

A representação exemplar, pode diferir do transformador real.

## MANUAL DE UTILIZAÇÃO

### SGB Transformadores encapsulados em resina

21.04.2023 PT (Rev. H)

IMPORTANTE

LER COM ATENÇÃO ANTES DA UTILIZAÇÃO

GUARDAR PARA FUTURA CONSULTA





Contacto do serviço:



cr-aftersales@sgb-smit.group



+49 941 7841-6000

### Direitos autorais

© Copyright by  
SGB GmbH  
Ohmstr. 10  
D-93055 Regensburg  
Todos os direitos reservados.

Original em alemão

### Informação sobre este manual

## Índice

---

### Índice 3

1	Informação sobre este manual.....	5
1.1	Observações importantes sobre este manual.....	5
1.2	Disponibilidade deste manual.....	6
1.3	Convenções sobre instruções de manuseamento e outras formas de realce de texto.....	6
2	Segurança.....	7
2.1	Utilização prevista.....	7
2.2	Utilização não prevista.....	7
2.3	Modificações do transformador.....	8
2.4	Garantia e responsabilidade.....	8
2.5	Isenção de responsabilidade.....	8
2.6	Requisitos do pessoal.....	9
2.7	Sistema de indicações de aviso e de segurança.....	10
2.8	Equipamento de proteção individual.....	11
2.9	Informações de segurança para a prevenção de riscos relativas às fases da vida do transformador.....	11
2.9.1	Informações gerais sobre cada fase da vida.....	11
2.9.2	Transporte e montagem.....	11
2.9.3	Colocação em funcionamento.....	13
2.9.4	Operação.....	15
2.9.5	Manutenção.....	15
2.9.6	Colocação fora de serviço.....	17
3	Descrição do transformador.....	18
4	Indicações de planeamento.....	21
4.1	Condições no local.....	21
4.2	Referências normativas para requisitos do local de montagem.....	22
4.3	Informações importantes sobre transformadores.....	22
4.4	Comportamento / compatibilidade eletromagnética.....	24
4.5	Ventilação das salas de transformadores.....	24
4.6	Controlo da temperatura.....	25
5	Embalagem.....	26
6	Transporte.....	27
6.1	Transporte com a grua.....	27
6.1.1	Elevação do transformador.....	27
6.1.2	Levantar transformador com caixa.....	30
6.2	Transporte em rodas.....	33
6.2.1	Montagem das rodas no chassis.....	33
6.2.2	Rodas do transformador.....	34

6.3	Transporte com empilhador.....	35
6.3.1	Proteção anti inclinação para o transporte com empilhadores .....	37
6.4	Requisitos aplicáveis aos veículos de transporte e ao acondicionamento de cargas .....	38
6.5	Verificações na receção da mercadoria.....	39
7	Armazenamento.....	41
8	Montagem.....	42
8.1	Montagem do transformador .....	42
8.2	Remoção de embalagens e proteções de transporte.....	44
8.3	Postura segura na estação .....	44
8.4	Montar as peças que foram desmontadas para fins de transporte .....	48
8.5	Montar a caixa.....	48
8.6	Perigo de sujidade entre montagem e colocação em funcionamento.....	50
9	Colocação em funcionamento.....	51
9.1	Preparação .....	52
9.2	Binários de aperto .....	53
9.3	Mudança de corrente.....	54
9.4	Ligações de fase .....	56
9.5	Controlo da temperatura .....	58
9.6	Ventilador.....	60
9.7	Distâncias mínimas de isolamento .....	60
9.8	Verificações antes da ligação .....	61
10	Operação.....	62
11	Manutenção .....	64
11.1	Limpeza .....	66
11.1.1	Ferrugem branca (corrosão por zinco).....	67
11.2	Controlo da temperatura .....	68
11.3	Ligações principais e calhas.....	70
11.4	Bobinas.....	70
11.5	Outras atividades de manutenção .....	70
11.6	Ventilador.....	72
11.7	Caixa .....	73
11.8	Verificações antes da ligação .....	73
12	Identificação e resolução de erros .....	74
13	Reciclagem de transformadores encapsulados em resina .....	77
14	Índice.....	78

# 1 INFORMAÇÃO SOBRE ESTE MANUAL

---

## 1.1 Observações importantes sobre este manual



Antes de trabalhar no transformador, necessita de ler com atenção e compreender este manual de utilização. A SGB não assume qualquer responsabilidade por danos causados pelo desrespeito deste manual.

Este manual

- faz parte da documentação de um transformador encapsulado em resina.
- destina-se aos responsáveis pelo planeamento da instalação, à entidade exploradora da instalação, responsáveis pela instalação e ao pessoal qualificado designado para a respetiva tarefa.
- contém indicações importantes para a operação segura e sem falhas do transformador.
- aplica-se unicamente ao transformador e não contém indicações sobre as especificidades e os riscos no local.
- faz uso do termo "transformador encapsulado em resina" para todos os transformadores encapsulados em resina fabricados pela SGB e aplica-se na mesma medida aos transformadores SGB com bobinas não encapsuladas.
- não se destina nesta versão a ser usado no mercado norte-americano.

Respeite todas as especificações deste manual de utilização, da documentação fornecida e as normas e regulamentos locais! Esta é a condição prévia para

- um funcionamento correto e competente do transformador.
- o armazenamento, transporte, montagem, colocação em funcionamento e fora de serviço, manutenção e inspeção corretos do transformador.
- evitar riscos e respeitar as normas de segurança técnicas necessárias.

## 1.2 Disponibilidade deste manual

Guarde este manual de utilização num local onde esteja sempre acessível. Este manual faz parte da instalação e deve ser entregue a um eventual novo proprietário.

## 1.3 Convenções sobre instruções de manuseamento e outras formas de realce de texto

Além das instruções de aviso e de segurança descritas na *capítulo 2*, que devem ser sempre respeitadas, este manual contém outras formas de realçar o texto:

- 1,2,3 ... ou a, b, c,... Instruções de manuseamento com sequência temporal estão identificadas com números e letras. Respeite a sequência predefinida das instruções.
- Enumerações, sem sequência temporal, são introduzidas por travessões. Essas instruções podem ser efetuadas em qualquer sequência.

*Palavras-chave ou informações adicionais*

Palavras-chave ou informações adicionais encontram-se na parte lateral em itálico.

### **RECOMENDAÇÃO**

---

Indica uma recomendação para melhoramentos relativos ao produto ou a procedimentos.

---

## 2 SEGURANÇA

---

### 2.1 Utilização prevista

O transformador deve ser usado exclusivamente para a transformação de corrente elétrica alternada.

É usado de acordo com as normas e os regulamentos subjacentes no âmbito dos dados elétricos mencionados na ficha de dados e dentro de uma instalação elétrica com chave.

Uma instalação elétrica com chave é um "compartimento ou local, que se serve exclusivamente para a operação de instalações elétricas e com chave". O acesso é permitido a eletricitistas e pessoas com formação eletrotécnica, a leigos apenas quando acompanhados de eletricitistas ou pessoas com formação eletrotécnica".

A utilização prevista inclui também

- a observação do manual de utilização.
- o funcionamento dentro dos limites de desempenho.
- o cumprimento dos trabalhos de inspeção e de manutenção.
- a observação da documentação do fornecedor ou da documentação separada de fabricantes terceiros de peças complementares e acessórios.

Uma utilização diferente ou que vá para além do descrito é considerada em desacordo com a finalidade e pode causar ferimentos em pessoas e danos materiais.

### 2.2 Utilização não prevista

A utilização imprópria e NÃO prevista inclui em especial:

- Alterações estruturais por conta própria no transformador
- Montagem de equipamentos de monitorização e segurança diferentes dos recomendados ou fornecidos
- Colocar fora de serviço, evitar usar os equipamentos de segurança ou usar equipamentos de segurança defeituosos
- Operação e manutenção do transformador por pessoal não qualificado
- Montagem, operação ou manutenção incorreta ou colocação em funcionamento incorreta do transformador
- A não observação das indicações do manual de utilização e da documentação do fornecedor ou da documentação separada de fabricantes terceiros de peças complementares e acessórios

## 2.3 Modificações do transformador

Qualquer modificação no transformador ou em outras peças do material fornecido não acordada por escrito com a SGB é proibida e, em caso de acidente, terá como consequência restrições ou a anulação da garantia e responsabilidade.

## 2.4 Garantia e responsabilidade

A duração da garantia e da responsabilidade está estabelecida nos acordos contratuais.

Desvios na utilização prevista descrita neste manual de utilização têm como consequência restrições ou a anulação da garantia e responsabilidade.

## 2.5 Isenção de responsabilidade

Este manual de utilização foi verificado quando à sua conformidade com o produto descrito. No entanto, não se podem excluir divergências. A SGB não assume, por isso, qualquer garantia pela conformidade total. Este manual é verificado regularmente de forma a reproduzir as alterações necessárias nas versões posteriores.



## 2.6 Requisitos do pessoal

O transformador só pode ser usado por pessoal qualificado para a respetiva tarefa (=profissionais qualificados).

No âmbito deste manual de utilização, um profissional qualificado ou pessoal qualificado são pessoas que, na sua área profissional, devido à sua formação, conhecimentos e experiência, bem como à formação local disponibilizada pela entidade exploradora ou pelo seu representante, conseguem reconhecer e evitar os perigos associados à atividade.



### Nota

Qualquer pessoa, encarregue de trabalhos na instalação, tem de ter lido e compreendido este manual, em especial o capítulo "Segurança".

Os profissionais qualificados têm de:

- disponibilizar equipamento de proteção individual e saber como o usar.
- conhecer e respeitar sempre as normas de montagem/instalação relativas à segurança do local.
- receber do responsável uma autorização e a ordem de execução dos trabalhos no transformador.
- garantir que não se encontra nenhuma pessoa sem autorização na área de perigo.

## 2.7 Sistema de indicações de aviso e de segurança

As indicações de aviso e de segurança mencionadas neste manual destinam-se à sua própria segurança, à segurança de outras pessoas e à prevenção de danos no transformador ou na instalação.

É sempre representada a indicação com o maior nível de perigosidade. Isso significa que uma indicação de ferimentos em pessoas também pode incluir uma indicação de danos materiais.

Representação das indicações de aviso num nível de perigosidade decrescente:

### PERIGO

#### Perigo de morte!

Designa uma situação perigosa que, quando não evitada, **resulta** em morte ou em ferimentos graves.

### AVISO

#### Ferimentos graves!

Designa uma situação perigosa que, quando não evitada, **pode** resultar em morte ou em ferimentos graves.

### CUIDADO

#### Ferimentos moderados a ligeiros!

Designa uma situação perigosa que, quando não evitada, pode resultar em ferimentos moderados ou ligeiros.

### ATENÇÃO

#### Danos materiais!

Designa uma situação que, quando não evitada, pode causar danos no transformador ou em outras peças da instalação.



#### Nota

Indica anomalias, instruções de utilização e informações úteis.

## 2.8 Equipamento de proteção individual

Utilize exclusivamente equipamento de proteção certificado por entidades independentes reconhecidas a nível nacional para essas tarefas.

Utilize calçado de segurança generalizado durante toda a duração do trabalho!

Utilize equipamento de proteção adicional conforme a necessidade, as especificações do local e o estado de saúde da pessoa.



## 2.9 Informações de segurança para a prevenção de riscos relativas às fases da vida do transformador

### 2.9.1 Informações gerais sobre cada fase da vida

Execução de todos os trabalhos apenas por profissionais qualificados.  
Montagem apenas dentro de instalações elétricas.

#### - Geralmente para o trabalho em alturas

- Não apoie nenhuma escada contra o transformador.
- Utilize apenas escadas adequadas que não estejam danificadas.
- Coloque a escada apenas em cima de uma superfície estável e nivelada e assegure-se de que esteja segura.
- Proteja a escada contra escorregar ou cair.
- Ao executar o trabalho, fique com as duas pernas no degrau da escada.
- Proteja-se contra a queda.

### 2.9.2 Transporte e montagem

#### - Transporte com a grua:

- Transporte o transformador apenas na vertical com o chassis alinhado na horizontal.
- Nunca passe por baixo de cargas suspensas e nunca conduza as cargas suspensas por cima de pessoas.
- Utilize exclusivamente
  - os quatro olhais de elevação previstos para içar a carga.
  - todos os olhais de elevação simultaneamente.
  - acessórios de lingagem adequados para o peso do transformador.
  - acessórios de lingagem e equipamentos de proteção de transporte certificados por entidades independentes reconhecidas a nível nacional para essa tarefa.

- Nunca levante o transformador nos olhais de amarração.
  - Ao elevar o transformador e a caixa através de um dispositivo de elevação, verificar as uniões roscadas do dispositivo de elevação e apertá-las, se necessário.
- **Na montagem de rolos ou pés de máquinas:**
- Proteja o transformador durante a montagem das rodas contra inclinação. Utilize, para isso, vigas de madeira, que sejam mais altas do que os rolos ou pés da máquina e consigam suportar o peso do transformador.
  - Monte os rolos de forma a estarem todos virados no sentido longitudinal ou transversal.
  - Fixe os rolos na posição selecionada.
- **No rolamento do transformador:**
- Não faça curvas com o transformador. Execute o rolamento apenas no sentido das rodas.
  - Ao arrastar, transfira a sua força exclusivamente para os olhais de tração previstos. Utilize sempre simultaneamente os dois olhais que se encontram no sentido da marcha. Nunca exerça força nos sistemas elétricos (bobinas, ligações, etc...) para movimentar o transformador.
- **Transporte com empilhador:**
- O transporte só é autorizado para transformadores com versão “Elevação com empilhador”.
  - A elevação é autorizada apenas com proteções anti inclinação corretamente posicionadas.
  - Utilize apenas empilhadores capazes de transportar o peso do transformador.
  - Certifique-se de que o ponto de gravidade da carga se encontra no meio entre os garfos.
  - Coloque a carga sempre até ao batente em cima dos garfos e incline o garfo para trás.
  - Fixe sempre a carga frágil que tem a tendência de inclinar.
  - Se necessário, utilize sapatas acessórias nos garfos para assegurar a fixação segura e a proteção da carga.
  - Nunca transporte mais de uma carga.
  - Certifique-se de que não se encontra nenhuma pessoa na área de perigo.
  - Conduza sempre com a carga abaixada.
  - Conduza sempre com a carga direcionada para a subida. Isso aplica-se para as subidas e descidas.
  - Ajuste sempre a velocidade de condução para que, se surgir um perigo ou obstáculo inesperado, seja possível parar na distância mais curta possível.

- Respeite o ângulo de inclinação de  $> 0^\circ$  e  $\leq 5^\circ$ .
- Na montagem:
  - No posicionamento do transformador respeite os distâncias mínimas de isolamento
    - dos condutores sob tensão e das bobinas das peças ligadas à terra!
    - dos condutores das bobinas e das outras peças sob tensão do transformador!
  - Respeite estas distâncias também ao montar a caixa.
  - Na instalação dos cabos respeite os distâncias mínimas de isolamento
    - dos condutores sob tensão e das bobinas das peças ligadas à terra!
    - dos condutores das bobinas e das outras peças sob tensão do transformador!
  - Fixe o transformador no local de operação para não rolar. Para isso, utilize dispositivos de bloqueio, pés da máquina ou rolamentos de transformador (elementos de insonorização).
  - Na montagem de um a caixa, devem ser utilizadas anilhas de contacto SN 70093 em vez de anilhas para cada ligação de dois componentes metálicos para pelo menos duas uniões roscadas.
  - Respeite uma distância mínima de 30 cm entre as paredes e os orifícios de ventilação da caixa.

### 2.9.3 Colocação em funcionamento

#### - Informações gerais antes e durante trabalhos de colocação em funcionamento:

Durante toda a duração dos trabalhos aplique as cinco regras de segurança, a seguir também denominadas medidas de segurança, de acordo com a EN 50110-1 (capítulo "Trabalhos em tensão") na sequência indicada!

Essas regras são:

1. Separar completamente os circuitos de corrente principal e auxiliares
2. Bloquear contra uma religação
3. Verificar a ausência de tensão
4. Ligar à terra e em curto-circuito
5. Proteger contra as peças em tensão adjacentes e delimitar a zona de trabalho

#### - Informações gerais para concluir os trabalhos de colocação em funcionamento:

- Cancele o estado estabelecido pela aplicação das medidas de segurança conforme as normas válidas no local ou, se não existir, anule as cinco medidas de segurança anteriormente mencionadas na sequência inversa.
- Antes de fechar a instalação / caixa, certifique-se que nenhuma pessoa ou animal se encontra no seu interior.

- Certifique-se de que as superfícies do transformador não estejam sujas e que não foram depositados objetos estranhos (por exemplo, parafusos, ferramentas, aparas de metal, etc.).
- Certifique-se de que a caixa e outros componentes da instalação não estejam sujos e que não permaneçam objetos estranhos (por exemplo, parafusos, ferramentas, aparas de metal, etc.).
- Transformadores danificados não podem ser ligados!
- Ligue apenas quando tiver autorização e ordem de execução!
- Não são permitidas processos de ligar e desligar diretamente sucessivas. Entre os processos de comutação deve existir um período de pelo menos um minuto.

- **Mudança de corrente:**

- Antes de iniciar os trabalhos, certifique-se que as superfícies do transformador arrefeceram até uma temperatura inferior a 40 °C.
- Compense o binário de aperto, apertando ou desapertando as uniões roscadas nas patilhas de comutação, segurando-as com uma chave de bocas de largura 20 ou 21.

- **Ligação de fase:**

- No caso de ligações cobre-alumínio anexe uma chapa de alumínio laminada a cobre ao local de contacto.
- Execute o polimento das superfícies de contacto antes de aparafusar.
- Certifique-se que, após o polimento, não permanece poeira de metal em nenhuma superfície do transformador.
- Ao ligar, certifique-se que não existe nenhuma tensão mecânica nas ligações do transformador.
- Compense o binário de aperto, apertando ou desapertando as uniões roscadas nas patilhas de comutação, segurando-as com uma chave de bocas de largura 20 ou 21.
- Na instalação dos cabos respeite os distâncias mínimas de isolamento
  - dos condutores sob tensão e das bobinas das peças ligadas à terra!
  - dos condutores das bobinas e das outras peças sob tensão do transformador!

