

REFLEXOS DA CONSERVAÇÃO NA QUALIDADE DA ENERGIA ELÉTRICA

J. Policarpo G. Abreu José Maria C. Filho Oliver Pérciles O. Freitas

*Escola Federal de Engenharia de Itajubá - EFEI
Av. BPS, 1303 - Cep 37500-000 - Itajubá/MG - Brasil
email: polica@iee.efei.rmg.br*

Resumo -É objetivo deste artigo estabelecer uma correlação entre conservação e qualidade da energia elétrica. Sabe-se que medidas implementadas para a melhoria da qualidade trazem reflexos positivos na área de conservação; em contrapartida, algumas dessas medidas integradas ao campo de conservação da energia, geram problemas de qualidade.

Palavras-Chaves- Qualidade da Energia, Power Quality, Conservação da Energia

Abstract -The purpose of this article is establish a relation between conservation and electrical power quality. Improvements for the quality benefits bring positive effects to the conservation area. Nevertheless, some of the improvements in the energy conservation field cause power quality problems.

1-INTRODUÇÃO

A conservação e a qualidade da energia elétrica - *QEE* são as duas áreas de pesquisa, voltadas para o avanço da engenharia elétrica, que têm despertado atualmente a atenção de pesquisadores, universidades, indústrias, concessionárias e fabricantes.

Programas de conservação de energia têm sido implementados em todas as partes do mundo, uma vez que estudos indicam, que as fontes de energia primária não renováveis, como por exemplo, o petróleo, têm reservas para poucas décadas.

Naturalmente, esta preocupação estende-se ao setor elétrico, já que no Brasil, os grandes recursos hídricos, que guardam relação de proximidade com os grandes centros consumidores, já foram explorados. Esses fatos, associados às perspectivas de aumento de demanda e à falta de recursos para investimentos no setor elétrico, deram origem a programas de conservação de energia, que visam de forma precípua, melhorar a eficiência na utilização da energia elétrica, retardar investimentos e reduzir a possibilidade de racionamento.

Por outro lado, os problemas de *QEE*, estão, na maioria dos casos, associados a sensibilidade de equipamentos e de processos a distúrbios originários do sistema elétrico. Perturbações na rede, que no passado não eram percebidas têm, hoje, provocado prejuízos substanciais para a sociedade, de uma forma geral.

Aparentemente, conservação e qualidade da energia são duas áreas de pesquisa distintas e independentes. No entanto, pode-se estabelecer correlações entre conservação e a qualidade da energia. Sabe-se que ações implementadas para a melhoria da qualidade, trazem, como subproduto, reflexos positivos na área da conservação. Contudo, em contrapartida, algumas das ações no campo da conservação da energia, geram problemas de qualidade.

2- ITENS DE AVALIAÇÃO DA QEE

A *QEE* engloba a análise, o diagnóstico e a solução, assim como o impacto econômico de toda e qualquer anomalia no sistema elétrico. Estas anomalias podem se manifestar tanto na tensão e na corrente quanto na frequência, resultando, geralmente, em falha ou má operação, sobretudo de equipamentos industriais, comerciais, residenciais e até mesmo hospitalares.

A Qualidade da Energia, em um determinado barramento do sistema elétrico, é adversamente afetada por uma ampla variedade de distúrbios, destacando-se:

- Transitórios (impulsivos e oscilatórios);
- Variações de Curta Duração (interrupções transitórias, depressões de tensão e salto de tensão);
- Variações de Longa Duração (interrupções sustentadas, subtensões e sobretensões);
- Desequilíbrios;
- Distorção de Forma de Onda (harmônicos, *notching*, ruído, etc...);
- Flutuações de tensão;
- Variações de frequência.

Pesquisas realizadas nos Estados Unidos, patrocinadas pelo EPRI, identificaram três distúrbios de *QEE* que mais têm afetado os consumidores: transitórios, depressões de tensão e harmônicos.

Os transitórios têm, como origem, as descargas atmosféricas e os chaveamentos no sistema elétrico (energização de bancos de capacitores, linhas de transmissão e transformadores). Os transitórios, via de regra, provocam a degradação ou falha imediata nos isolamentos de equipamentos elétricos, falhas em fontes eletrônicas e desligamentos indevidos em ASD's (acionamentos de velocidade variável).

As depressões de tensão (*voltage sags*) têm, como causa, a ocorrência de curto-circuitos, sejam eles equilibrados ou desequilibrados e também a

partida de grandes motores, principalmente em redes com baixa capacidade de curto-circuito.

Os problemas mais importantes associados a estes distúrbios são as paradas de equipamentos e interrupções de processos produtivos, que provocam, a nível mundial, dezenas de milhões de dólares de prejuízo.

Por fim, a distorção harmônica, ocorre devido a operação de cargas não lineares tais como: fornos a arco, fornos de indução, máquinas de solda, conversores estáticos, compensadores estáticos, lâmpadas fluorescentes, etc... A corrente harmônica e a distorção de tensão provocam:

-sobreaquecimento em máquinas rotativas e transformadores, com conseqüente redução da vida útil destes equipamentos;

-sobretensões harmônicas, resultando no aumento das solicitações do isolamento dos equipamentos o que, em muitos casos, causa a ruptura do meio dielétrico;

-operação indevida dos sistemas de proteção, medição e controle microprocessados.

