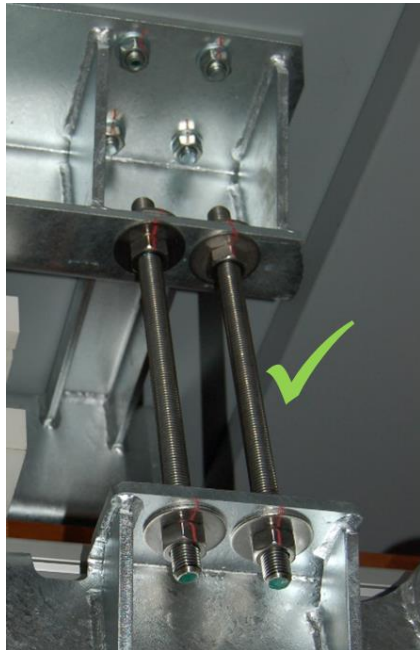


	M12		M16		M20	
	A2A <sup>1</sup>	A2 <sup>2</sup>	A2A <sup>1</sup>	A2 <sup>2</sup>	A2A <sup>1</sup>	A2 <sup>2</sup>
Par de apriete [Nm]	80	70	200	135	375	175

Tabla 1

<sup>1</sup>A2A-8.8

<sup>2</sup>A2-70



Marcas de color intactas



Atornilladura floja

Fig. 6: Mecanismo de elevación para el transformador y la carcasa

## ⚠ PELIGRO

### Peligro por arco voltaico o descarga eléctrica.

¡El incumplimiento de estas instrucciones puede provocar lesiones graves o incluso mortales!

Si se eleva o se suelta la instalación de forma brusca, esta puede resultar dañada.

- Evite elevar y soltar la instalación de forma brusca.
- No conecte un transformador que esté dañado.
- Antes de la puesta en marcha, compruebe la posición del transformador en la carcasa para garantizar la distancia mínima de aislamiento entre los conductores de baja tensión y los bobinados a componentes puestos a tierra.

Eleve la carga hasta su lugar de destino. En este proceso, evite movimientos bruscos al levantarlo y colocarlo en el suelo.

## 6.2 Transporte sobre ruedas

### 6.2.1 Montaje de las ruedas en el chasis

#### **⚠ ADVERTENCIA**

##### **Advertencia por vuelco del transformador.**

El transformador es muy pesado.

El incumplimiento de estas instrucciones puede provocar lesiones graves e incluso la muerte.

Asegure el transformador durante el montaje de las ruedas para evitar que vuelque. Para ello, apuntale el chasis con bloques de madera que

- tengan una altura ligeramente superior a las ruedas.
- sean adecuados para soportar el peso del transformador.

Si la carcasa está fijada en el chasis, apoye el transformador en el chasis. La carcasa no puede soportar el peso del transformador.

Las cuatro ruedas han sido concebidas para su montaje en sentido longitudinal o transversal.

Un montaje en otro sentido (p. ej. inclinado) está prohibido, ya que sería un montaje inseguro y no previsto.

- 1 Perno fijador
- 2 Orificio de fijación para desplazamiento en sentido longitudinal
- 3 Orificio de fijación para desplazamiento en sentido transversal
- 4 Cáncamo de tracción

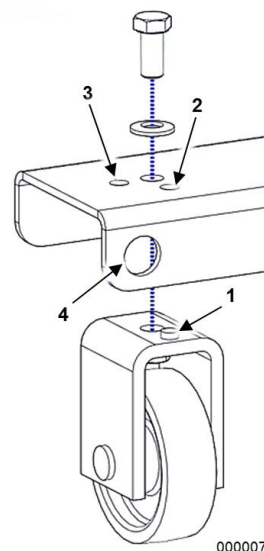


Fig. 7 : sujeción de las ruedas en el chasis

##### **Procedimiento:**

1. Eleve el transformador de manera que las ruedas se puedan montar debajo del chasis.
2. Asegure el transformador contra vuelco.

3. Monte las cuatro ruedas tal y como se indica en la figura anterior. Todas las ruedas deben estar orientadas en el mismo sentido de desplazamiento.
4. Para ello, introduzca el perno fijador (1) en el orificio de fijación (3, 4) deseado.
5. Asegure la conexión apretando el tornillo hexagonal M16. El par de apriete sin lubricante es de 135 N m. Tenga en cuenta que, en caso de usar ruedas más grandes, debe usar otro tornillo M16 en lugar de los pernos fijadores. A este tornillo debe aplicar el mismo par de apriete.
6. Retire los seguros antivuelco y deposite el transformador en el suelo.

## 6.2.2 Ruedas del transformador

### **ADVERTENCIA**

#### **Advertencia por vuelco del transformador.**

El transformador es muy pesado.

El incumplimiento de estas instrucciones puede provocar lesiones graves e incluso la muerte.

- Únicamente desplace el transformador sobre ruedas en sentido longitudinal y transversal.
- No intente trazar curvas.

### **ATENCIÓN**

#### **Posibilidad de daños en el transformador.**

Si empuja el transformador o tira de él usando cualquier otra parte que no sea el chasis, existe un gran riesgo de dañar el transformador.

Al desplazar el transformador sobre ruedas, asegúrese de que la transmisión de fuerza solo se lleve a cabo en el chasis.

El transformador cuenta con cáncamos de tracción en el chasis (véase *Fig. 7*) y solo debe tirar de él haciendo uso de estos cáncamos.

Si se ve obligado a empujar el transformador, asegúrese de que:

- La fuerza solo se transmita al chasis y que no se desplacen otras piezas.
- En este proceso no sufra daños la protección anticorrosiva (capa de pintura).

Coloque los medios de enganche en los dos cáncamos de tracción correspondientes al sentido de desplazamiento deseado y tire del transformador hasta alcanzar su lugar de destino.

Para realizar cambios de dirección, oriente el transportador a la nueva dirección de desplazamiento mediante una grúa o modifique la dirección de las ruedas de desplazamiento de la forma correspondiente.

## 6.3 Transporte con carretilla elevadora

### ⚠ ADVERTENCIA

#### Advertencia por vuelco del transformador.

El transformador es muy pesado.

El incumplimiento de estas instrucciones puede provocar lesiones graves e incluso la muerte.

En caso de manejo inadecuado de las carretillas elevadoras, existe riesgo de sufrir accidentes graves y daños en partes de la instalación.

Básicamente deben tenerse en cuenta los siguientes aspectos:

- El transporte con carretilla elevadora solo está permitido para transformadores del modelo «Elevación con carretilla».
- Solo se permite la elevación con los estabilizadores correctamente colocados.
- Utilice únicamente carretillas elevadoras que puedan soportar el peso del transformador.
- Asegúrese de que el centro de gravedad de la carga se encuentra en el centro de las horquillas.
- Introduzca siempre la carga en las horquillas hasta el tope y no incline las horquillas hacia atrás.
- Asegure siempre las cargas inestables con tendencia a inclinarse.
- Dado el caso, utilice un protector antideslizante en las horquillas para una sujeción segura y para proteger la carga.
- No transporte nunca varias cargas.
- Cerciórese de que no se encuentra ninguna persona en el área de peligro.
- Efectúe el desplazamiento siempre con la carga bajada.
- Desplácese siempre con una carga orientada hacia la pendiente. Esto se aplica a la pendiente hacia arriba y hacia abajo.

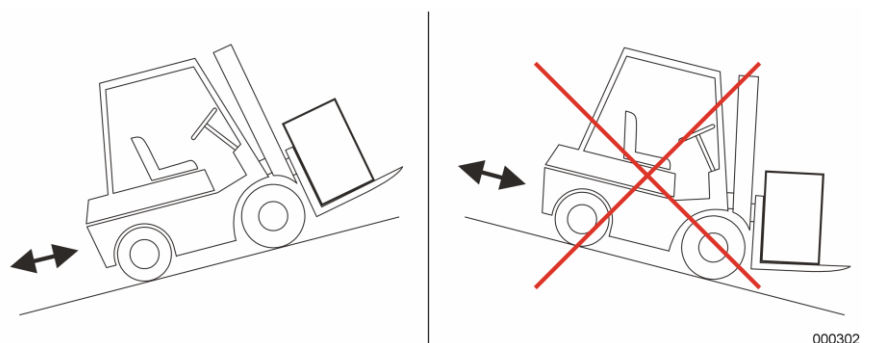


Fig. 8: Carretilla elevadora con pendiente hacia arriba/hacia abajo

- Ajuste la velocidad de marcha de tal modo que se pueda frenar en el trayecto más corto posible si aparece un peligro imprevisto o un obstáculo inesperado.
- Mantenga un ángulo de inclinación de  $> 0^\circ$  y  $\leq 5^\circ$ .



000435

Fig. 9: Ángulo de inclinación para el transporte con carretilla elevadora

### 6.3.1 Estabilizador para el transporte con carretilla elevadora

#### **⚠ ADVERTENCIA**

##### **Advertencia por vuelco del transformador.**

El transformador es muy pesado.

El incumplimiento de estas instrucciones puede provocar lesiones graves e incluso la muerte.

El transformador puede volcar durante la elevación con una carretilla elevadora por el hierro de presión.

- Antes de la elevación, asegúrese de que los estabilizadores están bien colocados en los puntos salientes de la carretilla elevadora del hierro de presión.
- No coloque nunca un estabilizador dentro y otro fuera. Los dos estabilizadores deben colocarse dentro o fuera.
- Si los estabilizadores están mal colocados, monte perfiles de acero en los puntos salientes de la carretilla elevadora. Tenga en cuenta el par de apriete adecuado.

En el hierro de presión y chasis hay montados perfiles de acero como protección contra vuelcos para el transporte con carretilla elevadora. Los estabilizadores pueden estar fijados en el interior o exterior del chasis según sea necesario.

¡No coloque nunca un estabilizador dentro y otro fuera!

- 1 Posición interior del chasis
- 2 Posición exterior del chasis

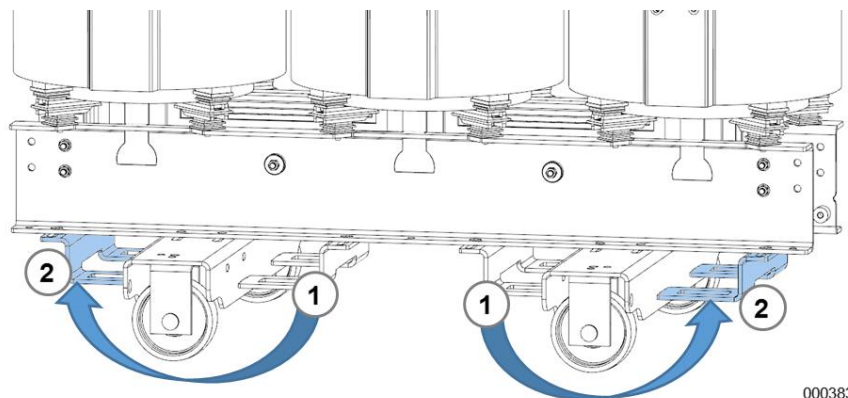


Fig. 10: Posiciones de los estabilizadores

Pares de apriete para atornilladuras del estabilizador a partir de la clase de resistencia 8.8:

Tamaño de rosca	Par de apriete
M10	45 Nm
M12	80 Nm
M16	200 Nm

## 6.4 Requisitos de los vehículos de transporte y la fijación de carga

Tenga en cuenta la normativa de carga 02.04.90-03.002 de SGB GmbH para la carga y la fijación de la mercancía de transporte. Puede solicitar la versión actual de la normativa de carga.

