

SIEMENS

Transformadores de Força



A Tecnologia do Transformador em um relance

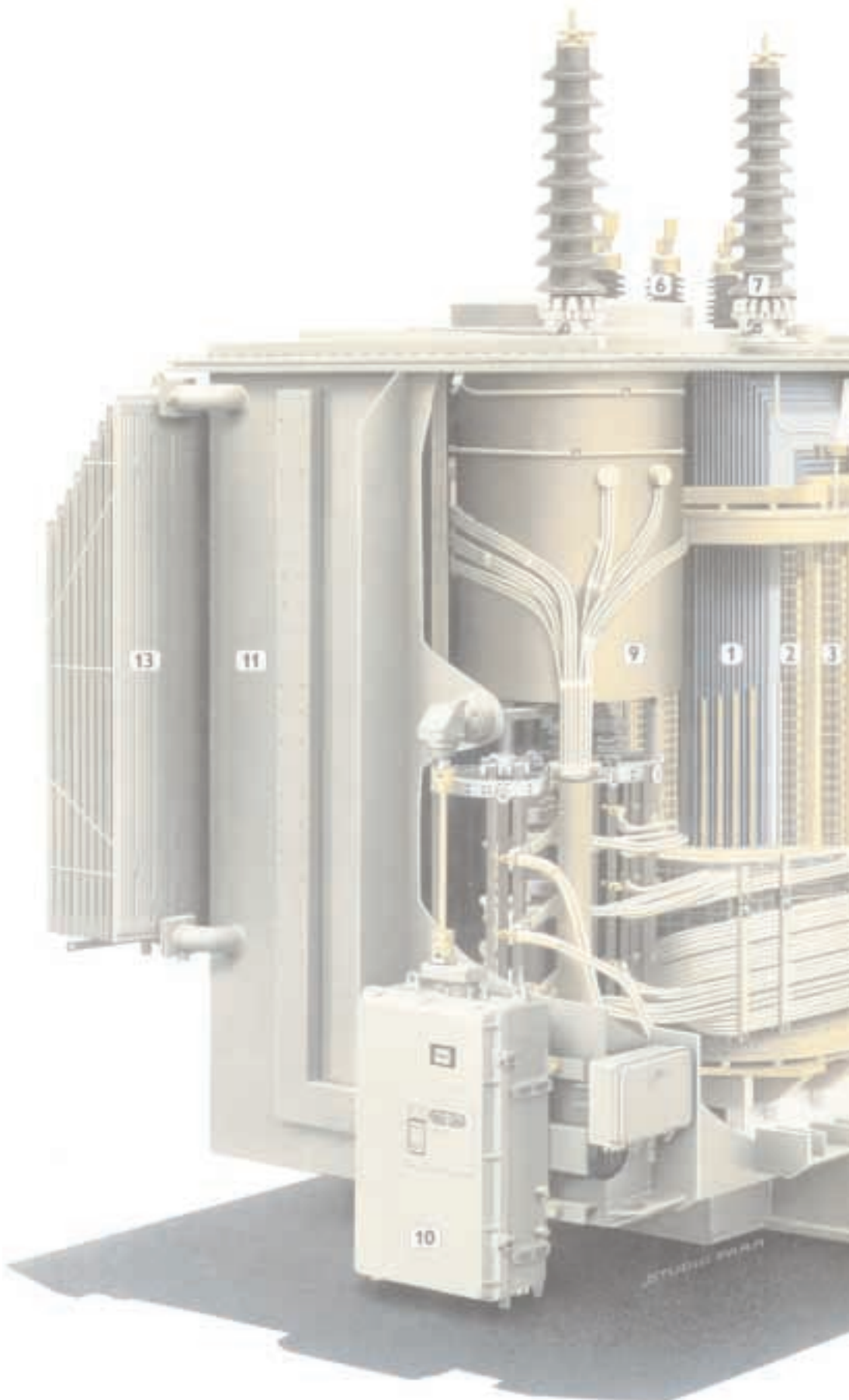
A constante evolução tecnológica a nível mundial faz com que a energia elétrica seja uma real necessidade no presente e no futuro. Um componente fundamental no sistema de geração, transmissão e distribuição dessa energia são os transformadores de força.

