Tecnología Predictiva en el Transformador de Potencia de Johnson&Johnson

Luiz B. S. Chacon (1)[1]

Murilo Armelin Toledo (2)[2]

Lucas Pavan Fritoli (3)[3]

Hirokazu T. B. Ito (4)[4]

RESUMEN

La energía eléctrica es un insumo fundamental para la producción industrial de la planta Johnson&Johnson en Sao José dos Campos/Sao Paulo. Mantener el parque eléctrico funcionando correctamente siempre fue prioridad para los equipos de mantenimiento.

La subestación principal y, en especial, el transformador de entrada siempre contaron con un completo programa de mantenimiento preventivo y la constante actualización tecnológica para detectar anticipadamente posibles fallas.

Con el objetivo de promover mayor confiabilidad y disponibilidad de planta, entre 2014 y 2015 fue implementado un sistema de monitoreo en línea de este transformador, compuesto por sensores y software, para el seguimiento a diario de su estado de funcionamiento.

En este trabajo serán descritos la arquitectura y las soluciones utilizadas en el sistema, así como los cambios en la rutina de mantenimiento, la asertividad en la resolución de eventuales problemas y el progreso en seguridad operacional dentro del complejo.

PALABRAS CLAVE

Gestión de Activos de Subestaciones, Tecnología Predictiva, Monitoreo en Línea, Mantenimiento Predictivo, Sistemas, Transformadores.

[1] Johnson&Johnson, Sao José dos Campos/Sao Paulo - Ingeniería de Infraestructura
[2] Treetech Sistemas Digitais, Atibaia/Sao Paulo - Ingeniería de Proyecto
[3] Treetech Sistemas Digitais, Atibaia/Sao Paulo - Ingeniería de Aplicación
[4] Treetech Sistemas Digitais, Atibaia/Sao Paulo - Ingeniería de Aplicación

1.0 - INTRODUCCIÓN

La planta industrial de Johnson&Johnson en Sao José dos Campos/Sao Paulo es responsable por fabricar los productos de higiene y salud personal, además de una dedicada línea para el sector hospitalario. Dentro del proceso productivo, la energía eléctrica es un insumo indispensable y su eventual falta compromete la programación y puede causar grandes perjuicios a la organización.

El abastecimiento eléctrico de la planta es realizado por medio de una subestación propia de 25 MVA de potencia instalada, como muestra la Figura 1, y utilizando un único transformador de 88 kV – equipo clave para continuidad del sistema de producción. Ante ello, todo el control de mantenimiento correctivo y preventivo es riguroso y realizado según las normas y buenas prácticas del sector.

El área de Ingeniería de Infraestructura es responsable por promover avanzos tecnológicos en el parque y, así, permitir la continua expansión de la planta con confiabilidad y seguridad. En ese contexto, fue definida la implementación de los conceptos del mantenimiento predictivo con el objetivo de mejorar los procesos y la gestión de activos.

Esto fue posible con la instalación de un sistema de monitoreo en línea del transformador para acompañar continuamente su estado de operación. Al incluir sensores, software y cambio en los planes de mantenimiento, Johnson&Johnson innova una vez más y mantiene la tradición de líder tecnológica.

Fig. 1. Subestación 88 kV

2.0 - MONITOREO EN LÍNEA PARA PREDICCIÓN DE FALLAS

La tecnología de monitoreo en línea fue elegida teniendo en cuenta los siguientes criterios:

- El diagnóstico del estado actual del transformador, de manera a proveer subsidios a la toma de decisión cuanto a mantenerlo o no en operación – confiabilidad de las instalaciones.
- El pronóstico precoz de condiciones de falla en sus etapas iniciales de evolución, de manera a posibilitar la parada programada del equipo para acciones correctivas – disponibilidad de planta.
- El monitoreo de las condiciones de operación del equipo a lo largo de toda su vida, con la finalidad de mantener bajo control el proceso de envejecimiento – gestión completa de la vida útil.
- La utilización del transformador en condiciones de sobrecarga o condición de riesgo, pero con total conocimiento y control de las diversas variables involucradas, sin incurrir en riesgos excesivos – seguridad operacional.

3.0 - FILOSOFÍA IMPLANTADA

Para atender a los objetivos técnicos y financieros propuestos, Johnson&Johnson adoptó las siguientes funcionalidades:

i. Medición de variables por sensores en arquitectura descentralizada

Sensores especialistas para medición de las grandezas eléctricas, mecánicas y químicas del transformador de potencia, vea la Tabla 1. Ellos están comunicándose vía red de comunicación RS-485 en protocolo abierto Modbus con el software de monitoreo en la sala de control (arquitectura en la Figura 2).

