

ANÁLISE DO IMPACTO AMBIENTAL E DA ECONOMIA GERADA COM A TROCA DE TRANSFORMADORES EM PARQUE FABRIL

Cezar Augusto da Silva Oliveira

Acadêmico do Curso de Engenharia Elétrica - UNIJUÍ
ceausio@bol.com.br

Sandra Stafford Vasconcelos

Acadêmico do Curso de Engenharia Elétrica – UNIJUÍ
sandra_tec84@hotmail.com

Rafael Conti Hübner

Engenheiro Eletricista
rafael.conti.hubner@gmail.com

Mauro Fonseca Rodrigues

Professor do curso de Engenharia Elétrica - UNIJUÍ

Resumo. O consumo de energia elétrica deve ter um controle cada vez melhor, evitando desperdícios e melhorando o aproveitamento energético geral. Assim, o correto dimensionamento e a aplicação dos melhores equipamentos podem significar ganhos operacionais importantes, tanto tecnicamente quanto financeiramente. O objetivo deste trabalho é mostrar que existem meios de reduzir consumo de energia elétrica utilizando equipamentos que têm maior eficiência energética e ao mesmo tempo contribuir com o meio ambiente reduzindo a emissão de CO₂

Palavras-chave: Transformadores. Emissão de CO₂. Ganhos Operacionais.

1. INTRODUÇÃO

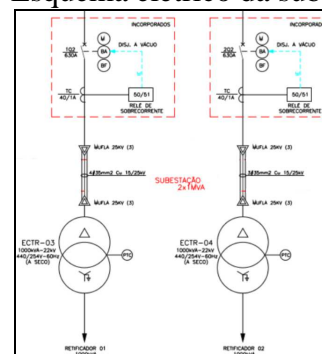
Atualmente, as indústrias são responsáveis pelo grande consumo de energia elétrica, segundo IEA (International Energy Agency-2009), devido ao alto crescimento e o aumento de produção nas fábricas. Isto significa que se tem um grande campo de atuação no setor energético e também no ramo das Engenharias, como forma de reduzir o consumo e trazer contribuição para o planeta, reduzindo o efeito estufa, aumentando a eficiência no uso

da energia elétrica e melhorando os processos de produção nas indústrias.

Dentro de uma fábrica, dependendo do seu tamanho, existem vários transformadores elétricos (subestações). A função do transformador é reduzir a tensão da rede, para a um valor de tensão adequado para alimentar as cargas de baixa tensão como motores elétricos, iluminação, etc, de forma a garantir valores corretos na alimentação, proteger os sistemas elétricos locais e melhorar a qualidade da energia na sua área de cobertura.

Na Fig. 1, mostra o esquema elétrico da subestação e também as proteções contra sobrecarga de modo evitar danos ao transformador e também ao restante do circuito. Antes da entrada da alimentação para o transformador, existe um disjuntor a vácuo e um relé de sobre corrente para proteger o sistema elétrico.

Figura 1- Esquema elétrico da subestação



2. O PROBLEMA

A proposta neste artigo é fazer um comparativo entre dois transformadores, um a óleo e outro a seco, ambos com a potência de 1000 kVA. A Fig. 2 mostra a imagem de um transformador a óleo.

Figura 2- Transformador a óleo



Os transformadores a óleo, conforme mostrado na Fig. 2, são mais comuns e amplamente utilizados em diversas áreas. O mesmo tem seu meio de refrigeração interno com o óleo mineral, na maioria dos casos derivados de petróleo, o que oferece um grande risco dentro de uma área fabril. Esse risco é em caso de uma explosão ou vazamento, pois o material vai derramar sobre o solo, contaminando o meio ambiente, e também para as pessoas que ali circulam ao seu redor. Por este motivo exigem manutenção constante como verificação da rigidez dielétrica do seu isolante, e verificações de vazamentos. Tudo isto significa mais custos para as empresas de forma a manter este equipamento em segurança e com boa resposta de potência.