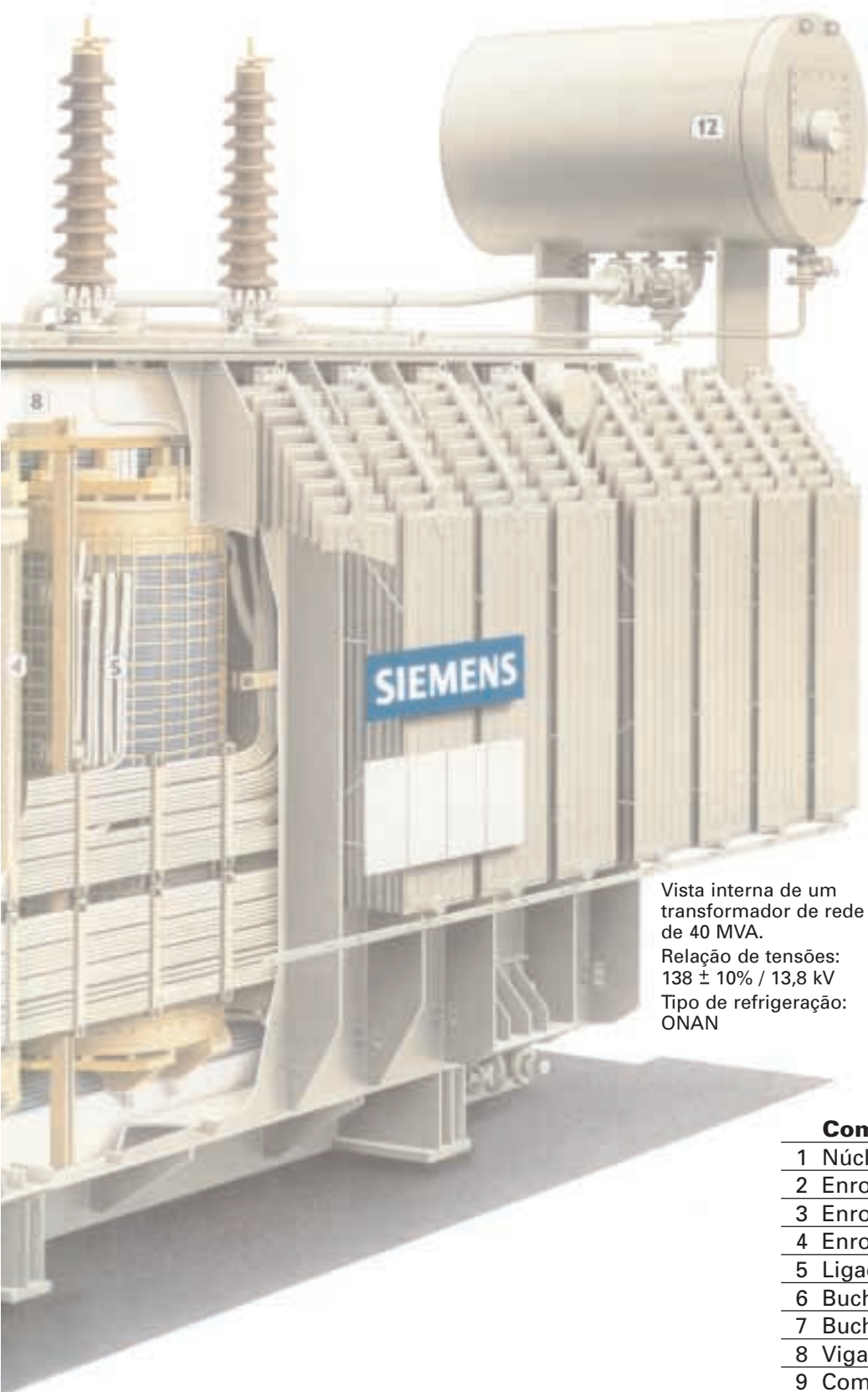
No Brasil, a *Divisão Transformadores Tusa* da Siemens, desenvolve e fabrica transformadores de força com tecnologia, qualidade e confiabilidade, atendendo todos os requisitos necessários em relação a potência, tensão, modo de operação, nível de ruído, técnicas de conexões, tipos de refrigeração, transporte e instalação; sempre em conformidade às exigências das normas técnicas nacionais e internacionais.