- **Controlo da temperatura:**

- Nunca troque os termístores por outros com temperaturas de reação nominais superiores.
- Caso seja aplicado um controlo de temperatura programável: Não configure as temperaturas de reação nominais dos aparelhos para valores superiores aos indicados.
- Instale dispositivos de proteção contra surtos adequados o mais próximo possível da régua de bornes do transformador para proteger a eletrónica de avaliação.

## 2.9.4 Operação

### - Aspectos gerais da operação:

- Utilize os transformadores encapsulados em resina exclusivamente em instalações elétricas com chave.
- Para um transformador sob tensão ou quando a caixa não poder ser fechada à chave, aplica-se o seguinte:  
**Evite uma distância inferior a 1,5 m relativamente às bobinas ou outras peças condutoras do transformador!**
- Para pessoas com pacemaker e / ou outros implantes e auxiliares médicos aplica-se o seguinte:  
**Nunca exceda os limites de aproximação para interferências eletromagnéticas dos seus aparelhos ou implantes! Os valores de exemplo que se seguem relativos a intensidades de campo apenas se aplicam ao transformador e não consideram o resto da instalação. No caso de um transformador com 50 Hz / 630 kVA / 20 kV-0,4 kV podem ser medidos 5  $\mu$ T a uma distância de 2 m. No caso de um transformador 50 Hz/ 3000 kVA / 20 kV-0,69 kV ocorre uma intensidade de campo de 10  $\mu$ T a uma distância de 5 m.**
- Respeite as normas em vigor relativas a carga com campos elétricos, magnéticos e eletromagnéticos relacionada com trabalhos perto de transformadores.

### - Controlo da temperatura:

- Opere o transformador apenas com controlo da temperatura conectado e funcional.

## 2.9.5 Manutenção

### - Informações gerais antes e durante trabalhos de manutenção:

Durante toda a duração dos trabalhos aplique as cinco regras de segurança, a seguir também denominadas medidas de segurança, de acordo com a EN 50110-1 (capítulo "Trabalhos em tensão") na sequência indicada!

Essas regras são:

1. Separar completamente os circuitos de corrente principal e auxiliares
  2. Bloquear contra uma religação
  3. Verificar a ausência de tensão
  4. Ligar à terra e em curto-circuito
  5. Proteger contra as peças em tensão adjacentes e delimitar a zona de trabalho
- Antes de iniciar os trabalhos, certifique-se que as superfícies do transformador arrefeceram até uma temperatura inferior a 40 °C.

### - Informações gerais para concluir os trabalhos de manutenção:

- Cancele o estado estabelecido pela aplicação das medidas de segurança conforme as normas válidas no local ou, se não existir, anule as cinco medidas de segurança anteriormente mencionadas na sequência inversa.
- Antes de fechar a instalação / caixa, certifique-se que nenhuma pessoa ou animal se encontra no seu interior.
- Certifique-se de que as superfícies do transformador não estejam sujas e que não foram depositados objetos estranhos (por exemplo, parafusos, ferramentas, aparas de metal, etc.).
- Certifique-se de que a caixa e outros componentes da instalação não estejam sujos e que não permaneçam objetos estranhos (por exemplo, parafusos, ferramentas, aparas de metal, etc.).
- Transformadores danificados não podem ser ligados!
- Ligue apenas quando tiver autorização e ordem de execução!
- Não são permitidas processos de ligar e desligar diretamente sucessivas. Entre os processos de comutação deve existir um período de pelo menos um minuto.

- **Ao limpar o transformador:**

- Para limpar não utilize:
  - água
  - escovas metálicas nem palha de aço
- Certifique-se de que as superfícies do transformador não estejam sujas e que não foram depositados objetos estranhos (por exemplo, parafusos, ferramentas, aparas de metal, etc.).
- Certifique-se de que a caixa e outros componentes da instalação não estejam sujos e que não permaneçam objetos estranhos (por exemplo, parafusos, ferramentas, aparas de metal, etc.).

- **Ao verificar os sensores de temperatura:**

- Utilize um ohmímetro com tensão de serviço  $\leq 2,5$  Volt!
- Instale dispositivos de proteção contra surtos adequados o mais próximo possível da régua de bornes do transformador para proteger a eletrónica de avaliação.

- **Se as ligações elétricas se soltarem durante a manutenção:**

- No caso de ligações cobre-alumínio anexe uma chapa de alumínio laminada a cobre ao local de contacto.
- Execute o polimento das superfícies de contacto antes de aparafusar.
- Certifique-se que, após o polimento, não resta poeira de metal em nenhuma superfície do transformador.
- Ao ligar, certifique-se que não existe qualquer tensão mecânica nas ligações do transformador.



- Compense o binário de aperto, apertando ou desapertando as uniões roscadas nas patilhas de comutação, segurando-as com uma chave de bocas de largura 20 ou 21.
  - Na instalação dos cabos respeite os distâncias mínimas de isolamento
    - dos condutores sob tensão e das bobinas das peças ligadas à terra!
    - dos condutores das bobinas e das outras peças sob tensão do transformador!
- **Ao fazer a manutenção dos ventiladores:**
- Use luvas de proteção quando trabalhar em pás do rotor!
  - Certifique-se de que o ventilador esteja separado do circuito de corrente e bloqueado contra uma religação.
  - Não ligue o ventilador antes que ele seja instalado corretamente na caixa e tenha sido testado.
- **Ao fazer a manutenção da caixa:**
- No final dos trabalhos certifique-se que
    - a caixa e outros componentes da instalação não estejam sujos e que não permaneçam objetos estranhos (por exemplo, parafusos, ferramentas, aparas de metal, etc.).
    - estão novamente ligados os cabos de compensação de potencial desmontados anteriormente para permitir o acesso.
    - transformador, ventiladores e caixa estão secos.
    - entradas de ar fora da caixa não estão cobertas.
    - todas as indicações de aviso estão presentes e sem danos.

## 2.9.6 Colocação fora de serviço

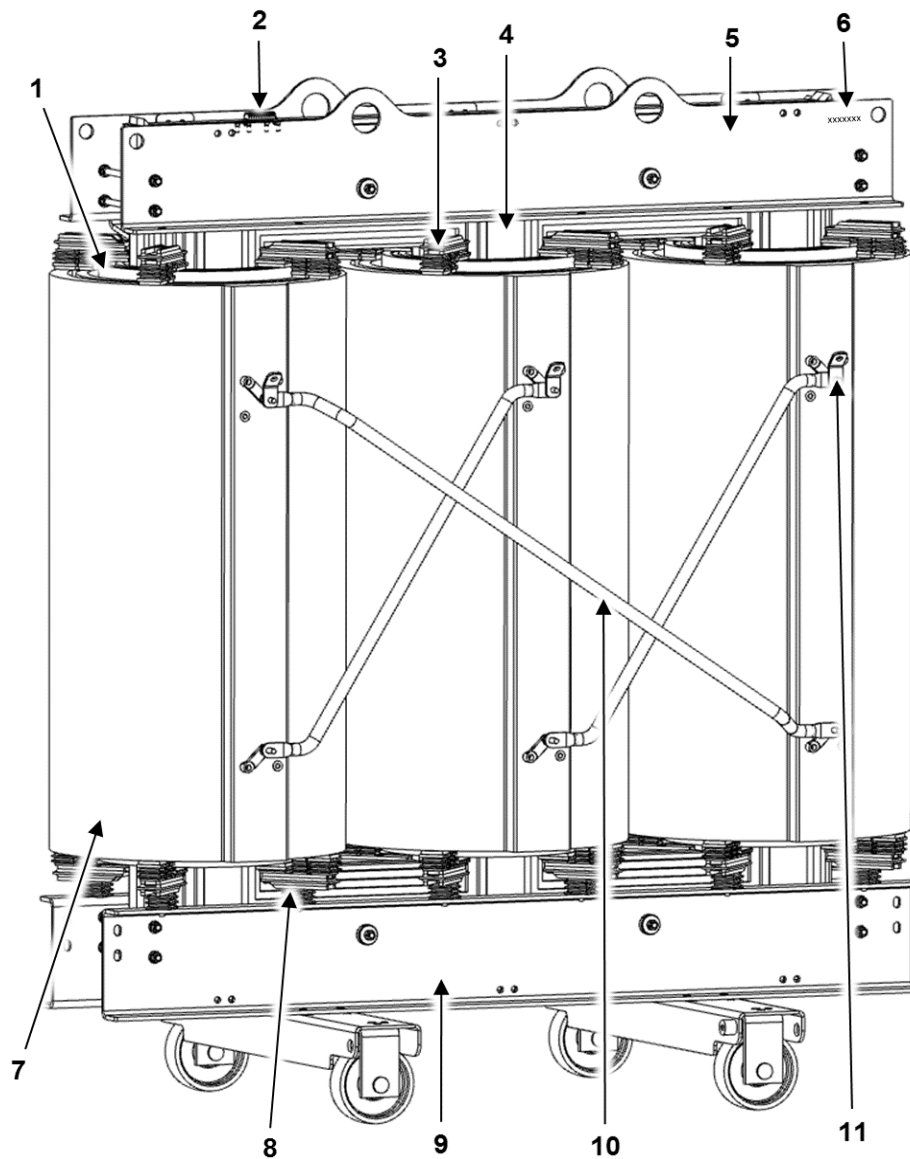
### - Informações gerais:

Durante toda a duração dos trabalhos aplique as cinco regras de segurança, a seguir também denominadas medidas de segurança, de acordo com a EN 50110-1 (capítulo "Trabalhos em tensão") na sequência indicada!

Essas regras são:

1. Separar completamente os circuitos de corrente principal e auxiliares
  2. Bloquear contra uma religação
  3. Verificar a ausência de tensão
  4. Ligar à terra e em curto-circuito
  5. Proteger contra as peças em tensão adjacentes e delimitar a zona de trabalho
- Antes de iniciar os trabalhos, certifique-se que as superfícies do transformador arrefeceram até uma temperatura inferior a 40 °C.
  - Observe as informações de segurança de "Transporte e montagem".

### 3 DESCRIÇÃO DO TRANSFORMADOR

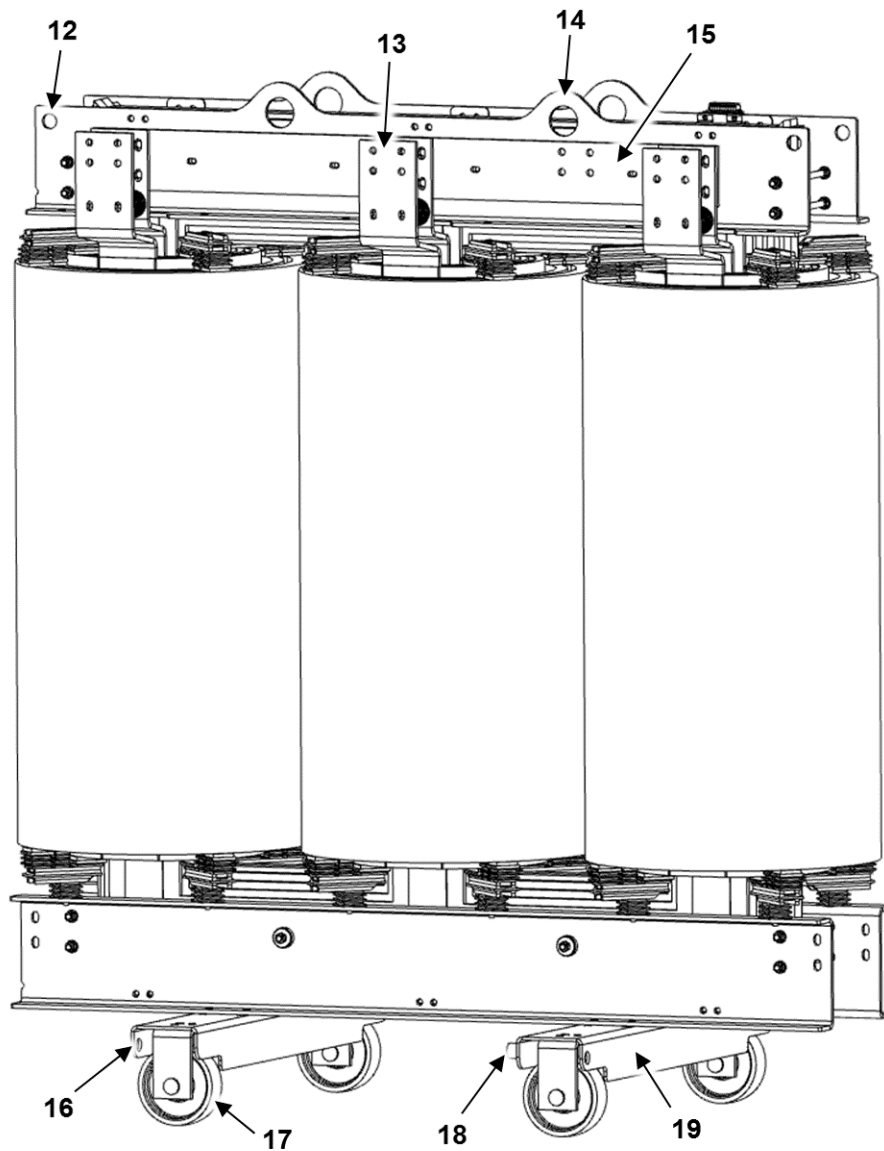


000004

Fig. 1: Lado da tensão máxima (OS) de um transformador padrão encapsulado em resina (exemplo)

1	Bobina de baixa tensão	6	Número de série do transformador
2	Placa de terminais ligação controlo da temperatura	7	Bobina de alta tensão
3	Bloco de suporte superior	8	Bloco de suporte inferior
4	Núcleo	9	Ferro de pressão inferior
5	Ferro de pressão superior	10	Conexões
		11	Ligação de alta tensão

#### Descrição do transformador



000005

Fig. 2: Lado da baixa tensão (US) de um transformador padrão encapsulado em resina (exemplo)

12 Olhais de amarração para o transporte	16 Olhais de tração para marcha longitudinal e transversal
13 Ligação de baixa tensão	17 Rodas, que podem ser alterados para marcha longitudinal e transversal
14 Olhais de elevação	18 Ligação à terra
15 Calha de ponto neutro (ligação N)	19 Chassis

Os transformadores são usados para transformar correntes alternadas.

#### Descrição do transformador

Os transformadores encapsulados em resina pertencem ao grupo de transformadores de tipo seco em conformidade com as normas internacionais (IEC 60076-11). Como meio de refrigeração é usado ar.

#### *Normas transformador*

As especificações técnicas e a forma construtiva orientam-se em termos gerais pela norma IEC 60076-11 ou a EN 50588-1 e por encomenda de acordo com a especificação do cliente.

Para transformadores, que sejam usados na União Europeia, aplica-se, além das normas já mencionadas, a partir de 01.07.2015 o regulamento 548/2014 da Comissão Europeia relativa à conversão da diretiva de conceção ecológica 2009/125/CE.

#### *Estrutura do transformador - breve descrição*

O núcleo do transformador consiste em placas magnéticas macias, laminadas a frio, de grãos orientados e isoladas entre si. A forma de cada uma das placas é selecionada de maneira que da sua disposição geométrica otimizada (denominada Step-Lap) resulte uma redução das perdas em vazio e do ruído do transformador.

As bobinas de baixa tensão são concebidas na forma de bobina de fita. A aplicação deste tipo em bobinas de baixa tensão aumenta a resistência a curto-circuito.

A característica particular dos transformadores encapsulados em resina reside nas bobinas de alta tensão, que estão encapsuladas totalmente em resina sob vácuo. Em comparação com transformadores de tipo seco convencionais alcança-se desta forma uma elevada resistência a tensão, curto-circuito e descarga parcial e uma menor sensibilidade a sobrecargas ambientais, como humidade e poeira.

Todos os outros detalhes técnicos estão visíveis, pois os transformadores encapsulados em resina não têm caleira ou podem ser consultados nos documentos a seguir mencionados.

#### *Estes documentos encontram-se no transformador*

Placa de características, esquema de comutações, placa com distribuição de bornes para a ligação do controlo da temperatura, tabela de binários de aperto ligações OS e US, esquema de elevação com especificação angular, 1 placa "Proibido tocar" com indicação adicional sobre distâncias mínimas para as bobinas OS, 1 logotipo SGB, 1 "Aviso de corrente elétrica", 2 placas de proibição de transporte por veículos de transporte de cargas

#### *Estes documentos podem ser solicitados novamente sob indicação do número de série do seu transformador.*

Desenho dimensional com lista de peças, protocolo de medição e verificação, documentos do fabricante relativo aos acessórios fornecidos pela SGB.

#### Descrição do transformador

## 4 INDICAÇÕES DE PLANEAMENTO

Os transformadores encapsulados em resina SGB cumprem, salvo disposição contratual em contrário, os seguintes requisitos em conformidade com a norma IEC 60076-11 e IEC 60076-1:

- Classe climática: C2
- Classe ambiental: E2
- Classe de incêndio F1
- Resistência a curto-circuito em conformidade com a norma IEC 60076-5

### 4.1 Condições no local

Salvo disposição contratual em contrário, são assumidas as seguintes condições locais pelos transformadores:

- O ar de refrigeração não é superior às seguintes temperaturas:
  - + 40 °C em nenhum momento
  - + 30 °C na média mensal do mês mais quente do ano
  - + 20 °C na média anual
- O ar de refrigeração não é inferior às seguintes temperaturas:
  - 25 °C na montagem de ar livre na caixa
  - 5 °C em transformadores de interior
- A altura de montagem fica a 1000 m acima do nível do mar.
- O local de montagem é um local de produção elétrico com chave.
- O espaço de montagem corresponde às normas de construção nacionais e locais e às normas contra incêndio de salas de transformadores. Caso não exista nenhuma destas normas, remete-se para as diretivas da CEI ou a DIN EN 61936-1.
- A superfície de montagem é plana, está limpa e é adequada ao peso do transformador.

