Aplicación de medidas de calidad eléctrica al mantenimiento predictivo

Nota de aplicación

Puede que ya utilice técnicas de mantenimiento predictivo en los motores y variadores. Pero, ¿con qué frecuencia inspecciona la alimentación del equipo? Al añadir mediciones de calidad eléctrica básicas a los procedimientos de mantenimiento de los equipos de producción, puede prevenir averías inesperadas tanto en los equipos de producción como en el sistema de alimentación.

Ahorro de costes

Los datos sobre las reclamaciones a las compañías de seguros recogidos en la norma de mantenimiento NFPA 70B indican que casi la mitad del coste asociado a los fallos eléctricos se podría haber evitado con un mantenimiento regular. Un estudio publicado en IEEE 493-1997 revela que en un sistema con un mantenimiento pobre, se puede atribuir el 49% de sus averías a la falta de mantenimiento.

Para determinar el coste de una avería, siempre ayuda tener en cuenta tres aspectos clave:

- Pérdidas de ingresos (margen bruto) debido a los tiempos de inactividad
- Coste asociado a la mano de obra para solución de problemas, correcciones, limpieza, reparaciones y reinicios
- Coste asociado a materiales y equipos dañados, incluidas reparaciones, sustituciones y materiales rechazados

Integración del análisis de la calidad eléctrica en el mantenimiento predictivo

A diferencia de un estudio exhaustivo sobre el sistema eléctrico, el mantenimiento predictivo basado en la calidad eléctrica se centra en un pequeño conjunto de medidas que pueden predecir fallos en la distribución de la alimentación

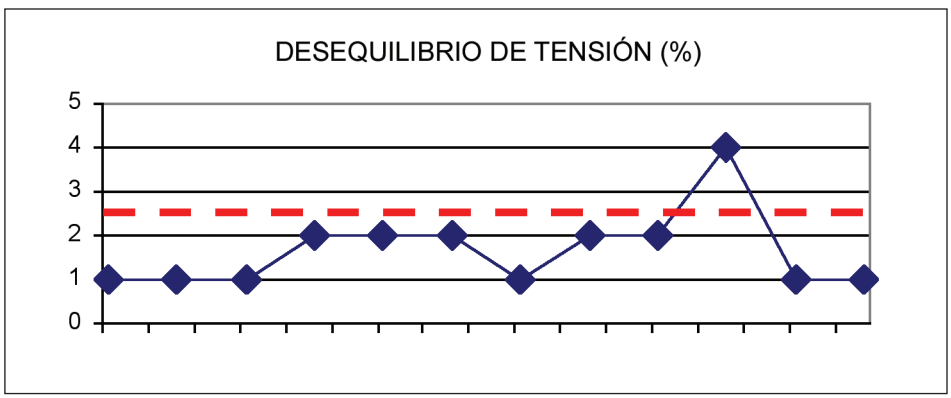

Figura 1. Este gráfico de control de mantenimiento que realiza un seguimiento del desequilibrio de tensión muestra una lectura en noviembre de 2003 por encima del límite del 2,5% y, a continuación, el efecto de la acción correctiva.

eléctrica o en las cargas críticas. Al comprobar la calidad eléctrica en las cargas críticas, puede observar los efectos del sistema eléctrico hasta la carga. La rutina de inspección de mantenimiento predictivo probablemente ya incluye motores, generadores, bombas, unidades de aire acondicionado, ventiladores, cajas de cambios o sistemas de refrigeración en las instalaciones.

La estabilidad de la tensión, la distorsión armónica y los desequilibrios son indicadores del estado de la carga y del sistema de distribución, y se pueden medir y registrar rápidamente con muy poco esfuerzo. Las medidas de corriente pueden identificar cambios en el modo de consumo de la carga. Todas estas medidas se pueden realizar sin interrumpir las operaciones, y generan cifras que se pueden introducir fácilmente en el software de mantenimiento y plasmar en gráficos con el paso del tiempo.

Para cada punto de medida o equipo, determine a partir de qué límite se deben iniciar acciones correctivas. Los límites deben establecerse bastante por debajo del punto de avería y, conforme pase el tiempo, los límites deben reducirse o ampliarse después de analizar los datos del historial. Los límites adecuados dependen en cierta medida de la capacidad de las cargas para soportar las variaciones de potencia. Para la mayoría de los equipos, el departamento de mantenimiento puede concebir un conjunto de "límites internos" predeterminados basados en la experiencia y las normas del sector.

El coste de los analizadores trifásicos de calidad eléctrica es más bajo que nunca y sólo debería tardarse apenas 15 minutos en tomar las lecturas que se describen en este artículo. (El almacenamiento de los datos de huecos de tensión llevará más tiempo, ya que es necesario recopilar los datos después de un día más o menos).