Nos sistemas com altos níveis de potência, poderemos ter tensões até 800 kV. Os transformadores para esse sistema são equipados com comutadores com operação em carga ou em vazio, dependendo da necessidade do sistema elétrico.

Para os sistemas de alta potência e alta tensão, a Siemens fabrica no Brasil transformadores de força até 500 MVA e 800 kV, reatores de derivação até 100 MVA e 600 kV, reatores especiais, transformadores para forno a arco e para retificadores, em conformidade com as normas ABNT, IEC, ANSI e normas específicas.

Com certificação ISO 9001 e respeito ao meio ambiente, a Siemens oferece soluções individuais para satisfazer as necessidades dos clientes, tendo a certeza de estar ajudando a construir um mundo em constante evolução tecnológica sem esquecer a importância dos seres humanos.





Vista interna de um transformador de rede de 40 MVA.

Relação de tensões:
 $138 \pm 10\% / 13,8 \text{ kV}$

Tipo de refrigeração:
ONAN

Componentes

- 1 Núcleo trifásico
- 2 Enrolamentos de baixa tensão
- 3 Enrolamentos de alta tensão
- 4 Enrolamentos de regulação
- 5 Ligações das derivações
- 6 Buchas de baixa tensão
- 7 Buchas de alta tensão
- 8 Vigas de prensagem do núcleo
- 9 Comutador de derivações em carga
- 10 Acionamento motorizado
- 11 Tanque
- 12 Tanque de expansão
- 13 Radiadores

Núcleo Magnético

Transformadores de força têm núcleo do tipo envolvido.

As colunas estão dispostas em um plano e interligadas pelas culatras.

Atendendo às exigências dos usuários no tocante a capitalização de perdas e nível de ruído, utilizam-se chapas magnéticas HI-B de grão orientado com 0,23mm, 0,27mm e 0,30mm.

O empilhamento das chapas no sistema Step-lap provou ser a melhor técnica, sendo padrão em nossa fábrica.



Núcleo de um transformador de 135 MVA em construção especial para baixo nível de ruído de 55 dB.



Máquinas com comando por computador para corte longitudinal e transversal das chapas siliciosas. Elas têm capacidade flexível de corte evitando dobramentos, torções e danos dimensionais acompanhando os projetos de altíssima precisão.



Núcleo de transformador elevador monofásico de 133,3 MVA 525 kV.

A secção da coluna tem pequenos degraus de forma a se obter a forma circular quase perfeita.



Dispositivo para levantar um núcleo magnético após sua montagem.

A operação de erguer um núcleo de sua posição horizontal de empilhamento para a vertical deve ocorrer sem alterar suas características magnéticas.

Enrolamentos



O material condutor empregado nos enrolamentos de transformadores de força é cobre de secção normalmente retangular. O tipo de enrolamento depende da potência e tensão.

Enrolamentos em discos são preferidos para tensões mais altas. Eles se constituem de discos simples ou de enrolamento contínuo com dutos radiais e axiais para a refrigeração pelo óleo mineral.

Para tensões, mais baixas é usual o emprego de enrolamentos em camadas.

São camadas simples dispostas de forma concêntrica uma acima da outra, separadas por dutos axiais.

Máquinas para confecção dos enrolamentos, operando em uma área de limpeza máxima. Enrolamentos contínuos de camadas reduzem o número de pontos de solda a um mínimo necessário.



Condutores de cobre transpostos reduzem perdas adicionais provocadas pelas correntes parasitas. Estes consistem de um feixe de condutores retangulares transpostos isolados por verniz.



Enrolamentos para transformadores de alta potência e/ou tensões exigem circuitos complexos. Estes são constituídos por enrolamentos com condutores em paralelo combinados e conectados entre si.



