

Instalaciones trifásicas:

La importancia de no perder su equilibrio



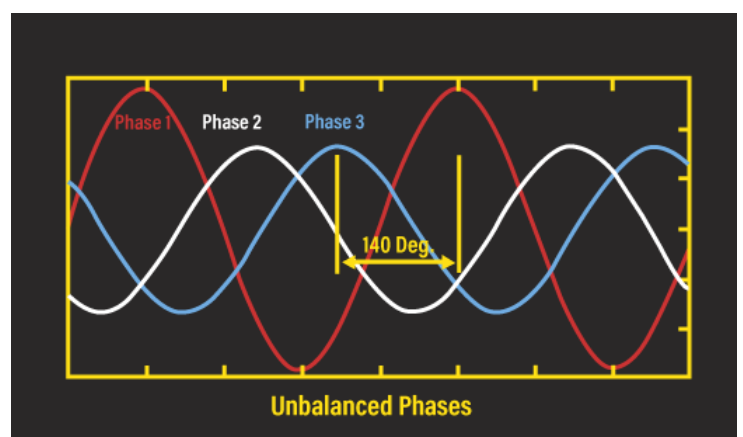
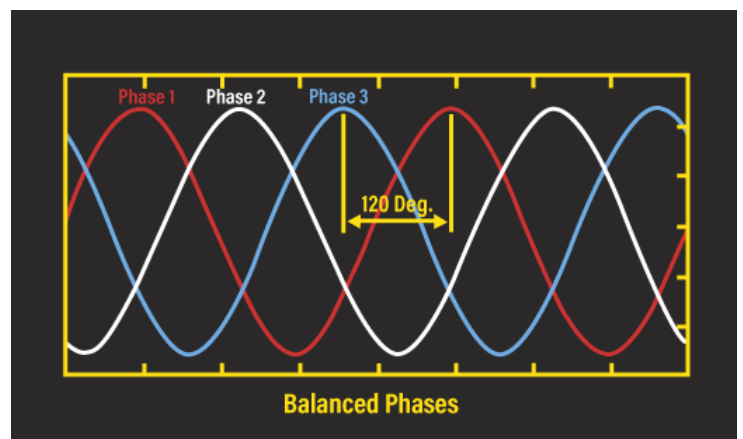
En este nuevo artículo, discutimos la implicación de un equilibrio de carga deficiente en una instalación eléctrica, por qué es importante tenerlo en cuenta y cómo se puede evitar.

En muchas ocasiones, la carga o equilibrio de una instalación trifásica es desconocida o pasada por alto a pesar de ser uno de los aspectos más importantes a la hora de garantizar un rendimiento óptimo y eficiente de la instalación y su equipamiento.

Cuando se diseña e instala el sistema eléctrico de una instalación comercial o industrial, además de otras cosas, se dedica especial atención a la distribución de cargas monofásicas a través de las tres fases para asegurar que están igualmente balanceadas.

Como mínimo, la carga desigual va a dar como resultado que una o más fases tengan una corriente más elevada que otras. Esto hará que haya un aumento de pérdidas debido al sobrecalentamiento y se reducirá la capacidad de alimentación disponible. Pero aún peor, podría significar un desequilibrio de la tensión que afecte gravemente a los equipos trifásicos de la misma instalación.

Un sistema de alimentación trifásica está en equilibrio cuando las fases de tensión tienen la misma amplitud y están separadas por un ángulo de fase de 120 grados. Respectivamente, el desequilibrio de tensión describe una variación en el sistema de potencia, en el cual las magnitudes de voltaje, y/o las diferencias entre el ángulo de fases, no son iguales.



Los desequilibrios de tensión son causados por grandes cargas monofásicas, como cuando por ejemplo, los hornos de inducción, sistemas de tracción y otras grandes maquinarias inductivas, ya sea consumiendo una corriente entre una fase y el neutro que no aparece en las otras dos fases o bien entre dos fases de manera que la corriente solo se consume en dos de las tres fases. En cualquier caso, esto hace que las fases con más carga experimente una caída de tensión mayor, reduciendo la tensión en estas fases y por tanto afectando a todos los equipos conectados a esta misma fuente.