Si no se han acordado previamente condiciones especiales de transporte, **aparte de los requisitos legales, el vehículo de transporte para transformadores con un peso  $\leq 10$  t debe cumplir los cinco requisitos** enumerados a continuación:

- Amortiguación por aire.
- Construcción cerrada (vehículo con toldo de lona).
- Posibilidad de carga por la parte superior (la estructura y la lona deben ser desmontables de forma temporal).
- Uso de al menos cuatro cables de amarre (según DIN EN 12195-2) y cuatro alfombrillas antideslizantes de al menos 8 mm de grosor por cada transformador.
- Suficientes cáncamos de amarre (al menos cuatro por transformador).

Durante el transporte, asegúrese de que no se superan los valores indicados en la IEC 60076-11 para aceleraciones de 1 G ( $\cong 10 \text{ m/s}^2$ ) en todas las direcciones. Durante la fase de propuesta se deben comunicar las posibles cargas mayores.

A la hora de elegir los vehículos de transporte y el número de estos, tenga en cuenta que los transformadores solo se deben cargar a lo largo del eje longitudinal y en una sola fila. Una carga en sentido transversal o en varias filas está prohibida tanto por motivos de seguridad de la carga como por el seguro de la mercancía.

El transporte ferroviario de los transformadores implica elevadas fuerzas de aceleración y, salvo que haya sido autorizado de forma extraordinaria previamente, no se permite debido al gran riesgo de daños.

### ATENCIÓN

Para amarrar el transportador, **emplee los cuatro cáncamos de amarre** previstos para tal fin **de forma simultánea**.

Está prohibido elevar el transformador directamente a través del marco u otras piezas constructivas, ya que un transporte de este tipo conlleva una gran probabilidad de sufrir daños.

En caso de carga en un vehículo de transporte, amarre el transformador según las indicaciones de DIN EN 12195-1 o la normativa local vigente.

## 6.5 Inspección del suministro a la llegada de la mercancía

**Compruebe** por medio del albarán que el suministro **está completo**. **Someta** el suministro a una **inspección visual antes de proceder a la descarga**.



### Nota

En caso de que detecte daños en el transformador, la carcasa, piezas suministradas de forma suelta o si detecta que el suministro no está completo:

1. No realice la descarga.
2. **Registre los daños** que ha detectado o las piezas que faltan **en el albarán** de la empresa de transporte. Registre los daños del transportador (o de los accesorios, según el caso) y la placa de características **haciéndoles fotografías**.
3. **Póngase en contacto con SGB GmbH** para acordar cómo proceder. Para ello, pregunte por el departamento **GTV-Service** (GTVS).

Durante la inspección visual debe buscar sobre todo daños del siguiente tipo:

- Daños de pintura (p. ej. desprendimientos de pintura, arañazos profundos).
- Daños en el núcleo, tales como puntas de núcleo que están en contacto o fuertemente deformadas o paquetes de chapa que se han caído (se detectan por pintura de otro color o ausencia de pintura).
- Daños en el aislamiento (p. ej. desprendimientos en los bobinados de resina, abolladuras en el conector de conmutación).
- Deslizamiento de los bobinados, se detectan por una colocación muy asimétrica con respecto al núcleo o por bobinados inclinados.



Las figuras muestran ejemplos de daños:



Fig. 11:  
Inadmisible. Aislamiento deformado de una conexión de conmutación



Fig. 12:  
Inadmisible. Fisuras en la superficie debido al uso de fuerza sobre la conexión de conmutación



Fig. 13:  
Inadmisible. Las puntas de núcleo del marco están torcidas y se tocan



Fig. 14:  
Correcto. Irregularidades leves en la superficie y la coloración

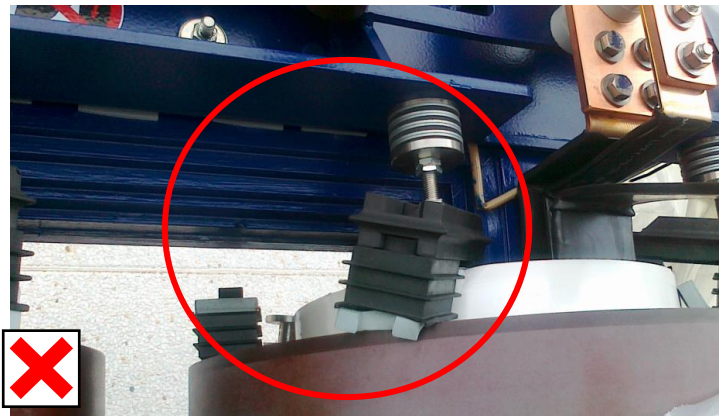


Fig. 15:  
Inadmisible. Los bobinados se han desplazado. Perceptible por soportes inclinados.

Si no detecta ningún daño, proceda a descargar el transformador. Proceda tal y como se describe en el apartado *Apartado 6.1 Transporte con grúa*.

## 7 ALMACENAMIENTO

Si no se acuerda lo contrario, se aplican las disposiciones de las normas IEC 60076-11 e IEC 60076-1.

### ATENCIÓN

#### Corrosión por formación de condensados.

En caso de almacenamiento prolongado con el embalaje de lámina, puede formarse condensación. La condensación provoca corrosión de zinc (óxido blanco).

- Tras el suministro, extraiga el transformador inmediatamente de la lámina de embalaje.
- En caso de almacenamiento prolongado, introduzca el transformador en una caja de madera. También puede usar una lámina de embalaje con gel de sílice para evitar la formación de agua de condensado.
- Debe poner en marcha el transformador encapsulado en resina lo antes posible, al menos en marcha en vacío.

### ATENCIÓN

No almacene nunca los transformadores o las carcasas **en espacios con sales, ácidos o soluciones alcalinas**. Esto podría provocar sedimentaciones y daños en el transformador o la carcasa.

**Antes del almacenamiento** debe **embalar** los transformadores tal y como se describe en el *Apartado 5*.

Tenga en cuenta las indicaciones para el almacenamiento que se encuentran en las instrucciones del fabricante de las piezas adicionales, p. ej. el ventilador.

Debe almacenar los transformadores en un **entorno** que cumpla con los siguientes requisitos:

- **Seco y protegido frente a las influencias climáticas** (sala con tejado y una humedad del aire de como máx. un 93 %)
- Atmósfera sin peligro de explosión ni corrosión
- **Temperatura ambiente superior a -25 °C** (puede variar según acuerdo)

## 8 EMPLAZAMIENTO

El transformador debe colocarse en un lugar que cumpla los requerimientos descritos en el capítulo *Apartado 4*.

El transporte hasta el lugar de emplazamiento debe realizarse en función del modelo del transformador:

- con grúa (véase *Apartado 6.1*)
- sobre ruedas (véase *Apartado 6.2*)
- con carretilla elevadora (véase *Apartado 6.3*)

### 8.1 Emplazamiento del transformador

#### PELIGRO

##### **Peligro por arco voltaico o descarga eléctrica.**

El incumplimiento de estas indicaciones provocará la muerte, lesiones graves o la destrucción de la instalación.

Al posicionar el transformador, respete las distancias mínimas de aislamiento de

- los conductores de tensión y los bobinados de piezas puestas a tierra
- los conductores de los bobinados y otras piezas conductoras de tensión del transformador

*U<sub>m</sub> es la tensión máxima para medios de funcionamiento*

*LI es el caudal de inspección para las tensiones de impulso tipo rayo de indas enteras*

**Respete** siempre las **distancias mínimas de aislamiento** de:

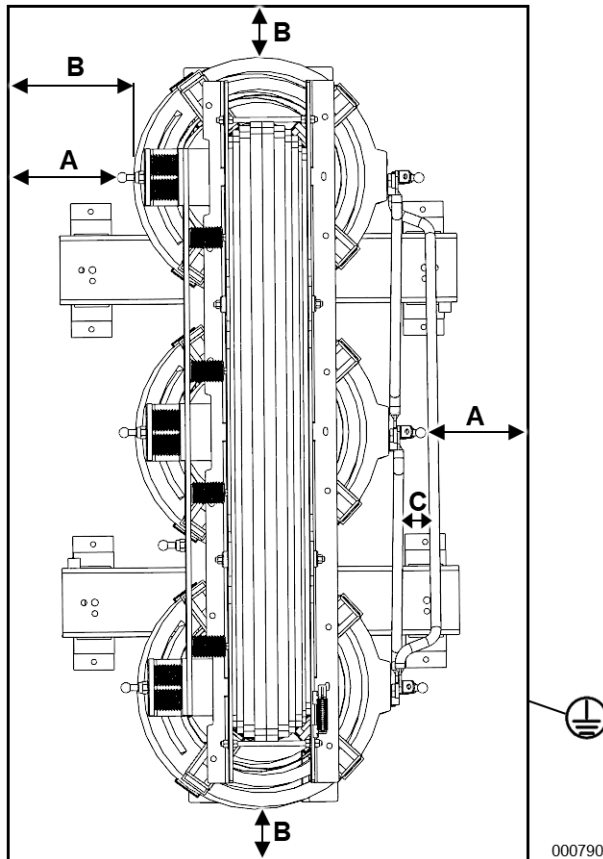
- los conductores de tensión y los bobinados de piezas puestas a tierra
- los conductores de los bobinados y otras piezas conductoras de tensión del transformador

Las distancias mínimas de aislamiento varían en función de la altura de emplazamiento sobre el nivel del mar y los valores  $U_m/LI$  del bobinado en cuestión.

También tenga en cuenta las distancias mínimas durante el cableado.

También debe respetar las distancias mínimas en caso de emplazamiento en la carcasa.

Distancias mínimas/distancias mínimas de aislamiento con respecto a piezas conductoras puestas a tierra:



U <sub>m</sub> /L <sub>I</sub> [kV]	A [mm]	B [mm]	C [mm]
1,1 / --	40	20	10
3,6 / 20	40	30	10
3,6 / 40	60	30	20
3,6 / 50	75	40	25
7,2 / 60	90	45	25
7,2 / 75	120	65	38
12 / 75	120	65	38
12 / 95	160	85	50
17,5 / 95	160	85	50
17,5 / 125	220	115	60
24 / 125	220	115	60
36 / 150	270	140	90
36 / 170	320	160	100
36 / 200	380	180	110
40,5 / 200	380	180	110

- A: Distancia sin protección – sin protección  
 B: Distancia sin protección – con aislamiento  
 C: Distancia con aislamiento – con aislamiento

Fig. 16: Representación esquemática de las distancias mínimas de aislamiento con respecto a piezas conductoras puestas a tierra

Todos los valores se aplican para alturas de emplazamiento  $\leq 1000$  m sobre el nivel del mar.

- No debe infringir ninguna de las distancias mínimas de aislamiento indicadas.
- Si aparecen 2 valores, debe tomar siempre el valor de mayor distancia.

Las distancias mínimas de aislamiento también se indican en el plano acotado como perímetro de protección.

A la hora de planificar cualquier trabajo en las inmediaciones de los transformadores, debe tener en cuenta que el «Perímetro de seguridad» no determina los límites de la zona de peligro en conformidad con la DIN EN 50110-1, sino que solo define la distancia necesaria para un

funcionamiento libre de interferencias. La zona de peligro y de acercamiento se puede consultar en el Anexo A de la norma indicada anteriormente.

