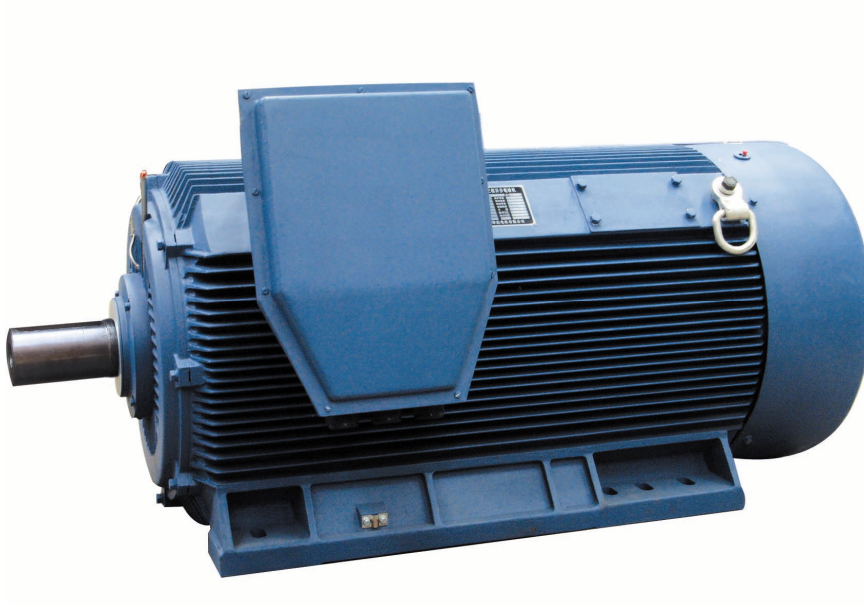




Inveruno (Mi) - Italy - +39 02 97288320



Installation, operation and maintenance manual



(Léase este manual cuidadosamente antes del uso)

FELM srl Motors

Motores de Inducción Trifásicos *Manual de Instalación, uso y mantenimiento*

Contenido

1. Especificaciones de seguridad
 2. Precauciones de uso
 3. Requisitos ambientales y condiciones de funcionamiento
 - 3.1 Requisitos ambientales
 - 3.2 Condiciones de funcionamiento
 4. Transporte y almacenamiento
 - 4.1 Transporte
 - 4.2 Almacenamiento de corta duración
 - 4.3 Almacenamiento durante períodos largos
 - 4.4 Almacenamiento después de la instalación
 5. Instalación y puesta a punto
 - 5.1 Controles antes de la instalación
 - 5.2 Cimientos
 - 5.3 Instalación
 6. Conexión
 - 6.1 Conexión con los refrigeradores
 - 6.2 Conexión a los cojinetes deslizantes
 - 6.3 Cableado de alimentación principal
 - 6.4 Cajas de conexiones auxiliares
 - 6.5 Conexión de la alimentación de rotores para motores con anillos colectores
 - 6.6 Conexión del motor del ventilador externo
 - 6.7 Puesta a tierra de motor
 - 6.8 Requisitos para motores alimentados a través de convertidores de frecuencia
 7. Puesta en servicio
 - 7.1 Controles antes de la puesta en marcha
 - 7.2 Medición de la resistencia de aislamiento
 - 7.3 Puesta en marcha
 8. Lubricación
 - 8.1 Lubricación de los rodamientos
 - 8.2 Lubricación de los cojinetes deslizantes
 9. Inspección y mantenimiento
 - 9.1 Propósito de la inspección y el mantenimiento
 - 9.2 Precauciones para la inspección y el mantenimiento
 - 9.3 Frecuencia de la inspección y el mantenimiento
 - 9.4 Controles rutinarios durante el funcionamiento de la máquina
 - 9.5 Controles periódicos
 - 9.6 Mantenimiento
 - 9.7 Método de mantenimiento
 10. Localización y búsqueda de averías
 11. Manejo para la eliminación de los motores
-
- Anexo 1 Detalles para la lubricación
Anexo 2 Diseño de las placas de identificación, y Normas de referencia

1. Especificaciones de seguridad

¡NOTA!

Estas instrucciones se tienen que seguir escrupulosamente para poder garantizar una instalación óptima así como un correcto funcionamiento y mantenimiento del motor. Le tienen que prestar atención los instaladores, operarios y quienes realicen el mantenimiento de este equipo. No respetar estas instrucciones puede invalidar la garantía contractual.

- 1.1 Verificar que los datos indicados en la placa de características del motor sean conformes con sus necesidades.
- 1.2 Verificar que el motor no esté dañado
- 1.3 Sacar el dispositivo de bloqueo del eje para el transporte si está equipado con el mismo. Volver a utilizarlo en el caso de un nuevo transporte.
- 1.4 Levantar el motor únicamente utilizando los cáncamos u orejas integrados en la carcasa del motor. Alternativamente, siga alguna de las instrucciones de elevación separadas indicadas de algún otro modo. Controlar que los cáncamos u orejas no estén dañados antes de su elevación. Los cáncamos de elevación se tienen que apretar adecuadamente antes de la elevación (del motor). Si es necesario se puede ajustar la posición de los cáncamos utilizando las arandelas adecuadas. Si hay previstas más de una oreja de elevación, se tiene que utilizar conjuntamente para repartir el peso. La posición del centro de gravedad de motores con el la misma carcasa puede variar en función de la potencia, la forma constructiva y los equipos auxiliares. Para transportar el motor dentro de su propio embalaje se tiene que utilizar una eslinga para elevar el motor por debajo de la base, o se deben de utilizar los cáncamos u orejas de elevación integradas con la carcasa del motor.
- 1.5 Después de la instalación verificar que la forma constructiva (IM) sea conforme a lo indicado en la placa de características. Verificar que los agujeros de drenaje estén situados en la posición más baja. Para cualquier cuestión posterior, póngase en contacto con Felm Co.

2. Precauciones de uso

¡NOTA!

Respetar las precauciones de uso como sigue.

- 2.1 El motor ha sido diseñado para ser instalado y utilizado por personal cualificado, e instruido con relación a los requisitos de seguridad. Si el motor no se instala, se utiliza y se mantiene correctamente, puede convertirse en un peligro para la salud y la vida de las personas.

¡NOTA!

El equipamiento de seguridad necesario para la prevención de accidentes durante la instalación y el lugar de funcionamiento tienen que estar dispuestos según las reglamentaciones locales.

- 2.2 Antes de que se lleve a cabo el mantenimiento, se tienen que desconectar todos los suministros eléctricos conectados al motor y a sus elementos auxiliares. Verificar que el motor ya esté parado.
- 2.3 La puesta a tierra se tiene que realizar según la normativa del lugar antes de que el motor se conecte a la alimentación principal. Todos los dispositivos de protección también se tienen que poner a tierra para impedir accidentes en funcionamiento.
- 2.4 Ningún dispositivo de protección térmica se debe de dejar en circuito abierto y se tiene que emplear siempre. Los dispositivos de protección pueden asegurar la vida del motor.
- 2.5 El grado de protección se debe de escoger siempre dependiendo de las condiciones de funcionamiento y del medio ambiente, para impedir cualquier daño provocado por un contacto accidental con las partes internas giratorias y en tensión.
- 2.6 Verificar que no haya posibilidad alguna de contacto con las partes en tensión. En el caso de puesta en marcha o de paro automático y de puesta en marcha remota, tiene que haber avisos de precaución para exponer que el motor puede ponerse en marcha de modo inesperado.
- 2.7 Antes de la puesta en marcha, verificar que todas las chavetas del eje están firmemente ajustadas.
- 2.8 Para impedir sobrecargas, es aconsejable instalar un dispositivo para monitorizar la temperatura de los arrollamientos. Felm Co. puede instalar monitores de temperatura, si todavía no están instalados como norma, con sondas para conectar directamente con un controlador para proporcionar protección térmica.
- 2.9 Sin fallos de fase en funcionamiento. Para evitar desequilibrios de fase se recomienda instalar un dispositivo de protección de fallo de fase.

2.10 Las mitades de acoplamiento y las poleas se tienen que ajustar empleando equipamiento y herramientas adecuadas para no dañar los cojinetes. No ajustar nunca un acoplamiento o polea a martillazos para colocarlos, o sacarlos utilizando una palanca presionando contra el cuerpo de la máquina.

2.11 En la proximidad de la fuente de ruido se tienen que emplear protectores auditivos.

Para más información a propósito de los límites de ruido, pónganse en contacto con Felm Co. o refiéranse a los estándares del producto pertinente de Felm Co.

2.12 Verificar las protecciones contra la entrada de agua.

2.13 Cuando el motor se utiliza con un mecanismo de velocidad variable, asegurarse de que no se excede la velocidad máxima de seguridad del motor y que funciona sin sobre carga.

(A bajas velocidades, disminuye la ventilación de los motores completamente cerrados refrigerados con ventilador (motores TEFC). Se tiene que añadir un motor ventilador separado para evitar el sobrecalentamiento a baja velocidad). Si tienen alguna duda, pónganse en contacto con Felm Co.

2.14 Verificar los sistemas de seguridad para evitar accidentes de fallos de frenos.

2.15 Algunos motores de producción Felm están provistos con engrasadores de funcionamiento continuo. Estas máquinas están diseñadas para la lubricación durante el funcionamiento por personal cualificado que esté familiarizado con los requisitos procedentes de seguridad. Los elementos giratorios y elementos en tensión tiene que estar protegidos integralmente.

¡NOTA!

Estas recomendaciones, referidas a la seguridad, se tienen que seguir escrupulosamente para evitar el peligro de daños de origen eléctrico y mecánico.

3. Requisitos ambientales y condiciones de funcionamiento

3.1 Requisitos ambientales

3.1.1 Los límites de la temperatura ambiente normal son de -15 °C a 40 °C para lograr las prestaciones normales de catálogo.

3.1.2 Altitud máxima sobre el nivel del mar: 1.000 m.

3.1.3 La humedad relativa tiene que ser inferior al 95%.

¡NOTA!

Si existen desviaciones respecto a estos límites indicados, tal como temperaturas ambiente inferiores a -15 °C o superiores a 40 °C, o la humedad relativa es mayor del 95%, o la altura por encima del nivel del mar es mayor de 1.000 metros, o en situaciones de grandes vibraciones, se debe de verificar la idoneidad del funcionamiento de los motores. Para cualquier cuestión, ponerse en contacto con FELM Co.

3.2 Condiciones de funcionamiento

3.2.1 Las desviaciones entre la frecuencia de alimentación y la frecuencia nominal no debe de superar el 1%. La desviación entre la tensión de suministro de la red y la tensión nominal no debe de ser superior al 5% (excepto para diseños especiales realizados por encargo).

3.2.2 Los motores con grado de protección IP23, IP21 son adecuados para funcionar en interiores en ambientes limpios, secos, no corrosivos y en condiciones bien ventiladas.

¡NOTA!

Si un motor con grado de protección IP23, IP21 funciona en el exterior, unas condiciones climáticas adversas afectarán las prestaciones normales del motor.

3.2.3 Los motores completamente cerrados ventilados externamente (IP44, IP54, IP55) están adaptados para que funcionen en ambientes relativamente sucios, húmedos y polvorientos.

3.2.4 Los motores adaptados para instalaciones en el exterior en ejecución anticorrosiva están adaptados para que funcionen en el exterior y en ambientes con presencia de aire corrosivo y con alto contenido de humedad.

3.2.5 En el caso de utilización de motores refrigerados por agua y de motores con cojinetes refrigerados por agua, la temperatura ambiente no tiene que ser inferior a los 0°C para evitar la congelación del agua de refrigeración.

3.2.6 Los cimientos tiene que estar nivelados y ser lo suficientemente rígidos para resistir los esfuerzos provocados por los cortocircuitos. Tiene que estar dimensionados de modo que eviten la aparición de vibraciones debidas a la resonancia.

3.2.7 El espacio de instalación alrededor del motor tiene que ser lo suficientemente amplio como para facilitar la disipación de calor y para permitir el mantenimiento.

¡NOTA!

Verifíquese que el flujo de aire para la refrigeración del motor es suficiente. Asegúrese de que no haya fuentes de calor en la proximidad del motor que puedan provocar un calentamiento anómalo.

Si hay previstos otros ventiladores, asegúrese de que no afectan la ventilación del motor; en caso contrario se debería de ajustar la potencia del flujo de aire del ventilador o desviar el flujo de aire del motor para garantizar la eficacia del sistema de refrigeración.