Desta forma, o centro de gravidade de um transformador pode ser assumido na horizontal no centro da coluna do núcleo central. Se for montado em rodas, isso significa que cada roda suporta um quarto do peso do transformador.

Adições assimétricas, como suportes de um lado ou seccionadores de terra de um lado ou ventiladores, podem causar prolongamentos do centro de gravidade relativamente ao eixo longitudinal, que devem ser considerados.

#### *Superfície de montagem*

Tolerâncias das dimensões exteriores e da fundação:

As tolerâncias não devem ser acumuladas.

As tolerâncias das dimensões exteriores são nominais.

- Posição dos furos de montagem  $\pm 1.5$  mm
- A superfície não deve ser convexa.
  - Superfície de montagem plana no interior 2 mm por 1 m x 1 m

- Superfície de montagem nivelada em ambos os sentidos dentro de 1 mm/m (4'ARC)
- Desvio máximo permitido do nível 10 mm se o comprimento da fundação exceder 10 m

## 4.2 Referências normativas para requisitos do local de montagem

Os requisitos do local de montagem podem ser consultados nas seguintes normas.

Tenha em atenção que a lista aqui mencionada serve apenas de exemplo incompleto para a Alemanha e algumas das normas / regulamentos têm de ser substituídas ou complementadas localmente.

- IEC 60076-11 (transformadores encapsulados em resina)
- IEC 60076-1 (transformadores elétricos)
- Anexo C da norma IEC 60076-11 - pode ser consultado para a configuração da ventilação
- DIN EN 50110-1 (Funcionamento de instalações elétricas)
- DIN EN 61936-1 (Instalações de corrente intensa com tensões alternadas nominais acima de 1kV - Parte 1: Disposições gerais)
- DIN EN 50522 (ligação à terra de instalações de corrente intensa com tensões alternadas nominais acima de 1kV)
- DIN VDE 0141 (ligações à terra para instalações de corrente intensa especiais com tensões nominais acima de 1kV)
- DIN VDE 0100 (construção de instalações de baixa tensão)
- DIN VDE 0100-718 (construção de instalações de baixa tensão – requisitos das instalações elétricas, salas e instalações especiais. Parte 718: instalações para multidões)
- Elt Bau VO (regulamento relativo à construção de salas de controlo para instalações elétricas)
- Arb.Stätt. VO (disposições do decreto sobre locais de trabalho)
- Ruído TA (guia para a proteção contra carga acústica)

## 4.3 Informações importantes sobre transformadores

Considere o seguinte:

- Os transformadores encapsulados em resina SGB destinam-se exclusivamente a serem usados em instalações elétricas fechadas à chave.
- Ao montar numa célula de transformador, respeite a natureza estrutural prescrita por lei para o espaço.
- Respeite sempre as distâncias mínimas de isolamento
  - dos condutores sob tensão e das bobinas das peças ligadas à terra!
  - dos condutores das bobinas e das outras peças sob tensão do transformador!

Pode consultar estas distâncias no "perímetro de segurança" presente no desenho dimensional do transformador, no capítulo *Montagem capítulo 8.1* deste manual ou as distâncias decapado-decapado da norma DIN EN 60076-3.

**Ao planear qualquer tipo de trabalho perto dos transformadores, tenha em atenção que o "perímetro de segurança" não especifica os limites da zona de perigo no âmbito da DIN EN 50110-1, mas apenas a distância necessária para um funcionamento sem falhas.** A zona de aproximação e de perigo pode ser consultada no anexo A da norma mencionada anteriormente.

- As **bobinas** dos transformadores encapsulados em resina **não possuem proteção contra contacto**, apesar do isolamento em resina fundida. Trata-se de um isolamento funcional. **Este isolamento não protege contra correntes perigosas em caso de contacto ou contra choques elétricos durante uma aproximação.** Tome medidas de segurança para impedir a entrada na zona de perigo das bobinas! Ao planear e executar as medidas de segurança, **trate as bobinas como peças sob tensão desprotegidas!**
- Os transformadores encapsulados em resina SGB podem ser montados **não podem ser montados em zonas EX** sem medidas adicionais!
- Tome medidas para que a **sala do transformadores não possa ficar debaixo de água.**
- Os **transformadores encapsulados em resina SGB** apresentam o grau de proteção IP00 e estão indicados para a **instalação interior.** **Na montagem ao ar livre** utilize uma caixa com o **tipo de proteção mínimo IP23C.**

## RECOMENDAÇÃO

---

Apesar de os transformadores normalmente cumprirem os requisitos da classe climática e ambiental C2 e E2 da norma IEC 60076-11, em condições climatéricas desfavoráveis podem formar-se substâncias estranhas nas bobinas. Recomendamos, por isso, equipar a caixa **durante a montagem ao ar livre** com um **aquecimento anti-condensação.**

---

- Caso o transformador seja operado num caixa perto de uma parede e o lado virado para a parede tiver orifícios de ventilação: **Entre o lado da caixa e a parede do edifício deverá existir uma distância mínima de 30 cm.**

## RECOMENDAÇÃO

Para uma melhor ventilação e acesso, recomendamos que aumente a distância para 40 cm.

### 4.4 Comportamento / compatibilidade eletromagnética

Em conformidade com a norma IEC 60076-11 (*secção 4.3*), os transformadores têm de ser considerados como elementos passivos relativamente à radiação eletromagnética e imunidade a interferências. No planeamento de instalações elétricas adjacentes a locais de acesso geral, tenha em atenção que existe um risco elevado para portadores de implantes ou pacemakers. A intensidade do campo magnético em redor de um transformador depende da sua potência, tensões, tensão de curto-circuito e distância. Um transformador com  $S=3$  MVA,  $u_k=6\%$ ;  $OS=20$  kV;  $US=690$  V com uma frequência de rede de 50 Hz alcança a uma distância de 5 m um campo magnético de  $10\ \mu\text{T}$  de intensidade. Estes valores aplicam-se exclusivamente para o transformador e não para a influência de outros componentes nos arredores.

### 4.5 Ventilação das salas de transformadores

#### ATENÇÃO

##### Fissuração nos enrolamentos!

O ar de arrefecimento soprado diretamente sobre os enrolamentos pode causar fissuras no enrolamento devido à extrema diferença de temperatura.

- Não sopre o ar de arrefecimento diretamente sobre os enrolamentos quentes.

O local de instalação deve estar equipado com **ventilação e arejamento adequados**. A operação do transformador gera perdas na forma de calor que têm de ser dissipadas. As perdas totais do transformador consistem em perdas em vazio e a perdas de curto-circuito à temperatura de serviço. A temperatura de serviço é a soma da temperatura ambiente e do aquecimento permitido. Providencie sempre a abertura de entrada do ar de alimentação na parte inferior e com uma altura máxima até ao início do enrolamento US. Isto promove o efeito chaminé e a circulação do fluxo de ar na conduta entre os enrolamentos.

A configuração da ventilação num local arejado de forma natural está descrito na norma IEC 60076-11 Anexo C.

Para **locais com ventilação forçada** é necessário adotar a quantidade de ar necessária com 3,2 metros cúbicos por Kilowatt de perdas num minuto.

**No modo AF (refrigeração forçada com ar) considere um maior dissipação de potência!** As perdas são sobre proporcionais à corrente e entram no cálculo de forma quadrada. Por exemplo, no modo AF com 140% de

#### Indicações de planeamento



potência, as perdas de curto-circuito aumentam num fator de 1,96 e têm de ser dissipadas em conformidade:  
 $(140\% / 100)^2 = 1,96$

#### 4.6 Controlo da temperatura

A temperatura tem influência direta na vida útil do transformador. Para impedir um envelhecimento prematuro do isolamento e temperaturas excessivas perigosas, a temperatura do transformador tem de estar sempre a ser controlada durante o funcionamento.

A norma SGB prevê a supervisão de 2 temperaturas de reação nominais (a seguir denominadas NAT).

NAT para aviso é a temperatura na qual foi alcançado o aquecimento de carga nominal prolongado. Qualquer outro aumento das carga é evitado devido à redução da vida útil do transformador.

Na NAT para disparo é ultrapassada a temperatura limite do sistema de isolamento. Há risco de prejudicar a estabilidade dimensional dos sistemas de isolamento. Este estado operacional não é permitido no modo permanente e deve estar limitado a casos de emergência. Para todos os outros casos recomendamos a desconexão do transformador.

Os termístores ou resistências PT100 são colocadas em bobinas de subtensão. As cores das linhas de alimentação identificam a NAT dos termístores.

A placa de terminais para a ligação das cadeias de termístores com os dispositivos de disparo encontra-se geralmente nos ferros de pressão superiores. Perto encontra-se um autocolante com a distribuição de bornes. Por exemplo:

Fig. 3  
 Exemplo da distribuição de bornes no modelo padrão do controlo da temperatura



Podem ser supervisionadas temperaturas para aviso (terminais 1 e 4) e disparo (terminais 5 e 8).

As unidades de libertação opcionalmente disponíveis são concebidas para instalação em armários de controlo.

No caso de unidades concebidas para um funcionamento puramente de curto prazo inferior a 10 minutos, o controlo da temperatura não é absolutamente necessário.

## 5 EMBALAGEM

### ATENÇÃO

#### Corrosão por formação de condensação!

Se ocorrer um armazenamento prolongado em embalagem, pode formar-se condensação. Isto provoca a corrosão do zinco (ferrugem branca).

- Desembalar o transformador logo após a entrega.
- Se ocorrer um armazenamento prolongado, colocar o transformador numa caixa de madeira. Ou utilize película com silicagel para impedir a formação de condensação.
- Colocar os transformadores encapsulados em resina o mais depressa possível em funcionamento, no mínimo sem carga.

Os transformadores encapsulados em resina são resistentes à humidade natural do ar.

O transporte de curta duração em veículos com cobertura não requer embalagem especial.

Para transportes mais longos podem ser colocadas coberturas em película ou podem ser usadas caixas de madeira ou contentores.

Em casos particulares aplica-se o acordo correspondente entre cliente o fabricante.

Se for necessária uma embalagem de película, proceda da seguinte forma:

- Coloque as coberturas de película de forma a evitar o seu deslize durante o transporte!
- Corte a película na zona dos olhais de elevação e fixe-a com fita-cola, para não ter de fazer cortes adicionais num outro transbordo!
- Remover imediatamente a película após a entrega do transformador.
- No caso de um armazenamento prolongado, colocar o transformador numa caixa de madeira.
- Para um armazenamento prolongado em película, providencie uma ventilação traseira na embalagem ou utilize silicagel, para impedir a formação de condensação. Sem estas medidas não é permitido um armazenamento prolongado em película.

*Se necessário, peça aconselhamento sobre a seleção da melhor embalagem.*

## 6 TRANSPORTE

---

Esta secção fornece indicações sobre cargas e descargas, transporte do transformador com um camião e verificações na receção da mercadoria. Salvo acordo em contrário, as disposições das normas IEC 60076-11 e IEC 60076-1. são aplicáveis.

### 6.1 Transporte com a grua

#### 6.1.1 Elevação do transformador

#### AVISO

##### Perigo devido a cargas suspensas!

A carga é muito pesada.

O desrespeito pode ter como consequência a morte ou ferimentos graves!

- Nunca permaneça sob cargas suspensas!
- Nunca conduza cargas suspensas por cima de pessoas!

#### AVISO

##### Perigo devido ao aparelho de elevação que parte!

O desrespeito pode ter como consequência a morte ou ferimentos graves!

Um aparelho de elevação inadequado pode partir.

Utilize um aparelho de elevação de 4 cordas do mesmo tamanho, o qual:

- esteja dimensionado para o peso da instalação a ser elevado.
- não esteja danificado.
- apresente a marcação de um centro de inspeção independente.

Fixe o aparelho de elevação simultaneamente em todos os quatro olhais de elevação.

Observar o ângulo de alargamento máximo permitido do aparelho de elevação.

## ⚠ AVISO

### Perigo devido ao arranque dos olhais de amarração!

O desrespeito pode ter como consequência a morte ou ferimentos graves!

Os olhais de amarração não são adequados para a elevação do transformador e podem arrancar-se.

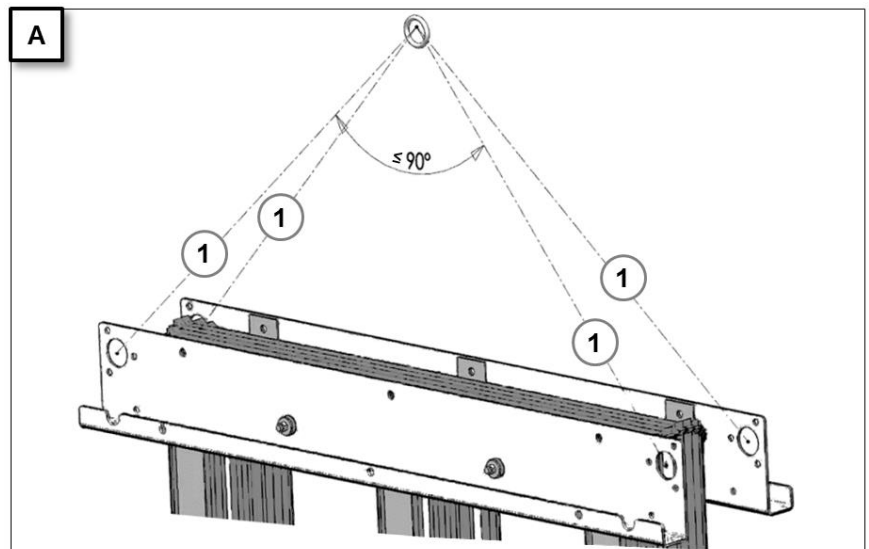
- Observe os diferentes olhais de elevação nos diferentes tipos de ferro de pressão.

Fixe o aparelho de elevação em todos os olhais de elevação de forma que o **ângulo de alargamento do aparelho de elevação** chegue a um máximo de 90°!

#### Modelo A

1 Olhais de elevação ou olhais de amarração

✓ Elevação autorizada



#### Modelo B

1 Olhais de elevação

✓ Elevação autorizada

2 Olhais de amarração



Elevação proibida

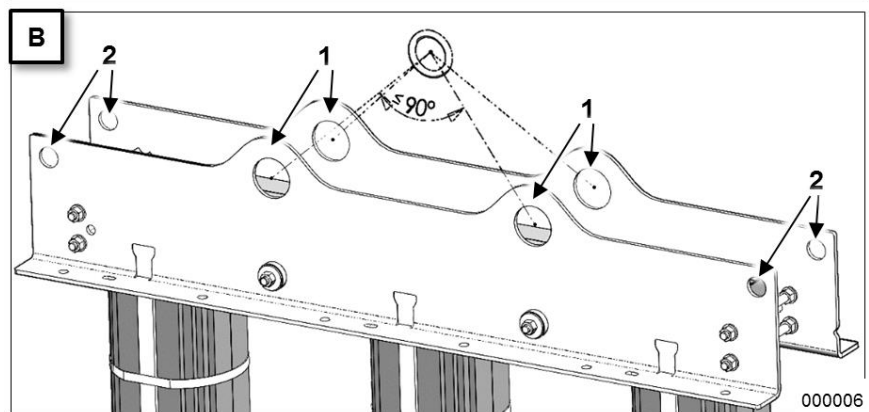


Fig. 4: Modelos diferentes dos olhais de elevação

No modelo A, os olhais de elevação servem simultaneamente como olhais de amarração.

No modelo B, os olhais servem exclusivamente como olhais de amarração (2). A elevação é absolutamente proibida!

Levante o carga para o seu local de destino. Durante o processo, evite elevar e pousar de forma repentina!

## 6.1.2 Levantar transformador com caixa

### ⚠ AVISO

#### Risco de queda! Risco de tropeçar!

O desrespeito pode ter como consequência a morte ou ferimentos graves!

O teto da caixa

- apresenta locais ocultos onde tropeçar.
- pode estar escorregadio, por ex. devido a condensação.

Utilize proteção anti queda!

Verifique a acessibilidade do degrau antes de pisá-lo!

O teto da caixa pode ser transitado com limitações devido à resistência mecânica. Apenas pode ser pisado por uma única pessoa com um peso máximo de 90 kg para a fixação do aparelho de elevação ou para a execução de trabalhos de montagem no transformador ativado e ligado à terra.

1 Olhais de elevação  
Transformador ligado à caixa



Elevação autorizada

2 Olhais de elevação SÓ para  
caixa

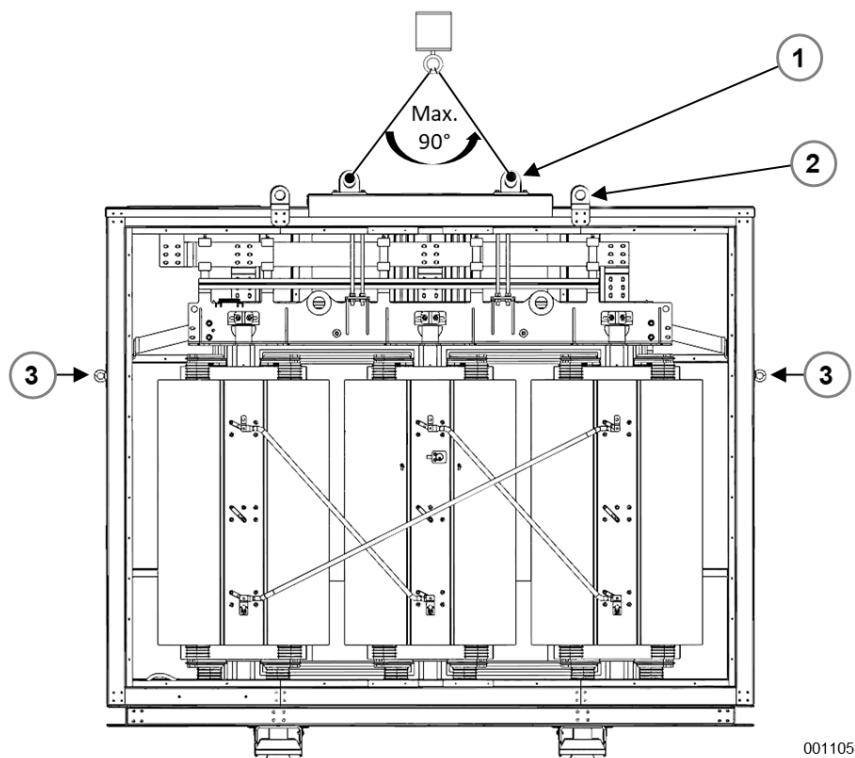


Elevação do transformador  
proibida

3 Olhais de amarração



Elevação proibida



001105

Fig. 5: Transformador com caixa [exemplo]

## PERIGO

### **Carga que cai!**


O desrespeito terá como consequência a morte ou ferimentos graves!

