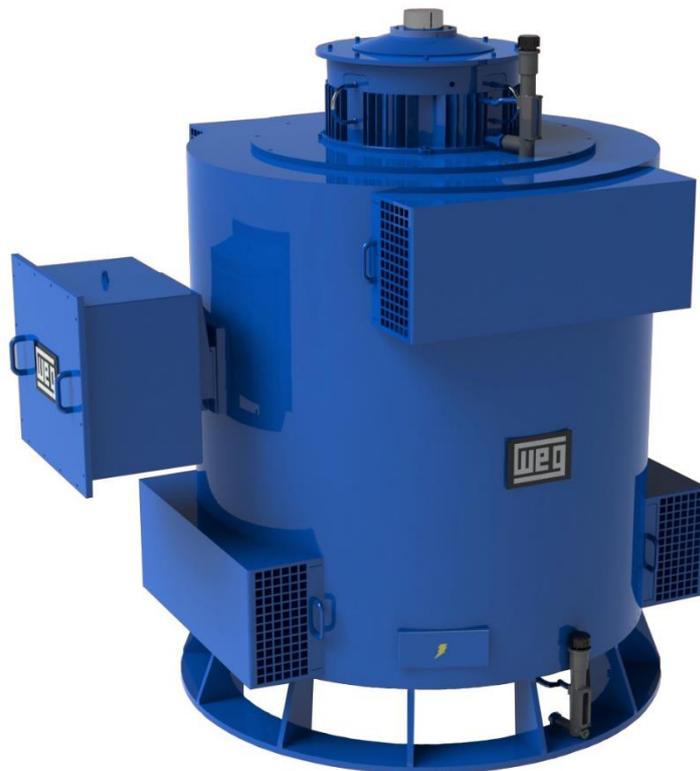


Motores eléctricos de inducción trifásicos de alta y baja tensión

Línea M - Rotor de jaula - Verticales

Manual de Instalación, Operación y Mantenimiento





Manual de Instalación, Operación y Mantenimiento

Modelos: MGA, MGP, MGD, MGT, MGV, MGF, MGR, MGI, MGW y MGL

Nº del Documento: 11362681

Idioma: Español

Revisión: 14

Enero 2025

Estimado Cliente,

Gracias por adquirir este motor WEG. Es un producto desarrollado con niveles de calidad y eficiencia que garantizan un excelente desempeño.

Como ejerce un papel de relevante importancia para el confort y bienestar de la humanidad, el motor eléctrico precisa ser identificado y tratado como una máquina motriz, cuyas características implica determinados cuidados, como los de almacenado, instalación y mantenimiento.

Fueron hechos todos los esfuerzos para que las informaciones contenidas en este manual fuesen fidedignas a las configuraciones y aplicaciones del motor.

Así, recomendamos leer atentamente este manual antes de proceder a la instalación, operación o mantenimiento del motor para garantizar una operación segura y continua del motor, así como su seguridad y la de sus instalaciones. En caso de que persistan dudas, favor consultar a WEG.

Mantenga este manual siempre cerca del motor para que pueda ser consultado siempre que sea necesario



ATENCIÓN

1. Es imprescindible seguir los procedimientos contenidos en este manual para que la garantía tenga validez;
2. Los procedimientos de instalación, operación y mantenimiento del motor deberán ser hechos solamente por personas capacitadas.



NOTAS

1. La reproducción de las informaciones de este manual, en todo o en partes, está permitida desde que la fuente sea citada;
2. En caso de que este manual sea extraviado, una copia en formato PDF podrá ser bajada del sitio web: www.weg.net, o podrá ser solicitada otra copia impresa a WEG.
3. Todas las máquinas están equipadas con un código QR exclusivo situado junto a la placa de características de la máquina. Este código QR proporciona un acceso rápido y sencillo a diversos servicios, entre los que se incluyen:
 - Asistencia técnica
 - Piezas de recambio
 - Puesta en servicio
 - Servicios generales y de mantenimiento sobre el terreno y en fábrica

Para utilizar esta función, sólo tiene que escanear el código QR con su dispositivo móvil. Asegúrese de tener este manual a mano para futuras consultas y para garantizar el uso correcto y seguro del motor eléctrico

WEG EQUIPAMENTOS ELÉTRICOS S.A.

ÍNDICE

1	INTRODUCCIÓN	11
1.1	AVISOS DE SEGURIDAD EN EL MANUAL	11
2	INSTRUCCIONES GENERALES	12
2.1	PERSONAS CAPACITADAS	12
2.2	INSTRUCCIONES DE SEGURIDAD	12
2.3	NORMAS	12
2.4	CARACTERÍSTICAS DEL AMBIENTE	13
2.5	CONDICIÓN DE OPERACIÓN	13
2.6	TENSIÓN Y FRECUENCIA	13
3	RECEPCIÓN, MANIPULACIÓN Y ALMACENAMIENTO	14
3.1	RECEPCIÓN	14
3.2	MANIPULACIÓN	14
3.2.1	Posicionamiento de los motores	15
3.3	ALMACENAMIENTO	15
3.3.1	Almacenamiento externo	15
3.3.2	Almacenamiento prolongado	15
3.3.2.1	Local de almacenamiento	16
3.3.2.1.1	Almacenamiento interno	16
3.3.2.1.2	Almacenamiento externo	16
3.3.2.2	Piezas separadas	16
3.3.3	Preservación del motor durante el almacenamiento	16
3.3.3.1	Resistencia de calentamiento	16
3.3.3.2	Resistencia de aislamiento	16
3.3.3.3	Superficies mecanizadas expuestas	17
3.3.3.4	Sellado	17
3.3.3.5	Cojinetes	17
3.3.3.5.1	Cojinete de rodamiento lubricado a grasa	17
3.3.3.5.2	Cojinete de rodamiento lubricado a aceite	17
3.3.3.5.3	Cojinete de deslizamiento	17
3.3.3.6	Cajas de conexión	18
3.3.3.7	Intercambiador de calor aire-agua	18
3.3.3.8	Limpieza y conservación del motor durante el almacenamiento	18
3.3.3.9	Inspecciones y registros durante el almacenamiento	18
3.3.3.10	Mantenimiento predictivo / preventivo	18
3.3.3.11	Plan de mantenimiento durante el almacenamiento	19
3.3.4	Preparación para puesta en operación	20
3.3.4.1	Limpieza	20
3.3.4.2	Inspección de los cojinetes	20
3.3.4.3	Lubricación de los cojinetes	20
3.3.4.4	Verificación de la resistencia de aislamiento	20
3.3.4.5	Intercambiador de calor aire-agua	20
3.3.4.6	Otros	20
4	INSTALACIÓN	21
4.1	LOCAL DE INSTALACIÓN	21
4.2	TRABA DEL EJE	21
4.2.1	Traba axial	21
4.2.2	Traba radial	21
4.2.3	Procedimiento para sustitución del dispositivo de traba radial	21
4.3	SENTIDO DE GIRO	21
4.4	RESISTENCIA DE AISLAMIENTO	21
4.4.1	Instrucciones de seguridad	21
4.4.2	Consideraciones generales	22
4.4.3	Medición en los devanados del estator	22
4.4.4	Informaciones adicionales	22
4.4.5	Conversión de los valores medidos	22
4.4.6	Índice de Polarización (I.P.)	23
4.4.7	Valores mínimos recomendados	23
4.5	PROTECCIONES	23
4.5.1	Protecciones térmicas	23
4.5.1.1	Límites de temperatura para los devanados	23
4.5.1.2	Temperaturas para alarma y apagado	24
4.5.1.3	Temperatura y resistencia óhmica de las termoresistencias Pt100	25
4.5.1.4	Resistencia de calentamiento	25
4.5.2	Sensor de pérdida de agua	25

4.6	REFRIGERACIÓN.....	25
4.6.1	Refrigeración por intercambiador de calor aire-agua	25
4.6.1.1	Radiadores para aplicación con agua de mar.....	25
4.6.2	Refrigeración por ventilación independiente.....	26
4.6.3	Limpieza del intercambiador de calor aire / aire	26
4.7	ASPECTOS ELÉCTRICOS	26
4.7.1	Conexiones eléctricas.....	26
4.7.1.1	Conexiones eléctricas principales.....	26
4.7.1.2	Puesta a tierra	26
4.7.2	Esquemas de conexión.....	27
4.7.2.1	Esquemas de conexión conforme la norma IEC60034-8	27
4.7.2.1.1	Esquemas del estator	27
4.7.2.2	Esquema de conexión conforme la norma NEMA MG1	28
4.7.2.2.1	Esquemas del estator	28
4.7.2.3	Sentido de rotación.....	28
4.7.2.4	Esquema de conexión de los accesorios	28
4.8	ASPECTOS MECÁNICOS	29
4.8.1	Base.....	29
4.8.2	Esfuerzos en la base.....	29
4.8.3	Montaje del motor	29
4.8.3.1	Motor con brida y eje sólido.....	29
4.8.3.2	Motor con brida y eje hueco	29
4.8.4	Conjunto de placa de anclaje.....	30
4.8.5	Frecuencia natural de la base.....	30
4.8.6	Nivelación	30
4.8.7	Alineación	30
4.8.8	Alineación de motor con eje hueco	31
4.8.9	Conjunto perno guía.....	31
4.8.10	Acoplamientos	32
4.8.10.1	Acoplamiento directo	32
4.8.10.2	Acoplamiento por engranaje.....	32
4.8.10.3	Acoplamiento por medio de poleas y correas	32
4.8.10.4	Acoplamiento para motores de eje hueco	33
4.9	UNIDAD HIDRÁULICA	33
5	ARRANQUE	34
5.1	ARRANQUE DIRECTO	34
5.2	FRECUENCIA DE ARRANQUES DIRECTOS.....	34
5.3	CORRIENTE DE ROTOR BLOQUEADO	34
5.4	ARRANQUE CON CORRIENTE REDUCIDA.....	34
6	COMISIONAMIENTO	35
6.1	INSPECCIÓN PRELIMINAR.....	35
6.2	ARRANQUE INICIAL.....	35
6.2.1	Procedimiento de arranque.....	35
6.3	OPERACIÓN	36
6.3.1	General	36
6.3.2	Temperaturas.....	36
6.3.3	Cojinetes.....	36
6.3.3.1	Sistema de inyección de aceite bajo alta presión.....	36
6.3.4	Radiadores.....	36
6.3.5	Vibración.....	37
6.3.6	Límites de vibración del eje.....	37
6.3.7	Apagado.....	37
7	MANTENIMIENTO.....	38
7.1	GENERAL.....	38
7.2	LIMPIEZA GENERAL	38
7.3	MANTENIMIENTO DE LOS DEVANADOS	38
7.3.1	Inspección de los devanados	38
7.3.2	Limpieza de los devanados.....	38
7.3.3	Inspecciones tras la limpieza	39
7.3.4	Reimpregnación.....	39
7.3.5	Resistencia de Aislamiento	39
7.4	MANTENIMIENTO DEL SISTEMA DE REFRIGERACIÓN	39
7.5	MANTENIMIENTO DE LOS RADIADORES	39
7.6	VIBRACIÓN	39
7.7	MANTENIMIENTO DEL TRINQUETE ANTIRREVERSIÓN	39
7.8	DISPOSITIVO DE PUESTA A TIERRA DEL EJE	40

7.9	MANTENIMIENTO DE LOS COJINETES.....	40
7.9.1	Cojinetes de rodamiento a grasa	40
7.9.1.1	Instrucciones para lubricación.....	40
7.9.1.2	Procedimiento para la relubricación de los rodamientos	40
7.9.1.3	Relubricación de los rodamientos con dispositivo de cajón para remoción de la grasa	40
7.9.1.4	Tipo y cantidad de grasa	41
7.9.1.5	Grasas opcionales.....	41
7.9.1.6	Procedimiento para cambio de la grasa	41
7.9.1.7	Grasas para bajas temperaturas.....	42
7.9.1.8	Compatibilidad de grasas.....	42
7.9.1.9	Desmontaje - cojinetes verticales.....	42
7.9.1.9.1	Antes de desmontar.....	42
7.9.1.9.2	Desmontaje del cojinete inferior	42
7.9.1.9.3	Desmontaje del cojinete superior.....	42
7.9.1.10	Montaje de los cojinetes.....	43
7.9.2	Cojinetes de rodamiento a aceite	43
7.9.2.1	Instrucciones para lubricación.....	43
7.9.2.2	Tipo de aceite.....	43
7.9.2.3	Cambio del aceite.....	43
7.9.2.4	Operación de los cojinetes	44
7.9.2.5	Desmontaje de los cojinetes	44
7.9.2.6	Montaje de los cojinetes.....	45
7.9.3	Sustitución de los rodamientos	45
7.9.4	Cojinetes de deslizamiento	45
7.9.4.1	Datos de los cojinetes	45
7.9.4.2	Instalación y operación de los cojinetes	45
7.9.4.3	Refrigeración con circulación de agua	45
7.9.4.4	Cambio de aceite.....	45
7.9.4.5	Sellados	46
7.9.4.6	Operación de los cojinetes de deslizamiento	46
7.9.4.7	Mantenimiento de los cojinetes de deslizamiento	46
7.9.4.8	Desmontaje y montaje de los cojinetes	46
7.9.4.8.1	Cojinete de empuje (superior)	46
7.9.4.8.2	Cojinete de guía (inferior)	47
7.9.4.9	Desmontaje/montaje de los sensores de temperatura de los cojinetes de deslizamiento.....	47
8	DESMONTAJE Y MONTAJE DEL MOTOR	48
8.1	LISTA DE PIEZAS.....	48
8.2	DESMONTAJE.....	48
8.3	MONTAJE	48
8.4	MEDICIÓN DEL ENTREHIERRO	48
8.5	TORQUE DE APRIETE.....	49
8.6	REPUESTOS	50
9	PLAN DE MANTENIMIENTO.....	51
10	ANORMALIDADES, CAUSAS Y SOLUCIONES.....	52
11	DECLARACIÓN DE CONFORMIDAD	54
12	INFORMACIONES AMBIENTALES	55
12.1	EMBALAJE.....	55
12.2	PRODUCTO.....	55
12.3	RESIDUOS PELIGROSOS	55
13	ASISTENTES TÉCNICOS.....	55
14	TÉRMINO DE GARANTÍA	56

1 INTRODUCCIÓN

Este manual se refiere a los motores de inducción trifásicos de baja y alta tensión.

Motores con especialidades pueden ser suministrados con documentos específicos (dibujos, esquema de conexión, curvas características etc.). Estos documentos, así como este manual, deben ser evaluados criteriosamente antes de proceder a la instalación, operación o mantenimiento del motor.

Para informaciones sobre el uso de convertidor de frecuencia, es obligatorio seguir las instrucciones de la documentación técnica específica del motor y del manual del convertidor de frecuencia.

Consultar a WEG en caso de que exista necesidad de alguna aclaración adicional para los motores con grandes especialidades constructivas. Todos los procedimientos y normas que constan en este manual deberán ser seguidos para garantizar el buen funcionamiento del motor y la seguridad del personal involucrado en su operación. Observar estos procedimientos es igualmente importante para asegurar la validez de la garantía del motor. Por lo tanto, recomendamos la lectura minuciosa de este manual antes de la instalación y operación del motor. En caso de que persista alguna duda, consulte a WEG.

1.1 AVISOS DE SEGURIDAD EN EL MANUAL

En este manual son utilizados los siguientes avisos de seguridad:



PELIGRO

La no consideración de los procedimientos recomendados en este aviso puede llevar a la muerte, heridas graves o daños materiales considerables.



ATENCIÓN

La no consideración de los procedimientos recomendados en este aviso puede llevar a daños materiales.



NOTA

El texto tiene el objetivo de proveer informaciones importantes para el correcto entendimiento y el buen funcionamiento del producto.

2 INSTRUCCIONES GENERALES

Todos aquellos que trabajan con instalaciones eléctricas, sea en el montaje, en la operación o en mantenimiento, deberán ser permanentemente informados y estar actualizados sobre las normas y prescripciones de seguridad que rigen el servicio, siendo aconsejados a cumplirlas rigurosamente. Antes del inicio de cualquier trabajo, cabe al responsable asegurarse de que todo fue debidamente observado y alertar a su personal sobre los peligros inherentes a la tarea que será ejecutada. Los motores de este tipo, cuando son aplicados inadecuadamente o reciben mantenimiento deficiente, o incluso, cuando reciben intervención de personas no capacitadas, pueden causar serios daños personales y/o materiales. Se recomienda que estos servicios sean ejecutados por personal capacitado.

2.1 PERSONAS CAPACITADAS

Se entiende por personas capacitadas aquellas que, en función de su capacitación, experiencia, nivel de instrucción, conocimientos de las normas pertinentes, especificaciones, normas de seguridad, prevención de accidentes y conocimiento de las condiciones de operación, hayan sido autorizadas por los responsables para la realización de los trabajos necesarios y que puedan reconocer y evitar posibles peligros.

Estas personas capacitadas también deben conocer los procedimientos de primeros auxilios y ser capaces de prestar estos servicios, si fuera necesario.

Se presupone que todo trabajo de puesta en funcionamiento, mantenimiento y reparaciones sean hechos únicamente por personas capacitadas.

2.2 INSTRUCCIONES DE SEGURIDAD



PELIGRO

Durante la operación, estos equipos poseen partes energizadas o giratorias expuestas, que pueden presentar alta tensión o altas temperaturas. De esta forma, la operación con cajas de conexión abiertas, acoplamiento no protegidos, o manipulación errónea, sin considerar las normas de operación, puede causar graves accidentes personales o materiales.



ATENCIÓN

Cuando se pretende utilizar aparatos y equipos, fuera del ambiente industrial, el usuario debe garantizar la seguridad del equipo a través de la adopción de las debidas medidas de protección y seguridad durante el montaje (por ejemplo, impedir la aproximación de personas, contacto de niños y otros).

Los responsables por la seguridad de la instalación deben garantizar que:

- Solamente personas capacitadas efectúen la instalación y operación del equipo;
- Estas personas tengan en manos este manual y demás documentos suministrados con el motor, así como realizar los trabajos, observando rigurosamente las instrucciones de servicio, las normas pertinentes y la documentación específica de los productos.



ATENCIÓN

El no cumplimiento de las normas de instalación y de seguridad puede anular la garantía del producto. Los equipos para combate a incendio, así como los avisos sobre primeros auxilios, deberán estar en el local de trabajo, en lugares bien visibles y de fácil acceso.

Deben observar también:

- Todos los datos técnicos en lo que se refiere a las aplicaciones permitidas (condiciones de funcionamiento, conexiones y ambiente de instalación) contenidos en el catálogo, en la documentación del pedido, en las instrucciones de operación, en los manuales y demás documentaciones;
- Las determinaciones y condiciones específicas para la instalación local;
- El empleo de herramientas y equipos adecuados para manipulación y transporte;
- Que los dispositivos de protección de los componentes individuales sean removidos poco antes de la instalación.

