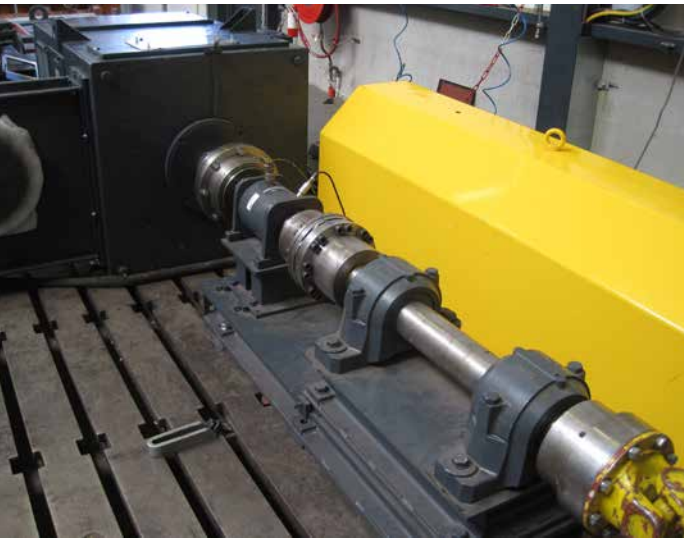


Eficiencia y confiabilidad de los motores eléctricos: el nuevo enfoque de evaluación coincide con condiciones reales

Los motores eléctricos son el componente clave en muchos procesos industriales y pueden representar hasta un 70 % del total de la energía consumida en una planta industrial y hasta un 46 % de toda la electricidad generada en el mundo. Debido a que constituyen un componente fundamental para los procesos industriales, el costo del tiempo de inactividad asociado a los motores fallidos puede ser de decenas de miles de dólares por hora. Asegurar que los motores sean eficientes y funcionen de manera confiable es una de las tareas más importantes a la que los técnicos e ingenieros de mantenimiento se enfrentan cada día.

El uso eficiente de la electricidad es más que algo meramente "deseable". En diversas circunstancias, la eficiencia energética puede significar la diferencia entre rentabilidad y pérdidas financieras. Y, ya que los motores consumen una porción tan significativa de la energía en la industria, se han convertido en el principal objetivo para la generación de ahorro y la mantención de la rentabilidad. Además, el deseo de encontrar formas de ahorrar por medio de mejoras en la eficiencia y la reducción de la dependencia de los recursos naturales está provocando que diversas empresas adopten estándares de la industria, tales como la norma ISO 50001. La norma ISO 50001 proporciona un marco y los requisitos para el establecimiento, la implementación y el mantenimiento de un sistema de administración de la energía, con el propósito de obtener ahorros sustentables.





Métodos tradicionales de prueba de motores

El método tradicional para medir el rendimiento y la eficiencia de los motores eléctricos está bien definido, pero la configuración del proceso puede resultar costosa y difícil de aplicar en los procesos de trabajo. De hecho, en muchos casos, las inspecciones de rendimiento del motor requieren incluso la paralización completa del sistema, lo cual puede ocasionar un costoso tiempo de inactividad. Para medir la eficiencia del motor eléctrico, se debe determinar tanto la potencia eléctrica de entrada como la potencia mecánica de salida en un amplio rango de condiciones dinámicas de funcionamiento. El método tradicional de medición de rendimiento del motor primero requiere que los técnicos instalen el motor en un banco de pruebas. El banco de pruebas consiste en el motor puesto a prueba montado en un generador o un dinamómetro. A continuación, el motor a prueba se conecta a la carga mediante un eje. El eje tiene conectado un sensor de velocidad (tacómetro) y un conjunto de sensores de torsión que proporcionan datos que permiten que se calcule la potencia mecánica. Este sistema proporciona datos, como la velocidad, la torsión y la potencia mecánica. Algunos sistemas también incluyen la capacidad de medición de la potencia eléctrica, para permitir el cálculo de la eficiencia.

La eficiencia se calcula por medio de:

$$\eta \text{ (eficiencia)} = \frac{\text{Potencia mecánica}}{\text{Potencia eléctrica}}$$

Durante las pruebas, la carga varía para determinar la eficiencia en un rango de modalidades de funcionamiento. El sistema de banco de pruebas puede parecer bastante sencillo; sin embargo, tiene una serie de desventajas inherentes:

1. El motor se debe retirar del servicio.
2. La carga del motor no es verdaderamente representativa de la carga real del motor mientras está en servicio.
3. Durante la prueba, se debe suspender el funcionamiento (lo cual ocasiona tiempo de inactividad) o se debe instalar temporalmente un motor de repuesto.
4. Los sensores de torsión son costosos y su rango de funcionamiento es limitado, por lo que es posible que se necesiten varios sensores para probar diferentes motores.
5. Un banco de pruebas para motores que sea capaz de cubrir un amplio rango de motores es costoso y los usuarios de este tipo de banco de pruebas generalmente son especialistas en reparación de motores u organizaciones de desarrollo.
6. Las condiciones de funcionamiento "reales" no se toman en consideración.

