

Capítulo XII

Procedimentos de manutenção para economia de energia

Por Igor Mateus de Araújo e João Maria Câmara*

Um programa bem elaborado de manutenção é um ponto importante de qualquer política de utilização racional de energia elétrica nas empresas. As grandes empresas, normalmente, possuem um setor ou departamento, que elabora as diretrizes com relação ao consumo de energia. O mesmo, porém, não acontece nas pequenas e médias empresas, em que, normalmente, essas responsabilidades cabem ao chefe do departamento de manutenção.

O chefe de manutenção tem um papel importante a desempenhar em todas as etapas relacionadas à implantação de um programa coerente e permanente de conservação de energia.

Com sua equipe, o responsável pela manutenção precisa:

- detectar todas as possibilidades de otimizar as instalações existentes;
- identificar pontos falhos e propor a implantação de equipamentos e procedimentos para a correção desses pontos;
- acompanhar o efeito dos investimentos realizados para a economia de energia nos sistemas de produção (estas economias devem ser obtidas na instalação e consolidadas ou até aumentadas a cada ano);
- medir os fluxos energéticos, estabelecer sua contabilidade e seguir a evolução dos consumos;

- intervir de maneira ativa na motivação e formação do pessoal.

Conhecer melhor para administrar melhor

Toda política de controle de energia apoia-se na seguinte ideia básica: a energia precisa ser controlada como qualquer outro elemento de custo na empresa. Porém, só é possível administrar o que é medido e quantificado.

A primeira etapa consiste em implantar meios que permitam a medição e o monitoramento dos consumos de energia. Seguindo essas medições, será possível detectar falhas, estabelecer prioridades de ação e estimar a eficácia das intervenções. Esta fase inclui a elaboração de “planilhas de controle” que permitirão contabilizar a energia na empresa.

Cada empresa tem suas características próprias, cabendo ao chefe de manutenção determinar a forma ideal de estabelecer esse controle em função, principalmente, dos recursos de medição e da mão de obra disponível, das rotinas de manutenção já existentes e das possibilidades de investimento para aprimoramento da medição.

Onde houver eletricidade, existe sempre a possibilidade de ocorrerem perdas. Por meio de medições adequadas, podemos efetuar um exame preliminar das instalações, que permitirá detectar desperdícios, identificar as maneiras possíveis de eliminá-los e ainda avaliar o grau de urgência das ações para a correção dos problemas.

Distribuição de energia elétrica

As principais perdas observadas na distribuição de energia elétrica provêm de aumento progressivo de carga nos circuitos elétricos, da utilização de cabos que suportam maiores temperaturas mas são poucos eficazes do ponto de vista energético, da distribuição a longa distância em baixa tensão e do posicionamento inadequado dos capacitores.

Apresentamos a seguir algumas medidas que podem ser utilizadas pelos técnicos de manutenção para minimizar essas perdas em suas instalações.

Circuitos elétricos: dimensionamento correto dos condutores

O dimensionamento de condutores é feito, normalmente, pelos critérios de condução de corrente e pela queda de tensão no circuito, sem levar em consideração as perdas de energia elétrica.

Com as normas técnicas e as tabelas dos fabricantes de condutores, a partir da corrente que circulará no circuito, do tipo de instalação dos condutores e do comprimento do circuito, determina-se a seção do condutor a ser utilizada ou, ainda, verifica-se se o condutor em utilização está bem dimensionado. Os

condutores, porém, evoluíram ao longo dos anos, sobretudo a partir do uso de isolantes mais eficientes que lhes permitem trabalhar com temperaturas mais elevadas sem comprometimento da segurança da instalação, significando um aumento do limite da corrente de operação e, conseqüentemente, ocasionando maiores perdas por efeito Joule.

Naturalmente, não é recomendável substituir sistematicamente um condutor existente por outro de maior seção. O importante, no caso de instalações existentes, é reduzir a corrente que circulará em cada circuito, especialmente naqueles de maior comprimento. Para isso, uma das soluções possíveis é redistribuir as cargas dos circuitos disponíveis ou ainda construir novos circuitos, aliviando o carregamento dos demais.