Las piezas individuales deben ser almacenadas en ambientes libres de vibración, evitando caídas y protegidas contra agentes agresivos y/o que pongan en riesgo la seguridad de las personas.

2.3 NORMAS

Los motores son especificados, proyectados, fabricados y probados de acuerdo con las normas descritas en la Tabla 2.1. Las normas aplicables son especificadas en el contrato comercial que, a su vez, dependiendo de la aplicación o del local de la instalación, pueden indicar otras normas nacionales o internacionales.

Tabla 2.1: Normas aplicables

	IEC / NBR	NEMA
Especificación	IEC60034-1 NBR 17094	MG1-1,10,20
Dimensiones	IEC60072 NBR 15623	MG1-4,11
Ensayos	IEC60034-2 NBR 5383	MG1-12
Grados de Protección	IEC60034-5 NBR IEC 60034-5	MG1-5
Refrigeración	IEC60034-6 NBR IEC 60034-6	MG1-6
Formas Constructivas	IEC60034-7 NBR IEC 60034-7	MG1-4
Ruido	IEC60034-9 NBR IEC 60034-9	MG1-9
Vibración mecánica	IEC60034-14 NBR IEC 60034-14	MG1-7
Marcación de los terminales	IEC60034-8 NBR 15367	MG1-2
Tolerancias mecánicas	ISO286 NBR6158	MG1-4
Balanceo	ISO1940	MG1-7

2.4 CARACTERÍSTICAS DEL AMBIENTE

El motor fue proyectado de acuerdo con las características del ambiente (temperatura y altitud) específicas para su aplicación y están descritas en la placa de identificación y en la hoja de datos del motor.



ATENCIÓN

Para utilización de motores con refrigeración a agua, con temperatura ambiente inferior a +5 °C, deben ser adicionados aditivos anticongelantes en el agua.

2.5 CONDICIÓN DE OPERACIÓN

Para que el certificado de garantía del producto tenga validez, el motor debe ser operado de acuerdo con los datos nominales indicados en su placa de identificación, siguiendo las normas aplicables y las informaciones contenidas en este manual.

2.6 TENSIÓN Y FRECUENCIA

Es muy importante garantizar una correcta alimentación de energía eléctrica para el motor. Los conductores, así como todo el sistema de protección, deben garantizar una calidad de energía eléctrica del motor dentro de los parámetros, conforme la norma IEC60034-1:

- Tensión: podrá variar dentro de un rango de $\pm 10\%$ del valor nominal;
- Frecuencia: podrá variar dentro de un rango entre -5 y +3% del valor nominal.

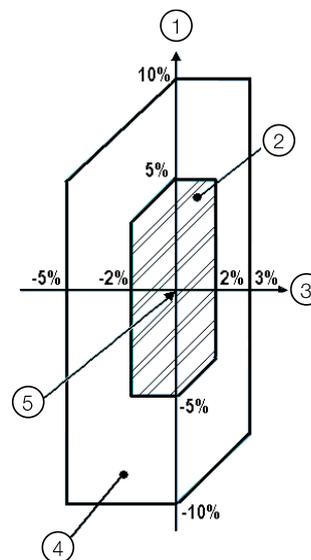


Figura 2.1: Límites de las variaciones de tensión y frecuencia

Detalle de la Figura 2.1:

1. Tensión
2. Zona A
3. Frecuencia
4. Zona B (exterior a zona A)
5. Tensión de características nominales

El motor debe ser capaz de desempeñar continuamente su función principal en la Zona A, pero puede no presentar completamente sus características de desempeño, en tensión y frecuencia nominales (ver punto de características nominales en la Figura 2.1), cuando puede presentar algunos desvíos. Las elevaciones de temperatura pueden ser superiores a aquellas en tensión y frecuencia nominales.

El motor debe ser capaz de desempeñar su función principal en la Zona B, pero en lo que se refiere a características de desempeño en tensión y frecuencia nominales, puede presentar desvíos superiores a aquellos de la Zona A. Las elevaciones de temperatura pueden ser superiores a las verificadas en la tensión y frecuencia nominales y, muy probablemente, superiores a aquellas de la Zona A.

No es recomendada la operación prolongada en la periferia de la Zona B.

3 RECEPCIÓN, MANIPULACIÓN Y ALMACENAMIENTO

3.1 RECEPCIÓN

Todos los motores suministrados son probados y están en perfectas condiciones de operación. Las superficies mecanizadas son protegidas contra corrosión. El embalaje deberá ser verificado tras su recepción, para constatar que no sufrió eventuales daños durante el transporte.



ATENCIÓN

Toda avería deberá ser fotografiada, documentada y comunicada inmediatamente a la empresa transportadora, a la aseguradora y a WEG. La no comunicación implicará la pérdida de la garantía.



ATENCIÓN

Las piezas suministradas en embalajes adicionales deben ser verificadas durante la recepción.

- Al levantar el embalaje (o el contenedor), deben ser observados los locales correctos para izamiento, el peso indicado en el embalaje o en la placa de identificación, así como la capacidad y el funcionamiento de los dispositivos de izamiento;
- Motores acondicionados en embalaje de madera deben ser levantados siempre por sus propios cáncamos o por apiladora adecuada, nunca deben ser levantados por el embalaje;
- El embalaje nunca podrá ser dado vuelta. Póngalo en el piso con cuidado (sin causar impactos) para evitar daños a los cojinetes;
- No remover la grasa de protección contra corrosión de la punta del eje, ni las gomas o tapones de cierre de los agujeros de las cajas de conexión. Estas protecciones deberán permanecer en el local hasta la hora del montaje final;
- Luego de retirar el embalaje, se debe realizar una completa inspección visual del motor;
- El sistema de trabamiento del eje debe ser removido solamente poco antes de la instalación y almacenado, para ser utilizado en un transporte futuro del motor.

3.2 MANIPULACIÓN

- La manipulación de los motores verticales deberá ser hecha conforme es mostrado en la Figura 3.1;
- Utilizar los cáncamos superiores del motor para moverlo en posición vertical, de modo que las cadenas o cables de suspensión queden también en posición vertical, evitando esfuerzos desmedidos en los cáncamos.

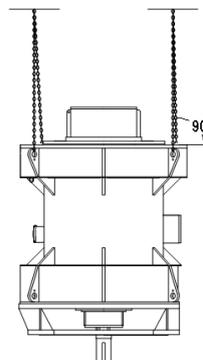


Figura 3.1: Manipulación de los motores



NOTAS

- Observar el peso indicado. No levantar el motor a los tirones ni colocarlo bruscamente en el piso, ya que eso podrá causar daños a los cojinetes;
- Para levantar el motor, utilizar solamente los cáncamos existentes para esta finalidad. Si fuera necesario, utilizar durmiente para proteger partes del motor;
- Los cáncamos en el intercambiador de calor, tapas, cojinetes, radiador, caja de conexión etc., sirven solamente para manipular estos componentes;
- Nunca utilizar el eje para levantar el motor;
- Los cáncamos de suspensión de la carcasa sirven solamente para levantar el motor. Nunca los utilice para levantar el conjunto motor-máquina accionada.



ATENCIÓN

- Para mover o transportar el motor, el eje debe ser trabado con el dispositivo de traba suministrado con el motor;
- Los dispositivos y equipos para izamiento deben tener capacidad para soportar el peso del motor.

3.2.1 Posicionamiento de los motores

Los motores verticales son suministrados con cáncamos para suspensión en las partes delantera y trasera. Algunos motores son transportados en la posición horizontal y necesitan ser movidos hacia la posición original. La Figura 3.2 muestra el movimiento de los motores de la posición horizontal hacia la vertical y viceversa.

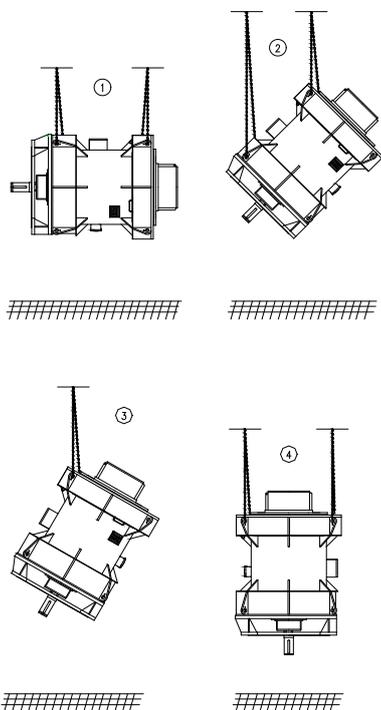


Figura 3.2: Posicionamiento de los motores

Para posicionar motores verticales, proceder de acuerdo con las recomendaciones a seguir:

1. Levantar el motor a través de los cáncamos laterales, utilizando dos polipastos;
2. Bajar la parte delantera del motor y al mismo tiempo levantar la parte trasera hasta que éste obtenga equilibrio;
3. Soltar los cables de la parte delantera del motor y girarlo 180° para posibilitar la fijación de estos cables en los otros ojales de la parte trasera del motor;
4. Fijar los cables sueltos en los cáncamos de la parte trasera del motor y levantarlos hasta que el motor quede en posición vertical.



ATENCIÓN

El no seguimiento de estas recomendaciones podrá causar daños al equipo, heridas a personas, o ambos.

3.3 ALMACENAMIENTO

En caso de que el motor no sea instalado inmediatamente a su recepción, deberá permanecer dentro del embalaje y deberá ser almacenado en lugar protegido contra humedad, vapores, cambios bruscos de calor, roedores e insectos.

Para que los cojinetes no sean dañados, el motor deberá ser almacenado en locales exentos de vibraciones.



ATENCIÓN

Las resistencias de calentamiento deben permanecer encendidas durante el almacenamiento, para así evitar la condensación del agua en el interior del motor. Cualquier daño en la pintura o en las protecciones contra herrumbre de las partes mecanizadas deberá ser retocado.

3.3.1 Almacenamiento externo

El motor debe ser almacenado en local seco, libre de inundaciones y de vibraciones.

Reparar todos los daños en el embalaje antes de almacenar el motor, lo que es necesario para garantizar condiciones apropiadas de almacenamiento.

Posicionar el motor sobre estrados o cimientos que garanticen protección contra la humedad de la tierra y que impidan que éste se hunda en el suelo. Debe ser asegurada una libre circulación de aire por debajo del motor. La cubierta de protección utilizada para proteger el motor contra intemperies, no debe hacer contacto con las superficies de éste. Para garantizar la libre circulación de aire entre el motor y la cubierta de protección, colocar bloques de madera como espaciadores.

3.3.2 Almacenamiento prolongado

Cuando el motor permanece almacenado por un largo período (dos meses o más) antes de su puesta en operación, queda expuesto a influencias externas, como fluctuaciones de temperatura, humedad, agentes agresivos etc.

Los espacios vacíos en el interior del motor, como el de los rodamientos, caja de conexión y devanados, permanecen expuestos a la humedad del aire, que se puede condensar y, dependiendo del tipo y del grado de contaminación del aire, también podrán penetrar sustancias agresivas en esos espacios vacíos.

Como consecuencia, tras períodos prolongados de almacenamiento, la resistencia de aislamiento de los devanados puede caer a valores por debajo de los admisibles, componentes internos como rodamientos pueden oxidarse, y el poder de lubricación del agente lubricante en los cojinetes puede ser afectado adversamente.

Todas estas influencias aumentan el riesgo de daño antes del arranque del motor.



ATENCIÓN

Para que la garantía del motor tenga validez, se debe asegurar que todas las medidas preventivas descritas en este manual, como aspectos constructivos, mantenimiento, embalaje, almacenamiento e inspecciones periódicas, sean seguidas y registradas.

Las instrucciones de almacenamiento prolongado son válidas para motores que permanecen almacenados por largos períodos (dos meses o más) antes de ser puestos en operación, o para motores ya instalados que estén en parada prolongada, considerando el mismo período de tiempo.

3.3.2.1 Local de almacenamiento

Para garantizar las mejores condiciones de almacenamiento del motor, durante largos períodos, el local escogido debe obedecer rigurosamente los criterios descritos en los ítems 3.3.2.1.1 y 3.3.2.1.2.

3.3.2.1.1 Almacenamiento interno

Para asegurar mejores condiciones de almacenamiento del motor, el local de almacenamiento debe obedecer rigurosamente a los siguientes criterios:

- El ambiente debe ser cerrado, cubierto, libre de contaminantes en el aire (humedad, vapor, polvo, partículas y fumos agresivos) y libre de inundaciones;
- El local debe estar protegido contra variaciones súbitas de temperatura, humedad, roedores e insectos;
- Local libre de vibraciones, para no causar daños a los cojinetes del motor;
- El piso debe ser de hormigón nivelado con estructura resistente para soportar el peso del motor;
- Poseer sistema de detección y extinción de incendio;
- Estar provisto de electricidad para alimentación de las resistencias de calentamiento con sistema de detección de fallo de alimentación;
- Ambiente exclusivo para almacenamiento de máquinas eléctricas (no mezclar con otros equipos y/o productos que pueden perjudicar el correcto almacenamiento del motor);
- Local con facilidades de servicios de manoseo de cargas, adecuado para posibilitar el movimiento y retirada del motor;
- No puede existir presencia de gases corrosivos, como cloro, dióxido de azufre o ácidos;
- El ambiente debe poseer sistema de ventilación con filtro de aire;
- Temperatura ambiente entre 5 °C y 60 °C, no debiendo presentar variación súbita de temperatura;
- Humedad relativa del aire <50%;
- Poseer prevención contra suciedad y depósito de polvo;
- El motor debe ser almacenado sobre una base metálica adecuada que impida la absorción de humedad proveniente del suelo.

En caso de que alguno de estos requisitos no sea cumplido en el local del almacenamiento, WEG sugiere que sean incorporadas protecciones adicionales en el embalaje del motor durante el período de almacenamiento, conforme sigue:

- Caja de madera cerrada, o similar, con instalación eléctrica que permita que las resistencias de calentamiento puedan ser energizadas;
- En caso de que exista riesgo de infección y formación de hongos, el embalaje deberá ser protegido en el local de almacenamiento, rociándolo o pintándolo con agentes químicos apropiados;
- La preparación del embalaje debe ser hecha con cuidado por una persona experimentada.

3.3.2.1.2 Almacenamiento externo



ATENCIÓN

No es recomendado el almacenamiento externo del motor (al aire libre).

En caso de que el almacenamiento externo no pueda ser evitado, el motor debe estar acondicionado en embalaje específico para esta condición, conforme sigue:

- Para almacenamiento externo (a la intemperie), además del embalaje recomendado para almacenamiento interno, el embalaje debe ser cubierto con una

protección contra polvo, humedad y otros materiales extraños, utilizando una lona o plástico resistente;

- Posicione el embalaje sobre plataformas o cimientos que garanticen la protección contra la humedad de la tierra y que impidan que se hunda en el suelo;
- Luego de que el embalaje esté cubierto, deberá ser construido un refugio para protegerlo contra lluvia directa, nieve y calor excesivo del sol.



ATENCIÓN

En caso de que el motor permanezca almacenado por largos períodos (dos meses o más), se recomienda inspeccionarlo regularmente, conforme es especificado en el ítem Plan de mantenimiento durante el almacenamiento de este manual.

3.3.2.2 Piezas separadas

- Caso hayan sido suministradas piezas desmontadas del motor (caja de conexión, intercambiador de calor, tapa, etc.), estas piezas deberán ser montadas en el motor para almacenarlo;
- Los repuestos deben ser almacenados en local adecuado, conforme en los ítems 3.3.2.1.1 y 3.3.2.1.2 de este manual;
- La humedad relativa del aire, dentro del embalaje, no deberá exceder 50%;
- Los rodamientos no deben ser sometidos a golpes, caídas, almacenamiento con vibración o humedad, ya que pueden provocar marcas en las pistas internas o en las esferas, reduciendo su vida útil.

3.3.3 Preservación del motor durante el almacenamiento

3.3.3.1 Resistencia de calentamiento

Las resistencias de calentamiento deben permanecer energizadas durante todo el período de almacenamiento del motor, para evitar la condensación de la humedad en su interior y garantizar que la resistencia de aislamiento de los devanados permanezca dentro de niveles aceptables. El circuito de activación de las resistencias de calentamiento debe ser exclusivo y deben ser realizadas y registradas mensualmente las lecturas de voltaje y corriente eléctrica de este circuito.

Se recomienda que sea instalado un señalizador junto al motor para indicar que las resistencias están energizadas.

3.3.3.2 Resistencia de aislamiento

Durante el período de almacenamiento, la resistencia de aislamiento de los devanados del motor debe ser medida y registrada cada tres meses y antes de la instalación del motor o, eventualmente, caso ocurra alguna alteración en el proceso de preservación (por ejemplo, falta prolongada de energía eléctrica).

Los procedimientos de medición y los criterios de aceptación de los resultados deben ser conforme norma IEEE-43.

Si fueran registradas eventuales caídas del valor de la resistencia de aislamiento, éstas deberán ser investigadas.

3.3.3.3 Superficies mecanizadas expuestas

Todas las superficies mecanizadas expuestas (p. ej. punta de eje y bridas) son protegidas en fábrica con un agente protector temporario (inhibidor de herrumbre). Esta película protectora debe ser reaplicada por lo menos cada seis meses, o cuando sea removida y/o dañada.

Producto Recomendado: Aceite protector Anticorit BW

Proveedor: Fuchs.

3.3.3.4 Sellado

Las gomas de sellado, juntas, bujes y prensacables del motor, deben ser inspeccionados anualmente y sustituidos, si necesario.

3.3.3.5 Cojinetes

3.3.3.5.1 Cojinete de rodamiento lubricado a grasa

- Los rodamientos son lubricados en fábrica para realización de los ensayos en el motor;



ATENCIÓN

Para conservar los cojinetes en buenas condiciones, durante el período de almacenamiento, **se debe remover el dispositivo de traba del eje, cada dos meses, y girar el rotor del motor un mínimo de 10 vueltas completas, a una rotación de 30 rpm**, para hacer circular la grasa y conservar las partes internas de los cojinetes.

- Antes de poner el motor en operación, los rodamientos deben ser relubricados;
- En caso de que el motor permanezca almacenado por un período superior a 2 años, los rodamientos deberán ser desmontados, lavados, inspeccionados y relubricados.

3.3.3.5.2 Cojinete de rodamiento lubricado a aceite

- Dependiendo de la posición de montaje del motor y del tipo de lubricación, el motor puede ser transportado con o sin aceite en los cojinetes;
- El almacenamiento del motor debe ser hecho en su posición original de funcionamiento, con aceite en los cojinetes, cuando sea especificado;
- El nivel de aceite debe ser respetado, permaneciendo en la mitad del visor de nivel.