4. Transporte y almacenamiento

4.1 Transporte

4.1.1 Los motores están provistos con las protecciones adecuadas antes de abandonar la fábrica. Asegúrese de que se mantiene la misma protección para protegerlo de daños y arañazos durante el transporte.

4.1.2 Algunos motores de tamaño medio y grande están equipados con rodamientos de rodillos cilíndricos, rodamientos de contacto angular y/o cojinetes deslizantes y se tienen que fiar con dispositivos de bloqueo del eje durante el transporte.

4.1.3 En el acto de recepción del motor, se tiene que hacer inmediatamente un control de daños externos y si se encuentran, se deben de documentar fotográficamente e informar al agente que lo remite sin retraso. Es importante informar a la compañía del transporte y al suministrador con pruebas de los daños tan pronto como sea posible. Comprobar que cumplirá con los requisitos del cliente en cuanto a productos y servicio.

4.1.4 Cuando los motores no se ponen en funcionamiento inmediatamente, se deben de tomar medidas de protección adecuadas para asegurar las mejores prestaciones.

4.1.5 Para motores con embalaje, comprobar los siguientes puntos en el momento de la recepción: ¿Se aprecia algún daño?, ¿Están todos los accesorios en buenas condiciones?, si hay alguna duda, háganse fotografías e infórmese al suministrador inmediatamente.

4.1.6 Para motores con embalaje, levántese el motor utilizando únicamente las orejas de elevación, o se debe de utilizar una carretilla elevadora (toro) para llevar el motor levantándolo desde la base del ballet.

4.1.7 La carretilla elevadora no se debe utilizar para elevar el motor directamente desde su base de apoyo o de cualquier otra parte.

4.2 Almacenamiento de corta duración (que no supere los tres meses)

4.2.1 El motor siempre se debe de almacenar en ambientes limpios, secos, libres de vibraciones, de polvo y de sustancias corrosivas.

4.2.2 El motor siempre se debe de colocar sobre una superficie lisa y completamente libre de vibraciones y fácil para el manejo.

4.2.3 El lugar de almacenamiento debe de estar claramente identificado y no debe de estar ubicado en la proximidad de fuentes de calor o de equipos de refrigeración.

4.2.4 La temperatura óptima del lugar de almacenamiento se encuentra comprendida entre 5 °C y 50 °C. Si el motor está equipado con calentadores, éstos se tienen que conectar a la tensión mostrada en la placa de características de los calentadores fijada al motor.

4.2.5 La humedad relativa óptima del lugar de almacenamiento es menor del 75 %. Manténgase la temperatura de los motores por encima del punto de condensación.

Los calentadores anticondensación, si están previstos, se tienen que conectar y comprobar periódicamente. Debido a que la humedad puede ser muy perjudicial para los componentes eléctricos, la temperatura del motor se tiene que mantener por encima de la temperatura del punto de condensación proporcionando calor, tanto externo como interno si no está equipado con calentadores.

Se pueden colocar bombillas de luz incandescentes en el interior de los motores de ventilación abierta para proporcionar calor. Sin embargo, si se utilizan, no se debe de permitir que se pongan en contacto con ninguna parte del bobinado del motor porque el calor concentrado podría provocar sobrerrecalentamientos puntuales.

4.2.6 Si los motores se almacenan en el exterior, se tiene que sacar el embalaje de plástico. Se tienen que utilizar cubiertas impermeables para protegerlo contra la entrada de agua pero que no afecten a la ventilación. Los motores se tienen que colocar en una cimentación rígida para impedir la humedad y el polvo.

4.2.7 Protegerlo contra la entrada de insectos.

4.2.8 Si se almacena en el embalaje original, se tienen que abrir suficientes agujeros para garantizar una ventilación suficiente pero de tal modo que no afecte la protección contra la lluvia.

4.2.9 Asegúrese de que las tuberías de refrigeración estén llenas de agua en los motores refrigerados por agua y en los cojinetes refrigerados por agua, para protegerlas contra la corrosión o de posibles roturas de tubos.

Añadir la mezcla de agua y glicol anticongelante en las tuberías para impedir la rotura de los tubos.

La proporción de glicol no debe ser inferior al 50%. Después de haber añadido la mezcla, los tubos de entrada y de salida se tienen que sellar para impedir la pérdida de la mezcla.

4.3 Almacenamiento durante períodos largos (superiores a los tres meses)

Verifíquense los siguientes puntos además de los requeridos para el almacenamiento de corta duración:

4.3.1 El período de almacenamiento no es demasiado largo, y los motores no estarán demasiado tiempo almacenados para que se dañen los mismos.

4.3.2 Se debe de medir la resistencia de aislamiento cada dos meses y se tiene que llevar un registro de su valor.

4.3.3 El grado de humedad se debe de medir cada dos meses y se debe de llevar registro de su valor. Si la humedad es superior al valor recomendado, cámbiense el lugar de almacenamiento.

4.3.4 La pintura de la superficie del motor se tiene que controlar cada tres meses. Si aparece óxido, se tiene que limpiar y volver a pintar.

4.3.5 Se tienen que verificar la presencia de trazas de óxido cada tres meses las extensiones de los ejes y las abrazaderas. Si aparece óxido, se tiene que limpiar cuidadosamente con paño de esmeril y se tiene que volver a aplicar el tratamiento antióxido.

4.3.6 Los motores con cojinetes de rodamiento se llenarán con la lubricación correcta antes de abandonar la fábrica, y no se tiene que volver a llenar durante el almacenamiento. Girar el eje a mano por lo menos unas diez vueltas una vez al mes para comprobar el giro libre.

4.3.7 Los motores con cojinetes deslizantes se habrán drenado de lubricante antes de que abandonen la fábrica, pero necesitan ser rellenados con la lubricación adecuada durante períodos de almacenamiento prolongados para impedir la formación de óxido. Girar el eje a mano por lo menos unas diez vueltas en ambos sentidos una vez al mes para comprobar el giro libre.

4.3.8 Si el almacenamiento de motores con cojinetes deslizantes es superior a un año, los cojinetes deslizantes se deberán de desmontar y se deberán de aplicar medidas antióxido.

4.3.9 Después de un período de almacenamiento largo, comprobar los cojinetes. Cambiar los cojinetes oxidados y llenarlos con lubricante.

4.3.10 Medir la resistencia del aislamiento antes de poner en marcha el motor y cuando se sospecha que hay humedad en los arrollamientos. La resistencia tiene que ser superior a 1 M ohmios. Si no se alcanza un valor de la resistencia de 1 M ohmios, los arrollamientos están demasiado húmedos y se tienen que secar al horno. Si después del secado al horno, todavía no se alcanza un valor de resistencia de 1 M ohmios, se tiene que rebobinar el motor.

Procedimiento para el secado del horno:

Desmóntese el motor y poner la carcasa del estator que contiene los arrollamientos en un horno. Para motores con el rotor bobinado, el rotor también se tiene que poner en el horno al mismo tiempo. La temperatura del horno tiene que ser inferior al 100 °C. Manténgase una buena ventilación en el interior y en el exterior del horno. Cuando se supere 1 M ohmio como valor de la resistencia de aislamiento o si tal valor se mantiene constante, el secado al horno se puede considerar suficiente.

Alternativamente, se puede bloquear el rotor aplicando una tensión reducida al bobinado. Verificar que la corriente absorbida sea sólo de 1/3 a 1/2 de la corriente nominal. La temperatura de los arrollamientos tiene que ser inferior a 100 °C. Cuando la resistencia de aislamiento supere el valor de 1 M ohmio o si tal valor de la resistencia de aislamiento se mantiene constante, el secado se puede considerar suficiente.

4.4 Almacenamiento después de la instalación

Si después de la instalación o después de haber funcionado durante un cierto período, el motor permanecerá sin funcionar durante un período largo, adóptense las medidas indicadas en el punto 4.3. De otro modo el motor se debería de poner en funcionamiento una vez cada dos meses.

5. Instalación y puesta a punto

5.1 Controles antes de la instalación

5.1.1 Contrólense los datos de la placa de características, de modo particular la tensión y el conexionado de los arrollamientos (en estrella o en triángulo).

5.1.2 Mídase la resistencia de aislamiento antes de la primera puesta en marcha y cuando se sospecha de la presencia de humedad en los arrollamientos. El valor medido de la resistencia debe de superar 1 M ohmio (medido con un Megger). Si no se logra este valor de referencia, los arrollamientos están demasiado húmedos y se tienen que secar al horno. La temperatura del horno tiene que ser inferior a 100 °C.

5.1.3 Verifíquese que no tenga daños, deformaciones o fijaciones sueltas. Gírese el eje a mano para verificar que gira libre.

5.1.4 Contrólense la forma constructiva. Además a partir del tipo básico de construcción IM B3, los motores pueden ser suministrados en otras versiones de construcción. La construcción de tipo básico IM B3 también se puede utilizar como IM V5 mediante el soporte adicional y/o cambiando la disposición de los cojinetes por otros capaces de soportar los esfuerzos axiales.

5.1.5 Límpiase el polvo y los cuerpos extraños del motor.

5.1.6 Después de un período de almacenamiento largo, contrólense la lubricación y sustitúyase si es necesario.

5.2 Cimientos

¡NOTA!

Un diseño óptimo de los cimientos garantiza un funcionamiento seguro y un mantenimiento óptimo. Por este motivo, el espacio alrededor de la cimentación del motor tiene que ser lo suficientemente amplio para facilitar la disipación del calor producido y para facilitar el mantenimiento necesario.

Verifíquese que el aire de refrigeración fluye sin libremente sin restricciones a través de la superficie y de las partes del motor. Asegúrese de que otros dispositivos o fuentes de calor no afecten la refrigeración del motor.

Los cimientos tienen que ser mecánicamente robustos y tienen que estar libres de vibraciones.

5.2.1 Los cimientos tienen que estar nivelados y tienen que ser lo suficientemente rígidos para soportar los esfuerzos provocados por los posibles cortocircuitos. Si los motores están acoplados a otros equipos, ambos se tienen que instalar en cimientos realizados de hormigón. Se tiene que escoger un tipo de construcción para sacudidas frecuentes.

5.2.2 Los cimientos tienen que estar 2 mm por debajo de la base del equipo impulsado para la instalación de elementos de ajuste para conseguir la alineación correcta.

5.2.3 La cimentación tiene que ser la adecuada para cada superficie de apoyo de los pies. La superficie de la cimentación tiene que ser mayor que las áreas de apoyo de los pies del motor.

5.2.4 Cualquier diferencia de alturas entre el motor y la máquina acoplada se debe de ajustar con calzos. La superficie de los calzos tiene que ser mayor que la plataforma de los pies de máquina. La cantidad de calzos tiene que ser como máximo de tres.

5.2.5 Selecciónese una superficie de cimentación adecuada para cada bancada o lecho común que se considere más fiable para el funcionamiento del motor.

¡NOTA!

Los cimientos tienen que estar nivelados, y tienen que ser lo suficientemente rígidos para soportar los esfuerzos provocados por los posibles cortocircuitos. Las alineaciones incorrectas pueden provocar roturas de cojinetes, vibraciones e incluso la rotura del eje del motor, así como accidentes.

5.3 Instalación

5.3.1 Preparación para la instalación

5.3.1.1 Se requiere un cierto número de calzos de acero de 0,1 mm, 0,2 mm, 0,5 mm, y 1,0 mm de espesor.

5.3.1.2 Herramientas sencillas tales como palancas, gatos y tornillos.

5.3.1.3 Instrumentos de medida, tales como un micrómetro para el ajuste de la instalación del acoplamiento del eje.

5.3.1.4 Antes del montaje del motor, se tiene que limpiar la superficie de los cimientos.

5.3.1.5 Contrólense la posición y la altura de los agujeros de montaje.

5.3.1.6 Sáquese el dispositivo de bloqueo para el transporte si lo lleva. Vuélvase a instalar antes de transportar de nuevo el motor.

5.3.2 Precauciones antes de la instalación

5.3.2.1 Los tornillos de fijación para el montaje se tienen que ajustar firmemente en el hormigón.

5.3.2.2 Los espárragos tienen que estar limpios de hormigón, pintura o suciedad.

5.3.2.3 La superficie del hormigón tiene que estar limpia de aceite, grasa o suciedad.

5.3.2.4 La pintura de protección antióxido aplicada a la extensión del eje y a los pies se tiene que sacar con disolvente de limpieza.

5.3.2.5 Sujétense los espárragos de acero en los agujeros. Se deberán de emplear espárragos de acero inoxidable donde se espera que el agua o la humedad provoquen óxido. Se deberán de emplear arandelas de bloqueo antigolpes donde se esperen vibraciones.