## 8.2 Retirada del embalaje y el seguro de transporte

Retire el embalaje y los seguros de transporte como, por ejemplo, los soportes inclinados marcados. En este proceso, tenga en cuenta el plano acotado del transformador.

## 8.3 Asiento fijo en la estación

Garantice un asiento seguro en la estación.  
Fije también las ruedas disponibles de forma opcional.  
En caso de usar elementos de alojamiento para el aislamiento acústico, asegúrese de realizar el posicionamiento con la máxima precisión.

### **ADVERTENCIA**

#### **Advertencia por vuelco del transformador.**

El transformador es muy pesado.

El incumplimiento de estas instrucciones puede provocar lesiones graves e incluso la muerte.

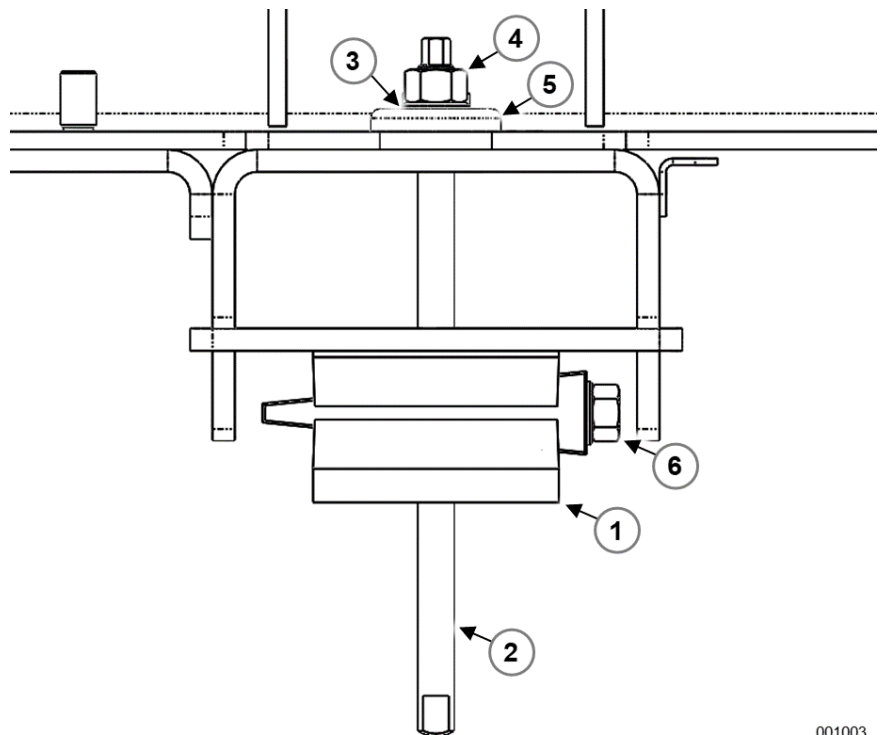
Asegure el transformador durante el montaje de los elementos de alojamiento para evitar que vuelque. Para ello, apunte el chasis con bloques de madera que

- tengan una altura ligeramente superior a las ruedas.
- sean adecuados para soportar el peso del transformador.

### Amortiguador de vibraciones

Los amortiguadores de vibraciones están disponibles con o sin fijación al suelo.

- 1 Amortiguador de vibraciones
- 2 Pernos roscados
- 3 Arandela
- 4 Tuerca
- 5 Arandela aislante RONKAP
- 6 Tornillo para nivelación



001003

Fig. 17: Amortiguador de vibraciones con fijación al suelo



#### Nota

En caso de optar por la fijación al suelo, antes de la instalación del amortiguador de vibraciones consulte con el fabricante de pegamentos la profundidad necesaria de los orificios, el diámetro de los alojamientos y el tipo de adhesivo que se ajuste mejor a la característica del suelo del lugar de instalación.

1. Eleve el transformador para poder montar el amortiguador de vibraciones debajo del chasis.
2. Asegurar el transformador para que no vuelque.
3. Montar el amortiguador de vibraciones en el chasis con tornillos y arandelas M16.
4. Perforar cuatro orificios en la zona deseada en caso de optar por la fijación al suelo. Las distancias exactas de los alojamientos las encontrará en el plano del transformador. Aplique las medidas recomendadas del fabricante de pegamentos.
5. Introduzca el pegamento en los alojamientos perforados.
6. Eleve el transformador y colóquelo en la posición deseada encima de los cuatro orificios preparados.

#### Emplazamiento

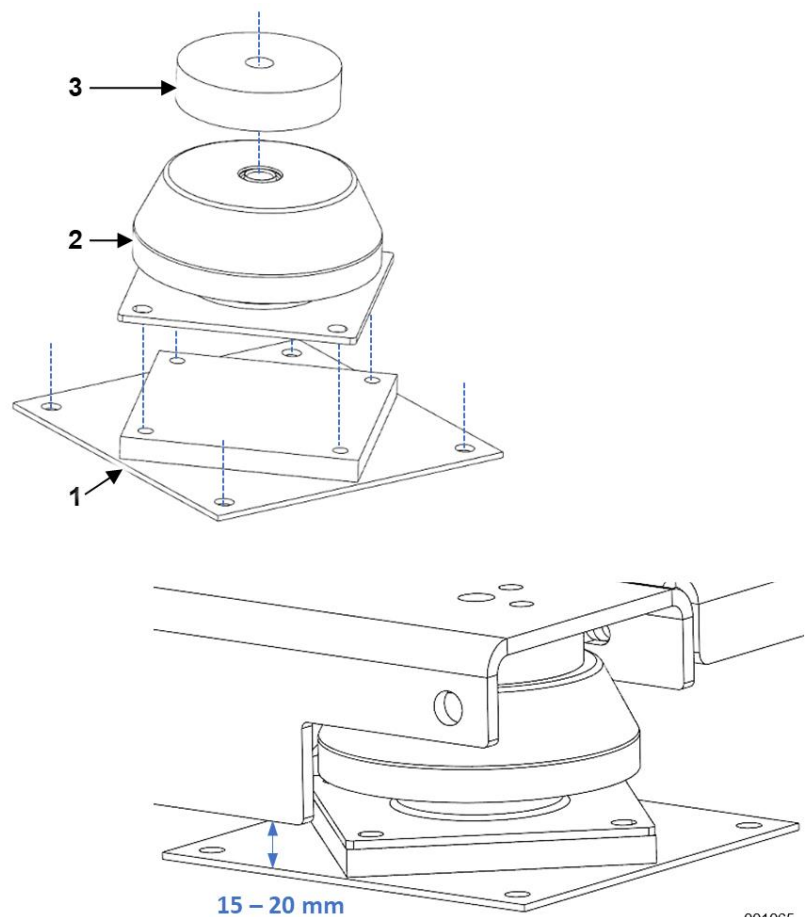
► **Nota**

La forma más sencilla de nivelar la altura del amortiguador de vibraciones es ajustándola de arriba abajo y no al contrario. Asegúrese de que el tornillo (6) se haya atornillado por completo.

7. Extraiga el amortiguador de vibraciones al máximo.
8. Coloque el transformador con cuidado y uniformemente sobre el suelo.
9. Ajuste la altura del amortiguador de vibraciones con el tornillo (6) y con ayuda de un nivel de burbuja hasta que el transformador se encuentre orientado de forma horizontal.
10. Apriete y asegure las tuercas (4) con un par de giro de **26 N m**.
11. Marque las posiciones de la tuerca con un lápiz resistente al agua.

*Pies de la máquina*

- 1 Placa base
- 2 Pie de la máquina
- 3 Pie de distanciamiento



001065

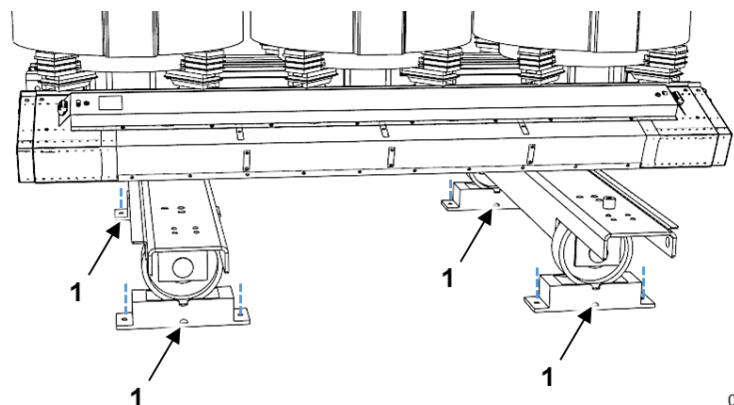
**Fig. 18: Pie de la máquina**

Los pies de la máquina deben fijarse al suelo. Mantenga una distancia de entre 15 y 20 mm entre el borde inferior del chasis y las piezas fijadas al suelo (placa base, pernos de anclaje, etc.).

**Emplazamiento**

## Alojamientos del transformador

### 1 Alojamiento del transformador



001088

**Fig. 19: Alojamiento del transformador**

Los alojamientos del transformador deben atornillarse firmemente a la base. Debe asegurarse de que las ruedas se encuentren en el punto más bajo de la bandeja.

Si no se pueden atornillar, los alojamientos también se pueden orientar con un hierro en U en dirección transversal para evitar el desplazamiento lateral. A continuación, debe asegurar los alojamientos mediante elementos de fijación para que no se deslicen en dirección longitudinal.

En ningún caso se podrán soldar los alojamientos, ya que, de ser así, se dañaría la conexión entre la goma y el metal debido al calor originado.

## 8.4 Montaje de las piezas desmontadas para el transporte

Retire las piezas desmontadas para el transporte, tales como bridas de conexión, paneles de mando, etc. del embalaje y móntelas.

- Tenga en cuenta la documentación del proveedor y la documentación por separado de los fabricantes de las piezas de montaje y accesorios.



## 8.5 Montaje de la carcasa

Si se ha suministrado una carcasa, móntela según los planos adjuntos y, en caso de emplazamiento sobre el suelo, **fijela para evitar que se desplace**. En este proceso, asegúrese de respetar las distancias mínimas de aislamiento (*Apartado 8.1*).

### PELIGRO

#### Advertencia de descarga eléctrica

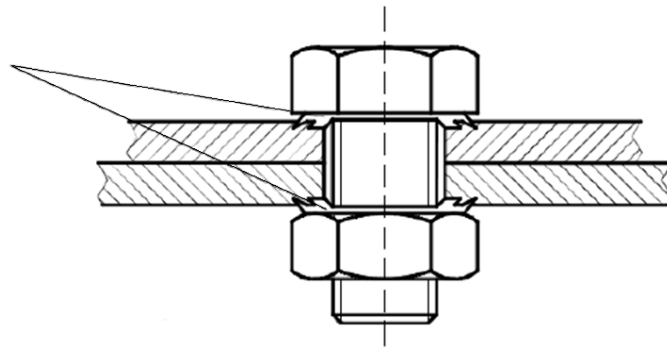
No tener en cuenta estas instrucciones provocará lesiones graves e incluso la muerte.

Si los componentes de la carcasa no se conectan correctamente, la carcasa no estará puesta a tierra de forma adecuada ni será seguro tocarla. El contacto podrá provocar corrientes corporales peligrosas o descargas eléctricas al aproximarse.

- Con cada conexión de dos componentes metálicos se deben utilizar arandelas de contacto SN 70093 en como mínimo dos atornilladuras.

