Las 13 causas más comunes de la falla de un motor

Nota de aplicación

Qué buscar y cómo mejorar el tiempo de actividad del activo

Los motores se utilizan en todas las áreas de un entorno industrial y se vuelven cada vez más complejos y técnicos. Esto hace que mantenerlos en funcionamiento a su máximo rendimiento se haya convertido en un desafío. Es importante recordar que las causas de los problemas de motores y unidades no se limitan a un solo campo de especialización (los problemas mecánicos y eléctricos pueden generar la falla de un motor) y que un adecuado conocimiento puede significar la diferencia entre un tiempo de inactividad costoso y un mayor tiempo de actividad del activo.

La falla del aislamiento de las bobinas y el desgaste de los rodamientos son las dos causas más comunes en la falla de un motor; sin embargo, dichas condiciones se generan por distintas razones. Este artículo muestra, por adelantado, cómo detectar las 13 causas más comunes de las fallas en el aislamiento de las bobinas y en los rodamientos.

Calidad eléctrica

1. Tensión transitoria
2. Desequilibrio de tensión
3. Distorsión armónica

Unidades de frecuencia variable

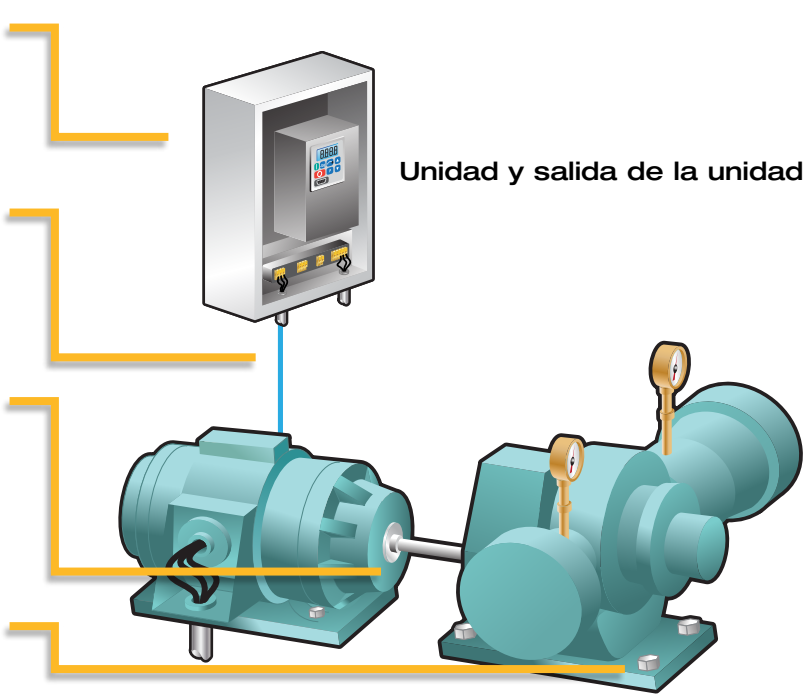
4. Reflexiones sobre las señales de salida de la unidad PWM
5. Corriente sigma
6. Sobrecargas operacionales

