

Monitoração on-line de autotransformadores com comutação sob carga

Marcos E. G. Alves,
da Treetech

A busca constante por eficiência, qualidade de fornecimento e custos reduzidos tem levado as concessionárias a optar pela manutenção preditiva em detrimento da preventiva. Neste contexto, torna-se cada vez mais necessário o uso de sistemas de monitoração on-line, que otimizam os recursos de manutenção, evitando intervenções em equipamentos em bom estado e detectando possíveis defeitos ainda em fase incipiente.

Com capacidade instalada de 1720 MVA, a subestação de Campinas é uma das mais importantes para o sistema de transmissão de Furnas. Ela abriga um dos quatro centros de operação regionais da empresa, responsável pelos troncos de alimentação da Grande São Paulo. Para aumentar sua capacidade de transformação, essa subestação recebeu um novo banco de autotransformadores monofásicos 345-138/13,8 kV 150 MVA com comutadores de derivações em carga, composto por duas fases fabricadas pela Jeumont/Vatech, da França, e uma fase produzida pela Asea, como mostra a figura 1.

Atualmente, o mercado de energia mundial tem levado as empresas do setor elétrico a operar em um contexto de competitividade, forçando a busca constante por mais eficiência, melhor qualidade de fornecimento e menores custos. Neste contexto, muitas concessionárias têm optado pela migração da manutenção preventiva para a preditiva.

Seguindo esta tendência, Furnas especificou que os transformadores Jeumont fossem já

equipados com sensores e sistema de monitoração *on-line*. Para atender a essa especificação, a Vatech contratou a Treetech, que equipou o banco de transformadores com o sistema de monitoração *on-line Sigma*. Neste escopo foi incluída também a modernização da fase Asea, com a instalação de sensores para monitoração *on-line*.

Especificação do sistema de monitoração *on-line*

As especificações de Furnas para o fornecimento de sistemas de monitoração *on-line* apresentam diversos requisitos que refletem as particularidades da empresa, como a grande área

geográfica de atuação e a quantidade de equipamentos do parque. Os principais critérios são descritos a seguir, juntamente com as respectivas soluções adotadas.

Variáveis medidas

De acordo com a experiência de Furnas na operação e manutenção de transformadores de potência, foram selecionadas as seguintes variáveis, consideradas essenciais para a monitoração do estado do equipamento:

- temperatura do óleo;
- temperatura dos enrolamentos;
- capacitância e tangente delta das buchas;
- gás dissolvido no óleo;
- umidade no óleo;
- nível de óleo;
- tensões e correntes de fase;
- posição do comutador sob carga;
- instante de acionamento do comutador sob carga;
- número de operações do comutador sob carga; e
- tensões e correntes do motor do comutador sob carga.

A aquisição dessas medições durante a operação energizada do transformador é realizada por



Fig. 1 – Banco de autotransformadores AT-04

meio de sensores, que podem ser conectados segundo duas arquiteturas principais: uma baseada em um elemento centralizador localizado no corpo do transformador (geralmente um CLP); e outra descentralizada, baseada em IEDs (dispositivos eletrônicos inteligentes) localizados no corpo do transformador.

Na escolha da arquitetura para o sistema *Sigma*, foram consideradas as características inerentes a cada uma das opções, apresentadas na tabela I. A análise levou à escolha da arquitetura descentralizada por suas diversas vantagens.

IEDs foram instalados no corpo do transformador (figura 2); outros em um painel comum do banco, conforme figura 3. Também foram integrados ao sistema de monitoração alguns IEDs da sala de controle da subestação.

Como a integração de sensores de terceiros ao sistema de monitoração não era possível, pois estes não eram dispositivos inteligentes ou não dispunham de protocolo de comunicação



Fig. 2 – IEDs no corpo do transformador Asea

aberto, foram utilizados IEDs de aquisição de dados, que digitalizam sinais digitais e analógicos e os re-

transmitem com um protocolo aberto. Isso permitiu que fossem mantidas as vantagens de um sistema descentra-

BOBINAS ELETROELETRÔNICAS
É a nossa Especialidade
MEDIÇÃO E TELECOMUNICAÇÕES

ILUMINAÇÃO RESIDENCIAL, INDUSTRIAL E URBANA

ICCEL
 BOBINAS ELÉTRICAS

Rua Diaconisa Alice Ana da Silva, 110
 Cep. 13067-841 - Pq. M^a Helena
 Campinas-SP • Tel.: (19) 3281-5222
 iccel@iccel.com.br • www.iccel.com.br