ATENCIÓN

Para conservar los cojinetes en buenas condiciones, durante el período de almacenamiento, **cada dos meses se debe remover el dispositivo de traba del eje y girar el rotor del motor un mínimo de 10 vueltas completas, a una rotación de 30 rpm**, para hacer circular el aceite y conservar las partes internas de los cojinetes.

- Antes de poner el motor en operación, los rodamientos deben ser relubricados;
- En caso de que el motor permanezca almacenado por un período superior a 2 años, los cojinetes deberán ser desmontados, lavados, inspeccionados y relubricados.

3.3.3.5.3 Cojinete de deslizamiento

Dependiendo de la posición de montaje de la máquina y del tipo de lubricación, ésta puede ser transportada con o sin aceite en los cojinetes.

El almacenamiento de la máquina debe ser hecho en su posición original de funcionamiento y con aceite en los cojinetes, cuando sea especificado.

El nivel del aceite de los cojinetes debe ser respetado, permaneciendo en la mitad del visor de nivel.

Para conservar los cojinetes en buenas condiciones, durante el período de almacenamiento, los siguientes procedimientos de preservación deben ser ejecutados:

- Cerrar todos los agujeros roscados con plugs;
- Verificar si todas las bridas (ej.: entrada y salida de aceite) están cerradas. En caso de que no lo estén, deberán ser cerradas con tapas ciegas;
- El nivel de aceite debe ser respetado, permaneciendo en la mitad del visor de nivel;
- Cada dos meses, retire el dispositivo de bloqueo el eje, añada entre 100 y 200 ml de aceite lubricante a través de la mirilla en la parte superior del rodamiento y girar el eje que puede hacerse manualmente con la ayuda de una palanca, Dos o tres vueltas completas son suficientes.



ATENCIÓN

Caso el motor esté con el dispositivo de traba radial, utilizado para transporte, se debe sustituirlo conforme ítem 4.2.3, para que se efectúe el giro del eje del motor.



NOTAS

Para cojinetes que poseen sistema de inyección de aceite con alta presión (jacking), este sistema debe ser accionado para efectuar el giro del rotor de la máquina. Para los cojinetes sin depósito interno de aceite (cárter seco) y para los rodamientos de empuje y contra-rodamiento, el sistema de circulación de aceite debe ser activado para girar el eje de la máquina.

El giro del eje debe ser hecho siempre en el sentido de rotación de la máquina.

Después de 6 meses de almacenamiento, se debe utilizar el procedimiento a seguir, para así proteger el cojinete internamente, así como las superficies de contacto, contra corrosión:

- Cerrar todos los agujeros roscados con plugs;
- Sellar los intersticios entre el eje y el sello del cojinete en el eje con cinta adhesiva a prueba de agua;
- Verificar si todas las bridas (ej.: entrada y salida de aceite) están cerradas. En caso de que no lo estén, deberán ser cerradas con tapas ciegas;
- Retirar el visor superior del cojinete y aplicar el spray anticorrosivo (TECTYL 511 o equivalente) en el interior del cojinete;
- Cerrar el cojinete con el visor superior.



NOTAS

En caso de que el cojinete no posea visor superior, deberá ser desmontada la tapa superior del cojinete, para aplicación del anticorrosivo.

Repetir el procedimiento descrito arriba a cada 6 meses de almacenamiento.

Si el período de almacenamiento es superior a 2 años, se debe cambiar el aceite de los cojinetes:

3.3.3.6 Cajas de conexión

Cuando la resistencia de aislamiento de los devanados del motor sea medida, se deberá inspeccionar también la caja de conexión principal y las demás cajas de conexiones, observando los siguientes aspectos:

- El interior debe estar seco, limpio y libre de polvo;
- Los elementos de contacto no pueden presentar corrosión;
- Los sellados deben estar en condiciones apropiadas;
- Las entradas de los cables deben estar correctamente selladas.



ATENCIÓN

Si alguno de estos ítems no estuviera en conformidad, se deberá hacer una limpieza o reposición de piezas.

3.3.3.7 Intercambiador de calor aire-agua

Para garantizar mejores condiciones de almacenamiento del radiador durante largos períodos, se hace necesario atender rigurosamente los siguientes criterios:

- Remover las bridas de alimentación del radiador para tener acceso al mismo;
- Drenar completamente el agua de dentro de los tubos y cabezales del radiador;
- Soplar aire caliente en uno de los bocales de 15 a 20 minutos, afín de eliminar la humedad en el interior del radiador. Para este procedimiento, los tubos del radiador deben estar en la posición horizontal y las bridas de entrada y salida de agua colocados de tal manera que el agua sea totalmente eliminada.
- Después del secado, las bridas deben ser cerradas o cubiertas con placas ciegas con juntas de sellado, afín de garantizar un perfecto sellado.
- Instalar un manómetro en una de las bridas y en la otra una válvula del tipo globo.
- Presurizar el enfriador con gas inerte (Nitrógeno u otro) con presión de 1,2 bar abs.
- Esta presión deberá ser verificada mensualmente, durante la fase de almacenamiento del enfriador, que no debe ser expuesto a temperaturas superiores a 50°C.
- Considerándose que el procedimiento de almacenamiento sea debidamente seguido, las juntas de sellado del radiador deben ser sustituidas a cada de 3 años, conforme recomendación del suministrador de los radiadores.



ATENCIÓN

El radiador presurizado debe ser manoseado con el debido cuidado. Utilizar placa de advertencia informando que el equipo está presurizado y que no debe ser expuesto a temperaturas superiores a 50°C.



NOTA

Durante cortas paradas de operación, es preferible mantener la circulación del agua a bajas velocidades, que interrumpir su circulación por el intercambiador de calor sin su drenaje, garantizando así que los productos nocivos como compuestos de amonio y sulfuro de hidrógeno sean cargados hacia fuera del radiador y no se depositen en su interior.

3.3.3.8 Limpieza y conservación del motor durante el almacenamiento

- El motor debe estar libre de aceite, agua, polvo y suciedad;
- Se debe limpiar la parte externa del motor con aire comprimido con presión reducida.
- Remover los señales de herrumbre removibles con un paño limpio embebido en solvente de petróleo.
- Verificar si los cojinetes y cavidades de lubricación están libres de polvo y suciedad y si los *plugs* de los cojinetes están debidamente apretados.

Rayas, marcas o herrumbre en la punta del eje deben ser removidos con cuidado.

3.3.3.9 Inspecciones y registros durante el almacenamiento

El motor almacenado debe ser inspeccionado periódicamente y los registros de inspección deben ser archivados. Los siguientes puntos deben ser inspeccionados:

1. Verificar se hay daños físicos en el motor y repararlos, caso sea necesario;
2. Inspeccionar las condiciones de limpieza del motor;
3. Verificar se hay señales de condensación de agua en el interior del motor;
4. Verificar las condiciones del revestimiento protector de las partes maquinadas expuestas;
5. Verificar las condiciones de la pintura y repararla, caso sea necesario;
6. Verificar se hay señales de agentes agresivos;
7. Verificar el funcionamiento de las resistencias de calentamiento;
8. Medir y registrar la temperatura ambiente y la humedad relativa alrededor del motor;
9. Medir y registrar la temperatura, la resistencia de aislamiento y el índice de polarización del bobinado del estator;
10. Cerciorarse que el local de almacenamiento esté de acuerdo con los criterios descritos en el ítem 3.3.2.1.

3.3.3.10 Mantenimiento predictivo / preventivo

WEG recomienda que, a cada 3 años de almacenamiento, el motor almacenado sea enviado para un Asistente Técnico Autorizado de WEG Energía o para la propia fábrica de WEG Energía, con el objetivo de realizar un mantenimiento predictivo completa. El procedimiento completo de mantenimiento predictivo comprende en desmontar o motor completo para inspección y, después del montaje, realizar un ensayo de rutina en el laboratorio de pruebas.

3.3.3.11 Plan de mantenimiento durante el almacenamiento

Durante el período de almacenamiento, el mantenimiento del motor deberá ser ejecutado y registrado de acuerdo con el plan descrito en la Tabla 3.1.

Tabla 3.1: Plan de almacenamiento

	Mensual	2 meses	6 meses	2 años	Antes de entrar en operación	Notas
LOCAL DE ALMACENAMIENTO						
Inspeccionar las condiciones de limpieza		X			X	
Inspeccionar las condiciones de humedad y temperatura		X				
Verificar señales de infestaciones de insectos		X				
EMBALAJE						
Inspeccionar daños físicos			X			
Inspeccionar la humedad relativa en el interior		X				
Cambiar el deshumidificador en el embalaje (si existe)			X			Cuando sea necesario
RESISTENCIA DE CALENTAMIENTO						
Verificar las condiciones de operación	X					
Medir la tensión y corriente del circuito	X					
Verificar el funcionamiento del sistema de señalización (si hay)			X			
MOTOR COMPLETO						
Realizar limpieza externa			X		X	
Verificar las condiciones de la pintura			X			
Verificar el inhibidor de oxidación en las partes mecanizadas expuestas			X			
Reponer el inhibidor de oxidación			X			
Inspeccionar gomas y juntas de sellado			X			
Mantenimiento predictivo completo						Conforme ítem 3.3.3.10
DEVANADOS						
Medir la temperatura de los devanados		X			X	
Medir la resistencia de aislamiento		X			X	
Medir el índice de polarización		X			X	
CAJA DE CONEXIÓN Y TERMINALES DE PUESTA A TIERRA						
Limpiar el interior de las cajas de conexión				X	X	
Inspeccionar retenes y sellados				X	X	
COJINETES DE RODAMIENTO						
Girar el eje		X				
Relubricar el cojinete					X	
Desmontar y limpiar los cojinetes						Si el período de almacenamiento es superior a 2 años
COJINETES DE DESLIZAMIENTO						
Girar el eje		X				
Aplicar anticorrosivo			X			
Limpiar los cojinetes					X	
Cambiar el aceite						Si el período de almacenamiento es superior a 2 años

3.3.4 Preparación para puesta en operación

3.3.4.1 Limpieza

- El interior y el exterior del motor deben estar libres de aceite, agua, polvo y suciedad;
- Remover con un paño humedecido en solvente a base de petróleo, el inhibidor de herrumbre de las superficies expuestas ;
- Asegurarse de que los cojinetes y las cavidades utilizadas para lubricación estén libres de suciedad y que los *plugs* de las cavidades estén correctamente sellados y apretados. Las oxidaciones y marcas en los asientos de los cojinetes y del eje deben ser cuidadosamente removidas.

3.3.4.2 Inspección de los cojinetes



ATENCIÓN

Si el período de almacenamiento del motor ultrapasar 6 meses, los cojinetes de deslizamiento deben ser desmontados, inspeccionados y limpiados, antes de poner el motor en operación.

Los cojinetes de deslizamiento sin depósito de aceite (cárter seco), independiente del tiempo de almacenamiento del motor, deben necesariamente ser desmontados, inspeccionados e limpiado antes de poner el motor en operación.

Montar nuevamente los cojinetes de deslizamiento y proceder la lubricación. Consultar a WEG para realización de este procedimiento.

3.3.4.3 Lubricación de los cojinetes

Utilizar el lubricante especificado para lubricación de los cojinetes. Las informaciones sobre los cojinetes y lubricantes están indicadas en la placa de identificación de los cojinetes. La lubricación debe ser hecha conforme lo descrito en el ítem 7.9 de este manual, considerando siempre el tipo de cojinete utilizado.

3.3.4.4 Verificación de la resistencia de aislamiento

Antes de poner en operación el motor, se debe medir la resistencia de aislamiento, conforme el ítem 3.3.3.2 de este manual.

3.3.4.5 Intercambiador de calor aire-agua

- Cuando de la puesta en marcha del motor, se debe asegurar que el agua circule libremente a través del radiador;
- Los tornillos del radiador deben ser apretados con torques de 40 a 50Nm;
- Cerciorarse que no hay fuga de agua;
- Verificar las juntas de sellado del radiador y sustituirlas, caso sea necesario;
- Verificar las gomas de sellado del intercambiador de calor y sustituirlas, caso sea necesario;

3.3.4.6 Otros

Antes de poner el motor en operación, siga los demás procedimientos descritos en el ítem 6 de este manual.

4 INSTALACIÓN

4.1 LOCAL DE INSTALACIÓN

Los motores deben ser instalados en locales de fácil acceso, que permitan la realización de inspecciones periódicas de mantenimientos, y si fuera necesario, su remoción para servicios externos. Deben ser aseguradas las siguientes características ambientales:

- Local limpio y bien ventilado;
- La instalación de otros equipos, o la presencia de paredes, no debe dificultar u obstruir la ventilación del motor;
- El espacio alrededor y por encima del motor debe ser suficiente para su mantenimiento o manipulación;
- El ambiente debe estar de acuerdo con el grado de protección del motor.

4.2 TRABA DEL EJE

4.2.1 Traba axial

El motor es suministrado con una traba en el eje para evitar daños a los cojinetes durante el transporte. Esta traba debe ser retirada antes de la instalación del motor.



ATENCIÓN

El dispositivo de trabamiento del eje debe ser instalado siempre que el motor sea removido de su base (desacoplado) para evitar que los cojinetes sufran daños durante el transporte. La punta de eje es protegida en fábrica con un agente protector temporario (inhibidor de herrumbre). Durante la instalación del motor, se debe remover este producto en el área de la pista de contacto de la escobilla de puesta a tierra (si existe) con el eje.

4.2.2 Traba radial

Dependiendo del tipo de cojinete, un dispositivo de traba puede ser instalado en el cojinete superior para trabamiento radial del eje durante el transporte. Este dispositivo es identificado en el motor con una etiqueta adhesiva, conforme Figura 4.1.



ATENCIÓN

ANTES DE ARRANCAR LA MÁQUINA, SUSTITUIR EL DISPOSITIVO DE TRABA RADIAL POR EL SELLO DEL COJINETE, SUMINISTRADO APARTE.

VERIFICAR LAS INSTRUCCIONES EN EL MANUAL DE INSTALACIÓN Y MANTENIMIENTO DE LA MÁQUINA.

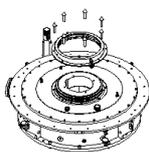


Figura 4.1: Etiqueta adhesiva

Es imprescindible que antes del arranque del motor, se remueva este dispositivo y sustituya por el sello original del cojinete que es suministrado aparte.

4.2.3 Procedimiento para sustitución del dispositivo de traba radial

1. Remover los tornillos de fijación del dispositivo de traba en la tapa del cojinete;
2. Remover los tornillos que unen las dos partes del dispositivo bipartido;
3. Remover el dispositivo de traba conforme muestra la Figura 4.2;

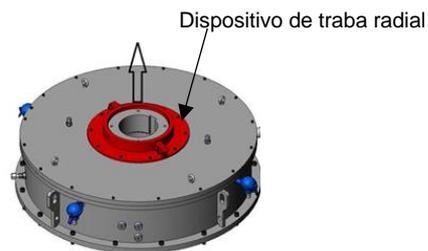


Figura 4.2: Dispositivo de traba radial

4. Identificar el sello externo del cojinete enviado aparte;
5. Montar el sello en el cojinete, siguiendo la manera inversa al de desmontaje del dispositivo de traba.

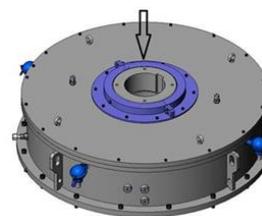


Figura 4.3: Sello del cojinete



NOTA

Almacenar el dispositivo de traba radial para ser utilizado en futuros transportes del motor.

4.3 SENTIDO DE GIRO

El sentido de rotación del motor es indicado por una placa fijada en la carcasa, del lado accionado, así como en la documentación específica del motor.



ATENCIÓN

Motores suministrados con sentido único de rotación no deben operar en sentido contrario al especificado. Para operar el motor en la rotación contraria al especificado, consulte a WEG.

4.4 RESISTENCIA DE AISLAMIENTO

4.4.1 Instrucciones de seguridad



PELIGRO

Para realizar la medición de la resistencia de aislamiento, el motor debe estar apagado y parado.

El devanado en prueba debe ser conectado a la carcasa y puesto a tierra hasta removerse la carga electrostática residual. Poner a tierra también los condensadores (si existen) antes de desconectar y separar los terminales, y medir la resistencia de aislamiento. El no cumplimiento de estos procedimientos puede ocasionar daños personales.

4.4.2 Consideraciones generales

Cuando no es puesto inmediatamente en operación, el motor debe ser protegido contra humedad, temperatura elevada y suciedad, evitando así que la resistencia de aislamiento sea afectada. La resistencia de aislamiento del devanado debe ser medida antes de poner el motor en operación. Si el ambiente es muy húmedo, la resistencia de aislamiento debe ser medida en intervalos periódicos, durante el almacenamiento. Es difícil establecer reglas fijas para el valor real de la resistencia de aislamiento de los devanados, una vez que ésta varía según las condiciones ambientales (temperatura, humedad), condiciones de limpieza del motor (polvo, aceite, grasa, suciedad), así como con la calidad y condiciones del material aislante utilizado. La evaluación de los registros periódicos de seguimiento es útil para concluir si el motor está apto para operar.

4.4.3 Medición en los devanados del estator

La resistencia de aislamiento debe ser medida con un megóhmetro. La tensión de la prueba para los devanados de los motores debe ser conforme la Tabla 4.1, y según la norma IEEEE43.

Tabla 4.1: Tensión para prueba de resistencia de aislamiento de los devanados

Tensión nominal del devanado (V)	Prueba de resistencia de aislamiento - tensión continua (V)
< 1000	500
1000 - 2500	500 - 1000
2501 - 5000	1000 - 2500
5001 - 12000	2500 - 5000
> 12000	5000 - 10000

Antes de realizar la medición de la resistencia de aislamiento en el devanado del estator:

- Desenchufar todas las conexiones con los terminales del estator;
- Desconectar y aislar todos los TCs y TPs (si existen);
- Poner a tierra la carcasa del motor;
- Medir la temperatura del devanado;
- Poner a tierra todos los sensores de temperatura;
- Verificar la humedad.

La medición de la resistencia de aislamiento de los devanados del estator debe ser hecha en la caja de conexión principal.

El medidor (megóhmetro) debe ser conectado entre la carcasa del motor y el devanado.

La carcasa debe ser puesta a tierra y las tres fases del devanado del estator deben permanecer conectadas al punto neutro, conforme la Figura 4.4.

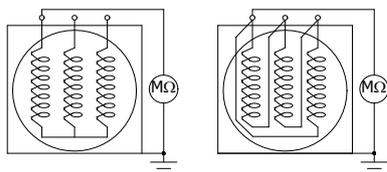


Figura 4.4: Conexión de megóhmetro

Cuando sea posible, cada fase debe ser aislada y probada separadamente. La prueba separada permite la comparación entre las fases. Cuando una fase es probada, las otras dos fases deben ser puestas a tierra en la misma puesta a tierra de la carcasa, conforme la Figura 4.5.