Os olhais de elevação na caixa não foram concebidos para o peso do transformador.

Se um transformador com uma caixa fixada ao chassis do transformador for levantado pelos olhais de elevação da caixa, o transformador cairá.

- Utilize os olhais de elevação no transformador para levantar o transformador juntamente com a caixa.
- Utilize os olhais de elevação da caixa apenas para levantar o teto da caixa.

Para içar a o transformador em conjunto com a caixa, utilize os olhais de elevação presentes no transformador!

 Os pontos de elevação (2) no teto do compartimento que não estejam ligados ao transformador só podem ser utilizados para elevar o teto.

Os olhais de elevação (1) opcionalmente disponíveis no telhado da caixa, que estão ligados ao transformador por um dispositivo de elevação e são adequados para içar o transformador com a caixa, são mostrados no desenho dimensional.

## AVISO

### **Perigo de queda de carga!**

O desrespeito pode ter como consequência a morte ou ferimentos graves!

Se o dispositivo de elevação estiver mal fixado, o transformador com caixa pode cair. As uniões roscadas podem desapertar-se durante o transporte.

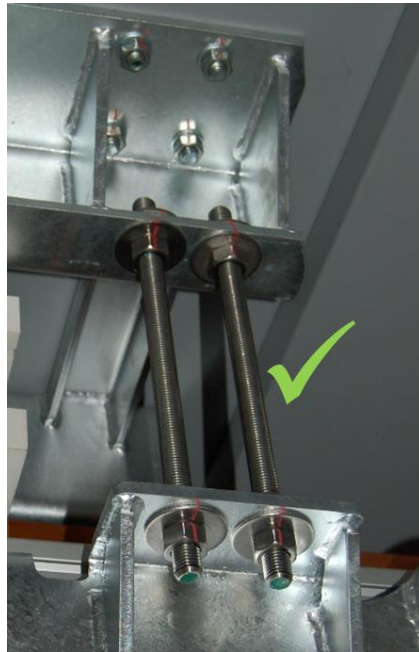
- Verifique se as marcas de cor nas uniões roscadas do dispositivo de elevação ainda estão intactas antes de içar o transformador.
- Se as marcas de cor forem danificadas, então reapertar as uniões roscadas com o binário correto.
- Em caso de parafusos soltos ou perda de material de aparafusamento, voltar a fixar os parafusos com arruelas de fecho.

	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>
<b>Binário de aperto [Nm]</b>	80	70	200	135	375	175

Tabela 1

<sup>1</sup>A2A-8.8

<sup>2</sup>A2-70



Marcas de cor intactas



União roscada desapertada

Fig. 6: Dispositivo de elevação para transformador e caixa

## PERIGO

### Perigo devido a arco voltaico ou choque elétrico!

O desrespeito terá como consequência a morte ou ferimentos graves!

Levantar ou pousar com brusquidão pode danificar a instalação.

- Evite levantar ou pousar com movimentos bruscos!
- Não ligar transformadores danificados!
- Antes da colocação em funcionamento, verificar o posicionamento do transformador na caixa para obter as folgas mínimas entre os condutores vivos e os enrolamentos para as partes ligadas à terra.

Levante o carga para o seu local de destino. Durante o processo, evite elevar e pousar de forma repentina!



## 6.2 Transporte em rodas

### 6.2.1 Montagem das rodas no chassis

#### **⚠ AVISO**

##### **Aviso de inclinação do transformador!**

O transformador é muito pesado.

O desrespeito pode ter como consequência a morte ou ferimentos graves!

Proteja o transformador durante a montagem das rodas contra inclinação! Para tal, coloque vigas de madeira por baixo do chassis, que

- sejam mais altas do que as rodas.
- consigam suportar o peso do transformador.

Apoia em caso de uma caixa fixada no chassis o transformador no chassis. A caixa não pode suportar o peso do transformador.

As quatro rodas estão indicadas para a montagem no sentido longitudinal e transversal.

A montagem num outro sentido (por ex. inclinada) é proibida, pois não está de acordo com a finalidade nem é segura!

- 1 Cavilha de imobilização
- 2 Furo de imobilização para o sentido longitudinal
- 3 Furo de imobilização para o sentido transversal
- 4 Olhal de tração

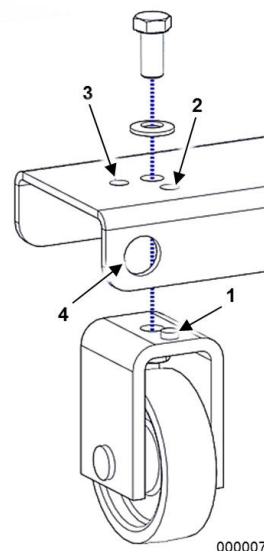


Fig. 7 : Fixação das rodas no chassis

#### **Execução:**

1. Levante o transformador de forma que as rodas possam ser montadas por baixo do chassis.
2. Segure o transformador para não tombar.

3. Monte as quatro rodas tal como ilustrado na figura anterior. Todas têm de estar viradas para o mesmo sentido de marcha.
4. Para tal, posicione a cavilha de imobilização (1) no furo pretendido (3, 4).
5. Prenda a ligação apertando o parafuso sextavado M16! O binário de aperto sem lubrificante é 135 Nm. Se as rodas forem maiores, deverá usar um outro parafuso M16 em vez das cavilhas de imobilização. A este aplica-se o mesmo binário de aperto.
6. Remova as proteções anti-inclinação e pouse o transformador.

## 6.2.2 Rodas do transformador

### **AVISO**

#### **Aviso de inclinação do transformador!**

O transformador é muito pesado.

O desrespeito pode ter como consequência a morte ou ferimentos graves!

- Faça o transformador rolar exclusivamente no sentido longitudinal ou transversal!
- Não faça curvas!

### **ATENÇÃO**

#### **Possibilidade de danos no transformador!**

Se empurrar ou puxar outras partes do transformador para além do chassis, há uma grande probabilidade de provoca danos.

Ao fazer rolar o transformador, preste atenção para que a transmissão da força se faça apenas no chassis!

O transformador está equipado com olhais de tração (ver *Fig. 7*) e só pode ser puxado por eles.

Se for necessário empurrar, respeite o seguinte:

- a força apenas deve ser transmitida para o chassis sem empurrar outras peças!
- dessa forma, a proteção anticorrosiva (pintura) não pode ser danificada!

Coloque os acessórios de lingagem nos dois olhais de tração, que correspondem ao sentido de marcha pretendido e puxe o transformador para o local determinado.

Para mudar o sentido da marcha, pouse o transformador com uma grua no novo sentido da marcha ou altere o sentido das rodas motrizes.

### 6.3 Transporte com empilhador

#### AVISO

##### Aviso de inclinação do transformador!

O transformador é muito pesado.

O desrespeito pode ter como consequência a morte ou ferimentos graves!

O uso incorreto do empilhador pode levar a acidentes graves e danos nos componentes da instalação.

É estritamente preciso que preste atenção aos seguintes pontos:

- O transporte só é autorizado para transformadores com versão “Elevação com empilhador”.
- A elevação é autorizada apenas com proteções anti inclinação corretamente posicionadas.
- Utilize apenas empilhadores capazes de transportar o peso do transformador.
- Certifique-se de que o ponto de gravidade da carga se encontra no meio entre os garfos.
- Coloque a carga sempre até ao batente em cima dos garfos e incline o garfo para trás.
- Fixe sempre a carga frágil que tem a tendência de inclinar.
- Se necessário, utilize sapatas acessórias nos garfos para assegurar a fixação segura e a proteção da carga.
- Nunca transporte mais de uma carga.
- Certifique-se de que não se encontra nenhuma pessoa na área de perigo.
- Conduza sempre com a carga abaixada.
- Conduza sempre com a carga direcionada para a subida. Isso aplica-se para as subidas e descidas.

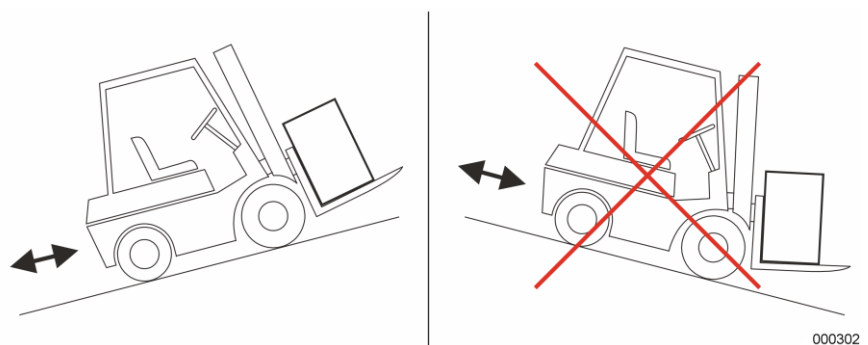


Fig. 8: Subida/descida do empilhador

- Ajuste sempre a velocidade de condução para que, se surgir um perigo ou obstáculo inesperado, seja possível parar na distância mais curta possível.
- Respeite o ângulo de inclinação de  $> 0^\circ$  e  $\leq 5^\circ$ .



000435

Fig. 9: Ângulo de inclinação para o transporte com empilhador

### 6.3.1 Proteção anti inclinação para o transporte com empilhadores

#### **⚠ AVISO**

##### **Aviso de inclinação do transformador!**

O transformador é muito pesado.

O desrespeito pode ter como consequência a morte ou ferimentos graves!

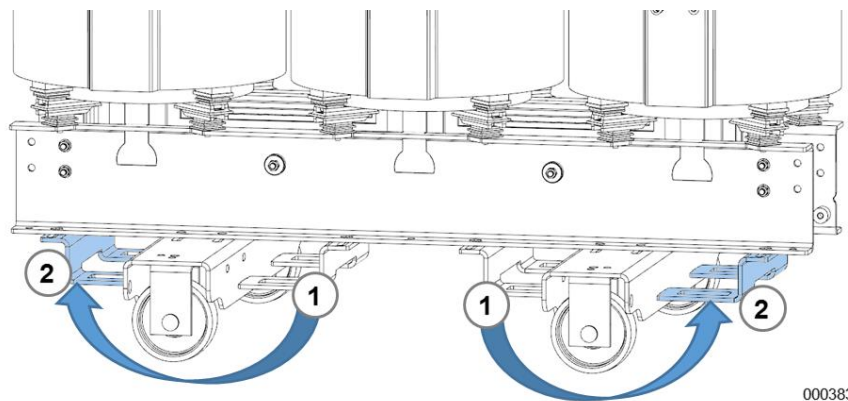
Ao elevar com um empilhador no ferro de prensar, o transformador pode tombar.

- Antes de elevar, verifique o posicionamento correto das proteções anti inclinação nos pontos de fixação do empilhador no ferro de prensar.
- Nunca instale uma proteção anti inclinação no interior e a outra no exterior. Monte sempre as duas proteções anti inclinação no interior ou no exterior.
- Se as proteções anti inclinação estiverem posicionadas incorretamente, coloque os perfis de aço nos pontos de fixação do empilhador. Preste atenção ao binário de aperto correto.

Perfis de aço são montados no ferro de prensar e no chassi como proteção anti inclinação para o transporte com empilhador. As proteções anti inclinação podem ser montadas no interior ou no exterior do chassi, conforme necessário.

Nunca instale uma proteção anti inclinação no interior e a outra no exterior!

- 1 Posição do chassi interior
- 2 Posição do chassi exterior



000383

Fig. 10: Posições das proteções anti inclinação

**Binários de aperto para uniões rosçadas da proteção anti inclinação da classe de resistência 8.8:**

Tamanho da rosca	Binário de aperto
M10	45 Nm
M12	80 Nm
M16	200 Nm

## 6.4 Requisitos aplicáveis aos veículos de transporte e ao acondicionamento de cargas

Observar o regulamento de carga 02.04.90-03.002 da SGB GmbH ao carregar e fixar as mercadorias a transportar. Pode solicitar a versão atual das instruções de carregamento em qualquer altura.

Salvo condições de transporte especiais acordadas previamente, **o veículo de transporte para transformadores de  $\leq 10$  t tem de respeitar os cinco requisitos aqui enumerados, para além dos requisitos legais:**

- suspensão pneumática
- tipo de construção fechado (veículo coberto)
- carregável por cima (a estrutura ou a lona têm de ser desmontadas temporariamente)
- para cada transformador transportado usar, pelo menos, quatro cintas de amarração (conforme a DIN EN 12195-2) e quatro tapetes antiderrapantes de pelo menos 8 mm de espessura
- ter olhais de amarração suficientes (mínimo quatro por transformador)

Durante o transporte, certifique-se de que os valores para acelerações de 1 G ( $\cong 10\text{m/s}^2$ ) especificados na norma IEC 60076-11 não são excedidos em todas as direções. Quaisquer taxas mais elevadas devem ser comunicadas na fase de oferta.

Ao selecionar os veículos de transporte e a sua quantidade, tenha em atenção que os transformadores apenas podem ser carregados na longitudinal em direção de marcha e apenas numa fila. Um carregamento transversal ou em várias filas não é permitido por motivos técnicos e de segurança da carga.

Um transporte dos transformadores em veículos sobre carris está associado a elevadas acelerações e, salvo acordado previamente em contrato, não é permitido devido ao elevado risco de danos.

### ATENÇÃO

Para amarrar **utilize os quatro olhais de amarração previstos ao mesmo tempo!**

Uma amarração diretamente por cima de vão ou de outros elementos construtivos não é permitida e provocará muito provavelmente danos.

Amarre o transformador ao carregá-lo para um veículo de transporte de acordo com as instruções da norma DIN EN 12195-1 ou de acordo com o regulamento válido no local.

## 6.5 Verificações na receção da mercadoria

Verifique se o material entregue **está completo** com base na guia de remessa.

Faça uma **verificação visual** ao material entregue **antes de descarregar**.

### ► Nota

Se forem detetados danos no transformador, na caixa, nas peças soltas ou se faltar material:

1. Não descarregue.
2. **Documente** quaisquer **danos** ou peças em falta encontradas **na nota de entrega** da empresa transportadora. Registe os danos no transformador (ou quaisquer acessórios) e na chapa de características com **fotografias**.
3. **Contacte a SGB GmbH** para dar seguimento ao sucedido. Contacte o departamento **GTV-Service** (GTVS).

Na verificação visual preste atenção ao seguinte:

- Danos na pintura (por ex. lascas, riscos profundos)
- Danos no núcleo, como pontas dobradas e a tocar-se ou pacotes de chapas caídos (identificável pela pintura em falta ou de outra cor).
- Danos no isolamento (por ex. lascas nas bobinas de resina fundida, depressões nos conectores de comutação).
- Deslize das bobinas, identificável pela disposição muito assimétrica relativamente ao núcleo ou pelas bobinas inclinadas.

As figuras ilustram exemplos de danos:



Fig. 11:  
Não permitido! Isolamento deformado de uma ligação do circuito



Fig. 12:  
Não permitido! Fragmentação da superfície por golpe violento na ligação do circuito



Fig. 13:  
Não permitido!  
Pontas deste garfo estão muito dobrados ou tocam-se



Fig. 14:  
Em ordem.  
Pequenas irregularidades da superfície e na sua coloração

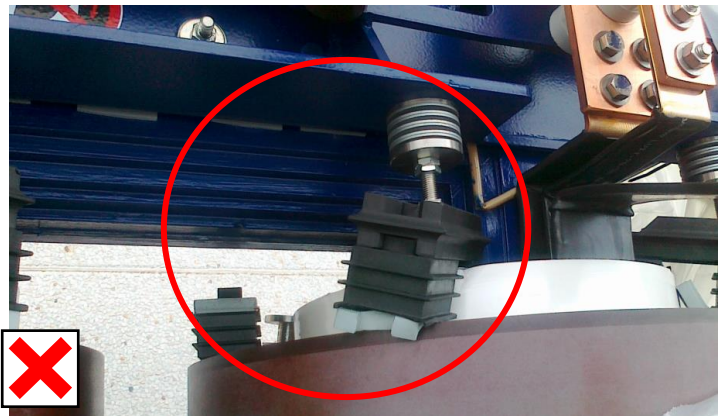


Fig. 15:  
Não permitido!  
As bobinas estão tortas. Reconhecível por apoios inclinados.

Se não forem detetados danos, pode descarregar o transformador.  
Proceda como descrito em *capítulo 6.1 Transporte com a grua.*



## 7 ARMAZENAMENTO

Salvo acordo em contrário, as disposições das normas IEC 60076-11 e IEC 60076-1. são aplicáveis.

### ATENÇÃO

#### Corrosão por formação de condensação!

Se ocorrer um armazenamento prolongado em embalagem, pode formar-se condensação. Isto provoca a corrosão do zinco (ferrugem branca).

- Desembalar o transformador logo após a entrega.
- Se ocorrer um armazenamento prolongado, colocar o transformador numa caixa de madeira. Ou utilize película com silicagel para impedir a formação de condensação.
- Colocar os transformadores encapsulados em resina o mais depressa possível em funcionamento, no mínimo sem carga.

