

La industria de transformadores: de la monitorización analógica a la digital

Las nuevas tecnologías aplicadas a la industria de transformadores han permitido evolucionar la monitorización de los parámetros de operación de estos equipos a dispositivos que permiten no sólo obtener valores más precisos sino también un mejor control de la operación de este tipo de máquinas eléctricas.

M. CUESTO

ASEA BROWN BOVERI, S.A., CÓRDOBA, ESPAÑA

G. PÁJARO

ASEA BROWN BOVERI, S.A., BILBAO, ESPAÑA

De acuerdo a distintos informes independientes publicados en los últimos años, existe un envejecimiento a nivel global del parque de transformadores, con un gran número de unidades que siguen en servicio tras más de treinta años de operación. Por otra parte, es bien sabida la importancia de garantizar en todo momento el suministro eléctrico, de manera que cada vez cobra más importancia el poder disponer de herramientas más precisas e inteligentes que permitan monitorizar y predecir el comportamiento de cada transformador y programar así su reemplazo sin impactar en el suministro. Para ello, el know-how del fabricante juega un papel fundamental.

La física de los transformadores se basa en leyes electromagnéticas desarrolladas hace muchos años, aunque dichas leyes permanecen vigentes hoy en día. En lo que respecta a la monitorización de los parámetros de operación del transformador, las nuevas tecnologías aplicadas a la industria de transformadores han permitido evolucionar dicha monitorización a dispositivos que permiten no sólo obtener valores más precisos sino también un mejor control de la operación de este tipo de máquinas eléctricas.

Evolución de los sensores para transformadores y estado del arte de los mismos

Repasando un poco la historia y con objeto de ilustrar esta evolución con un caso concreto, para medir la temperatura de los arrollamientos dentro del transformador tradicionalmente se han empleado ter-



Termómetro analógico para medida de temperatura en arrollamientos



Sensor de fibra óptica para medida de temperatura en arrollamientos.

mómetros analógicos con sensores PT100 que proporcionaban una medida indirecta basada en una serie de correlaciones con la intensidad que circula por el transformador. El motivo de que no permitiesen una medida directa de la temperatura de los arrollamientos es que al tratarse de sensores metálicos no podían ser introducidos dentro de los arrollamientos y de sus estructuras aislantes, puesto que afec-

tarían a la integridad dieléctrica de dichas estructuras. Además, estos termómetros sólo permitían la lectura en campo, lo que quiere decir que era necesario desplazarse a la subestación para conocer el valor de la medida.

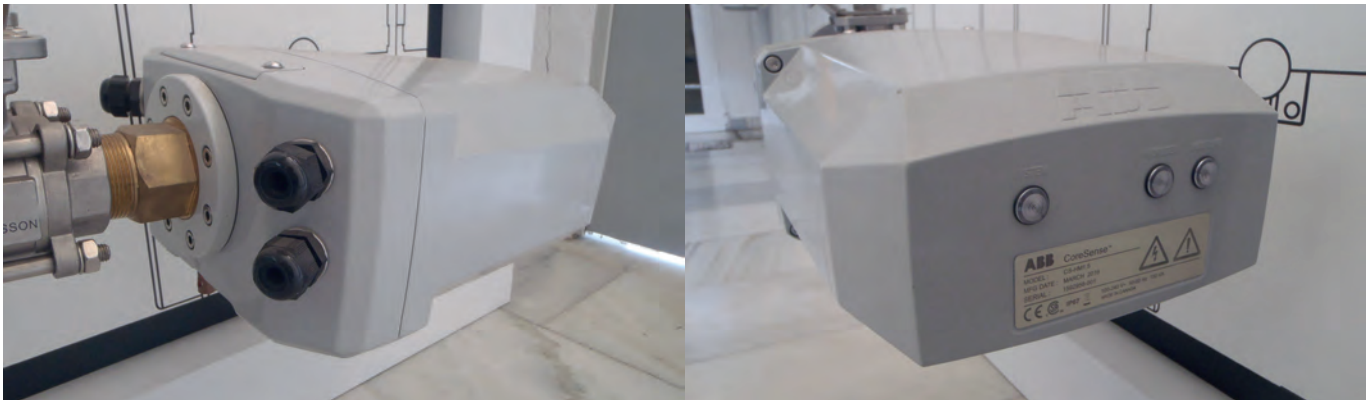
A día de hoy, este tipo de termómetros siguen estando disponibles en el mercado aunque han evolucionado permitiendo enviar la señal a través de un convertidor de 4 a 20 mili-amperios al centro de control.

A lo largo de los años se han ido desarrollando nuevas técnicas de medida de temperatura de los arrollamientos de manera que actualmente se pueden emplear sensores de fibra óptica que, por tratarse de elementos no metálicos, permiten su instalación dentro de los arrollamientos del transformador sin afectar a la integridad dieléctrica de la estructura aislante. Esto permite un control más preciso, y en tiempo real, de la temperatura de los arrollamientos.