El contacto entre elementos de chapa individuales se debe establecer mediante una arandela de contacto dentada. Para ello, se deben sustituir las arandelas planas por arandelas de contacto dentadas SN 70093 en la conexión de dos componentes metálicos en al menos dos atornilladuras.

*Montar las arandelas de contacto de tal forma que los dientes se inserten en la pieza que se va a atornillar y generen un contacto metálico.*



000741

Fig. 20: Atornilladura con arandela de contacto SN 70093

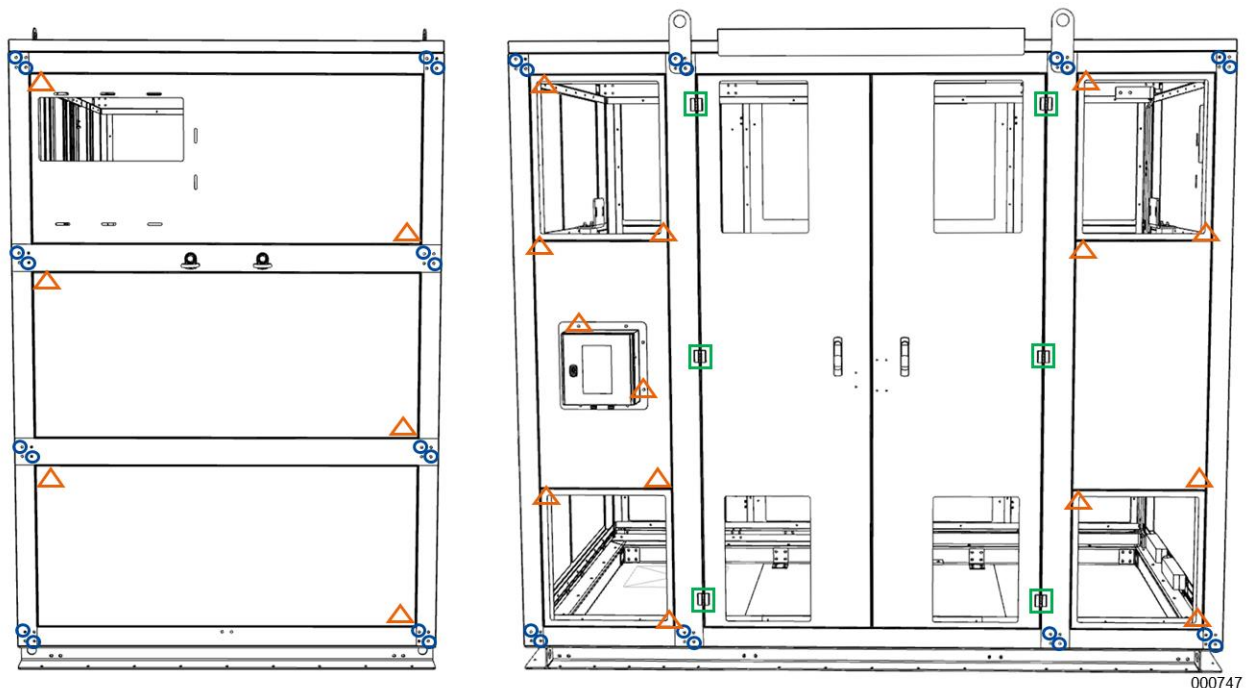


Fig. 21: Posición de las arandelas de contacto SN 70093 [ejemplo]

- En la conexión de dos piezas del bastidor, se deben sustituir las arandelas convencionales por arandelas de contacto SN 70093 en como mínimo dos atornilladuras
- △ En el caso de cajas de ventilación, paneles laterales, paneles del suelo, cualquier componente (p. ej., una caja de conexiones), añada las arandelas de contacto SN 70093 en al menos dos atornilladuras al bastidor
- Conecte a tierra las puertas con bisagras de conexión a tierra y arandelas de contacto

Si la carcasa se monta cerca de una pared y el lado orientado a la pared cuenta con orificios de ventilación, tenga en cuenta lo siguiente:  
Debe prever una distancia de al menos **30 cm** entre el lado de la carcasa y la pared del edificio.

#### RECOMENDACIÓN

Para una mayor ventilación y accesibilidad, es recomendable ampliar la distancia a 40 cm.

## 8.6 Riesgo de contaminación por suciedad entre el emplazamiento y la puesta en marcha

Si entre el emplazamiento y la puesta en marcha pasa un período de tiempo que implique **un riesgo de contaminación por suciedad**, p. ej. por polvo de la obra, **debe proteger el transformador** tal y como se describe en el apartado *Apartado 5 Embalaje*.

## 9 PUESTA EN MARCHA

---

No están permitidos los procesos de conexión y desconexión sucesivos directamente. Entre los procesos de conmutación debe haber como mínimo un intervalo de un minuto.

Cada proceso de conmutación encierra un riesgo de daños, por esta razón, no se debe superar la cantidad recomendada de 24 procesos de conmutación por año de conformidad con la IEC 60076-11.

Se aplican las siguientes indicaciones de seguridad durante la **duración completa** de los trabajos:

### PELIGRO

#### **Peligro por descarga eléctrica**

¡El incumplimiento de estas instrucciones puede provocar lesiones graves o incluso mortales!

Durante la duración total de los trabajos, debe aplicar las cinco medidas de seguridad en conformidad con EN 50110-1 (capítulo «Trabajos sin tensión») en el orden indicado.

Las normas son las siguientes:

1. Desconectar el circuito principal y los circuitos auxiliares
2. Asegurar para evitar reconexiones
3. Comprobar ausencia de tensión
4. Poner a tierra y cortocircuitar
5. Cubrir o delimitar las piezas conductoras de tensión cercanas

Tras finalizar las tareas:

Deshaga el estado establecido con la aplicación de las medidas de seguridad de conformidad con la normativa local vigente o, si no la hay, simplemente revierta las medidas de seguridad citadas anteriormente en orden inverso.

Únicamente realice la conexión si cuenta con las autorizaciones necesarias.

---

## **⚠ ADVERTENCIA**

### **Descarga debido a cuerpos extraños**

El incumplimiento de estas instrucciones puede provocar lesiones graves e incluso la muerte.

Los cuerpos extraños en las superficies del transformador durante la conexión causan daños en los bobinados, descargas e incendios.

- Asegúrese de que no hay suciedad ni cuerpos extraños en ninguna superficie del transformador.
- Retire el polvo y el polvo metálico de todas las superficies del transformador.
- No deposite herramientas, tornillos ni piezas metálicas sobre el transformador durante la realización de trabajos.
- Asegúrese de que no queda suciedad ni cuerpos extraños en la carcasa ni en otros componentes de la instalación.

## **⚠ PRECAUCIÓN**

### **Peligro de quemaduras por contacto con superficies calientes**

El incumplimiento de estas instrucciones puede provocar lesiones.

Antes de comenzar los trabajos, asegúrese de que las superficies del transformador se hayan enfriado hasta una temperatura inferior a 40 °C con el fin de evitar quemaduras en caso de contacto.

## **9.1 Preparación**

1. Coloque el transformador tal y como se describe en el apartado *Apartado 8*.
2. Conecte los contactos de puesta a tierra del transformador a la instalación de puesta a tierra y compruebe la conexión.
3. Compruebe que el transformador esté libre de impurezas y cuerpos extraños (p. ej. tornillos, herramientas, virutas de metal, etc.) en todas sus superficies y también en y entre los bobinados, en los canales de refrigeración y entre los bobinados y el núcleo. Si es necesario, vuelva a limpiar o elimine los cuerpos extraños.  
No debe haber adhesivos, excepto denominaciones adicionales de tomas o fases en las superficies de los bobinados de tensión primaria.
4. Asegúrese de que los bobinados y los tacos de soporte superiores estén bien sujetos: Las bases de goma deben estar ligeramente comprimidas y los tacos de soporte deben estar bien asentados.  
Si lo desea, aumente la presión de compresión de los tacos de soporte superiores apretando la tuerca de ajuste.

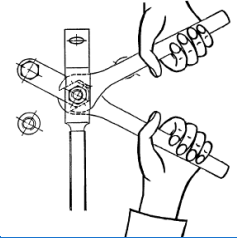
## 9.2 Pares de apriete

### ATENCIÓN

#### Daños en los bobinados de tensión primaria

Al apretar o aflojar las atornilladuras de las orejetas de conmutación, compense el par de giro sujetando el elemento con una llave de vaso, véase el croquis de la derecha.

Así evitará daños en los bobinados.



Atornilladura	Materiales	Tamaños de rosca – Pares de apriete sin adición de lubricantes [en N m]									
		M8		M10		M12		M16		M20	
		A2A <sup>1</sup>	A2 <sup>2</sup>	A2A	A2	A2A	A2	A2A	A2	A2A	A2
Riel de desvío/conexión	Cobre/cobre Cobre/aluminio <sup>3</sup> Aluminio/aluminio	-	-	40	40	70	70	140	140	280	280
Orejetas de conmutación de tensión primaria/casquillos moldeados	Cobre/aluminio/latón	10	10	20	20	35	35	-	-	-	-
Descargador de sobretensión		Depende del fabricante del descargador de sobretensión									
Punto fijo de bola de Ø20/25/30	Punto fijo de bola/cobre/aluminio	-	-	-	-	80	70	-	-	-	-
Soporte del ventilador	Acero/acero	-	-	-	-	80	70	-	-	-	-
Acero con acero	Acero/acero	25	20	50	40	80	70	200	135	375	175
Con arandela de bloqueo por cuña	Acero/acero	-	-	50	40	70	45	175	105	340	175
Tornillos de poliamida		5				-	-	-	-	-	-
Rosca de conexión a tierra	Terminal de cable/acero	20	20	50	40	80	70	-	-	-	-

Tabla 2 - Pares de apriete

<sup>1</sup>A2A-8.8

<sup>2</sup>A2-70

<sup>3</sup> Utilice chapa de aluminio con revestimiento de cobre

Controle todas las conexiones eléctricas atornilladas y, en caso necesario, corrija el par de apriete. Asegúrese de que las conexiones de cables no transmiten fuerzas mecánicas a las conexiones del transformador.

### 9.3 Conmutación de tensión

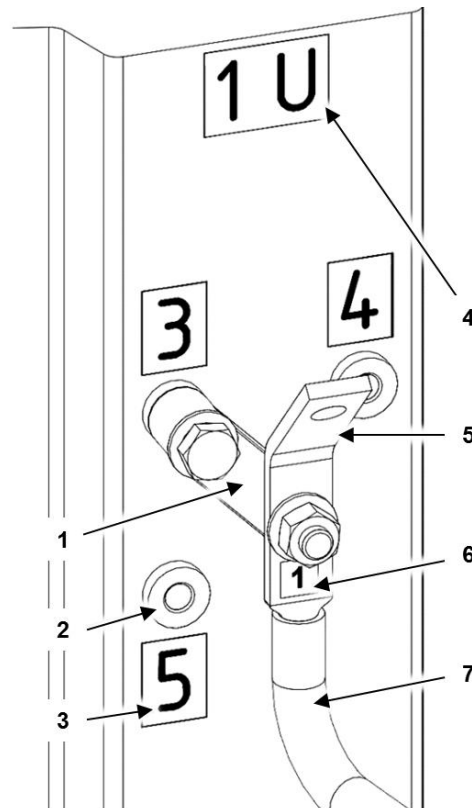
Si no se acuerda lo contrario, los transformadores encapsulados en resina SGB se equipan con orejetas de conmutación para la conmutación de tensión.