3. SOLUÇÃO PROPOSTA

Existem no mercado, transformadores a seco, conforme a Fig. 3, que podem substituir o transformador a óleo realizando a mesma função e apresentando várias vantagens, principalmente quanto à segurança, sendo indicado para áreas onde há presença de pessoas, como fábricas em

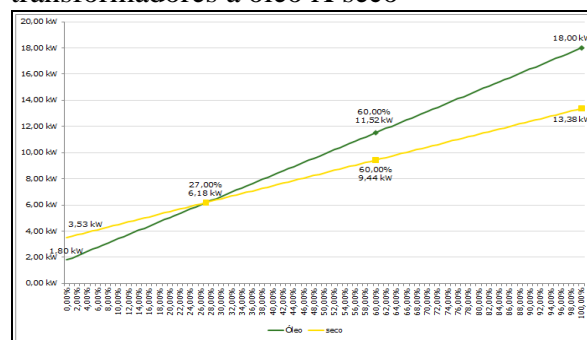
geral, indústrias químicas, petroquímicas, etc. O transformador a seco apresenta uma característica muito importante quanto ao material ao qual é constituído, além de apresentar um menor risco de combustão e se por algum motivo vir a ocorrer uma explosão não produzem nenhum gás ou cinza tóxicos, não poluindo o ar, nem o solo.

Figura 3- Transformador a seco



Na Fig. 4, o gráfico mostra a eficiência entre os transformadores a óleo X a seco, fazendo uma análise quando os mesmos estão a vazio (sem carga) e com carga.

Figura 4 - Gráfico de eficiência dos transformadores a óleo X seco



Analisando o gráfico da Fig. 4, os dados foram coletados em uma subestação, onde foi substituído um transformador a óleo por um a seco ambos de 1000 kVA de potência. Fazendo comparações entre os transformadores quando os dois modelos alimentam uma carga inferior a 27%, o

transformador a óleo é mais eficiente, pois dentro da faixa de 0% a 27% (carga pequena), o mesmo tem uma boa capacidade de refrigeração, pois tem uma grande quantidade de óleo para refrigerar um pequeno aquecimento interno nas bobinas produzidas por uma baixa corrente elétrica.

Mas, em casos que a subestação trabalhar a partir de 27% de sua potência, o transformador a seco terá uma maior eficiência. Isto significa que a partir de 27% da potência total deste transformador a seco, este solicita uma menor corrente da rede para alimentar a mesma carga que o transformador a óleo.

Esta redução de corrente reflete diretamente na usina geradora de energia elétrica, nas cargas das linhas de transmissão e dimensionamento de condutores, ou seja, vai consumir menos energia e por consequência gerar menor emissão de CO₂ para o meio ambiente.

4. ANÁLISE DA SOLUÇÃO PROPOSTA

A diferença da eficiência energética entre os transformadores a óleo X seco é apresentada na Tabela 1. Foram utilizados dados médios para efetuar os cálculos, da seguinte forma: 12 meses no ano, 22 dias no mês, 16 horas no dia, 4224 horas por ano, utilizando 60% da potência de um transformador.

A análise foi feita em 60% da potência do transformador, pois com esta porcentagem o trafo trabalha próximo de seu ponto ótimo de operação que é 66% da potência, apresentando o seu melhor rendimento e as subestações da empresa analisada buscam o melhor aproveitamento possível, além de a máxima utilização dos equipamentos sem perder a segurança. Dessa forma, em caso de parada de um transformador na subestação o outro ainda supre a carga, embora um pouco sobrecarregado.

Tabela 1- Eficiência energética do transformador a óleo X seco, com 60% de carga.

Perdas anuais óleo	Perdas anuais seco	Diferença
48.660 kWh	39.857 kWh	8.803 kWh
Economia anual		R\$ 2.288,88
Economia mensal		R\$ 190,74
Economia diária		R\$ 8,67
Economia horária		R\$ 0,54

Com o transformador a óleo a emissão de gás carbônico é igual 4,15 toneladas métricas de gás carbônico equivalente (mtCO₂e) por ano, após substituir por um transformador a seco a emissão de gás carbônico reduziu para 3,37 mtCO₂e por ano, apresentando uma redução de 0,78 mtCO₂e/ano (18,8%) para o meio ambiente.