ENG Ex PLO

Consultoria p/ Áreas Classificadas
 Desenvolvimento de Produtos Ex
 Implementação de Sistemas de Gestão

ISO 9001 / ISO 14001 / SA8000

SÉRIE IEC 60079

Classificação de Áreas e
 Avaliação de Instalações Elétricas em
 Áreas Potencialmente Explosivas

Engexplo Solutions Providers
 Av. Dr. Cardoso de Melo, 1470 Cj. 711 - São Paulo / SP
 Fone: (55 11) 3846-1363 / Fax: (55 11) 3842-3922
 contato@engexplo.com.br - www.engexplo.com.br

A ILUMINAÇÃO QUE VAI ALÉM DA QUALIDADE



- Postes e Braços.



- Conduletes para atmosfera explosiva



- Iluminação pública, industrial, longo alcance e específica



- Iluminação para atmosfera explosiva

- Caixas, tomadas, conexões e acessórios em geral



Sistema de gestão da qualidade ISO 9001:2000



Conheça nossa linha de produtos:
(11) 6441-0706

fortlight@fortlight.com.br
www.fortlight.com.br

MANUTENÇÃO

Tab. I – Comparação de características das arquiteturas centralizada e descentralizada	
Arquitetura centralizada (CLPs)	Arquitetura descentralizada (IEDs)
Sistema centralizado – o CLP concentra as informações de todos os sensores e as envia ao nível hierárquico superior.	Sistema descentralizado – os sensores são IEDs (<i>Intelligent Electronic Devices</i>) que enviam as informações diretamente ao nível hierárquico superior.
O elemento centralizador (CLP) é um ponto de falha adicional para o sistema.	Não existe o elemento centralizador, eliminando-se assim um possível ponto de falha.
Todos os sensores têm de ser dedicados para conexão ao CLP, causando eventuais duplicações de sensores e custos adicionais em sistemas de monitoração.	IEDs já existentes nos sistemas de controle e proteção podem ser integrados aos sistemas de monitoração e aquisição de dados, evitando custos de sensores adicionais.
Falha no CLP acarreta a perda de todas as funções do sistema.	Falha em um IED acarreta perda apenas de parte das funções – demais IEDs permanecem em serviço.
O elemento centralizador (CLP) representa custos adicionais de instalação, programação e manutenção para o sistema.	Não existe o elemento centralizador, eliminando custos adicionais.
Sistema centralizado, expansões e manutenções mais difíceis.	Sistema naturalmente modular, facilitando expansões e manutenção.
Temperatura de operação máxima típica 55°C [3]. Desaconselhada instalação junto aos equipamentos principais (por exemplo, transformadores).	Temperatura de operação -40 a 85°C, adequados para instalação no pátio junto aos equipamentos principais.
Instalação recomendada na sala de controle – grande quantidade de cabos de interligação com o pátio.	Instalação típica junto ao equipamento principal, no pátio – apenas comunicação serial (par-trançado ou fibra óptica) para interligação com a sala de controle.
Nível de isolamento típico 500 V – não adequado para o ambiente de subestações de alta tensão [3].	Nível de isolamento típico 2,5 kV – projetado para o ambiente de subestações de alta tensão.
Em geral, testado para aplicação em ambiente industrial [3].	Testado para as condições adversas de ambiente de subestação de acordo com as normas IEC: compatibilidade eletromagnética, temperatura e vibração.
Portas de comunicação serial não suportam os surtos, impulsos e induções existentes na subestação, obrigando o uso de fibra óptica para comunicação com a sala de controle (alto custo de instalação).	Portas de comunicação serial projetadas para o ambiente de subestação, permitindo o uso de par-trançado para comunicação com a sala de controle (baixo custo de instalação). Permite opcionalmente o uso de fibra óptica, com conversores externos auto-alimentados.
Geralmente operam com protocolos de comunicação industriais [3].	Protocolos de comunicação específicos para utilização em sistemas de potência (<i>time-stamp</i> , sincronismo de relógio, etc.).

monitoração na sala de controle. Neste rack, o sinal óptico é novamente convertido em elétrico, e conectado ao servidor do sistema, onde é executado o software de monitoração. Os IEDs localizados na sala de controle da subestação são interligados diretamente ao servidor, no padrão RS-485.

