

# Una mirada renovada a los conceptos de la calidad eléctrica

6 Oct 2020 | [Calidad de la energía eléctrica](#)

*Información fundamental sobre cómo los problemas de la calidad eléctrica afectan a la planta, cómo detectarlos y cómo resolverlos*

Por Jack Smith

Si la calidad de la electricidad que consume su planta no es la que debería ser, esto le costará a su empresa más de lo que debería. Una mala calidad eléctrica reduce la vida de su equipo, dispara su equipo automatizado y produce un calor extremo que debe eliminarse. Irónicamente, muchos de estos problemas se originan dentro de la planta.

## Las múltiples manifestaciones de los problemas de calidad eléctrica

Entre los problemas de potencia eléctrica que afectan con más frecuencia las plantas industriales se incluyen las caídas y las fluctuaciones de tensión, la generación de armónicos, transitorios y desequilibrios entre la tensión y la corriente. Entre las herramientas adecuadas para corregir estos problemas se incluyen conocimientos e instrumentos de pruebas eléctricas adecuados para cada tarea.

También necesitará disponer de un diagrama de una sola línea preciso de las instalaciones. El diagrama en una línea identifica las fuentes de alimentación de CA, las cargas a las que abastece y sus clasificaciones. Es su hoja de ruta eléctrica de las instalaciones; es casi imposible investigar los problemas de calidad eléctrica sin esto.

Solo el personal cualificado formado para llevar a cabo las operaciones de manera segura puede probar, medir, resolver los problemas, realizar reparaciones o cualquier otra tarea en sistemas eléctricos utilizando los procedimientos adecuados y los instrumentos de comprobación clasificados para sistemas eléctricos para los cuales se han diseñado.



## Caídas

Una caída es una reducción de la magnitud de la tensión de entre el 10 % y el 90 % de la tensión RMS durante más de 8 milisegundos (medio ciclo a 60 Hz) y menos de un 1 minuto, de acuerdo con el Institute of Electrical and Electronics Engineers (IEEE). Los equipos industriales como los controladores lógicos programables (PLC), los robots y los variadores de frecuencia (VFD) son sensibles a las caídas de tensión.

Más del 50 % de los eventos de caídas de tensión se originan desde dentro del mismo edificio debido a aumentos en los requisitos de la corriente, tales como el arranque de grandes cargas

inductivas (normalmente motores) que crean condiciones de corriente "in-rush" temporales. Sin embargo, las caídas de tensión también se producen a raíz de eventos externos. La mayoría de eventos externos que generan caídas de la tensión están relacionados con la naturaleza. No obstante, algunos se producen debido a errores humanos.

Detectar caídas de tensión puede ser bastante complejo porque es difícil predecir cuándo van a producirse. Es posible utilizar la función MÍN/MÁX. de un multímetro digital (DMM) para detectar caídas aisladas en los peores casos de 100 milisegundos o más, al tiempo que se va conectando la carga. En caso de sospechas de caídas recurrentes, utilice la función de tendencias de fluctuaciones desde un analizador de la calidad eléctrica de buena calidad.

Si necesita "documentar" los eventos de calidad eléctrica durante más tiempo, existen registradores de eventos disponibles en el mercado que pueden registrar caídas, fluctuaciones, cortes, transitorios y desviaciones de frecuencia durante varias semanas.

Corregir los problemas que provocan caídas de la tensión normalmente se reduce a aplicar las mejores prácticas de la ingeniería eléctrica. Por ejemplo, el cableado debe ser el adecuado para las cargas que alimentan. Minimice la impedancia de la fuente limitando la longitud de los trayectos del alimentador a los subpaneles. No disponga los subpaneles en cascada en otros subpaneles. Reduzca la carga del panel si es necesario y si es posible. Los transformadores no deben sobrecargarse, puesto que dicha sobrecarga también puede aumentar los armónicos.

Corrija antes los problemas del cableado o de carga. Cuando su planta está en orden, puede perseguir otras soluciones que mitiguen las caídas, tales como los reguladores de la tensión y los transformadores de tensión constante.

### **Armónicos**

Los armónicos son múltiplos de una frecuencia fundamental. Causan problemas cuando se combinan con la forma de onda eléctrica fundamental. Cuando los armónicos se combinan con la frecuencia fundamental, distorsionan la onda senoidal.

Los dispositivos que conducen la corriente a lo largo de menos de toda la onda senoidal de la tensión son cargas no lineales y, en consecuencia, generan armónicos. Esto incluye cualquier dispositivo con un rectificador o sistemas que generan pulsaciones como, por ejemplo, los VFD, los balastos electrónicos, el equipo de pruebas electrónico y las fuentes de alimentación conmutadas.

Puesto que la corriente de armónicos que fluye por las impedancias del sistema genera la distorsión de la tensión de los armónicos, también crea bajadas de la tensión. En casos graves, esta distorsión de la tensión puede causar disparos térmicos de los relés y los dispositivos de protección, además de errores lógicos en los PLC y los VFD. A medida que la distorsión de la tensión aumenta, las cargas lineales empiezan a formar una corriente de armónicos. En motores, algunas de estas corrientes de armónicos -siendo las más relevantes el quinto y el séptimo armónico- crean tensión inversa al giro del motor, lo cual hace que se forme más corriente, que, a su vez, disminuye la eficacia del motor y que, a su vez, aumenta la temperatura. El resultado es que se reduce la vida del motor.