O cuidadoso e meticuloso processo de secagem e vácuo é particularmente importante. Os enrolamentos são compactados e secos em sistema vapor-phase sob pressão constante.



Um corte em enrolamentos compactos: estrutura de baixa tensão (a), alta tensão (b), enrolamento de derivações (c) e núcleo (d).

Variação de Tensão

Para adequar a relação de tensão às condições do sistema, o transformador está provido de um enrolamento especial com derivações. A relação de tensão pode ser alterada através de um comutador em vazio estando o transformador desenergizado, ou por um comutador de derivações em carga com o transformador energizado. Acionamentos motorizados são usados para operar os comutadores, possibilitando comando local ou à distância, inclusive com controle automático de tensão.



Comutador em carga para grandes transformadores. A chave comutadora se localiza em um compartimento separado imersa em óleo mineral isolante **a**. O óleo no compartimento da chave é mantido separado daquele do transformador para evitar a sua contaminação com os produtos da decomposição devido aos arcos.

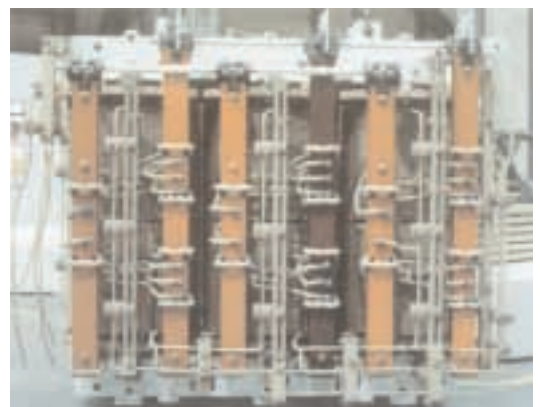
A chave seletora **b** é operada sem formação de arco voltaico e está imersa diretamente no óleo do tanque principal.



O comutador em carga compacto para potências nominais menores. Funciona como uma chave seletora. Apesar de seu pequeno porte, realiza em uma só peça as funções de uma chave comutadora e um seletor de derivações.



O acionamento motorizado de um comutador em carga é afixado na parede do tanque e opera por meio de eixos e engrenagens.



Comutadores lineares de operação em vazio. Estes comutadores são acionados manualmente com o transformador desenergizado. Possuem um visor na caixa de engrenagens pelo qual se verifica a posição do comutador, além de um sistema de bloqueio elétrico com sinalização remota.

Tanque



O tanque aloja a parte ativa do transformador assim como o óleo isolante. Seu peso muitas vezes é de dezenas de toneladas. As chapas de aço tem espessuras variadas adequadas ao tamanho e formato do tanque, às condições de transporte que muitas vezes representam altíssimos esforços mecânicos. Mesmo sob as condições mais severas, incluindo o vácuo, o tanque deve apresentar segurança e estanqueidade.

A solda e o acabamento interno e externo do tanque, são importantes para a performance do transformador.



Pequenos componentes: máquinas de comando numérico para a fabricação de pequenas peças.



Radiadores: solda das aletas ao tubo coletor do radiador.



Preparação da superfície: a superfície preparada com jato de granalha de aço além de limpar propicia a garantia de ótima aderência da pintura.

Pintura dos radiadores: para assegurar um perfeito recobrimento de todas as superfícies, são aplicados os métodos de pintura "flooding" e por pistola em diversas camadas.