Sistema de diagnóstico e prognóstico do equipamento

Um dos objetivos de Furnas com a implantação do sistema de monitoração

era obter informações sobre o estado do equipamento, a fim de permitir sua manutenção preditiva. Por outro lado, havia a preocupação de que o grande volume de medições e dados gerado pelo sistema não sobrecarregasse o pessoal de manutenção, impedindo o sistema de atingir seus objetivos. Desta forma, Furnas solicitou que o sistema de monitoração tratasse os dados, apresentando diagnósticos e prognósticos de estado dos transformadores e possibilitando a consulta aos dados de medições.



Fig. 3 – IEDs no painel comum do banco

lizado, como simplicidade de projeto e manutenção e custo reduzido, e, ao mesmo tempo, evitou que o sistema se

tornasse fechado apenas a sensores inteligentes (IEDs).

A relação completa de IEDs insta-

lados para a aquisição de dados é mostrada na tabela II.

O sistema de monitoração *Sigma* permite que a transmissão de dados dos equipamentos de aquisição (IEDs) para a etapa de armazenamento e tratamento na sala de controle seja realizada através de diferentes meios de comunicação. Para o banco de transformadores em questão, por exemplo, foram utilizados vários deles.

Os dispositivos eletrônicos inteligentes (IEDs) localizados no pátio da subestação, tanto no corpo dos transformadores como no painel comum do banco, foram interligados em uma rede no padrão RS-485, utilizando cabos metálicos tipo par-trançado blindado. Essa e outras aplicações deste padrão de comunicação forneceram resultados satisfatórios, demonstrando a viabilidade do uso da solução em subestações.

No painel comum do banco, a rede RS-485 é conectada a um conversor eletro-óptico, do qual parte um par de fibras para um rack do sistema de

CASOS DE SUCESSO

Primeiro Sistema de Monitoração On-line para Transformadores instalado no Brasil

Redução Alumar



Subestação



Transformador Monitorado



Em 2001, a **Alumar**, um dos maiores complexos de produção de alumínio do mundo, recebia o Sistema SIGMA[®], o primeiro sistema comercial para monitoração on-line de transformadores de potência do Brasil.

Instalado em um transformador trifásico de 343MVA 230-34,5kV com dois comutadores sob carga, o Sistema SIGMA[®] opera há 5 anos, fornecendo de forma on-line a monitoração com diagnóstico e prognóstico.

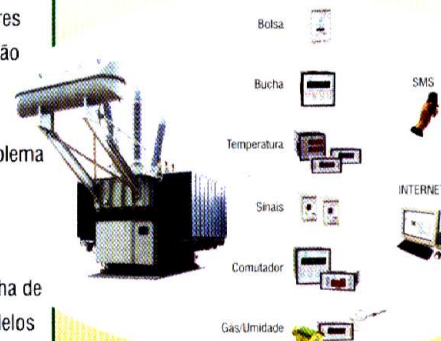
Baseado em uma filosofia de aquisição de dados descentralizada e utilizando dispositivos eletrônicos inteligentes, o SIGMA[®] detectou ainda em estágio inicial, um problema mecânico em um dos comutadores sob carga, evitando graves prejuízos futuros.

A Treetech

Empresa 100% brasileira, produz e fornece para o mercado mundial a mais completa linha de sensores inteligentes (IED's) e os softwares modulares Smart Trafo[®] e Sigma[®], com modelos de engenharia para diagnóstico e prognóstico estabelecendo o estado da arte em sistema de monitoração do mercado mundial.

Sistemas Sigma[®] e Smart Trafo[®]. A solução completa!

Leia mais sobre este e outros Cases em nosso site



55 11 4413 5787
comercial@treetech.com.br
www.treetech.com.br

emitidos avisos por teor elevado de água no óleo e/ou no papel.

Temperaturas de formação de bolhas – Além de potencializar os efeitos de degradação térmica, a água presente no papel isolante pode passar ao estado de vapor na presença de altas temperaturas, com risco de falha na isolação. A temperatura necessária para causar este fenômeno é tanto mais baixa quanto maior for o percentual de água no papel. Por esse motivo, o sistema de monitoração utiliza o resultado do cálculo de água no papel para calcular também qual a temperatura necessária para a formação de bolhas. Caso a temperatura do enrolamento (ponto mais quente) se aproxime desse valor, o sistema emite um aviso.