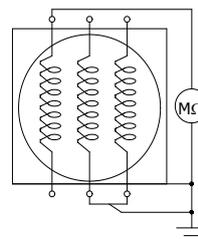


Figura 4.5: Conexión del megóhmetro en fases separadas

Si la medición total del devanado presenta un valor por debajo del recomendado, las conexiones del neutro deben ser abiertas y la resistencia de aislamiento de cada fase debe ser medida separadamente.



ATENCIÓN

Con motores en operación durante largos períodos de tiempo, pueden ser obtenidos, frecuentemente, valores mucho mayores. La comparación con valores obtenidos en ensayos anteriores con el mismo motor, en condiciones similares de carga, temperatura y humedad, puede auxiliar en la evaluación de las condiciones de aislamiento del devanado, más que solamente basarse en el valor obtenido en un único ensayo. Reducciones muy grandes o bruscas son consideradas sospechosas.

4.4.4 Informaciones adicionales



ATENCIÓN

Tras la medición de la resistencia de aislamiento, poner a tierra el devanado probado para descargarlo. La tensión de la prueba para medir la resistencia de aislamiento de la resistencia de calentamiento debe ser 500 Vcc, para los demás accesorios 100 Vcc. No es recomendable medir la resistencia de aislamiento de los protectores térmicos.

4.4.5 Conversión de los valores medidos

Se debe convertir la resistencia de aislamiento medida en los devanados para 40°C, utilizando el factor de corrección mostrado en la Figura 4.6 (norma IEEEE43) y aplicando en la siguiente fórmula:

$$R_c = K_t \cdot R_t$$

Dónde:

R_{40} = resistencia de aislamiento referida a 40°C

K_t = Factor de corrección de resistencia de aislamiento en función de la temperatura, conforme la Figura 4.6,

R_t = resistencia de aislamiento medida.

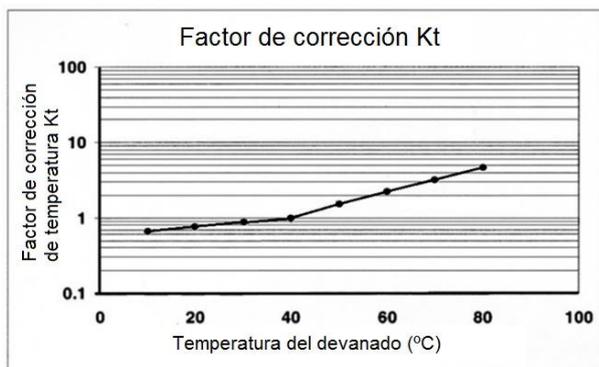


Figura 4.6: Factor de corrección de la resistencia de aislamiento en función de la temperatura

Los valores utilizados para generar la curva de la Figura 4.6 son mostrados en la Tabla 4.2.

Tabla 4.2: Factores de corrección (Kt) en función de la temperatura

t (°C)	Factor de corrección (Kt)
10	0,7
20	0,8
30	0,9
40	1,0
50	1,5
60	2,3
70	3,3
80	4,6

4.4.6 Índice de Polarización (I.P.)

El índice de polarización es definido por la relación entre la resistencia de aislamiento medida en 10 minutos y la resistencia de aislamiento medida en 1 minuto, medición siempre hecha a una temperatura relativamente constante. El índice de polarización permite evaluar las condiciones del aislamiento del motor.



PELIGRO

Para evitar accidentes, se debe poner a tierra el devanado inmediatamente después de la medición de la resistencia de aislamiento.

4.4.7 Valores mínimos recomendados

Conforme la norma IEEE-43 los valores mínimos recomendados para **resistencia de aislamiento (R.I.)** y **Índice de Polarización (I.P.)** de los devanados son mostrados en la Tabla 4.3:

Tabla 4.3: Valores mínimos de R.I. y I.P.

Tensión del devanado	R.I. mínima (referida a 40°C)	I.P. mínimo
Hasta 1000 V	5 MΩ	No se aplica
Mayor que 1000 V	100 MΩ	2

4.5 PROTECCIONES

Motores utilizados en régimen continuo deben ser protegidos contra sobrecargas, por medio de un dispositivo integrante del motor, o por un dispositivo de protección independiente, que generalmente es un relé térmico con corriente nominal o de ajuste igual o inferior al valor obtenido, multiplicándose la corriente nominal de la alimentación a plena carga del motor por:

- 1,25 para motores con factor de servicio igual o superior a 1,15;
- 1,15 para motores con factor de servicio igual a 1,0.

Los motores poseen dispositivos de protección contra sobre elevación de temperatura (para casos de sobrecargas, trabamiento del motor, baja tensión, falta de ventilación del motor).

4.5.1 Protecciones térmicas

Los dispositivos de protección contra sobre elevación de temperatura son instalados en el estator principal, en los cojinetes y los demás componentes que necesitan de monitoreo de la temperatura y protección térmica. Estos dispositivos deben ser conectados a un sistema externo de protección y de monitoreo de temperatura. El tipo de sensor de temperatura, los terminales de conexión y las temperaturas de ajuste para alarma y apagado son informadas en el ESQUEMA DE CONEXIÓN del motor.

4.5.1.1 Límites de temperatura para los devanados

La temperatura del punto más caliente del devanado debe ser mantenida por debajo del límite de la clase térmica del aislamiento. La temperatura total está compuesta por la suma de la temperatura ambiente con la elevación de temperatura (T), más la diferencia que existe entre la temperatura media del devanado y el punto más caliente del devanado.

La temperatura ambiente no debe exceder los 40 °C, conforme la norma NBR IEC60034-1. Por encima de esa temperatura, las condiciones de trabajo son consideradas especiales y deberá ser consultada la documentación específica del motor.

La Tabla 4.4 muestra los valores numéricos y la composición de la temperatura admisible del punto más caliente del devanado.

Tabla 4.4: Clase de Aislamiento

Clase de aislamiento		B	F	H
Temperatura Ambiente	°C	40	40	40
T = elevación de temperatura (método de medición de la temperatura por variación de la resistencia)	°C	80	105	125
Diferencia entre el punto más caliente y la temperatura media	°C	10	10	15
Total: temperatura del punto más caliente	°C	130	155	180



ATENCIÓN

En caso de que el motor opere con temperaturas, en el devanado, por encima de los valores límites de la clase térmica del aislamiento, la vida útil del aislamiento y, consecuentemente, la del motor, será reducida significativamente, o incluso podrá derivar en la quema del motor.

4.5.1.2 Temperaturas para alarma y apagado

Las temperaturas de alarma y apagado del motor deben ser parametrizadas al valor más bajo posible. Estas temperaturas pueden ser determinadas con base en las pruebas de fábrica, o a través de la temperatura de operación del motor. La temperatura de alarma puede ser ajustada a 10°C por encima de la temperatura de operación de la máquina en plena carga, considerando siempre la mayor temperatura ambiente del local.



ATENCIÓN

Los valores de alarma y apagado pueden ser definidos en función de la experiencia, no obstante, no deben sobrepasar los valores máximos indicados en el diagrama de conexión del motor.



ATENCIÓN

Los dispositivos de protección del motor están relacionados en el dibujo WEG – diagrama de conexión.
La no utilización de estos dispositivos es de total responsabilidad del usuario y, en caso de daños al motor, derivará en la pérdida de la garantía.

4.5.1.3 Temperatura y resistencia óhmica de las termorresistencias Pt100

La Tabla 4.5 muestra los valores de temperatura en función de la resistencia óhmica medida para las termorresistencias tipo Pt 100.

$$\text{Fórmula: } \frac{\Omega - 100}{0,386} = ^\circ\text{C}$$

Tabla 4.5: Temperatura x Resistencia (Pt100)

°C	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
0	100.00	100.39	100.78	101.17	101.56	101.95	102.34	102.73	103.12	103.51
10	103.90	104.29	104.68	105.07	105.46	105.95	106.24	106.63	107.02	107.40
20	107.79	108.18	108.57	108.96	109.35	109.73	110.12	110.51	110.90	111.28
30	111.67	112.06	112.45	112.83	113.22	113.61	113.99	114.38	114.77	115.15
40	115.54	115.93	116.31	116.70	117.08	117.47	117.85	118.24	118.62	119.01
50	119.40	119.78	120.16	120.55	120.93	121.32	121.70	122.09	122.47	122.86
60	123.24	123.62	124.01	124.39	124.77	125.16	125.54	125.92	126.31	126.69
70	127.07	127.45	127.84	128.22	128.60	128.98	129.37	129.75	130.13	130.51
80	130.89	131.27	131.66	132.04	132.42	132.80	133.18	133.56	133.94	134.32
90	134.70	135.08	135.46	135.84	136.22	136.60	136.98	137.36	137.74	138.12
100	138.50	138.88	139.26	139.64	140.02	140.39	140.77	141.15	141.53	141.91
110	142.29	142.66	143.04	143.42	143.80	144.17	144.55	144.93	145.31	145.68
120	146.06	146.44	146.81	147.19	147.57	147.94	148.32	148.70	149.07	149.45
130	149.82	150.20	150.57	150.95	151.33	151.70	152.08	152.45	152.83	153.20
140	153.58	153.95	154.32	154.70	155.07	155.45	155.82	156.19	156.57	156.94
150	157.31	157.69	158.06	158.43	158.81	159.18	159.55	159.93	160.30	160.67

4.5.1.4 Resistencia de calentamiento

Cuando el motor está equipado con resistencia de calentamiento, para impedir la condensación de agua en su interior durante largos períodos fuera de operación, se debe asegurar que ésta sea encendida inmediatamente después del apagado del motor y que sea apagada antes de que el motor entre en operación.

Los valores de la tensión de alimentación y de la potencia de la resistencia de calentamiento son informados en el esquema de conexión y en la placa específica fijada en el motor.

4.5.2 Sensor de pérdida de agua

Los motores con intercambiador de calor aire-agua están provistos de sensor de pérdida de agua que sirve para detectar una eventual pérdida de agua desde el radiador hacia el interior del motor. Este sensor debe ser conectado al tablero de control, conforme el esquema de conexión del motor. La señal de este sensor debe ser utilizada para accionar la alarma.

Cuando esta protección actúe, debe ser realizada una inspección en el intercambiador de calor y, en caso de que sea constatada pérdida de agua en el radiador, el motor deberá ser apagado, debiendo ser corregido el problema.

4.6 REFRIGERACIÓN

El tipo de refrigeración del motor puede variar de acuerdo con su aplicación.

Solamente la correcta instalación del motor y del sistema de refrigeración puede garantizar su funcionamiento continuo y sin sobrecalentamientos.



ATENCIÓN

Los dispositivos de protección del sistema de refrigeración (si hay) deben ser monitoreados periódicamente; Las entradas y salidas de aire y/o de agua (si hay) no deben ser obstruidas, ya que pueden causar sobrecalentamiento e incluso ocasionar la quema del motor. Para mayores detalles, consultar el dibujo dimensional del motor.

4.6.1 Refrigeración por intercambiador de calor aire-agua

En los motores con intercambiador de calor aire-agua, el aire interno, en circuito cerrado, es enfriado por el radiador, que es un transmisor de calor de superficie proyectado para disipar calor. Como fluido de enfriamiento debe ser utilizada agua limpia con las siguientes características:

- pH: entre 6 y 9;
- Cloruros: máximo 25,0 mg/l;
- Sulfatos: máximo 3,0 mg/l;
- Manganeso: máximo 0,5 mg/l;
- Sólidos en suspensión: máximo 30,0 mg/l;
- Amonio: sin trazos.



ATENCIÓN

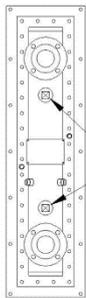
Los datos de los radiadores que componen el intercambiador de calor aire-agua son indicados en su placa de identificación y en el dibujo dimensional del motor. Estos datos deben ser seguidos para el correcto funcionamiento del sistema de refrigeración del motor y, de esta forma, evitar sobrecalentamiento.

4.6.1.1 Radiadores para aplicación con agua de mar



ATENCIÓN

En el caso de radiadores para aplicación con agua de mar, los materiales en contacto con el agua (tubos y espejos) deben ser resistentes a la corrosión. Además de eso, los radiadores pueden ser equipados con ánodos de sacrificio (por ejemplo: de zinc o magnesio), conforme es mostrado en la Figura 4.7, los cuales son corroídos durante la operación del intercambiador de calor, protegiendo los cabezales del radiador. Para mantener la integridad de los cabezales del radiador, estos ánodos deben ser sustituidos periódicamente, siempre considerando el grado de corrosión presentado.



Ánodos de sacrificio

Figura 4.7: Radiador con ánodos de sacrificio



NOTA

El tipo, la cantidad, así como la posición de los ánodos de sacrificio, pueden variar conforme la aplicación.

4.6.2 Refrigeración por ventilación independiente

Los **ventiladores independientes** son accionados por motores asíncronos trifásicos, cuya caja de conexión es parte integrante de éstos. Los datos característicos de estos motores (frecuencia, tensión etc.) son mostrados en su placa de identificación. El sentido de rotación es indicado por una placa fijada en la carcasa del ventilador o cerca de éste.



NOTA

Se debe verificar el sentido de rotación de los motores de ventilación independiente, antes de arrancar el motor. Si el sentido de rotación es contrario al especificado, invierta la conexión de 2 fases de alimentación de éstos.

Los **filtros de aire** (si existen) que protegen el interior del motor contra la entrada de suciedad deben ser inspeccionados regularmente, conforme el ítem "Plan de Mantenimiento" de este manual. Los filtros deben estar en perfectas condiciones para asegurar la correcta operación del sistema de refrigeración y garantizar una protección permanente de las partes internas sensibles del motor.

4.6.3 Limpieza del intercambiador de calor aire / aire

Algo de suciedad en la superficie de enfriamiento y la pared del tubo eventualmente ocurrir. Este ensuciamiento reduce la capacidad de enfriamiento. El intercambiador de calor, por lo tanto, deben limpiarse a intervalos regulares, que se determinarán a partir de caso a caso, dependiendo de las propiedades del aire de refrigeración.

Durante el período inicial de funcionamiento, el intercambiador de calor debe inspeccionado con frecuencia. Sople el intercambiador de calor con aire comprimido o límpielo con un cepillo adecuado. No utilice un cepillo de acero en tubos de aluminio, ya que puede dañar los tubos;

En su lugar, se puede utilizar un cepillo de alambre de latón redondo suave.

4.7 ASPECTOS ELÉCTRICOS

4.7.1 Conexiones eléctricas



ATENCIÓN

Analizar cuidadosamente el ESQUEMA DE CONEXIÓN suministrado con el motor, antes de iniciar la conexión de los cables de conexión principales y de los accesorios. Para la conexión eléctrica de los equipos auxiliares, consultar los manuales específicos de éstos.

4.7.1.1 Conexiones eléctricas principales

La ubicación de las cajas de conexión se muestra en el DISEÑO DIMENSIONAL específico del motor.

La identificación de los terminales y la correspondiente conexión se indican en el ESQUEMA DE CONEXIÓN específico del motor.

Asegurarse de que la sección y el aislamiento de los cables de conexión principales sean apropiados para la corriente y tensión del motor.

El motor debe girar en el sentido de rotación especificado en la placa de identificación y en la flecha indicativa fijada en el lado accionado del motor.



NOTA

El sentido de rotación es verificado observando la punta del eje, del lado accionado del motor. Motores con sentido único de rotación deben girar solamente en el sentido indicado. Para operar el motor en el sentido de rotación contrario al indicado, consulte a WEG.



ATENCIÓN

Antes de realizar las conexiones entre el motor y la red de energía eléctrica, es necesario que sea hecha una medición cuidadosa de la resistencia de aislamiento del devanado.

Para conectar los cables de alimentación principal del motor, desatornillar la tapa de las cajas de conexión del estator, cortar los anillos de sellado (motores normales sin prensacables) conforme los diámetros de los cables a ser utilizados, e insertar los cables dentro de los anillos de sellado. Cortar los cables de alimentación en la longitud necesaria, desencapar las extremidades y colocar los terminales a ser utilizados.

4.7.1.2 Puesta a tierra

La carcasa del motor y la caja de conexión principal deben ser puestas a tierra antes de conectar el motor al sistema de alimentación.

Conectar el revestimiento metálico de los cables (si existe) al conductor de puesta a tierra común. Cortar el conductor de puesta a tierra con la longitud adecuada y conectarlo al terminal existente en la caja de conexión y/o el existente en la carcasa. Fijar firmemente todas las conexiones.



ATENCIÓN

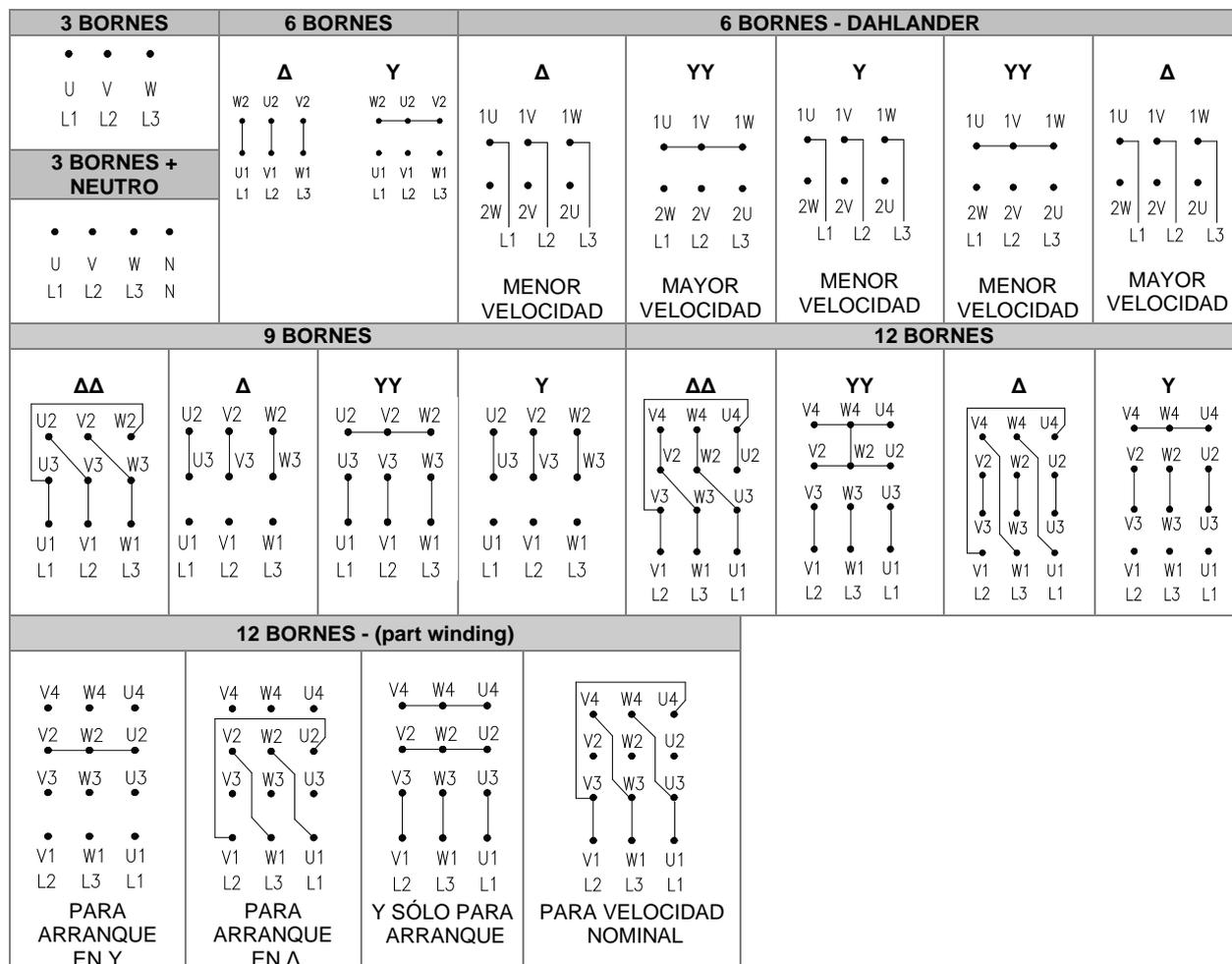
No utilizar tuercas de acero u otro material de baja conductividad eléctrica para la fijación de los terminales.