Montagem dos Componentes

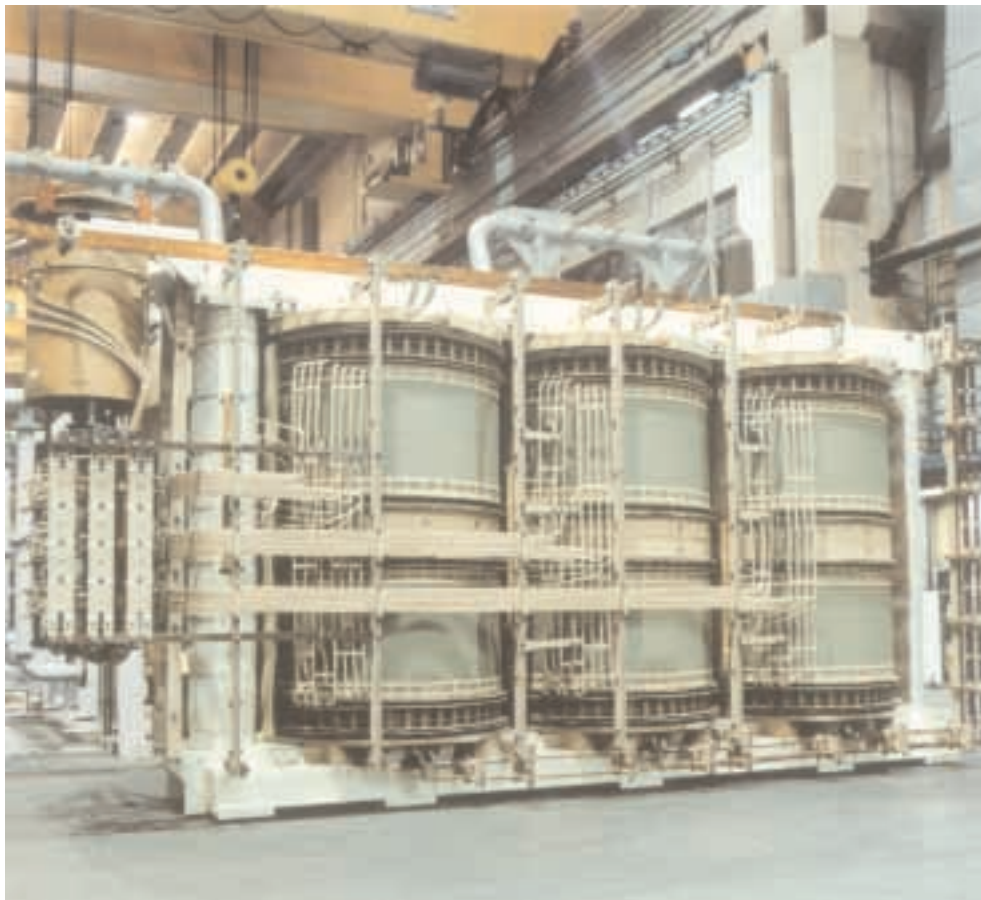
Na área de montagem, as peças que compõem a parte ativa do transformador são conjugadas para colocação dentro do tanque como uma peça única constituída do núcleo, enrolamentos, ferragens, comutador de derivações, terminações, etc.

Antes de ser colocada no tanque, a parte ativa completamente montada é seca em câmara especial de "vapor-phase".

O enchimento com óleo mineral isolante é realizado sob vácuo.

Posteriormente os acessórios como acionamento motorizado, quadros de controle, buchas, dispositivos de comando, etc. são afixados ao tanque.

Antes de deixar a fábrica cada transformador é submetido a testes em um dos mais modernos Campo de Provas da América Latina.



Montagem do núcleo e enrolamentos: parte ativa completa de um transformador de 135 MVA com comutador em carga.



Enrolamentos sendo preparados para montagem. Os enrolamentos são submetidos a um procedimento artesanal de conexões das bobinas, bem como compressão para garantir o melhor desempenho.