5.3.2.6 Asegúrese de que los agujeros de drenaje estén en la posición más baja después de la instalación. Cuando los agujeros de drenaje están abiertos, se tienen que tomar medidas para protegerlos contra la entrada de suciedad o insectos, etc.

5.3.2.7 Después de largos períodos de almacenamiento o de reparación del motor, se tiene que controlar la resistencia de aislamiento antes de poner el motor en marcha. Esto incluye los arrollamientos del estator, los arrollamientos del rotor de los motores con anillo colector, y otros dispositivos auxiliares.

5.3.2.8 Levántese el motor utilizando únicamente los cáncamos u orejas de elevación integrados en la carcasa del motor. Cualquier otra oreja de elevación más pequeña para los dispositivos auxiliares no es adecuada para el levantamiento del motor.

5.3.2.9 Si hay más de un cáncamo u oreja de elevación, se tienen que utilizar conjuntamente para repartir el peso.

5.3.2.10 Si se utilizan eslingas en las orejas de elevación, asegúrese antes de la elevación de que sean de la misma longitud y de que no estén retorcidas.

¡NOTA!

No levante el motor con dos extremos de la misma eslinga. Si hay dos cáncamos o dos orejas de elevación, levántese el motor con dos eslingas separadas.

5.3.3 Instalación

5.3.3.1 Instalación del acoplamiento del eje

- (1) El acoplamiento del eje del motor se tiene que equilibrar dinámicamente por separado. Como norma, el equilibrado del motor se ha llevado a cabo utilizando **media chaveta**. Si es necesario equilibrarlo con **chaveta entera**, contactar con Felm Co.
- (2) Antes de la instalación del acoplamiento, el eje y el agujero del acoplamiento se tiene que engrasar. No cubrir la superficie con bisulfuro de molibdeno.
- (3) Básicamente, el acoplamiento se deberá de calentar y empujar hacia la extensión del eje con sólo una ligera fuerza axial. Para evitar daños en el cojinete, no golpear con martillo el acoplamiento.
- (4) Cuando el acoplamiento y la máquina impulsada están acoplados directamente, se recomienda que se utilice un acoplamiento flexible, tanto se trate de cojinetes de rodamientos como de cojinetes deslizantes.
- (5) Se tiene que dejar el espacio suficiente entre los acoplamientos de los motores con cojinetes de rodamientos y las máquinas impulsadas.
- (6) Para motores con cojinetes deslizantes, los acoplamientos tienen que ser de corrimiento axial limitado para impedir que las fuerzas axiales de la máquina impulsada se ejerzan sobre el acoplamiento lo que podría provocar que se ejercieran esfuerzos excesivos sobre los cojinetes.
- (7) Antes de la instalación del acoplamiento, se deberá de equilibrar utilizando una media chaveta del eje para lograr un estado de equilibrado total.
- (8) Después de que los acoplamientos del motor y la máquina impulsada estén acoplados conjuntamente, se debe de disponer de una guarda de protección alrededor de los acoplamientos.
- (9) Para motores con cojinetes deslizantes, durante la instalación, compruébese que el indicador está colocado en la ranura en el eje y asegúrese de que el centro magnético del estator y del rotor están alineados.

¡NOTA!

Se tiene que dejar espacio suficiente entre los acoplamientos del motor y de la máquina impulsada para impedir que los esfuerzos axiales provocados por las dilataciones térmicas puedan provocar fallos en los cojinetes

5.3.3.2 Instalación de poleas

La mayoría de los motores no son adecuados para el acoplamiento con correas trapezoidales a menos de que hayan sido diseñados especialmente para este servicio. Cualquier transmisión con correas trapezoidales se tiene que haber diseñado especialmente de acuerdo con las instrucciones del suministrador para ser utilizado en motores.

- (1) Las correas planas no son adecuadas para la transmisión de potencia en motores de 2 polos por encima de los 4 kW y en motores de 4 polos por encima de los 30 kW.
- (2) La longitud de la polea no deberá ser mayor que la extensión del eje, de lo contrario podría llevar a la rotura del eje.
- (3) El extremo del eje en el lado del ventilador en un motor con doble extremo de eje sólo se deberá de acoplar con acoplamiento directo.
- (4) Asegúrese el paralelismo del eje del motor y del eje impulsado. Y asegúrese la perpendicularidad del eje del motor y de las correas.
- (5) La polea de la correa se tiene que equilibrar dinámicamente antes de la instalación.
- (6) El eje del motor se tiene que pintar con *cosmoline* antes de la instalación de la polea de la correa.
- (7) Los cojinetes de rodillos cilíndricos son más adecuados para motores con transmisiones con correas trapezoidales. No supere las fuerzas máximas de las correas (por ejemplo cargas radiales en los cojinetes) indicadas en los catálogos de cojinetes. Es importante asegurarse de que el motor elegido cumplirá sus requisitos.
- (8) La relación entre los diámetros de las poleas motrices e impulsadas no deberá ser mayor de 5 a 1 para correas planas y de 8 a 1 para correas trapezoidales. También es aconsejable limitar la velocidad de la correa por debajo de los 32 m/min para minimizar la abrasión de la correa y las vibraciones.
- (9) Colóquese la polea y la correa tan cerca como sea posible al cuerpo del motor para reducir el momento flector e impedir roturas de eje.

5.3.3.3 Acoplamiento con reductores.

- (1) Asegúrese de que la capacidad de carga del eje y de los cojinetes es apropiada para el tamaño y la posición de instalación (que cuelga por encima) del reductor. Si es necesario, pónganse en contacto con nosotros para asegurarse de que el eje y los cojinetes cumplirán sus requisitos.
- (2) Póngase especial atención para asegurar el paralelismo de los ejes.
- (3) El dentado de los engranajes se deberá de insertar el uno en el otro de un modo correcto y preciso. Los centros de transmisión de fuerza se deberán de encontrar en la misma línea.
- (4) no deberán de haber deslizamientos, saltos, vibraciones o ruidos inusuales durante el funcionamiento.

5.3.3.4 Efectos térmicos.

Durante la alineación del motor (y del rotor) axialmente con el equipo impulsado, se deberán tener en consideración no sólo la posición del indicador del juego en el extremo sino también la expansión axial del eje y el incremento de la altura de la línea de centros del eje debido a los efectos de la expansión térmica.

(1) El aumento de la altura del eje (cambio en la elevación de la línea de centros del eje) se puede calcular para motores TEFC como sigue:

$$? = (0,00045) \times (\text{dimensión desde el pié del motor a la línea de centros del eje}) \text{ mm}$$

¡NOTA!

Se tienen que considerar al mismo tiempo los efectos térmicos de la máquina impulsada para calcular los efectos térmicos totales.

(2) Se tiene que dejar un espacio entre los acoplamientos de acuerdo con la carga. El aumento de la longitud del eje para el motor se puede calcular como sigue:

$$? = (0,0005) \times (\text{dimensión de la longitud de la carcasa del motor}) \text{ mm}$$

¡NOTA!

Asegúrese de que los acoplamientos, excepto los acoplamientos rígidos, se pueden mover axialmente. Los efectos térmicos provocarán la expansión axial del eje.

5.3.3.5 Instalación en cimentaciones rígidas.

(1) Límpiase la superficie de la cimentación.

La cimentación tiene que estar nivelada. La tolerancia no deberá ser superior a 0,1 mm.

(3) Los motores conectados a otros equipos se deberán de instalar en zapatas de cimentación o lechos comunes que se consideran más fiables para el funcionamiento del motor. Es aconsejable incrustar las zapatas de cimentación o los lechos comunes en el hormigón juntos.

(4) Póngase el motor sobre la cimentación cuidadosamente para impedir daños.

(5) Contrólense la superficie de montaje. El área de cada placa de pie del motor tiene que ser rígida con la cimentación para impedir la desalineación durante el funcionamiento.

(6) Para motores grandes y motores de alta tensión, la placa de pie se tiene que fijar con pernos después de la instalación. Estos motores presentan un agujero de centrado por pie en el extremo de la transmisión. Ahóndese los agujeros mediante taladrado a través de la cimentación de acero. Después de esto, los agujeros se deberán de horadar con una herramienta de escariado. Se deberán de empotrar en los agujeros con pasadores guía adecuados para asegurar la alineación exacta, y para permitir una reinstalación más fácil después de cualquier extracción posible del motor.

(7) Todos los calzos y placas de pie se tienen que soldar después de la instalación para impedir cualquier cambio inesperado de posición durante el funcionamiento del motor.

5.3.3.6 Instalación en cimentaciones de hormigón

(1) Límpiase la superficie de la cimentación

(2) La cimentación tiene que ser lo suficientemente fuerte como para asegurar la estabilidad.

(3) Asegurarse de que el hormigón esté lo suficientemente seco, antes de apretar los tornillos.

(4) Utilícese una única placa rígida o una zapata común como superficie de la cimentación. La tolerancia deberá de ser inferior a 0,1 mm.

(5) Controlar la superficie de montaje. El área de cada placa de pie del motor tiene que ser rígida con la cimentación para impedir la desalineación durante el funcionamiento.

(6) Para motores grandes y motores de alta tensión, la placa de pie se tiene que fijar con pernos después de la instalación. Deberán de haber agujeros en la placa de pie para la ubicación.

(7) Todos los calzos y placas de pie se tienen que soldar después de la instalación para impedir cualquier cambio inesperado de posición durante el funcionamiento del motor.

5.3.3.7 Instalación de motores verticales.

(1) Si los motores están conectados a una bomba y ambos están instalados en la misma cimentación, la cimentación del grupo motor-bomba tiene que ser rígida y firme para proporcionar un soporte adecuado. No tienen que haber vibraciones debidas a cimentaciones inadecuadas.

(2) Todas las superficies de montaje tienen que estar limpias y niveladas.

(3) La cimentación tiene que nivelarse en al menos 4 puntos (hasta el H180), en 8 puntos (para H200 y superiores) y se tiene que garantizar una tolerancia inferior a 0,04 mm (1,5mil) en lisura y nivel.

(4) Asegúrese de que los anteriores requisitos son aceptables, antes de montar el motor en la cimentación de montaje.

5.3.3.8 Puesta a punto de la instalación

El eje motriz y el eje impulsado se deberán de alinear dentro de tolerancias limitadas tanto en alineación radial como en paralelismo. Excederse en los límites de las tolerancias provocará fallos de cojinetes.

- (1) Antes de la puesta a punto, los acoplamientos del motor y de la máquina impulsada tienen que estar acoplados juntos y ser convenientes para el ajuste.
- (2) Para motores grandes con fijaciones de los pies, los tornillos de ajuste se tienen que instalar en los pies del motor antes del ajuste.
- (3) Los tornillos de ajuste también se pueden instalar en la máquina impulsada para mayor precisión de la instalación.
- (4) Es necesario utilizar instrumentos de alta precisión para medir la instalación para una alineación de calidad elevada.
- (5) Todos los datos medidos se tiene que registrar para ser referencias posteriores.

6. Conexión

6.1 Conexión con los refrigeradores

6.1.1 Conexión de los intercambiadores de calor aire-aire.

Generalmente, el intercambiador de calor aire-aire se suministra con el motor. No lo instala el usuario, pero el usuario tiene que garantizar que su ventilación está limpia. Si el intercambiador aire-aire se envía al usuario separadamente, instálase de acuerdo con las instrucciones del fabricante.

6.1.2 Conexión de los conductos de ventilación.

Los motores diseñados para el flujo de aire de refrigeración de y/o para la máquina con conductos de aire presentan abrazaderas de conexión tal como se especifica en los dibujos dimensionales. Límpiense a fondo los conductos de aire antes de conectarlos al motor, y compruébese las posibles obstrucciones en los conductos. Séllense las juntas con guarniciones adecuadas. Compruébense las posibles pérdidas en los conductos de aire después de que hayan sido conectados.

6.1.3 Conexión de los intercambiadores de calor aire-agua.

Los motores equipados con intercambiadores de calor aire-agua presentan abrazaderas especificadas en los dibujos dimensionales. Conéctense las abrazaderas y séllense las juntas con guarniciones adecuadas. Antes de poner en marcha el motor se tiene que hacer circular el agua.

6.1.4 Conexión de motores refrigerados directamente por agua.

La construcción de motores con carcasas de acero refrigeradas por agua sólo se utiliza con una circulación cerrada de agua fresca. Las abrazaderas del circuito de refrigeración de agua se realizan según las especificaciones del cliente, y están definidas en los dibujos dimensionales.