4.7.2 Esquemas de conexión

4.7.2.1 Esquemas de conexión conforme la norma IEC60034-8

Los esquemas de conexión a seguir muestran a identificación de los terminales en la caja de conexión y las conexiones posibles para los motores.

4.7.2.1.1 Esquemas del estator



NOTA

Cuando sean utilizados dos o más cables de conexión del motor en paralelo, con el objetivo de dividir la corriente eléctrica, la identificación de estos cables será hecha con un sufijo adicional separado por un guión, conforme la Figura 4.8.

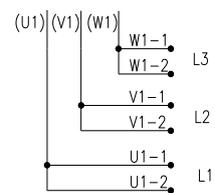
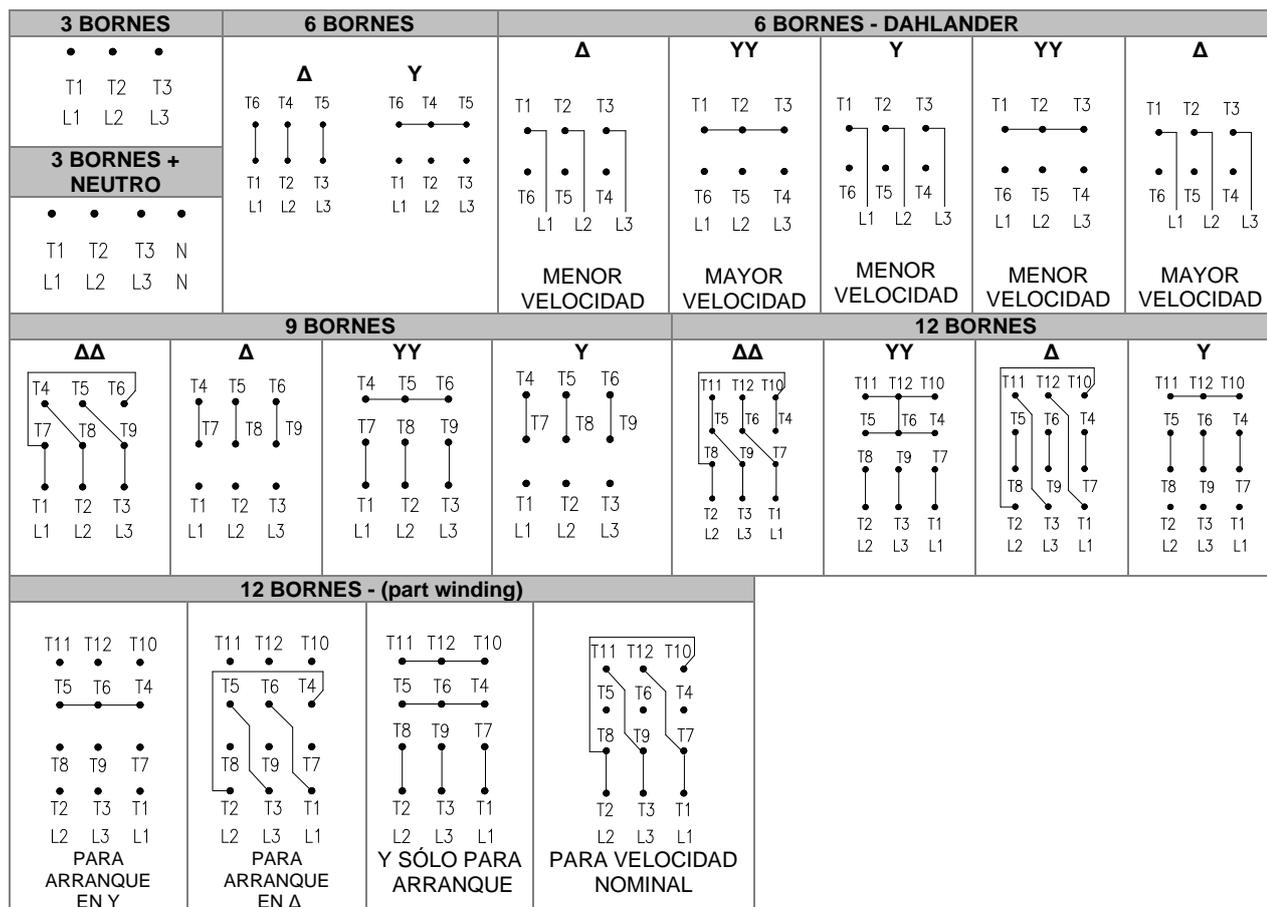


Figura 4.8: Conexiones paralelas

4.7.2.2 Esquema de conexión conforme la norma NEMA MG1

4.7.2.2.1 Esquemas del estator



NOTA

Cuando sean utilizados dos o más cables de conexión del motor en paralelo, con el objetivo de dividir la corriente eléctrica, la identificación de estos cables será hecha con un sufijo adicional separado por un guión, conforme la Figura 4.9.

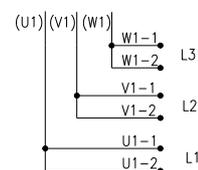


Figura 4.9: Conexiones paralelas

4.7.2.3 Sentido de rotación

- El sentido de rotación está indicado en la placa de identificación y debe ser observado mirando hacia la punta del eje del lado accionado del motor. El sentido de rotación debe ser verificado antes de acoplar el motor a la máquina accionada;
- Motores con la identificación de los terminales y las conexiones descritas en este manual poseen **sentido de rotación horario**, conforme la norma IEC60034-8;
- Para invertir el sentido de rotación, se debe invertir la conexión de dos fases cualesquiera entre sí;
- Los motores con sentido único de rotación, conforme es indicado en la placa de identificación, y por medio de una placa indicativa fijada en la carcasa, poseen ventilador unidireccional y deben ser operados solamente en el sentido de rotación especificado. Para invertir el sentido de rotación de motores unidireccionales, consultar a WEG.

4.7.2.4 Esquema de conexión de los accesorios

Para la correcta instalación de los accesorios, consultar el dibujo del DIAGRAMA DE CONEXIÓN específico del motor.

4.8 ASPECTOS MECÁNICOS

4.8.1 Base

- La base, o la estructura donde el motor será instalado, deberán ser suficientemente rígidos, planos, exentos de vibraciones externas y capaces de resistir a los esfuerzos mecánicos a los cuales serán sometidos;
- Si el dimensionamiento de la base no es criteriosamente ejecutado, eso podrá ocasionar vibración en el conjunto de la base, en el motor y en la máquina accionada;
- El dimensionamiento estructural de la base debe ser realizado tomando como base el dibujo dimensional, las informaciones referentes a los esfuerzos mecánicos sobre los cimientos, y la forma de fijación del motor.
- El cliente es responsable del diseño y la construcción de los cimientos según los requisitos descritos en Frecuencia natural de la base.



ATENCIÓN

Colocar calces de diferentes espesuras, entre las superficies de apoyo del motor y de la base para permitir un alineamiento preciso.



NOTA

El usuario es responsable por el dimensionamiento y la construcción de los cimientos donde el motor será instalado.

4.8.2 Esfuerzos en la base

Los esfuerzos sobre la base son informados en la documentación del motor.

4.8.3 Montaje del motor

Montar el motor de forma segura y alinearlo correctamente con el equipo accionado, conforme los tipos de montaje descritos a seguir:

1. **Montaje del motor directamente con la máquina accionada:** las dos unidades deben estar firmemente acopladas y la máquina accionada debe estar instalada sobre una base adecuada;
2. **Montaje del motor sobre base metálica:** La base debe ser suficientemente rígida y exenta de vibración.



ATENCIÓN

Un montaje inadecuado del equipo puede causar vibración excesiva, ocasionando el desgaste prematuro de los cojinetes, pudiendo causar la ruptura del eje.

4.8.3.1 Motor con brida y eje sólido

Para montar el motor en la máquina accionada, proceda de la siguiente manera:

1. Levantar el motor por los cáncamos superiores y girarlo para posicionar mejor las engrasadoras, tuberías y cajas de conexión;
2. Limpiar las bridas a ser acopladas;
3. Retirar el dispositivo de traba del eje del motor;
4. Mover el motor en dirección a la máquina accionada, encajando la brida del motor en la brida de la máquina accionada;
5. Insertar los tornillos para fijación de las bridas y apretarlos con torque adecuado;
6. Acoplar el eje del motor a la máquina accionada;
7. Girar el eje del conjunto para asegurarse de que gire libremente;
8. Alinear los equipos conforme el procedimiento descrito en este manual;
9. Apretar todos los tornillos de fijación de las bridas, evitando que se tuerzan o se suelten;
10. Girar nuevamente el eje del conjunto.

4.8.3.2 Motor con brida y eje hueco

Primeramente, el motor debe ser fijado en su base, y el eje de la máquina accionada debe ser insertado a través del eje hueco del motor.

En algunos casos, puede hacerse necesario que los motores sean levantados y bajados sobre el eje de la máquina accionada.

Estos procedimientos deben ser hechos con los debidos cuidados para no dañar el eje del motor o de la máquina accionada.

Proceder de la siguiente forma:

1. Remover la tapa de protección del acoplamiento superior y levantar el motor con un polipasto para instalarlo sobre la base;
2. Bajar el motor lenta y cuidadosamente, encajándolo sobre la base;
3. Posicionar el motor de tal modo que sea permitido el acceso a las cajas de conexión y para lubricación de los cojinetes. Instalar los tornillos de fijación y apretarlos;
4. Insertar el eje de la bomba dentro del eje hueco del motor
5. Alinear el eje del motor y el eje de la máquina accionada, conforme el procedimiento descrito en este manual;
6. Fijar el eje de la bomba al acoplamiento y ajustar la tuerca de fijación del eje de la bomba;
7. Girar el eje con la mano para asegurarse de que gire libremente y que los ejes estén perfectamente alineados, observando siempre el sentido de rotación del trinquete anti-reversión (si hay);
8. Luego del alineamiento, apretar uniformemente todos los tornillos de la brida;
9. Girar el eje nuevamente con la mano para asegurarse de que gire libremente;
10. Recolocar la tapa del acoplamiento superior.

4.8.4 Conjunto de placa de anclaje

El conjunto placa de anclaje, cuando es aplicado, está compuesto por placa de anclaje, tornillos de nivelación, calces para nivelación, tornillos para alineamiento y pernos de anclaje.



NOTAS

Cuando WEG suministre placa de anclaje para fijación y alineamiento del motor, los detalles dimensionales y de instalación del conjunto placa serán suministrados en el dibujo dimensional específico del motor.

El montaje, nivelación y graute de las placas de anclaje es de responsabilidad del usuario (salvo acuerdo comercial específico en contrario).

Los pernos de anclaje deben ser apretados de acuerdo con la Tabla 4.6.

Tabla 4.6: Torque de apriete en los pernos de anclaje

Tipo \emptyset	Torque de apriete a Seco [Nm]	Torque de apriete con Molycote [Nm]
M30	710	470
M36	1230	820
M42	1970	1300
M48	2960	1950
M56	3500	2300

Luego del posicionamiento del motor, realizar la nivelación final, utilizando los tornillos de nivelación vertical y las chapas de nivelación.



ATENCIÓN

Proteger todos los agujeros roscados para evitar que el graute penetre en las roscas, durante el procedimiento de graute de la placa de anclaje y de los pernos de anclaje.

4.8.5 Frecuencia natural de la base

Para garantizar una operación segura, el motor debe estar precisamente alineado con el equipo acoplado, y ambos deben estar debidamente balanceados.

Como requisito, la base de instalación del motor debe ser plana y cumplir los requisitos de la norma DIN 4024-1.

Para verificar si los criterios de la norma están siendo cumplidos, se deben evaluar las siguientes frecuencias potenciales de excitación de vibración generadas por el motor y por la máquina acoplada:

- La frecuencia de giro del motor;
- El doble de la frecuencia de giro;
- El doble de la frecuencia eléctrica del motor.

De acuerdo con la norma DIN 4024-1, las frecuencias naturales de la base o de los cimientos deben mantener un alejamiento de estas frecuencias potenciales de excitación, conforme es especificado a seguir:

- La primera frecuencia natural de la base o del cimiento (frecuencia natural de 1ª orden de la base) debe estar fuera del rango comprendido entre 0.8 y 1.25 veces cualquiera de las frecuencias potenciales de excitación de arriba;
- Las demás frecuencias naturales de la base o del cimiento deben estar fuera del rango comprendido entre 0.9 y 1.1 veces cualquiera de las frecuencias potenciales de excitación de arriba.

4.8.6 Nivelación

El motor debe estar apoyado sobre superficie con planicidad de hasta 0,08 mm/m.

Verificar si el motor está perfectamente alineado al plano vertical y horizontal. Realizar los ajustes adecuados colocando calces debajo del motor. La nivelación del motor deberá ser verificada con un equipo adecuado.



NOTA

Al menos 75% del área de las superficies de apoyo de las patas del motor debe quedar apoyado sobre la base del motor.

4.8.7 Alineación

El motor debe ser alineado correctamente con la máquina accionada.



ATENCIÓN

Una alineación incorrecta puede resultar en daños en los cojinetes, generar excesivas vibraciones e incluso llevar a la ruptura del eje.

La alineación debe ser hecha de acuerdo con las recomendaciones del fabricante del acoplamiento. Los ejes del motor y de la máquina accionada deben ser alineados axial y radialmente, conforme es mostrado en la Figura 4.10 y Figura 4.11.

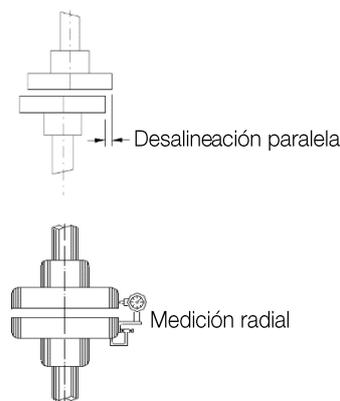


Figura 4.10: Alineación paralela

La Figura 4.10 muestra la desalineación paralela de las dos puntas de eje, así como la forma práctica de medición, utilizando relojes comparadores adecuados. La medición es hecha en 4 puntos desplazados 90° entre sí, con los dos medio-acoplamiento girando juntos para eliminar los efectos debido a irregularidades de la superficie de apoyo de la punta del reloj comparador. Escogiendo el punto vertical superior 0°, la mitad de la diferencia de la medición del reloj comparador en los puntos en 0° y 180° representa el error coaxial vertical. En caso de desvío, este debe ser corregido, agregando o removiendo calces de montaje. La mitad de la diferencia de la medición del reloj comparador en los puntos en 90° y 270° representa el error coaxial horizontal.

Esta medición indica cuándo es necesario levantar o bajar el motor, o moverlo hacia la derecha o hacia la

izquierda en el lado accionado, para eliminar el error coaxial.

La mitad de la diferencia máxima de la medición del reloj comparador en una rotación completa representa la máxima excentricidad encontrada.

La desalineación en una vuelta completa del eje, acoplamiento rígido o semiflexible, no puede ser superior a 0,03mm.

Cuando sean utilizados acoplamientos flexibles, serán aceptados valores mayores a los indicados arriba, desde que no excedan el valor permitido por el fabricante del acoplamiento.

Se recomienda mantener un margen de seguridad para estos valores.

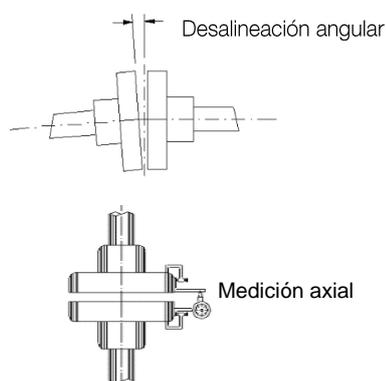


Figura 4.11: Alineación angular

La Figura 4.11 muestra la desalineación angular y la forma práctica de realizar esta medición.

La medición es hecha en 4 puntos desplazados 90° entre sí, con los dos medio-acoplamientos girando juntos para eliminar los efectos debido a irregularidades de la superficie de apoyo de la punta del reloj comparador. Escogiendo el punto vertical superior 0°, la mitad de la diferencia de la medición del reloj comparador en los puntos en 0° y 180° representa la desalineación vertical. En caso de desvío, éstos deben ser corregidos, agregando o removiendo calces de montaje debajo de las patas del motor.

La mitad de la diferencia de la medición del reloj comparador en los puntos en 90° y 270° representa la desalineación horizontal que debe ser corregida adecuadamente con desplazamiento lateral/angular del motor.

La mitad de la diferencia máxima de la medición del reloj comparador en una rotación completa representa la máxima desalineación angular encontrada.

La desalineación en una vuelta completa del eje, con acoplamiento rígido o semiflexible, no puede ser superior a 0,03mm.

Cuando son utilizados acoplamientos flexibles, son aceptados valores mayores a los indicados anteriormente, desde que no excedan el valor permitido por el fabricante del acoplamiento.

Se recomienda mantener un margen de seguridad para estos valores.

En la alineación/nivelación se debe considerar la influencia de la temperatura sobre el motor y la máquina accionada. Dilataciones distintas de los componentes pueden alterar el estado de la alineación/nivelación durante la operación.

4.8.8 Alineación de motor con eje hueco

Motores con eje hueco exigen alineación entre el eje del motor y el eje de la máquina accionada. El eje de la bomba funciona como un péndulo apoyado por el acoplamiento superior y el cojinete del motor.