Eficiência do sistema de resfriamento – O resfriamento adequado de um transformador é fundamental para sua operação segura e sem perda acelerada de vida útil da isolação na presença de cargas elevadas. É essencial, portanto, que o resfriamento opere devidamente, retirando de forma eficiente o calor gerado. A monitoração da eficiência do resfriamento é realizada comparando-se a temperatura do óleo medida com o seu valor esperado, em função da temperatura ambiente, da corrente de carga e do estágio do resfriamento em operação. Caso a temperatura medida esteja muito acima da esperada, é emitido aviso de baixa eficiência do sistema.

Diferencial de temperatura do comutador – Todas as estatísticas de falhas em transformadores de potência indicam o comutador sob carga como uma das principais fontes de defeito, devido principalmente à existência de partes móveis que conduzem e interrompem altas correntes quando submetidas a elevadas tensões. Em condições normais de operação, o comutador não é uma fonte de calor apreciável quando comparado à parte ativa do transformador, de modo que a temperatura do óleo do comutador geralmente acompanha a do óleo do transformador. Alguns tipos de falha, no entanto, podem causar geração de calor no comutador, fazendo sua temperatura permanecer superior à do transformador. Nestes casos, a moni-

Tab. II – IEDs associados ao sistema de monitoração		
Local	IEDs	Dados requisitados
Transformador	Monitor de temperatura	- Temperatura do óleo - Temperatura dos enrolamentos - Correntes de carga - Alarmes e desligamentos por sobre-temperatura
	Monitor de gás no óleo	- Hidrogênio dissolvido no óleo - Alarmes por gás alto/muito alto
	Monitor de umidade	- Saturação relativa (%) de água no óleo - Teor de água no óleo (ppm)
	Relé de membrana	- Ruptura de membrana/bolsa do tanque conservador
	Transdutor de tensão e corrente	- Tensões do motor do comutador - Correntes do motor do comutador - Potência ativa/reactiva/aparente do motor do comutador
	Transdutor de temperatura	- Temperatura do óleo do comutador sob carga - Temperaturas de entrada e saída dos radiadores
	Módulos de aquisição de dados	- Contatos de alarme (relé buchholz, válvula de alívio, níveis de óleo, etc.) - Estado dos grupos de ventilação forçada - Falhas nos grupos de ventilação forçada - Comutador sob carga em operação - Tempo de operação do comutador sob carga
Painel comum	Monitor de buchas	- Capacitância das buchas - Tangente delta das buchas
	Transdutor de tensão e corrente	- Tensões de fase - Correntes de fase - Potência ativa/reactiva/aparente
	Transdutor de temperatura	- Temperatura ambiente
Sala de controle	Supervisor de paralelismo	- Posição de tap do comutador - Estado das seleções local/remoto, mestre/comandado/individual e manual/automático

toração do diferencial de temperatura entre comutador e transformador emitirá um aviso, permitindo a tomada de ações corretivas antes que a falha se agrave.

Torque do motor do comutador – O comutador sob carga representa uma das principais fontes de falhas em transformadores de potência. Isto porque o comutador é um equipamento mecânico, baseado em partes móveis. As falhas de origem mecânica ocorridas no comutador sob carga podem causar problemas de várias proporções, que vão desde a indisponibilidade do equipamento até falhas dielétricas graves. Nesses casos, o torque desenvolvido pelo motor do comutador sofre alterações em relação ao seu comportamento normal, que podem ser identificadas e indicadas pela monitoração.

Tempos de operação do comutador – Essa função, que é complementar à

de “torque do motor do comutador”, supervisiona o tempo necessário para a mudança de tap em cada operação do comutador, emitindo alarme caso esse tempo presente desvio em relação aos tempos observados durante o comportamento normal do equipamento.

Assistente de manutenção do comutador sob carga – Baseado no número de comutações e tempo de serviço do comutador sob carga, o assistente de manutenção do comutador fornece informações e alertas úteis que auxiliam na manutenção, como somatória da corrente comutada, número de operações realizadas, cálculo da espessura dos contatos, tempos de serviço do equipamento, médias diárias de desgaste dos contatos e de comutações, tempos previstos para atingir espessura mínima dos contatos e tempo para a próxima manutenção.