La conmutación de tensión se realiza con la tensión desconectada conectando el conector de conmutación con la toma de tensión correspondiente del bobinado.

Las tensiones admisibles y las combinaciones de conmutación correspondientes se muestran en la placa de conmutación. La placa de conmutación se encuentra en la barra superior del transformador, del lado de las orejetas de conmutación.

Para ajustar la tensión deseada, hay que conectar las orejetas de conmutación de las conexiones de conmutación con las tomas de tensión numeradas correspondientes, tal y como se indica en la placa de conmutación.

- 1 Orejeta de conmutación
- 2 Toma de tensión
- 3 Placa de numeración de la toma
- 4 Denominación de la conexión de tensión primaria
- 5 Conexión de tensión primaria
- 6 Placa de numeración de la conexión de conmutación
- 7 Conexión de conmutación



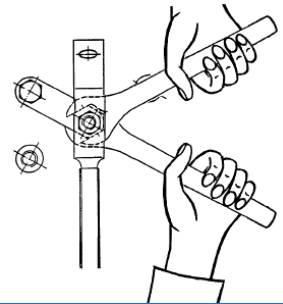
000179

Fig. 22: Montaje de una conexión de conmutación de tensión primaria

## ATENCIÓN

### Daños en los bobinados de tensión primaria

Al apretar o aflojar las atornilladuras de las orejetas de conmutación, compense el par de giro sujetando el elemento con una llave de vaso, véase el croquis de la derecha. Así evitará daños en los bobinados.



Para conmutar la tensión, debe proceder de la siguiente manera: Conmute las orejetas de conmutación de forma individual, sin alterar las posiciones de las conexiones de conmutación.

1. Afloje la atornilladura entre la brida de conmutación y el conector de conmutación (1, 7).
2. Desatornille y retire el tornillo de fijación de la toma/clavija de conexión (2).
3. El punto de giro de la conexión de conmutación de la brida de conmutación (1, 7) no debe estar sobre una toma/clavija de conexión libre.
4. Elimine la capa invisible de óxido de baja conductividad de las superficies de contacto mediante el pulido exhaustivo de las superficies. En este proceso, asegúrese de que no queda polvo metálico sobre las superficies del transformador.
5. Deslice la orejeta de conmutación sobre la nueva clavija de conexión seleccionada (2) y apriétela con el tornillo que ha retirado anteriormente. En caso de conexiones entre elementos de aluminio y cobre, asegúrese de introducir una arandela de chapa de aluminio con revestimiento de cobre entre las correspondientes superficies de contacto. En este proceso, el lado con el revestimiento de cobre debe estar en contacto con la conexión de cobre.
6. Vuelva a apretar la atornilladura entre el conector de conmutación y la orejeta de conmutación con el par de apriete necesario (véase *Apartado 9.2*).

#### ► Nota

En caso de que las tomas de tensión no utilizadas se protejan con casquillos de cobertura, retírelos para la conmutación de tensión y colóquelos en la toma de tensión que haya quedado libre.

## 9.4 Conexión de fases

### PELIGRO

#### **Peligro por arco voltaico o descarga eléctrica.**

El incumplimiento de estas indicaciones provocará la muerte, lesiones graves o la destrucción de la instalación.

Al tender los cables, respete las distancias mínimas de aislamiento de

- los conductores de tensión y los bobinados de piezas puestas a tierra
- los conductores de los bobinados y otras piezas conductoras de tensión del transformador

Véase también el apartado 8.1, página 43.

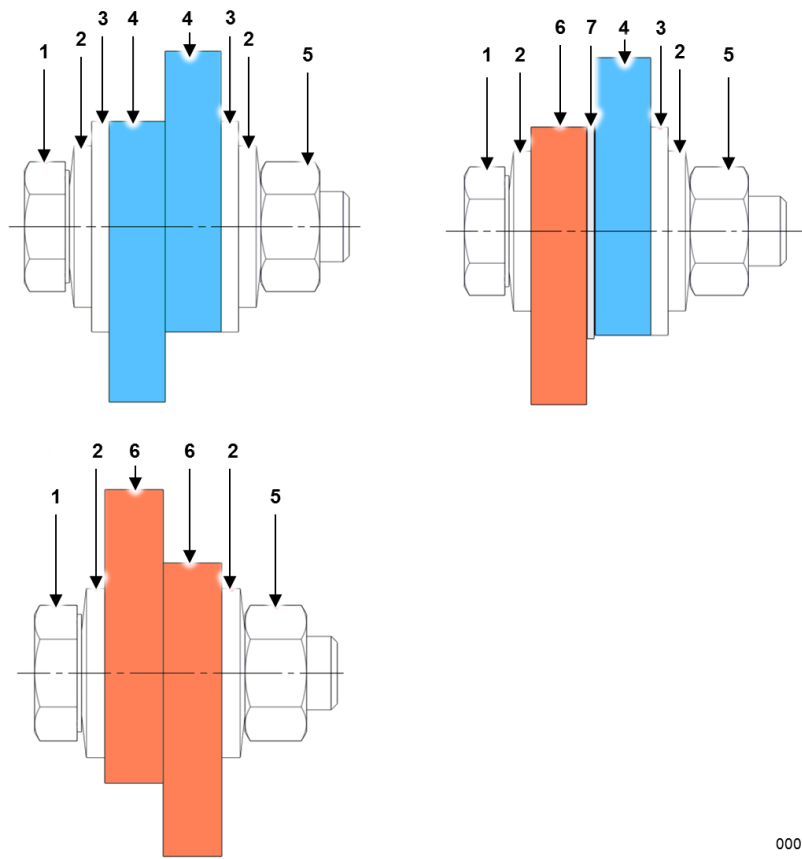
#### **Conecte las conexiones de fase de acuerdo con la placa de conmutación.**

En este contexto, cabe recordar que las conexiones eléctricas del transformador pueden ser de aluminio o de cobre.

- A la hora de tender los cables, asegúrese de que **las conexiones del transformador** no queden sometidas a fuerzas mecánicas.
- Para evitar corrosión en el punto de transición, **coloque una chapa de aluminio con revestimiento de cobre entre las superficies de contacto de aluminio y cobre**. En este proceso, el lado con el revestimiento de cobre debe estar en contacto con la conexión de cobre.
- **Elimine la capa de óxido de baja conductividad de las superficies de contacto** mediante el pulido exhaustivo de las superficies. Repita este procedimiento después de cada apertura del contacto. En este proceso, asegúrese de que no queda polvo metálico sobre las superficies del transformador.
- En el lado de aluminio de la conexión hay que colocar adicionalmente una arandela de conformidad con ISO 7093 en la atornilladura. La estructura principal de las atornilladuras de conexiones eléctricas se muestra en la siguiente figura.



- 1 Tornillo ISO 4014/4017
- 2 Arandela de tensión DIN 6796/ISO 10670
- 3 Arandela ISO 7093
- 4 Arandela de aluminio (representada de color azul)
- 5 Tuerca ISO 4032
- 6 Guía de cobre (representada de color marrón)
- 7 Chapa de aluminio con revestimiento de cobre



000178

Fig. 23: Estructura principal de atornilladuras de conexiones eléctricas (vista de sección)

## 9.5 Supervisión de temperatura

### ADVERTENCIA

#### Peligro de incendio

El incumplimiento de estas instrucciones puede provocar lesiones graves e incluso la muerte.

Una sobrecarga del transformador y un desgaste prematuro del material de aislamiento pueden provocar un incendio.

No sustituya los termistores por otros con temperaturas nominales de activación superiores.

### ADVERTENCIA

#### Advertencia de descarga eléctrica

El incumplimiento de estas instrucciones puede provocar lesiones graves e incluso la muerte.

En caso de fallo, los sensores de temperatura pueden estar bajo alta tensión, p. ej. en condiciones de sobretensión con amplitudes de tensión fuera del nivel de aislamiento especificado.

- Coloque los dispositivos de protección de sobretensión adecuados (p. ej. descargador de sobretensión, fusibles de alta tensión o similares) lo más cerca posible de la regleta de bornes del transformador. Tenga en cuenta las normas correspondientes del fabricante del dispositivo de protección.

#### **Conecte los sensores de supervisión de temperatura a las respectivas entradas del dispositivo de supervisión de temperatura.**

Compruebe el funcionamiento de los sensores interrumpiendo los circuitos de detección de cadenas PTC o leyendo los valores de temperatura actuales para otros tipos de sensor.

Para una supervisión de temperatura que no se realice con sensores PTC, programe el dispositivo de supervisión de temperatura con las temperaturas nominales de activación (NAT). Como temperatura delta para la activación y desactivación del sistema de control del ventilador, recomendamos un valor de 20 K.

#### Nota

Los valores NAT para control del ventilador, advertencia y activación se deben tomar del **protocolo de comprobación del transformador** en el capítulo «Datos técnicos».

Normalmente, la regleta de bornes para la conexión del sensor de supervisión de temperatura con los dispositivos de activación se encuentra

en la barra de presión de hierro superior. Junto a la regleta hay un adhesivo con la asignación de bornes.

*Cables de fibra óptica*

## ATENCIÓN

### **Daños en los cables de fibra óptica**

Las sondas de medición y los cables de prolongación están hechos de material vidrioso muy frágil.

Por ello, en general, debe tener en cuenta los siguientes puntos:

Tienda los cables de fibra óptica hasta el armario de distribución. Deje suficiente holgura en los cables para evitar fuerzas de tracción que podrían dañarlos. Para colocar los sensores de los cables de fibra óptica, tenga en cuenta las siguientes reglas:

- No retuerza ni transponga los cables de fibra óptica, sobre todo al bobinar o desbobinarlos.
- La sonda de medición se encuentra al final del cable de fibra óptica. Es muy sensible, por lo que se debe posicionar y colocar protegida frente a posibles daños mecánicos.
- No doble o pegue los últimos 20 a 30 mm de la sonda, cerca de la punta.
- No tienda los cables de fibra óptica sobre objetos con bordes afilados ni los arrastre sobre estos objetos.
- No ejerza presión sobre los cables de fibra óptica, sobre todo en la punta de la sonda.
- Para conectar o retirar una sonda, use siempre la parte metálica del conector y no la manguera negra blanda.
- Radio de curvatura mínimo a largo plazo: aprox. 8 mm. Este es el radio mínimo que se debe mantener antes de que el cable se rompa después de muchos meses o años en una determinada posición.
- Radio de curvatura mínimo para evitar fallos en la fibra óptica: aprox. 130 bis 150 mm. Evite doblar muchas veces el cable con un radio inferior a 130 mm. Los cables de fibra óptica están enrollados en placas de soporte especiales que garantizan un radio de curvatura óptimo en la fibra óptica.
- Las instrucciones de configuración de la unidad de evaluación se pueden solicitar al departamento de ventas o servicio técnico de SGB GmbH. No se puede garantizar que los sensores de cable de fibra óptica utilizados sean compatibles con unidades de evaluación distintas de las recomendadas por SGB GmbH.
- Si, como cliente, va a prolongar los cables de fibra óptica ya tendidos, asegúrese de emplear sensores compatibles (conexiones, longitud de onda, etc.).

La transmisión de señales de los cables de fibra óptica se mide antes de suministrar el transformador para garantizar que los sensores están en un estado impecable.

## 9.6 Ventilador

### **ADVERTENCIA**

#### **Lesiones graves**

El incumplimiento de estas instrucciones puede provocar lesiones graves e incluso la muerte.