Mecánicas

7. Desalineación
8. Desequilibrio del eje
9. Holgura del eje
10. Desgaste de los rodamientos

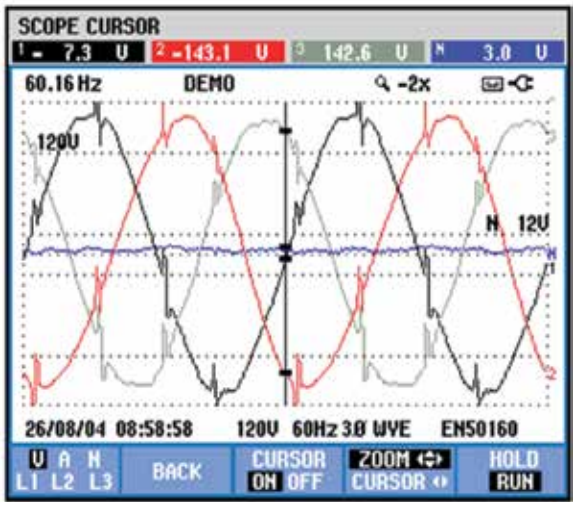
Factores de instalación inadecuados

11. Base débil
12. Presión de tuberías
13. Tensión del eje



Calidad eléctrica

1 Tensión transitoria



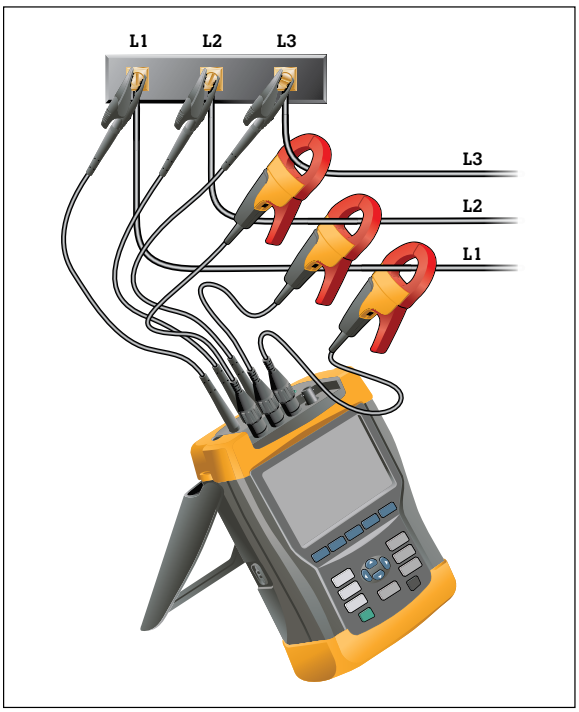
Las tensiones transitorias pueden generarse por distintos motivos, tanto dentro como fuera de la planta. Las cargas adyacentes que se activan o desactivan, los bancos del condensador de corrección del factor de energía o, incluso, el clima distante pueden generar tensiones transitorias en los sistemas de distribución. Estas tensiones transitorias, que varían en amplitud y frecuencia, pueden corroer o causar fallas en el aislamiento de los devanados del motor. Encontrar el origen de las tensiones transitorias puede resultar una tarea difícil, debido a la poca frecuencia de estos acontecimientos y al hecho de que los síntomas se pueden manifestar de distintas formas. Por ejemplo, una corriente transitoria podría aparecer en los cables de control. Esto no dañará necesariamente el equipo directamente, pero podría interrumpir el funcionamiento.

Impacto: La falla del aislamiento del devanado del motor conduce a la falla anticipada del motor y a un tiempo de inactividad imprevisto

Instrumento para medir y diagnosticar: Analizador trifásico de calidad eléctrica Fluke 435-II

Criticidad: Alta

2 Desequilibrio de tensión



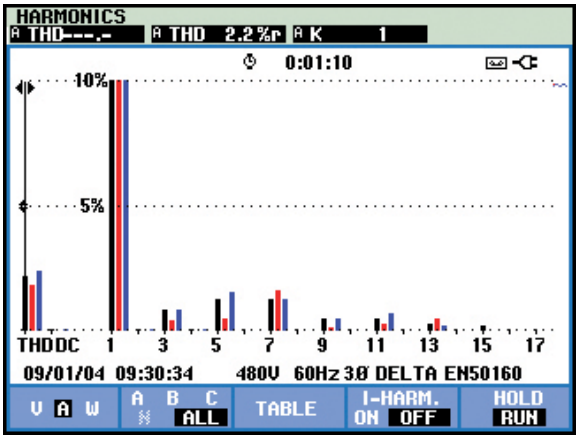
Los sistemas de distribución trifásicos a menudo brindan cargas monofásicas. Un desequilibrio en la impedancia o distribución de la carga puede contribuir a un desequilibrio de las tres fases. Las fallas de potencia se pueden producir en el cableado del motor, las terminaciones del motor y, posiblemente, en las propias bobinas. Este desequilibrio puede provocar esfuerzos en cada uno de los circuitos de fase en un sistema de energía trifásico. En el nivel más sencillo, las tres fases de tensión siempre deben tener la misma magnitud.