Después de este breve recorrido por la historia de los sensores para transformadores, se puede decir que, en términos generales, las técnicas y dispositivos de monitorización son cada vez más sofisticados, y han permitido el avance de la industria de transformadores, y en particular la monitorización, hacia un mejor y más amplio conocimiento del mismo.

Dentro del estado actual de la técnica de los sensores para monitorización de transformadores se pueden enumerar los siguientes desarrollos:

- Termómetros de aceite (medida directa) y arrollamientos (medida indirecta).
- Sensores de fibra óptica para medida directa de temperaturas
- Sensores infrarrojos para medida de temperatura en superficies.
- Sensores de humedad, hidrógeno y



Equipo de medida de humedad e hidrógeno Coresense™ de ABB.

analizadores de diferentes gases.

- Nivel de aceite.
- Indicadores de paso de aceite y caudalímetros.
- Medida del estado de las bornas: capacidad y factor de potencia.
- Relé Buchholz.
- Transformadores de intensidad.
- Desecadores con medida del estado del gel desecante.
- Medida de parámetros de los cambiadores de tomas en carga.

La mayoría de los equipos citados han ido evolucionando en materia de conectividad de forma que, al igual que en el ejemplo del termómetro para arrollamientos, actualmente es posible conocer el nivel de gases en el relé Buchholz o el estado de deterioro del gel desecante de forma remota, sin necesidad de estar físicamente junto al transformador. Es lo que se denomina en ABB: ABB Comem, los "e-devices".

Sistemas de monitorización

A partir de las medidas registradas por los distintos sensores, existen en el mercado sistemas de monitorización que son capaces de recopilar e integrar toda esta información y automatizar ciertos procesos como el control avanzado del equipo de refrigeración, teniendo en cuenta el número de horas de funcionamiento de cada ventilador/bomba del equipo de refrigeración del transformador para hacer un reparto equitativo de dichas horas, o incluso arrancando unos ventiladores y parando otros sin afectar a la temperatura de trabajo del transformador.

Transformers Intelligence®

El siguiente paso tras la integración de datos es el análisis e interpretación de los mis-

Un importante aspecto a tener en cuenta en materia de conectividad y de accesos es la ciberseguridad

mos, para lo que se considera fundamental el know-how del fabricante del transformador, basado en la experiencia de miles de transformadores en funcionamiento durante muchos años. Del análisis de los datos se obtienen para cada caso unas conclusiones y recomendaciones que proporcionan los siguientes beneficios al usuario:

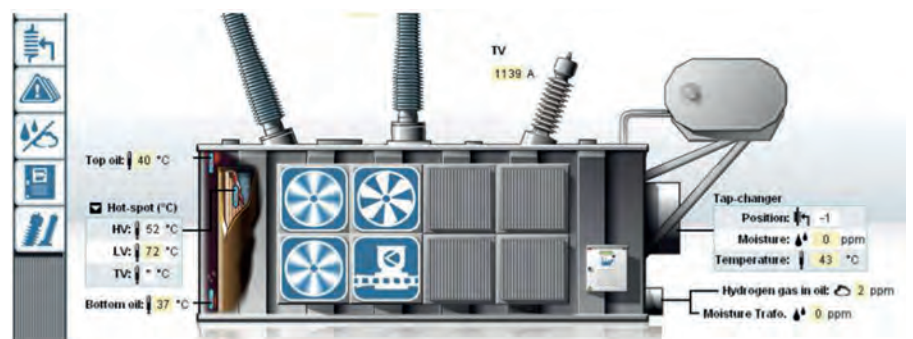
- Optimizar la carga del equipo y las alarmas en tiempo real.
- Mantenimiento particularizado y ligado al estado real del transformador, evitando paradas de mantenimiento innecesarias y por tanto optimizando la inversión en mantenimiento.
- Facilitar la toma de decisiones sobre cuándo rehabilitar, reparar o reemplazar el transformador.

Según algunos estudios, el uso de nuevas técnicas como las mencionadas, permite aumentar las probabilidades de detección del fallo antes de que este ocurra, de for-

ma que el balance entre problemas detectables frente a los no detectables pasa a ser de un 30% vs. 70% (empleando las técnicas tradicionales) a un 60% vs. 40% (empleando nuevas técnicas de monitorización) y en consecuencia duplicando la probabilidad de detectar un problema a tiempo.

Por último, es interesante poner de manifiesto que, dentro de la digitalización, la tendencia actual en la industria de los transformadores es desarrollar aplicaciones para dichos sistemas de monitorización de manera que no sólo sean accesibles desde el centro de control y operación del usuario sino también desde diferentes dispositivos móviles como tablets, o teléfonos móviles.

En ese sentido, un importante aspecto a tener en cuenta en materia de conectividad y de accesos es la ciberseguridad. Actualmente se están desarrollando estándares y protocolos de seguridad para evitar un mal uso que, en el caso de transformadores de potencia estratégicos (tales como los ubicados en centrales de generación eléctrica) pueda desencadenar disparos intempestivos de los mismos con el consiguiente riesgo de interrupción de suministro y otros efectos no deseados ◀◀



Sistema de monitorización de ABB CoreTec™.