El cabello largo, las prendas de ropa y las joyas que cuelguen del cuerpo son atraídas al ventilador y se quedan atrapadas en este. Las manos pueden sufrir lesiones graves.

- Asegúrese de que el ventilador está separado del circuito de corriente y está asegurado para evitar una nueva conexión.
- No conecte el ventilador antes de montarlo correctamente en la carcasa y comprobarlo.
- Para realizar trabajos en las aspas del rotor debe llevar guantes de protección.
- No lleve prendas de ropa ni joyas sueltas o que cuelguen mientras trabaje en piezas que estén girando.
- Cúbrase el cabello largo con un gorro.

Si hay ventiladores:

- Tenga en cuenta la documentación del fabricante del ventilador.
- Compruebe la instalación mecánica (p. ej. ¿gira la hélice sin tocar la carcasa? ¿Son correctos los pares de apriete de los tornillos?).
- Compruebe si el sentido de giro de los ventiladores es correcto.
- Compruebe el funcionamiento del sistema de control.

## 9.7 Distancias mínimas de aislamiento

### **PELIGRO**

#### **Peligro por arco voltaico o descarga eléctrica.**

El incumplimiento de estas indicaciones provocará la muerte, lesiones graves o la destrucción de la instalación.

Al posicionar el transformador, respete las distancias mínimas de aislamiento de

- los conductores de tensión y los bobinados de piezas puestas a tierra
- los conductores de los bobinados y otras piezas conductoras de tensión del transformador

Compruebe las distancias mínimas de aislamiento entre el conductor y la toma a tierra, entre las superficies de bobinado y la toma a tierra y entre los conductores de distintas tensiones. Realice correcciones si es necesario.

Puede consultar las distancias de aislamiento para alturas de emplazamiento  $\leq 1000$  m sobre el nivel del mar en la tabla del *Apartado 8.1*.

También tenga en cuenta las distancias mínimas durante el cableado.

## 9.8 Comprobaciones antes de la conexión

Antes de la conexión, asegúrese de que se cumplen las siguientes condiciones:

- El transformador está libre de impurezas y cuerpos extraños (p. ej. tornillos, herramientas, virutas de metal, etc.) en todas sus superficies, como, por ejemplo, en y entre los bobinados, en los canales de refrigeración y entre los bobinados y el núcleo.
- El transformador está seco y libre de sustancias conductoras (p. ej. humedad, polvo, etc.).
- No queda suciedad ni cuerpos extraños en la carcasa ni en otros componentes de la instalación.
- La temperatura de refrigeración debe situarse entre los límites establecidos (por defecto  $-25$  °C a  $+40$  °C).
- Los bobinados deben estar alineados de forma simétrica con respecto al núcleo y bien sujetos. Los tacos de soporte están bien sujetos y sus gomas están ligeramente comprimidas.
- Se han comprobado los pares de apriete de las atornilladuras eléctricas (véase *Apartado 9.2 Pares de apriete*).
- El núcleo debe estar libre de daños y no se debe haber desplazado (los daños se pueden reconocer, por ejemplo, por paquetes de chapa sobresalientes, puntas de núcleo que se tocan sin pintura, desajustes en cuanto a la simetría).
- Los bobinados no deben estar dañados (perceptible mediante roturas o fisuras).
- Deben mantenerse todas las distancias mínimas de aislamiento de acuerdo con la tensión nominal. (véase *Apartado 8.1 Emplazamiento del transformador*).
- No hay personas ni animales en la sala del transformador.
- La sala del transformador y/o la carcasa están cerrados de forma segura (condición: el acceso/la apertura solo es posible con una llave o una herramienta).
- Se deben cumplir las posibles indicaciones de seguridad adicionales vigentes a nivel local.

## 10 FUNCIONAMIENTO

---

Únicamente use los transformadores encapsulados en resina en instalaciones eléctricas cerradas.

Los transformadores encapsulados en resina están sujetos a las condiciones generales de funcionamiento para transformadores conforme a IEC 60076-11, siempre que no se acuerde lo contrario en las especificaciones del cliente.

### PELIGRO

#### **Peligro por arco voltaico o descarga eléctrica.**

¡El incumplimiento de estas instrucciones puede provocar lesiones graves o incluso mortales!

A pesar del revestimiento de resina, los **bobinados no están protegidos contra contacto accidental.**

Únicamente se trata de un aislamiento de funcionamiento. Este aislamiento no ofrece ninguna protección contra corrientes peligrosas para el cuerpo humano en caso de contacto o contra descarga eléctrica en caso de acercamiento al transformador.

- Mantenga una distancia mínima de 1,5 m con respecto a los bobinados y otras piezas conductoras del transformador.
- El transformador debe ponerse en funcionamiento en una instalación eléctrica cerrada.

### PELIGRO

#### **Peligro por interferencias electromagnéticas en marcapasos.**

¡El incumplimiento de estas instrucciones puede provocar lesiones graves o incluso mortales!

La radiación electromagnética provoca interferencias en marcapasos u otros implantes o dispositivos de ayuda médicos.

- Respete en todo momento los límites de acercamiento para impedir interferencias electromagnéticas en sus dispositivos o implantes.
- Tenga en cuenta la normativa vigente respecto a las cargas con campos eléctricos, magnéticos y electromagnéticos para realizar trabajos en las inmediaciones de un transformador.

## ADVERTENCIA

### **Peligro de incendio**

El incumplimiento de estas instrucciones puede provocar lesiones graves e incluso la muerte.

El exceso de temperatura provoca el incendio del transformador.

- Emplee el transformador únicamente con un dispositivo de supervisión de temperatura conectado y en perfectas condiciones.
- Realice un mantenimiento regular de los sensores de temperatura. Intervalo de mantenimiento máximo de 1 año.
- No sustituya los termistores por otros con temperaturas nominales de activación superiores.

### **1. Supervisión de temperatura:**

La temperatura del transformador durante el funcionamiento afecta directamente a su vida útil.

Emplee el transformador únicamente con un dispositivo de supervisión de temperatura conectado y en perfectas condiciones.

De esta forma, podrá evitar un envejecimiento prematuro del sistema de aislamiento y contribuirá a detectar de forma eficiente los errores y anomalías relacionados con sobretemperaturas. El funcionamiento del dispositivo de supervisión de temperatura se describe en *Apartado 4.6* y la conexión de los sensores en *Apartado 11.2*.

### **2. Capacidad de sobrecarga:**

En comparación con los transformadores de aceite, los transformadores encapsulados en resina presentan otras constantes de tiempo de calentamiento, capacidad calorífica y temperatura del sistema de aislamiento. Dichos factores determinan la capacidad de sobrecarga en función de la carga inicial, la temperatura del refrigerante y el intervalo de tiempo. Las diferentes opciones de disposición y diseño no permiten ofrecer directrices generales de carga. Deben calcularse de forma individual y pueden solicitarse en caso necesario.

## 11 MANTENIMIENTO

Se aplican las siguientes indicaciones de seguridad durante la **duración completa** de los trabajos:

### PELIGRO

#### **Peligro por descarga eléctrica**

¡El incumplimiento de estas instrucciones puede provocar lesiones graves o incluso mortales!

Durante la duración total de los trabajos, debe aplicar las cinco medidas de seguridad en conformidad con EN 50110-1 (capítulo «Trabajos sin tensión») en el orden indicado.

Las normas son las siguientes:

1. Desconectar el circuito principal y los circuitos auxiliares
2. Asegurar para evitar reconexiones
3. Comprobar ausencia de tensión
4. Poner a tierra y cortocircuitar
5. Cubrir o delimitar las piezas conductoras de tensión cercanas

Tras finalizar las tareas:

Deshaga el estado establecido con la aplicación de las medidas de seguridad de conformidad con la normativa local vigente o, si no la hay, simplemente revierta las medidas de seguridad citadas anteriormente en orden inverso.

Únicamente realice la conexión si cuenta con las autorizaciones necesarias.

### ADVERTENCIA

#### **Descarga debido a cuerpos extraños**

El incumplimiento de estas instrucciones puede provocar lesiones graves e incluso la muerte.

Los cuerpos extraños en las superficies del transformador durante la conexión causan daños en los bobinados, descargas e incendios.

- Asegúrese de que no hay suciedad ni cuerpos extraños en ninguna superficie del transformador.
- Retire el polvo y el polvo metálico de todas las superficies del transformador.
- No deposite herramientas, tornillos ni piezas metálicas sobre el transformador durante la realización de trabajos.
- Asegúrese de que no queda suciedad ni cuerpos extraños en la carcasa ni en otros componentes de la instalación.



## ⚠ PRECAUCIÓN

### Peligro de quemaduras por contacto con superficies calientes

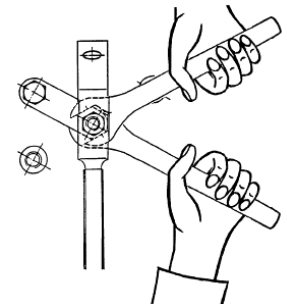
El incumplimiento de estas instrucciones puede provocar lesiones.

Antes de comenzar los trabajos, asegúrese de que las superficies del transformador se hayan enfriado hasta una temperatura inferior a 40 °C con el fin de evitar quemaduras en caso de contacto.

## ATENCIÓN

### Daños en los bobinados de tensión primaria

Al apretar o aflojar las atornilladuras de las orejetas de conmutación, compense el par de giro sujetando el elemento con una llave de vaso, véase el croquis de la derecha. Así evitará daños en los bobinados.



## RECOMENDACIÓN

Desconecte el transformador al menos 3-4 horas antes de iniciar las tareas. Deje que el sistema de ventilación (si está disponible) siga funcionando. Desconéctelo poco antes de iniciar las tareas. Esto acortará los períodos de refrigeración in situ. En función de la carga, pueden necesitarse períodos de refrigeración más prolongados.

### Intervalos de mantenimiento

Realice las tareas de mantenimiento en el transformador en los períodos fijados.

Recomendamos realizar un **primer control tras un máximo de 6 meses**. Los intervalos de control dependen del grado de suciedad del transformador. En caso de poca suciedad, el intervalo de tiempo puede alargarse hasta el siguiente control. Si se detecta un elevado nivel de suciedad, reduzca los intervalos de forma consecuente. El intervalo de mantenimiento **no debe ser superior a un año**.

Para las piezas de montaje y accesorios, siga la documentación del fabricante.

## 11.1 Limpieza

### ATENCIÓN

#### Daños en el transformador durante la conexión

Para la limpieza:

- Emplee cepillos blandos, trapos, esponjas, paños.
- No emplee agua.
- No emplee cepillos metálicos ni lana de acero.
- No use disolventes no polarizados como por ejemplo, gasolina, aceite mineral, etc.

Si el transformador está muy sucio, pueden producirse descargas parciales y marcas de corriente de fuga. Cuando la humedad del aire es alta, esto puede suceder incluso con suciedad moderada.



Fig. 24: Marcas de corriente de fuga y de descargas parciales

Determine el grado de suciedad de los bobinados y límpielos. Asegúrese de que los bobinados y los canales de refrigeración cuentan con superficies limpias. **Limpie los canales de refrigeración y espacios entre los bobinados** con sumo cuidado. En caso de utilizar limpiadores líquidos, debe que el transformador se **seque completamente** (aprox. 1 hora).