Impacto: El desequilibrio crea un flujo de corriente excesivo en una o más fases, lo que aumenta las temperaturas de funcionamiento, esto se traduce en la falla del aislamiento

Instrumento para medir y diagnosticar: Analizador trifásico de calidad eléctrica Fluke 435-II

Criticidad: Media

3 Distorsión armónica



Dicho de manera sencilla, los armónicos son cualquier fuente adicional no deseada de corrientes o tensiones de CA de alta frecuencia que suministran energía a las bobinas del motor. Esta energía adicional no se utiliza para hacer girar el eje del motor, sino que circula en las bobinas y contribuye a las pérdidas de energía interna. Estas pérdidas se disipan en forma de calor, que, con el tiempo, deteriorarán la capacidad de aislamiento de las bobinas. Algunas distorsiones armónicas de la corriente son normales en cualquier parte del sistema que alimente cargas electrónicas. Para comenzar a investigar la distorsión armónica, utilice un analizador de calidad eléctrica para supervisar los niveles de corriente eléctrica actuales y las temperaturas de los transformadores para asegurarse de que no están sobrecargados. Cada armónico tiene un nivel de distorsión aceptable diferente, los que se definen en estándares como IEEE 519-1992.

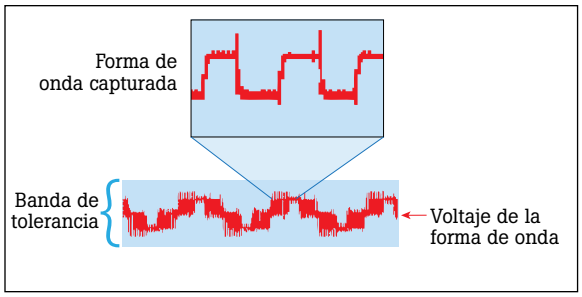
Impacto: Una disminución en la eficiencia del motor significa un costo adicional y un aumento en las temperaturas de funcionamiento

Instrumento para medir y diagnosticar: Analizador trifásico de calidad eléctrica Fluke 435-II

Criticidad: Media

Unidades de frecuencia variable

4 Reflexiones sobre las señales de salida de la unidad PWM



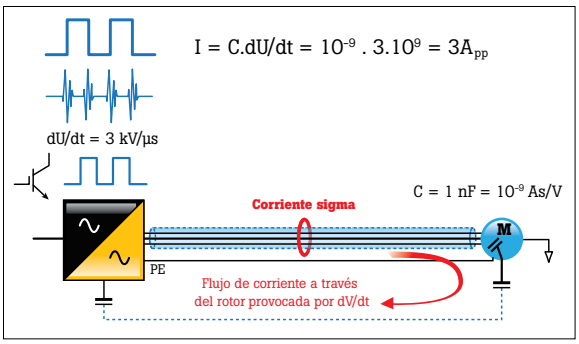
Las unidades de frecuencia variable utilizan una técnica de modulación del ancho de pulso (PWM) para controlar la tensión de salida y la frecuencia de un motor. La reflexión se genera cuando la impedancia, entre la fuente y la carga, no coincide. Los desequilibrios de impedancia pueden ocurrir por instalación inadecuada, una mala selección de los componentes o una degradación de los equipos debido al paso del tiempo. En un circuito de la unidad de motor, el pico de reflexión podría ser tan alto como el nivel de tensión del bus de CC.

Impacto: La falla del aislamiento de las bobinas del motor conduce a un tiempo de inactividad inesperado

Instrumento para medir y diagnosticar: Osciloscopio de muestreo rápido portátil de 4 canales ScopeMeter® 190-204 de Fluke, Medidor de resistencia de aislamiento Fluke 1587.