### ATENÇÃO

Os transformadores e a caixa **nunca devem ser guardados em locais com sal, ácidos nem lixívias!** Isso pode provocar depósitos e danos no transformador ou na caixa.

**Embale** os transformadores **antes do armazenamento** tal como descrito na *capítulo 5* .

Observe as indicações de armazenamento no manual do fabricante das peças de fixação, por exemplo ventilador.

Guarde os transformadores num **ambiente**, que cumpra os seguintes requisitos:

- **Seco e protegido do tempo** (local coberto com uma humidade máx. do ar de 93%)
- Atmosfera não corrosiva e não explosiva
- **Temperatura ambiente superior a -25 °C** (pode ser diferente do acordado)

## 8 MONTAGEM

A montagem do transformador deve ser realizada num local que esteja em conformidade com as descrições no capítulo *capítulo 4*.

O transporte para o local de instalação é efetuado de acordo com o modelo do transformador:

- com a grua (ver *capítulo 6.1*)
- em rodas (ver *capítulo 6.2*)
- com o empilhador (ver *capítulo 6.3*)

### 8.1 Montagem do transformador

#### PERIGO

##### **Perigo devido a arco voltaico ou choque elétrico!**

O desrespeito tem como consequência a morte, ferimentos graves ou a destruição da instalação!

No posicionamento do transformador respeite os distâncias mínimas de isolamento

- dos condutores sob tensão e das bobinas das peças ligadas à terra!
- dos condutores das bobinas e das outras peças sob tensão do transformador!

*U<sub>m</sub> é a tensão máxima para meios de produção*

*LI é o nível de teste para tensão de raio de eixo sólido*

##### **Respeite sempre as distâncias mínimas de isolamento**

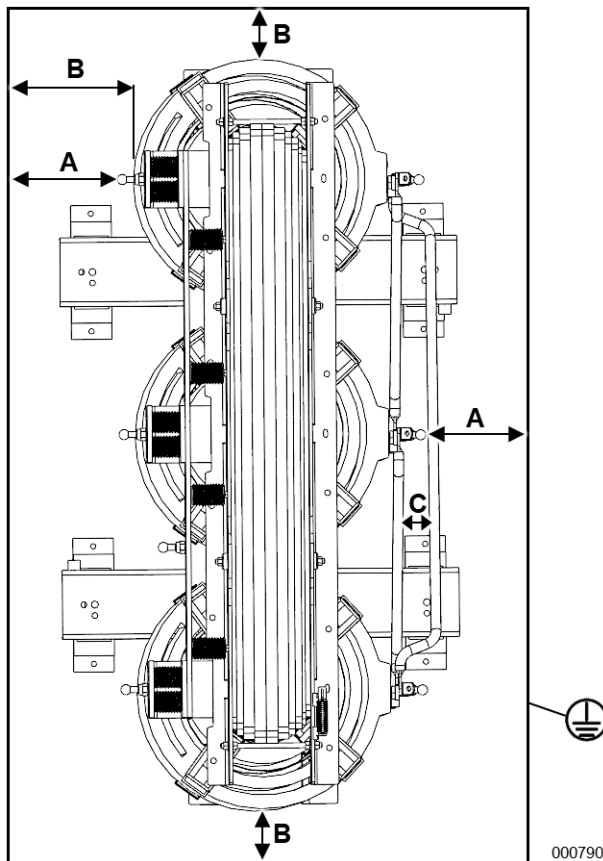
- dos condutores sob tensão e das bobinas das peças ligadas à terra!
- dos condutores das bobinas e das outras peças sob tensão do transformador!

As distâncias mínimas de isolamento baseiam-se na altura de instalação acima do nível do mar e nos valores U<sub>m</sub>/ LI da respetiva bobina.

Observe as distâncias mínimas de ar também ao passar os cabos.

Observe as distâncias mínimas de ar, mesmo quando a unidade está instalada na caixa.

Distâncias mínimas de isolamento / distâncias mínimas para peças condutoras com ligação à terra:



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: Distância liso - liso  
 B: Distância liso - isolado  
 C: Distância isolado - isolado

Fig. 16: Esquema das distâncias mínimas de isolamento para peças condutoras com ligação à terra

Todos os valores aplicam-se a alturas de instalação ≤ 1000 m acima do nível do mar!

- Nenhuma das distâncias mínimas de isolamento indicada pode ser ultrapassada!
- Se tiver 2 valores à escolha, terá de escolher sempre o valor relativo à distância maior!

As distâncias mínimas de isolamento também estão indicadas no desenho dimensional como perímetro de segurança.

Ao planear qualquer tipo de trabalho perto dos transformadores, tenha em atenção que o "perímetro de segurança" não especifica os limites da zona de perigo no âmbito da DIN EN 50110-1, mas apenas a distância

necessária para um funcionamento sem falhas. A zona de aproximação e de perigo pode ser consultada no anexo A da norma mencionada anteriormente.

## 8.2 Remoção de embalagens e proteções de transporte

Retire as embalagens e as proteções de transporte existentes tal como, por exemplo, os apoios diagonais identificados. Observe, para isso, o desenho dimensional do transformador.

## 8.3 Postura segura na estação

Na estação mantenha uma postura segura.  
Para isso, fixe, opcionalmente, os rodízios existentes.  
Ao aplicar elementos dos fricção no isolamento de ruído estrutural execute um posicionamento exato.

### AVISO

#### **Aviso de inclinação do transformador!**

O transformador é muito pesado.  
O desrespeito pode ter como consequência a morte ou ferimentos graves!

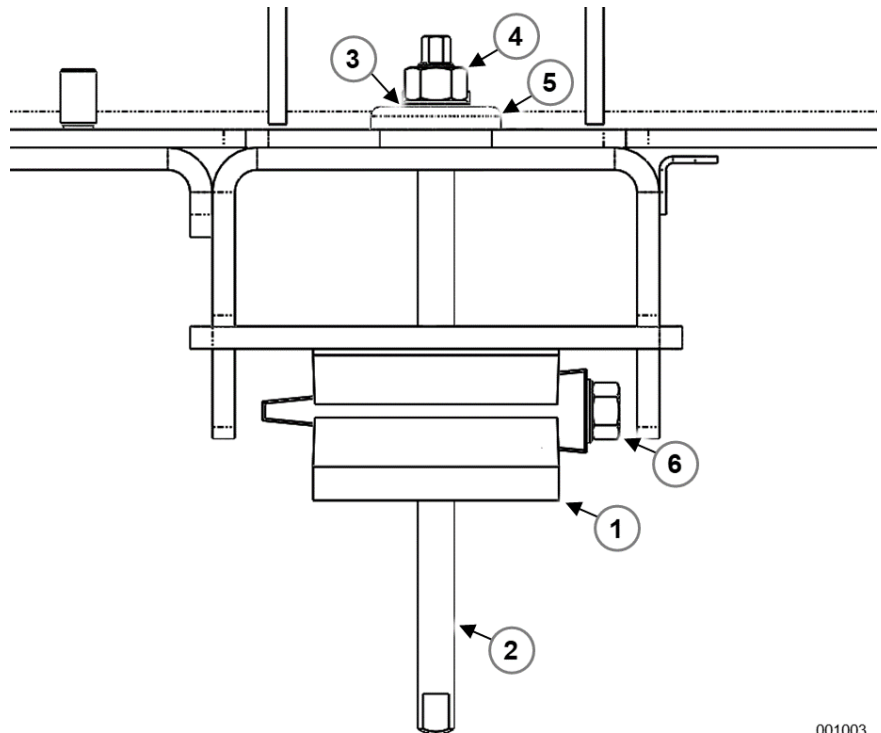
Proteja o transformador durante a montagem dos elementos de rolamento contra inclinação! Para tal, coloque vigas de madeira por baixo do chassi, que

- sejam mais altas do que as rodas.
- consigam suportar o peso do transformador.

## Amortecedor de vibrações

Os amortecedores de vibrações estão disponíveis com ou sem fixação ao solo.

- 1 Amortecedor de vibrações
- 2 Parafuso roscado
- 3 Anilha
- 4 Porca
- 5 Pastilha isolante RONKAP
- 6 Parafuso para nivelar



001003

Fig. 17: Amortecedor de vibrações com fixação ao solo



### Nota

No caso de fixação ao solo, consulte o fabricante da cola antes de montar o amortecedor de vibrações para a profundidade de perfuração necessária, o diâmetro do rolamento e o tipo de cola que melhor se adapta às condições do solo do local de instalação!

1. Levante o transformador para que os amortecedores de vibrações possam ser montados por baixo do chassis.
2. Proteja o transformador contra tombar.
3. Monte os amortecedores de vibrações no chassis com parafusos e anilhas M16.
4. Para a fixação ao solo, fazer quatro furos na área desejada. Consulte o desenho do transformador para as distâncias exatas de rolamento. Utilize as dimensões recomendadas pelo fabricante da cola para profundidade e diâmetro de perfuração.
5. Verta a cola para os rolamentos perfurados.
6. Levante o transformador e coloque-o sobre os quatro orifícios preparados na posição desejada.

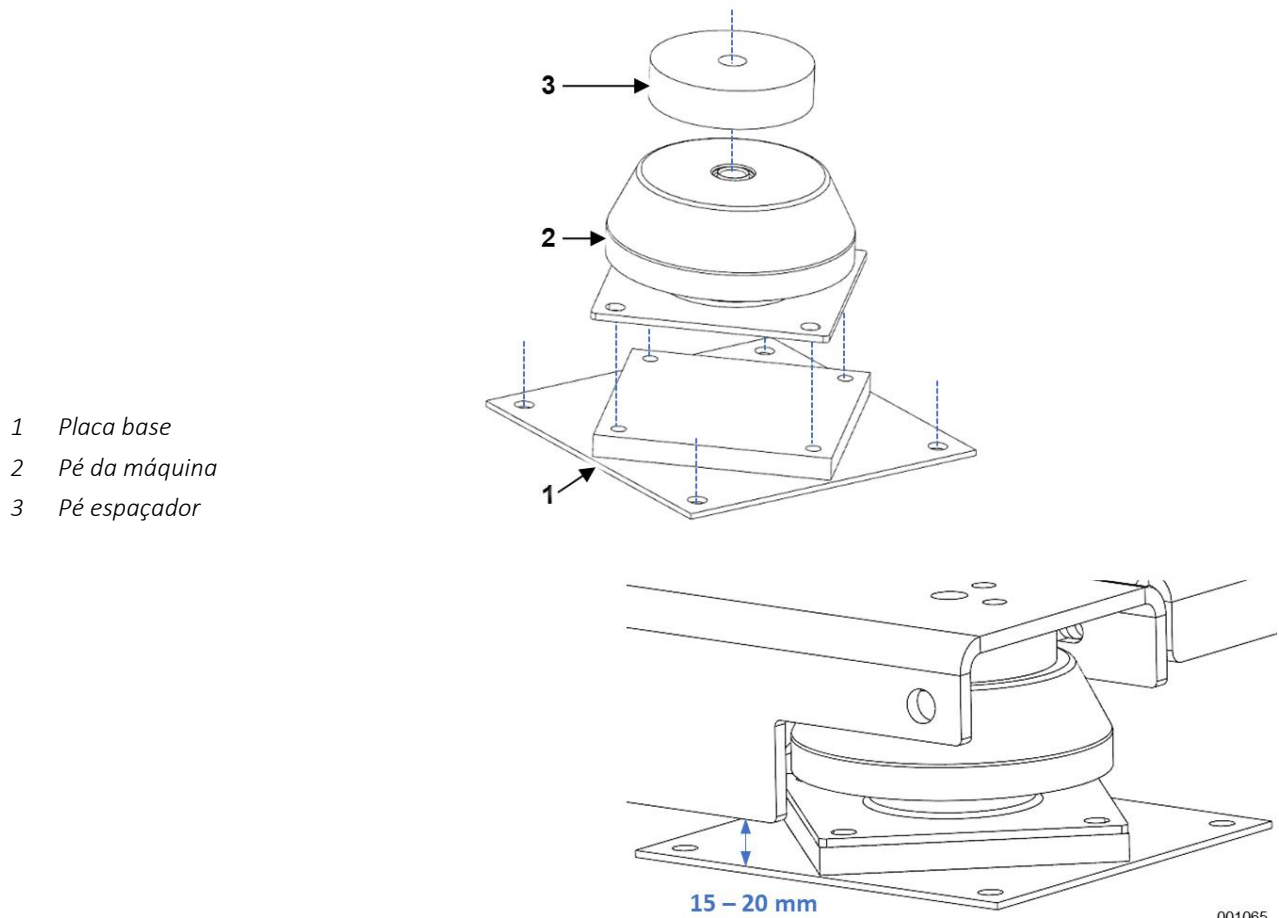
## Montagem

► **Nota**

A maneira mais fácil de nivelar a altura dos amortecedores de vibrações é ajustá-los de cima para baixo, e não vice-versa. Certifique-se de que o parafuso (6) está completamente aparafusado.

7. Estenda ao máximo os amortecedores de vibrações.
8. Baixe o transformador cuidadosa e uniformemente até ao chão.
9. Ajuste a altura dos amortecedores de vibrações com o parafuso (6) e a ajuda de um nível de bolha de ar até que o transformador esteja nivelado.
10. Aperte e fixe as porcas (4) com um torque de **26 Nm**.
11. Marque as posições das porcas com uma caneta à prova de água.

*Pés da máquina*

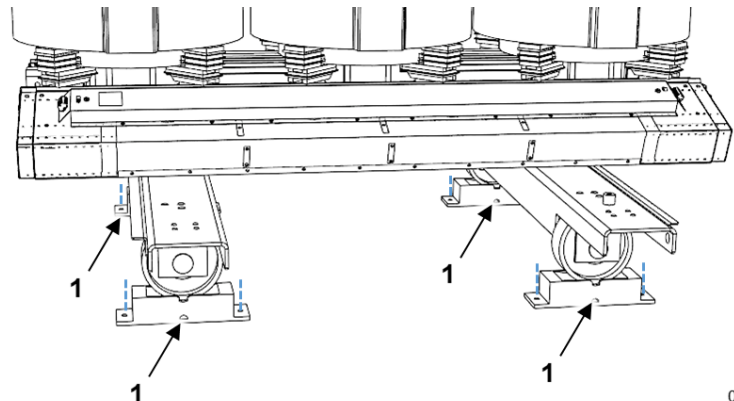


**Fig. 18: Pé da máquina**

Os pés da máquina devem ser fixados no chão. Mantenha uma distância de 15 - 20 mm entre o bordo inferior do chassis e as peças fixadas ao solo (placa base, parafusos de ancoragem, etc.).

## Rolamento do transformador

### 1 Rolamento do transformador



001088

Fig. 19: Rolamento do transformador

Os rolamentos de apoio devem ser bem aparafusados à placa base. Certifique-se de que os rolos estão no ponto mais baixo da cuba.

Se não for possível aparafusar, os rolamentos também podem ser guiados através de um ferro em U na direção transversal para evitar que se desloquem lateralmente. Os rolamentos devem então ser fixados de vagar no sentido longitudinal por meio de parênteses.

Os rolamentos não devem ser soldados em nenhuma circunstância, pois caso contrário a ligação de borracha e metal será danificada pelo calor que ocorre.

## 8.4 Montar as peças que foram desmontadas para fins de transporte

Tire as peças desmontadas para fins de transporte, como patilhas de união, caixas de comando etc. da embalagem monte-as.

A observação da documentação do fornecedor ou da documentação separada de fabricantes terceiros de peças complementares e acessórios.

## 8.5 Montar a caixa

Se tiver sido fornecida uma caixa, desmonte-a de acordo com os esquemas fornecidos e **fixe-a para não deslizar** durante a montagem no chão. Respeite as distâncias mínimas de isolamento (*capítulo 8.1*).



## ⚠ PERIGO

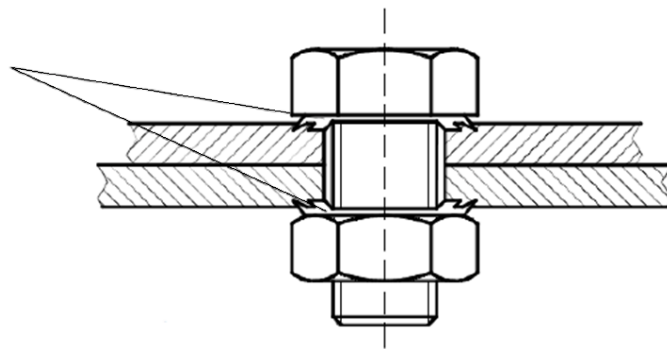
### Aviso de choque elétrico!

O desrespeito terá como consequência a morte ou ferimentos graves! Se os componentes da caixa estiverem incorretamente ligados, a caixa não está corretamente ligada à terra e não é segura ao toque. Podem ocorrer correntes corporais perigosas ou relâmpagos elétricos quando os componentes entram em contacto uns com os outros.

- Sempre que dois componentes metálicos estejam ligados, as anilhas de contacto SN 70093 devem ser utilizados em pelo menos duas uniões roscadas.

O contacto entre componentes individuais de chapa metálica deve ser feito por meio de anilhas de contacto dentadas. Para o efeito, substitua as anilhas por anilhas de contacto dentadas SN 70093 em pelo menos duas uniões roscadas sempre que dois componentes metálicos estejam ligados.