El agua de refrigeración circula en conductos integrados en la carcasa del motor. El material de la carcasa y de los conductos es acero al carbono. Este material es propenso a la corrosión en agua salada y contaminada. Los productos de la corrosión y los depósitos de suciedad podrían bloquear el flujo de agua por los conductos.

Por esto es importante la utilización de agua pura y con inhibidores en el sistema de refrigeración. En la mayoría de los casos, el agua corriente del grifo, por ejemplo el agua para los consumos domésticos cumple todos estos requisitos. Si el agua corriente del grifo no cumple completamente estos requisitos, el agua de refrigeración también se tiene que aditar con un agente para que proteja el sistema de refrigeración contra la corrosión o la contaminación y cuando sea necesario, contra la congelación. Los valores normales para el agua de refrigeración a utilizar en el sistema de refrigeración son:

- pH entre 7,0 y 9,0
- Alcalinidad (CaCO_3), > de 1 mg/kg
- Cloruros (Cl), < 20 mg/kg
- Sulfatos, < 100 mg/kg
- Concentración de KMnO_4 , < 20 mg/kg
- Concentración de Al, < 0,25 mg/kg
- Concentración de Mn, < 0,05 mg/kg

6.2 Conexión a los cojinetes deslizantes

6.2.1 Los motores con sistema de lubricación en baño de aceite están equipados con tuberías de aceite, y posiblemente con manómetros de presión e indicadores de caudal. Instálense todas las tuberías de aceite necesarias y conectar el grupo de circulación de aceite.

6.2.2 Instálase el sistema de suministro de aceite cerca del motor y a igual distancia de cada cojinete.

6.2.3 Instálense y conéctense las tuberías de entrada de aceite a los cojinetes

6.2.4 Instálense las tuberías de salida de aceite en la parte baja de los cojinetes con una inclinación hacia abajo mínima de 10°. El nivel de aceite en el interior del cojinete aumentará si la pendiente de las tuberías es demasiado pequeña, el aceite fluirá demasiado lentamente desde el cojinete hacia el depósito de aceite, y esto puede provocar pérdidas de aceite o alteraciones en el flujo de aceite.

6.2.5 Llénese el sistema de suministro de aceite con aceite adecuado que tenga la viscosidad correcta. El tipo de aceite y la viscosidad correctos se indica en los dibujos dimensionales. Si se tiene dudas a propósito de la limpieza del aceite, utilizar una malla para filtrar los desechos no deseados del aceite.

6.2.6 Póngase el grupo de suministro de aceite en marcha, y compruébese las posibles pérdidas que pueda tener el circuito de aceite antes de poner en marcha la máquina.

El nivel de aceite normal se obtiene cuando la mirilla de vidrio del nivel de aceite está cubierta por la mitad.

¡NOTA!

Los cojinetes deslizantes se suministran sin lubricante. El funcionamiento del motor sin lubricante provocará daños inmediatos en los cojinetes.

6.3 Cableado de alimentación principal

6.3.1 Normas de seguridad para las conexiones eléctricas

(1) Todos los circuitos de conexión para los controles y la puesta a tierra tienen que estar estrictamente de acuerdo con las normas nacionales y con la reglamentación local.

(2) Todos los circuitos de conexión los deberán de acabar personal cualificado, familiarizado con los requisitos de seguridad relevantes.

(3) Desconectar la alimentación de todo el sistema, incluido los equipos auxiliares. Verificar que todas las partes están aisladas de su respectiva fuente de alimentación. Instalar un cartel de aviso en el interruptor para proporcionar una protección contra una reconexión accidental de los equipos.

(4) Poner a tierra de protección todas las partes del motor.

(5) Cubrir o disponer de barreras de seguridad alrededor del área de las partes en tensión.

6.3.2 Potencia

Las condiciones nominales de funcionamiento del motor se muestran en la placa de características. Dentro de los límites, que se muestran más abajo, de variación de tensión y de frecuencia a partir de los valores de la placa de características, el motor continuará funcionando pero las prestaciones características podrán ser diferentes de aquellas en condiciones normales:

(1) +/- 10% de la tensión nominal.

(2) +/- 5% de la frecuencia nominal.

(3) +/- de variación combinada de tensión y frecuencia siempre que la variación de frecuencia esté dentro de +/- 5% de la frecuencia nominal.

El funcionamiento del motor con tensiones y frecuencias por fuera de los anteriores valores límite puede provocar tanto unas prestaciones no satisfactorias del motor como daños, e incluso el fallo del motor.

6.3.3 Conexión a la alimentación principal.

(1) Los motores están disponibles con cajas de bornes giratorias de 4 x 90°. La caja de bornes se puede ajustar de acuerdo con los requisitos de usuario pero se tiene que sellar después del posicionamiento definitivo.

(2) La placa de características y del diagrama de conexión se encuentra en la caja de bornes. Los 6 terminales están marcados con las letras U1, V1, W1 y U2, V2, W2 o en el caso de 3 terminales están marcados con las letras U, V, W.

[Pág. 12]

Los 6 terminales se pueden conectar en triángulo (?) o en estrella (Y) de acuerdo con el diagrama de conexión, o un arranque de tipo estrella triángulo. En el caso de 3 terminales la conexión es A-U, B-V, C-W.

¡NOTA!

Compruébese la secuencia de fases a partir del diagrama de conexión. La secuencia de fases normal es para el giro en el sentido de las agujas del reloj viéndolo a partir del extremo de acoplamiento del motor.

Para el giro en el sentido contrario al de las agujas del reloj, la secuencia de fases está de acuerdo en cuanto al orden citado.

(3) Es importante verificar que la tensión y la frecuencia de suministro son las mismas que los valores indicados en la placa de características del motor antes de ponerlo en marcha.

(4) Para los motores con varias velocidades, los diagramas de conexión recibidos con el motor se tiene que estudiar antes de empezar los trabajos de instalación para determinar el sentido de giro a diferentes velocidades. Para cualquier cuestión, pónganse en contacto con Felm Co.

(5) Para asegurar un funcionamiento continuo y sin problemas, es por lo tanto importante que la longitud de los aislantes y las distancias de descarga entre los cables de entrada y la caja de bornes sea suficiente. El pelado, empalme y aislamiento de los cables de alta tensión se tiene que llevar a cabo de acuerdo con las instrucciones del fabricante del cable.

¡NOTA!

Los cables pelados y empalmados se tienen que aislar para evitar cualquier accidente.

(6) El espacio entre las entradas de cables y los cables tiene que tener un prensacables instalado y estar aislado. Las entradas de cables que no se utilicen se tienen que sellar apropiadamente. Los tapones de plástico provistos con el motor sólo son a efectos de transporte.

(7) El interior de la caja de borne principal tiene que estar libre de suciedad, humedad y de cuerpos extraños. La misma caja de terminales, los prensacables, y los agujeros de entradas de cable que no se utilicen se tienen que cerrar de una forma resistente al polvo y al agua de acuerdo con las instrucciones del fabricante.

6.4 Cajas de conexiones auxiliares

6.4.1 Las conexiones de protección térmicas se podrían colocar en la caja de conexiones auxiliares del motor. Las cajas de conexiones auxiliares están fijadas a la carcasa del motor de acuerdo con el número de accesorios y de las necesidades del cliente, y sus posiciones están indicadas en los dibujos dimensionales de la máquina.

6.4.2 El cableado de los diversos dispositivos de protección se tiene que hacer de acuerdo con la normativa relativa a la seguridad.

6.4.3 Los dispositivos auxiliares tales como termistores, termopares, sondas de temperatura PT-100, y elementos de calentamiento anticondensación acabarán generalmente en bloques terminales colocados en la caja de conexiones auxiliares en el motor. La tensión máxima es de 750V.

6.4.4 Es necesario proceder con cautela cuando se está en contacto con el circuito de los calentadores ya que la tensión de los calentadores se aplica a menudo de un modo automático cuando se para el motor.

6.4.5 Conectar los instrumentos y los equipos auxiliares de acuerdo con el diagrama de conexión de la caja de conexiones auxiliares.

6.4.6 El interior de la caja de conexiones auxiliares tiene que estar sin suciedad, humedad y cuerpos extraños. La misma caja de terminales, los prensacables, y los agujeros de entradas de cable que no se utilicen se tienen que cerrar de una forma resistente al polvo y al agua de acuerdo con las instrucciones del fabricante.

6.5 Conexión de la alimentación de rotores para motores con anillos colectores

6.5.1 Para conseguir el acceso al circuito del rotor a través de los anillos deslizantes de los motores con colector de anillos. El cable se deberá de conectar con las terminaciones adecuadas. El cable puede estar conectado directamente con el arco portaescobillas o en el alojamiento de terminales del rotor.

6.5.2 Estudiar cuidadosamente el diagrama de conexión suministrado con el motor antes de conectar ningún cable.

6.6 Conexión del motor del ventilador externo

6.6.1 Los motores de corriente alterna alimentados con un variador de frecuencia están equipados generalmente con un ventilador externo para asegurar su funcionamiento normal a diferentes velocidades.

6.6.2 El motor del ventilador externo normalmente es un motor de inducción trifásico. Usualmente tiene una caja de bornes colocada en la carcasa del motor del ventilador.

6.6.3 La alimentación del motor del ventilador externo es la misma que la fuente de corriente principal.

6.6.4 Las conexiones a tierra se tienen que realizar de acuerdo con la reglamentación local vigente antes de que el motor del ventilador externo se conecte a la alimentación de corriente.

6.6.5 La garantía no cubre los daños a los cojinetes provocados por una puesta a tierra o conexionado inadecuado.

¡NOTA!

El motor de la ventilación separada se tiene que conectar a una puesta a tierra de protección de acuerdo con la reglamentación local vigente.

6.7 Puesta a tierra de motor

6.7.1 La puesta a tierra del motor se tiene que llevar a cabo de acuerdo con la reglamentación local antes de que los motores se conecten a la fuente de alimentación principal.

6.7.2 Los motores habitualmente presentan un terminal de protección a tierra en la caja de conexiones. Sin embargo, los motores de gran tamaño también presentan un terminal de puesta a tierra externo en la carcasa, sus apoyos o cubierta. Todos estos terminales se tienen que conectar a una misma tierra de protección.

6.7.3 El motor se tiene que poner a tierra mediante una adecuada conexión por cable al sistema de puesta a tierra de la instalación.

6.8 Requisitos para motores alimentados a través de convertidores de frecuencia

En el caso de aplicaciones con convertidor de frecuencia, el terminal de puesta a tierra de la carcasa del motor se tiene que utilizar para uniformar la tensión entre la carcasa del motor y la máquina acoplada (al motor) a menos que las dos máquinas estén montadas en la misma base metálica.

Para motores de tamaño superior a H280, es necesario utilizar una pletina conductora de cobre de 1 x 70 mm o por lo menos dos conductores redondos de cobre de 50 mm². La distancia de los conductores redondos tiene que ser como mínimo de 150 mm del uno al otro.

Este conexionado no desarrolla funciones de seguridad, el objeto del mismo es de uniformizar la tensión.

Cuando el motor y el reductor están montados sobre una base metálica común, no se requiere ninguna conexión equipotencial.

7. Puesta en servicio

7.1 Controles antes de la puesta en marcha

Cuando se instalan los motores, asegurarse de que la instalación eléctrica esté según el diagrama. También se tienen que tener en cuenta los siguientes puntos para lograr el funcionamiento normal del motor.

7.1.1 Contrólase que el motor esté anclado sólidamente a la cimentación. Compruébese que no haya grietas en la cimentación y el estado general de la misma.

7.1.2 Compruébese el apriete de los tornillos de fijación.

7.1.3 Verifíquese que toda la instalación eléctrica, incluyendo los equipos auxiliares, es correcta.

7.1.4 Asegúrese de que los tamaños de los cables son adecuados y que todas las conexiones están adaptadas a las corrientes que por ellas circulan.

7.1.5 Asegúrese de que todas las conexiones están adecuadamente aisladas para la tensión y la temperatura de funcionamiento.

7.1.6 Verifíquese que todas las uniones de cables fuera de las cajas de bornes están aisladas.

7.1.7 Verifíquese que la carcasa y la caja de bornes están conectadas a masa

7.1.8 Asegúrese de que la capacidad de los fusibles, interruptores, interruptores electromagnéticos y relés térmicos, etc. son de la dimensión apropiada y de que los contactores están en buen estado.