Mida los armónicos en el punto de acoplamiento común usando un analizador de la calidad eléctrica o un analizador de armónicos. Para instantáneas sencillas puede usar un DMM de gran calidad para medir la tensión de los armónicos o una pinza amperimétrica de gran calidad para medir la corriente de armónicos. No obstante, el DMM y la pinza amperimétrica deben

ser de verdadero valor eficaz, puesto que los instrumentos de comprobación True RMS son necesarios para mediciones precisas de formas de onda distorsionadas.

Muchos VFD de 6 pulsaciones generan los armónicos quinto y séptimo. No obstante, los accionadores de 12 y 18 pulsaciones ayudan a reducir los armónicos porque sus amplitudes disminuyen a medida que aumenta el número de pulsaciones. Otras soluciones para mitigar los armónicos generados por el accionador incluyen obturadores o filtros pasivos en el sistema frontal, filtros atrapa-armónicos y filtros activos.

### **Transitorios**

Los transitorios son "trayectos" momentáneos de la tensión que suben por encima de la onda senoidal normal. Sus magnitudes pueden ser entre cinco y diez veces superiores a la tensión del sistema nominal. Los transitorios son distintos a las sobretensiones. Una sobretensión es un transitorio con una gran capacidad energética, que normalmente está asociado con los rayos.

La mayoría de eventos que causan transitorios ocurren dentro de la planta. Entre estos se incluyen la conmutación del condensador, las interrupciones de la corriente, operaciones electrónicas, soldaduras en arco, cierres de contactos y relés, y cargas que se inician o que se desconectan.



De acuerdo con el Departamento de Energía de EE. UU., entre las causas más habituales de los desequilibrios en la tensión se incluyen las siguientes:

- Un banco de transformadores desequilibrado que suministra una carga trifásica que es demasiado grande para el banco.
- Cargas monofásicas distribuidas de manera desigual dentro del mismo sistema de potencia.
- Errores sin identificar en la conexión monofásica de la toma a tierra.

- Un circuito abierto en el sistema de distribución principal

Cuando las tensiones de los transitorios exceden las clasificaciones del aislamiento eléctrico, el estrés puede llevar a una ruptura dieléctrica del aislamiento gradual o a un posible fallo abrupto. Los transitorios también deterioran los componentes en estado sólido. Un único transitorio de gran energía puede punzar una unión de estado sólido, y, en ocasiones, transitorios repetitivos de baja energía pueden tener el mismo efecto.

Se pueden también detectar transitorios de baja velocidad usando las mismas herramientas y técnicas que usaría para detectar caídas. Casi todos los equipos electrónicos fabricados en las últimas tres décadas incluyen algunos niveles de protección contra los transitorios; generalmente un varistor de óxido metálico. La supresión de sobretensiones de los transitorios (TVSS) proporciona una protección adicional contra los transitorios. Esta protección TVSS puede aplicarse en diversos puntos en todas las instalaciones dependiendo del tipo del equipo de protección. Aplique el equipo de categoría C en la entrada del servicio, el equipo de categoría B en los paneles de distribución y el equipo de categoría A a nivel de los circuitos individuales.

### **Desequilibrios de la tensión y de la corriente**

El desequilibrio de la tensión es la medida de diferencias de tensión entre las fases de un sistema trifásico. Degrada el rendimiento y reduce la vida de los motores trifásicos. El desequilibrio de la tensión en los terminales estator de motores causa un gran desequilibrio de la corriente que puede ser de entre seis y diez veces el desequilibrio de la tensión. Las corrientes desequilibradas generan pulsaciones de la torsión, un aumento de la vibración y del estrés mecánico, así como aumento de las pérdidas y un sobrecalentamiento del motor.

Los desequilibrios de tensión y corriente también podrían indicar problemas de mantenimiento tales como conexiones sueltas y contactos desgastados.

Se pueden efectuar mediciones básicas sobre el desequilibrio de la tensión monofásica usando un DMM de gran calidad, y sobre el desequilibrio de la corriente monofásica usando una pinza amperimétrica de gran calidad. Las mediciones sobre el desequilibrio precisas y a tiempo real requieren un analizador trifásico de calidad de la energía que permita resolver los problemas de desequilibrio. Los fallos en circuitos abiertos y desde monofásicos a toma de tierra son más fáciles de corregir que tratar de equilibrar la carga, lo cual normalmente requiere cambios correctivos en el diseño a nivel del sistema.

### **Conclusión**

Los problemas de calidad de la energía eléctrica a menudo se encuentran interrelacionados entre sí. Gestiónelos partiendo de un enfoque de la planta entera sin dejar de perder de vista cómo afectan a las cargas individualmente. Algunas veces, fijar un problema de calidad eléctrica puede hacer que otro problema empeore. Observar la imagen completa usando un analizador trifásico de calidad de la energía le permite corregir las causas que generan problemas con la calidad eléctrica y no solo tratar los síntomas.