*Monte as anilhas de contacto de tal forma que os dentes penetrem na peça a aparafusar e criem um contacto metálico.*



000741

Fig. 20: União roscada com anilha de contacto SN 70093

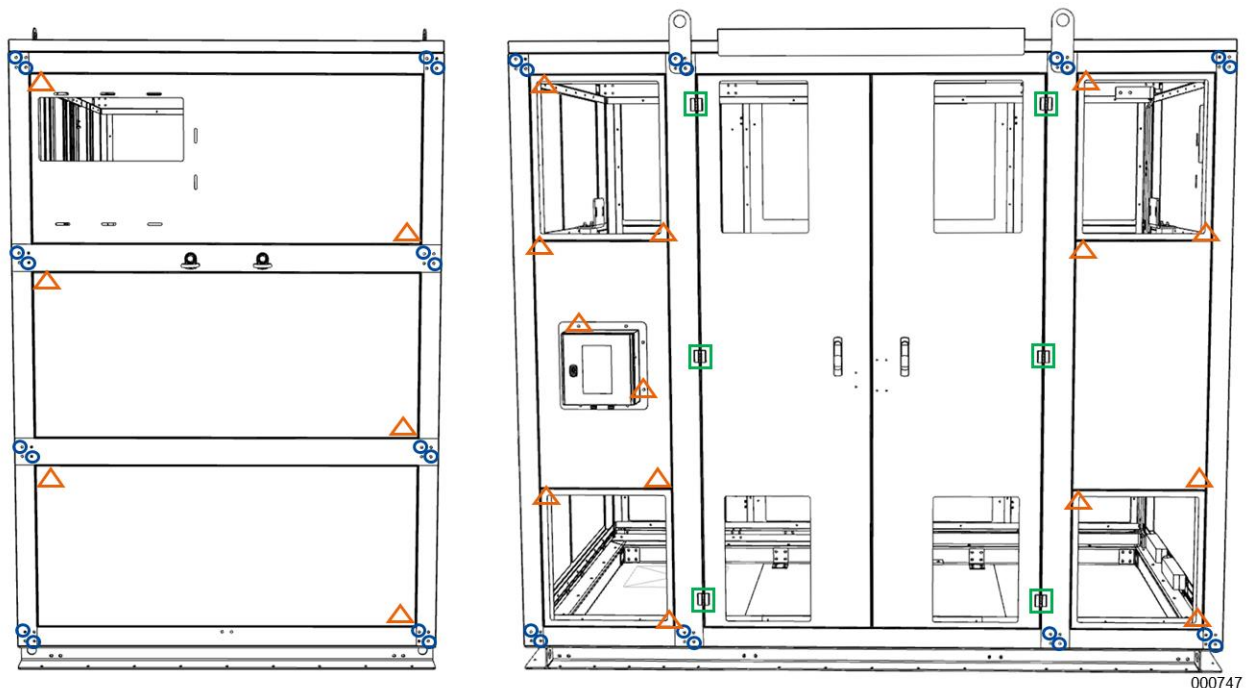


Fig. 21: Posição das anilhas de contacto SN 70093 [exemplo]

- Ao ligar duas partes da estrutura de suporte, substitua as anilhas por anilhas de contacto SN 70093 em pelo menos duas uniões roscadas
- △ Para cassetes de ventilação, painéis laterais, painéis de base, possivelmente peças adicionais (por exemplo, caixa de interruptores), incluir anilhas de contacto SN 70093 para pelo menos duas uniões roscadas à estrutura de suporte
- Ligação à terra das portas com dobradiças de terra e anilha de contacto

Caso a caixa seja montada perto da parede e o lado virado para a parede tenha orifícios de ventilação:

Entre o **lado da caixa e a parede do edifício** deverá existir uma distância mínima de 30 cm.

### RECOMENDAÇÃO

Para uma melhor ventilação e acesso, recomendamos que aumente a distância para 40 cm.

## 8.6 Perigo de sujidade entre montagem e colocação em funcionamento

Se entre a montagem e a colocação em funcionamento existe um intervalo no qual exista **risco de sujidade**, por ex. devido ao pó no local de construção, **proteja o transformador** tal como descrito em *capítulo 5 Embalagem*.

## 9 COLOCAÇÃO EM FUNCIONAMENTO

---

Não são permitidas processos de ligar e desligar diretamente sucessivas. Entre os processos de comutação deve existir um período de pelo menos um minuto.

Cada operação de comutação envolve um risco de danos, pelo que o número recomendado de 24 operações de comutação por ano de acordo com IEC 60076-11 não deve ser excedido.

Durante **toda a duração** dos trabalhos aplica-se a seguinte indicação de segurança:

### PERIGO

#### **Perigo devido a choque elétrico!**

O desrespeito terá como consequência a morte ou ferimentos graves!

Durante todos os trabalhos aplique as cinco regras de segurança de acordo com a EN 50110-1 (capítulo "Trabalhos em tensão") na sequência indicada!

Essas regras são:

1. Separar completamente os circuitos de corrente principal e auxiliares
2. Bloquear contra uma religação
3. Verificar a ausência de tensão
4. Ligar à terra e em curto-circuito
5. Proteger contra as peças em tensão adjacentes e delimitar a zona de trabalho

Após a conclusão dos trabalhos:

Cancele o estado estabelecido pela aplicação das medidas de segurança conforme as normas válidas no local ou, se não existir, anule as cinco medidas de segurança anteriormente mencionadas na sequência inversa.

Ligue apenas quando tiver autorização!

---

## AVISO

### Descarga devido a corpos estranhos!

O desrespeito pode ter como consequência a morte ou ferimentos graves.

Na ligação, os corpos estranhos nas superfícies do transformador podem causar danos nas bobinas, uma descarga e um incêndio.

- Certifique-se de que as superfícies do transformador não estejam sujas e que não foram depositados objetos estranhos.
- Remova o pó de metal e a poeira presentes em qualquer superfície do transformador.
- Não coloque ferramentas, parafusos e peças metálicas em cima do transformador durante o trabalho.
- Certifique-se de que a caixa e outros componentes da instalação não estejam sujos e que não permaneçam objetos estranhos.

## CUIDADO

### Perigo de queimaduras se tocar em superfícies quentes!

O desrespeito pode causar ferimentos.

Antes de iniciar os trabalhos, certifique-se que as superfícies do transformador arrefeceram até uma temperatura inferior a 40 °C, para evitar queimaduras por contacto.

## 9.1 Preparação

1. Instalar o transformador como descrito em *capítulo 8*.
2. Estabeleça as ligações à terra do transformador no respetivo sistema e verifique a ligação.
3. Controle se não há impurezas e corpos estranhos (por exemplo, parafusos, ferramentas, lascas de metal, etc.) em qualquer superfície do transformador, como nos e entre as bobinas, nos canais de refrigeração e entre as bobinas e o núcleo. Se necessário, limpe e retire os elementos estranhos.  
Nas bobinas de alta tensão não devem existir outros autocolantes para além das designações de tomada de corrente e de fase.
4. Verifique se as bobinas e o bloco de suporte superior assentam com firmeza: As bases de borracha têm de estar esmagadas e o bloco de suporte superior tem de assentar com firmeza.  
Se necessário, aumente a pressão de compressão do bloco de suporte superior apertando a porca de ajuste.

### Colocação em funcionamento

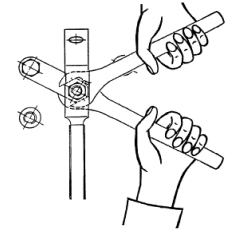
## 9.2 Binários de aperto

### ATENÇÃO

#### Danos das bobinas de alta tensão!

Compense o binário de aperto, apertando ou desapertando as uniões roscadas nas patilhas de comutação, segurando-as com uma chave de bocas, veja esquema do lado direito.

Desta forma, impede danos nas bobinas.



Unições roscadas	Materiais	Tamanhos da rosca - Binários de aperto sem adição de lubrificantes [em Nm]									
		M8		M10		M12		M16		M20	
		A2A <sup>1</sup>	A2 <sup>2</sup>	A2A	A2	A2A	A2	A2A	A2	A2A	A2
Calha de rejeição / ligação	Cobre/cobre Cobre/ alumínio <sup>3</sup> Alumínio/ alumínio	-	-	40	40	70	70	140	140	280	280
Tampões de comutação OS / tomadas de encaixe	Cobre/ alumínio/ latão	10	10	20	20	35	35	-	-	-	-
Aparelho de proteção contra sobretensões		Dependente do fabricante do aparelho de proteção contra sobretensões									
Ponto fixo esfera Ø20/25/30	Ponto fixo esfera / cobre / alumínio	-	-	-	-	80	70	-	-	-	-
Suporte do ventilador	Aço/aço	-	-	-	-	80	70	-	-	-	-
Aço com aço	Aço/aço	25	20	50	40	80	70	200	135	375	175
Com arruela de pressão da cunha	Aço/aço	-	-	50	40	70	45	175	105	340	175
Parafusos de poliamidas		5				-	-	-	-	-	-
Ligação à terra	Terminal do cabo/aço	20	20	50	40	80	70	-	-	-	-

Tabela 2 - Binários de aperto

<sup>1</sup>A2A-8.8

<sup>2</sup>A2-70

<sup>3</sup> utilizar uma chapa de alumínio revestida de cobre

#### Colocação em funcionamento

Verifique todas as ligações elétricas e, se necessário, corrija os binários de aperto. Certifique-se que as ligações de cabos não transmitem forças mecânicas às ligações do transformador.

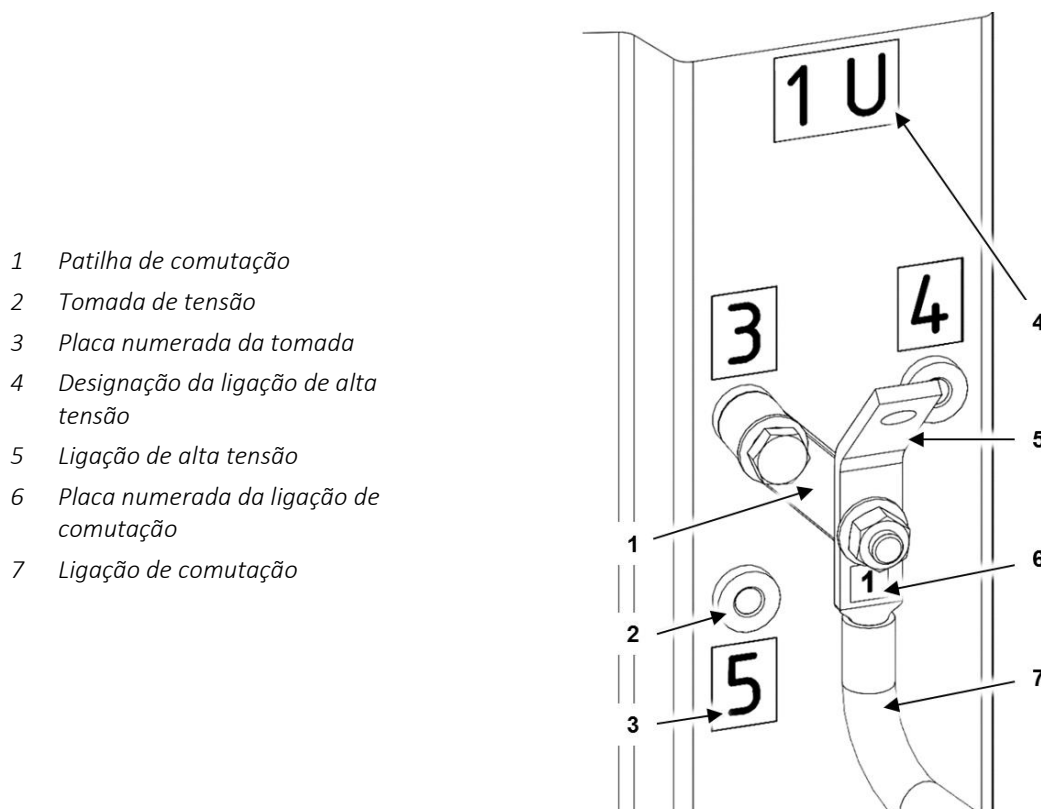
### 9.3 Mudança de corrente

Salvo acordado em contrário, os transformadores encapsulados em resina SGB são equipados com patilhas de comutação para a mudança de corrente.

A mudança de corrente realiza-se no estado sem tensão através da ligação de conectores de comutação com tomada de tensão correspondente na bobina.

As eventuais tensões e as combinações de comutação correspondentes são ilustradas no esquema de comutações. O esquema de comutações encontra-se no garfo superior do transformador, no lado com as patilhas de comutação.

Para selecionar a corrente pretendida, as patilhas de comutação têm de ser ligadas nas uniões triangulares com as respetivas tomadas de tensão numeradas, tal como indicado no esquema.



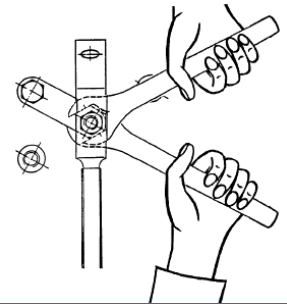
000179

Fig. 22: Estrutura de uma ligação de comutação OS

## ATENÇÃO

### Danos das bobinas de alta tensão!

Compense o binário de aperto, apertando ou desapertando as uniões roscadas nas patilhas de comutação, segurando-as com uma chave de bocas, veja esquema do lado direito. Desta forma, impede danos nas bobinas.



Ao mudar de corrente proceda da seguinte forma:

Altere as patilhas de comutação individualmente, sem mudar a posição das ligações de comutação!

1. Solte a união roscada dos conectores das patilhas de comutação **(1, 7)**.
2. Desenrosque o parafuso de fixação da tomada de tensão /tomada de ligação **(2)**.
3. O ponto de rotação da ligação dos conectores das patilhas de comutação **(1, 7)** não deve estar situado acima de uma tomada de derivação/ligação livre.
4. Remova a camada de óxido invisível, má condutora das superfícies de contacto, polindo as superfícies metálicas lisas. Preste atenção para que não reste poeira de metal em nenhuma superfície do transformador.
5. Empurre a patilha de comutação por cima da tomada de ligação agora selecionada **(2)** e aperte-a com o parafuso removido anteriormente. Tenha em atenção que, no caso de compostos alumínio-cobre entre as superfícies de contacto é anexada uma anilha em chapa de alumínio laminada a cobre! Neste caso, a o lado laminado a cobre deve fixar na ligação de cobre.
6. Aperte novamente a união roscada do conector da patilha de comutação com o binário necessário (ver *capítulo 9.2*).

#### ▶ Nota

Se as torneiras de tensão não utilizadas estiverem protegidas por tomadas de cobertura, retire-as durante a mudança de tensão e fixe-as à torneira de tensão que ficou livre.

## 9.4 Ligações de fase

### PERIGO

#### Perigo devido a arco voltaico ou choque elétrico!

O desrespeito tem como consequência a morte, ferimentos graves ou a destruição da instalação!

Na instalação dos cabos respeite os distâncias mínimas de isolamento

- dos condutores sob tensão e das bobinas das peças ligadas à terra!
- dos condutores das bobinas e das outras peças sob tensão do transformador!

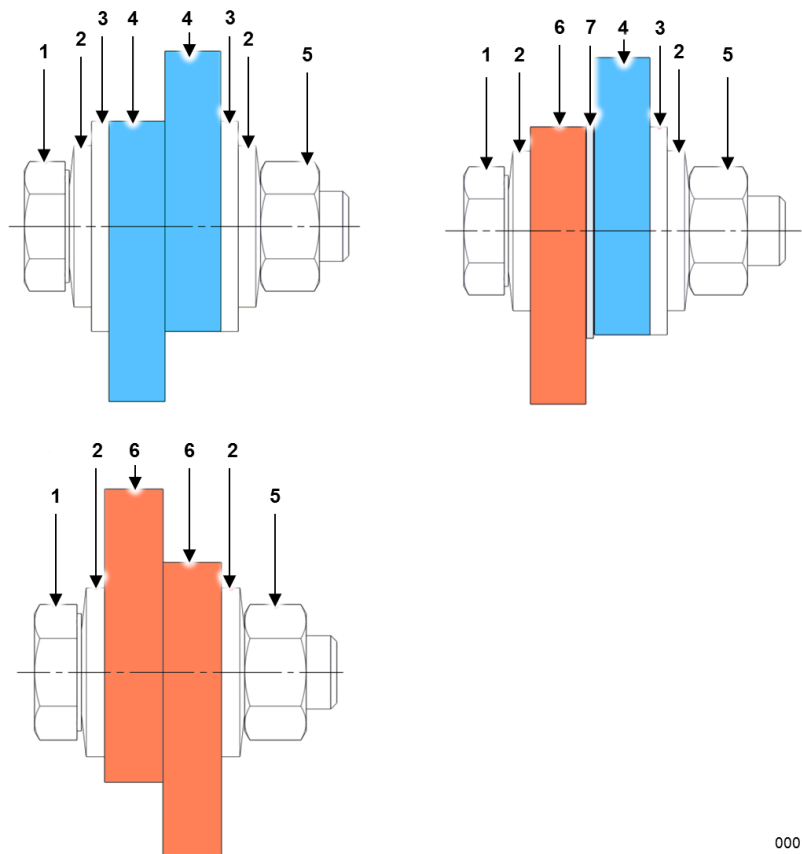
Ver também secção 8.1, página 42

Ligue as **ligações de fase de acordo com o esquema de comutações**. Com isto podem ser preparadas as ligações elétricas do transformador, tanto em alumínio como em cobre.

- Ao encaminhar os condutores, certifique-se que as **ligações do transformador** não são sujeitas a cargas mecânicas.
- Para evitar corrosão no local de passagem, **coloque uma chapa de alumínio laminada a cobre entre as superfícies de contacto de cobre-alumínio**. Neste caso, a o lado laminado a cobre deve fixar na ligação de cobre.
- **Remova a camada de óxido** má condutora **das superfícies de contacto**, polindo as superfícies metálicas lisas. Repita este procedimento após a abertura do contacto. Preste atenção para que não reste poeira de metal em nenhuma superfície do transformador.
- Do lado de alumínio da ligação é necessário anexar adicionalmente à união roscada uma anilha conforme a ISO 7093.  
A estrutura principal de uniões roscadas elétricas está ilustrada na seguinte figura.



- 1 Parafuso ISO 4014 / 4017
- 2 Disco de aperto DIN 6796 / ISO 10670
- 3 Anilha ISO 7093
- 4 Anilha em alumínio (representada a azul)
- 5 Porca ISO 4032
- 6 Calha de cobre (representada a castanho)
- 7 Chapa de alumínio laminada a cobre



000178

Fig. 23: Estrutura principal união roscada ligações elétricas (vista de corte)

#### Colocação em funcionamento

## 9.5 Controlo da temperatura

### ⚠ AVISO

#### Perigo de incêndio!

O desrespeito pode ter como consequência a morte ou ferimentos graves!