Criticidad: Alta

5 Corriente sigma



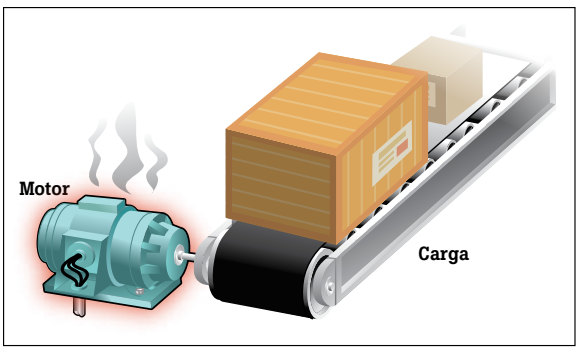
Básicamente, las corrientes sigma son corrientes parásitas que circulan en un sistema. Las corrientes sigma se generan a partir de la frecuencia de la señal, el nivel de tensión, la capacitancia y la inductancia en los conductores. Estas corrientes circulantes pueden hacerse camino a través de las conexiones a tierra de los sistemas, lo que ocasiona complicaciones en el paso o, en algunos casos, un exceso de calor en las bobinas. La corriente sigma se puede encontrar en el cableado del motor y corresponde a la suma de la corriente de las tres fases en un punto determinado en el tiempo. En una situación ideal, la suma de las tres corrientes debería ser igual a cero. En otras palabras, la corriente de retorno de la unidad sería igual a la corriente suministrada a la unidad. La corriente sigma también se puede interpretar como señales asimétricas en varios conductores que pueden acoplar corrientes de manera capacitiva en el conductor a tierra.

Impacto: Activación misteriosa del circuito debido al flujo de corriente de la conexión a tierra protectora

Instrumento para medir y diagnosticar: Osciloscopio de muestreo rápido portátil de 4 canales ScopeMeter 190-204 de Fluke con pinza amperimétrica de banda ancha amplia (10 kHz) (Fluke i400S o similar).

Criticidad: Baja

6 Sobrecargas operacionales



La sobrecarga del motor se produce cuando un motor está bajo una carga excesiva. Los principales síntomas que acompañan a una sobrecarga del motor son un consumo de corriente excesivo, un par de torsión insuficiente y un sobrecalentamiento. Un calor excesivo en el motor es una de las causas principales de falla del motor. Cuando un motor se sobrecarga, cada componente individual de este, incluidos los rodamientos, las bobinas del motor y otros componentes, pueden seguir funcionando correctamente, pero el motor seguirá funcionando caliente. Por este motivo, es de sentido común comenzar a resolver los problemas comprobando la sobrecarga del motor. Dado que el 30 % de las fallas de un motor son causadas por sobrecargas, es importante saber cómo realizar una medición e identificar la sobrecarga en un motor.

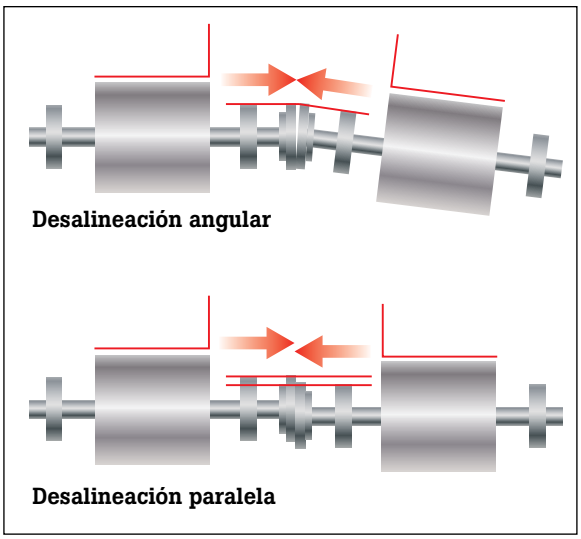
Impacto: Desgaste prematuro de los componentes mecánicos y eléctricos del motor que conduce a una falla permanente