Parámetros de los motores eléctricos

Los motores eléctricos están diseñados para determinados tipos de aplicaciones en función de la carga y, como tal, cada motor tiene diferentes características. Estas características se clasifican según las normas de la NEMA (Asociación Nacional de Fabricantes Eléctricos) o de la IEC (Comisión Electrotécnica Internacional) y tienen un efecto directo sobre el funcionamiento y la eficiencia del motor. Cada motor tiene una placa con los detalles clave de los parámetros de funcionamiento del motor y con información acerca de la eficiencia, según las recomendaciones de IEC o NEMA. Los datos que aparecen en la placa se pueden utilizar para comparar los requisitos del motor con el verdadero modo de uso operativo. Por ejemplo, cuando se comparan estos valores, se puede descubrir que el motor supera la velocidad esperada o la especificación de torsión, en cuyo caso se puede reducir la vida útil del motor o se pueden producir fallas prematuras. Otros efectos, tales como el desequilibrio de la tensión o la corriente, o los armónicos asociados con una calidad de potencia deficiente, también pueden disminuir el rendimiento del motor. Si se produce alguna de estas condiciones se debe “descompensar” el motor; es decir, se debe reducir su rendimiento esperado, lo que podría ocasionar una alteración del proceso en caso de que no se produzca suficiente potencia mecánica. La descompensación se calcula según la norma de NEMA, de acuerdo con los datos especificados para el tipo de motor. Las normas de NEMA e IEC tienen algunas diferencias, pero en general siguen una misma línea.

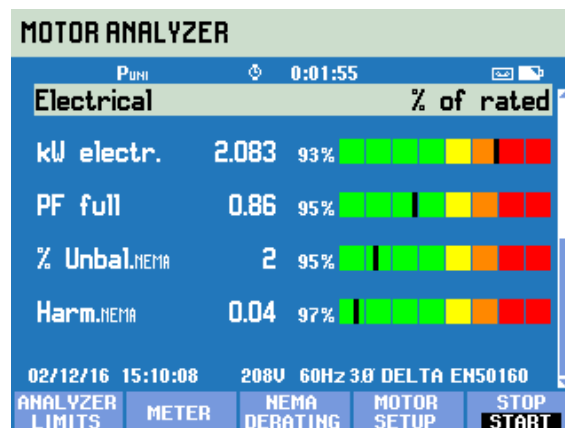
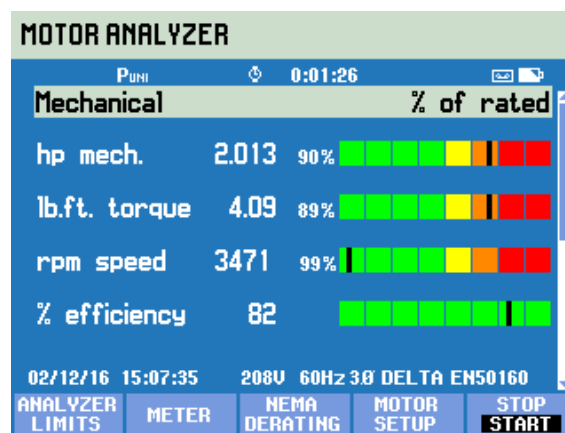
Condiciones operativas reales

La prueba de motores eléctricos en un banco de pruebas de motor generalmente implica que el motor se prueba bajo las mejores condiciones posibles. Por el contrario, cuando el motor se utiliza en servicio, en general no se dan las mejores condiciones posibles de funcionamiento. Todas estas variaciones en las condiciones de funcionamiento contribuyen a la degradación del rendimiento de los motores. Por ejemplo, dentro de una instalación industrial puede haber cargas instaladas que tienen un efecto directo en la calidad de potencia, lo que provoca desequilibrios en el sistema, o potenciales armónicos. Cada una de estas condiciones puede afectar gravemente el rendimiento del motor. Además, la carga impulsada por el motor puede no ser óptima o consistente con el diseño original del motor. Es posible que la carga sea demasiado grande para que el motor la administre correctamente; o bien, este puede sobrecargarse debido a controles de proceso deficientes, e incluso se puede obstruir por el exceso de fricción causado por un objeto externo que se encuentre bloqueando una bomba o el impulsor de un ventilador. Captar estas anomalías puede ser difícil y requerir mucho tiempo, lo que hace que la solución de problemas efectiva sea problemática.

