



**SNPTEE
SEMINÁRIO NACIONAL
DE PRODUÇÃO E
TRANSMISSÃO DE
ENERGIA ELÉTRICA**

GMI 02
14 a 17 Outubro de 2007
Rio de Janeiro - RJ

GRUPO XII

GRUPO DE ESTUDO DE ASPECTOS TÉCNICOS E GERENCIAIS DE MANUTENÇÃO EM INSTALAÇÕES ELÉTRICAS - GMI

SISTEMA DE INFORMAÇÃO PARA GESTÃO DA MANUTENÇÃO – SGM: UM APLICATIVO DE GERENCIAMENTO E TOMADA DE DECISÃO

Ítalo Colins * Rodrigo Diniz Ferreira

RESUMO

A análise do desempenho dos equipamentos de subestações, baseando-se em informações e dados fornecidos por diversos operadores e fontes de informação, tem levado os responsáveis pelo planejamento de ações que minimizem os custos e riscos, buscando uma forma de ter um controle efetivo de todas as informações que servem de parâmetro para a análise e tomada de decisão.

O presente trabalho busca descrever a ferramenta desenvolvida e utilizada pela Gerência de Manutenção de Subestações da região metropolitana de Belo Horizonte e que está contribuindo significativamente para aumento constante dos índices de satisfação percebida pelo cliente em relação aos serviços prestados.

PALAVRAS-CHAVE

Manutenção, metodologia, otimização, planejamento.

1.0- INTRODUÇÃO

O atual estágio de evolução pelo qual passa a sociedade, as exigências de melhor qualidade no aspecto sócio-econômico, tem exigido várias mudanças na filosofia de fornecimento ou prestação de serviços. Por essa razão o setor de fornecimento de energia elétrica do país, têm se empenhado na última década em melhorar a qualidade da energia elétrica fornecida a seus consumidores através a otimização dos métodos de captação, tratamento de dados e informações e análise de desempenho dos equipamentos responsáveis pela garantia no fornecimento da energia elétrica. Essa é a razão para que a manutenção do fornecimento de energia seja refletida tão diretamente nas condições da vida e nas atividades das pessoas, principalmente nas atividades produtivas da sociedade.

Visando melhorar continuamente o processo de manutenção de equipamentos de subestações e, também observando os aspectos de melhoria no fornecimento de energia para os consumidores, a Gerência de manutenção de equipamentos de subestações da empresa CEMIG Distribuição SA, evidenciou a necessidade de desenvolver uma metodologia de controle e tomada de decisões, sobre as práticas de manutenção e operação que envolvem os equipamentos das Subestações do sistema elétrico de transmissão/distribuição da região metropolitana de Belo Horizonte.

Constatou-se que a baixa confiabilidade de um equipamento e o número de equipamentos nessa situação pode influir diretamente no processo de operação e manutenção. Ou seja, o desempenho de um processo está altamente ligado ao desempenho das partes de que é composto, necessitando então, de uma metodologia especial para sua normalização.

A manutenção das condições normais de um equipamento pode depender de vários fatores como o custo, a disponibilidade de material e mão-de-obra. Por isso uma gestão eficiente, baseada nos fatos e nas informações

obtidas a partir da metodologia baseada em uma análise estatística e de engenharia consistente, contribuirá na melhoria constante dos índices de desempenho do sistema de transmissão e distribuição de energia.

Para melhor determinar a forma de controle, baseando-se nos dados disponíveis e na necessidade de implementar uma metodologia de controle e avaliação, considerando os fatos e não as suposições resolveu-se adotar o método de “Controle estatístico de Processos”, para a determinação de valores ótimos de observação de confiabilidade e seletividade, resultando na elaboração de um sistema computadorizado de aplicação simples e.

Esta proposta busca desenvolver um método de otimização que torne a influência de DEC e FEC (que são os mais significativos índices de controle qualidade de tensão) menos significativa na qualidade do serviço da empresa percebida pelo cliente, pois na atualidade os índices apontados acima possuem uma correlação direta

Com a confiabilidade das informações e dos dados e estes são fatores primordiais para se modelar e controlar um sistema de eficiência energética, de forma direta e indireta.

2.0- DESENVOLVIMENTO E IMPANTAÇÃO DO SGM

O SGM - Sistema de Informação para a Gestão da Informação, nasceu como sendo a solução para que todas as informações sobre os equipamentos e componentes que compõem o sistema elétrico de subtransmissão metropolitano de Belo Horizonte, fossem organizadas e tratadas de acordo com sua importância ou representatividade no sistema elétrico.