Directrices de medida

Medida de la tensión	Tensiones de fase a neutro
	Tensiones de neutro a tierra
Caídas o huecos de tensión	Recuento de huecos de tensión fase a neutro
Armónicos de tensión	THD de la tensión de fase
Medidas de corriente	Corrientes de fase
Desequilibrio de tensión	Secuencia negativa y secuencia cero

Tabla 1. Medidas de potencia básicas para un sistema trifásico en estrella

Tensión

Un buen nivel de tensión y su estabilidad son requisitos esenciales para que los equipos funcionen de forma fiable.

- Las cargas alimentadas con tensiones demasiado altas o demasiado bajas provocan problemas de fiabilidad y averías. Compruebe que la tensión de la línea no se desvía más del 10% con respecto al valor que aparece en la placa de características.
- Conforme las conexiones del sistema se deterioran, el incremento de la impedancia causará "caídas de la resistencia de aislamiento" en la tensión. Las cargas añadidas, especialmente aquellas con una corriente elevada de arranque, también causarán un descenso de la tensión con el paso del tiempo. Las cargas más alejadas de la acometida de servicio o del transformador mostrarán la tensión más baja.
- La tensión de neutro a tierra le indica en qué medida está cargado el sistema y le ayuda a realizar el seguimiento de la corriente de armónicos. Un valor de tensión de neutro a tierra superior al 3% debería investigarse con más detenimiento.

Recuento de huecos de tensión

Una sola lectura de la tensión revela únicamente parte de la información. ¿Cómo cambia la tensión durante una hora? ¿Y durante un día? Los huecos, las sobretensiones y los transitorios son variaciones a corto plazo en la tensión. La caída (o hueco) de tensión es la variedad más común y problemática.

Los huecos de tensión indican que un sistema tiene problemas para responder a los requisitos de las cargas; es más, las caídas significativas pueden interrumpir la producción. Las caídas de tensión pueden provocar reinicios inesperados en los equipos electrónicos, como ordenadores o controladores; además, una caída en una fase puede provocar que las otras dos se sobrecarguen para compensar dicha caída, situación que podría disparar la protección del circuito.

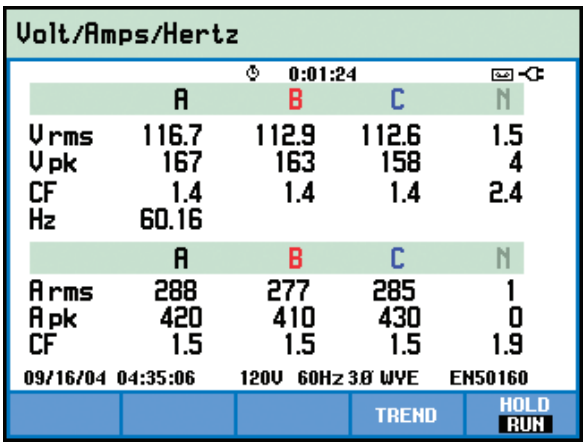

Figura 2. El registro de todas las tensiones de fase y la tensión de neutro a tierra es un buen comienzo para el análisis de la calidad eléctrica de los equipos críticos y la comprobación del estado general del sistema de distribución.

Las caídas tienen varias dimensiones: profundidad, duración y momento del día. Las compañías eléctricas utilizan un índice especial para realizar el seguimiento del número de caídas que se producen durante un período determinado de tiempo. Para medir la profundidad de las caídas, se analiza con qué frecuencia la tensión cae por debajo de determinados umbrales.

Cuanto más duren y mayores sean las variaciones de la tensión, más probabilidades habrá de que los equipos funcionen incorrectamente. Por ejemplo, la curva ITIC (Information Technology Industry Council) especifica que un equipo informático de 120 V debe ser capaz de funcionar siempre que la tensión no caiga por debajo de 96 V durante más de 10 segundos o por debajo de 84 V durante más de 0,5 segundos.

Corriente

Las mediciones de corriente que presentan un crecimiento constituyen un indicador clave de que hay un problema o una degradación en la carga. Cuando los equipos estén en funcionamiento, controle las corrientes de fase, neutro y de conexión a tierra durante un tiempo. Asegúrese de que los valores de la corriente no aumentan significativamente, y que están por debajo de lo indicado en la placa de características. Una elevada corriente de neutro puede indicar la presencia de armónicos o desequilibrios.

Desequilibrio de tensión

En los sistemas trifásicos, una diferencia importante en la tensión de las fases implica un problema en la tensión de red o un defecto en la carga.