Instrumento para medir y diagnosticar: Cámara infrarroja Fluke Ti400, Multímetro digital Fluke 289

Criticidad: Alta

Mecánicas

7 Desalineación



La desalineación se produce cuando el eje de la unidad del motor no está correctamente alineado con respecto a la carga o cuando el componente que acopla el motor a la carga está mal alineado. Muchos profesionales creen que un acoplamiento flexible elimina y compensa la desalineación; sin embargo, un acoplamiento flexible solo protege el acoplamiento de la desalineación. Incluso con un acoplamiento flexible, un eje desalineado transmitirá las fuerzas cíclicas dañinas en todo el eje y al motor, lo que causará un desgaste excesivo del motor y aumentará la carga mecánica aparente. Además, una desalineación podría provocar vibraciones en la carga y en el eje de la unidad del motor. Existen varios tipos de desalineación:

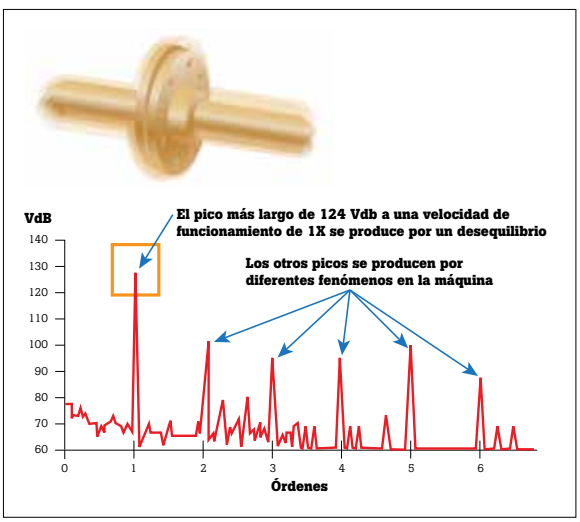
- Desalineación angular: las líneas centrales del eje se cruzan, pero no son paralelas
- Desalineación paralela: las líneas centrales del eje son paralelas pero no concéntricas
- Desalineación compuesta: es una combinación de la desalineación angular y paralela. (Nota: Casi todas las desalineaciones corresponden a una desalineación compuesta; no obstante, los profesionales se refieren a la desalineación como si fueran dos tipos diferente, dado que es más fácil corregir una desalineación cuando se ajustan los componentes angulares y paralelos por separado.)

Impacto: Desgaste prematuro de los componentes del de la unidad mecánica que conduce a fallas prematuras

Instrumento para medir y diagnosticar: Medidor de vibraciones Fluke 810 para identificar posibles problemas de desalineación, Herramienta de alineación de ejes por láser Fluke 830 para diagnosticar y corregir desalineaciones

Criticidad: Alta

8 Desequilibrio del eje



El desequilibrio es una condición de una pieza giratoria cuando el centro de masa no se encuentra en el eje de rotación. En otras palabras, hay un "punto pesado" en alguna parte del rotor. Aunque es imposible eliminar completamente el desequilibrio del motor, puede identificar en qué momento se encuentra fuera del rango normal y llevar a cabo acciones para rectificar el problema. El desequilibrio puede ocurrir por numerosos factores, entre ellos:

- Acumulación de suciedad
- Falta de contrapesos
- Variaciones de fabricación
- Masa irregular en las bobinas del motor y otros factores relacionados con el desgaste.

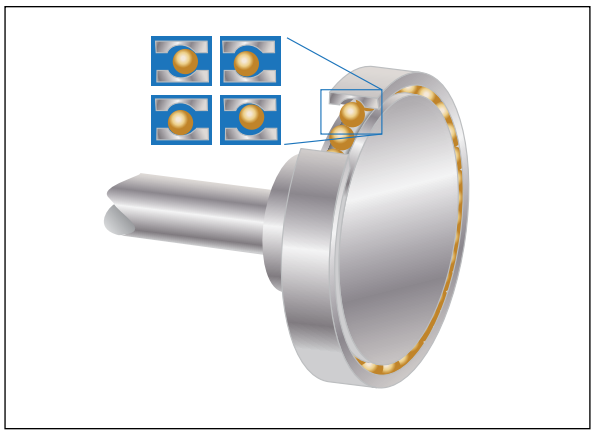
Un medidor o analizador de vibraciones puede ayudarle a determinar si una máquina giratoria está equilibrada o no.