Seu desenvolvimento se deu de maneira integrada observando as características técnicas e as necessidades de operação e manutenção do sistema de transmissão da distribuição. Utilizando uma plataforma de acesso e manipulação da internet/ intranet, a estrutura do SGM foi concebida para que o usuário devidamente cadastrado, em seu arquivo de administração hierárquica, pudesse acessá-lo de qualquer computador ligado à rede e em qualquer local do estado ou do país. Ele possui as características de aplicativos utilizados via internet, porém ele possui uma velocidade de processamento maior que os aplicativos ou bancos de dados semelhantes, pois utiliza três servidores independentes que lhe proporcionam mais agilidade e rapidez na execução das funções requeridas.

O SGM é composto de 09 módulos técnicos e 01 módulo administrativo distinto- ver Figura 1, que se interagem e se completam, é possível trabalhar isoladamente em cada um destes módulos e as informações tratadas são distribuídas entre estes módulos. Esses módulos permitem uma completa visualização dos dados dos equipamentos cadastrados no sistema e a otimização no diagnóstico e controle do desempenho do sistema elétrico de transmissão da Distribuição.

E esses módulos são os seguintes:

- Cadastro de equipamentos
- Análise de equipamentos
- Análise de defeitos/ ocorrências
- Solicitação de intervenção
- Inspeção Termográfica
- Manutenção preventiva
- Plano de obras
- Relatórios;
- Administração.

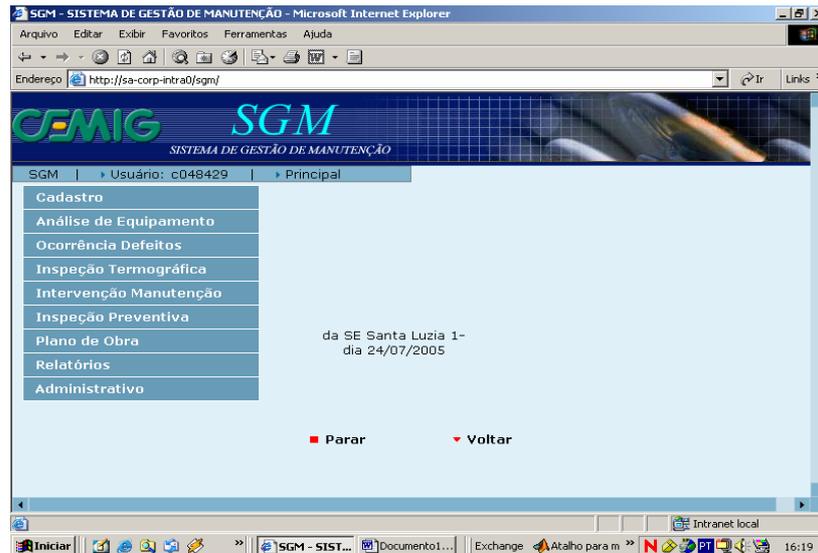


FIGURA 1

A seguir descrevemos a caracterização e a função de cada módulo.

2.1- Modulo 1: Cadastro

Baseando-se na dificuldade que se tinha de se construir um banco de dados de fácil manuseio e acessibilidade e que fosse capaz de comportar todos os equipamentos que compõem o sistema de transmissão, ou seja, com o SGM é possível cadastrar ou obter informações importantes sobre fabricantes, modelos de equipamentos, função do equipamento no sistema elétrico (se é uma chave, ou um disjuntor ou um transformador), as características técnicas, tais como tensão nominal, corrente nominal, capacidade de ruptura, constituição do equipamento, etc., sua localização no sistema de distribuição e a identificação operacional.

Ressaltando que existiam vários bancos de dados nas gerências da empresa e com informações às vezes duplicadas ou inconsistentes. O módulo de cadastro de equipamento foi desenvolvido e concebido de forma que seria possível importar ou exportar informações e dados de diferentes bancos de dados, comparando-as e dando consistência aos dados, colocando-as dentro de um padrão de fácil entendimento pelos usuários mais leigos. Isto é, este módulo foi concebido para que qualquer usuário, respeitando seu nível de utilização, pudesse importar exportar, atualizar e mesmo incluir e excluir dados sobre os equipamentos. Por exemplo, é possível importar e exportar informações cadastrais de um determinado equipamento cadastrado na base de dados de um aplicativo desenvolvido na plataforma de dados não compatível com aplicativos de internet.