1. Fijar el reloj indicador a través de su base magnética en el eje de la bomba y alinearlo con la superficie base (eje del motor), ajustando el reloj indicador en cero (Figura 4.12);
2. Remover la tapa superior y girar ambos ejes, del motor y de la bomba;
3. Leer el reloj indicador con 90 grados del punto de arranque;
4. Una alineación aceptable ocurre cuando la lectura del indicador no excede los 0,05 mm;
5. Utilizar calces entre la superficie de la brida del motor y la base, para corregir la alineación, si es necesario.

Pequeñas desalineaciones pueden ser corregidas a través de la inserción de calces entre las caras de las bridas del motor y de la máquina accionada. Estos calces también pueden compensar bridas no planas.

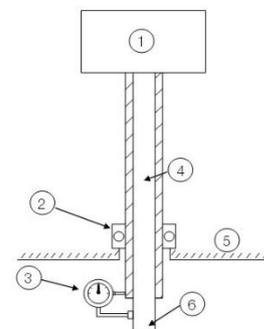


Figura 4.12: Alineación de motor con eje hueco

Detalle de la Figura 4.12:

1. Cojinete superior
2. Cojinete guía inferior
3. Reloj indicador
4. Eje hueco del motor
5. Brida
6. Eje de la bomba

4.8.9 Conjunto perno guía

Luego de la alineación del conjunto y de haber asegurado la perfecta alineación (tanto a frío como a caliente), se debe hacer la sujeción del motor, en la placa de anclaje o en la base, conforme es mostrado en la Figura 4.13.

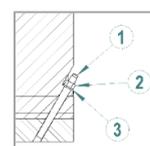


Figura 4.13: Conjunto perno guía

Detalle de la Figura 4.13:

1. Perno guía (suministro opcional)
2. Tuerca (suministro opcional)
3. Arandela (suministro opcional)



NOTA

Para sujeción, el motor tiene un pre-agujero de $\varnothing 9$ mm que debe ser primeramente aumentado para $\varnothing 11,5$ mm, y a continuación, alargado a $\varnothing 12$ mm con conicidad de 1:50.

4.8.10 Acoplamiento

Solamente deben ser utilizados acoplamientos apropiados que transmitan apenas el torque, sin generar fuerzas transversales.

Tanto para los acoplamientos elásticos como para los rígidos, los centros de los ejes de las máquinas acopladas deben estar en una única línea.

El acoplamiento elástico permite amenizar los efectos de desalineación residuales y evitar la transferencia de vibración entre las máquinas acopladas, lo que no ocurre cuando son usados acoplamientos rígidos.

El acoplamiento siempre debe ser montado o retirado con la ayuda de dispositivos adecuados, nunca por medio de dispositivos rústicos, como martillo, almádena etc.

Siga las instrucciones del fabricante al montar o desmontar los acoplamientos u otros elementos de accionamiento y cúbralos con una protección contra contactos. Para el funcionamiento de prueba en estado desacoplado, bloquee o retire la chaveta del extremo del eje. Evite las cargas radiales y axiales excesivas en los rodamientos (tenga en cuenta la documentación del fabricante). El equilibrio de la máquina se indica como H= media chaveta y F= chaveta completa. En los casos de media chaveta, el acoplamiento debe estar equilibrado sin chaveta. En caso de que sobresalga una parte visible de la chaveta del extremo del eje, establecer el equilibrio mecánico.

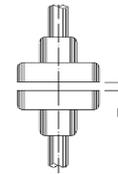


Figura 4.14: Holgura axial del acoplamiento (E)

4.8.10.2 Acoplamiento por engranaje

Acoplamientos por engranajes mal alineados generan vibraciones en la propia transmisión, así como en el motor. Por lo tanto, se debe cuidar que los ejes estén perfectamente alineados, rigurosamente paralelos en el caso de transmisiones por engranajes rectos y en ángulo correctamente ajustado, en el caso de transmisiones por engranajes cónicos o helicoidales.

El encaje de los dientes podrá ser controlado con inserción de una tira de papel, en la cual aparecerá, tras una vuelta del engranaje, el calcado de todos los dientes.

4.8.10.3 Acoplamiento por medio de poleas y correas

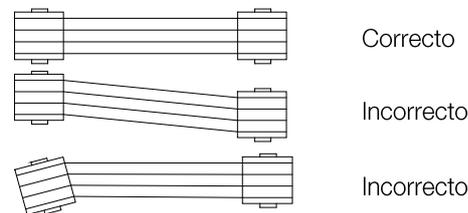


Figura 4.15: Acoplamiento por poleas y correas

Cuando sea necesaria una reducción o un aumento de velocidad, la transmisión por correa será la más indicada. Para evitar esfuerzos radiales innecesarios sobre los cojinetes, los ejes y las poleas deben estar perfectamente alineados entre sí.

Correas que trabajan sesgadas transmiten golpes de alternantes al rotor, pudiendo dañar los cojinetes.

El deslizamiento de la correa podrá ser evitado con aplicación de un material resinoso, como brea.

La tensión en la correa deberá ser apenas lo suficiente para evitar el deslizamiento durante el funcionamiento.



NOTA

Correas con exceso de tensión aumentan el esfuerzo sobre la punta del eje, causando vibraciones y fatiga, pudiendo llegar a la ruptura del eje.

Evite el uso de poleas demasiado pequeñas, ya que provocan flexiones en el eje del motor, debido a la fuerza de tracción de la correa que aumenta a medida que disminuye el diámetro de la polea.



ATENCIÓN

Consultar a WEG para el dimensionamiento correcto de la polea.



NOTA

Utilice siempre poleas debidamente balanceadas. Evitar sobras de chavetas, ya que éstas representan un aumento de la masa de desbalance, y aumenta la vibración del motor.



ATENCIÓN

Los pernos, tuercas, arandelas y calces para nivelación podrán ser suministrados con el motor, cuando sean solicitados en el pedido de compra.



NOTAS

El usuario es responsable por la instalación del motor (salvo acuerdo comercial que especifique lo contrario).

WEG no se responsabiliza por daños en el motor, equipos asociados o instalación, ocurridos debido a:

- Transmisión de vibraciones excesivas;
- Instalaciones precarias;
- Fallas en la alineación;
- Condiciones inadecuadas de almacenamiento;
- No seguimiento de las instrucciones antes del arranque;
- Conexiones eléctricas incorrectas.

4.8.10.1 Acoplamiento directo

Por cuestiones de costo, ahorro de espacio, ausencia de deslizamiento de las correas, así como mayor seguridad contra accidentes, siempre que sea posible, se debe utilizar acoplamiento directo. También en caso de transmisión por engranaje reductor, debe ser dada preferencia al acoplamiento directo.



ATENCIÓN

Alinear cuidadosamente las puntas de eje y, siempre que sea posible, usar acoplamiento flexible, dejando una holgura (E) mínima de 3 mm entre los acoplamientos, conforme es mostrado en la Figura 4.14.

4.8.10.4 Acoplamiento para motores de eje hueco

Los motores verticales de eje hueco son generalmente proyectados para el accionamiento de bombas de profundidad o de tipo turbina. El tipo de acoplamiento es especificado por el fabricante de la bomba, de acuerdo con la aplicación. Remueva la tapa superior del motor para tener acceso al acoplamiento.

4.9 UNIDAD HIDRÁULICA

Para más informaciones sobre la instalación, operación y mantenimiento de la unidad hidráulica (si existe), se debe consultar el dibujo dimensional del motor, así como el manual específico de este equipo.

5 ARRANQUE

5.1 ARRANQUE DIRECTO

Es el método más simple y económicamente viable, no obstante, debe ser usado solamente cuando la corriente de arranque no afecte a la red de alimentación.

Hay que considerar que la corriente de arranque de los motores puede alcanzar valores del orden de 6 a 7 veces la corriente nominal. Se debe verificar que esa corriente (I_p) no altere las condiciones de alimentación de otros consumidores por causa de la mayor caída de tensión en la red de alimentación.

La máquina debe encenderse/puede ponerse en marcha cuando la temperatura registrada en el PT-100 de las tres fases sea igual o superior a -20°C

Al desconectar la máquina, las resistencias de calentamiento del circuito de aumento de la temperatura deben desconectarse.

Existe un sistema de enclavamiento para que el disyuntor de la máquina principal sólo se active cuando la temperatura registrada en el devanado sea mayor o igual a -20°C

Esa situación es satisfecha en una de las tres condiciones:

- Quando la red es suficientemente "fuerte" y la corriente del motor es despreciable con relación a la capacidad de la red;
- El arranque del motor es hecho siempre sin carga, lo que reduce el tiempo de arranque y, consecuentemente, la duración de la corriente de arranque, así como la caída de tensión momentánea, lo que es tolerable para los otros consumidores de la red;
- Quando el arranque es debidamente autorizado por la concesionaria de energía eléctrica.

Quando la corriente de arranque del motor es elevada, pueden ocurrir las siguientes consecuencias perjudiciales:

- La elevada caída de tensión en el sistema de alimentación de la red puede provocar interferencia en equipos instalados en este sistema;
- El sistema de protección (cables, contactores) deberá ser sobredimensionado, aumentando los costos de la instalación.



NOTA

En algunos casos, existe imposición de las concesionarias de energía eléctrica que limitan la caída de tensión de la red.

5.2 FRECUENCIA DE ARRANQUES DIRECTOS

Como los motores de inducción poseen una elevada corriente de arranque, el tiempo consumido para acelerar cargas de alta inercia resulta en una rápida elevación de la temperatura del motor. Si los intervalos entre sucesivos arranques son muy cortos, esto llevará a una rápida elevación de la temperatura de los devanados, reduciendo su vida útil o llegando a quemarlos. La norma NBR 7094 establece un régimen de arranque mínimo que los motores deben ser capaces de cumplir:

- Dos arranques sucesivos, siendo el primero realizado con el motor frío, es decir, con sus devanados a temperatura ambiente, y el segundo arranque, a continuación, pero solamente luego de que el motor se haya desacelerado hasta el reposo;
- Un arranque con el motor caliente, o sea, con los devanados a la temperatura de régimen.

La primera condición simula el caso en que el primer arranque del motor es abortado, por ejemplo, por causa del apagado a través de la protección del motor, cuando se permite un segundo arranque del motor inmediatamente.

La segunda condición simula el caso de un apagado accidental del motor en funcionamiento normal, por ejemplo, debido a falta de energía en la red, cuando se permite el reconexión del motor luego del restablecimiento de la energía.



NOTA

En caso de condiciones especiales de arranque, se deberá consultar la documentación específica del motor, antes de iniciar el procedimiento.

5.3 CORRIENTE DE ROTOR BLOQUEADO

La placa de identificación del motor indica el valor de I_p/I_n , que es la relación entre la corriente de arranque y la corriente nominal del motor.

5.4 ARRANQUE CON CORRIENTE REDUCIDA

En caso de que el arranque directo no sea posible, pueden ser usados los siguientes sistemas de arranque para reducir la corriente de arranque del motor:

- Con llave en estrella-triángulo;
- Con llave en serie-paralelo;
- Con llave compensadora o autotransformador;
- Con llave de arranque estático o soft-starter;
- Con convertidor de frecuencia.

6 COMISIONAMIENTO

Cuando el motor es accionado por primera vez, o tras una parada prolongada, deben ser considerados varios aspectos, además de los procedimientos normales de operación.



ATENCIÓN

- Evitar cualquier contacto con circuitos eléctricos;
- Los circuitos de baja tensión también pueden ofrecer peligro de muerte;
- Podrán ocurrir sobretensiones en cualquier circuito electromagnético, en ciertas condiciones de operación;
- No abrir repentinamente un circuito electromagnético, ya que la presencia de una tensión de descarga inductiva podrá perforar el aislamiento o herir al operador;
- Para la apertura de estos circuitos deben ser utilizadas llaves de accionamiento o disyuntores.

6.1 INSPECCIÓN PRELIMINAR

Antes de la operación inicial del motor, o tras un largo período sin operación, deben ser verificados los siguientes ítems:

1. Verificar si los tornillos de fijación del motor están apretados;
2. Medir la resistencia de aislamiento de las bobinas, asegurándose de que está dentro del valor prescrito;
3. Verificar si el motor está limpio y si fueron removidos los embalajes, así como los instrumentos de medición y dispositivos de alineamiento, del área de trabajo del motor;
4. Verificar si los componentes de conexión del acoplamiento están en perfectas condiciones de operación, debidamente apretados y engrasados, cuando sea necesario;
5. Verificar si el motor está alineado correctamente;
6. Verificar que los cojinetes estén debidamente lubricados. El lubricante debe ser del tipo especificado en la placa de identificación;
7. Verificar el nivel de aceite de los cojinetes lubricados con aceite. Los cojinetes con lubricación forzada deben tener flujo y presión de aceite, conforme lo descrito en su placa de identificación;
8. Inspeccionar las conexiones de los cables de los accesorios (protectores térmicos, puesta a tierra, resistencia de calentamiento etc.);
9. Verificar si todas las conexiones eléctricas están de acuerdo con el esquema de conexión del motor;
10. Verificar si el motor está debidamente puesto a tierra;
11. Los conductores conectados a los bornes principales del estator y del rotor deben estar adecuadamente apretados para imposibilitar un cortocircuito o que se suelten;
12. Inspeccionar el sistema de refrigeración. En los motores con refrigeración a agua, inspeccionar el funcionamiento del sistema de alimentación de agua de los radiadores. En los motores con ventilación independiente, verificar el sentido de rotación de los ventiladores;
13. Las entradas y salidas de aire del motor (si existen) deben estar desobstruidas;
14. Las partes móviles del motor deben ser protegidas para evitar accidentes;
15. Las tapas de las cajas de conexión deben estar fijadas correctamente;
16. Verificar si la tensión y la frecuencia de alimentación están de acuerdo con los datos de la placa de identificación del motor.
17. Verificar el funcionamiento de los dispositivos anti-reversión (si existen).
18. Verificar si el dispositivo de traba radial del cojinete superior (si hay) fue sustituido, conforme ítem 4.2.3.

6.2 ARRANQUE INICIAL

6.2.1 Procedimiento de arranque

Luego de haber sido hechas todas las inspecciones preliminares, proceder de acuerdo con las orientaciones a seguir, para efectuar el arranque inicial del motor desacoplado:

1. Apagar las resistencias de calentamiento;
2. Ajustar las protecciones en el tablero de control;
3. En cojinetes lubricados a aceite, verificar el nivel de aceite;
4. En cojinetes con lubricación forzada, encender el sistema de circulación de aceite y verificar el nivel, el flujo y la presión de aceite, asegurándose de que estén de acuerdo con los datos indicados en la placa;
5. En caso de que el sistema cuente con equipo para detección de flujo de aceite, se debe aguardar la señal de retorno de flujo del sistema de circulación de ambos cojinetes, lo que garantiza que el aceite llegó a éstos;
6. Arrancar el sistema de agua industrial de enfriamiento, verificando flujo y presión necesarios (motores con intercambiador de calor aire-agua);
7. Arrancar los ventiladores (motores con ventilación forzada);
8. Arrancar el sistema de inyección de aceite bajo alta presión (si existe), éste debe permanecer encendido conforme es informado en la documentación técnica del motor, hasta que los cojinetes obtengan la lubricación por autobombeo;
9. Girar el eje del motor lentamente para verificar que no hay ninguna pieza arrastrándose, o ruidos anormales;
10. Luego de que las etapas anteriores hayan sido concluidas satisfactoriamente, se podrá continuar con la secuencia de arranque del motor;
11. Accionar el motor en vacío, asegurándose de que gira levemente sin ruidos extraños;
12. Verificar el sentido de rotación con el motor desacoplado;
13. Para invertir el sentido de rotación, basta invertir la conexión de dos fases cualesquiera entre sí;



ATENCIÓN

Para invertir el sentido de rotación de motores con sentido único de rotación, es necesario consultar a WEG.

14. Mantener el motor girando en la rotación nominal y anotar los valores de las temperaturas en los cojinetes a intervalos de 1 minuto, hasta que éstas se tomen constantes. Cualquier aumento repentino de la temperatura en los cojinetes indica anomalía en la lubricación o en la superficie de roce;

15. Monitorear la temperatura, el nivel de aceite de los cojinetes y los niveles de vibración. En caso de que haya una variación significativa de un valor, interrumpir el arranque del motor, detectar las posibles causas y realizar la debida corrección;
16. Cuando las temperaturas de los cojinetes se tornen constantes, se podrá continuar con los demás pasos para operación del motor.



ATENCIÓN

El no seguimiento de los procedimientos descritos en el ítem 6.2 puede perjudicar el desempeño del motor, causar daños, e incluso quemarlo, resultando en la pérdida de la garantía.

6.3 OPERACIÓN

Los procedimientos de operación varían considerablemente en función de la aplicación del motor y del tipo de equipo de control utilizado. En este manual son descritos solamente los procedimientos generales. Para los procedimientos de operación del sistema de control, consultar el manual específico de este equipo.

6.3.1 General

Luego de una primera prueba de arranque exitosa, acoplar el motor a la carga accionada y de esta forma podrá ser reiniciado el procedimiento de arranque conforme sigue:

- Accionar el motor acoplado a la carga, hasta alcanzar su estabilidad térmica, y verificar si no están ocurriendo ruidos, vibraciones anormales o calentamientos excesivos. En caso de que ocurran variaciones significativas en las vibraciones entre la condición inicial de funcionamiento y la condición luego de alcanzar la estabilidad térmica, será necesario verificar la alineación y la nivelación;
- Medir la corriente eléctrica absorbida y compararla con el valor indicado en la placa de identificación.
- En régimen continuo, sin variación de la carga, el valor de la corriente medida no debe exceder el valor indicado en la placa multiplicado por el factor de servicio;
- Todos los instrumentos y aparatos de medición y de control deben ser monitoreados permanentemente para detectar eventuales alteraciones. En caso de anomalía, determinar las causas y realizar las debidas correcciones.

6.3.2 Temperaturas

- Las temperaturas de los cojinetes, del devanado del estator y del sistema de refrigeración, deben ser monitoreadas mientras el motor esté operando;
- Estas temperaturas se deberán estabilizar en un período de 4 a 8 horas de funcionamiento;
- La temperatura del devanado del estator depende de la carga de la máquina, por eso la carga accionada también debe ser monitoreada durante el funcionamiento del motor.

6.3.3 Cojinetes

El arranque del sistema, así como las primeras horas de operación, deben ser monitoreadas cuidadosamente.