3-CONSERVAÇÃO E RACIONALIZAÇÃO DA ENERGIA ELÉTRICA

Constata-se, atualmente, uma crescente preocupação com a racionalização e aumento da eficiência do uso da energia elétrica no Brasil. A possibilidade de racionamento, devido ao crescimento da demanda, aliado ao limitado capital disponível no setor público, para futuras expansões do sistema elétrico, têm levado representantes do governo, concessionárias de energia e os próprios consumidores, a estudar novas abordagens para o setor elétrico. Assim, a racionalização e o aumento da eficiência no uso da eletricidade constitui, atualmente, a principal estratégia adotada pelas concessionárias de energia, para conter o crescimento da demanda. Vários benefícios são proporcionados com o aumento da eficiência no uso da energia:

- Aumento da eficiência implica em diminuição de custos, que resulta no aumento da competitividade de produtos nacionais no mercado mundial;
- Redução e adiamento de investimentos no setor elétrico;
- Diminuição da probabilidade de falta de suprimento devido a redução de demanda;

Dentre as inúmeras propostas para se proporcionar o uso mais racional da eletricidade, tem-se: instalação de variadores de velocidade de motores, compensação de potência reativa, instalação de lâmpadas fluorescentes compactas, uso de reatores eletrônicos, etc..

Instalação de Inversores de Frequência

A utilização de inversores de frequência para a substituição de válvulas estranguladoras, é frequentemente, encontrada em instalações industriais, onde o controle da vazão de um líquido, vapor ou gás, é requerido. Sabe-se que a economia de energia obtida por esta prática é substancial, uma vez que a velocidade do motor é ajustada, automaticamente, em função da demanda de vazão do processo industrial. Isto faz com que a eficiência do conjunto motor-bomba seja máxima para qualquer velocidade.

Compensação de Potência Reativa

Outra medida adotada tem sido a regulamentação do valor do fator de potência em valores cada vez maiores. Em 1993, o DNAEE editou a Portaria 1569, que regulamentou o valor do fator de potência de referência em 0,92. A melhoria do fator de potência possibilita às concessionárias aliviarem seus equipamentos (geradores e transformadores) e suas linhas de transmissão. Como resultado, ocorre a liberação do sistema para transmitir potência ativa, sem novos investimentos, além de facilitar o controle de tensão.

O baixo fator de potência tem como origem:

- motores trabalhando em vazio; isto faz com que o fator de potência seja da ordem de 10%;
- motores superdimensionados cujo efeito é semelhante ao motor trabalhando em vazio;
- transformadores operando em vazio;
- lâmpadas de descarga (vapor de sódio, fluorescente) com reatores de baixo fator de potência.

A instalação de bancos de capacitores é a forma mais utilizada, pela indústria, para realizar a compensação de potência reativa.

Utilização de Lâmpadas Fluorescentes

A iluminação representa uma grande parcela dos gastos, com eletricidade, dos consumidores residenciais. Diversas medidas têm sido tomadas no sentido de se obter melhor eficiência energética:

- substituição de lâmpadas incandescentes por fluorescentes;
- uso de reatores eletrônicos de alta frequência e alto fator de potência;
- substituição de luminárias do tipo retangular por outras com formatos geométricos especiais e superfícies espelhadas.

Controle de Demanda

O sistema de controle de demanda, seja ele manual ou automático, permite à indústria melhorar o fator de carga e reduzir o valor do contrato de demanda. Do ponto de vista da concessionária, o

controle de demanda proporciona a otimização de investimentos em instalações elétricas.

4-REFLEXOS DA CONSERVAÇÃO DA ENERGIA ELÉTRICA (QEE)

Medidas, normalmente adotadas, no campo de conservação da energia elétrica, podem resultar em efeitos negativos sobre o sistema elétrico e seus componentes. Pode-se, portanto, vincular perda de qualidade a algumas medidas de conservação de energia.

Instalação de Inversores de Frequência

Como principal efeito colateral da instalação de inversores de frequência, tem-se a geração de harmônicos que provocam sobreaquecimento em equipamentos elétricos, e perda de vida útil em transformadores e máquinas rotativas, dentre outros. Além disso, a instalação de inversores de frequência em plantas industriais onde existam bancos de capacitores em operação, poderão levar o sistema à condição de ressonância harmônica.

Compensação de Potência Reativa

A instalação de bancos de capacitores, se bem executada, resulta em melhoria do fator de potência da instalação e diminuição do carregamento dos equipamentos (transformadores, cabos e linhas). Em contrapartida, se os cuidados necessários não forem tomados, todos os benefícios citados serão anulados em função dos problemas de qualidade de energia que poderão surgir, tais como:

- amplificação do conteúdo harmônico presente no sistema, bem como seus malefícios sobre os diversos equipamentos;
- estabelecimento de condições de ressonância com conseqüentes sobretensões;
- queima prematura dos bancos de capacitores devido ao aquecimento das unidades capacitivas;
- introdução de transitórios de chaveamento, principalmente devido à necessidade de controle do fator de potência, segundo a média horária.