Assistente de manutenção da ventilação forçada – Através da medição

Para cumprir essa especificação, o sistema de monitoração implantado possui dois níveis de tratamento para transformar os dados de medições em informações do estado do equipamento. No *módulo de engenharia*, é extraído dos algoritmos e modelos matemáticos o máximo de informações a partir das medições. Já no *módulo especialista*, é realizado o cruzamento de dados para determinar as prováveis causas e conseqüências de um defeito.

Módulo de engenharia

É composto por diversas funções independentes, e cada uma delas tem algoritmos e modelos matemáticos que cruzam as medições de diferentes sensores para obter novas informações úteis. Alguns exemplos de funções de engenharia são:

Vida útil da isolação – Calcula a perda de vida útil do papel isolante em função das temperaturas e do teor de água na isolação, obtido da função de engenharia correspondente, além de calcular o tempo de vida restante.

Gases no óleo – Efetua a medição *on-line* do hidrogênio dissolvido no óleo, permitindo a detecção de defeitos em fase inicial. Uma vez detectada uma anormalidade, o sistema de monitoração recomenda a realização de ensaios de gás-cromatografia em laboratório. A seguir, os resultados destes ensaios são inseridos no sistema, que, por sua vez, emite um laudo baseado em critérios de análise amplamente difundidos no mercado.

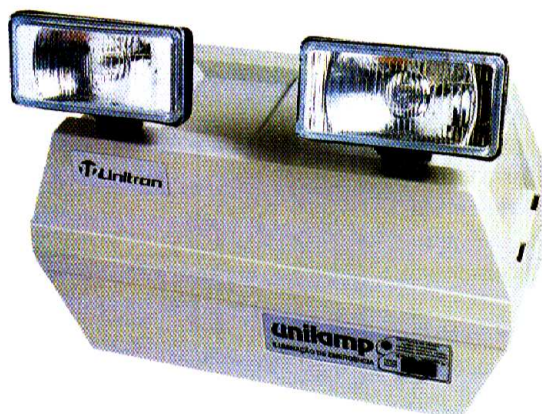
Umidade no óleo e no papel – Em um primeiro estágio, o sistema de monitoração supervisiona a ruptura da bolsa de borracha do tanque de expansão, emitindo alerta em caso de contato do óleo com o ar. No segundo nível, é feita a medição *on-line* do teor de água dissolvido no óleo, em ppm. Através dessa medição, correlacionada com as medições de temperatura do equipamento, é calculado o percentual de água na isolação sólida (papel), considerando o balanço de umidade entre óleo e papel. O percentual de água no papel é utilizado nas funções de “vida útil da isolação” e “temperatura de formação de bolhas”, e são

OUTUBRO, 2006 EM 167

Unitron

iluminação de emergência

Pioneira no campo da iluminação de emergência no Brasil, a Unitron conta hoje com mais de três décadas de experiência no desenvolvimento de sua linha de produtos de iluminação e sinalização de emergência.



1995 a 2006



energia solar

Soluções confiáveis em energia renovável ao seu alcance. Tenha sua própria energia elétrica em qualquer lugar do planeta

Distribuidor



inversores

Solução total em equipamentos inversores de energia. Tenha uma tomada 110 ou 220 Vca a partir de corrente contínua (baterias)

Distribuidor

xantrex
para o Brasil



 Unitron

(0 • • 11) 3931-4744

Unitron Engenharia, Indústria & Comércio Ltda

Rua da Balsa, 601 CEP: 02910-000
São Paulo - SP - Brasil

www.unitron.com.br

exata dos tempos de operação dos ventiladores, este assistente de manutenção fornece informações e alertas úteis que auxiliam na manutenção, como tempos de serviço dos ventiladores e bombas, registros de operações dos motores, tempos médios de funcionamento e tempos previstos para inspeção ou manutenção.

Módulo especialista

O módulo especialista é uma ferramenta adicional de auxílio no tratamento das informações. Enquanto as medições dos sensores e os resultados de saída do módulo de engenharia indicam a existência de um problema, o módulo especialista cruza todas as informações disponíveis com o objetivo de diagnosticar a causa provável do problema, recomendar ações de correção e fornecer o prognóstico de futuras complicações caso o defeito não seja corrigido.