Grados de suciedad del transformador:		
Grado	Perceptible en	Recomendaciones de limpieza
<b>Ligero</b>	Ligeras sedimentaciones de polvo seco en el transformador	Limpie el transformador con trapos secos y cepillos blandos. En caso necesario, también puede utilizar aire comprimido para retirar el polvo de las zonas de difícil acceso.
<b>Medio</b>	Sedimentaciones de polvo con porción de humedad y/o sales en el transformador	Elimine las sedimentaciones utilizando cepillos blandos, esponjas y paños. En caso de necesitar limpiadores especiales, póngase en contacto con SGB GmbH.
<b>Intenso</b>	Mismas indicaciones que con grado de suciedad medio, pero con marcas de deslizamiento o marcas de descarga parcial	Si hay mucha suciedad acumulada y marcas de corriente de fuga o de descargas parciales, contacte con SGB GmbH para tomar medidas adicionales.

Si la carcasa tiene esterillas filtrantes, estas se deben controlar cada 3 meses. Sustituya las esterillas filtrantes cada 6 meses.

El servicio técnico de SGB estará encantado de asesorarle sobre conceptos de limpieza para los transformadores de resina colada de SGB.  
 Contacto: [gt-service@sgb-smit.group](mailto:gt-service@sgb-smit.group)

### 11.1.1 Herrumbre blanca (corrosión de zinc)

La corrosión de zinc o la herrumbre blanca es una capa blanca y voluminosa que puede producirse por el estancamiento prolongado de agua en la durante el almacenamiento o transporte. En la mayoría de los casos, la formación de herrumbre blanca es simplemente un deterioro óptico del revestimiento de zinc.

1 Herrumbre blanca



Fig. 25: Herrumbre blanca

En caso de una **incidencia baja de herrumbre blanca**, no es obligatorio eliminar la capa fina blanca.

**La herrumbre blanca ligera** puede eliminarse con ayuda de una esponja no metálica y productos de limpieza que no contengan acetona.

En caso de una **formación fuerte de herrumbre blanca**, las medidas de reparación dependerán de la magnitud del daño. Si se realiza una medición del espesor restante del recubrimiento de zinc y se determina que se han cumplido los valores mínimos exigidos por la norma DIN EN ISO 1461, es suficiente eliminar cuidadosamente el recubrimiento blanquecino. Si no se alcanzan los espesores de recubrimiento mínimos normativos, se deberá realizar adicionalmente una reparación profesional de la protección anticorrosión.

## 11.2 Supervisión de temperatura

### ADVERTENCIA

#### Peligro de incendio

El incumplimiento de estas instrucciones puede provocar lesiones graves e incluso la muerte.

Una sobrecarga del transformador y un desgaste prematuro del material de aislamiento pueden provocar un incendio.

No sustituya los termistores por otros con temperaturas nominales de activación superiores.

### ADVERTENCIA

#### Advertencia de descarga eléctrica

El incumplimiento de estas instrucciones puede provocar lesiones graves e incluso la muerte.

En caso de fallo, los sensores de temperatura pueden estar bajo alta tensión, p. ej. en condiciones de sobretensión con amplitudes de tensión fuera del nivel de aislamiento especificado.

- Coloque los dispositivos de protección de sobretensión adecuados (p. ej. descargador de sobretensión, fusibles de alta tensión o similares) lo más cerca posible de la regleta de bornes del transformador. Tenga en cuenta las normas correspondientes del fabricante del dispositivo de protección.

### ATENCIÓN

#### Daños en los sensores de temperatura

Use ohmímetros con una tensión de funcionamiento  $\leq 2,5$  voltios. En caso contrario, los sensores pueden resultar dañados.

**Mida la resistencia** de los **sensores de temperatura** y compare los valores con los datos incluidos en el certificado de comprobación habitual.

**Mida el PT100 dos veces**, siempre hacia el conector común de color blanco. La **resistencia** de PT100 a una temperatura ambiente de **20 °C** asciende a **aprox. 110 ohmios**.

**Mida los PTC como cadenas de tres elementos** (conector de sensor del mismo colocar) para obtener una temperatura de activación. La resistencia de una cadena intacta a **20 °C** de temperatura ambiente asciende a **entre 60 y 750 ohmios**.

*Cables de fibra óptica*

Si la señal óptica es débil (p. ej., inferior al 50 %) o si no hay señal óptica, limpie, antes de nada, los conectores y las sondas del dispositivo de

medición. Puede usar paños empapados en alcohol isopropílico o bastoncillos de algodón para la limpieza.

**Limpieza de la conexión de la sonda:** Con un paño húmedo realice movimientos circulares sobre el extremo del conector ST durante algunos segundos.

**Limpieza de los conectores de los instrumentos:** Los conectores de los instrumentos son propensos a coger suciedad. Recomendamos que siempre deje los dos capuchones suministrados sobre ambos extremos del paso. Necesitará paños empapados en alcohol isopropílico y bastoncillos de algodón. En cuanto el algodón esté ligeramente humedecido, realice movimientos circulares en el interior del paso del conductor durante algunos segundos. Si el algodón sale sucio, repita el proceso. El estado limpio del conector se puede confirmar mediante la lectura del nivel de potencia en %. Un conector limpio debe presentar una potencia óptica del 100 %.

### 11.3 Conexiones principales y rieles

#### PELIGRO

##### **Peligro por arco voltaico o descarga eléctrica.**

El incumplimiento de estas indicaciones provocará la muerte, lesiones graves o la destrucción de la instalación.

Al tender los cables, respete las distancias mínimas de aislamiento de

- los conductores de tensión y los bobinados de piezas puestas a tierra
- los conductores de los bobinados y otras piezas conductoras de tensión del transformador

Véase también el apartado 8.1, página 43.

- Si durante las tareas de mantenimiento se debían soltar las conexiones eléctricas, pule bien las superficies metálicas de contacto antes de repetir la conexión. Para ello, asegúrese de que no queda polvo metálico sobre las superficies del transformador.
- Compruebe el estado de los aislamientos existentes.
- Asegúrese de que las conexiones de cables no transmiten fuerzas mecánicas a las conexiones del transformador.
- Asegúrese de que se han mantenido los radios de curvatura que dependen de las secciones de paso.
- Controle todas las conexiones eléctricas atornilladas y, en caso necesario, corrija el par de apriete, tal y como se describe en el *Apartado 9.2*.

### 11.4 Bobinados

- Compruebe si los bobinados están dispuestos de forma simétrica sobre las columnas base del transformador.
- Compruebe que los bobinados tienen un asiento firme. En caso necesario, apriete los dispositivos de sujeción. Las gomas entre los bobinados y los dispositivos de sujeción deben estar ligeramente recaladas.
- En caso de modelos resistentes a las sacudidas con dispositivos de sujeción, la pretensión debe comprobarse y ajustarse en caso necesario. Esta deberá consultarse al servicio técnico de SGB. A continuación, los dispositivos de sujeción se aseguran de nuevo con adhesivo.
- Asegúrese de que el transformador esté libre de impurezas y cuerpos extraños (p. ej. tornillos, herramientas, virutas de metal, etc.) en todas sus superficies, como por ejemplo en y entre los bobinados, en los canales de refrigeración y entre los bobinados y el núcleo. Si es necesario, vuelva a limpiar o elimine los cuerpos extraños.



## 11.5 Otras tareas de mantenimiento

- Compruebe las distancias de seguridad respecto a las piezas conductoras puestas a tierra. Las distancias se pueden consultar en la indicación de advertencia que hay en el transformador, en la tabla del apartado *Apartado 8.1o* en el perímetro de protección que se indica en el plano acotado del transformador.
- Compruebe que, en el transformador, no falta ningún rótulo, placa o indicación de advertencia. No debe haber ningún otro adhesivo excepto las denominaciones de las tomas y las fases sobre los bobinados de tensión primaria.

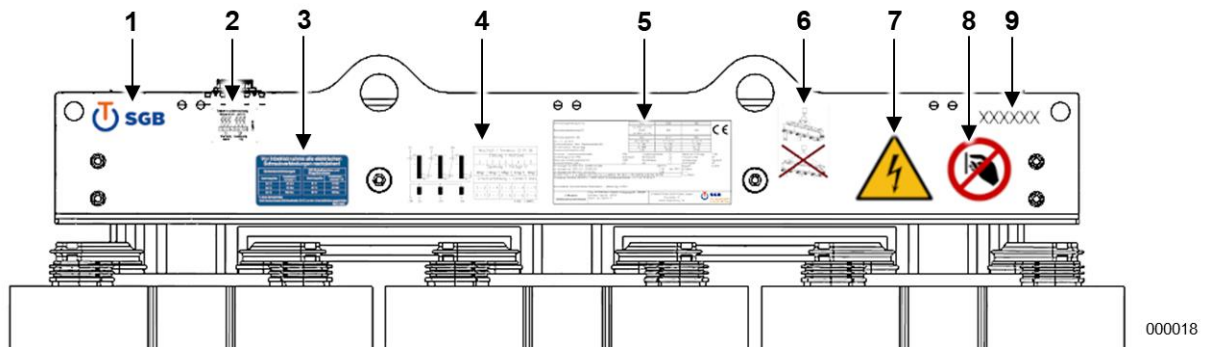


Fig. 26: Rotulación de la barra de hierro de presión superior en el lado de tensión primaria (ejemplo)

- |   |                               |   |  |
|---|-------------------------------|---|--|
| 1 | Logo de la empresa            | 6 | Indicación «Cáncamos de elevación»     |
| 2 | Asignación de bornes          | 7 | Advertencia «Tensión eléctrica»        |
| 3 | Indicación «Pares de apriete» | 8 | Señal de prohibición «Prohibido tocar» |
| 4 | Placa de conmutación          | 9 | Número de serie del transformador      |
| 5 | Placa de potencia             |   |  |

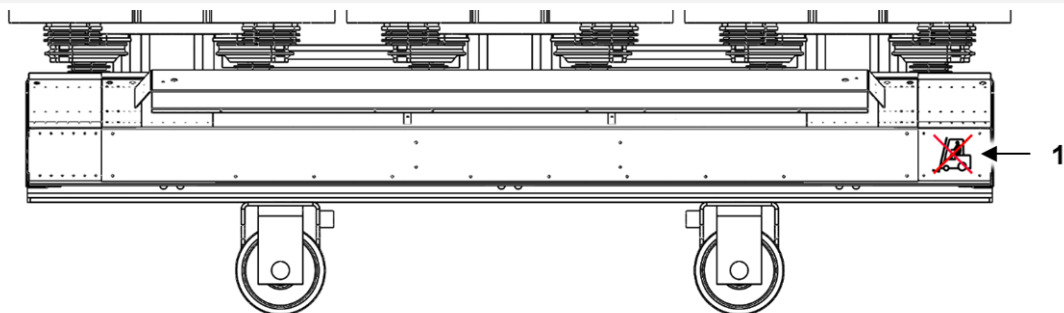


Fig. 27: Rotulación de la barra de hierro de presión inferior

- |   |   |
|---|---|
| 1 | Placa de prohibición «Carretilla elevadora» (no disponible en transformadores con elevación con carretilla) |
|---|---|



## 11.6 Ventilador

### ADVERTENCIA

#### Lesiones graves

El incumplimiento de estas instrucciones puede provocar lesiones graves e incluso la muerte.

El cabello largo, las prendas de ropa y las joyas que cuelguen del cuerpo son atraídas al ventilador y se quedan atrapadas en este. Las manos pueden sufrir lesiones graves.