Antes de poner el motor en operación, verificar:

- Que el sistema de inyección de aceite bajo alta presión (si existe) esté encendido;
- Que el sistema de lubricación externa (si existe) esté encendido;
- Que el lubricante utilizado esté de acuerdo con el especificado;
- Las características del lubricante;
- El nivel de aceite (cojinetes lubricados a aceite);
- Si las temperaturas de alarma y apagado están ajustadas para los cojinetes;
- Durante el primer arranque se deberá prestar atención a eventuales vibraciones o ruidos anormales;
- En caso de que el cojinete no trabaje de manera silenciosa y uniforme, el motor deberá ser apagado inmediatamente;
- En caso de que ocurra una sobre elevación de temperatura, el motor deberá ser apagado inmediatamente para inspeccionar los cojinetes y sensores de temperatura, corrigiendo las eventuales causas;
- El motor deberá operar durante algunas horas hasta que la temperatura de los cojinetes se establezca dentro de los límites especificados;
- Luego de la estabilización de las temperaturas de los cojinetes, verificar si no hay pérdida por los plugs, por las juntas o por la punta del eje.

6.3.3.1 Sistema de inyección de aceite bajo alta presión

En los cojinetes que poseen la opción de levantamiento del eje en el arranque o en la parada, a través de presión de aceite, el accionamiento de este sistema es hecho a través de una bomba de aceite externa al motor, debiendo ser seguido el siguiente procedimiento:



ATENCIÓN

El sistema de inyección de aceite bajo alta presión debe ser encendido antes de colocar en operación el motor, y durante el procedimiento de parada, conforme es informado en la documentación técnica del motor.

6.3.4 Radiadores

Para motores con intercambiador de calor air-agua, es importante:

- Controle la temperatura en la entrada y en la salida del radiador y, si fuera necesario, corrija el flujo de agua;
- Regular la presión del agua para que solamente venza la resistencia en las tuberías y en el radiador;
- Para control de la operación del motor se recomienda instalar termómetros en la entrada y en la salida del aire y del agua del radiador, realizando un registro de estas temperaturas a determinados intervalos de tiempo;
- A la par de la instalación de termómetros, también pueden ser instalados instrumentos de registro o de señalización (sirena, lámparas) en determinados locales.

Verificación del desempeño del radiador

- Para control de operación, se recomienda que las temperaturas del agua y del aire, en la entrada y en la salida del radiador, sean medidas y registradas periódicamente;
- El desempeño del radiador es expresado por la diferencia de temperaturas entre el agua y el aire fríos durante una operación normal. Esta diferencia debe ser controlada periódicamente. En caso de que se constate un aumento de esta diferencia, tras un largo período de operación normal, verificar la necesidad de limpiar el radiador;
- Una reducción del desempeño, o daños en el radiador, también podrá ocurrir por acumulación de aire en su interior. En ese caso, una desaireación del radiador y de las tuberías de agua podrá corregir el problema;
- El diferencial de presión del agua puede ser considerado como un indicador de necesidad de limpieza del radiador;
- Se recomienda también la medición y el registro de los valores de la presión diferencial del agua antes y después del radiador. Periódicamente, los nuevos valores medidos deben ser comparados con el valor original, ya que un aumento de la presión diferencial indica la necesidad de limpieza del radiador.

6.3.5 Vibración

Los motores son balanceados en fábrica, cumpliendo los límites de vibración establecidos por las normas IEC60034-14, NEMA MG1 - Parte 7 y NBR 11390 (excepto cuando el contrato de compra especifique valores diferentes).

Las mediciones de vibración son realizadas en los cojinetes trasero y delantero, en las direcciones vertical, horizontal y axial. Cuando el cliente envía el medio manguito de acoplamiento a WEG, el motor es balanceado con el medio manguito montado en el eje. En caso contrario, de acuerdo con las normas de arriba, el motor es balanceado con media chaveta (es decir, el canal de chaveta es llenado con una barra de mismo ancho, espesor y altura que el canal de la chaveta durante el balanceo).

Los niveles máximos de vibración, para motores en operación, cumplidos por WEG son informados en el diagrama de conexión.

Las principales causas de vibración son:

- Desalineación entre el motor y el equipo accionado;
- Fijación inadecuada del motor a la base, con "calces sueltos" debajo de una o más patas del motor, o tornillos de fijación mal apretados;
- Base inadecuada o con falta de rigidez;
- Vibraciones externas provenientes de otros equipos.



ATENCIÓN

Operar el motor con valores de vibración por encima de los descritos en su diagrama de conexión, puede perjudicar su vida útil y/o su desempeño.

6.3.6 Límites de vibración del eje

En los motores equipados, o con previsión para instalación de sensor de proximidad (normalmente utilizados en cojinetes de deslizamiento), las superficies del eje son preparadas con acabado especial en las áreas adyacentes a los cojinetes, con el objetivo de garantizar la correcta medición de la vibración del eje.

La vibración del eje debe cumplir con los valores máximos de alarma y apagado indicados en el diagrama de conexión específico del motor.

Las principales causas de aumento en la vibración del eje son:

- Problemas de desbalance del acoplamiento, u otros problemas que pueden generar vibración de la máquina;
- Problemas de forma del eje en la región de medición, minimizados durante la fabricación;
- Tensión o magnetismo residual en la superficie del eje donde es hecha la medición;
- Ralladuras, abolladuras en el acabado del eje, en la región de medición.

6.3.7 Apagado

Para efectuar el apagado del motor, proceder conforme sigue:

- Reducir la carga del equipo accionado, si es posible;
- Abrir el disyuntor principal;
- Encender el sistema de inyección de aceite bajo alta presión (si existe);

Luego de que el motor pare completamente:

- Apagar el sistema de inyección de aceite bajo alta presión (si existe);
- Apagar el sistema de circulación de aceite de los cojinetes (si existe);
- Apagar la unidad hidráulica (si existe);
- Apagar el sistema de agua industrial (si existe);
- Apagar el sistema de ventilación forzada (si existe);
- Encender las resistencias de calentamiento. Éstas deben ser mantenidas encendidas hasta la próxima operación del motor.



PELIGRO

Inclusive después del apagado del motor, mientras el rotor esté girando, existe peligro de vida al tocar cualquiera de las partes activas del motor.



ATENCIÓN

Las cajas de conexión de motores, equipados con condensadores no deben ser abiertas antes de su completa descarga.
Tiempo de descarga de los condensadores: 5 minutos luego del apagado del motor.

7 MANTENIMIENTO

7.1 GENERAL

Un programa adecuado de mantenimiento para motores eléctricos incluye las siguientes recomendaciones:

- Mantener limpios el motor y los equipos asociados;
- Medir periódicamente la resistencia de aislamiento de los devanados;
- Medir periódicamente la temperatura de los devanados, cojinetes y sistema de refrigeración;
- Verificar eventuales desgastes, funcionamiento del sistema de lubricación y la vida útil de los cojinetes;
- Medir los niveles de vibración del motor;
- Inspeccionar el sistema de refrigeración;
- Inspeccionar los equipos asociados;
- Inspeccionar todos los accesorios, protecciones y conexiones del motor, garantizando su correcto funcionamiento.



ATENCIÓN

Las resistencias deben estar sin tensión antes de abrir la tapa de la caja de conexiones, siempre que se realicen tareas de mantenimiento.



ATENCIÓN

El no seguimiento de las recomendaciones del ítem 7.1 puede resultar en paradas no deseadas del equipo.

La frecuencia con que estas inspecciones deben ser hechas depende de las condiciones locales de la aplicación.

Siempre que sea necesario transportar el motor, se debe cuidar que el eje esté debidamente trabado para no dañar los cojinetes. Para el trabamiento del eje, utilizar el dispositivo suministrado con el motor.

Cuando sea necesario reacondicionar el motor, o sustituir alguna pieza dañada, consultar a WEG.

7.2 LIMPIEZA GENERAL

- Mantener la carcasa limpia, sin acumulación de aceite o polvo en su parte externa, para facilitar el intercambio de calor con el medio;
- También el interior del motor debe ser mantenido limpio, exento de polvo, residuos y aceites;
- Para la limpieza utilice escobillas o paños limpios de algodón. Si el polvo no es abrasivo, la limpieza debe ser hecha con una aspiradora de polvo industrial, "aspirando" la suciedad de la tapa deflectora, así como el polvo acumulado en las paletas del ventilador y en la carcasa;
- Los residuos impregnados con aceite o humedad pueden ser removidos con un paño impregnado en un solvente adecuado;
- Efectuar la limpieza de las cajas de conexión, cuando sea necesario. Los bornes y conectores deben ser mantenidos limpios, sin oxidación y en perfectas condiciones de operación. Evite la presencia de grasa o pátina en los componentes de conexión.

7.3 MANTENIMIENTO DE LOS DEVANADOS

Para obtener la operación más satisfactoria y una vida más prolongada, los devanados deberán someterse anualmente a inspección y limpieza.

7.3.1 Inspección de los devanados

Anualmente, los devanados deberán ser sometidos a una inspección visual completa, anotando y reparando cualquier daño o defecto observados.

Las mediciones de la resistencia de aislamiento de los devanados deben ser realizadas a intervalos regulares, principalmente durante tiempos húmedos o después de prolongadas paradas del motor.

Valores bajos o variaciones bruscas de la resistencia del aislamiento deben ser investigados.

Los devanados deberán ser sometidos a inspecciones visuales completas a intervalos frecuentes, anotando y reparando todo daño o defecto observado.

La resistencia de aislamiento podrá ser aumentada hasta un valor adecuado en los puntos en los que esté baja (como consecuencia de polvo o humedad excesiva) por medio de la remoción del polvo y el secado de la humedad del devanado.

7.3.2 Limpieza de los devanados

Para obtener una operación más satisfactoria, así como una vida más prolongada de los devanados aislados, se recomienda mantenerlos libres de suciedad, aceite, polvo metálico, contaminantes etc.

Para eso, es necesario inspeccionar y limpiar los devanados periódicamente, conforme las recomendaciones del "Plan de Mantenimiento" de este manual. Si existe necesidad de reimpregnación, consulte la WEG.

Los devanados podrán ser limpiados con una aspiradora de polvo industrial, con puntera fina no metálica, o solamente con un paño seco.

Para condiciones extremas de suciedad, podrá existir la necesidad de la limpieza con un solvente líquido apropiado. Esta limpieza deberá ser hecha rápidamente para no exponer los devanados por mucho tiempo a la acción de solventes.

Tras la limpieza con solvente, los devanados deberán ser secados completamente.

Medir la resistencia del aislamiento y el índice de polarización para evaluar las condiciones de aislamiento de los devanados.

El tiempo requerido para secado de los devanados, luego de la limpieza, varía de acuerdo con las condiciones del tiempo, como temperatura, humedad etc.



PELIGRO

La mayoría de los solventes actualmente usados son altamente tóxicos, inflamables o ambas cosas.

Los solventes no deben ser aplicados en las partes rectas de las bobinas de los motores de alta tensión, ya que pueden afectar la protección contra el efecto corona.

7.3.3 Inspecciones tras la limpieza

Luego de la limpieza cuidadosa de los devanados deberán ser ejecutadas las siguientes inspecciones:

- Verificar los aislamientos del devanado y de las conexiones;
- Verificar las fijaciones de los distanciadores, amarres, cuñas de ranuras, bandajes y soportes;
- Verificar si no ocurrieron rupturas, si no hay soldaduras deficientes, cortocircuito entre espiras, así como contra la masilla en las bobinas o en las conexiones. En caso de detectar alguna irregularidad, consultar a WEG;
- Asegúrese de que los cables estén conectados adecuadamente y que los elementos de fijación de los terminales estén firmemente apretados. En caso necesario, reapretarlos.

7.3.4 Reimpregnación

En caso de que alguna camada de la resina de los devanados haya sido dañada durante la limpieza o las inspecciones, tales partes deberán ser retocadas con material adecuado (en este caso, consulte a WEG).

7.3.5 Resistencia de Aislamiento

La resistencia de aislamiento debe ser medida cuando todos los procedimientos de mantenimiento estén concluidos.



ATENCIÓN

Antes de recolocar el motor en operación, es imprescindible medir la resistencia de aislamiento de los devanados y garantizar que los valores medidos respeten los especificados.

7.4 MANTENIMIENTO DEL SISTEMA DE REFRIGERACIÓN

- Los tubos de los intercambiadores de calor aire-aire (IC611), los tubos de refrigeración y los atenuadores de ruido (si hay) deben ser mantenidos limpios y desobstruidos para garantizar un perfecto intercambio de calor. Para remover la suciedad acumulada en el interior de los tubos, puede ser utilizada una varilla con un cepillo redondo en la punta. Los atenuadores de ruido (si hay), pueden ser limpiados con aire comprimido seco.



NOTA

Se recomienda cerrar las aperturas del circuito externo de aire caso el motor quede fuera de operación por períodos prolongados.

- En el caso del intercambiador de calor aire-agua (IC81W), es necesaria una limpieza periódica en los tubos del radiador para remover cualquier incrustación, conforme ítem 7.5.
- En motores abiertos (IC01), los filtros de aire deben limpiarse con aire comprimido seco. Si el polvo es de remoción difícil, lavar el filtro con agua fría y detergente neutro y secar en posición horizontal. Hacer el cambio de los filtros, si es necesario.

7.5 MANTENIMIENTO DE LOS RADIADORES

El grado de suciedad en el radiador puede ser detectado por el aumento de la temperatura del aire en la salida.

Cuando la temperatura del aire frío, en las mismas condiciones de operación, sobrepase el valor determinado, se podrá suponer que los tubos están sucios. En caso de que sea constatada corrosión en el radiador, será necesario proveer una protección adecuada contra corrosión (por ejemplo, ánodos de zinc, cobertura con plástico, epoxi u otros productos similares de protección), para prevenir daños mayores a las partes ya afectadas. La camada externa de todas las partes del radiador debe ser mantenida siempre en buen estado.

Instrucciones para remoción y mantenimiento del radiador

Para remoción del radiador, para mantenimiento, utilizar el siguiente procedimiento:

1. Cerrar todas las válvulas de entrada y salida de agua, luego de parar la ventilación;
2. Drenar el agua del radiador a través de los plugs de drenaje;
3. Soltar los cabezales, guardando los tornillos, tuercas, arandelas y juntas hermetizantes en local seguro;
4. Cepillar cuidadosamente el interior de los tubos con cepillos de nylon para remoción de residuos. Si durante la limpieza son constatados daños en los tubos del radiador, éstos deberán ser reparados;
5. Volver a montar los cabezales, sustituyendo las juntas, si es necesario.

Ánodos de sacrificio

Los ánodos de sacrificio son usados en radiadores para utilización con agua salada. Se debe realizar la inspección periódica, conforme el plan de mantenimiento, en caso de que sea constatada corrosión excesiva del ánodo de sacrificio, deberá ser aumentada su frecuencia de inspección para determinar su tiempo de corrosión y entonces elaborar un plan de periodicidad de cambio.

7.6 VIBRACIÓN

Cualquier evidencia de aumento de desbalance o vibración del motor debe ser investigada inmediatamente.



ATENCIÓN

Después de apretar o desmontar cualquier tornillo de máquina, es necesario aplicar Loctite.

7.7 MANTENIMIENTO DEL TRINQUETE ANTI-REVERSIÓN

La condición de anti-reversión del trinquete (si existe) debe ser inspeccionada conforme el plan de mantenimiento descrito en la Tabla 9.1 .

Remover la tapa superior del motor y verificar el desgaste de los pernos y de los dientes del engranaje del trinquete. En caso de que sea detectado desgaste excesivo, estas piezas deberán ser sustituidas.

7.8 DISPOSITIVO DE PUESTA A TIERRA DEL EJE

La escobilla de puesta a tierra del eje (si hay) evita la circulación de corriente eléctrica por los cojinetes, lo que es perjudicial para su funcionamiento. La escobilla es puesta en contacto con el eje y conectada a través de un cable a la carcasa del motor, la que debe estar puesta a tierra. Asegurarse de que la fijación del portaescobillas y su conexión con la carcasa hayan sido hechas correctamente.

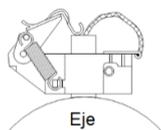


Figura 7.1: Escobilla para puesta a tierra del eje

Para proteger el eje del motor contra herrumbre, durante el transporte, éste es protegido con un aceite secante. Para garantizar el funcionamiento de la escobilla de puesta a tierra, este aceite, así como cualquier residuo entre el eje y la escobilla, debe ser removido antes de arrancar el motor. La escobilla de puesta a tierra deberá ser monitoreada constantemente durante su funcionamiento y, al llegar al fin de su vida útil, deberá ser sustituida por otra de igual dimensión y calidad (granulación).

7.9 MANTENIMIENTO DE LOS COJINETES

7.9.1 Cojinetes de rodamiento a grasa



NOTA

Los datos de los rodamientos, cantidad y tipo de grasa, así como intervalos de lubricación, son informados en una placa de identificación de los cojinetes fijada en el motor.

Los cojinetes deben ser relubricados anualmente o conforme los intervalos de lubricación informados en la placa de identificación de los cojinetes, prevaleciendo o que ocurrir primero.

- Los intervalos de lubricación informados consideran la temperatura de trabajo del rodamiento de 70 °C;
- Basándose en los rangos de temperatura de operación relacionados en la Tabla 7.1, aplicar los siguientes factores de corrección para los intervalos de lubricación de los rodamientos:

Tabla 7.1: Factor de reducción para intervalos de lubricación

Temperatura de trabajo del cojinete	Factor de reducción
Por debajo de 60 °C	1,59
Entre 70 y 80 °C	0,63
Entre 80 y 90 °C	0,40
Entre 90 y 100 °C	0,25
Entre 100 y 110 °C	0,16

7.9.1.1 Instrucciones para lubricación

El sistema de lubricación fue proyectado de tal modo que, durante la lubricación de los rodamientos, la grasa vieja es removida de las pistas de los rodamientos y expelida a través de un drenaje que permite la salida de la misma e impide la entrada de polvo u otros contaminantes nocivos en el rodamiento.

Este drenaje también evita los daños a los rodamientos por lubricación excesiva.

Es aconsejable hacer la lubricación con el motor en operación, para asegurar la renovación de la grasa en el alojamiento del rodamiento.

Si eso no es posible, debido a la presencia de piezas girantes cerca de la engrasadora (poleas etc.), que pueden poner en riesgo la integridad física del operador, proceder de la siguiente manera:

- Con el motor parado, inyectar aproximadamente la mitad de la cantidad total de la grasa prevista y operar el motor durante aproximadamente 1 minuto a plena rotación;
- Parar el motor e inyectar el resto de la grasa.



ATENCIÓN

La inyección de toda la grasa, con el motor parado, puede causar la penetración de parte del lubricante hacia el interior del motor, a través del sellado interno del anillo del rodamiento.

Es importante limpiar las graseras antes de la lubricación, para así evitar que sean arrastrados materiales extraños hacia dentro del rodamiento. Para lubricación use exclusivamente pistola engrasadora manual.