Uma sobrecarga do transformador e um envelhecimento prematuro do sistema de isolamento pode provocar um incêndio!

Nunca troque os termístores por outros com temperaturas de reação nominais superiores.

### ⚠ AVISO

#### Aviso de choque elétrico!

O desrespeito pode ter como consequência a morte ou ferimentos graves!

Pode ser aplicada uma alta tensão aos sensores de temperatura em caso de falha, por exemplo, no caso de um evento de sobretensão com amplitudes de tensão fora dos níveis de isolamento especificados.

- Providencie dispositivos de proteção contra surtos adequados (por exemplo, aparelhos de proteção contra sobretensões, fusíveis de alta tensão, etc.) mais próximo possível da régua de bornes do transformador. Observe as especificações correspondentes do fabricante do dispositivo de proteção.

#### Ligue os sensores do controlo de temperatura às respetivas entradas do aparelho de controlo da temperatura.

Verifique o funcionamento dos sensores mediante a interrupção dos circuitos de sensores para cadeias de CTP ou mediante a leitura dos valores atuais da temperatura para outros tipos de sensor.

Programa o aparelho de controlo da temperatura para as temperaturas de reação nominais. Se utilizar um controlo de temperatura sem sensores CTP, solicite os valores de aviso e disparo à SGB GmbH. Este passo não é necessário em controlos de temperatura realizados com termístores de CTP.

*Cabo de fibra ótica (FOC)*

### ATENÇÃO

#### Danos nos cabos de fibra ótica!

As sondas de medição e os cabos de extensão são feitos de material de vidro, que é frágil.

Por isso é estritamente preciso que preste atenção aos seguintes pontos:

#### Colocação em funcionamento

Conduzir os cabos de fibra ótica para o armário de controlo. Deixar uma folga suficiente no condutor para evitar forças de tração que possam danificar os condutores. Observar as seguintes regras na colocação dos sensores de fibra ótica:

- Não torcer nem retorcer os cabos de fibra ótica, especialmente durante o desenrolamento e o enrolamento.
- A sonda de medição está localizada na extremidade do cabo de fibra ótica. É muito sensível e deve ser protegida contra danos mecânicos durante a colocação e a instalação.
- Não dobrar ou colar os últimos 20 a 30 mm da sonda perto da ponta.
- Não arrastar ou colocar o cabo de fibra ótica sobre objetos com arestas vivas.
- Não exercer pressão sobre o cabo de fibra ótica, especialmente sobre a ponta da sonda.
- Ao ligar ou desligar uma sonda, utilizar sempre a parte metálica do conector e não o tubo preto macio.
- Raio de curvatura mínimo a longo prazo de cerca de 8 mm Este é o raio mínimo que deve ser mantido antes que o condutor se possa partir numa determinada posição após muitos meses ou anos.
- Raio de curvatura mínimo para evitar a interferência de ondas de luz de cerca de 130 a 150 mm. Evitar um grande número de curvas inferiores a 130 mm. Os cabos de fibra ótica são enrolados em placas de suporte especiais, sendo assim assegurado um raio de curvatura ótimo da fibra ótica.
- As instruções para a configuração do aparelho de avaliação podem ser obtidas junto do departamento de vendas ou de assistência técnica da SGB GmbH. Não é possível garantir a compatibilidade dos sensores de fibra ótica utilizados com aparelhos de avaliação diferentes dos recomendados pela SGB GmbH.
- Se o cliente efetuar uma extensão dos cabos de fibra ótica já instalados, certifique-se de que utiliza sensores compatíveis (ligações, comprimento de onda, etc.).

A transmissão do sinal dos cabos de fibra ótica é medida antes da entrega do transformador para garantir que os sensores não apresentam falhas.

## 9.6 Ventilador

### AVISO

#### Ferimentos graves!

O desrespeito pode ter como consequência a morte ou ferimentos graves!

Cabelos compridos, roupas largas e joias ficam presas e são puxadas para dentro do ventilador. Ferimentos graves nas mãos.

- Certifique-se de que o ventilador esteja separado do circuito de corrente e bloqueado contra uma religação.
- Não ligue o ventilador antes que ele seja instalado corretamente na caixa e tenha sido testado.
- Use luvas de proteção quando trabalhar em pás do rotor.
- Não use roupa solta ou larga ou joias quando trabalhar em peças rotativas.
- Proteja o cabelo comprido com uma touca.

Se existirem ventiladores:

- Observe a documentação do fornecedor do fabricante terceiro para o ventilador.
- Verifique a instalação mecânica (por exemplo, a hélice gira sem tocar na caixa? Os binários de aperto dos parafusos estão corretos?).
- Verifique a direção correta de rotação do ventilador.
- Verifique a função do comando.

## 9.7 Distâncias mínimas de isolamento

### PERIGO

#### Perigo devido a arco voltaico ou choque elétrico!

O desrespeito tem como consequência a morte, ferimentos graves ou a destruição da instalação!

No posicionamento do transformador respeite as distâncias mínimas de isolamento

- dos condutores sob tensão e das bobinas das peças ligadas à terra!
- dos condutores das bobinas e das outras peças sob tensão do transformador!

Verifique as distâncias mínimas de isolamento entre os condutores e a ligação à terra, entre as superfícies das bobinas e a ligação à terra e entre condutores com tensões diferentes. Corrija se necessário!

As distâncias mínimas de isolamento para altura de instalação  $\leq 1.000$  m do nível do mar podem ser consultadas na tabela na *capítulo 8.1*.

Observe as distâncias mínimas de ar também ao passar os cabos.

#### Colocação em funcionamento

## 9.8 Verificações antes da ligação

Antes da ligação certifique-se que são cumpridas as seguintes condições:

- Não há impurezas e corpos estranhos (por exemplo, parafusos, ferramentas, lascas de metal, etc.) em qualquer superfície do transformador, como nos e entre as bobinas, nos canais de refrigeração e entre as bobinas e o núcleo.
- O transformador está seco e livre de substâncias condutíveis (por exemplo, humidade, poeira, etc.).
- Não há impurezas e corpos estranhos na caixa e nos outros componentes da instalação.
- A temperatura do ar de refrigeração encontra-se dentro dos limites acordados (padrão -25 °C a +40 °C).
- As bobinas estão alinhadas simetricamente ao núcleo e bem esticadas. Os blocos de apoio assentam com firmeza e as suas borrachas estão esmagadas.
- Os binários das uniões roscadas elétricas foram verificados (ver *capítulo 9.2 Binários de aperto*).
- O núcleo não apresenta danos e não está deslocado (danos detetáveis por ex. pacotes de chapas salientes, pontas que se tocam sem cor, assimetrias).
- As bobinas não estão danificadas (detetável por entalhes ou fendas).
- Observar todos os intervalos mínimos de ar de acordo com a tensão nominal. (ver *capítulo 8.1 Montagem do transformador*).
- Não há pessoas nem animais na sala do transformador.
- Sala do transformador e / ou caixa estão trancadas em segurança (condição: o acesso / a abertura só é possível com a chave ou ferramenta).
- Outras normas de segurança válidas no local foram cumpridas.

## 10 OPERAÇÃO

---

Utilize os transformadores encapsulados em resina exclusivamente em instalações elétricas com chave!

Para transformadores encapsulados em resina aplicam-se as condições gerais de funcionamento para transformadores em conformidade com a IEC 60076-11, salvo especificações diferentes do cliente.

### PERIGO

#### **Perigo devido a arco voltaico ou choque elétrico!**

O desrespeito terá como consequência a morte ou ferimentos graves!

As **bobinas não possuem proteção contra contacto**, apesar do isolamento em resina fundida.

Trata-se exclusivamente de um isolamento funcional. Este isolamento não protege contra correntes perigosas em caso de contacto ou contra choques elétricos durante uma aproximação ao transformador!

- Evite uma distância inferior a 1,5 m relativamente às bobinas ou outras peças condutoras do transformador!
- O transformador tem de ser operado numa instalação elétrica com chave.

### PERIGO

#### **Perigo devido a interferências eletromagnéticas dos pacemakers!**

O desrespeito terá como consequência a morte ou ferimentos graves!

A radiação eletromagnética interfere nos pacemakers ou outros implantes médicos e auxiliares.

- Nunca exceda os limites de aproximação para interferências eletromagnéticas dos seus aparelhos ou implantes!
- Respeite as normas em vigor relativas a carga com campos elétricos, magnéticos e eletromagnéticos relacionada com trabalhos perto de transformadores.

## AVISO

### Perigo de incêndio!

O desrespeito pode ter como consequência a morte ou ferimentos graves!

Temperaturas excessivas causam o incêndio do transformador.

- Opere o transformador apenas com controlo da temperatura conectado e funcional.
- Efetue regularmente a manutenção dos sensores de temperatura. Intervalo de manutenção de, no máximo, 1 ano.
- Nenhuma substituição por termístores com temperatura de resposta nominal mais alta.

### 1. Controlo da temperatura:

A temperatura do transformado durante o funcionamento tem um efeito direto na sua vida útil.

Opere o transformador apenas com controlo da temperatura conectado e funcional.

Isso impede o envelhecimento prematuro do sistema de isolamento e ajuda a reconhecer a tempo avarias e erros relacionados com temperaturas excessivas. O funcionamento do controlo da temperatura está descrito em *capítulo 4.6*, a ligação dos sensores em *capítulo 11.2*.

### 2. Capacidade de sobrecarga:

Quando comparados com transformadores de óleo, os transformadores encapsulados em resina possuem outras constantes de tempo de aquecimento, capacidades térmicas e temperaturas do sistema de isolamento. Estas determinam a capacidade de sobrecarga em função da carga inicial, temperatura do meio de refrigeração e duração. Diferentes opções de conceção e modelo não são autorizadas por nenhuma diretiva de carga de carácter geral. Têm de ser calculadas individualmente e, se necessário, podem ser solicitadas.

## 11 MANUTENÇÃO

Durante **toda a duração** dos trabalhos aplica-se a seguinte indicação de segurança:

### PERIGO

#### **Perigo devido a choque elétrico!**

O desrespeito terá como consequência a morte ou ferimentos graves!

Durante todos os trabalhos aplique as cinco regras de segurança de acordo com a EN 50110-1 (capítulo "Trabalhos em tensão") na sequência indicada!

Essas regras são:

1. Separar completamente os circuitos de corrente principal e auxiliares
2. Bloquear contra uma religação
3. Verificar a ausência de tensão
4. Ligar à terra e em curto-circuito
5. Proteger contra as peças em tensão adjacentes e delimitar a zona de trabalho

Após a conclusão dos trabalhos:

Cancele o estado estabelecido pela aplicação das medidas de segurança conforme as normas válidas no local ou, se não existir, anule as cinco medidas de segurança anteriormente mencionadas na sequência inversa.

Ligue apenas quando tiver autorização!

### AVISO

#### **Descarga devido a corpos estranhos!**

O desrespeito pode ter como consequência a morte ou ferimentos graves.

Na ligação, os corpos estranhos nas superfícies do transformador podem causar danos nas bobinas, uma descarga e um incêndio.

- Certifique-se de que as superfícies do transformador não estejam sujas e que não foram depositados objetos estranhos.
- Remova o pó de metal e a poeira presentes em qualquer superfície do transformador.
- Não coloque ferramentas, parafusos e peças metálicas em cima do transformador durante o trabalho.
- Certifique-se de que a caixa e outros componentes da instalação não estejam sujos e que não permaneçam objetos estranhos.



## ⚠ CUIDADO

### Perigo de queimaduras se tocar em superfícies quentes!

O desrespeito pode causar ferimentos.

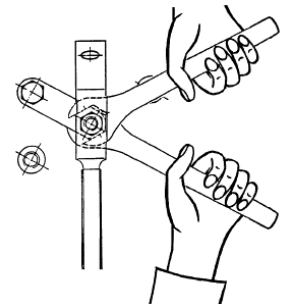
Antes de iniciar os trabalhos, certifique-se que as superfícies do transformador arrefeceram até uma temperatura inferior a 40 °C, para evitar queimaduras por contacto.

## ATENÇÃO

### Danos das bobinas de alta tensão!

Compense o binário de aperto, apertando ou desapertando as uniões roscadas nas patilhas de comutação, segurando-as com uma chave de bocas, veja esquema do lado direito.

Desta forma, impede danos nas bobinas.



## RECOMENDAÇÃO

Desligue o transformador pelo menos 3-4 horas antes do início dos trabalhos. Deixe o sistema de ventilação (se existir) em funcionamento. Só o desligue antes do início do trabalho. Isto encurta os tempos de espera de arrefecimento no local. Conforme a carga poderão ser necessários tempos de arrefecimento mais longos.

### Intervalos de manutenção

Efetue a manutenção do transformador em intervalos fixados.

Recomendamos uma **primeira verificação após um máximo de 6 meses**.

Os intervalos de controlo dependem do grau de sujidade do transformador. No caso de menor sujidade, o intervalo de tempo pode ser prolongado até a próxima verificação. Se for detetada muita sujidade, diminua os intervalos em conformidade. O intervalo de manutenção **não deve ser maior que um ano**.

Observe a documentação do fornecedor do fabricante terceiro para todas as peças acessórias e de fixação.

## 11.1 Limpeza

### ATENÇÃO

#### Danos do transformador durante a ligação!

Para limpar não utilize

- escovas macias, panos, esponjas.
- sem água.
- sem escovas metálicas nem palha de aço.
- não utilizar solventes não polares, tais como gasolina, óleo mineral, etc.

Determine o grau de sujidade das bobinas e limpe-as.

Certifique-se que as bobinas e os canais de refrigeração apresentam superfícies limpas. **Limpe os canais de ventilação e os espaços entre as bobinas** com muito cuidado. Se usar produtos de limpeza líquidos, deixe o transformador **secar totalmente** (aprox. 1 hora).

#### Graus de sujidade do transformador:

Grau	Detetável por	Recomendações de limpeza
<b>Leve</b>	depósitos ligeiros de areia seca no transformador	Limpe o transformador com panos secos e escovas macias. Event. poderá ser usado ar comprimido, para remover o pó em locais de difícil acesso.
<b>Médio</b>	depósitos de pó com parte húmida e/ou salina no transformador	Remover os depósitos com escovas macias, esponjas e panos. Se forem necessários produtos de limpeza especiais, contacte a SGB GmbH.
<b>Forte</b>	sinais como no grau médio, mas com vestígios de deslocação ou claros vestígios de descargas parciais	Em caso de forte sujidade, contacte a SGB GmbH para saber como proceder.

No caso de uma caixa IP5X, os tapetes filtrantes devem ser verificados de 3 em 3 meses. Substituir os tapetes filtrantes de 6 em 6 meses.

A assistência da SGB terá muito gosto em aconselhá-lo sobre os conceitos de limpeza em transformadores encapsulados em resina SGB.

Contacto: [gt-service@sgb-smit.group](mailto:gt-service@sgb-smit.group)

### 11.1.1 Ferrugem branca (corrosão por zinco)

A corrosão por zinco ou ferrugem branca é um revestimento branco e volumoso que pode ocorrer devido à estagnação da água na superfície durante um longo período de tempo durante o armazenamento ou transporte. Na maioria dos casos, a formação de ferrugem branca é apenas uma deficiência ótica do revestimento de zinco.

1 Ferrugem branca



Fig. 24: Ferrugem branca

No caso de **baixa infestação de ferrugem branca**, a remoção do revestimento fino e esbranquiçado não é absolutamente necessária.

A **infestação ligeira de ferrugem branca** pode ser removida com a ajuda de uma esponja não metálica e agentes de limpeza contendo acetona.

Em caso de **formação de ferrugem branca forte**, as medidas de reparação a tomar devem depender da extensão dos danos. Se uma medição da espessura restante do revestimento de zinco mostrar que os valores mínimos exigidos pela norma DIN EN ISO 1461 foram cumpridos, é suficiente remover cuidadosamente o revestimento esbranquiçado. Se as espessuras mínimas da camada ficarem abaixo do padrão, uma reparação profissional adicional da proteção contra corrosão deve ser realizado localmente.

## 11.2 Controlo da temperatura

### ⚠ AVISO

#### Perigo de incêndio!

O desrespeito pode ter como consequência a morte ou ferimentos graves!

Uma sobrecarga do transformador e um envelhecimento prematuro do sistema de isolamento pode provocar um incêndio!

Nunca troque os termístores por outros com temperaturas de reação nominais superiores.

### ⚠ AVISO

#### Aviso de choque elétrico!

O desrespeito pode ter como consequência a morte ou ferimentos graves!

Pode ser aplicada uma alta tensão aos sensores de temperatura em caso de falha, por exemplo, no caso de um evento de sobretensão com amplitudes de tensão fora dos níveis de isolamento especificados.

- Providencie dispositivos de proteção contra surtos adequados (por exemplo, aparelhos de proteção contra sobretensões, fusíveis de alta tensão, etc.) mais próximo possível da régua de bornes do transformador. Observe as especificações correspondentes do fabricante do dispositivo de proteção.

### ATENÇÃO

#### Danos nos sensores de temperatura!

Utilize um ohmímetro com tensão de serviço  $\leq 2,5$  Volt!  
Caso contrário, os sensores poderão ser danificados!

**Faça a medição da resistência dos sensores de temperatura** e compare os valores com os dados no certificado de teste de rotina.

**Faça a medição do PT100 duas vezes**, sempre no cabo branco conjunto. A **resistência** do PT100 é de **aprox. 110 Ohm** com uma temperatura ambiente de **20 °C**.

**Faça a medição de CTPs como 3ª cadeira** (condutor do sensor da mesma cor) para uma temperatura de disparo. A resistência de uma cadeia intacta encontra-se **entre 60 e 750 Ohm** com uma temperatura ambiente de **20 °C**.