Utilização de transformadores satélites

O transporte de correntes elevadas em baixa tensão é muito oneroso, seja em função da necessidade de utilização de condutores com maiores seções, seja pelas perdas de energia devido ao efeito Joule.

Pode-se reduzir, simultaneamente, estes dois custos instalando os centros de transformação nas proximidades dos centros de carga das instalações. Esta política conduz a um aumento no número de transformadores existentes e exige a implantação de uma rede interna de alta tensão para alimentá-los. Os longos circuitos de distribuição mais carregados são assim substituídos por cabos de alta tensão com seções menores e perdas significativamente menores.

Quando for necessário instalar equipamentos de grande potência a longas distância do ponto de transformação, torna-se interessante, do ponto de vista da economia de energia, a instalação de transformadores satélites.



PROTEÇÃO CONTRA ARCO VOLTAICO

- Detecção de arco e proteção convencional em um único hardware;
- Integração em rede, podendo ser via Modbus, DeviceNet, IEC 61850;
- Software único para configuração de detector de arco + relé de proteção;
- Sequência de Eventos e Oscilografia - verificação gráfica da intensidade da luz, correntes e pickup dos elementos de detecção de arco;
- Autodiagnóstico - informa falha interna do relé e fibras óticas

SEL SCHWEITZER ENGINEERING LABORATORIES (19)3515.2000 - www.selinc.com.br

Posicionamento correto dos capacitores

Os capacitores compensam a energia reativa somente nos trechos dos circuitos elétricos situados antes deles. Para obter uma melhor eficiência, é necessário, portanto, distribuir criteriosamente os capacitores, procurando posicioná-los nas

proximidades dos equipamentos que solicitam energia reativa.

Em grande parte das instalações elétricas, os capacitores são instalados na cabine primária. Nessa situação, a corrente reativa que circula sobrecarrega os circuitos, provocando maiores perdas por efeito Joule nos condutores. Sempre que for analisado o posicionamento dos capacitores de uma instalação, deve-se considerar a possibilidade de instalá-los o mais próximo possível dos equipamentos utilizadores.

Procedimentos de manutenção

Além dos conceitos já apresentados para a redução das perdas de energia em circuitos de distribuição, deve-se também atentar para os procedimentos de manutenção que resultem

no bom funcionamento das instalações, o que se constitui em um fator importante a ser considerado na implantação de programas de economia de energia elétrica.

Estes procedimentos são apresentados de forma resumida no quadro a seguir.

Procedimentos de Manutenção	
Procedimentos	Periodicidade
Verificação das condições dos isolamentos	Quinzenal
Verificação dos painéis e aparelhos elétricos - Despoeiramento e limpeza	Semestral
Verificação dos contatos e conexões - Reaperto dos parafusos - Verificação da qualidade das ligações à Terra	Anual

Iluminação

Os sistemas de iluminação, via de regra, apresentam um significativo potencial de economia de energia. Sem prejuízo da iluminância desejada para as atividades desenvolvidas nos locais atendidos, é possível otimizar estes sistemas obtendo-se redução no consumo de eletricidade.

Aqui também um controle eficaz de materiais e equipamentos se traduz em um boa solução para a obtenção

de economias substanciais, que podem ser conseguidas com a otimização na operação dos sistemas de iluminação, escolha criteriosa das fontes de iluminação, componentes acessórios e, evidentemente, com um programa de manutenção adequado das instalações.

Otimização da operação dos sistemas de iluminação existentes

A utilização racional dos sistemas de iluminação pode trazer economias significativas de energia com a vantagem de, normalmente, exigir pouco investimento para a execução das medidas envolvidas nessa racionalização.

Dentre as inúmeras medidas que podem ser adotadas, as mais representativas são:

- Redução da iluminância a níveis adequados, respeitando-se o previsto em norma nos locais em que a iluminação é excessiva;
- Desligamento da iluminação nos locais que não estão sendo ocupados;
- Utilização de interruptores para maior flexibilidade no uso da iluminação;
- Aproveitamento, sempre que possível, da iluminação natural.