Tabla 1 - Funciones especialistas instaladas en el transformador

Sensor Inteligente	**Especialidad**	**Objetivo**
Monitor de Temperatura	Funciones 26 y 49	Proteger la máquina
	Gestión térmica del transformador	Alcanzar el máximo de potencia con el menor riesgo
	Gestión del sistema de ventilación	Garantizar las condiciones exigidas para más potencia en la red
Relé Regulador de Tensión	Función 90	Regular correctamente la tensión en función de la necesidad de la empresa

	Mejor calidad de energía	Suministrar el mejor rango de tensión para atender a la demanda de la empresa
	Gestión del desgaste del conmutador	Anticiparse a la necesidad de intervenciones correctivas en el mecanismo del conmutador
Monitor de Bushings	Seguimiento de capacitancia	Anticiparse a fallas catastróficas (explosión) Obtener mayor disponibilidad de planta pretiriendo a las pruebas fuera de línea del mantenimiento preventivo
	Seguimiento de factor de potencia	
	Seguimiento de corriente de fuga	
Monitor de Gas y Humedad	Seguimiento del agua en el aceite	Mantener el máximo de potencia disponible para producción Controlar la hora exacta de realizar un mantenimiento correctivo (tratamiento de aceite)
	Seguimiento del H_2 en el aceite	Identificar en fase inicial fallas internas en la máquina Realizar un backup de los ensayos preventivos de cromatografía
Monitor del sistema de respiro del transformador	Mantenimiento del aislamiento del transformador	Mantener en niveles permitidos la humedad en el tanque de conservación

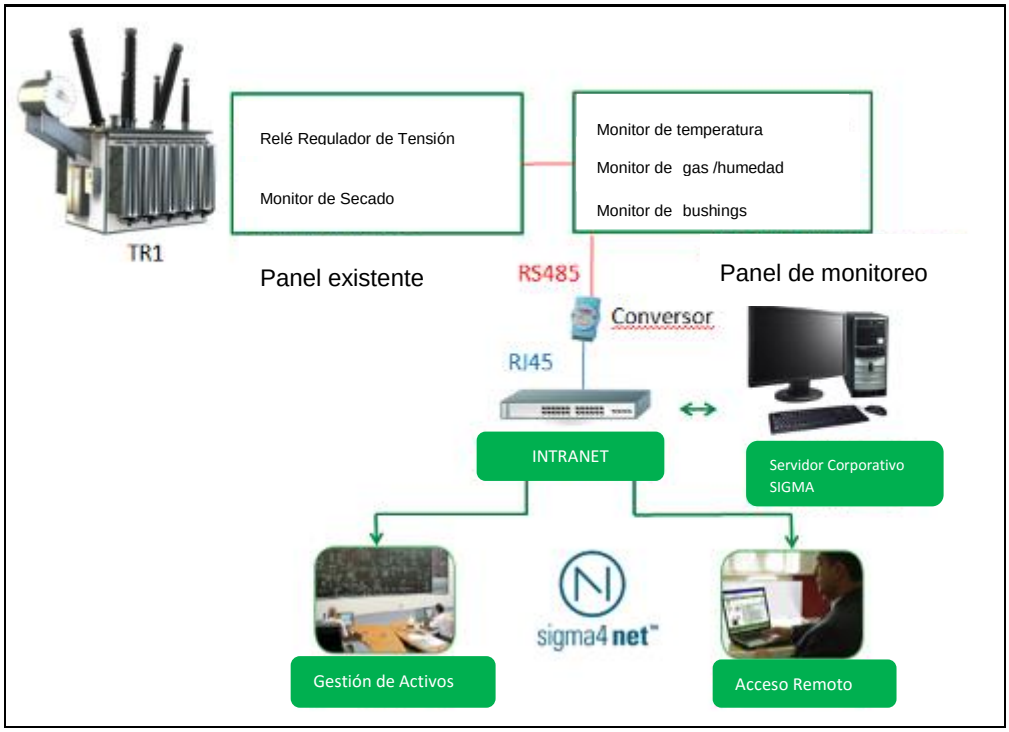

Fig. 2. Arquitectura implementada

ii. Almacenamiento de las Mediciones

Las mediciones realizadas por los sensores inteligentes instalados en el transformador son llevadas a un servidor de datos instalado en la sala de control de la subestación (como muestra la Figura 3).

Fig. 3. Servidor de datos con el software de monitoreo en línea

Todo lo que es medido es gravado en bancos de datos históricos utilizando los medios considerados necesarios para garantizar la disponibilidad de las informaciones (copias de backup, reflejo de discos, etc.). De esa manera, se puede seguir el comportamiento por completo de la vida monitoreada del transformador.