Com as informações cadastradas neste módulo, foi desenvolvido, com a utilização de metodologia análise de preferência e conceitos de otimização dos recursos de manutenção, a avaliação e descrição de dependência entre os equipamentos de um determinado conjunto de estações ou somente para uma única estação ou vão de equipamentos. Esse método permite que no módulo "Relatórios", seja possível a análise detalhada das implicações para o sistema de transmissão e de distribuição de energia elétrica.

2.2 - Módulo 2: Análise de equipamentos

Este módulo foi idealizado e desenvolvido para receber os dados que uma vez cadastrados ou inseridos, fornecem informações sobre ensaios, testes e inspeções laboratoriais, permitindo ao analista/técnico de planejamento verificar e analisar a evolução das características elétricas dos equipamentos (capacidade de isolamento, correntes de fuga, condições do óleo e evolução de gases, dentre outras). E assim diagnosticar e prevenir defeitos ou falhas em transformadores, disjuntores, transformadores para instrumentos e relés e religadores.

2.3 - Módulo 3: Ocorrência - Defeitos

Este módulo tem a função de armazenar todas as informações sobre defeitos, falhas, anormalidades ou outros eventos ocorridos em equipamentos de subestação ou nas subestações. Permitindo então a formação de um banco de dados e informações para o analista/técnico de planejamento ou engenheiro decidirem pela melhor forma de correção e priorização de serviços, que vão classificá-las- após análise -de acordo com os critérios estabelecidos nas normas de operação e manutenção da empresa.

Este módulo o usuário que constatou a anormalidade pode transferir inclusive fotos e sons registrados durante a verificação da ocorrência. Além de permitir a visualização e acompanhamento da solução dada ao problema informado.

2.4 - Módulo 4: Inspeção termográfica

Neste módulo são cadastradas e tratadas todas as informações sobre manutenções preditivas (no caso termográficas), possibilitando também o acompanhamento da evolução da anomalia térmica detectada, ou seja, possibilita a criação de um banco de informações com imagens e dados suficientes para uma análise e a formação de um histórico evolutivo das anomalias térmicas mais significativas, encontradas nos equipamentos (ver Figura 2).

Ao inspetor termográfico é possível incluir além de fotos, filmes curtos (15 segundos), montagens gráficas e outras mídias que são capazes de auxiliar ao planejador/técnico na determinação exata ou com um grau de certeza muito alto a probabilidade de falha em um equipamento, mediante as anomalias térmicas detectadas. As imagens e demais mídias podem como os dados serem exportadas para outros documentos, tais como relatórios técnicos.

FIGURA 2

2.5 - Módulo 5: Intervenção Manutenção

Neste módulo são incluídos e tratados todos os dados e informações sobre os resultados de inspeções ou oriundas de manutenções realizadas nos equipamentos que não são classificadas como defeito ou falha, mas que se com o decorrer do tempo não forem corrigidas podem levar o equipamento a ter sua probabilidade de falha aumentada. Com as informações disponibilizadas neste módulo foi possível verificar a verossimilidade dos fatos ocorridos nos equipamentos, bem como analisar a possível influência no desempenho do equipamento.

Este módulo também conseguiu diminuir ou minimizar um dos principais problemas existentes entre as equipes de operação e manutenção: a interação e o acompanhamento dos resultados de inspeções pelas equipes de engenharia e de execução, pois desburocratizou o processo de envio, acompanhamento e resolução das solicitações efetuadas a equipe de engenharia e planejamento, e propiciou a avaliação cronológica dos problemas detectados nos equipamentos.

Este módulo ainda permite ao analista/técnico responsável pela solução do problema, a criação de estatísticas de solicitações executadas em um determinado período de tempo e, baseando-se em características tais como, fabricante, modelo, subestação, etc.

2.6 - Módulo 6: Inspeção Preventiva

Este módulo foi concebido para disponibilizar a todos os integrantes das equipes de manutenção e operação as informações sobre o histórico de preventivas realizados nos equipamentos bem como as próximas manutenções previstas. Também aperfeiçoa as informações sazonais necessárias ao analista/técnico de planejamento quanto às ações necessárias para garantir a execução das inspeções e manutenções.

Com a utilização deste módulo pelos integrantes das equipes de manutenção foi possível reconhecer e programar com mais certeza e clareza as intervenções, pois existe uma interação entre este módulo e o módulo 1.

2.7 - Módulo 7: Plano de obras

Trata-se de um módulo de informações cadastrais específicas sobre os planos de reforma, substituição e expansão de subestações ou de equipamentos, permitindo ao analista/técnico de planejamento montar um cenário e minimizar os gastos com manutenções em equipamentos já em fase de substituição ou reforma.