7.1.9 Verifíquese que el método de puesta en marcha sea el correcto.

7.1.10 Contrólase las conexiones del conjunto de la caja de bornes principal y del sistema de refrigeración.

7.1.11 Contrólase que el sistema de lubricación está en condiciones de funcionamiento y de que funcione antes de que el rotor empiece a girar.

Para más información véase el punto **8.2**.

7.1.12 Contrólase la conexión de las tuberías de aceite y de agua de refrigeración y comprobar que no haya fugas cuando está en funcionamiento.

7.1.13 Contrólase la presión y el caudal de aceite y del agua de refrigeración.

7.1.14 Contrólase que los cables principales no están forzados de ninguna manera.

7.1.15 Asegúrese de que no se aplica tensión a los calentadores cuando el motor está en funcionamiento. Asegúrese especialmente de que se aplica automáticamente tensión a los calentadores cuando el motor se para.

7.2 Medición de la resistencia de aislamiento

Antes de que el motor se ponga en marcha por primera vez, después de un largo período de paro o en dentro del ámbito del trabajo de mantenimiento general, se tiene que medir la resistencia de aislamiento de la máquina. Se tiene que medir la resistencia de aislamiento tanto de los arrollamientos del estator como de los arrollamientos del rotor.

Para motores nuevos con arrollamientos secos, la resistencia de aislamiento deberá ser muy alta. La resistencia puede ser, sin embargo, muy baja si el motor ha estado sometido a condiciones de transporte y almacenamiento incorrectas y húmedas, o si el motor se maneja de modo incorrecto.

La medición de la resistencia de aislamiento proporciona información con respecto a la humedad y la mugre del aislamiento. Basándose en esta información, se pueden realizar las acciones de limpieza y secado que sean necesarias.

7.2.1 Resultados de la medición de la resistencia de aislamiento.

(1) Si el valor medido se considera demasiado bajo, el arrollamiento se tiene que limpiar y/o secar. Si estas medidas no son suficientes, pónganse en contacto con Felm Co.

(2) Los motores de los que se sospecha que pueden presentar problemas de humedad se tienen que secar cuidadosamente independientemente del valor de la resistencia de aislamiento medida.

(3) El valor de la resistencia de aislamiento disminuirá cuando aumente la temperatura del arrollamiento. La resistencia disminuye a la mitad por cada 10 K que suba la temperatura por encima del punto de condensación.

(4) La resistencia de aislamiento indicada en el registro de pruebas es normalmente considerablemente superior a los valores medidos sobre el terreno, porque la resistencia de aislamiento es muy alta en máquinas nuevas con los arrollamientos secos cuando abandonan la fábrica.

7.2.2 Valores mínimos de la resistencia de aislamiento.

Generalmente, los valores de la resistencia de aislamiento de arrollamientos secos deberán de superar los valores mínimos de modo significativo. Dar valores definitivos es imposible, porque la resistencia varía en función del tipo de motor y de las condiciones locales. Además, la resistencia de aislamiento está afectada por la antigüedad y la utilización del motor.

7.2.2.1 Método de cálculo de los valores mínimos de la resistencia de aislamiento.

Después de la prueba del aumento de temperatura, aplicar la fórmula que sigue para el cálculo de los valores mínimos de la resistencia de aislamiento:

$$R = \frac{U1}{1000 + P/100} \quad (\text{MO})$$

Donde:

R es la resistencia de aislamiento (MO)

U1 es la tensión nominal (V)

P es la potencia nominal (kW)

7.2.2.2 Control del valor de la resistencia de aislamiento.

El valor normal de la resistencia de aislamiento para un motor de baja tensión es superior a 10 MO.

El valor normal de la resistencia de aislamiento para un motor de alta tensión es superior a 100 MO.

Si los valores de la resistencia de aislamiento son menores que estos dos valores, se tiene que hacer un control de los motores, de un modo en particular a propósito de la humedad y el polvo. Estos valores se utilizan también para motores que lleven tiempo en funcionamiento.

Para motores con rotores con anillos colectores, el valor normal de la resistencia de aislamiento tanto para un motor de baja tensión y como para un motor de alta tensión debe ser superior a 10 MO.

7.2.3 Medida de la resistencia de aislamiento del arrollamiento del estator.

La resistencia de aislamiento se mide utilizando un medidor de resistencia de aislamiento (megger).

Se utilizan diferentes medidores de acuerdo con las diferentes tensiones nominales.

(1) Para tensiones nominales inferiores o iguales a 1.140 V, hacer las mediciones con un megger de 500 V de corriente continua.

(2) Para tensiones nominales superiores a 1.140 V, háganse las mediciones con un megger de 2.500 V de corriente continua.

¡NOTA!

Durante e inmediatamente después de la medición, los terminales no se deben de tocar, puesto que pueden tener tensiones residuales peligrosas. Además, si los cables de alimentación están conectados, asegúrese de que la fuente de corriente esté visualmente desconectada y de que el rotor no está girando antes de que se tome la medición de la resistencia de aislamiento.

Independientemente de los medidores que se utilicen, el tiempo de prueba tiene que durar un minuto después de que se haya registrado el valor de la resistencia de aislamiento. Antes de que se realice la prueba de la resistencia de aislamiento, se tiene que hacer las siguientes actuaciones:

(1) Verificar que todos los cables de la fuente de alimentación están desconectados.

(2) Verificar que la carcasa del motor con el arrollamiento del estator que se están probando están conectados a tierra.

(3) Asegurarse que los dispositivos auxiliares están conectados a tierra.

(4) La medición de la resistencia de aislamiento se tiene que llevar a cabo en la caja de bornes. La prueba se realiza habitualmente con la totalidad del arrollamiento en conjunto, en cuyo caso el medidor se conecta entre la carcasa del motor y el arrollamiento.

(5) Si es necesario, el medidor se conecta entre la carcasa del motor y una de las fases del arrollamiento. La carcasa y las otras dos fases que no se miden se tienen que conectar a tierra.

(6) Se tiene que medir la temperatura de los arrollamientos. Después de un largo tiempo de paro antes de la prueba, medir la temperatura de la carcasa en lugar de la de los arrollamientos.

(7) Después de la medición de la resistencia de aislamiento los arrollamientos de las fases se tienen que conectar brevemente a tierra para descargarlas.

7.2.4 Medición de la resistencia de aislamiento en motores con anillos colectores.

La medición de la resistencia de aislamiento en motores con anillos colectores se tiene que llevar a cabo del mismo modo que los motores con rotores de jaula de ardilla.

(1) Verifíquese que todos los cables de la fuente de alimentación están desconectados de la fuente principal.

(2) Verifíquese que los cables de conexión de la unidad del anillo colector están desconectados de su fuente de corriente.

(3) Verifíquese que el eje, la carcasa del motor y los arrollamientos del rotor están conectados a tierra

(4) Se deben de comprobar que las conexiones de las escobillas de carbón están en buen estado.

(5) Se tiene que medir la temperatura de los arrollamientos. Después de un largo tiempo de paro antes de la prueba, medir la temperatura de la carcasa en lugar de la de los arrollamientos.

Se debe de medir la resistencia de aislamiento del arrollamiento del rotor. Tómense las precauciones y medir como sigue:

(1) Verifíquese que la carcasa del motor y los arrollamientos del estator están conectados a tierra.

(2) Verifíquese que el eje está conectado a tierra.

(3) El arrollamiento del rotor generalmente puede estar conectado internamente en estrella. Si se debe medir cada fase separadamente, el arrollamiento de las fases de rotor que no se están probando tiene que estar conectadas a tierra.

(4) Después de la medición de la resistencia de aislamiento los arrollamientos de las fases se tienen que conectar brevemente a tierra para descargarlas.

7.2.5 Medición de la resistencia de aislamiento de los dispositivos auxiliares

(1) La prueba de tensión para los calentadores se tiene que realizar a 500 V de corriente continua.

(2) No es aconsejable la medición de la resistencia de aislamiento de las sondas PT-100

(3) Para los motores que están equipados con cojinetes aislados, si ambos extremos del eje están aislados de la carcasa, desconectar el terminal de tierra. Si ambos extremos del eje no están aislados de la carcasa, separar el cojinete deslizante o el escudo del extremo del cojinete.

7.3 Puesta en marcha

7.3.1 Prueba para la primera puesta en marcha

¡NOTA!

La punta de corriente en la puesta en marcha cuando se pone en marcha directamente sobre la línea puede ser entre 5 y 8 veces la corriente nominal, y el par de arranque es directamente proporcional al cuadrado de la relación entre la tensión nominal y la del auto-transformador de puesta en marcha. Para una puesta en marcha estrella triángulo la corriente de arranque y el par de arranque será aproximadamente un tercio del de los valores directamente sobre la línea. Póngase el arranque con autotransformador para puesta en marcha a tensión reducida y empléese el arranque directamente sobre la línea para cargas pesadas. La carga del motor tiene que ser en cualquier caso lo más pequeña que sea posible.

7.3.1.1 La primera puesta en marcha únicamente debería de durar un (1) segundo. El objetivo de la primera puesta en marcha es comprobar el sentido de giro del motor. El motor debería girar en el mismo sentido que el mostrado con una flecha colocada en la carcasa o en la cubierta del ventilador. El motor puede funcionar en ambos sentidos de giro cuando no hay flecha indicadora.

7.3.1.2 El sentido de giro de un motor de ventilador externo se indica mediante una flecha cerca del motor del ventilador.

7.3.1.3 Se debería de verificar que ninguna parte giratoria toque a los elementos estacionarios.

7.3.1.4 Si por alguna razón el sentido de giro deseado es diferente del especificado en el motor, los ventiladores de refrigeración de los circuitos de refrigeración interno y/o externo deberán ser cambiados por el fabricante, así como las indicaciones en la placa de características.

7.3.1.5 Para cambiar el sentido de giro, cámbiense la conexión de dos cables de alimentación cualesquiera.

7.3.1.6 Los motores con colectores de anillos deslizantes no se pueden hacer funcionar sin un arrancador.

7.3.1.7 Si es posible, la primera puesta en marcha se hace con el acoplamiento desacoplado entre el motor y la máquina impulsada.

7.3.1.8 Sin un acoplamiento entre el motor y la máquina impulsada, es normal que el eje ruede libre durante la parada.

7.3.2 Arranque sin carga

7.3.2.1 Durante el arranque del motor por primera vez, si la máquina funciona tal como se espera, se puede dejar el motor girando sin carga durante un tiempo largo.

7.3.2.2 Durante la primera hora o dos primeras horas de funcionamiento, es importante mantener una vigilancia continua del motor en el caso de que se produzca cualquier cambio en los niveles de vibración o temperatura. Si se oye un ruido anormal, párese el motor, y encuéntrese la razón de los cambios. Si es necesario, consultar al fabricante del motor.

7.3.2.3 El motor se puede poner en marcha directamente sobre línea, arrancándolo en estrella triángulo o mediante un autotransformador.

7.3.2.4 Si el rotor del motor es incapaz de arrancar en uno o dos segundos, cortar la alimentación de corriente inmediatamente. Investíguese a fondo y llévense a cabo las acciones correctivas necesarias antes de intentar arrancar de nuevo.

7.3.3 Arranque con carga

7.3.3.1 Hágase funcionar el motor en vacío antes de acoplarlo a otros mecanismos.

7.3.3.2 Si el rotor del motor es incapaz de arrancar en uno o dos segundos, córtese la alimentación de corriente inmediatamente. Investíguese a fondo de que no haya algo equivocado en las conexiones o en la instalación eléctrica, y llévense a cabo las acciones correctivas necesarias antes de intentar arrancar de nuevo.

7.3.3.3 Si el incremento de temperatura es excesivo o si el motor manifiesta una vibración o ruido excesivos, se deberá de parar inmediatamente y se deberá realizar una investigación a fondo sobre la causa antes de hacerlo funcionar otra vez.

7.3.3.4 Un ruido o una vibración anormales se deberán de investigar y corregir inmediatamente. Los aumentos de vibraciones pueden ser indicativos de un cambio en el equilibrado debido a un fallo mecánico de una parte del rotor, un problema en el arrollamiento del estator o un cambio en la alineación del motor.

7.3.3.5 Verifíquese que la tensión y la frecuencia de la fuente de alimentación son idénticas a las nominales mostradas en la placa de características. Compruébese el equilibrado de todas las 3 fases de los arrollamientos.