En realidad, anteriormente, dichas cargas solo existían en grandes instalaciones industriales. Sin embargo, con el despliegue de cargadores para vehículos eléctricos de nivel 2 en las pequeñas instalaciones eléctricas y comerciales/educativas, este problema está expandiéndose significativamente. Los cargadores monofásicos para VE de nivel 2, pueden consumir más de 7kW, y por ello se debe tener especial cuidado con el número desplegado y la distribución de fases, a la vez que se tiene en cuenta las cargas ya existentes.

La distribución desigual de cargas monofásicas de menor potencia, en un sistema trifásico, también puede ser lo suficientemente mala como para causar un ligero desequilibrio de tensión. Esto ocurre a menudo cuando una instalación, originalmente equilibrada durante su diseño y construcción, tiene circuitos y equipos adicionales agregados con el tiempo.

En casos más raros, el desequilibrio de voltaje puede ser causado por la degradación desigual o fallo de uno o más condensadores CFP (Corrección del Factor de Potencia) y los desequilibrios de tensión temporales pueden ser producidos por un fallo en cualquiera de las fases, ya sea dentro de la instalación o en su red de suministro.

Tener tensiones de fase equilibradas es posiblemente uno de los requisitos más importantes para una instalación industrial, especialmente si contiene motores trifásicos. Desequilibrios de tensión en los terminales del motor pueden causar un

Voltage Imbalance	Required Motor Derating
1%	98%
2%	95%
3%	88%
4%	82%
5%	75%

Motor derating requirements due to voltage imbalance

desequilibrio de corriente de fase de hasta 10 veces el porcentaje de desequilibrio de tensión para un motor completamente cargado. En consecuencia, los motores que funcionan con suministros desequilibrados

necesitan reducir significativamente su carga disponible para desequilibrios de voltaje relativamente menores. Los desequilibrios también pueden requerir la disminución de la cualificación necesaria de los cables de alimentación a causa del aumento de las pérdidas I²R en el cable.

Según la normativa IEC, el desequilibrio de tensión se define como la relación entre la tensión de secuencia negativa y la tensión de secuencia positiva. Básicamente, los voltajes trifásicos se pueden expresar matemáticamente como una suma de componentes de secuencia positiva, negativa y cero. El voltaje de secuencia positiva crea un flujo en la dirección en la que debe girar el motor, y los voltajes de secuencia negativa giran en la dirección opuesta. Esto crea un flujo en la dirección opuesta; sin embargo, dado que los voltajes de secuencia positiva son siempre mucho mayores, la dirección de rotación del motor no se ve afectada.

El flujo de secuencia negativa crea un calentamiento adicional en los devanados del motor que eventualmente conducirá a un fallo del aislamiento y a un deterioro prematuro del motor. Un funcionamiento continuo a 10 °C por encima de la temperatura de funcionamiento recomendada puede reducir la vida útil de la máquina rotativa en un factor de dos.