Módulo 8: Relatório

Este é o módulo mais importante, pois a metodologia aplicada em sua construção permite a verificação e análise das informações cadastradas e consistidas nos módulos anteriores. Ou seja, é um módulo que emula todas as informações analisando probabilisticamente e dentro dos critérios de desempenho praticados na operação e manutenção de equipamentos de subestação. Foi utilizada na sua constituição a metodologia de análise de preferência além da metodologia de tomada de decisão adotada pela teoria Fuzzy. Neste módulo acontece o refinamento das informações e dados contidos nos demais módulos, permitindo ao analista/técnico de planejamento detectar simultaneamente anomalias, verificar tendências, consultar vídeos e fotos, analisar o comportamento e os resultados de ensaios, classificar a prioridade de execução de determinados equipamentos ou de uma determinada subestação, ou até mesmo do conjunto subestações localizadas em uma mesma região geopolítica.

Os dados e informações são mostrados através de tabelas estatísticas que permitem aperfeiçoar a interpretação do analista, podendo este tomar decisões mais corretas, minimizando assim os custos e contribuindo para o melhor aproveitamento dos recursos disponíveis para operação e manutenção do sistema elétrico e conseqüentemente melhorando índices tais como, FEC e DEC.

As informações aglutinadas neste módulo podem ser visualizadas de dois modos:

O 1º módulo mostra um relatório de análise genérica das informações estatísticas que podem ser apenas visualizadas por um número restrito de usuários cadastrados, a título de consulta.

O 2º módulo mostra um relatório mais refinado (que é acessível apenas para os usuários cadastrados como planejador), que demonstra ao analista as melhores opções e probabilidades, além de todos os dados relativos a um ou mais equipamentos escolhidos para análise. Este módulo permite acima de tudo ao analista tratar as informações com um alto grau de confiabilidade na tomada de decisão.

1 Registro(s) Localizado(s)...

Equipamento: BHAD R1
 Área: PAM BARRO PRETO Instalação: BH ADELAIDE
 Modelo: TLAR-2X2780/15 Fabricante: TUSA

Fotos do Equipamento : 0
 O Equipamento não possui Inspeção Preventiva.

Inspeção Preventiva									
Última	Próxima	Inspeção	Urgência	nº Op. Aut. p/ C3	nº Op. Manual	nº Op. Aut. após C3	Máximo	Mínimo	
7/7/2005	20/11/2005	C1	Normal	100000	0	19210	16	2	
3/6/2004	3/6/2009	C3	Normal	556	550	256			

Inspeção Termográfica						
Ponto	Visita	Delta T	Corrente	Pontuação	Fotos	
bucha de entrada	26/7/2005	35	140	21	0	

Intervenção Equipamento			
Urgência	Status	Observação	Reprovação
Normal	Analisado	verificar contador de operações do regulador, os números não estão legíveis	

Ocorrência Defeitos									
Início	Hs	Falha	Status	Classificação	Tipo/Fim	Hs Fec	Causa	Obs	
2/8/2005	12:0	retirado relé 1R90 (P500), por defeito no ajuste de controle de tensão.	Analisada	Informação Adicional					

FIGURA 3

2.8 - Módulo 8: Administração

Este módulo trata de todos os aspectos legais que delimitam a atuação do SGM, ou seja, é um modo meramente administrativo, mas de vital importância para o sistema, pois é através deste que se consegue organizar os principais sistemas de segurança do SGM, tais como, gerenciar usuários, verificar a utilização por usuário, emitir notas curtas e de visualização de todos os envolvidos, etc.

3.0 - ANÁLISE DE DESEMPENHO DOS RESULTADOS OBTIDOS COM A IMPLANTAÇÃO DO SGM

O sistema SGM após sua concepção passou por uma bateria de testes que verificaram durante 180 dias a real desempenho do sistema. Os resultados obtidos com o sistema levaram a efetivação desse aplicativo como ferramenta reconhecida no processo de planejamento técnico.

O SGM como ferramenta de uso do setor de planejamento e engenharia tem se mostrado muito eficaz, pois com sua implantação houve um ganho considerável no aproveitamento de mão-de-obra necessária para analisar todos os itens e aspectos que delimitam a atuação das equipes de manutenção. Em termos gerais tornou as inspeções e a divulgação dos resultados dessas inspeções mais rápidas e sua solução passou a ser mais eficiente, porque houve mais clareza na descrição de falhas, defeitos, solicitações de intervenção e análises de óleo.