7.3.3.6 El número de arranques consecutivos directamente sobre la línea aplicados al motor recomendados depende esencialmente de las características de la carga (par resistente, velocidad de giro y momento de inercia), y del tipo y diseño del motor. Demasiadas puestas en marcha y/o arranques demasiado juntos provocarán temperaturas anormalmente elevadas y sollicitaciones mecánicas elevadas, lo que acelerará el deterioro del aislamiento del motor y provocando un acortamiento anormal de la vida útil del motor, o incluso un fallo prematuro del aislamiento del motor.

(1) El motor se puede volver a arrancar si ha fallado en la primera puesta en marcha. Generalmente se pueden permitir dos arrancadas cuando el motor está frío.

(2) Dejar enfriar el motor durante 60 minutos antes de volver a ponerlo en marcha a plena carga. Dejar enfriar el motor durante 30 minutos antes de volver a ponerlo en marcha sin carga. Dos arrancadas en vacío se pueden considerar como una arrancada normal en carga.

(3) Las características de la carga de la aplicación son necesarias para la determinación de la frecuencia de las puestas en marcha. Como dato indicativo genérico, el máximo número de arrancadas uniformemente repartidas en una aplicación típica es de 800 puestas en marcha al año.

7.3.3.7 Para motores equipados con sondas de temperatura PT-100, se tienen que registrar las temperaturas de los cojinetes, los arrollamientos del estator y el aire de refrigeración cuando el motor está en funcionamiento. Después de que le motor esté funcionando durante un cierto período de tiempo, se tiene que comprobar el sistema de refrigeración. Verificar que el fluido de refrigeración, si procede, y el aire circulan sin ninguna obstrucción. Regístrense las temperaturas, en el interior y en el exterior, del sistema de refrigeración.

La temperatura de los arrollamientos y de los cojinetes no alcanza una temperatura estable hasta pasadas varias horas (entre 4 y 8), cuando funcionan a plena carga.

La temperatura del arrollamiento del estator depende de la carga del motor. Si la plena carga no se puede obtener, durante o poco después de la puesta en servicio, se debe de tomar nota de la carga actual y de la temperatura y se debe de incluir en el informe de puesta en servicio.

7.3.3.8 Si el aumento de la temperatura de los cojinetes y el funcionamiento del motor parece normal, el funcionamiento debe de continuar hasta que la temperatura de los cojinetes se estabilice.

(1) El límite superior de temperatura para rodamientos es de 95 °C.

(2) El límite superior de temperatura para cojinetes deslizantes es de 90 °C.

Si la velocidad con que aumenta la temperatura es excesiva o si se manifiestan en el motor excesivas vibraciones o ruidos anormales, se tiene que parar el motor inmediatamente y se tiene que hacer una investigación para determinar las causas del problema antes de volver a ponerlo en marcha.

Para motores sin sondas de temperatura PT-100, se tiene que medir la temperatura del escudo del extremo en lugar de la de los cojinetes. La temperatura del escudo del extremo es normalmente unos 10 °C inferior a la de los cojinetes.

7.3.3.9 Cualquier aumento de temperatura excesivo, ruido o vibración tienen que ser investigados inmediatamente y eliminados. Los aumentos de temperatura pueden ser indicativos de un cambio en el equilibrado debido a un fallo mecánico de una parte del rotor, un problema del arrollamiento del estator o un cambio en la alineación del motor.

7.3.3.10 El tiempo de puesta en marcha es superior en los motores con un gran momento de inercia. Sin embargo, si el tiempo de puesta en marcha es más grande de lo habitual, o si hay dificultad en poner en marcha el motor, o hay un ruido anormal, no hacer funcionar el motor y ponerse en contacto con Felm Co.

7.3.3.11 Si la potencia del transformador principal no es suficiente para poner en marcha varios motores al mismo tiempo, se deberán poner en marcha primero los motores mayores y después los que son más pequeños.

7.3.3.12 Durante el funcionamiento y las investigaciones no se deben de desconectar los dispositivos de protección.

7.3.3.13 Durante los primeros días de funcionamiento, es importante mantener un control cuidadoso del motor en el caso de que se verifiquen modificaciones en las vibraciones o los niveles de temperatura o de que aparezcan ruidos anormales.

7.3.3.14 Si resulta posible, y después de que el motor haya funcionado durante algunas horas, determínense las vibraciones o los puntos de medición SPM y regístrense para tener una referencia en el futuro. Si la instalación no está equipada con monitorización SPM, determínense las vibraciones del motor con un instrumento adecuado. El punto de medición se debe escoger en la carcasa o en los extremos del campo del motor en cada extremo, pero evitando la colocación en elementos de chapa fina como del tipo de las cubiertas que cubren los ventiladores.

Después de la instalación, el valor de vibración del motor se hará un poco superior al que tenía antes de salir de fábrica. Con objeto de poder realizar la comprobación se pueden referir a los siguientes valores:

Cimentación	Tamaño de la carcasa	Velocidad de vibración (mm/s)
Rígida	Hasta H355	3,5
Rígida	Hasta H355 para 2P	4,5
Rígida	Por encima de H355	4,5
Rígida	Por encima de H355 para 2P	5,0

Elástica	Hasta H355	4,0
Elástica	Hasta H355 para 2P	5,0
Elástica	Por encima de H355	5,0
Elástica	Por encima de H355 para 2P	6,0

Si los valores de vibración no concuerdan con los valores de la tabla, verifíquese el motor. Para cualquier cuestión, pónganse en contacto con Felm Co.

7.3.3.15 Compruébese que las escobillas de carbón no chisporrotean en los anillos colectores.

Asegúrese de que las superficies de los colectores sean lisas. De lo contrario, los anillos colectores se tienen que rectificar en un torno.

7.3.3.16 Durante el primer período de funcionamiento, se tiene que controlar el sistema de intercambio de calor. Verifíquese que el líquido refrigerante, allá donde sea posible, y el aire circulan sin ninguna obstrucción.

7.3.3.17 En las condiciones de funcionamiento las superficies del motor pueden alcanzar altas temperaturas, por lo que se tiene que impedir o evitar el contacto con las mismas.

¡NOTA!

Si el motor acusa vibraciones o ruidos excesivos, se tiene que parar inmediatamente y se tiene que investigar para descubrir las causas antes de hacerlo funcionar nuevamente.

Cualquier daño mecánico o tornillo flojo, problemas en el rotor o en el arrollamiento del estator, o cambios en la alineación del motor pueden provocar ruidos anormales o vibraciones.

7.3.4 Parada

7.3.4.1 El paro del motor depende del tipo de empleo que se le da, pero las líneas maestras principales son las mismas.

7.3.4.2 Redúzcase, si es posible, la carga del equipo impulsado.

7.3.4.3 Ábrase el interruptor principal.

7.3.4.4 Cuando el motor no esté en funcionamiento, se tiene que conectar los calentadores anticondensación, si éstos están previstos.

7.3.4.5 Para motores con refrigeración líquida, el suministro de agua de refrigeración se tiene que cerrar para evitar condensación en el interior del motor.

8. Lubricación

Es fundamental utilizar grasa de buena calidad y de base y densidad correcta. Asegurará una vida de los cojinetes larga y exenta de problemas.

8.1 Lubricación de los rodamientos

8.1.1 En los motores de tamaño reducido los rodamientos de tipo 2Z vienen engrasados de por vida (de modo permanente).

8.1.2 Está previsto el dispositivo de engrase para motores grandes (tamaño H200 y superiores) y en otros motores específicos. Es necesario llevar a cabo la lubricación a intervalos regulares.

8.1.3 En el caso de la instalación de un motor nuevo, o de un motor que ha estado fuera de servicio durante más de dos meses, inyéctese grasa nueva en el interior de los cojinetes inmediatamente después de la puesta en marcha. La grasa nueva se tiene que inyectar cuando el motor está girando, y se tiene que inyectar hasta que haya salido completamente la grasa vieja o el exceso de la nueva grasa se descarga a través de la válvula de salida de lubricación dispuesta en la parte baja del alojamiento del cojinete. Véase 8.1.5.

La temperatura de los cojinetes aumentará inicialmente por el exceso de grasa. Después de unas pocas horas, el exceso de grasa se descargará a través de la válvula de salida de lubricación y la temperatura del cojinete volverá a la temperatura de funcionamiento normal.

8.1.4 Sustitúyase el lubricante a intervalos regulares. El tiempo entre un cambio a otro depende de las condiciones de funcionamiento y por lo tanto lo tiene que determinar el usuario del motor. Es habitual hacer dos o tres cambios al año, pero condiciones de funcionamiento especiales tales como una temperatura ambiente elevada aconsejan cambios más frecuentes. El intervalo de lubricación nunca tiene que ser superior a cada 12 meses.

Los intervalos de lubricación recomendados son los siguientes:

Potencia nominal (kW)	Velocidad (rpm)	Intervalos de lubricación recomendados		
		Condiciones normales	Condiciones severas	Condiciones extremas
< 18,5	1500	5 años	3 años	1 año
De 18,5 a 90	1500	1 año	6 meses	3 meses
De 90 a 200	1500	3 meses	3 meses	1 mes
De 200 a 630	1500	3 meses	1 mes	15 días
< 18,5	3000	5 años	3 años	1 año
De 18,5 a 90	3000	1 año	6 meses	3 meses
De 90 a 200	3000	3 meses	1 mes	1 mes
De 200 a 630	3000	3 meses	1 mes	15 días

¡NOTA!

Las condiciones de funcionamiento normales se refieren a motores que funcionan en ambiente limpio a la potencia nominal o por debajo de la misma, en condiciones de temperatura ambiente, y con un ciclo de trabajo de no más de 8 horas al día.

Las condiciones severas se refieren a motores que funcionan a la potencia nominal o por debajo de la misma, en un ambiente sucio o polvoriento con cargas ligeras y/o vibraciones, con un ciclo de trabajo de 24 horas al día.

Condiciones extremas se refieren a motores que funcionan en un ambiente muy sucio/polvoriento con cargas elevadas y vibraciones, y en extremos de temperaturas ambiente elevadas.

8.1.5 Método de reengrase véase el anexo 1)

(1) Antes de reengrasar, se tienen que limpiar los tubos de entrada de grasa para evitar que la porquería acumulada se dirija hacia el interior del cojinete con la introducción de la nueva grasa. La válvula o el tapón de alivio para la salida de grasa se tiene que abrir para permitir la salida de la grasa vieja. Utilícese una pistola de grasa para bombear la grasa a través de los tubos de entrada de grasa hacia el interior de los cojinetes.

(2) Después del reengrase, hacer funcionar el motor durante aproximadamente de 10 a 20 minutos para permitir que salga cualquier exceso de grasa. Ciérranse los taponés de entrada y salida de grasa si están previstos.

8.1.6 Tipos de grasa.

Las grasas de características idóneas se encuentran disponibles en la mayor parte de fabricantes de lubricantes. Si se cambia de marca y tiene dudas de su compatibilidad, consúltese a Felm Co.

La grasa estándar escogida por Felm Co para sus motores es la Chevron SRI-2, excepto para algunos motores especiales para los cuales se confirmará la utilización de grasa especial según las especificaciones. Utilícense grasas idénticas o sus equivalentes cuando se hace el mantenimiento y el reengrase.

¡NOTA!

Si los reengrases no los lleva a cabo personal autorizado cuando el motor está en marcha, se tienen que proteger los elementos que giran y las partes en tensión.

Véanse los tipos de grasa, los intervalos de lubricación y las cantidades de grasa indicados en la placa de lubricación, si está fijada en el motor.

8.2 Lubricación de los cojinetes deslizantes

8.2.1 Los motores con cojinetes deslizantes se tienen que lubricar antes de la primera puesta en marcha, debido a que se suministran sin aceite cuando salen de fábrica.

8.2.2 Instálense el sistema de suministro de aceite cerca del motor. Es necesario poner en marcha (el suministro de aceite) antes de poner en marcha el motor.

8.2.3 Verifíquese el giro del anillo de aceite a través de la ventana de registro en la parte superior del cojinete cuando el motor está en marcha. Si el anillo de aceite no está girando, el motor se tiene que parar inmediatamente, ya que un anillo de aceite estacionario puede provocar el gripado del cojinete.

8.2.4 Verifíquese que no hayan partes giratorias que estén frotando contra partes estacionarias.

8.2.5 Verifíquese a través de las mirillas de aceite que el nivel de aceite en el interior del cojinete es el correcto. El nivel de aceite correcto está en la mitad de la mirilla de aceite, pero mientras que el nivel de aceite se encuentre dentro de la mirilla, el nivel es aceptable.