Utilização de lâmpadas mais eficientes

Existem no mercado vários tipos de lâmpadas que

podem ser utilizados. Cabe ao responsável pela manutenção determinar qual o tipo de lâmpada mais indicado, considerando basicamente as seguintes características:

- Eficiência luminosa: representa o número de lúmens produzidos pela lâmpada, por watt consumido;
- Cor aparente da lâmpada: deve ser avaliada para harmonizar a iluminação do ambiente;
- Reprodução de cores: caracteriza a capacidade das lâmpadas em não deformar o aspecto visual dos objetos que iluminam;
- Vida útil: representa o número de horas de funcionamento das lâmpadas, definido em laboratório, segundo critérios preestabelecidos;
- Custos do equipamento e instalação: devem ser utilizados numa análise de custo/benefício a ser realizada.

Portanto, sempre que possível, devemos utilizar lâmpadas de alta eficiência luminosa, com maior vida útil e melhor relação custo/benefício, bem adaptadas ao ambiente em que serão utilizadas.

Pode-se, por exemplo, dependendo das características da instalação e do local, substituir lâmpadas mista por vapor de sódio de alta pressão que consomem cinco vezes menos, com vida útil duas vezes maior.

No quadro abaixo apresentamos, a título de ilustração, os tipos de lâmpadas existentes no mercado.

Tipos de lâmpadas						
Tipos	Potência (W)	Eficiência luminosa (lm/W)	Cor aparente	Reprodução de cores	Vida útil média (h)	Reator
Incandescente	25 a 500	10 a 20	Quente	Excelente	1.000	Não
Luz mista	160 a 500	15 a 25	Intermed.	Moderada	6.000	Não
Fluorescente tubular	15 a 110	45 a 90	Quente intermed. Fria	Excelente a moderada	7.500	Sim
Fluorescente compacta	5 a 13	50 a 80	Quente	Boa	8.000	Sim
Vapor de mercúrio	80 a 1.000	40 a 60	Intermed.	Moderada	12.000	Sim
Sódio alta pressão	50 a 1.000	60 a 130	Quente	Pobre	16.000	Sim

Cuidados com luminárias e difusores

A eficiência de uma luminária depende em grande parte das condições de manutenção das superfícies refletoras e dos difusores.

No caso dos difusores, a solução ideal no plano energético é não utilizá-los, por representarem uma perda significativa de fluxo luminoso. Porém essa medida depende das características do local atendido, que pode exigir uma maior proteção para as lâmpadas, como também deve ser verificado o aumento no nível de ofuscamento que a retirada desses acessórios pode causar.

Quando for necessário manter os difusores, deve-se procurar substituir aqueles que se tornaram amarelados ou opacos, por

outros de acrílico claro com boas propriedades de difusão de luz. Para algumas aplicações, um difusor de vidro claro pode ser usado se ele for compatível com a luminária e a instalação. Pode-se afirmar que um difusor opaco provoca uma redução no fluxo luminoso de até 30%, enquanto no de acrílico claro esta redução é da ordem de 10%.

Com relação às luminárias, as superfícies refletoras devem ser mantidas limpas, proporcionando boas condições de reflexão. Quando elas se tornarem amareladas ou ocorrerem falhas na sua pintura, pode ser interessante pintá-las novamente, procurando utilizar cores claras e refletoras.

Na aquisição ou substituição de luminárias, deve-se escolher um modelo observando as suas características de reprodução de luz. É importante lembrar que as luminárias também apresentam parâmetros que influenciam o rendimento luminoso final do conjunto lâmpada-luminária-difusor.

Avaliação dos reatores utilizados

As lâmpadas fluorescentes, a vapor de mercúrio, a vapor de sódio e outras necessitam de reatores para o seu funcionamento. Estes equipamentos, a exemplo dos transformadores, também apresentam perdas no cobre e no ferro.

Os reatores de boa qualidade geralmente apresentam perdas reduzidas, consumindo menos energia para o seu funcionamento. Já os de qualidade inferior podem acrescentar mais de 10% ao consumo final do sistema de iluminação. Muitas vezes, a potência efetiva fornecida pelo reator pode ser inferior ao seu valor nominal, reduzindo o fluxo luminoso

emitido e comprometendo, frequentemente, a vida útil das lâmpadas.

