

# **Tecnologia Preditiva no Transformador de Potência da Johnson&Johnson**

**Luiz B. S. Chacon (1)<sup>1</sup>**

**Murilo Armelin Toledo (2)<sup>2</sup>**

**Lucas Pavan Fritoli (3)<sup>3</sup>**

**Hirokazu T. B. Ito (4)<sup>4</sup>**

## **RESUMO**

A energia elétrica é um insumo fundamental para a produção industrial da planta Johnson&Johnson em São José dos Campos-SP. Manter o parque elétrico funcionando corretamente sempre foi prioridade para as equipes de manutenção.

A subestação principal e, em especial, o transformador de entrada sempre tiveram um completo programa de manutenção preventiva e a constante atualização tecnológica para detecção antecipada de defeitos.

Com o intuito de promover maior confiabilidade e disponibilidade de planta, entre 2014 e 2015 foi implementado um sistema de monitoramento on-line deste transformador, composto por sensores e software, para o acompanhamento do estado de funcionamento do transformador dia a dia.

Neste trabalho serão descritas a arquitetura e as soluções empregadas no sistema, assim como as alterações na rotina de manutenção, a assertividade na resolução de eventuais problemas o ganho em segurança operacional dentro do complexo.

## **PALAVRAS-CHAVE**

**Gestão de Ativos de Subestações, Tecnologia Preditiva, Monitoramento on-line, Manutenção Preditiva, Sistemas, Transformadores.**

---

<sup>1</sup> Johnson&Johnson, São José dos Campos-SP - Engenharia de Infraestrutura

<sup>2</sup> Treotech Sistema Digitais, Atibaia-SP - Engenharia de Projeto

<sup>3</sup> Treotech Sistema Digitais, Atibaia-SP - Engenharia de Aplicação

<sup>4</sup> Treotech Sistema Digitais, Atibaia-SP - Engenharia de Aplicação

## 1.0 - INTRODUÇÃO

A planta industrial da Johnson&Johnson em São José dos Campos-SP é responsável por fabricar os produtos de higiene e saúde pessoal, além de uma dedicada linha para o setor hospitalar. Dentro do processo produtivo, a energia elétrica é um insumo indispensável e sua eventual falta compromete a programação e pode causar grandes prejuízos a organização.

O abastecimento elétrico da planta é realizado por meio de uma subestação própria de 25 MVA de potência instalada, mostrada na Figura 01, e utilizando um único transformador de 88 kV - equipamento chave para continuidade do sistema de produção. Diante disso, todo o controle de manutenção corretiva e preventiva é rigoroso e realizado de acordo com as normas e boas práticas do setor.

A área de engenharia de infraestrutura é responsável por promover avanços tecnológicos no parque e assim, permitir a contínua expansão da planta com confiabilidade e segurança. Nesse contexto, foi definida a implementação dos conceitos da manutenção preditiva visando melhoria dos processos e gestão de ativos.

Esta foi permitida com a instalação de um sistema de monitoramento on-line do transformador para o acompanhamento do estado de operação deste. Envolvendo sensores, software e mudança dos planos de manutenção, a Johnson inova mais uma vez e mantém a tradição de líder tecnológica.



Fig. 01- Subestação 88 kV

## 2.0 - MONITORAMENTO ON-LINE PARA PREDIÇÃO DE FALHAS

A tecnologia de monitoramento on-line foi escolhida levando em consideração os seguintes critérios:

- O diagnóstico do estado atual do transformador, de modo a fornecer subsídios à tomada de decisão quanto a mantê-lo ou não em operação - confiabilidade das instalações;
- O prognóstico precoce de condições de falha em seus estágios iniciais de evolução, de modo a possibilitar a parada programada do equipamento para ações corretivas - disponibilidade de planta;
- A monitoração das condições de operação do equipamento ao longo de toda sua vida, a fim de manter sob controle o processo de envelhecimento - gestão completa da vida útil;
- A utilização do transformador em condições de sobrecarga ou condição de risco, porém com total conhecimento e controle das diversas variáveis envolvidas, sem incorrer em riscos excessivos - segurança operacional.

## 3.0 - FILOSOFIA IMPLANTADA

Para atender aos objetivos técnicos e financeiros propostos, a Johnson adotou as seguintes funcionalidades:

- i. Medição de Variáveis por sensores em arquitetura descentralizada

Sensores especialistas para medição das grandezas elétricas, mecânicas e químicas do transformador de potência, vide Tabela 01. Este estão comunicando via rede de comunicação RS485 em protocolo aberto Modbus com o software de monitoramento na sala de controle (arquitetura na Figura 02).