Para cumprir estas funções, é utilizado um sistema especialista, que consiste num conjunto de regras de decisão que descartam as hipóteses e encaminham às causas mais prováveis de um problema. Este conjunto de regras é flexível, podendo ser alterado pelo usuário de acordo com sua própria experiência.

O módulo especialista apresenta ao usuário um panorama geral do estado do equipamento, sem que seja necessário navegar pelas diversas fun-

cionalidades do sistema. Por essa razão, o módulo especialista é sempre a tela inicial do sistema de monitoração.

Módulo de simulação

O fator limitante para o carregamento de um transformador é, em geral, a temperatura atingida pelo equipamento. O módulo de simulação permite ao usuário verificar, para condições de carregamento hipotéticas, qual será o comportamento térmico do equipamento e a perda de vida associada.

Dois modos de simulação estão disponíveis. Um deles é baseado nas condições atuais. Ou seja, as medições atuais de temperatura e carga são utilizadas como condições iniciais da simulação. O usuário informa apenas o novo valor de carregamento percentual, obtendo como resposta as curvas de evolução da temperatura do óleo e dos enrolamentos.

Já no modo baseado em condições hipotéticas, todas as condições da simulação são informadas pelo usuário para um período de 24 horas, incluindo a evolução da temperatura ambiente e da carga, tipo de carregamento (cíclico ou não) e condições iniciais de temperatura e carga se o carregamento não for cíclico. Como respostas, são fornecidas as curvas de temperatura do óleo e dos enrolamentos para o período de 24 horas, além

do percentual diário de perda de vida e tempo estimado de vida.

Em todas as simulações, o usuário pode modificar o comando do resfriamento (desligado, automático ou manual), as temperaturas para acionamento e a histerese do resfriamento.

Acesso remoto através de navegador de Internet

Em virtude da grande área geográfica atendida e do número de transformadores utilizados por Furnas, um dos principais requisitos especificados para o sistema de monitoração é o acesso remoto às informações. Para permitir este acesso de qualquer uma de suas instalações, o meio de comunicação escolhido foi a rede Intranet já existente na empresa.

Para tanto, o servidor de monitoração localizado na sala de controle foi conectado à Intranet, com o acesso aos dados, informações, diagnósticos e prognósticos realizado exclusivamente através de páginas em linguagem HTML, sem o uso de qualquer *plug-in*, permitindo abertura em qualquer navegador de Internet padrão. Com isso, tornou-se desnecessária a instalação de qualquer software especial nos computadores da empresa. Resultado: a equipe de TI foi poupada de um grande volume de trabalho e o acesso tornou-se inde-



Controle total de energia em suas mãos. Este é o nosso trabalho.

Criar soluções eficientes em matéria de energia e que atendam as mais variadas necessidades. Este é o compromisso diário da SINER.

SINER
Soluções em energia

www.siner.com.br

pendente do sistema operacional utilizado.

Alertas automáticos por mensagens de e-mail

Com os transformadores em condições normais de operação, o sistema de monitoração permanece em condição estática, emitindo eventualmente diagnósticos de defeito.

Para evitar a necessidade de um acompanhamento contínuo, o que acarretaria perda de tempo da equipe de manutenção, o sistema de monitoração foi equipado com um mecanismo de envio automático de e-mails em caso de qualquer anormalidade. Para isso, são previamente cadastrados no sistema os endereços eletrônicos das pessoas responsáveis pela manutenção.

Conclusões

A monitoração *on-line* de transformadores de potência é uma ferramenta que permite a migração da manutenção baseada no tempo (manuten-

ção preventiva) para a manutenção baseada no estado do equipamento (manutenção preditiva). Dessa forma, os recursos de manutenção, tanto financeiros quanto humanos, podem ser aplicados de forma otimizada, evitando intervenções em equipamentos em bom estado e detectando possíveis defeitos ainda em fase incipiente.

Para atingir os objetivos descritos, sem sobrecarregar os responsáveis pela manutenção com dados em excesso, o sistema de monitoração deve tratar os dados, transformando-os em diagnósticos e prognósticos. Além disso, é necessário um mecanismo de aviso, caso seja detectada uma condição anormal — como, por exemplo, envio automático de e-mails.

Cabe ressaltar ainda que, embora a aplicação aqui descrita constitua um sistema de monitoração praticamente completo, os sistemas de monitoração baseados em arquitetura descentralizada podem ser compostos de forma modular, de acordo com as necessi-

dades e o orçamento de cada aplicação, permitindo futura e gradual expansão.