Impacto: Desgaste prematuro de los componentes de la unidad mecánica que conduce a fallas prematuras

Instrumento para medir y diagnosticar: Medidor de vibraciones Fluke 810

Criticidad: Alta

9 Holgura del eje



La holgura se produce cuando hay demasiado espacio entre las piezas. Las holguras se pueden producir en varios lugares:

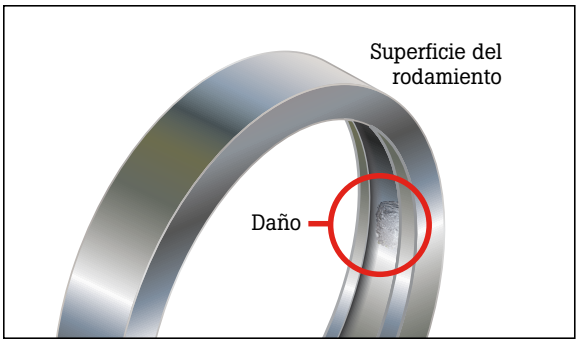
- La holgura giratoria se produce por un espacio excesivo entre los elementos giratorios y fijos de la máquina, por ejemplo, en un rodamiento.
- La holgura no giratoria se produce entre dos piezas que normalmente están fijas, como una pata o una base, o entre la carcasa de un rodamiento y una máquina.

Como ocurre con todos los demás orígenes de las vibraciones, es importante saber cómo identificar las holguras y solucionar el problema para evitar pérdidas económicas. Un medidor o analizador de vibraciones puede determinar si una máquina giratoria sufre de holgura.

Impacto: Desgaste acelerado de los componentes giratorios, lo que genera una falla mecánica

Instrumento para medir y diagnosticar: Medidor de vibraciones Fluke 810

10 Desgaste del rodamiento



Criticidad: Alta

Un rodamiento con mal funcionamiento ofrece mayor resistencia, emite más calor y tiene una menor eficiencia debido a problemas mecánicos, de lubricación o desgaste. La falla en el rodamiento puede provocarse por diversos motivos:

- Una carga mayor para la que fue diseñado.
- Una lubricación inadecuada o incorrecta.
- Un sellado ineficaz del rodamiento.
- La desalineación del eje.
- Un ajuste incorrecto.
- El desgaste habitual.
- Tensiones inducidas en el eje.

Cuando comienza la falla de un rodamiento, se produce un efecto dominó que acelera la falla del motor. Un 13 % de las fallas de un motor se genera por falla del rodamiento, y más de un 60 % de las fallas mecánicas en una instalación son causa del desgaste de los rodamientos; por lo tanto, es importante aprender a solucionar este posible problema.

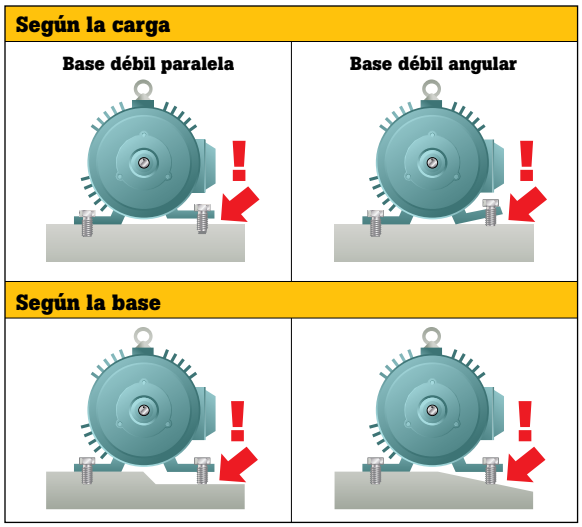
Impacto: Desgaste acelerado de los componentes giratorios, lo que genera la falla del rodamiento

