

A - Considerações gerais

A.1 - ¿Quais são os principais parâmetros a serem levados em consideração ao projetar um transformador?

Um transformador é projetado levando em consideração: 1) a **potência nominal**; 2) **temperatura ambiente** (especificada nas normas); 3) a **condição de serviço**.

A.2 - ¿O que significa “condição de serviço”?

As condições normais de serviço referem-se (de acordo com a norma) a: 1) Altitude: a altitude não deve ultrapassar 1.000 metros acima do nível do mar; 2) Temperatura do ar de resfriamento: a temperatura do ar de resfriamento não deve exceder em nenhum caso 40°C, 30°C de temperatura média mensal (do mês mais quente), 20°C de temperatura média anual e não deve ser inferior a -25°C - no caso de transformadores para exterior- e -5 °C em transformadores para interior.

Quando os transformadores forem obrigados a operar fora das condições normais de serviço, deverão ser aplicadas as correções especificadas conforme norma para cada caso.

A.3 - ¿O que é e como é estimada a vida útil de um transformador?

A **expectativa de vida normal** (25 anos em média) é a linha de base para serviço contínuo, na temperatura ambiente projetada e sob as condições operacionais atribuídas. Durante este tempo, considerando que o transformador não excedeu nenhum dos parâmetros de projeto, não deverá haver risco de falha elétrica.

A.4 - ¿O que significa o aumento de temperatura em um transformador?

Uma vez carregado o transformador, a energia começa a ser dissipada na forma de calor, produto da soma das perdas que ocorrem na parte ativa do transformador (núcleo magnético + enrolamentos); é assim que surge a fórmula para calcular as perdas totais $P_t = P_{fe} + P_{cc}$.

A.5 - ¿O que significa a sobrecarga de um transformador e quais consequências ela pode trazer?

Em determinada situação, pode surgir uma condição de funcionamento do transformador, na qual ocorre um aumento no seu nível de carga, em decorrência da partida de uma determinada máquina, de um determinado intervalo de tempo de funcionamento do equipamento de ar-condicionado etc. Estes fenômenos geram uma maior circulação de corrente no transformador, aumentando assim as perdas (que aumentam proporcionalmente ao quadrado da referida corrente). **Nestes casos em que o transformador é carregado acima dos valores para os quais foi projetado** (dependendo da frequência e duração com que ocorrem), o risco de falha elétrica aumenta, em decorrência de fatores como aceleração de envelhecimento térmico, tensões dielétricas e de curto-circuito.

A.6 - ¿Como o transformador pode ser protegido?

Para amenizar situações de sobrecargas transitórias como as descritas e proteger o transformador, recomenda-se a **instalação de sistemas de ventilação forçada** sob seus enrolamentos. Este tipo de sistema apresenta uma série de vantagens em relação aos sistemas convencionais, permitindo: 1) **absorver sobrecargas transitórias** de até 30% sobre os valores nominais; 2) **proteger o transformador e preservar sua vida útil**, na ocorrência destes fenômenos; 3) **ter uma reserva adicional de potência para uma eventual necessidade**, evitando os custos de substituição do transformador, desde que as sobrecargas sejam de natureza transitória.

B - Considerações particulares

Para proteger o transformador de uma sobrecarga transitória, é suficiente a instalação de um sistema de ventilação forçada? ¿Algumas outras questões devem ser levadas em consideração? ¿quais por exemplo?

B.1 - O tamanho das aberturas de entrada e saída de ar na carcaça do transformador para ventilação

Deve-se levar em conta que, embora os sistemas de ventilação evacuem o calor gerado nas bobinas do transformador, este também deve ser dissipado para o meio ambiente. Portanto, deve-se levar em consideração o espaço onde o equipamento deverá ser colocado, bem como sua extração para o exterior.

B.2 - ¡A vida útil dos ventiladores!

Este fator deve ser levado MUITO em consideração porque os sistemas de ventilação forçada não são projetados para funcionar constantemente, pois a vida útil dos ventiladores é muito menor que a do transformador (3 anos versus 25 anos) e, portanto, não devem funcionar ininterruptamente.

B.3 - ¿Como calcular a vida útil de um ventilador?

Este cálculo não pode ser determinado com exatidão, pois depende de muitos fatores que não podem ser monitorados constantemente (temperatura, períodos de operação e repouso, ciclos de resfriamento e aquecimento das partes mecânicas, bem como as proteções adequadas dos próprios dispositivos**)

Assim, pode-se inferir que, no caso de possuir o sistema de ventilação com proteções adequadas**, a manutenção preventiva devidamente realizada, o estresse recomendado para o seu correto funcionamento, não deverá ultrapassar os seguintes parâmetros:

- ✓ Temperatura ambiente de acordo com o especificado no ponto A.2
- ✓ Até 6 horas diárias ininterruptas de operação (ou atuação em ciclos)
- ✓ 18 horas de inatividade por dia
- ✓ 180 horas mensais de operação em ciclos, máximo de 6 horas por dia
- ✓ Até 2.200 horas por ano nas condições descritas acima

B.4 - Tendo em conta tudo o que foi explicado nos parágrafos anteriores, qual seria a conclusão e recomendação de TH em relação com os sistemas de ventilação forçada?

Com base na experiência de ter desenvolvido diversos sistemas de ventilação forçada para todos os tipos de transformadores a seco, tanto no Brasil como no resto da América Latina, tendo analisado o comportamento das variáveis que os afetam, especialmente temperatura de serviço e as sobrecargas, as recomendações do TH são as seguintes:

*Analisar o projeto do transformador em relação às solicitações de carga a que estará sujeito.

*Analisar se o invólucro onde está instalado está adequado às temperaturas de serviço, bem como aos sistemas de extração de ar (ponto B.1)

*Entender que um sistema de ventilação forçada não pode substituir um erro de projeto no transformador, obrigando a um funcionamento ininterrupto ou fora dos parâmetros recomendados (ponto B.3) com a finalidade de compensar tais erros.

**Instalar as devidas proteções exigidas pelo sistema de ventilação forçada (neste caso o controlador TH212 com o qual os ventiladores são protegidos)

*Fazer sempre manutenção preventiva nos sistemas, tanto em relação à limpeza quanto à verificação do correto funcionamento.

*Cumprindo com os pontos acima mencionados, não deverá haver problemas com os ventiladores que compõem os sistemas de ventilação forçada TH. Por último, e tendo em conta que se trata de uma montagem mecânica, a TH concede 1 ano de garantia ao equipamento, bem como stock suficiente para cobrir qualquer imprevisto em 24 horas.