*Cabo de fibra ótica (FOC)*

Se o sinal ótico for fraco (por exemplo, menos de 50 %) ou não tiver qualquer sinal, limpar primeiro os conectores das sondas e do medidor.

Para a limpeza, podem ser utilizados panos humedecidos em álcool isopropílico ou cotonetes.

**Limpar o conector da sonda:** Com um pano humedecido, limpar a extremidade do conector ST em movimentos circulares durante alguns segundos.

**Limpeza dos conectores do instrumento:** Os conectores de instrumentos são suscetíveis de contaminação. Recomenda-se que as tampas fornecidas sejam sempre deixadas em ambas as extremidades do ilhó. São necessários toalhetes humedecidos com álcool isopropílico e cotonetes de limpeza. Quando a zaragatoa estiver ligeiramente humedecida, rode-a dentro do ilhó do conector durante alguns segundos. Se sair sujo, repetir o processo. A limpeza da ficha pode ser confirmada através da leitura da percentagem de potência. Uma ficha limpa deve ter uma potência ótica de 100 %.

### 11.3 Ligações principais e calhas

#### PERIGO

##### Perigo devido a arco voltaico ou choque elétrico!

O desrespeito tem como consequência a morte, ferimentos graves ou a destruição da instalação!

Na instalação dos cabos respeite os distâncias mínimas de isolamento

- dos condutores sob tensão e das bobinas das peças ligadas à terra!
- dos condutores das bobinas e das outras peças sob tensão do transformador!

Ver também secção 8.1, página 42

- Se, durante os trabalhos de manutenção, tiverem de ser soltas ligações elétricas, efetue o polimento às superfícies de contacto metálicas antes da nova ligação. Preste atenção para que não reste poeira de metal em nenhuma superfície do transformador!
- Verifique o estado dos isolamentos existentes.
- Certifique-se que as ligações de cabos não transmitem forças mecânicas às ligações do transformador.
- Certifique-se que forem respeitados os raios de curvatura dependentes da secção transversal do cabo.
- Verifique todas as ligações elétricas enroscadas e, se necessário, corrija os binários de aperto tal como descrito na *capítulo 9.2*.

### 11.4 Bobinas

- Verifique se as bobinas estão simetricamente dispostas em todos os lados do núcleo do transformador.
- Verifique se as bobinas estão bem assentes. Se necessário, aperte os dispositivos de fixação. As borrachas entre as bobinas e os dispositivos de fixação têm de estar algo esmagadas.
- Nas versões resistentes a vibrações com dispositivos de fixação, as pretensões devem ser verificadas e reajustadas, se necessário. Devem ser consultadas no serviço SGB. Os dispositivos de fixação são então novamente fiados com adesivo de fixação.
- Certifique-se de que não há impurezas e corpos estranhos (por exemplo, parafusos, ferramentas, lascas de metal, etc.) em qualquer superfície do transformador, como nos e entre as bobinas, nos canais de refrigeração e entre as bobinas e o núcleo. Se necessário, limpe e retire os elementos estranhos.

### 11.5 Outras atividades de manutenção

- Verifique as distâncias de segurança para peças condutoras ligadas à terra. As distâncias podem ser consultadas no aviso presente no

transformador, na tabelacapítulo 8.1 ou no perímetro de segurança no desenho dimensional do transformador.

- Verifique se no transformador estão presentes todas as inscrições, placas e avisos. Nas bobinas de alta tensão não devem existir outros autocolantes para além das designações de tomada de corrente e de fase.

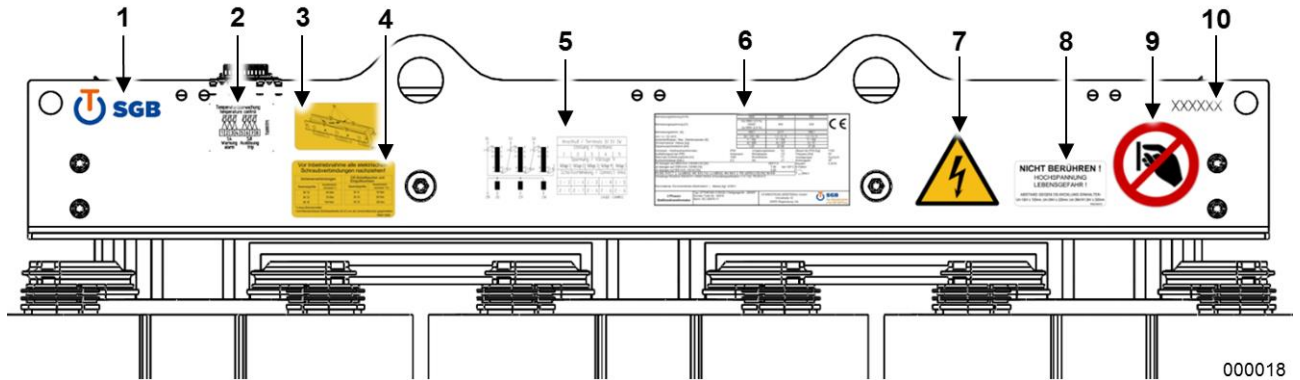


Fig. 25: Sinalização ferros de pressão em cima lado OS (exemplo)

- |   |   |    |                                  |
|---|---|----|----------------------------------|
| 1 | Logótipo da empresa                     | 6  | Placa de potência                |
| 2 | Distribuição de bornes                  | 7  | Aviso "Corrente elétrica"        |
| 3 | Placa de indicação "Olhais de elevação" | 8  | Placa adicional "Não tocar"      |
| 4 | Placa de indicação "Binários de aperto" | 9  | Proibição "Proibido tocar"       |
| 5 | Placa com comutações                    | 10 | Número de série do transformador |

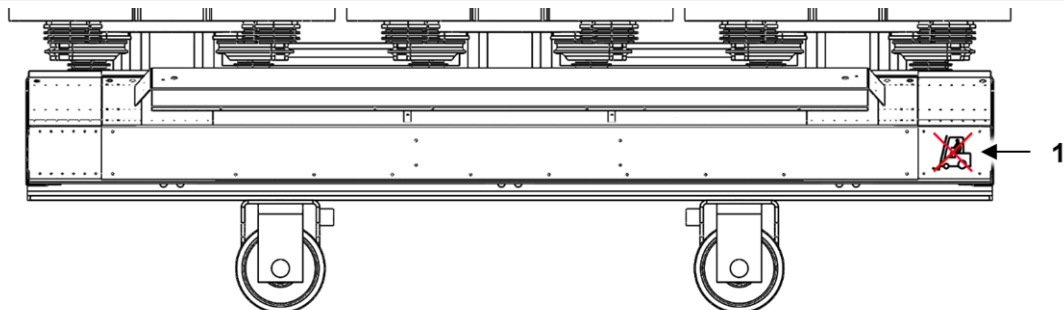


Fig. 26: Sinalização ferros de pressão em baixo

- |   |   |
|---|---|
| 1 | Sinal de proibição "Empilhador" (Não disponível para transformador com empilhador!) |
|---|---|

## 11.6 Ventilador

### AVISO

#### Ferimentos graves!

O desrespeito pode ter como consequência a morte ou ferimentos graves!

Cabelos compridos, roupas largas e joias ficam presas e são puxadas para dentro do ventilador. Ferimentos graves nas mãos.

- Certifique-se de que o ventilador esteja separado do circuito de corrente e bloqueado contra uma religação.
- Não ligue o ventilador antes que ele seja instalado corretamente na caixa e tenha sido testado.
- Use luvas de proteção quando trabalhar em pás do rotor.
- Não use roupa solta ou larga ou joias quando trabalhar em peças rotativas.
- Proteja o cabelo comprido com uma touca.

Esta parte apenas é aplicável se os ventiladores tiverem sido fornecidos pela SGB. Caso contrário, siga as instruções de manutenção do fornecedor dos ventiladores!

- Limpe as saídas de ar com um pano seco!
- Verifique se
  - os ventiladores estão montados em segurança e os parafusos de montagem estão apertados. Aperte-os se necessário!
  - sai lubrificante pelos rolamentos ou motores. Neste caso, substitua os ventiladores!
  - as pás do rotor, em especial as costuras de soldadura, apresentam fendas. Em caso de danos, substitua os ventiladores!



## 11.7 Caixa

Esta parte apenas se aplica se a caixa tiver sido fornecida pela SGB. Caso contrário, siga as instruções de manutenção do fornecedor da caixa!

- Verifique a caixa quanto a danos, que possam afetar a segurança de pessoas ou prejudicar o funcionamento do transformador. Troque as peças danificadas.
- Limpe o interior da caixa do transformador, os isoladores de apoio e as entradas de ar.  
No caso de caixas com um grau de proteção superior a IP5X, os eventuais tapetes filtrantes devem ser limpos e substituídos pelo menos de 6 em 6 meses.
- Verifique se os isoladores de apoio e as passagens não apresentam fissuras à superfície. Substitua-as, se necessário.
- Limpe todas as impurezas e corpos estranhos da caixa e outros componentes da instalação (por exemplo, parafusos, ferramentas, aparas de metal, etc.).
- Ligue novamente os cabos de compensação do potencial, que foram desmontados para o acesso.
- Certifique-se que o transformador, os ventiladores e a caixa estão secos.
- Assegure-se que nenhuma pessoa nem animal se encontra no interior da caixa e tranque-a.
- Certifique-se que as entradas de ar fora da caixa não estão bloqueadas (distância mínima 300 mm).
- Certifique-se de que todos os avisos estão presentes e sem danos. Em todos os lados da caixa com painéis de acesso devem existir placas de "Aviso de tensão elétrica perigosa" (DIN 4844-2 ou DIN EN ISO 7010).

Verifique o posicionamento do transformador na caixa para as distâncias mínimas de ar entre

- os condutores sob tensão e das bobinas das peças ligadas à terra.
- os condutores das bobinas e das outras peças sob tensão do transformador.

Ver também secção 8.1, página 42

## 11.8 Verificações antes da ligação

Ver capítulo 9.8.

## 12 IDENTIFICAÇÃO E RESOLUÇÃO DE ERROS

---

Uma reação atempada pode evitar outros danos e custos elevados. Na maioria dos casos, o problema pode ser rapidamente detetado, eliminado e o transformador pode retomar o seu funcionamento.

### PERIGO

**Perigo devido a choque elétrico!**

**Perigo de incêndio!**

O desrespeito tem como consequência a morte, ferimentos graves ou a destruição da instalação!

Se for detetado um dos seguintes sintomas, coloque o transformador imediatamente fora de serviço!

### PERIGO

**Perigo devido a choque elétrico!**

**Perigo de incêndio!**

O desrespeito tem como consequência a morte, ferimentos graves ou a destruição da instalação!

Se o problema não poder ser solucionado, o transformador não deverá ser recolocado em funcionamento!

- Contacte imediatamente o fabricante. Outras verificações podem tornar necessária a desmontagem do transformador (desmontagem bobina, núcleo).
- Estes trabalhos só podem ser realizados por representantes da fábrica da SGB ou por uma oficina autorizada.

<b>Erro Sintoma</b>	<b>Possíveis causas</b>
<b>Circuito elétrico</b>	
<i>Aquecimento excessivo, aviso da temperatura</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Sobrecarga prolongada</li> <li>– Transformador mal conectado no exterior</li> <li>– Circulação de ar frio insuficiente, de má qualidade</li> <li>– Temperatura ambiente demasiado elevada (temperatura máx. permitida 40 °C, média diária 30 °C)</li> <li>– Ventiladores danificados, em rotação errada, demasiado pequenos</li> <li>– Carga com grandes proporções harmoniosas</li> <li>– Distribuição assimétrica da carga</li> </ul>
<i>Tensão em vazio reduzida</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Curto-circuito da bobina</li> <li>– Pontes de comutação para tomada OS soltas, não apertadas</li> </ul>
<i>Tensão secundária muito alta</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Tensão de entrada muito alta</li> <li>– Tomadas OS mal ajustadas</li> </ul>
<i>Tensão secundária assimétrica, de diferentes fases</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Sobrecarga</li> <li>– Tomada OS não ajustada em todas as fases no mesmo nível de tensão</li> <li>– Ligação do ponto estrela não à terra</li> </ul>
<i>Erro de isolamento, resistência de isolamento muito baixas</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Sobrecarga prolongadas</li> <li>– Acumulação de sujidade em bobinas / canais de refrigeração</li> <li>– Danos mecânicos causados no manuseamento (transporte / instalação)</li> <li>– Descargas excessivas de raios ou de comutação, outros usos excessivos do isolamento</li> <li>– Humidade</li> <li>– Condensação</li> </ul>
<i>Interruptores ou fusíveis disparam</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Curto-circuito</li> <li>– Sobrecarga</li> </ul>
<i>Cabos aquecem demais</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Uniões roscadas insuficientes, de má qualidade</li> <li>– Secção transversal do cabos errada, demasiado pequena para a carga</li> <li>– Grupo de cabos e/ou instalação / condução errada</li> </ul>
<i>Descarga alta tensão à terra</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Forte carga estática</li> <li>– Sobretensão na rede</li> <li>– Distância de tensão insuficiente para as peças complementares</li> </ul>
<b>Circuito magnético</b>	
<i>Vibrações, ruídos elevados de funcionamento</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Tensão de entrada demasiado alta e/ou frequência de rede demasiado baixa</li> <li>– Fixação núcleo solta (manuseamento errado, brusco no transporte e instalação)</li> <li>– Tomadas OS mal ajustadas</li> </ul>
<i>Aquecimento excessivo</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Tensão de entrada demasiado alta e/ou frequência de rede demasiado baixa</li> <li>– Carga com elevadas proporções harmoniosas</li> <li>– Distribuição assimétrica da carga</li> <li>– Forte sujidade no núcleo</li> </ul>

<b>Erro Sintoma</b>	<b>Possíveis causas</b>
<i>Elevada corrente magnetizante</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Frequência muito baixa</li> <li>– Tensão de entrada muito alta</li> </ul>
<i>Interruptor ou fusíveis</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Inrush</li> <li>– Curto-circuito da bobina, curto-circuito do condutor de peças</li> </ul>
<b>Circuito dielétrico (isolamento)</b>	
<i>Fumo</i>	Erro de isolamento
<i>Isolamento queimado</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Sobrecarga por raio</li> <li>– Falha na linha de comutação</li> <li>– Tomadas de ligação, tomadas de tensão ou dispositivos de proteção contra picos de voltagem danificados</li> <li>– Fortes acumulações de sujidade e / ou pó nas superfícies das bobinas / em canais de refrigeração</li> </ul>
<i>Aquecimento excessivo</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Canais de ventilação entupidos</li> <li>– Ventilação deficiente</li> </ul>
<i>Interruptores ou fusíveis disparam</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Erro de isolamento</li> </ul>

## 13 RECICLAGEM DE TRANSFORMADORES ENCAPSULADOS EM RESINA

De acordo com os regulamentos legais atualmente em vigor, os transformadores encapsulados em resina não contém componentes que sejam considerados como resíduos perigosos.

A maioria dos componentes do transformador (aprox. 95%) pode ser reciclada.

Componente do transformador	Reciclagem
Chapas do núcleo, construção perfilada e chassis	Sucata de ferro
Bobinas de baixa tensão	Sucata de cobre ou alumínio
Bobinas de alta tensão (retalhadas)	Sucata de cobre ou alumínio, componentes de resina epóxida/fibra de vidro no lixo doméstico
Peças pequenas: isoladores de apoio, blocos de apoio, separadores, etc.	No lixo doméstico

A SGB oferece uma eliminação / reciclagem gratuita de transformadores encapsulados em resina de fabrico próprio. Após esclarecimento / marcação prévia, os aparelhos terão de ser entregues pelo cliente à SGB.

## 14 ÍNDICE

<b>A</b>		
Acondicionamento de cargas.....	40	
Amortecedor de vibrações.....	47	
Aparelho de elevação.....	29, 43	
Arco voltaico .....	45, 59, 63, 65, 73	
Armazenamento .....	44	
<b>B</b>		
Binários de aperto.....	56, 64	
<b>C</b>		
Caixa.....	17, 51, 76	
Capacidade de sobrecarga .....	66	
Chassis.....	35	
Choque elétrico .....	45, 54, 59, 63, 65, 67, 73, 77	
Colocação em funcionamento .....	54	
Compatibilidade eletromagnética.....	26	
Condições no local .....	22	
Controlo da temperatura .....	14, 15, 26, 61, 66, 71	
Corrosão por zinco .....	70	
<b>D</b>		
Descrição.....	19	
Distâncias .....	46	
Distâncias mínimas de isolamento.....	46, 51, 63	
<b>E</b>		
Embalagem .....	28, 53	
Empilhador.....	12, 37	
Equipamento de proteção .....	11	
<b>F</b>		
Ferrugem branca.....	70	
<b>G</b>		
Graus de sujidade.....	69	
Grua.....	11, 29, 43	
<b>I</b>		
Identificação de erros .....	77	
Indicações de planeamento .....	22	
Indicações de segurança .....	10	
Informações de segurança		
Colocação em funcionamento .....	13	
		Colocação fora de serviço.....18
		Manutenção .....
		Operação .....
		Prevenção de riscos.....
		Transporte .....
		Interferência eletromagnética .....
<b>L</b>		
		Ligação de fase .....
<b>M</b>		
		Manutenção .....
		Montagem.....
		Mudança de corrente.....
<b>O</b>		
		Operação .....
<b>P</b>		
		Pacemaker.....
		Pé da máquina.....
		Pessoal.....
<b>R</b>		
		Reciclagem .....
		Referências normativas .....
		Rodas.....
		Rodas do transformador .....
		Rolamento do transformador .....
<b>S</b>		
		Segurança .....
		Garantia.....
		Responsabilidade .....
		Utilização prevista .....
<b>T</b>		
		Trabalho em alturas .....
		Transporte .....
		Transporte em estrada =< 10t.....
		Transporte ferroviário .....
<b>V</b>		
		Ventilação.....
		Ventilador.....

Verificação antes da ligação..... 64, 76

Verificação entrega .....42