

# Perguntas frequentes TRANSEC

## De onde vem a umidade em um transformador?

A umidade pode aparecer no transformador de várias maneiras. A mais comum é através do respiro. Como o volume de óleo do transformador muda todos os dias com as variações de carga e temperatura, algum ar precisa entrar e sair do transformador através do respiro. Mesmo que o ar passe por um compartimento de sílica gel antes de entrar no tanque, ele não pode ser totalmente seco até 0% de umidade. Assim, um pouco de umidade entra no tanque todos os dias. Durante um período de 40 anos, isso significa muita umidade. Este efeito pode ser evitado com transformadores selados ou com uma bolsa de borracha dentro do respiro.

Além disso, o papel isolante dentro do transformador gera sua própria umidade ao longo do tempo. A degradação do material celulósico gera moléculas de água. Esta reação química é acelerada em temperaturas mais altas ou na presença de oxigênio e/ou água. Isso significa que quanto mais água se acumula em um transformador, mais o transformador gera água. Este efeito não pode ser evitado.

Finalmente, a água também pode entrar em um transformador se houver um vazamento em suas juntas ou durante um reparo que exija a abertura do tanque.

## Onde está localizada a umidade dentro do transformador?

A umidade permanece nos materiais isolantes do transformador. Embora a umidade seja medida apenas no óleo, há umidade também no papel isolante. Mesmo em grandes transformadores o volume total de água é geralmente menor que um copo de 200ml, ou seja, parece pouco em comparação aos milhares de litros de óleo no tanque. A experiência mostra que há menos de 2% do volume total de água no óleo e mais de 98% no papel isolante.

## Quais são os efeitos da umidade nas características do transformador?

A umidade dentro do óleo e do papel isolante tem efeito negativo na tensão disruptiva. Quanto maior a concentração de água, menor é a tensão disruptiva. Este efeito negativo é particularmente visível durante as mudanças de estado do transformador (aumento ou diminuição da carga). Durante estas transições ocorrem trocas de moléculas de água entre o papel isolante e o óleo que diminuem drasticamente o valor da tensão disruptiva.

Além disso, a umidade aumenta a velocidade de degradação do papel isolante. Quanto mais o papel contém água, mais rápido ele se degrada. Cada vez que o teor de água no papel é aumentado em um por cento, a expectativa de vida do transformador é dividida por dois.



Distribuidor Autorizado no Brasil

## Qual é a melhor solução para secar um transformador de potência?

A maneira mais eficiente de secar um transformador de potência é usar a técnica baseada em vácuo (aquecimento de baixa frequência ou outro). Pode-se extrair várias dezenas de litros de água em poucos dias. No entanto, essas técnicas exigem que o transformador seja desligado por cerca de uma semana. Além disso, existe o risco de danos devido à aplicação de vácuo no interior do tanque. Essa manutenção pode ser bastante onerosa e requer equipe treinada e material específico.

Caso contrário, é possível secar o papel secando o óleo enquanto o transformador está operando. Mas este processo deve ser por um longo período. Circular e secar o óleo por alguns dias é ineficiente, pois apenas 2% da água está contida no óleo. Alguns meses após a intervenção, a umidade retorna ao óleo. No entanto, a secagem do óleo por um longo período manterá um óleo seco e extrairá paulatinamente a umidade do papel, prolongando a expectativa de vida do ativo. Isso pode ser feito sem qualquer operador.

## É possível medir a umidade do papel isolante dentro do transformador?

Sim, é possível. A forma é desligar o transformador, abri-lo e depois retirar uma amostra de papel para análise laboratorial. É muito preciso, mas muito difícil de ser executado.

A forma indireta é verificar a quantidade ou a concentração de água no óleo. Curvas de equilíbrio ligando a concentração de água com a do óleo, a temperatura do óleo e o teor de água no papel. Este método pode ser bastante impreciso, pois exige que o transformador esteja em equilíbrio, o que quase nunca acontece em um transformador real em operação. No entanto, combinar este método com um monitoramento contínuo da concentração de água e temperatura do óleo permite obter tendências bastante precisas e, portanto, medir bem o teor de água atual no papel isolante.

