

Otimização da transformação em redes de distribuição aérea

Prof. Dr. Estácio Estácio Tavares W. Neto, LAT-EFEI

Eng^a Marisa Zampolli, ICA Latin America

Estudo realizado pelo Procobre – Instituto Brasileiro do Cobre

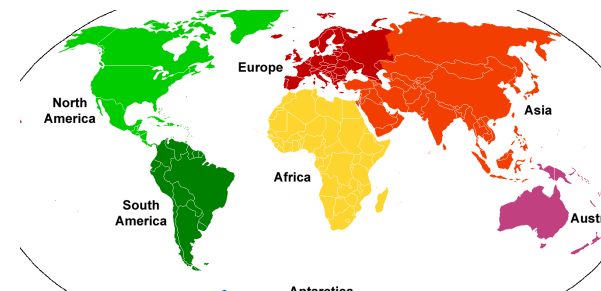
São Paulo

Março de 2010



INTERNATIONAL COPPER ASSOCIATION

- ❁ Organização que visa a promoção do cobre no mundo,
- ❁ Sediada em New York, com escritórios regionais em
 - Bruxelas, New York, Santiago, Singapura
- ❁ 31 escritórios em 24 países em 6 continentes
- ❁ Atua em mais de 60 países
- ❁ No Brasil é representada

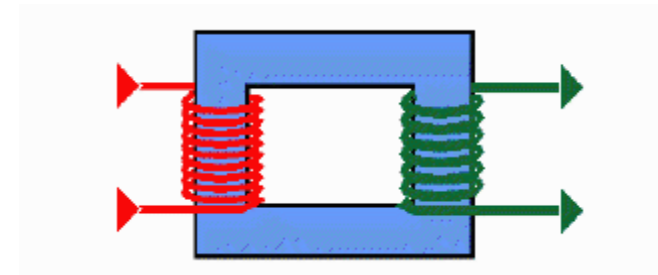


pelo PROCOBRE – Instituto Brasileiro do Cobre



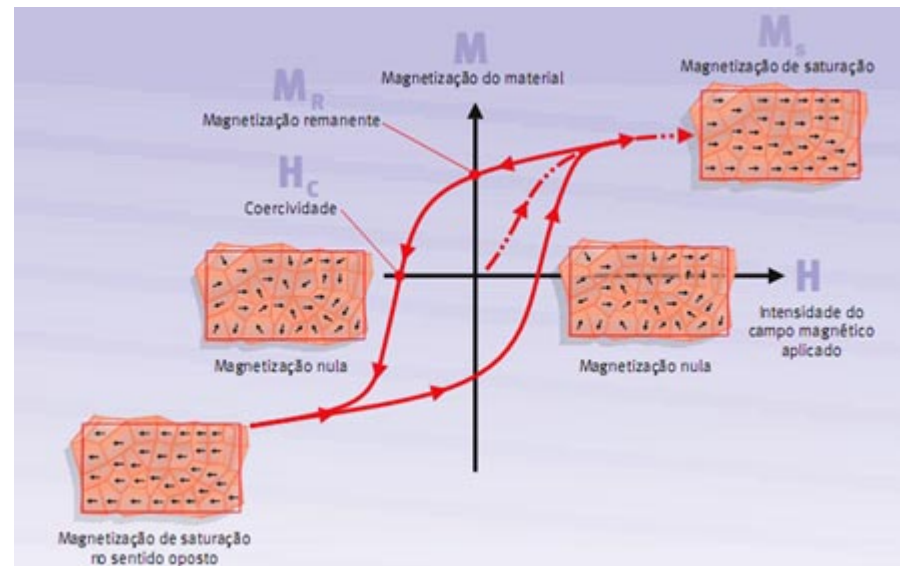
Transformador :

Máquina elétrica estática que funciona pelo princípio da indução eletromagnética e transmite a potência elétrica, transformando tensões e correntes



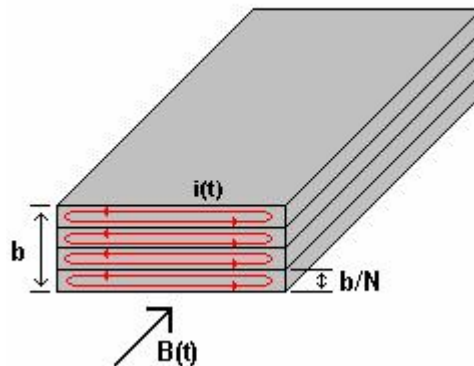
Perdas em Vazio: ocorrem no núcleo de ferro