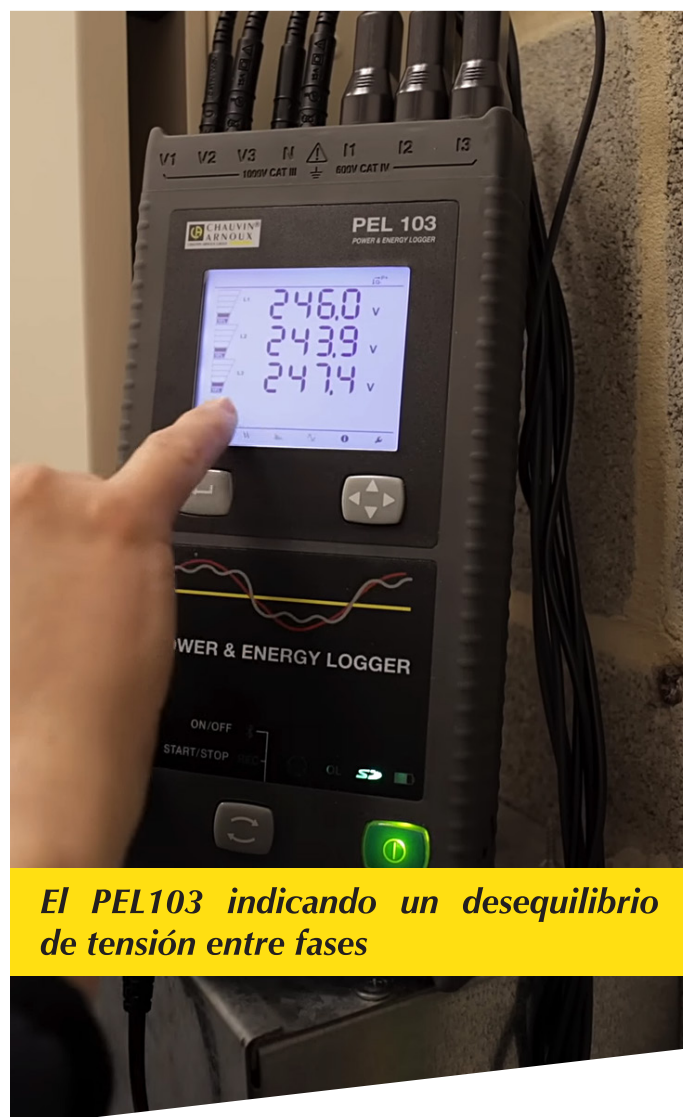
La norma IEC 60034-1 impone un límite de voltaje de secuencia de fase negativa del 1% en las máquinas de alimentación. Sin embargo, según la norma EN 50160, pueden esperarse desequilibrios de hasta el 3%.

Además de los motores en sí, muchos controladores e inversores de motores de estado sólido incluyen componentes que son especialmente sensibles a los desequilibrios de voltaje. Algunos se protegerán a sí mismos y al motor en caso de desequilibrio de voltaje y se negarán a funcionar. Para dispositivos menos sofisticados, una vida útil más corta de los diodos frontales del variador de frecuencia (VDF) y los condensadores de bus es un resultado habitual del desequilibrio de tensión.

Los SAI, los convertidores polifásicos y los inversores también funcionan con una eficiencia reducida frente a desequilibrios de tensión en el suministro, creando ondulaciones no deseadas en su lado de CC y, en muchos casos, también creando mayores corrientes armónicas en el suministro.



PEL103 indicando un desequilibrio de cargas



El PEL103 indicando un desequilibrio de tensión entre fases

Afortunadamente, medir el equilibrio de la tensión y la carga (corriente) y, por lo tanto, la identificación de un desequilibrio, se logra fácilmente utilizando un registrador de potencia y energía como el PEL, de Chauvin Arnoux. Conectado al suministro de entrada, la carga en las fases de toda la instalación pueden monitorizarse a lo largo del tiempo para ver cómo puede variar durante el día o una semana de funcionamiento regular.

Los PEL pueden moverse fácilmente por la instalación, conectarse de forma no invasiva y utilizarse para medir cargas y tensiones de equipos o circuitos individuales para lograr el equilibrio en toda la instalación. Posteriormente pueden volver a conectarse al suministro entrante para una monitorización continua. Además del equilibrio de tensión y carga, esto permitirá

medir y monitorizar otros parámetros de calidad de la energía, incluidos el factor de potencia y los armónicos.

Hay dos acciones obvias que pueden llevarse a cabo para prevenir los efectos de los desequilibrios de tensión:

En primer lugar, utilice circuitos separados para cargas monofásicas grandes y conéctelos lo más cerca posible del punto de suministro entrante. Esto asegurará que la carga no cause una caída de tensión en ningún cableado utilizado por otros equipos que luego se vean afectados por esa caída de voltaje.

En segundo lugar, asegúrese de que todas las cargas monofásicas, grandes y pequeñas, estén equilibradas de manera uniforme en las tres fases.

Dos sencillos pasos que podrían ahorrarle muchos dolores de cabeza y gastos innecesarios de dinero.