Instrumento para medir y diagnosticar: Medidor de vibraciones Fluke 810

Criticidad: Alta

Factores de instalación inadecuados

11 Base débil



Base débil se refiere a una condición en que las bases de montaje de un motor o de un componente de accionamiento no están niveladas, o la superficie de montaje en la que se apoyan las bases no es pareja. Esta condición puede crear una situación frustrante en la que el apriete de los pernos de montaje introduce nuevas presiones y desalineaciones. Esta base a menudo se manifiesta entre dos pernos de montaje posicionados diagonalmente, similar a la forma en que una silla o mesa irregular tiende a mecerse en dirección diagonal. Hay dos tipos de base débil:

- **Base débil paralela**: se produce cuando una de las bases de montaje queda más alta que las otras tres
- **Base débil angular**: se produce cuando una de las bases de montaje no está paralela o "normal" con respecto a la superficie de montaje.

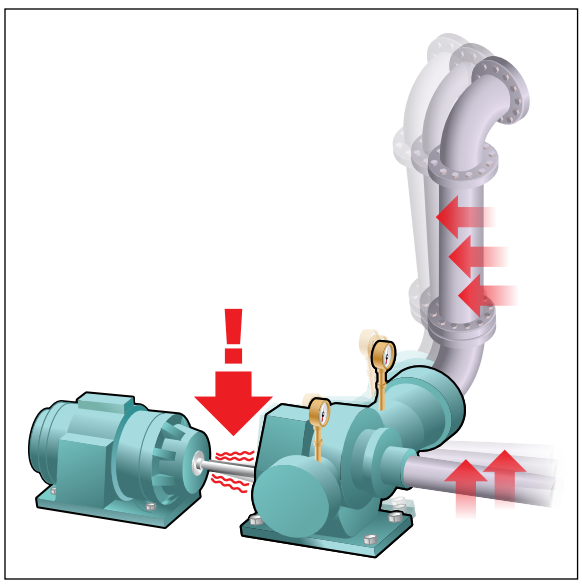
En ambos casos, la base débil puede generarse por una irregularidad en la base de montaje de la máquina o en el montaje en el que descansa. En cualquier caso, cualquier condición de base débil se debe identificar y solucionar antes de alinear debidamente el eje. En general, una herramienta de alineación láser puede determinar si hay o no un problema de base débil en una determinada máquina giratoria.

Impacto: Desalineación de los componentes de la unidad mecánica

Instrumento para medir y diagnosticar: Herramienta de alineación de ejes por láser Fluke 830

Criticidad: Media

12 Presión de tuberías



La presión de tuberías se refiere a la condición en que nuevas presiones, fuerzas y tensiones, que actúan en el resto de los equipos y la infraestructura, se transfieren hacia el motor y a la unidad para inducir una condición de desalineación. El ejemplo más común de esto se encuentra en las combinaciones de motor/bomba simples, donde algo aplica fuerza a las tuberías, como:

- Un cambio en la base
- Una válvula u otro componente recién instalado
- Un objeto que golpee, doble o simplemente presione un tubo
- Colgadores rotos, faltantes o material de montaje en pared

