

Armónicos: medida e interpretación de resultados

Desde pequeñas desviaciones del control hasta averías en el compresor y el transformador, los armónicos pueden tener efectos sobre todo tipo de equipos de climatización.



Un técnico documentó recientemente los códigos de averías que se reciben cuando se dispara el circuito de un refrigerador. Una inspección más detallada reveló que las averías indicadas no coincidían con lo que estaba pasando en el equipo. Los diagnósticos indicaban que el refrigerador había sufrido una “inversión de fase” y más tarde una “sobrecarga en el motor del compresor”. También, se había recibido un aviso de “avería en el accionamiento de velocidad variable de la bomba del condensador”.

Es muy improbable que se hubiese producido una inversión de la fase; suele ser un problema de instalación. Las investigaciones revelaron que tanto el compresor como el accionamiento de la bomba del condensador parecían estar funcionando con normalidad. Aunque el problema que causa estas averías podría ser un componente en el propio cuadro de control, otro candidato que se suele ignorar a menudo corresponde a los armónicos.

Las corrientes de armónicos y el sistema de distribución eléctrica

Las corrientes de armónicos circulan en un circuito como múltiplos de la frecuencia fundamental de 60 Hz. Por ejemplo, la corriente que circula por un circuito a 180 Hz es el tercer armónico (60 Hz multiplicado por 3). Dichas corrientes no se indican directamente en los multímetros y no se encuentran normalmente hasta que empiezan a aparecer problemas poco habituales con los controles y el equipo. Comparar las lecturas de la corriente desde un multímetro de valores promedio con las

de un multímetro de verdadero valor eficaz de buena calidad en el mismo circuito le ayudará a localizar problemas con los armónicos. El multímetro de promedio indicará solo la corriente a 60 Hz y el medidor de verdadero valor eficaz le indicará una combinación de 60 Hz y de corrientes de armónicos.

La producción y la reflexión de estas corrientes de armónicos en el sistema de distribución eléctrica puede causar problemas. A continuación se muestran algunos ejemplos de problemas que causan los armónicos:

- Funcionamiento incorrecto de los circuitos de control
- Apagado incorrecto de refrigeradores y equipos de tratamiento de aire con control electrónico
- Sobrecalentamiento de las bobinas de solenoide que deben ser sustituidas
- Sobrecalentamiento de transformadores de 480 V que alimentan sistemas de climatización de 208Y/120 V
- Sobrecalentamiento del ventilador y los motores de la bomba del agua refrigerada

Con algunos conocimientos básicos, los técnicos profesionales e ingenieros de hoy en día pueden aislar problemas con armónicos en su origen y mitigar sus efectos, ya sea sustituyendo el elemento dañado o instalando filtros para armónicos.

Los circuitos electrónicos modernos deben convertir la corriente alterna suministrada a 60 Hz (CA) en corriente continua (CC) ya que los dispositivos electrónicos funcionan usando tensión y corriente continua. La forma de onda de la corriente atraída por estas cargas electrónicas revela que la forma de onda de la corriente no corresponde a la forma de onda de la tensión aplicada. De este modo, a dichas cargas electrónicas se las refiere como cargas “no lineales”. Estas cargas no lineales producen

las corrientes de armónicos reflejadas en el sistema. Las corrientes de armónicos aparecen en todo el amplio espectro, pero generalmente disminuyen a medida que las frecuencias son más y más altas. Véase la **figura 1**.

Aunque las diferentes frecuencias de los armónicos producen su propio efecto único en un circuito, al combinarse distorsionan la onda sinusoidal original de 60 Hz. Si la señal eléctrica está distorsionada a la entrada de equipos electrónicos, a veces puede causar problemas de disparo en los dispositivos y alarmas en los circuitos de control. Algunas corrientes de armónicos producen exceso de calor. Otros armónicos de hecho producen una inversión en los motores, lo que reduce su eficacia y los sobrecalientan.

Resolución de problemas

La resolución de problemas en cualquier circuito consiste en identificar y aislar adecuadamente el origen del problema. Si las comprobaciones rutinarias de resolución de problemas en un circuito eléctrico con cargas no lineales no revela el problema, considere la opción de observar los armónicos.

Para hacer una prueba inicial sobre la presencia de los armónicos, mida con una pinza amperimétrica que sea capaz de indicarle la distorsión armónica total (THD). La THD proporciona una cifra que indica el total de los armónicos presentes. La THD de la tensión no debe exceder el 5% y puede leerse fácilmente desde una pinza amperimétrica. La THD de la corriente será notablemente más alta. Una THD excesiva de la tensión significa que puede producirse cualquiera de los problemas mencionados anteriormente y que deben tomarse medidas correctoras. Para obtener información más detallada, utilice un analizador de calidad de la energía para investigar mejor la magnitud y los efectos de cada armónico.