A Tabela 2 mostra os cálculos utilizando o transformador com carga de 45% da potência nominal. Percebe-se, com isso, que mesmo em uma diminuição da carga empregada ao transformador há economia de energia no sistema.

Tabela 2- Eficiência energética do transformador a óleo X seco, com 45% de carga.

Perdas anuais óleo	Perdas anuais seco	Diferença
38.396 kWh	33.615 kWh	4.781 kWh
Economia anual		R\$ 1.243,05
Economia mensal		R\$ 103,59
Economia diária		R\$ 4,71
Economia horária		R\$ 0,29

Com o transformador a óleo a emissão de gás carbônico é igual 3,27 toneladas métricas de gás carbônico equivalente (mtCO₂e) por ano, após substituir por um transformador a seco a emissão de gás carbônico reduziu para 2,87 mtCO₂e por ano, apresentando uma redução de 0,40 mtCO₂e/ano (12,23%) para o meio ambiente.

O preço de um transformador a óleo de 1000 kVA, está em torno de R\$ 50.000,00 enquanto o transformador a seco, com as mesmas características, tem um valor superior, em torno de R\$ 60.000,00. A

recuperação do investimento, quando se leva em conta os valores dos transformadores e a média de 60% da potência ocupada, $(R\$10.000,00/ R\$ 2.288,88) =$ de 4 anos e 4 meses aproximadamente.

Mas, fazendo a análise de custo X benefício, percebe-se claramente que desde o momento da troca dos transformadores a melhor opção é o transformador a seco, devido às inúmeras vantagens, conforme mencionado anteriormente, quanto à segurança:

- sendo indicado para áreas onde há presença de pessoas, como fábricas em geral, indústrias químicas, petroquímicas, etc,
- em caso de explosão não produz gases tóxicos,
- em caso de vazamentos, não polui o ar e o solo.

4. REFERÊNCIAS

AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA - ANEEL. **Energia no Brasil e no mundo**. 2009. Disponível em: <http://www.aneel.gov.br/arquivos/pdf/atlas_par1_cap2.pdf>, Acesso em: 10 de julho de 2013.

EMPRESA DE PESQUISA ENERGÉTICA - EPE. **Consumo de energia elétrica por Classe**. Disponível em: <<http://www.epe.gov.br/mercado/Paginas/default.aspx>>, Acesso em: 06 de julho de 2013.

INTERNATIONAL ENERGY AGENCY (IEA). **IEA shows benefits of improved energy efficiency of urban transport systems**. Disponível em: <<http://www.iea.org>>. Acesso em: 03 de julho de 2013.

SIEMENS ENERGY. **Transformadores a seco**. <<http://www.energy.siemens.com/br/pool/br/transmissao-de-energia/transformadores/geafol-2007.pdf>> Acesso em: 13 de novembro de 2012.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Conforme os dados apresentados acima, conclui-se que a substituição dos transformadores a óleo por seco trouxeram vantagens para o meio ambiente, reduzindo a emissão de gás carbônico, evitou o risco de contaminação do solo e melhorou o ambiente de trabalho, além de economizar energia, aumentando a eficiência energética do sistema e agregando valor à produção onde foi realizada a troca dos equipamentos. Além disso, o transformador a seco apresenta menor intensidade de ruído e também reduz custos financeiros da empresa quanto ao consumo de energia, operacionais e de manutenção.

Dessa forma, é importante sinalizar que as melhores práticas em projeto de subestações industriais, quanto aos transformadores utilizados, devem observar o contexto geral do processo, analisando:

- o impacto no meio ambiente,
- fatores de segurança do trabalho e,
- por fim, a economia de médio e longo prazos que pode ser alcançada.

A partir da implantação de um projeto de subestações industriais, bem realizado, a empresa poderá economizar recursos energéticos, financeiros e ambientais.