Tabela 01 - funções especialistas instaladas no transformador

<b>Sensor Inteligente</b>	<b>Especialidade</b>	<b>Meta</b>
Monitor de Temperatura	Funções 26 e 49	Proteger a máquina
	Gestão térmica do transformador	Ter o máximo de potência com o menor risco
	Gestão do sistema de ventilação	Garantir as condições exigidas para mais potência na rede
Relé Regulador de Tensão	Função 90	Regular corretamente a tensão em função da necessidade da empresa
	Melhor qualidade de	Fornecer a melhor faixa de

	energia	tensão para atender a demanda da empresa
	Gestão do desgaste do comutador	Antecipar-se a necessidade de intervenções corretivas no mecanismo do comutador
Monitor de Buchas	Acompanhamento de capacitância	Antecipar-se a falhas catastróficas (explosão)
	Acompanhamento de fator de potência	Obter maior disponibilidade de planta preterindo aos testes off-line da manutenção preventiva
	Acompanhamento de corrente de fuga	
Monitor de Gás e Umidade	Acompanhamento da água no óleo	Manter o máximo de potência disponível para produção  Controlar a hora certa de realizar uma manutenção corretiva (tratamento de óleo)
	Acompanhamento do H <sub>2</sub> no óleo	Identificar em fase inicial falhas internas na máquina  Realizar um back-up dos ensaios preventivos de cromatografia
Monitor do sistema de respiro do transformador	Manutenção da isolação do transformador	Manter em níveis permitidos a umidade no tanque de conservação

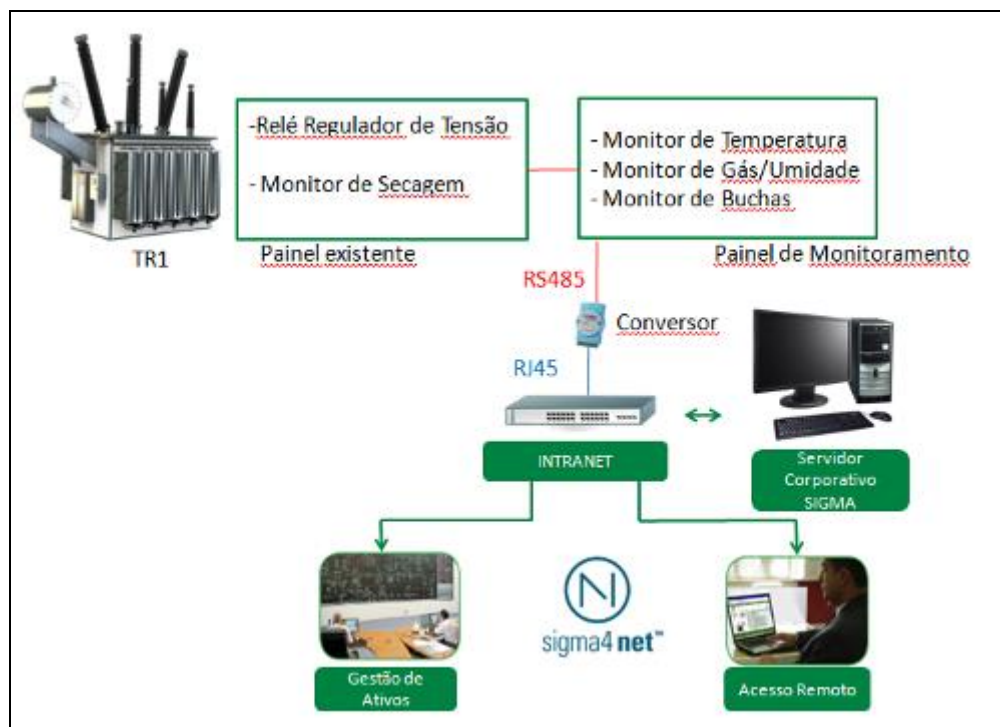


Fig. 02 - Arquitetura implementada

## ii. Armazenamento das Medições

As medições realizadas pelos sensores inteligentes instalados no transformador são levadas a um servidor de dados instalado na sala de controle da subestação (como mostra a Figura 03).



Fig. 03 - Servidor de dados com o software de monitoramento on-line

Tudo o que é medido é gravado em bancos de dados históricos utilizando-se os meios considerados necessários para garantir a disponibilidade das informações (cópias de backup, espelhamento de discos, etc.). Dessa maneira, pode-se acompanhar o comportamento inteiro da vida monitorada do transformador.

A análise desse comportamento ao longo do tempo permitirá a engenharia Johnson identificar padrões e tendências; assim, definir planos de ações mais assertivos.

### iii. Tratamento das Informações

O sistema de monitoração provem informações que vão além dos dados "brutos" aqisitados dos equipamentos de medição, mostrados nas Figuras 04 a 07.



Fig. 04 - Painel de monitoramento



Fig. 05 - Monitores de Temperatura e Buchas



Fig. 06 - Regulador de Tensão e Supervisor de Paralelismo



Fig. 07 - Monitor de Gás e Umidade

O aproveitamento da capacidade de processamento do computador digital (Sistemas Especialistas), por meio de modelos matemáticos e lógicos, fornece os diagnósticos e prognósticos do estado de operação do transformador. A tradução do conhecimento que a engenharia possui a respeito da máquina em um software capaz de emular certos aspectos do comportamento da mesma. Desta forma, o sistema de monitoração contribui para a predição de condições adversas e a manutenção do conhecimento, que passa a não depender exclusivamente dos agentes humanos envolvidos.