Ao adquirir reatores, dê preferência aos de boa qualidade, evitando desperdícios desnecessários de energia elétrica e prejuízos ao sistema de iluminação. Outro ponto a ser observado é o fator de potência dos reatores. Diversos modelos já possuem compensação, apresentando elevado fator de potência. Procure usar estes modelos, evitando assim a sobrecarga das instalações de iluminação e o conseqüente aumento das perdas por efeito Joule, bem como o uso desnecessário de capacitores.

Controle eficiente da qualidade da iluminação

Para controlar a iluminação com eficiência é indispensável dispor de equipamento de medição (luxímetro), que permite efetuar controles periódicos das iluminâncias nos diversos locais.

Os resultados devem ser devidamente anotados para que suas variações possam ser seguidas no tempo. Para serem comparáveis, estas medições devem ser realizadas em pontos definidos e localizados com precisão de acordo com as normas. Nos locais em que houver interferência da iluminação natural, as medições devem ser feitas à noite.

Manutenção dos sistemas de iluminação

Nos sistemas de iluminação, um dos principais fatores de desperdício de energia elétrica é a manutenção deficiente. De fato, a instalação que não apresenta uma manutenção adequada se degrada com o tempo, determinando uma queda representativa do fluxo luminoso e conseqüente diminuição da iluminância nos ambientes. Isso exige uma maior potência instalada para o atendimento das normas de iluminação.

Com intervenções programadas, a iluminância melhora significativamente, permitindo a utilização de um menor número de lâmpadas, o que proporciona, portanto, a economia de energia elétrica. A experiência mostra que a implantação de um programa eficiente de manutenção pode proporcionar ganhos de até 30% no consumo de energia.

Estes programas normalmente compreendem dois tipos básicos de intervenção: limpeza das luminárias e substituição sistemática das lâmpadas. O quadro a seguir apresenta a redução da iluminância que ocorre em um sistema de iluminação com luminárias fechadas, com lâmpadas fluorescentes de 40 W e reatores de partida rápida, operando 2.600 horas por ano, em função do programa de manutenção aplicado.

Conforme as características da empresa, um estudo de custo/

Redução da iluminância	
Programa de manutenção	Redução da iluminância inicial após 3 anos de operação
Limpeza das luminárias e substituição de todas as lâmpadas a cada 3 anos.	43%
Limpeza das luminárias a cada 1,5 ano e substituição de todas as lâmpadas a cada 3 anos.	37%
Limpeza das luminárias e substituição da metade das lâmpadas a cada 1,5 ano.	33%
Limpeza das luminárias e substituição de 1/3 das lâmpadas a cada ano.	28%

benefício permitirá determinar o ciclo de manutenção, definindo o espaçamento e a natureza das intervenções a serem feitas cada vez que a iluminância mínima aceitável for alcançada. Trata-se, basicamente, de comparar o custo global das intervenções durante a vida útil médias das lâmpadas com a economia de gastos em energia elétrica proporcionada por estas intervenções.

Elaboração de um programa de manutenção voltado à economia de energia elétrica

O programa de manutenção de uma empresa deve ser elaborado e implementado levando-se em conta os conceitos de uso racional de energia, bem como as características próprias do processo produtivo. Os resultados obtidos serão certamente mais que proporcionais ao esforço empreendido neste sentido.

**IGOR MATEUS DE ARAÚJO é engenheiro eletricista, atua na área de manutenção elétrica desde 2003 e é, atualmente, gestor da Unidade de Manutenção de Subestações e Linhas de Transmissão da Companhia Energética do Rio Grande do Norte (Cosem).*

JOÃO MARIA CÂMARA é técnico em eletrotécnica, engenheiro eletricista, engenheiro de segurança do trabalho e especialista em instrumentação. Foi chefe do departamento de manutenção elétrica da Indústria Têxtil Seridó, professor do departamento de engenharia elétrica da Universidade Federal do Maranhão e, atualmente, é professor e chefe do departamento de engenharia elétrica da Universidade Federal do Rio Grande do Norte.

FIM

Confira todos os artigos deste fascículo em www.osetoreletrico.com.br
Dúvidas, sugestões e comentários podem ser encaminhados para o e-mail redacao@atitudeeditorial.com.br