O índice no acerto nas intervenções analisadas e planejadas aumentou cerca de 10% nos 24 meses de atuação. Isto significa que houve uma melhora na interpretação e na tomada de decisões baseadas nas informações contidas no SGM.

O módulo Relatório demonstra que as informações fornecidas pelos técnicos inspetores precisam ainda ser mais bem trabalhadas e ou refinadas, pois se não houver uma clareza na classificação de falhas ou defeitos, bem como na descrição de anomalias térmicas o modelo de decisão pode apresentar um viés tendencioso, acarretando no menor desempenho dos equipamentos.

O número de inspeções e solicitações aumentou 23% e o tempo para retorno às solicitações decresceu cerca de 30%, melhorando o desempenho de famílias de equipamentos.

O acompanhamento e a análise de resultados de testes de óleo de transformadores, com a utilização do SGM, mostraram-se eficaz no diagnóstico de possíveis falhas em transformadores, pois é possível acompanhar e parametrizar os valores que definem a real necessidade de intervenção no equipamento, bem como a previsão de uma possível ocorrência de falha no equipamento.

4.0 – CONCLUSÃO

Com o crescimento do número de equipamentos de subestações que compõem o sistema elétrico de transmissão e distribuição de energia elétrica, o SGM mostrou-se eficiente no tratamento e na interpretação de resultados e ensaios. Os impactos positivos relacionados à implantação desse sistema de gestão até o presente momento, demonstraram que o investimento feito de R\$ 9.500,00 (Nove mil e quinhentos reais) conseguiu dar um retorno à empresa de aproximadamente R\$250.000,00 (duzentos e cinquenta mil reais) somente com a melhor definição dos equipamentos a serem realmente inspecionados devido ao aumento da probabilidade de falha ou de situações identificadas e tratadas em um tempo de priorização muito menor que o praticado.

Uma vez identificado no sistema SGM alguma anormalidade, esta é tratada e as possíveis soluções são computadas com o grau de probabilidade de sucesso, e o analista/técnico de planejamento consegue verificar a melhor e mais determinante solução a ser escolhida na solução do problema.

5.0 – REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- (1) P. EKEL, M. JUNGES, I. COLINS (PUC/MG), A MELEK (COOPEL), R. SCHINZINGER (UCLA-USA): "Fuzzy Preference Relations in Procedures of Multicriteria Decision Making". World Eng. –Artificial Intelligence Series (Advances in Fuzzy Systems and Evolutionary computation)/ 2000. Ed. Nikos Mastorakis
- (2) MARKOVICH N. S., SOLDATKINA L. A. **Voltage quality in urban electrical Networks**, Moscow, lenigrad: Gosenergoizdat, 1952, 312p
- (3) CEMIG. Planejamento dos Sistemas de Média e Baixa Tensão, Diretrizes, Critérios e Procedimentos. Belo Horizonte: 1999
- (4) Método para determinação, análise e otimização das perdas técnicas em sistemas de distribuição. Rio de Janeiro: Eletrobrás, 1996.
- (5) ANEEI. Resolução Nº 505 de Agência Nacional de Energia Elétrica. Brasília: 2001.
- (6) MONTGOMERY, D. C. & RUNGER, G. C. Estatística aplicada e probabilidade para engenheiros. 2ª Ed., LTC - Livros Técnicos e Científicos Editora S.A., Rio de Janeiro, 2003
- (7) WERKEMA, M. C. C. Como Estabelecer Conclusões com Confiança: Entendendo Inferência Estatística. Volume 4 da Série Ferramentas da Qualidade. Fundação Cristiano Otoni, EE-UFMG, Belo Horizonte, 1996

6.0 – DADOS BIBLIOGRÁFICOS

Ítalo Colins Alves

Nascido em Morrinhos, GO, em 06 de abril de 1970.

Mestrando em Modelagem Matemática e computacional (2005 - 2007) e Graduação (1995) em Estatística: UFMG
Empresa: CEMIG Distribuição SA, desde 1988.

Técnico em Eletrotécnica Industrial da Gerência de Manutenção da Distribuição Centro – CEMIG.

Rodrigo Diniz Ferreira

Nascido em Belo Horizonte, em 22 de março de 1957.

Pós-Graduação (1981) em Engenharia Nuclear: UFMG e Graduação (1980) em Engenharia Elétrica pela PUC - Minas Gerais.

Empresas: Furnas Centrais Elétricas (1982-1988)

CEMIG Distribuição SA, desde 1988