Referências

- [1] Alves, M.: *Sistema de monitoração on-line de transformadores de potência*. Revista *Eletricidade Moderna*, maio/2004.
- [2] Alves, M.; Silva, G.: *Experiência de campo com monitoração on-line de um transformador 343 MVA 230 kV com dois comutadores sob carga IV Workspot - Workshop on Power Transformers*, Recife, Brasil, 2005.
- [3] Lavieri Jr., A.; Hering, R.: *Novos conceitos em sistemas de energia de alta confiabilidade*. Encarte Especial Siemens Energia. <http://mediaibox.siemens.com.br/uptfiles/232.pdf>, janeiro/2001.
- [4] Amom, J.; Alves, M.; Vita, A.; Kastrup Filho, O.; Ribeiro, A. et. al.: *Sistema de diagnósticos para o monitoramento de subestações de alta tensão e o gerenciamento das atividades de manutenção, integração e aplicações*. X Erlac - Encontro Regional Latinoamericano do Cigré, Puerto Iguazu, Argentina, 2003.
- [5] McNutt, W. J.: *Insulation thermal life considerations for transformer loading guides*. IEEE Transaction on Power Delivery, vol. 7, nº 1, pp. 392-401, January 1992.
- [6] Fabre, J.; Pichon, A.: *Deteriorating processes and products of paper in oil*. Application to Transformers Cigré Paper 137, 1960.
- [7] Shroff, D. H.; Stannett, A. W.: *A review of paper aging in power transformers*. IEEE Proceedings, vol. 132, Pt. C, nº 6, pp. 312-319, November 1985.
- [8] Lampe, W.; Spicar, E.; Carrander, K.: *Continuous purification and supervision of transformer insulation system in service*. IEEE Winter Point Meeting, IEEE Paper A 78 111-7, January/February 1978.

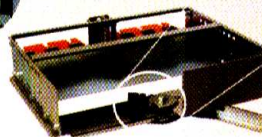
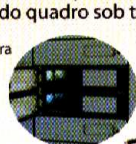
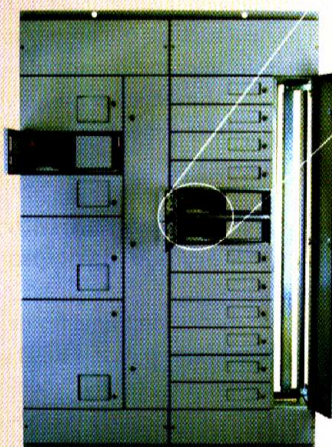
Comande sua empresa centro de controle de motores é a solução

É composto por quadros modulares de dimensões padronizadas e aparafusadas lado a lado, formando uma unidade auto suportável. Possibilitam a substituição rápida das unidades com completa segurança de manobras, permitindo ao operador trabalhar sem risco sobre os componentes a gaveta, permanecendo o restante do quadro sob tensão.

Alojamento para as gavetas

Dispositivo de segurança

Tomada múltipla e garras de potência



Posição inserida



Posição de teste



Posição extraída



CARACTERÍSTICAS:

- Estruturas em chapas de aço de 2,65mm;
- Porta, teto, tampa lateral, posterior e inferior em chapa de aço de 1,9mm;
- As unidades modulares são projetadas para até 12 gavetas, sendo a parte superior e inferior reservadas para a montagem do barramento geral e canaleta metálica para interface dos comandos;
- Os módulos extraíveis (gavetas) são construídos em cinco tamanhos básicos, permitindo uma distribuição racional e econômica do espaço utilizado para a montagem do equipamento, confeccionadas em chapa de aço pré-zincada;
- A versão opcional Metal Clad é fornecida com obturador que fecha automaticamente durante a remoção da gaveta, evitando acesso a parte "viva" do barramento;
- Ensaio de acordo com a Norma NBR IEC 60439-1 (PTTA), curto-circuito simétrico 65 KA em 460 VCA.

R. Severino Tescarollo, 550 • Distr. Industrial Alfredo Rela
CEP 13255-410 - Itatiba - São Paulo - SP • Fone: (11) 45347878 • Fax: (11) 45347877
www.pressmat.com.br • pressmat@pressmat.com.br

PRESS
mat