Un nuevo enfoque

El analizador de motores y de la calidad eléctrica Fluke 438-II proporciona un método simplificado y rentable para probar la eficiencia de motores, a la vez que elimina la necesidad de tener sensores mecánicos externos y el costoso tiempo de inactividad. El Fluke 438-II, basado en los analizadores de motores y de la calidad eléctrica Fluke serie 430-II, tiene la completa capacidad de medir la calidad eléctrica, a la vez que mide los parámetros mecánicos de motores eléctricos directos en línea. Mediante el uso de datos obtenidos de la placa del motor (ya sean datos NEMA o IEC), junto con mediciones eléctricas trifásicas, el 438-II calcula el rendimiento del motor en tiempo real, incluidas la velocidad, la torsión, la eficiencia y la potencia mecánica, sin la necesidad de torsión adicional ni de sensores de velocidad. El 438-II también calcula directamente el factor de descompensación del motor en el modo operativo.

Un técnico o ingeniero ingresa los datos que el Fluke 438-II necesita para realizar estas mediciones, dentro de los cuales se incluye la potencia nominal en kW o HP, la corriente y la tensión nominales, la frecuencia nominal, el $\cos \phi$ nominal o factor eléctrico, el factor nominal de servicio y el tipo de diseño del motor según las clases NEMA o IEC.



Funcionamiento

La unidad Fluke 438-II proporciona mediciones mecánicas (velocidad de rotación del motor, carga, torsión y eficiencia) mediante la aplicación de algoritmos patentados a las señales eléctricas de las formas de onda. Los algoritmos combinan una mezcla de modelos basados en la física y en los datos de un motor de inducción sin necesidad de realizar las pruebas de premedición típicamente necesarias para calcular los parámetros del modelo del motor, por ejemplo, la resistencia del estator. La velocidad del motor se puede estimar a partir de los armónicos de las ranuras del rotor presentes en las formas de onda de la corriente. La torsión del eje del motor se puede relacionar con las tensiones del motor de inducción, con las corrientes y pueden pasar por relaciones físicas familiares pero complejas. La potencia eléctrica se mide con la corriente de entrada y las corrientes de onda de la tensión. Tras obtener los estimados de torsión y de velocidad, se calcula la potencia mecánica (o carga) mediante la velocidad de los tiempos de torsión. La eficiencia del motor se calcula dividiendo la potencia mecánica estimada por la potencia eléctrica calculada. Fluke realizó pruebas exhaustivas con dinamómetros impulsados por motores instrumentados. Se midió la potencia eléctrica real, la torsión del eje del motor y la velocidad del motor y se compararon los resultados con los valores obtenidos por el 438-II para determinar los niveles de precisión.

Resumen

Mientras que los métodos tradicionales para medir el rendimiento y la eficiencia de los motores eléctricos, están bien definidos, estos no necesariamente se implementan ampliamente. Esto se debe en gran parte al tiempo de inactividad asociado a la detención del funcionamiento de motores y, en ocasiones, sistemas completos, con el fin de realizar pruebas. El Fluke 438-II proporciona información extremadamente útil que hasta ahora era sumamente difícil y costosa de conseguir. Además, el Fluke 438-II utiliza sus capacidades de análisis de la calidad eléctrica para medir el estado de la calidad eléctrica mientras el sistema está en modo de funcionamiento real. La toma de medidas fundamentales de eficiencia del motor se simplifica por medio de la eliminación de la necesidad de torsión externa y de los sensores de velocidad separados, lo que hace posible analizar el rendimiento de la mayoría de los procesos impulsados por motores industriales mientras están activos. Esto brinda a los técnicos la capacidad de disminuir el tiempo de inactividad y, además, les da una mejor idea del estado general y el funcionamiento del sistema. Al obtener las tendencias de rendimiento, es posible observar los cambios que pueden indicar fallas inminentes del motor, lo cual permite su reemplazo oportuno para prevenir las fallas.

Fluke. *Manteniendo su mundo en marcha.*

Fluke Corporation
Everett, WA 98206 EE.UU.

Latin America
Tel: +1 (425) 446-5500
Web: www.fluke.com/laam

Para obtener información adicional póngase en contacto con:
En EE. UU. (800) 443-5853 o
Fax (425) 446-5116
En Europa/Medio Oriente/África
+31 (0)40 267 5100 o
Fax +31 (0)40 267 5222
En Canadá (800)-36-FLUKE o
Fax +1 (425) 446-5116
Acceso a Internet: www.fluke.com

©2016 Fluke Corporation. Reservados todos los derechos. Impreso en los Países Bajos.
Información sujeta a modificación sin previo aviso.
8/2016 6008191a-laes

No está permitido modificar este documento sin autorización por escrito de Fluke Corporation.