8.2.6 Para motores con lubricación forzada, la presión de suministro de aceite se regula con la válvula de presión de aceite y un diafragma. La presión de suministro normal es de 120 kPa \pm 20 kPa. Ésta da el flujo correcto de aceite a los cojinetes. El empleo de presiones de suministro de aceite superiores no proporciona ventajas adicionales y a la vez puede producir pérdidas de aceite por los cojinetes.

8.2.7 Compruébense la temperatura y el nivel de aceite de los cojinetes continuamente al principio. Esto es particularmente importante para cojinetes autolubricados. Si la temperatura del cojinete sube repentinamente, el motor se tiene que para inmediatamente, y se tiene que encontrar la razón por la que la temperatura sube antes de volver a poner en marcha el motor. Si no se encuentra ninguna razón lógica con los instrumentos de medición, se recomienda abrir el cojinete y verificar su estado. Si el motor está en garantía, siempre se tienen que poner en contacto con el fabricante Felm Co antes de llevar a cabo cualquier acción.

8.2.8 Se tiene que efectuar un control del aceite pocos días después del primer período de funcionamiento de la máquina, justo después del primer cambio de aceite, y los posteriores según sea necesario. Si se cambia el aceite justo después de la puesta en marcha, se puede utilizar otra vez después de extraer las partículas de desgaste mediante filtrado o centrifugado (del aceite).

8.2.9 Los depósitos de aceite para los cojinetes auto-lubricados (lubricación no forzada) se tienen que drenar y volver a llegar aproximadamente cada (6) seis meses. Pueden ser necesarios cambios más frecuentes para motores de alta velocidad (3000 rpm) o si se verifica un importante cambio de color o la presencia de elementos contaminantes.

9. Inspección y mantenimiento

Una máquina eléctrica rotativa a menudo constituye una parte importante de una instalación mayor y, si está supervisada y mantenida adecuadamente, podrá ser fiable en su funcionamiento y garantizará una vida útil óptima.

9.1 Propósito de la inspección y el mantenimiento

9.1.1 Asegurar que el motor funcionará de un modo fiable sin ninguna acción o intervención imprevista.

9.1.2 Estimar y planear las acciones de servicio para minimizar el tiempo de máquina parada.

9.1.3 El propósito de esta inspección es hacer unas rápidas indicaciones de control para identificar cualquier problema que se está empezando a desarrollar antes de que provoque fallos y paros de mantenimiento no programados.

9.2 Precauciones para la inspección y el mantenimiento

9.2.1 Antes de ponerse a trabajar en cualquier equipo eléctrico, se ha de tener en cuenta las precauciones de seguridad eléctrica generales, y se tienen que respetar las normativas locales para impedir daños a las personas.

9.2.2 El personal que lleva a cabo el mantenimiento en equipos e instalaciones eléctricas tiene que estar altamente cualificado. El personal tiene que estar entrenado en, y familiarizado con, los procedimientos de mantenimiento específico y las pruebas requeridas para las máquinas eléctricas rotativas.

9.2.3 Los motores para áreas peligrosas están diseñados específicamente para cumplir con las regulaciones oficiales que se refieren a los riesgos de explosión. Se deben tener en cuenta las precauciones de seguridad cuando tiene lugar la inspección y el mantenimiento.

9.2.4 Estas instrucciones y recomendaciones se tiene que leer cuidadosamente y se tiene que utilizar como base para cuando se planea el programa de mantenimiento.

9.2.5 Una parte esencial del mantenimiento preventivo es hacer una adecuada selección de piezas de recambio disponibles. La mejor forma de tener acceso a las piezas de recambio críticas es mantenerlas en el almacén.

9.3 Frecuencia de la inspección y el mantenimiento

9.3.1 Inspección rutinaria

El propósito de la inspección rutinaria es asegurarse del funcionamiento normal del motor.

9.3.2 Inspección programada

El propósito de la inspección programada es impedir el fallo del motor.

9.3.3 Intervalos de mantenimiento

Después de un período de funcionamiento los motores tienen que ser mantenidos. Debido a lo variado de los períodos y las circunstancias en las que se utilizan los motores, es difícil establecer los elementos y los períodos para la inspección y el mantenimiento programados. Sin embargo, a modo de guía se recomienda llevarlos a cabo periódicamente una vez al año. Los motores que funcionan en condiciones duras deberán de presentar unos intervalos de mantenimiento menores.

Generalmente el ámbito de la inspección se determina por los siguientes factores:

- (1) Temperatura ambiente y condiciones de funcionamiento.
- (2) Frecuencia de los paros y las arrancadas.
- (3) Elementos que se desgastan fácilmente.
- (4) Variaciones en la tensión y en la frecuencia del suministro.
- (5) Vibraciones en la máquina impulsada.
- (6) La importancia de la incidencia del motor en el sistema operativo de la planta.

9.4 Controles rutinarios durante el funcionamiento de la máquina

¡NOTA!

Ante cualquier cambio en los niveles de vibración o de temperatura o que aparezcan ruidos anormales, se deberá de parar el motor inmediatamente para realizar una verificación. Durante el funcionamiento, es importante mantener una vigilancia cuidadosa de la temperatura de los cojinetes, por lo menos una vez al día.

9.4.1 Las superficies del motor se tienen que mantener limpias y pulidas.

El exterior del motor se tiene que mantener limpio y se debe de inspeccionar periódicamente para poner de manifiesto la aparición de óxido, pérdidas de aceite o agua, y otras suciedades.

9.4.2 Contrólese que las conexiones están apretadas y que no se produzcan pérdidas en el sistema. Verifíquese que el fluido refrigerante, donde sea aplicable, y el aire circulan sin ninguna obstrucción. Contrólese el estado de la cubierta del ventilador para asegurar una buena circulación de aire sobre le motor.

9.4.3 Los niveles de vibración del sistema máquina motriz / máquina impulsada se deben de monitorizar cuando el motor está en funcionamiento. Si aparecen cambios en los niveles de vibración o de temperatura, o aparecen ruidos anormales, párese inmediatamente para controlar.

9.4.4 Compruébese que el indicador de los arrollamientos de los motores de cojinetes deslizantes está colocado en la ranura en el eje, indicando que el centro magnético del estator y del rotor están alineados. Si no lo están entonces el eje y el cojinete rozan, y el motor se deberá de parar inmediatamente.

9.4.5 Si se produce una de las siguientes condiciones anormales, de deberá de parar inmediatamente el motor para verificar:

- (1) Fuertes vibraciones.
- (2) Avería de la máquina impulsada.
- (3) Cojinete desgatado o sobrecalentado.
- (4) Desalineación de de cojinetes, vibraciones axiales.
- (5) Reducción repentina de la velocidad.
- (6) Rozamiento entre el estator y el rotor, carcasa sobrecalentada.
- (7) Olor a quemado.
- (8) Daños al personal.

9.5 Controles periódicos

9.5.1 Muchas causas que conducen a daños se pueden prevenir o por lo menos retrasar realizando una inspección y mantenimiento periódicos.

- (1) El apriete de todas las fijaciones se deberá de verificar regularmente.
- (2) Verifíquese el estado de las conexiones, y de los tornillos de montaje.
- (3) Compruébese que las escobillas de carbón están en buen estado y que se pueden mover libremente en los alojamientos de las escobillas. Sígase el desgaste de las escobillas de carbón y cámbiense antes de que se alcance el límite de desgaste. Verifíquese que las escobillas no produzcan chispas.
- (4) Verifíquese todas las puestas a tierra.
- (5) Verifíquese el estado de los retenes del eje y cámbielos si es necesario. Sin no se está familiarizado con el tipo de retenes que están equipados, pónganse en contacto con Felm Co.
- (6) Verifíquese la alineación de los acoplamientos del eje.
- (7) Verifíquese el motor. No se debe de permitir que entren en el alojamiento del motor ni agua, ni grasa, ni aceite ni polvo.
- (8) Verifíquese el estado de los cojinetes y cámbielos si es necesario.
- (9) Contrólese el estado de la pintura y repíntese si es necesario.

9.6 Mantenimiento

El mantenimiento es importante para impedir los fallos del motor y para alargar la vida útil del mismo. Hablando de un modo general, se deberá de realizar un mantenimiento ordinario una vez al mes, y un mantenimiento general una vez al año.

9.6.1 El mantenimiento ordinario deberá incluir:

- (1) Limpiar el motor.
- (2) Medir la resistencia de aislamiento del motor.
- (3) Apretar las conexiones eléctricas, los tornillos de montaje y los tornillos de conexiones a tierra.
- (4) La limpieza de la caja de bornes.
- (5) Sacar el polvo de carbón de los anillos colectores y de las escobillas.
- (6) Controlar el estado de las cubiertas de los ventiladores y asegurarse de que hay una buena circulación de aire en el motor.

9.6.2 El mantenimiento general deberá de incluir:

- (1) Todos los ítems del mantenimiento ordinario.
- (2) Limpiar las partes internas del motor
- (3) Controlar el estado de los cojinetes y cambiarlos si es necesario. Se sugiere el cambio de los cojinetes una vez al año en condiciones normales de funcionamiento (funcionamiento de alrededor de 8.000 horas al año).
- (4) Si no es necesario cambiar los cojinetes, limpiar los cojinetes y cambiar la grasa.
- (5) Limpiar y cambiar las partes gastadas del motor, si es necesario.

9.7 Método de mantenimiento

9.7.1 Limpieza de las partes externas del motor.

- (1) Los motores completamente cerrados con intercambiadores aire-aire y los motores refrigerados con ventilador totalmente cerrados (motores TEFC, grado de protección IP44 y superiores) requieren consideraciones de limpieza especiales. El ventilador exterior se tiene que limpiar a fondo ya que cualquier cuerpo extraño depositado en el mismo que se no se saque puede provocar desequilibrios y vibraciones. Se tienen que limpiar todos los tubos del intercambiador de calor aire-aire empleando una adecuada baqueta para tubos que tenga cerdas de fibras sintéticas (no utilizar hilos metálicos de ningún tipo).
- (2) Si el motor está equipado con cubiertas que cubren los ventiladores, se deberán de cambiar (si son de tipo desechable) o limpiar y reacondicionar (si son de tipo fijo) con la frecuencia que dicten las condiciones.

(3) En motores con ventilación de circulación abierta (motores ODP con un grado de protección IP 23 e inferiores), no se deberá de permitir que los filtros y las rejillas de ventilación por encima de las entradas de aire acumulen porquería, pelusa, etc. que podría restringir la libre circulación de aire.

¡NOTA!

Los filtros y las rejillas de ventilación no se deben de limpiar o interrumpir nunca cuando el motor está en funcionamiento porque cualquier suciedad o escombros que se desprenda se podrá dirigir directamente al interior del motor.

9.7.2 Limpieza de las partes internas del motor.

Después de largos períodos de funcionamiento, la acumulación de polvo, polvo de carbón y grasa, etc. en el interior es inevitable, y puede provocar daños en el motor. Son necesarias una limpieza y una inspección regulares para asegurar unas prestaciones óptimas. Puntos que se tiene que resaltar durante la limpieza:

(1) Se puede emplear un sistema de aspiración, tanto antes como después de otros métodos de limpieza, para sacar la suciedad suelta y los escombros. Es un método muy efectivo para extraer la suciedad que se difunde sobre la superficie de los arrollamientos sin que se disperse. Los tubos de los dispositivos de aspiración no deberán de ser metálicos para evitar cualquier daño al aislamiento de los arrollamientos.

(2) Si se emplea aire comprimido o un soplador, hay que tener en cuenta que el aire comprimido deberá estar exento de humedad. Manténgase la presión del aire a 4 kg/cm^2 , ya que presiones más elevadas pueden provocar daños en las bobinas.

(3) La contaminación superficial en los arrollamientos se puede sacar limpiando con un trapo utilizando un trapo de material suave, libre de fibras y pelusa.

(4) Si la contaminación es grasienta, se tiene que humedecer el trapo (sin empapararlo) con un disolvente a base de petróleo.

(5) En ubicaciones peligrosas, se puede utilizar un disolvente del tipo metilcloroformo inhibido, pero se tiene que utilizar en poca cantidad y eliminándolo inmediatamente. A pesar de que este disolvente no es inflamable en condiciones normales, es tóxico y por ello se tienen que seguir precauciones de seguridad e higiene en el trabajo cuando se utiliza.

(6) Se deberán seguir todas las precauciones de seguridad e higiene en el trabajo mientras se limpia el motor. Cuando se emplee un disolvente tal como metilcloroformo inhibido para limpiar el motor, asegúrese que haya una buena circulación de aire alrededor del motor.