- Asegúrese de que el ventilador está separado del circuito de corriente y está asegurado para evitar una nueva conexión.
- No conecte el ventilador antes de montarlo correctamente en la carcasa y comprobarlo.
- Para realizar trabajos en las aspas del rotor debe llevar guantes de protección.
- No lleve prendas de ropa ni joyas sueltas o que cuelguen mientras trabaje en piezas que estén girando.
- Cúbrase el cabello largo con un gorro.

Esta sección solo se aplica si SGB ha suministrado ventiladores. En caso contrario, utilice las indicaciones de mantenimiento de su proveedor de ventiladores.

- Limpie las vías de ventilación con un paño seco.
- Compruebe si
  - los ventiladores están montados de forma segura y si los tornillos de montaje están bien apretados. En caso necesario, vuelva a apretarlos.
  - sale lubricante de los cojinetes o los motores. En dicho caso, sustituya los ventiladores.
  - las aspas del rotor presentan grietas, especialmente en las costuras de soldadura. Sustituya los ventiladores en caso de presentar daños.

## 11.7 Carcasa

Esta sección solo se aplica si SGB ha suministrado la carcasa. En caso contrario, utilice las indicaciones de mantenimiento de su proveedor de carcasa.

- Compruebe si la carcasa presenta daños que puedan comprometer la seguridad de las personas o el funcionamiento del transformador. Sustituya las piezas dañadas.
- Limpie el interior de la carcasa del transformador, los apoyos y las entradas de aire.  
En el caso de las carcasas con una clase de protección superior a IP5X, es posible que tenga que limpiar las esterillas filtrantes existentes y sustituirlas, al menos, cada 6 meses.
- Compruebe que los apoyos y pasos no presenten grietas en las superficies. En caso necesario, sustitúyalos.
- Retire todas las impurezas y los cuerpos extraños (p. ej. tornillos, herramientas, virutas de metal, etc.) de la carcasa y de otros componentes de la instalación.
- Vuelva a conectar los cables de conexión equipotencial que se han desmontado para facilitar el acceso.
- Asegúrese de que el transformador, los ventiladores y la carcasa estén secos.
- Asegúrese de que no haya personas ni animales pequeños en el interior de la carcasa y ciérrela.
- Asegúrese de que las entradas de aire no estén conectadas fuera de la carcasa (distancia mínima de 300 mm).
- Asegúrese de que todos los elementos de advertencia estén en perfectas condiciones y en su sitio. En todos los lados de la carcasa con accesos, se debe contar con carteles de «Advertencia por tensión eléctrica peligrosa» (DIN 4844-2 o DIN EN ISO 7010).

Compruebe el posicionamiento del transformador en la carcasa en cuanto a las distancias mínimas entre

- los conductores de tensión y los bobinados de piezas puestas a tierra
- los conductores de los bobinados y otras piezas conductoras de tensión del transformador

Véase también el apartado 8.1, página 43.

## 11.8 Comprobaciones antes de la conexión

Véase *Apartado 9.8*.

## 12 DETECCIÓN Y SUBSANACIÓN DE ERRORES

---

Una reacción inmediata puede evitar daños y gastos mayores. En la mayoría de los casos, es posible encontrar y solucionar el problema rápidamente para volver a poner en marcha el transformador.

### PELIGRO

#### **Peligro por descarga eléctrica Peligro de incendio**

El incumplimiento de estas indicaciones provocará la muerte, lesiones graves o la destrucción de la instalación.

Si detecta uno de los siguientes síntomas, debe poner el transformador fuera de servicio.

### PELIGRO

#### **Peligro por descarga eléctrica Peligro de incendio**

El incumplimiento de estas indicaciones provocará la muerte, lesiones graves o la destrucción de la instalación.

Si el problema no se puede solucionar, no debe volver a poner en marcha el transformador.

- Póngase inmediatamente en contacto con el fabricante. Las revisiones adicionales pueden requerir el desensamblaje del transformador (desmontaje del bobinado, núcleo).
- Este tipo de trabajos solo pueden ser llevados a cabo por representantes de la fábrica de SGB o de una institución de reparación autorizada.

<b>Síntoma del error</b>	<b>Posibles causas</b>
<b>Circuito eléctrico</b>	
<i>Sobrecalentamiento, advertencia de temperatura</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Sobrecarga constante</li> <li>– Transformador conectado de forma inadecuada en la parte exterior</li> <li>– Circulación insuficiente o deficiente del aire de refrigeración</li> <li>– Temperatura ambiente demasiado elevada (temperatura máxima permitida de 40 °C, media diaria de 30 °C)</li> <li>– Ventiladores de dimensiones demasiado reducidas, dañados, con giro deficiente</li> <li>– Carga con grandes partes armónicas</li> <li>– Distribución asimétrica de carga</li> </ul>
<i>Tensión de marcha en vacío reducida</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Cortocircuito entre espiras</li> <li>– Puentes de conexión para toma de tensión primaria flojos, no apretados</li> </ul>
<i>Tensión secundaria demasiado elevada</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Tensión de entrada demasiado elevada</li> <li>– Tomas de tensión primaria ajustadas de forma errónea</li> </ul>
<i>Tensión secundaria asimétrica, desviada por fases</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Sobrecarga</li> <li>– Toma de tensión primaria no ajustada al mismo nivel de tensión</li> <li>– Conexión neutra sin toma a tierra</li> </ul>
<i>Error de aislamiento, resistencias de aislamiento demasiado reducidas</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Sobrecargas constantes</li> <li>– Acumulación de suciedad sobre los bobinados o los canales de refrigeración</li> <li>– Daños mecánicos producidos durante la manipulación (transporte/instalación)</li> <li>– Sobretensión de conmutación o rayo, otros esfuerzos excesivos del aislamiento</li> <li>– Humedad</li> <li>– Condensación</li> </ul>
<i>Interruptor o fusibles se activan</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Cortocircuito</li> <li>– Sobrecarga</li> </ul>
<i>Sobrecalentamiento de los cables</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Atornilladuras insuficientes o deficientes</li> <li>– Sección de paso inadecuada o demasiado pequeña para la carga</li> <li>– Agrupamiento, tendido o guiado de los cables inadecuado</li> </ul>
<i>Descarga de alta tensión a toma de tierra</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Carga estática elevada</li> <li>– Sobretensión en red</li> <li>– Distancia de tensión insuficiente con respecto a las piezas cercanas</li> </ul>
<b>Circuito magnético</b>	
<i>Vibraciones, sonidos fuertes de funcionamiento</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Tensión de entrada demasiado elevada y/o frecuencia de red demasiado baja</li> <li>– Sujeción del núcleo floja (manipulación errónea y brusca en el transporte y la instalación)</li> <li>– Tomas de tensión primaria ajustadas de forma errónea</li> </ul>
<i>Sobrecalentamiento</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Tensión de entrada demasiado elevada y/o frecuencia de red demasiado baja</li> <li>– Carga con altas partes armónicas</li> </ul>

#### Detección y subsanación de errores

<b>Síntoma del error</b>	<b>Posibles causas</b>
<i>Corriente excitación elevada</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Distribución asimétrica de carga</li> <li>– Contaminación fuerte por suciedad en el núcleo</li> </ul>
<i>Interruptores o fusibles</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Frecuencia demasiado baja</li> <li>– Tensión de entrada demasiado elevada</li> <li>– Irrupción</li> <li>– Cortocircuito entre espiras, cortocircuito de conductores parciales</li> </ul>
<b>Circuito dieléctrico (aislamiento)</b>	
<i>Humo</i>	Error de aislamiento
<i>Aislamiento quemado</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Sobretensión tipo rayo</li> <li>– Interferencia del cable de conmutación</li> <li>– Clavijas de conexión, tomas o desviadores de sobretensión con daños</li> <li>– Sedimentaciones grandes de suciedad o polvo en las superficies de bobinado/los canales de refrigeración</li> </ul>
<i>Sobrecalentamiento</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Canales de ventilación obstruidos</li> <li>– Ventilación insuficiente</li> </ul>
<i>Interruptor o fusibles se activan</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Error de aislamiento</li> </ul>

## 13 RECICLAJE DE LOS TRANSFORMADORES ENCAPSULADOS EN RESINA

Según las disposiciones legales vigentes en la actualidad, los transformadores encapsulados en resina no cuentan con componentes catalogados como residuos especiales.

La gran mayoría de las piezas del transformador (aprox. un 95 %) se puede reciclar.

Pieza del transformador	Grupo de residuos
Chapas de núcleo, construcción perfilada y chasis	Chatarra de hierro
Bobinados de tensión secundaria	Chatarra de cobre o aluminio
Bobinados de tensión primaria (triturados)	Chatarra de cobre o aluminio, componentes de resina epoxi/fibra de vidrio a la basura doméstica
Piezas pequeñas: soportes, tacos de soporte, piezas distanciadoras, etc.	A la basura doméstica

SGB ofrece la eliminación/el reciclaje gratuito/a de transformadores encapsulados en resina de fabricación propia. El cliente debe entregar los equipos a SGB previo acuerdo/fijación de cita.

## 14 INDEX

<b>A</b>		Información de seguridad	
Almacenamiento .....	44	funcionamiento .....	16
Alojamientos del transformador .....	47	mantenimiento .....	16
Amortiguador de vibraciones .....	47	prevención de riesgos .....	11
Arco voltaico .....	45, 60, 65, 67, 76	puesta en marcha .....	14
		puesta fuera de servicio .....	19
		transporte .....	12
<b>C</b>		Inspección del suministro .....	42
Capacidad de sobrecarga .....	68	Interferencia electromagnética .....	67
Carcasa .....	18, 51, 79		
Carretilla elevadora .....	13, 38	<b>M</b>	
Chasis .....	36	Mantenimiento .....	69
Compatibilidad electromagnética .....	27	Marcapasos .....	67
Comprobación antes de la conexión .....	66, 79	Medio de elevación .....	30, 43
Condiciones in situ .....	23		
Conexión de fases .....	15, 60	<b>P</b>	
Conmutación de tensión .....	15, 58	Pares de apriete .....	57, 66
Corrosión de zinc .....	73	Personal .....	9
		Pie de la máquina .....	47
<b>D</b>		Puesta en marcha .....	55
Descarga eléctrica .....	45, 55, 60, 65, 67, 69, 76, 80		
Descripción .....	20	<b>R</b>	
Detección de errores .....	80	Reciclaje .....	83
Distancias .....	46	Referencias normativas .....	24
Distancias mínimas de aislamiento .....	46, 51, 65	Ruedas .....	36
		Ruedas del transformador .....	37
<b>E</b>			
Embalaje .....	29, 53	<b>S</b>	
Emplazamiento .....	45, 66	Seguridad .....	7
Equipo de protección personal .....	9	garantía .....	8
		responsabilidad .....	8
<b>F</b>		uso previsto .....	7
Fijación de carga .....	41	Supervisión de temperatura .....	16, 28, 62, 68, 74
Funcionamiento .....	67		
		<b>T</b>	
<b>G</b>		Trabajos realizados en altura .....	11
Grados de suciedad .....	72	Transporte .....	30
Grúa .....	12, 30, 43	Transporte ferroviario .....	41
		Transporte por carretera =<10 t .....	41
<b>H</b>			
Herrumbre blanca .....	73	<b>V</b>	
		Ventilación .....	27
<b>I</b>		Ventilador .....	18, 65, 78
Indicaciones de planificación .....	23		
Indicaciones de seguridad .....	10		