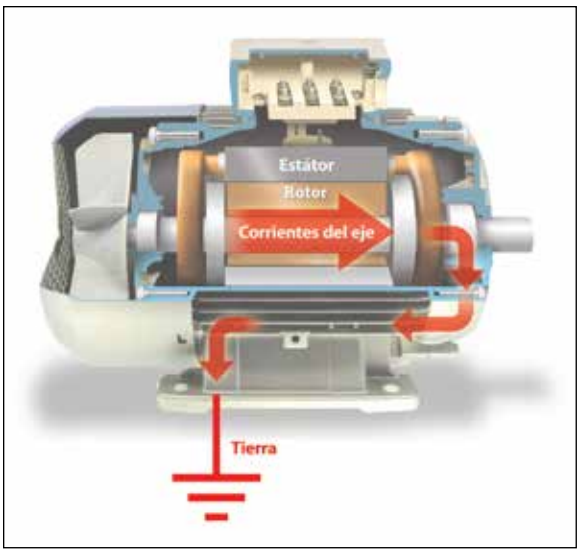
Estas fuerzas pueden crear una fuerza angular o de desviación en la bomba, la que a su vez provoca la desalineación del eje de la bomba/motor. Por esta razón, es importante comprobar la alineación de la máquina no solo al momento de la instalación (la alineación de precisión es una condición temporal que puede cambiar con el tiempo).

Impacto: La desalineación del eje y las fuerzas posteriores que se ejercen sobre los componentes giratorios provocan las fallas prematuras.

Instrumento para medir y diagnosticar: Herramienta de alineación de ejes por láser Fluke 830

Criticidad: Baja

13 Tensión del eje



Si las tensiones en el eje del motor superan la capacidad de aislamiento de la grasa de los rodamientos, se producirán corrientes repentinas en el rodamiento exterior, que provocarán muescas y surcos en las superficies de los rodamientos. Los primeros indicios de este problema serán ruido y sobrecalentamiento, ya que los rodamientos comenzarán a perder su forma original y se mezclarán fragmentos de metal con la grasa y aumentará la fricción de los rodamientos. Esto puede dar lugar a la destrucción del rodamiento en unos pocos meses de funcionamiento del motor. Las fallas en los rodamientos son problemas caros, tanto en términos de inactividad como de reparación del motor, por lo que evitar estos problemas midiendo la tensión en el eje y la corriente en el rodamiento es un paso importante en el diagnóstico. La tensión del eje solo se presenta cuando el motor está energizado y girando. Una sonda de escobilla de carbón le permite medir la tensión del eje mientras el motor está girando.

Impacto: Un arco entre las superficies del rodamiento crea marcas y acanaladuras que provocan una vibración y una eventual falla de los rodamientos

Instrumento para medir y diagnosticar: Osciloscopio de muestreo rápido portátil de 4 canales ScopeMeter 190-204 de Fluke con sonda de escobilla de carbón para tensión de eje AEGIS.

Criticidad: Alta

Cuatro estrategias para el éxito

Los sistemas de control del motor se usan en procesos críticos en toda la planta. La falla del equipo puede generar grandes pérdidas económicas en cuanto al posible motor, las piezas, el reemplazo y el tiempo de inactividad del equipo para el sistema al que el motor suministra energía. Se debe proporcionar el conocimiento adecuado a los ingenieros y técnicos de mantenimiento, priorizar la carga de trabajo y gestionar el mantenimiento preventivo para supervisar el equipo y solucionar los problemas intermitentes, elusivos y, en algunos casos, evitar las fallas debido a presiones operacionales normales del sistema y reducir los costos totales de inactividad.

Hay cuatro estrategias fundamentales que puede seguir para restaurar o prevenir las fallas prematuras de la unidad mecánica y del componente giratorio:

1. Documentar la condición de funcionamiento, las especificaciones de la máquina y los rangos de tolerancia de rendimiento.
2. Capturar y documentar las mediciones críticas al momento de la instalación, antes y después del mantenimiento y en forma periódica.
3. Crear una referencia de las medidas para facilitar el análisis de tendencias e identificar los cambios de las condiciones de estado.
4. Planificar medidas individuales para establecer una tendencia como punto de referencia. Cualquier cambio en la tendencia de más del + /- 10°% al 20 % (o cualquier otro porcentaje determinado, según el rendimiento del sistema o criticidad) debe investigarse hasta encontrar la causa para comprender por qué ocurre el problema.

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

©2014 Fluke Corporation. Reservados todos los derechos.
Impreso en los Países Bajos. Información sujeta a modificación sin previo aviso.
11/2014 6004135b_LAES

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