## Qual é o nível aceitável de teor de água no papel isolante?

Espera-se que um transformador novo tenha teor de água no papel inferior a 1%, idealmente mais próximo de 0,5%. Com o tempo o transformador fica cada vez mais úmido. Todas as normas (CIGRE, IEC, IEEE) concordam que o teor de água em um transformador de potência deve ser mantido abaixo de 2%. Acima deste nível o transformador pode ser considerado úmido e algum tipo de manutenção de secagem deve ser realizada.



Distribuidor Autorizado no Brasil

## Apenas a medição do teor de água no óleo em PPM pode ser considerada para avaliação da real situação da umidade de um transformador?

Não. O PPM de água no óleo não é suficiente para entender a situação da umidade em um transformador. Em primeiro lugar, o PPM muda constantemente dependendo da carga e do estado atual do transformador. Além disso, o valor PPM deve estar sempre ligado à temperatura do óleo. É completamente normal que um óleo quente tenha mais água em seu interior, pois a solubilidade da água no óleo aumenta com a temperatura. Portanto, um PPM alto não significa necessariamente um transformador úmido e, por outro lado, um PPM baixo não significa necessariamente um transformador seco. Idealmente, aconselhamos monitorar esses valores constantemente com sensores, mas também considerar a saturação relativa (%RS) de água no óleo que é mais precisa que o PPM.

## Qual deve ser o valor relativo máximo de água saturada no óleo?

É altamente recomendável manter a saturação relativa (%RS) abaixo de 20% o tempo todo. Acima deste valor a tensão disruptiva do óleo cai drasticamente. Por exemplo, com RS a 30% a tensão disruptiva pode cair a cerca de 70% do seu valor inicial e com RS a 50% cai a valores tão baixos quanto 35% do seu valor inicial.

## Quanto tempo pode levar para a TRANSEC secar um transformador de potência?

Isso depende muito das condições do transformador e da quantidade de água a ser extraída. Se o transformador está úmido, a velocidade de extração do TRANSEC é alta. Quando 20 PPM entram na unidade, apenas 1 PPM sai. Mas se o PPM de água no óleo for baixo, a velocidade geral de extração é mais lenta. Cada cilindro pode extrair um mínimo de 3 litros de água. Se o transformador estiver muito úmido e o óleo bastante quente, haverá um alto nível de água PPM no óleo. Em 6 meses a unidade TRANSEC consegue extrair então 10 litros. No entanto, a mesma unidade montada em um transformador novo não atingirá a saturação dos cilindros por alguns anos, pois há menos água disponível para extrair.

## O TRANSEC pode secar demais o papel isolante?

Não, não pode. O TRANSEC faz manutenção “passiva”, apenas secando o óleo continuamente. O TRANSEC não é capaz de forçar a extração de água do papel, pois não aplica vácuo, por exemplo. No entanto, STREAMER adicionou a possibilidade de interromper a secagem do TRANSEC quando um determinado valor de teor de água é atingido. Graças a isso, o usuário pode controlar o nível de secagem de seu transformador.



Distribuidor Autorizado no Brasil

## O TRANSEC pode ser instalado e mantido online?

Sim absolutamente.

E não requer nenhum operador depois de instalado e em funcionamento.

## A TRANSEC segue alguma norma elétrica?

Sim, as unidades TRANSEC são compatíveis com IEEE Std C57.140-2006. O gabinete de monitoramento segue as normas de painéis e EMC. A unidade TRANSEC também está em conformidade com os requisitos CE. Além disso, são realizados testes internos (pressão, vibração, climáticos) para controlar vazamentos dentro da unidade.

## Posso mover o TRANSEC de um transformador para outro?

Sim, é possível. No entanto, tem duas desvantagens. Em primeiro lugar, é imperativo substituir os cilindros de filtragem por cilindros novos antes de aplicar a unidade TRANSEC a outro transformador. De fato, os cilindros usados conterão cerca de 40 litros do óleo do primeiro transformador que se contaminarão o segundo óleo do transformador. A segunda desvantagem é que assim que a unidade TRANSEC for removida do transformador 1, a produção e concentração de umidade neste transformador começará a aumentar novamente. A menos que o teor de água no papel tenha sido reduzido a um nível baixo (abaixo de 1,8%), não é aconselhável remover a unidade TRANSEC deste transformador.