El analizador de calidad eléctrica mide el nivel de cada frecuencia de los armónicos, así como muchos otros problemas relacionados con la calidad eléctrica. Existen analizadores de la calidad eléctrica disponibles para circuitos monofásicos y trifásicos. Estos se colocan

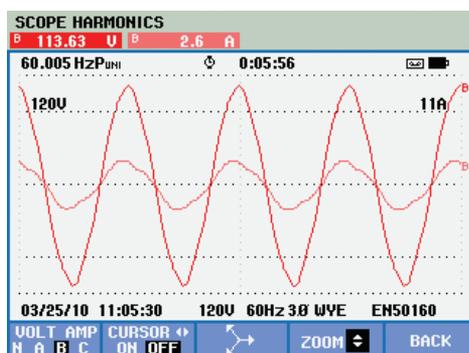


Figura 1. Carga no lineal. Observar un conjunto de ondas sinusoidales monofásicas de tensión y corriente provocadas por una carga no lineal de distorsión muestra fácilmente que la forma de onda de la corriente (más baja) no se ajusta de ninguna manera a la forma de onda de tensión aplicada. Dichas cargas no lineales producen corrientes de armónicos que fluyen por el sistema de distribución.

generalmente en el circuito durante un periodo de tiempo concreto que permita registrar perturbaciones en la alimentación de la línea. Los datos pueden descargarse más tarde a un PC para su análisis.

Asimismo, para medir los armónicos, los analizadores de calidad eléctrica también registran otras perturbaciones que puedan causar un fallo de funcionamiento de los circuitos de control. Por ejemplo, las "fluctuaciones" son incrementos en la tensión por encima de los valores clasificados y pueden dañar el equipo. Las "bajadas" son disminuciones en la tensión aplicada y causarán apagones inesperados y falsas alarmas en variadores de frecuencia y controladores lógicos programables (PLC).

Los niveles de THD y de armónicos deben medirse en el punto común de acoplamiento. A la hora de iniciar el proceso de solución de problemas, es en el citado punto donde las cargas no lineales, que en principio son la causa del problema, se conectan con el resto del sistema de distribución. Por ejemplo, una comprobación rápida en el armario del centro de control del motor que alimenta el variador de frecuencia indicará si éste crea un posible problema de armónicos. Compruebe la THD para ver si la tensión se acerca al 5% y compruebe la presencia y los niveles de

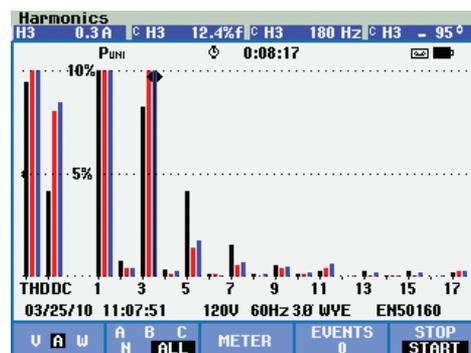


Figura 2. Armónicos. En esta pantalla de un analizador de la calidad eléctrica, las frecuencias de armónicos aparecen en el eje del armónico. El porcentaje al que se encuentra la frecuencia específica de los armónicos es un componente de la frecuencia fundamental de 60 Hz que aparece en el eje vertical. El cursor se ha colocado sobre la frecuencia del tercer armónico y la corriente de este tercer armónico parece representar aproximadamente el 12,4% de la frecuencia de 60 Hz.

frecuencias diferentes de armónicos. Consulte la **figura 2**. La salida de los armónicos del variador de frecuencia irá cambiando. Es posible que sea necesario configurar el analizador de calidad eléctrica para registrar valores durante un periodo de tiempo, porque los requisitos del sistema de ventilación varían.

¿Qué debe hacer cuando se encuentre con demasiados armónicos?

Si encuentra demasiados armónicos, observe cada uno de los casos y a continuación tome las decisiones pertinentes. Puede comprar filtros para armónicos y colocarlos lo más cerca que sea posible al equipo que está generando las corrientes de armónicos. Lo mejor, no obstante, para encontrar el mejor filtro para armónicos que sea el adecuado para este problema, es consultar al fabricante del equipo o a un asesor ingeniero externo. No existe un "una talla única" cuando se trata de este tipo de filtros. Se deben tener en cuenta el tamaño de la carga y los armónicos que se están generando.

Otra alternativa es aislar el equipo que presenta el problema con un transformador de aislamiento. Recolocar bien la carga no lineal que causa el problema o el circuito afectado en otro cuadro de

distribución puede ayudar. Por ejemplo, si los controles afectados se suministran desde el mismo tablero que la carga no lineal que causa el problema, trasladar el circuito de control a otro cuadro puede ayudar a aliviar el problema. Los problemas de armónicos tienden a disminuir a medida que nos vamos alejando de la carga no lineal.

Resumen

Los equipos eléctricos de climatización de hoy en día son una combinación de variadores de frecuencia trifásicos que alimentan motores de ventiladores, compresores, bombas de agua y ventiladores de torres de refrigeración. Los circuitos de control contienen PLC y circuitos electrónicos patentados que mantienen temperaturas, caudales y presiones. Vea la figura 3. Aunque los variadores de frecuencia son ejemplos de cargas no lineales que causan muchos

problemas de armónicos, otras fuentes de armónicos pueden ir desde fotocopiadoras en zonas de oficinas a una planta de los alrededores en la misma línea de suministro de la compañía eléctrica.