Utilização de Lâmpadas Fluorescentes

A substituição das lâmpadas incandescentes por lâmpadas fluorescentes injeta níveis substanciais de harmônicos no sistema de distribuição secundária (220/127 V), principalmente se considerarmos a adoção disseminada desta prática por parte dos consumidores. Evidentemente, os efeitos dos harmônicos gerados por estes sistemas de iluminação são aqueles já abordados anteriormente.

Controle de Demanda

Ao contrário das outras medidas de conservação de energia, o controle de demanda traz reflexos positivos para a QEE, auxiliando no controle da tensão de regime permanente do sistema.

A Tabela-1 mostra, sob a forma de resumo, as ações tomadas na área de conservação de energia, seus benefícios e efeitos sobre a QEE.

Tabela 1

Conservação da Energia		Qualidade da Energia
Ação	Benefício	Efeitos
Instalação de ASD's	Economia de energia	Geração de harmônicos
		Eliminação das depressões de tensão durante a partida de motores
Instalação de BC's	Melhoria do fator de potência	Geração de transitórios
		Amplificação de Harmônicos
Instalação de lâmpadas fluorescentes	Economia de energia	Geração de harmônicos
Implementação de controle de demanda	Melhoria do fator de carga	Melhoria de tensão de regime permanente

5-REFLEXOS DO CONTROLE DA QEE NA CONSERVAÇÃO DA ENERGIA ELÉTRICA

Considerando a questão abordada no item anterior, qual seja, das implicações da conservação e racionalização sobre a qualidade da energia, deve-se considerar também, este inter relacionamento de forma inversa, ou seja, medidas tomadas para a melhoria da QEE refletindo positivamente, na área de conservação.

Desequilíbrios

As redes elétricas, idealmente projetadas para funcionarem sob condições equilibradas, quando da instalação e operação, passam a apresentar o que se denomina assimetria ou desequilíbrio. Quanto aos efeitos do desequilíbrio sobre equipamentos elétricos, deve-se destacar o aquecimento e aumento da temperatura das máquinas rotativas (motores de indução e máquinas síncronas). Convém lembrar, que a energia dissipada em decorrência do aquecimento, não resulta em nenhum proveito a operação destes equipamentos, mas sim, implica em gastos excessivos de energia e redução da vida útil dos mesmos.

Harmônicos

É fato conhecido que a operação dos mais diferentes equipamentos presentes no sistema elétrico, pode sofrer vários efeitos decorrentes de um suprimento com tensões e correntes distorcidas. Além das questões associadas ao funcionamento indevido e maiores solicitações do isolante, tensões e correntes distorcidas causam o aumento das perdas elétricas e redução da vida útil de diferentes dispositivos. Portanto, ações no campo da QEE para correção de desequilíbrios e eliminação de harmônicos, trazem reflexos positivos na área de conservação da energia.

A Tabela 2 mostra, que medidas tomadas no sentido de melhorar a *QEE*, têm efeitos positivos na conservação da energia.

Tabela 2

Qualidade da Energia	Conservação de Energia
Ação	Efeitos
Filtragem de harmônicos	Redução de perdas em traços e em máquinas rotativas
Correção de desequilíbrios	Redução de perdas em máquinas rotativas

6 - CONCLUSÕES

Mostra-se neste artigo, que conservação e qualidade da energia elétrica estão diretamente correlacionadas. Medidas tomadas com o intuito de melhorar a qualidade da energia, produzem, normalmente, efeitos positivos sobre a conservação da energia, com redução de perdas, devido a sobreaquecimento, em transformadores e máquinas rotativas. Contudo, algumas das medidas adotadas no sentido de conservar e racionalizar o uso da energia elétrica, produzem reflexos negativos na área de qualidade.

Reconhece-se que os programas de conservação e de racionalização são imprescindíveis, nos dias de hoje. Entretanto, é necessário que ocorram profundas reflexões sobre o assunto, de modo que as ações a serem implementadas na área de conservação sejam executadas com critérios rígidos buscando-se, acima de tudo, resguardar a qualidade da energia fornecida pelo sistema elétrico.

7-REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] IEEE Recommended Practice for Monitoring Electric Power Quality. IEEE Std.1159-1995;
- [2] ABREU, J. P. G. et all. Reflexões sobre Qualidade da Energia. In: "SEMINÁRIO BRASILEIRO DA QUALIDADE DE ENERGIA ELÉTRICA. Uberlândia, UFU, 10 a 13 de junho de 1996. p. 1-5;
- [3] CRESTANI, Mauro S. - Matéria sobre entrevista com o Prof. José Policarpo G. Abreu coluna "No Circuito", revista eletrônica de Moderna, pp 8, dez/95;
- [4] ABREU, J. P. G. "O Problema de Power Quality", revista Eletricidade Moderna, coluna "Toda Via", nov/95.