## Que procedimentos de manutenção são necessários para o TRANSEC?

O TRANSEC tem manutenção muito baixa. O TRANSEC não requer pessoal no local durante sua operação. A única parte móvel da unidade é a bomba que pode eventualmente falhar após mais de 10 anos de uso e pode ser facilmente substituída. Caso contrário, os cilindros e filtros moleculares devem ser trocados quando saturados. Esta operação pode ser concluída com o transformador em operação.

## Partículas de material filtrante podem entrar no transformador?

Não. Um filtro de partículas é sempre colocado antes da saída para evitar qualquer inserção de partículas no transformador.



Distribuidor Autorizado no Brasil

## É possível usar um TRANSEC em um transformador já equipado com uma unidade DGA?

É claro. TRANSEC não altera a concentração dos 9 gases dissolvidos. Ele só extrai moléculas de água. Portanto, a leitura DGA não será afetada. Se as válvulas do transformador forem limitadas, é possível conectar a unidade DGA e TRANSEC às mesmas válvulas inferior e superior.

## O TRANSEC pode funcionar em transformador com óleo vegetal?

Sim. O tipo de óleo deve ser mencionado na solicitação para que a Streamer planeje o óleo adequado dentro da unidade e adapte a potência da bomba, se necessário.



Distribuidor Autorizado no Brasil

# Exemplo de benefício financeiro do uso do TRANSEC

Adiar um investimento significativo representa uma economia financeira a empresa. A quantidade de dinheiro não investido gera juros. A compra de um transformador de potência é um investimento significativo, e quanto mais tempo puder ser postergado, melhor. Ao estender a vida útil do transformador, o TRANSEC contribui para a geração de retorno financeiro. A instalação de uma unidade TRANSEC em um transformador antigo e úmido ainda pode prolongar a vida útil da unidade em vários anos. Instalado em um transformador novo, o TRANSEC pode levar o transformador à sua expectativa de vida máxima. A tabela abaixo mostra exemplos concretos do que essas economias representam.  $n$  é o número de anos de extensão da vida útil do transformador. Consideramos a taxa de retorno (juros reais) de 5% ao ano e o valor do transformador (  $C$  ) constante ao longo dos anos.

Custo de um transformador novo - 40 MVA	400.000 US\$
Fórmula de cálculo do retorno financeiro	$C * [(1 + IR)^n - 1]$
Extensão da vida útil do TRANSEC em um transformador antigo	5 anos
Juros	110'512 US\$
Extensão da vida útil do TRANSEC em um transformador novo	15 anos
Poupança	431.571 US\$

Podemos ver que o retorno obtido chega a ser maior do que o custo real de um novo transformador e, claro, superar por várias vezes o preço de uma unidade TRANSEC e sua instalação. O benefício mencionado acima é apenas um entre um conjunto de benefícios proporcionados pela aplicação do TRANSEC em transformadores de potência. Além disso, como o TRANSEC sempre mantém a tensão disruptiva alta do



Distribuidor Autorizado no Brasil

óleo, torna o transformador muito mais confiável e reduz drasticamente o risco de falha e explosão. Assim, seria possível também baixar o prêmio dos seguros contratados, mais uma economia significativa. Entre todas as soluções, o sistema de secagem TRANSEC Online oferece o menor custo de extração por litro de água. O método de aquecimento de baixa frequência (LFH) pode extrair rapidamente uma grande quantidade de água, mas a operação requer o desligamento do transformador algo muito caro. Por outro lado, o método de circulação de óleo é fácil de implementar e acessível. Ainda assim, extrai apenas uma quantidade mínima de água (basicamente apenas a água dissolvida no óleo, representando menos de 2% do volume total).

Na tabela abaixo, consideramos um transformador de 40 MVA, 25.000 litros de óleo com 20 PPM de umidade. Seria necessária a extração de 40 litros de água. O LFH pode fazer essa extração dentro de uma semana com desligamento. O TRANSEC precisará de vários anos para extrair a mesma quantidade, mas o fará online e o transformador estará em operação. Pela circulação do óleo, consideramos que o TRANSEC poderia retirar 100% da água do óleo em poucos dias, o que significa meio litro.

Método	Preço aproximado por litro de água extraída
LFH	1.750 US\$
Circulação de Óleo Comum	5.000 US\$
TRANSEC	1.000 US\$



Distribuidor Autorizado no Brasil