(7) Para motores con ventilación radial, no se deberá de permitir que se acumule cualquier tipo de suciedad, pelusa etc. en el recorrido del aire que pueda restringir la libre circulación de aire y llevar a subidas de temperatura mayores.

9.7.3 La limpieza de los cojinetes a rodillos

Los cojinetes de rodillos necesitarán ser lavados periódicamente después de haber funcionado un período de tiempo largo.

(1) La rodamientos se tienen que lavar, secar y preengrasar con una grasa de alta calidad apropiada para rodamientos antes del montaje.

(2) No se debe de permitir que entre suciedad ni ningún cuerpo extraño en los cojinetes en ningún momento durante el mantenimiento.

(3) Para cambiar los cojinetes se deberán de calentar utilizando un calentador por inducción a una temperatura controlada de $90 \text{ }^\circ\text{C}$.

(4) Los cojinetes se tienen que sacar utilizando extractores y se tienen que volver a montar mediante calentamiento, o empleando otras herramientas especiales para este propósito. No golpear con un martillo el cojinete ya que esto provocará daños en el cojinete.

9.7.4 La limpieza de los cojinetes deslizantes

(1) Criterios para la limpieza:

- Controlar visualmente la coloración del aceite.
- Controlar visualmente la presencia de depósitos y fangos.
- La viscosidad original se tiene que mantener dentro de un margen de tolerancia de $\pm 15\%$
- Oler el aceite. No son aceptables una alta acidez o un olor a quemado.

(2) Método de limpieza.

Cuando se verifican cualquiera de las condiciones mencionadas más arriba (1), se tienen que llevar a cabo la sustitución del aceite y la limpieza de los cojinetes.

El aceite quemado se tiene que utilizar para limpiar los cojinetes. Se tiene que inyectar nuevo lubricante hasta que el aceite quemado haya salido por completo a través de la válvula de descarga colocada en la parte inferior de la carcasa de los cojinetes.

(3) Precauciones durante la limpieza.

Procédase con atención durante las operaciones de limpieza. Cualquier ligero golpe o impacto podría dañar la superficie del cojinete.

10. Localización y búsqueda de averías

La intervención sobre su motor y cualquier búsqueda de averías la tiene que llevar a cabo personal cualificado y provisto de las herramientas y los equipos adecuados

Nº	PROBLEMA	CAUSA	SOLUCIÓN
1	El motor no arranca	Fallo de alimentación.	Comprobar las conexiones. Cerrar el interruptor. Cambiar los fusibles. Comprobar las conexiones.
		Cortocircuito en el estator.	Comprobar los posibles cortocircuitos o daños en el aislamiento.
		El motor puede estar sobre cargado.	Reducir la carga.
		Conexionado erróneo.	Comprobar las conexiones.
2	El motor no alcanza la velocidad nominal	Tensión demasiado baja en los terminales del motor debido a las caídas de la línea.	Comprobar las conexiones. Comprobar la sección de los cables conductores.
		Contacto insuficiente de los interruptores de control o cortocircuito en los interruptores de puesta en marcha.	Controlar y reparar el interruptor de alimentación.
		Fallo de una fase.	Controlar la línea y las conexiones.
		Contacto insuficiente de los cables de la línea de alimentación.	Controlar la conexión de la línea.
		Cables derivados a masa o en cortocircuito.	Reparación en fábrica.
3	Imposibilidad de funcionar a plena carga por intervención del interruptor	Capacidad insuficiente de los interruptores y fusibles.	Cambiar los interruptores y los fusibles si la instalación eléctrica lo permite.
		Tensión insuficiente.	Controlar la fuente de alimentación.
		Sobrecarga.	Reducir la carga.
4	Tensión en la envolvente exterior	Conexión entre la instalación eléctrica de las líneas de corriente y las conexiones a tierra.	Corregir la instalación eléctrica.
		El aislamiento contiene humedad o está envejecido.	Secar los arrollamientos o rebobinar el motor.
		Conexión entre los cables en tensión y la envolvente externa.	Comprobar el aislamiento entre los terminales y la carcasa, y aislarlos.
5	Sobrecalentamiento de la superficie exterior	Sobrecarga.	Reducir la carga o cambiar el motor.
		La temperatura ambiente supera los 40 °C.	Cambiar (el motor) con clase de aislamiento superior, o disminuir la temperatura ambiente.
		Tensión insuficiente.	Comprobar la línea de alimentación, la capacidad del transformador y la tensión de alimentación.
		Tensión superior a la nominal.	Comprobar la fuente de alimentación.
		Fusible fundido (funcionamiento en monofásico).	Cambiar el fusible específico.
		Conducto de ventilación obstruido.	Extraer los cuerpos extraños de los conductos de ventilación.

		Rozamiento entre el rotor y el estator.	Reparación en fábrica o cambiar el motor.
		Tensión trifásica desequilibrada.	Controlar el circuito o consultar a la compañía eléctrica.
6	Pérdida de velocidad súbita	Sobrecarga instantánea.	Comprobar la carga y la conexión mecánica.
		Funcionamiento en monofásico.	Controlar el interruptor de puesta en marcha, los fusibles y los circuitos y reparar.
		Caída de tensión.	Controlar el circuito y la fuente de alimentación.
7	Ruido electromagnético	Se comprueba que sucede desde la 1ª puesta en marcha del motor.	Puede ser normal.
		Ruido cortante repentino.	Comprobar un eventual cortocircuito en los arrollamientos.
		Rozamiento entre el rotor y el estator.	Se deberá de reparar en fábrica.
8	Ruido mecánico	Ruido aerodinámico.	Ruido provocado por el flujo de aire que circula a través de los conductos de ventilación, puede ser normal.
		Polea de la correa o acoplamiento aflojados.	Colocar correctamente la chaveta y la posición de la correa o de los acoplamientos y apretar el tornillo.
		Tornillos de la cubierta del ventilador aflojados.	Apretar los tornillos de la cubierta del ventilador.
		Rozamiento entre el ventilador y el escudo del extremo, o la cubierta del ventilador.	Ajustar las distancias entre el ventilador y el escudo del extremo, y la cubierta del ventilador.
		Rozamientos como resultado de la entrada de cuerpos extraños.	Limpiar el interior del motor y los conductos de ventilación.
		Provocado por la máquina impulsada.	Comprobar la máquina impulsada.
9	Ruido de cojinetes	Ruido uniforme.	Puede ser normal.
		Ruido de ligero traqueteo.	Reengrasar.
		Ruido fuerte de cojinetes.	Limpiar los cojinetes y reengrasar.
		Rotura de bolas o pistas en mal estado.	Cambiar el cojinete dañado.
10	Vibraciones anormales	Instalación incorrecta.	Apretar los tornillos de fijación.
		La zapata de base del motor no es lo suficientemente fuerte.	Reforzar la zapata de montaje.
		Centros asimétricos entre las poleas de las correas.	Alinear las poleas.
		Los puntos centrales de los acoplamientos no se encuentran al mismo nivel.	Ajustar los puntos centrales de los acoplamientos al mismo nivel.
		Rotor desequilibrado.	Reequilibrar el rotor.
		Ventilador desequilibrado o palas del ventilador rotas.	Cambiar el ventilador o reequilibrarlo.
		Cortocircuito de los arrollamientos del estator o del rotor.	Reparación en fábrica.
		Vibraciones en la zapata de montaje del motor provocada por máquinas próximas.	Eliminar la fuente de vibración próxima al motor.

11	Sobre calentamiento de los cojinetes	Cojinete dañado.	Cambiar el cojinete dañado.
		Lubricación escasa.	Cambiar la grasa.
		Desalineación entre el motor y los ejes de la máquina acoplada.	Ajustar la tensión de la correa o alinear los acoplamientos.
		Fricción entre el cojinete y el alojamiento del cojinete o el eje.	Cambiar el eje dañado o el escudo del extremo dañado.
		Montaje inadecuado.	Volver a montar el motor.

11. Manejo para la eliminación de los motores

Los motores para desguazar se tienen que reciclar de acuerdo con la legislación local.

El material utilizado por el constructor en la fabricación del motor es el siguiente: fundición, acero, cobre, aluminio y materiales aislantes.

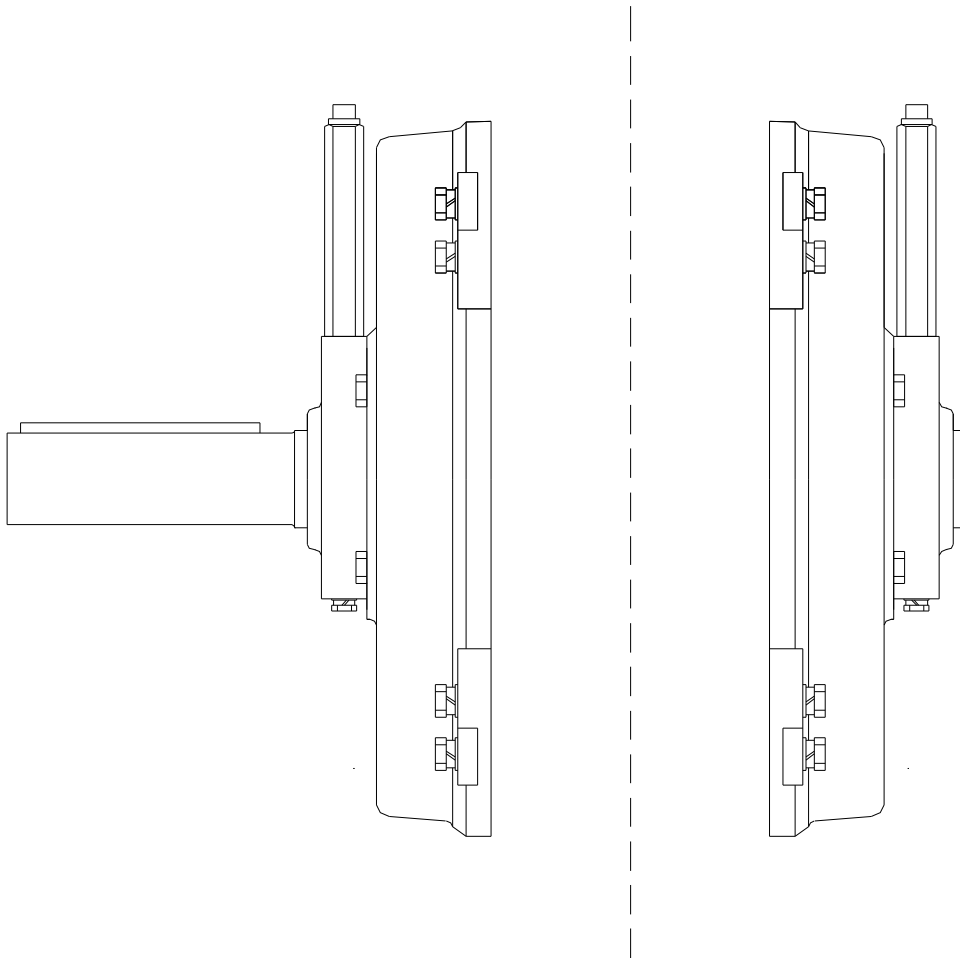
Para los metales, que forman parte de la mayor parte del producto, es necesaria una recogida selectiva que facilite el reciclado de los materiales. Los materiales no metálicos se pueden incinerar o se pueden disponer en vertederos. Se tiene que prestar atención para asegurarse de que tales procesos de desecho no tengan influencias adversas para el medio ambiente.

Los productos utilizados en los motores, el proceso de fabricación e incluso los aspectos logísticos se han escogido teniendo en cuenta el impacto medioambiental.

Anexo 1 Detalles para la lubricación

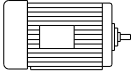


BOQUILLAS DE ENGRASE (ENGRASADORES)

DESCARGAS / TAPONES DE DESCARGA DE GRASA



Anexo 2 Diseño de las placas de identificación, y Normas de referencia

1) Placa de Características

				INVERUNO ITALY			
3 ~ MOT.Nr.			IEC 60034-1	IP	Rtg		
TYPE			COS f		Ins.cl.		
conn.		V		A			
rpm	kW		Hz		kg		
Brgs. DE			:NDE		PTC		

2) Normas de referencia

ELÉCTRICAS
IEC/EN 60034-1
IEC/EN 60034-2
IEC 60034-8
IEC 60034-12

MECÁNICAS
IEC 60072
IEC/EN 60034-5
IEC/EN 60034-6
IEC/EN 60034-7
IEC/EN 60034-9
IEC 60034-14