Histerese: se refere a energia perdida durante a inversão do campo magnético no núcleo quando aplicada uma tensão alternada no enrolamento primário



Perdas em Vazio: ocorrem no núcleo de ferro

Foucault: é uma perda de potência causada pelas correntes circulantes que surgem em percursos fechados dentro do corpo de um material ferromagnético devido a ação do fluxo variável



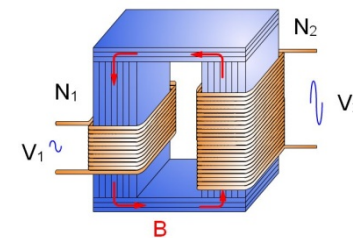
Perdas em Carga: ocorrem nos enrolamentos

Perdas Joule : ocorrem devida a resistência ôhmica dos condutores que compõe os enrolamentos

Perdas do fluxo de dispersão: são relacionadas à parcela do fluxo produzido pelo enrolamento primário e que não é aproveitado pelo secundário

Estas perdas dependem :

- a) do material utilizado
- b) da corrente elétrica
- c) do carregamento do transformador
- d) das características construtivas



Mas o que significam estas perdas para a sociedade ?

Estudo do CEPEL realizado em 2007 mostra que a perda técnica total é de **22.169,3 MWh** por dia nos transformadores de sistema de distribuição do Brasil.

O que corresponde a um custo de **R\$ 6.847.206,08** por dia, considerando a tarifa média de energia elétrica no valor de 1 MWh = R\$ 308,86.

Como podemos reduzir este custo ?

- 🌐 Equipamentos mais eficientes
- 🌐 Normas mais eficazes
- 🌐 Critérios mais coerentes com a realidade atual
- 🌐 Acompanhamento contínuo da carga

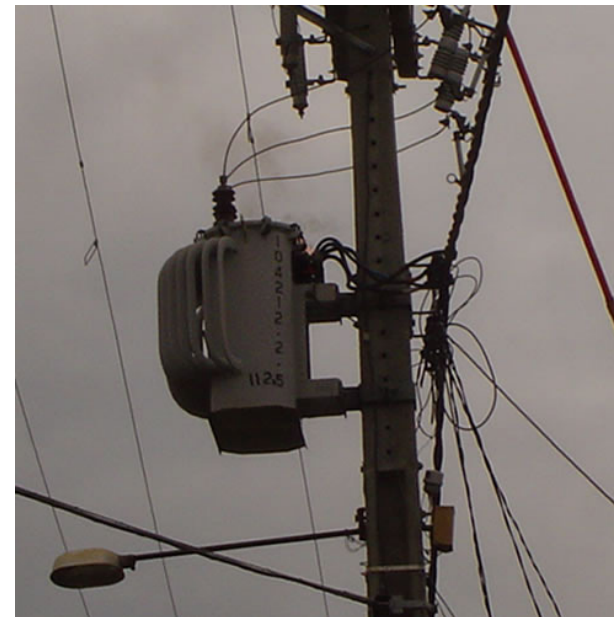


Como projetamos e aplicamos os transformadores de distribuição no Brasil ?



Estudo interno do Procobre realizado durante 2009 em 9 concessionárias do país nas regiões:

- 🌐 Sul
- 🌐 Sudeste
- 🌐 Centro
- 🌐 Nordeste



Concessionária 1:

Objetivo: atender um horizonte de 5 anos sem intervenções

Crítérios: carregamento inicial entre 50 e 80% e substituição quando atingir 130%

Análise: baixo carregamento inicial mas com rápido crescimento de carga, portanto, para diminuição das perdas iniciais e das perdas por sobrecarga recomenda-se a utilização de transformadores eficientes.

Concessionária 2:

Objetivo: atender a máxima demanda previsível num horizonte de 5 anos

Critérios: usa funções KVAS e KVAT

Análise: o processo depende de medições confiáveis para formação de um banco de dados que gere a função KVAS com precisão aceitável

Concessionária 3:

Objetivo : os transformadores são dimensionados de forma a minimizar os custos de investimentos, substituição e perdas, dentro do horizonte de projeto de 5 anos.