El análisis de ese comportamiento a lo largo del tiempo permitirá que la Ingeniería de Johnson&Johnson identifique patrones y tendencias y, así, pueda definir planos de acciones más asertivos.

iii. Tratamiento de las Informaciones

El sistema de monitoreo provee informaciones más allá de los datos "brutos" obtenidos por los equipos de medición, mostrados en las Figuras 4 a 7.

Fig. 4. Panel de monitoreo

Fig. 5. Monitores de Temperatura y Bushings

Fig. 6. Regulador de Tensión y Supervisor de Paralelismo

Fig. 7. Monitor de Gas y Humedad

El aprovechamiento de la capacidad de procesamiento de la computadora digital (Sistemas Especialistas), por medio de modelos matemáticos y lógicos, provee los diagnósticos y pronósticos del estado de operación del transformador. La traducción del conocimiento que la ingeniería posee a respecto de la máquina en un software capaz de emular ciertos aspectos de su comportamiento. De esta forma, el sistema de monitoreo contribuye para la predicción de condiciones adversas y el mantenimiento del conocimiento, que pasa a no depender exclusivamente de los agentes humanos involucrados.

Los modelos utilizados en la planta de Sao José dos Campos/Sao Paulo fueron:

A. Cálculo de envejecimiento del aislamiento

Envejecimiento del aislamiento por pirólisis e hidrólisis (NBR5416, IEC60076 y IEEE/ANSI C57.91).

- Control del porcentaje de vida útil restante, pérdida de vida promedio diaria y previsión de tiempo de vida restante.

B. Cálculo del contenido de agua en el aceite

Contenido de agua en el aceite, con tendencia de evolución y temperatura para formación de agua libre.

- Control de las restricciones de carga.

C. Cálculo del contenido de agua en el papel

Porcentaje de agua en el papel, con cálculo de aceleración de la pérdida de vida por hidrólisis y cálculo de la temperatura de formación de ampollas.

- Control de las restricciones de carga.

D. Cálculo de eficiencia del sistema de enfriamiento

La comparación entre la temperatura del tope del aceite calculada y la misma temperatura medida.

- Preservación del transformador que soporta todas las exigencias de carga.

E. Cálculo de temperaturas futuras

Previsión de temperaturas futuras, con indicación de tiempos restantes para alcanzar niveles de alarma y desconexión, en su caso.

- Planificación de cortes sin modificar el plan de producción de la planta.

F. Cálculo fuera de línea de cromatografía, físico y químico

Registro histórico y análisis fuera de línea de ensayos de cromatografía de gas, físicos y químicos en el aceite.

- Organización de ensayos e identificación precoz de defectos internos.

iv. Disponibilidad de las Informaciones

Aprovechando las potencialidades del sistema de monitoreo automático, las informaciones son habilitadas a todos los sectores interesados de la empresa (Mantenimiento, Operación, Automación...) en accesos simultáneos e ilimitados – democratización de las informaciones del transformador.

1. Acceso local – efectuado desde el propio servidor en la sala de control.

2. Acceso remoto por intranet – efectuado desde cualquier computadora remota conectada a la red intranet de la empresa.

En el concepto de "excepción", el sistema es responsable por avisar anormalidades de comportamiento del transformador, excluyendo la necesidad de que haya alguien dedicado 24h por día al sistema. Este auxilia el trabajo de los equipos de mantenimiento en la planificación y ejecución de los trabajos informando – por alarmas y correos electrónicos – las situaciones críticas y que deben ser tratadas. En la Figura 8 se observa la pantalla de identificación de lo ocurrido de forma visual e intuitiva.

Fig. 8. Pantalla del software de monitoreo con el sistema de identificación visual de fallas en el transformador

4.0 - CONCLUSIÓN

Las exigencias de calidad y respeto por el consumidor hacen con que Johnson&Johnson constantemente busque innovaciones para que el proceso de producción se vuelva más eficiente y confiable. Continuar modernizando la planta eléctrica y adoptar el monitoreo en línea respaldan directamente la política de mantenimiento predictivo adoptado como patrón.

La herramienta como auxilio en la toma de decisión ya modificó los procesos de mantenimiento así como la relación entre necesidad técnica y exigencias de la producción fabril. Basada en el análisis de la evolución supervisada de parámetros significantes del deterioro del transformador de potencia, la nueva rutina permite mejor planear las intervenciones correctivas.

De hecho, los equipos responsables por mantener todo el sistema energizado tienen los recursos para actuar de forma más rápida, asertiva y con costos reducidos.

5.0 - BIBLIOGRAFÍA

[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 SNPTEE – 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.