Os modelos empregados na planta de São José dos Campos-SP foram:

A. Cálculo de envelhecimento da isolação

Envelhecimento da isolação por pirólise e hidrólise (NBR5416, IEC60076 e IEEE/ANSI C57.91)

- Controle do percentual de vida útil restante, perda de vida média diária e previsão de tempo de vida restante.

B. Cálculo do teor de água no óleo

Teor de água no óleo, com tendência de evolução e temperatura para formação de água livre

- Controle das restrições de carregamento

C. Cálculo do teor de água no papel

Percentual de água no papel, com cálculo de aceleração da perda de vida por hidrólise e cálculo da temperatura de formação de bolhas;

- Controle das restrições de carregamento

D. Cálculo de eficiência do sistema de resfriamento

A comparação entre a temperatura do topo do óleo calculada e a mesma temperatura medida

- Preservação do transformador a suportar todas as exigências de carregamento

E. Cálculo de temperaturas futuras

Previsão de temperaturas futuras, com indicação de tempos restantes para atingir níveis de alarme e desligamento, quando for o caso

- Planejamento de cortes sem alterar o plano de produção da planta

F. Cálculo off-line de cromatografia e físico-químico

Registro histórico e análise off-line de ensaios de gás-cromatografia e físico-químico no óleo

- Organização de ensaios e identificação precoce de defeitos internos

#### iv. Disponibilização das Informações

Aproveitando as potencialidades do sistema de monitoramento automático, as informações são disponibilizadas a todos os setores interessados da empresa (manutenção, operação, automação...) em acessos simultâneos e ilimitados - democratização das informações do transformador.

1. Acesso local - efetuado do próprio servidor na sala de controle

2. Acesso remoto via Intranet - efetuado de qualquer computador remoto conectado à rede Intranet da empresa

No conceito de "exceção", o sistema é responsável por avisar anormalidades de comportamento do transformador, excluindo a necessidade de alguém dedicado 24h por dia ao sistema. Este auxilia o trabalho das equipe de manutenção no planejamento e execução dos trabalhos informando - via alarmes e e-mails - as situações críticas e que devem ser tratadas. Na Figura 08 observa-se a tela de identificação da ocorrência de forma visual e intuitiva.



Fig. 08 - Tela do software de monitoramento com o sistema de identificação visual de falhas no transformador



#### 4.0 - CONCLUSÃO

As exigências de qualidade e respeito com o consumidor fazem com que a Johnson&Johnson constantemente busque inovações para tornar o processo de produção mais eficiente e confiável. A continuidade de modernizações da planta elétrica e a utilização do monitoramento on-line adere-se diretamente a política de manutenção preditiva adotada como padrão.

A ferramenta como auxílio na tomada de decisão já alterou os processos de manutenção bem como a relação entre necessidade técnica e exigências da produção fabril. Baseada na análise da evolução supervisionada de parâmetros significantes da deterioração do transformador de potência, a nova rotina permite melhor planejamento das intervenções corretivas.

De fato as equipes responsáveis por manter todo o sistema energizado tem os subsídios para agir de forma mais rápida, assertiva e com custos reduzidos.

#### 5.0 - BIBLIOGRAFIA

- [1] ELECTRA, “An International Survey on Failures in Large Power Transformers in Service”, Paris, CIGRE, Ref. no. 88, 1983.
- [2] Amom, Jorge, Alves, Marcos, Vita, André, Kastrup Filho, Oscar, Ribeiro, Adolfo, 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.
- [3] Melo, Marcos A. C., Alves, Marcos, “Experiência com Monitoração On-Line de Capacitância e Tangente Delta de Buchas Condensivas”, XIX SNTPEE – Seminário Nacional de Produção e Transmissão de Energia Elétrica. Rio de Janeiro, Brasil, 2007.
- [4] Alves, Marcos, Silva, Gilson, “Experiência de Campo com Monitoração On-Line de um Transformador 343MVA 230kV com 2 Comutadores sob Carga”, IV Workspot – Workshop on Power Transformers, Recife, Brasil, 2005.
- [5] Alves, Marcos, Vasconcellos, Vagner, “Monitoramento da Umidade no Óleo Isolante de Transformadores de Potência Visando o Aumento da Confiabilidade Operativa”, V Workspot – Workshop on Power Transformers, Belém, Brasil, 2008.
- [6] IEEE Guide for the Application of On-Line Monitoring to Liquid-Immersed Transformers – Draft 11
- [7] Brasil (2014). Treetech Sistemas Digitais; SIGMA - Sistema Integrado de Gestão e Monitoramento de Ativos