Los efectos de armónicos en equipos de climatización pueden ocasionar paradas no deseadas de los controles o de los motores principales o averías en el transformador. Las comprobaciones iniciales mediante dos pinzas amperimétricas permiten identificar fácilmente posibles problemas con armónicos. No obstante, el analizador de la calidad eléctrica es la clave para medir, aislar y corregir los problemas con armónicos. Los modernos equipos de climatización requieren que ingenieros y técnicos entiendan la causa y el efecto de los armónicos, y sepan cómo medir e interpretar los valores de los armónicos si deben solucionarse problemas relacionados.

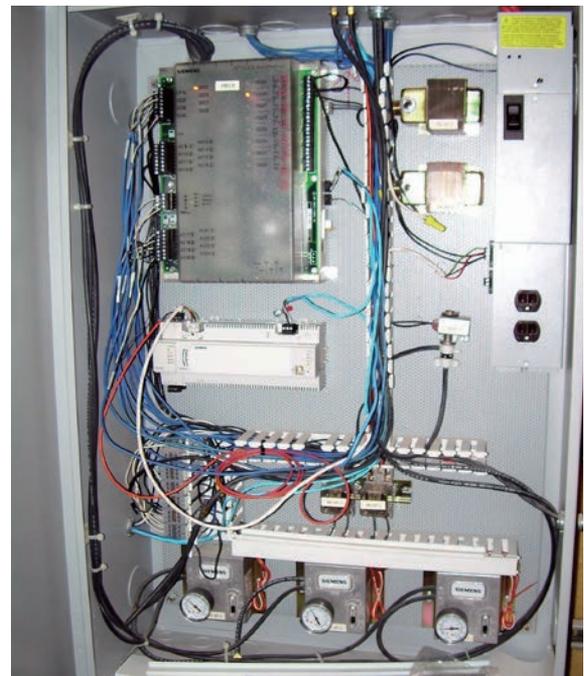


Figura 3. Los controles de la ventilación, como los dispositivos electrónicos y el PLC en el lado izquierdo de este armario, pueden verse afectados por los armónicos de tal manera que generen un funcionamiento inadecuado del equipo controlado.

Medir e interpretar los valores de armónicos

Los valores de armónicos toman como referencia la frecuencia fundamental (o 60 Hz). Para hallar la frecuencia de la corriente de armónicos, multiplique el valor de armónicos por la primera frecuencia de 60 Hz o frecuencia fundamental.

Efectos de los armónicos

Todos los armónicos tienden a distorsionar la onda senoidal original fundamental de 60 Hz. La distorsión armónica total (THD) para la onda sinusoidal de la tensión no debe superar el 5% cuando se mide en un analizador de calidad eléctrica.

Muchos variadores de velocidad que se utilizan hoy en día son variadores de 6 pulsos (seis diodos en sus circuitos convertidores). Estos variadores producen armónicos en el 5°, 11°, 13°, 17°, 19°, etc. Si existen niveles elevados de armónicos en estas frecuencias, contemple la colocación de un filtro en la alimentación del variador.

Resolución de problemas para aislar armónicos

PRECAUCIÓN: La resolución de problemas exige trabajar en circuitos con tensión; recuerde que debe respetar los requisitos de NFPA 70E: Norma para seguridad eléctrica en el lugar de trabajo®

1. Revise las posibles causas no relacionadas con los armónicos:
 - a. Entradas y salidas a controles electrónicos
 - b. Relés, sensores u otros componentes defectuosos
2. Determine la incidencia de armónicos en el sistema de distribución tomando lecturas de corriente con un instrumento que mida la distorsión armónica total.
3. Utilice un analizador de calidad eléctrica para identificar las frecuencias de armónicos presentes y sus magnitudes. Registre los valores a lo largo del tiempo en el sistema de alimentación del equipo.
4. Verifique que la distorsión armónica total (THD) para la tensión no supere el 5%. Éste es el valor máximo generalmente aceptado e indicaría problemas potenciales.
5. Las medidas correctivas suelen incluir un filtro especial que se coloca en la alimentación de la carga que produce los armónicos. Esto minimiza la reflexión de corrientes de armónicos de vuelta al sistema de distribución.

Valores de armónicos	Frecuencia de corriente de armónicos
1°	60 Hz (fundamental)
2°	120 Hz
3°	180 Hz
4°	240 Hz
5°	300 Hz
6°	360 Hz
7°	420 Hz

Fluke. Manteniendo su mundo en marcha.

Fluke Ibérica, S.L.
 Avda de la Industria, 32
 Edificio Payma
 28108 Alcobendas (Madrid)
 Spain
 Tel: +34 91 414 0100
 Fax: +34 91 414 0101
 E-mail: cs.es@fluke.com
 Acceso a Internet: www.fluke.es

©2011, 2015 Fluke Corporation. Reservados todos los derechos. Información sujeta a modificación sin previo aviso.
 12/2017 4141181b-spa

No se permite ninguna modificación de este documento sin permiso escrito de Fluke Corporation.