Crítérios: carga inicial de 90 a 100% da potência nominal devendo ser substituído no 5º ano. O critério adotado baseia-se em medições de campo.

Análise: O critério prevê a substituição programada com base na estimativa de crescimento da carga

Concessionária 4:

Objetivo : garantir o atendimento da máxima demanda prevista para 5 anos

Crítérios: carregamento inicial de 150 % da potência nominal sendo reduzido até atingir 100 % em 5 anos.

Análise: Depende de análise contínua e gerenciamento da carga para acréscimo de unidades e substituição de potências.

Concessionária 5:

Objetivo : maior horizonte para a manutenção dos transformadores.

Crítérios: baseia-se na projeção de crescimento que eleve o carregamento inicial (75% em média) a 100% em três anos, e permitindo um carregamento máximo de 156% em um horizonte de 10 anos

Análise: Neste caso, justifica-se a adoção de transformadores eficientes, os quais permitirão, a princípio, reduções significativas nas perdas em carga e um melhor retorno do investimento

Concessionária 6:

Objetivo : reduzir custos com reforma

Critérios: considera carregamentos iniciais de até 150% ou 187%, dependendo do tipo de consumidor

Análise: Carregamentos iniciais acima de 150 % em transformadores convencionais significa perda de vida útil por degradação da isolação e aquecimento dos condutores. Recomenda-se o uso de transformadores eficientes que suportam uma maior sobrecarga sem prejudicar a vida útil.

Concessionária 7:

Objetivo : atender a demanda diversificada dentro do horizonte de projeto de 10 anos

Crêterios: carregamento inicial de no mínimo 80% e até 120% da capacidade nominal do transformador

Análise: Considerando a taxa de crescimento adotada em torno de 5% a.a., s    possível garantir o retorno do investimento sem diminuir a vida útil com a utiliza o de transformadores eficientes.

Concessionária 8:

Objetivo : atender a demanda máxima preservando a vida útil e considerando o limite térmico (KVAT)

Crítérios: carregamento inicial de 80% chegando a 120% ou 130 % da capacidade nominal do transformador no horizonte de 5 anos.

Análise: O horizonte de projeto poderia ser estendido mantendo-se os limites térmicos, sem perda de vida útil se forem utilizados transformadores eficientes, para os convencionais os critérios atuais são adequados.

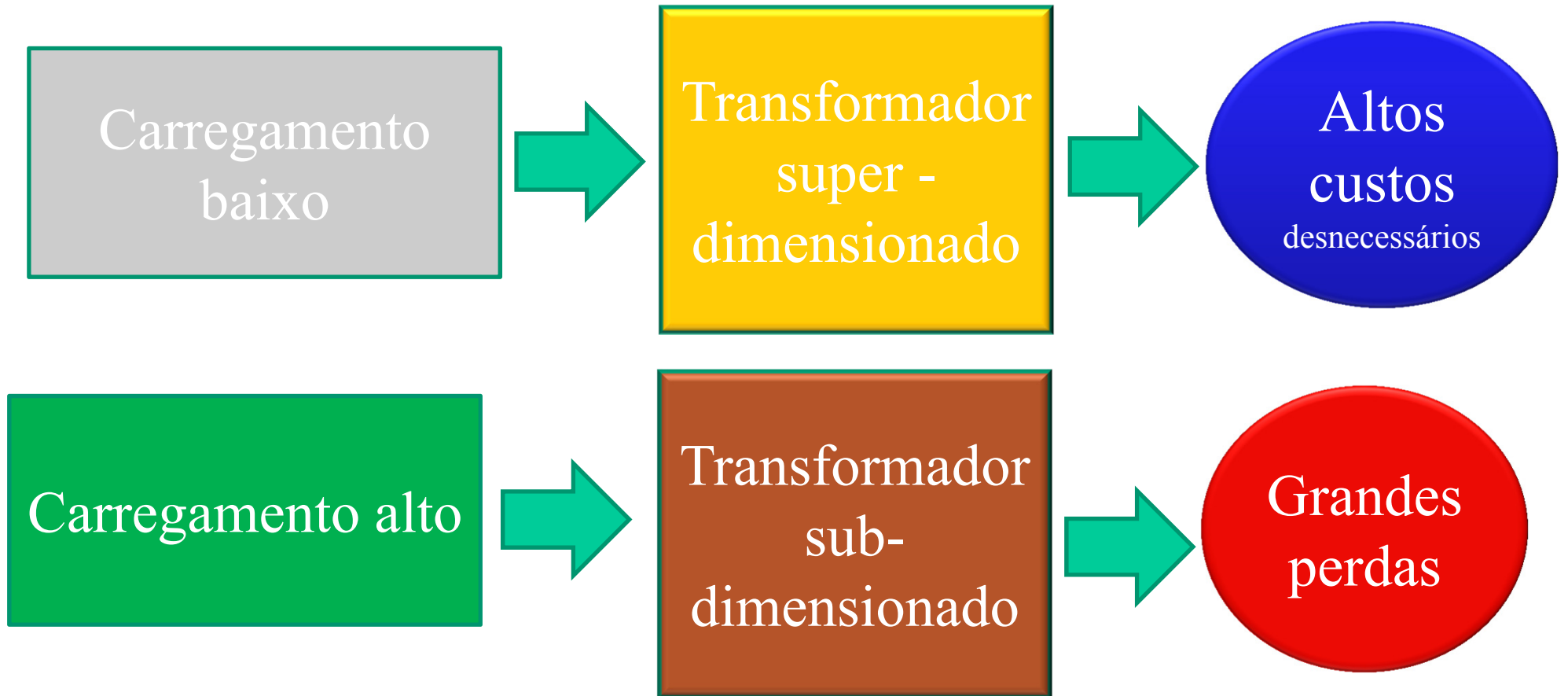
Concessionária 9:

Objetivo : atender a demanda diversificada com taxa de crescimento de 5% a.a. no horizonte médio de 5 anos

Critérios: carregamento inicial de 80% chegando a 120 % da capacidade nominal do transformador no horizonte de projeto.

Análise: Como não foi considerada uma expectativa da sobrecarga à qual o transformador será submetido, a utilização de transformadores eficientes é recomendada, já que permite um menor comprometimento da vida útil em função da sobrecarga.

Resumindo :



Qual a solução ????



Dimensionar corretamente transformadores significa levar em consideração :

- 🌐 Curva da carga a ser atendida
- 🌐 TSMP – tempo sobre a máxima potência
- 🌐 Prática x Teoria
- 🌐 Desequilíbrio das cargas
- 🌐 Perfil térmico



O TSMP ou fator de energia representa o tempo que o transformador leva para gerar as perdas série associadas a uma curva de carga quando o transformador está operando sob condição nominal:

- 🌐 **Baixos TSMP: Transformador trabalhando subcarregado – Pior eficiência;**
- 🌐 **Altos TSMP: Transformador trabalhando sob condição próxima a nominal – Melhor eficiência.**

Como otimizar o projeto e obter um melhor retorno do investimento ?



Cada condição de TSMP pode ser contemplada com um projeto mais adequado:

- 🌐 **O projeto adequado, além de resultar na redução de perdas e aumento da vida útil, pode ter o seu valor amortizado através de processos de capitalização de perdas.**
 - 🌐 **Ganhos para a sociedade;**
 - 🌐 **Ganhos para a empresa de distribuição.**

O uso de Transformadores Eficientes aliado aos critérios adequados proporciona :

- 🌐 Menores perdas em carga e/ou em vazio
- 🌐 Maior vida útil
- 🌐 Redução do número de unidades
- 🌐 Redução de custos operacionais
- 🌐 Melhor retorno do investimento
- 🌐 Possibilita reavaliar a concepção de redes

O que são transformadores eficientes ????



Transformadores eficientes são projetados em função da carga de modo a obter o melhor rendimento durante o maior tempo possível, diminuindo perdas e aumentando o retorno do investimento.

Segundo o estudo realizado em Paraisópolis, o uso de transformadores de alta eficiência, adequadamente projetados, é possível economizar 2MWh por ano por transformador de 100 kVA, só em redução de perdas, sem contar a melhoria dos indicadores técnicos e a redução dos custos operacionais.

Nossos contatos :

PROCOBRE - Instituto Brasileiro do Cobre

Av. Brig. Faria Lima, 2128 – cj 203

São Paulo – Brasil

Tel/fax 55 11 3816 6383

Mobile 55 11 9102 6398

marisa.zampolli@uol.com.br

LAT- EFEI – Universidade Federal de Itajubá

Rua Coronel Rennó 7 - Itajubá/MG Brasil

Fone : +55 35 3622-3546