

La descentralización y el monitoreo online reducen sus problemas con transformadores

Esenciales para las redes de transmisión y distribución y, en general, los más importantes activos de una subestación, los transformadores de potencia pueden tener eventuales fallas diagnosticadas o pronosticadas por medio de sistemas de monitoreo online basados en arquitectura descentralizada. La novedad, extendida a los modelos de pequeño y mediano porte, ha sido considerada una importante herramienta para conocer el estado del equipo, permitiendo un cambio en la filosofía de mantenimiento: la aceleración del mantenimiento preventivo para el predictivo.

Típicamente, esos sistemas consideran la medición de variables por sensores y/o acondicionadores de señales, conectados a dos arquitecturas: o la basada en un elemento centralizador en el cuerpo del transformador, generalmente un CLP – Controlador Lógico Programable; o la descentralizada, basada en IEDs (Intelligent Electronic Devices – Dispositivos Electrónicos Inteligentes) en el cuerpo del transformador. Vea las diferencias entre las dos arquitecturas:

En los sistemas con arquitectura descentralizada, puede ser empleada la comunicación serial en el patrón RS-485, además de las fibras ópticas, y también links de radio dedicados y redes sin cable Wi-Fi, dependiendo de la instalación.

Si el computador que efectúa el almacenamiento y tratamiento de los datos está en la propia sala de control de la subestación, la conexión con los transformadores es directa. Si está remoto, la transmisión puede ser efectuada también por la red intranet de la empresa, internet o todavía por modem celular GPRS.

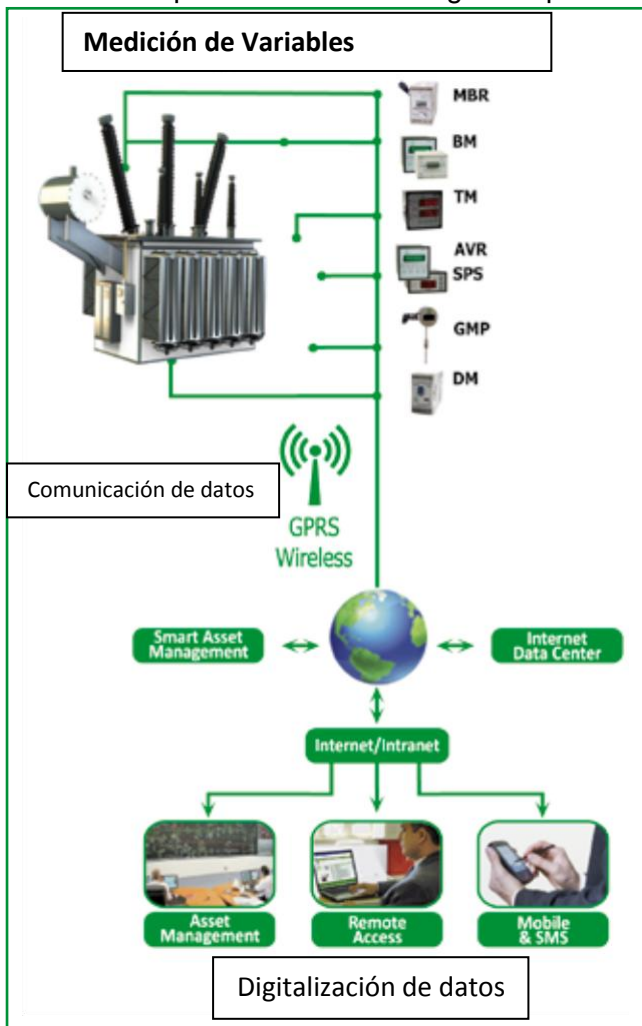
Los datos fornecidos por los IEDs, incluyendo las mediciones brutas y las informaciones resultantes de tratamiento de los datos, son recibidos por un computador que ejecuta el software de monitoreo. Un sistema de monitoreo debe ser capaz de digitalizar y transformar los datos en informaciones útiles para el mantenimiento – diagnóstico y pronóstico del estado del equipo – y poseer un “Módulo de Ingeniería” con los algoritmos y modelos matemáticos.