- Un desequilibrio elevado de la tensión provoca que las cargas trifásicas consuman una corriente excesiva y que los motores proporcionen un par inferior.
- El desequilibrio se evalúa en porcentajes (consulte la figura 3). La tensión de secuencia negativa (Vneg) y la tensión de secuencia cero (Vzero) juntas identifican cualquier asimetría de tensión entre fases.
- Use un analizador de calidad eléctrica para realizar los cálculos; los porcentajes elevados indican un desequilibrio alto. La normativa EN 50160 requiere que Vneg sea inferior al 2%.

Distorsión armónica de la tensión

La distorsión armónica es una consecuencia normal en un sistema eléctrico que alimente cargas electrónicas como ordenadores, maquinaria de oficina, balastos electrónicos de iluminación y sistemas de control. Al añadir o eliminar cargas del sistema, se cambia la cantidad de distorsión, por lo que es buena idea comprobar con regularidad los armónicos.

Los armónicos provocan el calentamiento y la reducción de la vida útil de los transformadores y las bobinas de los motores, una corriente de neutro excesiva, una susceptibilidad mayor a las caídas de tensión y una menor eficiencia de los transformadores.

A medida que los armónicos de corriente interaccionan con la impedancia, se convierten en armónicos de tensión. La distorsión armónica total (THD) es la suma de las contribuciones de todos los armónicos. Al realizar un seguimiento del THD de la tensión a lo largo del tiempo, puede determinar si la distorsión está cambiando. Para los armónicos de tensión, la norma IEEE 519 recomienda un THD inferior al 5%.

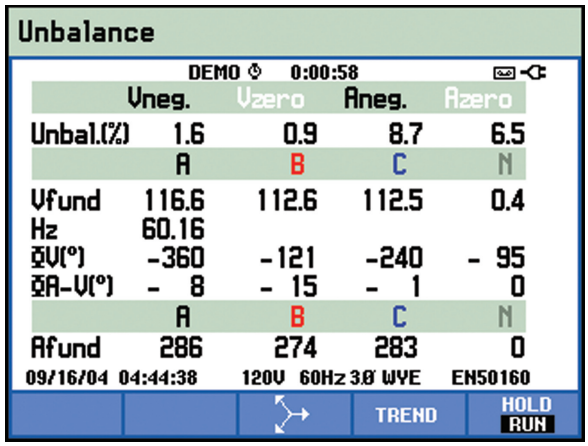

Figura 3. Esta pantalla de desequilibrios muestra los parámetros de desequilibrio de tensión (Vneg y Vzero), así como el desequilibrio de la corriente.

Normas internacionales de seguridad para los instrumentos de medida

Categoría de sobretensión	Descripción resumida
CAT IV*	Tres fases en la conexión de la compañía eléctrica, cualquier conductor exterior (por debajo de 1.000 V)
CAT III	Distribución trifásica (por debajo de 1.000 V), incluidos los cuadros de distribución y la iluminación comercial monofásica
CAT II	Cargas monofásicas conectadas a tomas de alimentación
CAT I	Electrónica

* Las especificaciones de productos CAT IV no se han definido aún en la norma.

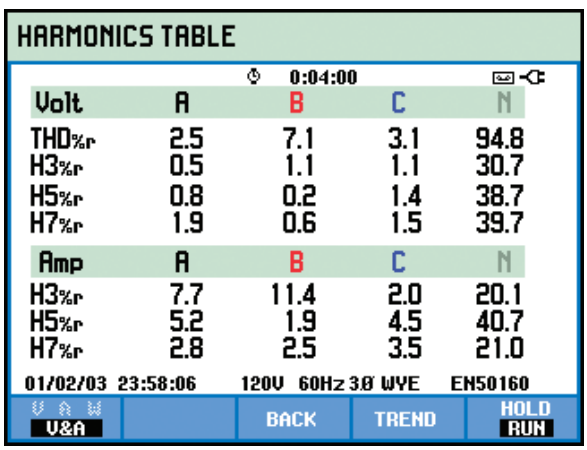

Figura 4. Esta tabla de armónicos muestra el THD de la tensión de cada fase. Tenga en cuenta que es normal que el THD de la tensión en el neutro alcance valores cercanos al 100%.

Fluke. *Manteniendo su mundo en marcha.*

Fluke Ibérica, S.L.
Pol. Ind. Valportillo
C/ Valgrande, 8
Ed. Thanworth II • Nave B1A
28108 Alcobendas
Madrid

Tel.: 91 4140100
Fax: 91 4140101
E-mail: info.es@fluke.com
Web: www.fluke.es

© Copyright 2005 Fluke Corporation.
Reservados todos los derechos.
Impreso en los Países Bajos 03/2005.

Información sujeta a modificación sin previo aviso.

Pub_ID: 11602-spa