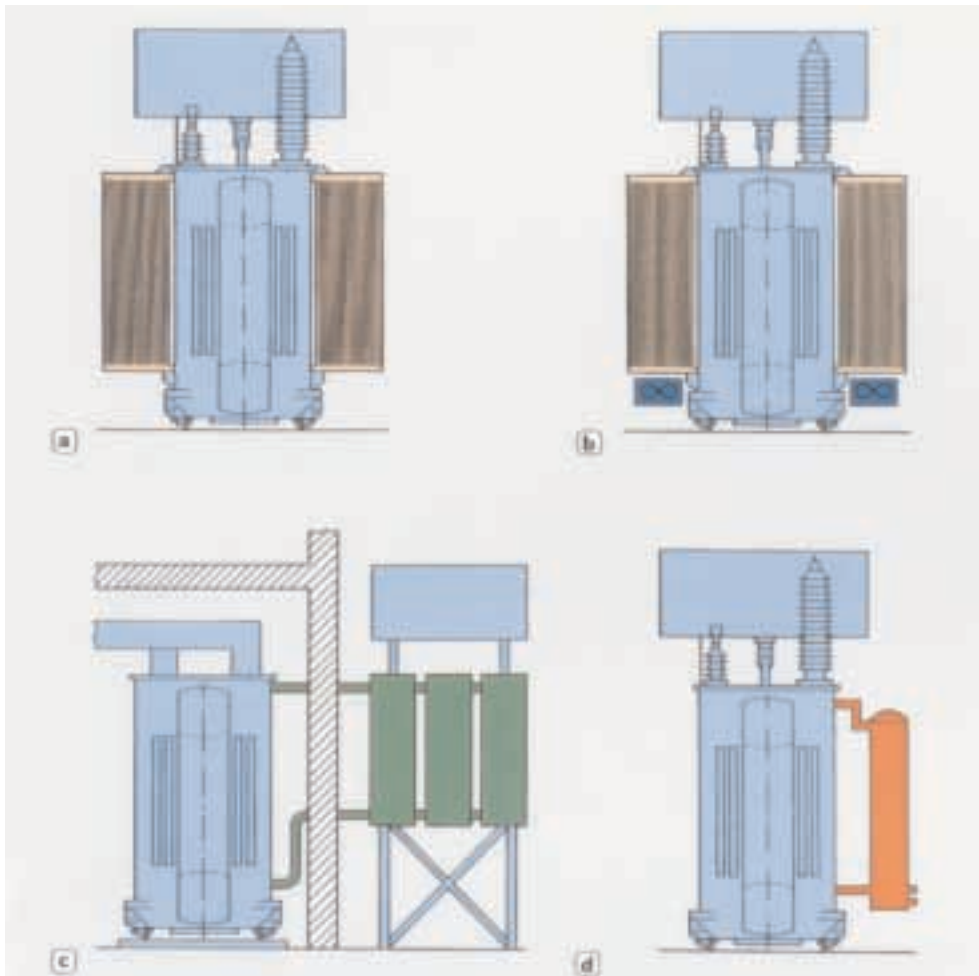


Montagem dos enrolamentos: um núcleo sendo preparado para receber os enrolamentos.



Desde a ordem de fornecimento até a entrega ao usuário, um consagrado e certificado sistema de qualidade, garante os transformadores e reatores produzidos pela Siemens. Uma etapa muito importante se realiza no campo de provas de alta tensão, com equipamentos de altíssima tecnologia, assegurando a qualidade e perfeito funcionamento dos transformadores e reatores de diversas potências e tensões fabricados.

Refrigeração



A eficiência da refrigeração é um fator fundamental que determina a segurança operacional e o tempo de vida de um transformador. O sistema utilizado com maior frequência em unidades menores é a refrigeração natural (ONAN) (OA). O calor é absorvido pelo óleo e dissipado no ar através de radiadores. No sistema ONAN/ONAF (OA/FA ou OA/FA/FA) os radiadores são adicionalmente refrigerados por meio de ventiladores. O sistema de refrigeração pode também consistir de bancos de radiadores separados ou com trocador óleo/água (OFWF ou FOW). A refrigeração pode ainda ser incrementada por meio do fluxo direcionado do óleo (ODAF ou ODWF).

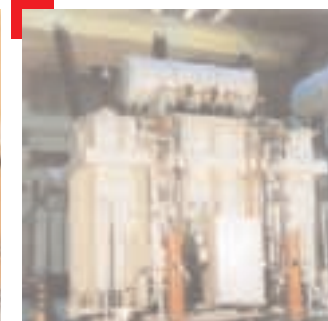
Tipos de refrigeração: **a)** Refrigeração a ar natural com radiadores (ONAN). **b)** Radiadores refrigerados adicionalmente por meio de ventiladores (ONAN/ONAF). **c)** Refrigeração com bancos de radiadores separados. **d)** Água em substituição ao ar como meio de refrigeração.