Arquitectura Centralizada	Arquitectura Descentralizada
Sistema centralizado – o CLP concentra las informaciones de todos los sensores y las envía.	Sistema descentralizado – los sensores son IEDs que envían las informaciones directamente.
Expansiones y mantenimientos más difíciles.	Naturalmente modular, facilitando expansiones y mantenimiento.
Los sensores tienen que ser dedicados para conexión al CLP, causando eventuales duplicaciones de sensores y costos adicionales en sistemas de monitoreo.	IEDs ya existentes en los sistemas de control y protección pueden ser integrados a los sistemas de monitoreo y adquisición de datos, evitando costos de sensores adicionales.
El CLP representa costos adicionales de instalación, programación y mantenimiento.	No existe el elemento centralizador – eliminados los costos adicionales.
Falla en el CLP puede acarrear la pérdida de todas las funciones del sistema.	Falla en un IED acarrea pérdida apenas de parte de las funciones – las demás permanecen en servicio.
El elemento centralizador (CLP) es un punto de falla adicional para el sistema.	No existe el elemento centralizador, eliminándose así un posible punto de falla.
La temperatura de operación máxima del CLP es de 55°C. Prejudicial a la instalación junto al transformador.	Temperatura de operación -40 a +85°C, adecuada para instalación en el patio junto a los transformadores.
Instalación recomendada en la sala de control – grande cantidad de cables de comunicación con el patio.	Instalación típica junto al transformador – apenas comunicación serial (par trenzado o fibra óptica) para comunicación con la sala de control.
Nivel de aislamiento típico 500V – no adecuado para el ambiente de subestaciones de alta tensión.	Nivel de aislamiento típico 2,5kV – proyectado para el ambiente de subestaciones de alta tensión.
Puertos de comunicación serial no soportan surtos, impulsos e inducciones existentes en la subestación, obligando al uso de fibra óptica para conexión con la sala de control – alto costo de instalación.	Puertos de comunicación serial proyectados para el ambiente de subestación, permitiendo el uso de par trenzado o para conexión con la sala de control – bajo costo de instalación. Permite opcionalmente el uso de fibra óptica.
Generalmente operan con protocolos de comunicación industriales.	Protocolos de comunicación específicos para utilización en sistemas de potencia (time-stamp, sincronismo de reloj, etc.).

La tabla al lado resume los principales módulos de diagnóstico que pueden ser especificados para un sistema de monitoreo, bien como las variables medidas necesarias para su operación:

La adopción de sistemas de monitoreo online en los transformadores de potencia debe considerar la especificación del sistema, las variables medidas, la arquitectura para la medición y los módulos de diagnósticos deseados. Con la arquitectura descentralizada basada en dispositivos inteligentes (IEDs), es posible la aplicación de módulos de diagnósticos específicos, pudiéndose aprovechar los IEDs ya existentes en el transformador con costo cero para el sistema de monitoreo. La arquitectura aún permite la implantación y expansión gradual del sistema de monitoreo, respetándose la disponibilidad de recursos de la empresa y la instalación de un mayor número de transformadores.

De esa forma, los sistemas de monitoreo online pueden ser aplicados a transformadores de pequeño y mediano porte, dejando en el pasado la exclusividad para los modelos de grande porte.



Módulo de Diagnóstico	Variables Necesarias
- Pérdida de vida útil del aislamiento	- Temperaturas de los devanados (hot-spot) - Contenido de agua en el papel (del módulo de diagnóstico)
- Previsión de temperaturas futuras - Eficiencia de los sistemas de enfriamiento	- Temperatura ambiente - Temperatura del tope de aceite - Porcentajes de carga - Etapa de enfriamiento en operación
Asistente de mantenimiento del enfriamiento	Etapa de enfriamiento en operación
- Agua en el aceite y en el papel - Temperatura de formación de burbujas - Temperatura de formación de agua libre	- Saturación relativa porcentual de agua en el aceite - Contenido de agua en el aceite en ppm - Temperatura del aceite en el punto de medición - Temperaturas de los devanados - Temperatura ambiente
- Gas en el aceite del transformador	- Concentración de hidrógeno disuelto en el aceite - Concentración de gases combustibles en el aceite (offline u online)
- Diferencial de temperatura del conmutador bajo carga	- Temperatura del tope de aceite - Temperatura del aceite del conmutador - Posición de tap
- Tiempo de operación del conmutador bajo carga	- Posición de tap - Conmutador en operación/en reposo
- Torque del motor del conmutador bajo carga	- Posición de tap - Conmutador en operación/en reposo - Corriente del motor del conmutador - Tensión del motor del conmutador (opcional)
- Asistente de mantenimiento del conmutador	- Posición de tap - Conmutador en operación - Corriente de carga
- Humedad en el aceite del conmutador	- Saturación relativa porcentual de agua en el aceite - Contenido de agua en el aceite en ppm - Temperatura del aceite en el punto de medición

Bibliografía

- Lavieri Jr., Arthur; Hering, Ricardo, "Novos Conceitos em Sistemas de Energia de Alta Confiabilidade", Encarte Especial Siemens Energia, [http:// mediaibox.siemens.com.br/upfiles/232.pdf](http://mediaibox.siemens.com.br/upfiles/232.pdf), Enero/2001.
- Alves, Marcos, "Sistema de Monitoração On-Line de Transformadores de Potência", Revista Eletricidade Moderna, Mayo/2004.
- 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 Iguazú, Argentina, 2003.

Vea este y otros artículos en el sitio: NEI.com.br

Crédito

Este artículo fue escrito para Noticiário de Equipamentos Industriais – NEI, por Vagner Vasconcellos, ingeniero de planificación de CPFL Energia S.A., y Marcos E. G. Alves, gerente técnico de Treetech Sistemas Digitais Ltda.