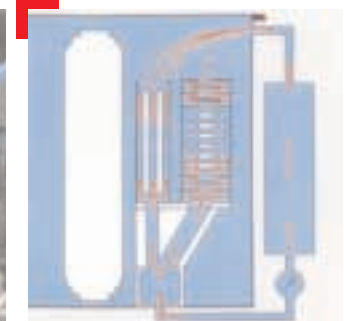
Melhor dissipação de calor: ventiladores controlados pela temperatura criam um fluxo de ar vertical adicional para refrigerar os radiadores.



Para instalações com nível de ruído particularmente baixo: transformadores enclausurados com banco de radiadores externo.



Água como refrigeração externa: trocadores de calor óleo/água são acoplados ao transformador.



Fluxo de óleo dirigido: neste sistema temos a temperatura do ponto mais quente em valores mais baixos do que nos demais sistemas, consequentemente reduz-se o envelhecimento pela atuação térmica no isolamento.

Transformadores Montados



1 Transformador elevador monofásico de 185 MVA 525/ $\sqrt{3}$ kV 60 Hz

2 Autotransformador trifásico de 400 MVA 500 kV 60 Hz.

3 Reator monofásico de 60,5 MVA 550/ $\sqrt{3}$ kV 60Hz no campo de provas.

4 Reator monofásico de 60,5 MVA 550/ $\sqrt{3}$ kV 60 Hz no campo de provas, alimentado por autotransformador monofásico de 200 MVA 525/ $\sqrt{3}$ /230/ $\sqrt{3}$ /13,8 kV e transformador trifásico de 40/60 MVA 13,8 - 145 kV.

5 Transformador trifásico 135 MVA 345 kV de baixo nível de ruído (55dB) 60 Hz com radiadores montados em separado.

6 Transformador de rede 100/150 MVA 345 kV com comutador de derivações em carga.



7 Transformador elevador, monofásico de 275 MVA 525/ $\sqrt{3}$ kV 50 Hz no campo de provas.

8 Transformador trifásico 10 MVA 138 kV 60 Hz em subestação móvel.

9 Vista aérea da fábrica de transformadores Siemens em Jundiá - SP, onde são fabricados transformadores de força até 500 MVA e 800 kV, reatores de derivação até 100 MVAR e 600 kV, transformadores de distribuição, transformadores a seco Geafol e unidades tais como reatores especiais, transformadores para forno a arco e retificadores.

SISTEMA DE QUALIDADE

certificado pela DQS de acordo com EN ISO 9001 Reg. N° 4989-01



Siemens ao seu lado

Transmissão e Distribuição de Energia Transformadores TUSA

Sede Central

Jundiaí:

Av. Engº João Fernandes
Gimenez Molina, 1745
Distrito Industrial
Caixa Postal 920
13213-080 - Jundiaí, SP, Brasil
☎ (11) 4585-2000

Vendas:

☎ (11) 4585-2001
☎ (11) 4585-2020

E-Mail: transformadores@siemens.com.br

<http://www.siemens.com.br/energia>

Regionais

Belo Horizonte:

☎ (31) 3289-4456
☎ (31) 3289-4422

Brasília:

☎ (61) 348-7625
☎ (61) 348-7695

Campinas:

☎ (19) 3754-6118/6119
☎ (19) 3754-6138

Curitiba:

☎ (41) 360-1182
☎ (41) 360-1186

Porto Alegre:

☎ (51) 3358-1785
☎ (51) 3358-1736

Recife:

☎ (81) 3461-6261
☎ (81) 3461-6213

Rio de Janeiro:

☎ (21) 2583-3327
☎ (21) 2583-3386

Salvador:

☎ (71) 352-1855
☎ (71) 352-1895

São Paulo:

☎ (11) 3833-6923
☎ (11) 3833-4095

Escritórios de vendas

Fortaleza:

☎ (85) 261-7855
☎ (85) 244-1650

Manaus:

☎ (92) 633-5454
☎ (92) 633-5454

Vitória:

☎ (27) 225-8786
☎ (27) 225-8625

Power
to the Point