7.9.1.2 Procedimiento para la relubricación de los rodamientos

- Retirar la tapa del drenaje;
- Limpiar con un paño de algodón alrededor del orificio de la grasería;
- Con el rotor en operación, inyectar la grasa por medio de engrasadora manual hasta que ésta comience a salir por el drenaje, o hasta que haya sido introducida la cantidad informada en la **Tabla 7.3**;
- Mantener el motor en funcionamiento durante el tiempo suficiente para que salga todo el exceso de grasa por el drenaje;
- Inspeccionar la temperatura del cojinete para asegurarse de que no hubo ninguna alteración significativa;
- Recolocar la tapa del drenaje.

7.9.1.3 Relubricación de los rodamientos con dispositivo de cajón para remoción de la grasa

Para efectuar la relubricación de los cojinetes, la remoción de la grasa vieja es hecha por el dispositivo con cajón instalado en cada cojinete.

Procedimientos para lubricación:

- Antes de iniciar la lubricación del cojinete, limpiar la grasería con un paño de algodón;
- Retirar la varilla con cajón para remoción de la grasa vieja, limpiar el cajón y colocarlo nuevamente;
- Con el motor en funcionamiento, inyectar la cantidad de grasa especificada en la placa de identificación de los rodamientos, por medio de engrasadora manual ;

4. El exceso de grasa sale por el dreno inferior del cojinete y se deposita en el cajón;
5. Mantener el motor en funcionamiento durante el tiempo suficiente para que salga todo el exceso de grasa;
6. Remover el exceso de grasa, tirando de la varilla del cajón y limpiándolo. Este procedimiento debe ser repetido tantas veces como sea necesario hasta que el cajón no retenga más grasa;
7. Inspeccionar la temperatura del cojinete para garantizar que no hubo ninguna alteración significativa.

7.9.1.4 Tipo y cantidad de grasa

La relubricación de los cojinetes debe ser realizada siempre con la grasa original especificada en la placa de características de los cojinetes, así como en la documentación del motor.

ATENCIÓN
WEG no recomienda la utilización de grasa diferente de la grasa original del motor.

Es importante hacer una lubricación correcta, es decir, aplicar la grasa correcta y en cantidad adecuada, ya que tanto una lubricación deficiente, así como una lubricación excesiva, causan daños a los rodamientos. Una lubricación en exceso conlleva a la elevación de la temperatura debido a la gran resistencia que ofrece al movimiento de las partes rotativas y, principalmente, debido a la pulsación de la grasa que acaba por perder completamente sus características de lubricación.

7.9.1.5 Grasas opcionales

En caso de que no sea posible utilizar la grasa original, pueden ser utilizadas las grasas opcionales listadas en la Tabla 7.2, con las siguientes condiciones:

1. La rotación del motor no debe sobrepasar la rotación límite permitida para la grasa, de acuerdo con el tipo de rodamiento, conforme la Tabla 7.3;
2. Corregir el intervalo de lubricación de los cojinetes, multiplicando el intervalo informado en la placa de los cojinetes por el factor de multiplicación informado en la Tabla 7.2;
3. Utilizar el procedimiento correcto para cambio de grasa, conforme el ítem 7.9.1.6 de este manual.

Tabla 7.2: Opciones y características de las grasas opcionales para aplicaciones normales

Fabricante	Grasa	Temperatura de trabajo constante (°C)	Factor de multiplicación
Exxon Mobil	UNIREX N3 (Jabón de Complejo de Litio)	(-30 a +150)	0.90
Shell	GADUS S2 V100 3 (Jabón de Litio)	(-30 a +130)	0.85
Petrobras	LUBRAX INDUSTRIAL GMA-2 (Jabón de Litio)	(0 a +130)	0.85
Shell	GADUS S3 T100 2 (Jabón de Diurea)	(-20 a +150)	0.94
SKF	LGHP 2 (Jabón de Poliurea)	(-40 a +150)	0.94

La Tabla 7.3 muestra los tipos de rodamientos más utilizados en los motores horizontales, la cantidad de grasa y la rotación límite de utilización de las grasas opcionales.

Tabla 7.3: Aplicación de las grasas opcionales

Rodamiento	Cant. de grasa (g)	Rotación Límite de la Grasa [rpm] Motores verticales				
		GADUS S3 T100 2	LGHP 2	Unirex N3	GADUS S2 V100 3	Lubrax Industrial GMA-2
6215	15	3600	3600	3600	3000	3000
6217	20	1800	1800	1800	1800	1800
6220	30	1800	1800	1800	1800	1800
6222	40	1800	1800	1800	1800	1800
6224	45	1800	1800	1800	1800	1800
6228	55	1800	1800	1800	1800	1500
6232	70	1800	1800	1800	1500	1200
6236	85	1800	1800	1500	1500	1200
6240	105	1800	1800	1200	1200	1000
6048	100	1500	1500	1200	1200	1000
6052	130	1500	1500	1200	1000	900
6064	290	1200	1200	1000	900	750
7216	20	3600	3600	3600	3000	1800
7218	25	1800	1800	1800	1800	1800
7222	40	1800	1800	1800	1800	1800
7224	45	1800	1800	1800	1800	1800
7228	55	1800	1800	1800	1800	1500
7322	60	1800	1800	1800	1800	1500
7324	70	1800	1800	1800	1800	1500
7326	80	1800	1800	1800	1500	1200
7328	95	1800	1800	1800	1500	1200
7330	105	1800	1800	1500	1500	1200
7332	115	1800	1800	1500	1200	1200
7332 DT	230	1800	1800	1500	1200	1200
7334 DT	260	1800	1800	1500	1200	1000
7338 DT	310	1500	1500	1200	1200	1000

7.9.1.6 Procedimiento para cambio de la grasa

Para el cambio de grasa **POLYREX EM103** por una de las grasas alternativas, los cojinetes deben ser abiertos para remover la grasa vieja y así aplicar la grasa nueva. En caso de que no sea posible abrir los cojinetes, se debe purgar la grasa vieja, aplicando la grasa nueva hasta que ésta empiece a aparecer en el cajón de salida, con el motor en funcionamiento.

Para el cambio de grasa **PETAMO GHY 133 N** por una de las grasas alternativas, es necesario que los cojinetes sean abiertos y que la grasa vieja sea totalmente removida, para así aplicar la grasa nueva.

NOTA
WEG no se responsabiliza por el cambio de la grasa ni por eventuales daños derivados de tal procedimiento.

ATENCIÓN
Cuando el cojinete sea abierto, inyectar la grasa nueva a través de la grasera para expeler la grasa vieja que se encuentra en el tubo de entrada de grasa. A continuación, aplicar la grasa nueva en el rodamiento, en el anillo interno y en el anillo externo, llenando 3/4 de los espacios vacíos. En el caso de los cojinetes dobles (rodamiento de esfera + rodamiento de rodillo), llenar también 3/4 de los espacios vacíos entre los anillos intermediarios. Nunca limpiar el rodamiento con paños a base de algodón, ya que pueden soltar hilachas, las que actúan como partículas sólidas.

7.9.1.7 Grasas para bajas temperaturas

Tabla 7.4: Grasa para aplicación a bajas temperaturas

Fabricante	Grasa	Temperatura de trabajo constante (°C)	Aplicación
Exxon Mobil	MOBILITH SHC 100 (Jabón de Complejo de Litio y Aceite Sintético)	(-50 a +150)	Baja temperatura

7.9.1.8 Compatibilidad de grasas

Se puede decir que las grasas son compatibles cuando las propiedades de la mezcla se encuentran dentro de los rangos de propiedades de las grasas individuales. En general, grasas con el mismo tipo de jabón son compatibles entre sí, no obstante, dependiendo de la proporción de mezcla, podrá haber incompatibilidad. De esta forma, no es recomendada la mezcla de diferentes tipos de grasa sin antes consultar al proveedor de la grasa o a WEG. Algunos espesantes y aceites básicos no pueden ser mezclados entre sí, ya que no forman una mezcla homogénea. En este caso, no se puede descartar una tendencia de endurecimiento o, contrariamente, un ablandamiento de la grasa o la caída del punto de gota de la mezcla resultante.



ATENCIÓN

Grasas con diferentes tipos de base nunca deberán ser mezcladas. Ejemplo: Grasas a base de Litio nunca deben ser mezcladas con otras que tengan base de sodio o calcio.

7.9.1.9 Desmontaje - cojinetes verticales

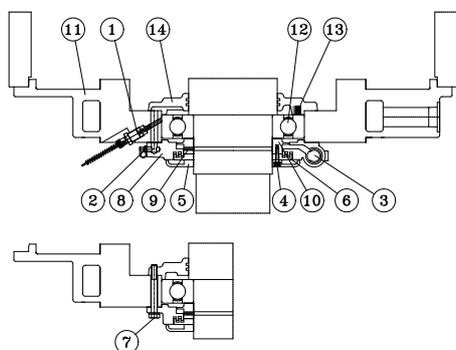


Figura 7.2: Cojinete inferior

Detalle de la Figura 7.2:

1. Sensor de temperatura
2. Graseira
3. Cajón de salida de grasa
4. Tornillo
5. Disco de protección
6. Anillo laberinto
7. Tornillo
8. Anillo de fijación externo
9. Tornillo
10. Centrifugador de grasa
11. Tapa inferior
12. Rodamiento
13. Resorte
14. Anillo de fijación interno

7.9.1.9.1 Antes de desmontar

- Retirar los tubos de prolongamiento de la entrada y salida de grasa;
- Limpiar completamente la parte externa del cojinete;
- Retirar la escobilla de puesta a tierra (si existe);
- Retirar los sensores de temperatura.

7.9.1.9.2 Desmontaje del cojinete inferior

Para desmontar el cojinete, proceder de acuerdo con las orientaciones a seguir:

1. Colocar el motor en posición horizontal;
2. Retirar los tornillos (4), el disco de protección (5) y el anillo laberinto (6);
3. Retirar los tornillos (7) de los anillos de fijación externo e interno del rodamiento (8 y 14);
4. Retirar el anillo de fijación externo (8);
5. Retirar el tornillo (9) que fija el centrifugador de grasa (10);
6. Retirar el centrifugador de grasa (10);
7. Retirar la tapa inferior (11);
8. Retirar el rodamiento (12);
9. Retirar el anillo de fijación interno (14), si es necesario.

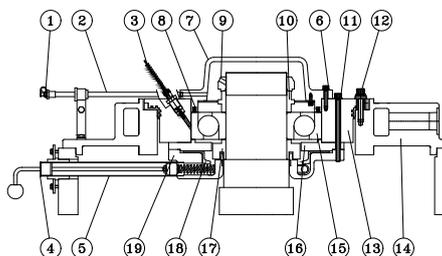


Figura 7.3: Cojinete superior

Detalle de la Figura 7.3:

1. Graseira
2. Tubo de entrada de grasa
3. Sensor de temperatura
4. Cajón de salida de grasa
5. Tubo de salida de grasa
6. Tornillo
7. Anillo de fijación externo
8. Resorte
9. Tuerca KMT
10. Anillo espaciador
11. Tornillo
12. Tornillo
13. Cubo del rodamiento
14. Tapa superior
15. Rodamiento
16. Anillo intermediario
17. Centrifugador de grasa
18. Anillo de dirección
19. Anillo de fijación interno

7.9.1.9.3 Desmontaje del cojinete superior

Para desmontar el cojinete, proceder de acuerdo con las orientaciones a seguir:

1. Calzar el eje del motor con un levantador hidráulico;
2. Retirar los tornillos (6) del anillo de fijación externo del rodamiento(7);
3. Retirar el anillo de fijación externo (7);
4. Retirar la tuerca KMT (9);
5. Retirar los tornillos (11 y 12) y retirar el cubo del rodamiento;
6. Retirar la tapa superior (14);
7. Mover el anillo intermediario y el anillo de fijación interno, apartándolos del rodamiento, para obtener espacio para colocar el dispositivo y remover el rodamiento;

8. Retirar el rodamiento (15);
9. Retirar el centrifugador de grasa (17), el anillo intermediario y el anillo de fijación interno, si es necesario.



ATENCIÓN

- Durante el desmontaje de los cojinetes, se debe tener el cuidado de no causar daños a las esferas, a los rodillos, así como a la superficie del eje;
- Guardar las piezas desmontadas en local seguro y limpio.

7.9.1.10 Montaje de los cojinetes

- Limpiar los cojinetes completamente e inspeccionar las piezas desmontadas, así como el interior de los anillos de fijación;
- Asegurarse de que las superficies del rodamiento, eje y anillos de fijación estén perfectamente lisas;
- Llenar $\frac{3}{4}$ del depósito de los anillos de fijación interno y externo con la grasa recomendada (Figura 7.4) y lubricar el rodamiento con cantidad suficiente de grasa antes de montarlo;
- Antes de montar el rodamiento en el eje, caliéntelo a una temperatura entre 50°C y 100°C;
- Para montaje completo del cojinete, siga las instrucciones para desmontaje en orden inverso.
- La eficacia de sellado contra Taconita vendrá dada por el relleno de grasa entre los salientes del sello laberíntico y el anillo exterior (cuando exista)



Figura 7.4: Anillo de fijación externo del cojinete

7.9.2 Cojinetes de rodamiento a aceite

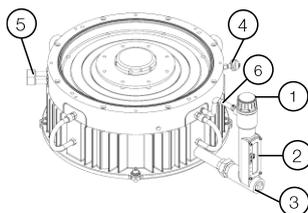


Figura 7.5: Cojinete de rodamiento a aceite

Detalle de la Figura 7.5:

1. Entrada de aceite
2. Visor de nivel de aceite
3. Salida de aceite
4. Sensor de temperatura
5. Entrada y salida de agua de refrigeración (uso opcional)
6. Manguera de respiración



ATENCIÓN

La manguera de respiración (6) no puede presentar curvatura, de manera de acumular aceite en su interior.

7.9.2.1 Instrucciones para lubricación

Drenaje del aceite: Cuando sea necesario efectuar el cambio del aceite del cojinete, remover la tapa de la salida de aceite (3) y drenar el aceite completamente.

Para colocación de aceite en el cojinete:

- Cerrar la salida de aceite con la tapa (3);
- Remover la tapa de la entrada de aceite o del filtro (1);
- Colocar el aceite especificado hasta el nivel indicado en el visor de aceite.



NOTAS

1. Todos los orificios roscados no usados deben estar cerrados por plugs. Ninguna conexión podrá presentar pérdida;
2. El nivel de aceite es alcanzado cuando el lubricante puede ser visto aproximadamente en el medio del visor de nivel;
3. El uso de una cantidad mayor de aceite no perjudica al cojinete, no obstante, puede ocasionar pérdida a través de los sellados del eje;
4. Nunca utilizar o mezclar aceite hidráulico con el aceite lubricante de los cojinetes.

7.9.2.2 Tipo de aceite

El tipo y la cantidad de aceite lubricante para utilizar están especificados en la placa de características fijada en el motor.

7.9.2.3 Cambio del aceite

El cambio del aceite de los cojinetes debe ser hecho obedeciendo los intervalos, en función de la temperatura de trabajo del cojinete, mostrados en la Tabla 7.5:

Tabla 7.5: Intervalos para cambio de aceite

Temperatura de trabajo del cojinete	Intervalo para cambio de aceite del cojinete
Por debajo de 75°C	20.000 horas
Entre 75 y 80°C	16.000 horas
Entre 80 y 85°C	12.000 horas
Entre 85 y 90°C	8.000 horas
Entre 90 y 95°C	6.000 horas
Entre 95 y 100°C	4.000 horas

La vida útil de los cojinetes depende de sus condiciones de operación, de las condiciones de operación del motor y de los procedimientos de mantenimiento.

Proceder de acuerdo con las orientaciones a seguir:

- El aceite seleccionado para la aplicación debe tener la viscosidad adecuada para la temperatura de operación del cojinete. El tipo de aceite recomendado por WEG ya considera estos criterios;
- Una cantidad insuficiente de aceite puede dañar el cojinete;
- El nivel de aceite mínimo recomendado es alcanzado cuando el lubricante puede ser visto en la parte inferior del visor de nivel de aceite, con el motor parado.



ATENCIÓN

El nivel de aceite debe ser verificado diariamente y debe permanecer en el medio del visor del nivel de aceite.

7.9.2.4 Operación de los cojinetes

El arranque del sistema, así como las primeras horas de operación, deben ser monitoreados cuidadosamente.

Antes de la arranque, verificar:

- Que el aceite utilizado esté de acuerdo con el especificado en la placa de características;
- Las características del lubricante;
- El nivel de aceite;
- Las temperaturas de alarma y apagado ajustadas para el cojinete;

Durante el primer arranque, se debe prestar atención a eventuales vibraciones o ruidos. En caso de que el cojinete no trabaje de manera silenciosa y uniforme, el motor deberá ser apagado inmediatamente.

El motor debe operar durante algunas horas hasta que la temperatura de los cojinetes se establezca. En caso de que ocurra una sobre elevación de temperatura de los cojinetes, el motor deberá ser apagado y los cojinetes y sensores de temperatura deberán ser verificados. Verificar si no hay pérdida de aceite por los plugs, juntas, o por la punta de eje.

7.9.2.5 Desmontaje de los cojinetes

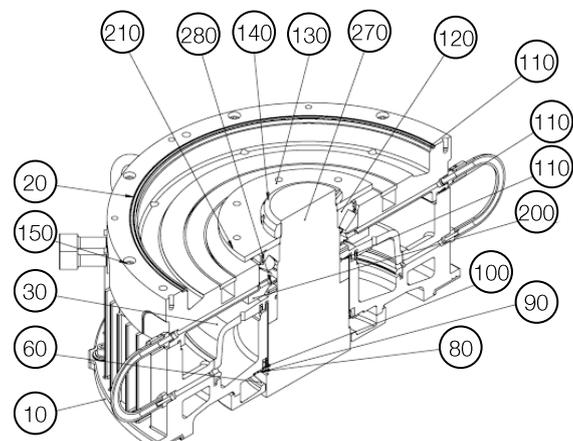


Figura 7.6: Cojinete superior

Detalle de la Figura 7.6:

- 10. Depósito de aceite
- 20. Cubo del rodamiento
- 30. Centrifugador de aceite
- 60. Bandeja para aceite
- 80. Anillo de fijación para sello de sellado
- 90. Tornillo sextavado interno
- 100. Sello de sellado de teflón
- 110. Perfil de goma
- 120. Rodamiento
- 130. Anillo intermediario superior
- 140. Tuerca de fijación
- 150. Tornillo sextavado interno
- 200. Anillo intermediario inferior
- 210. Tornillo sextavado interno
- 270. Eje
- 280. Tornillo sextavado interno

Antes de desmontar el cojinete superior:

- Calzar el rotor en la punta del eje con un levantador hidráulico;
- Drenar completamente el aceite del cojinete;
- Limpiar completamente la parte externa del cojinete;
- Retirar los sensores de temperatura.

Desmontaje del cojinete superior

Para desmontaje del cojinete, seguir cuidadosamente las instrucciones de abajo, guardando todas las piezas en local seguro:

- Retirar la tapa superior del cojinete;

- Retirar la tuerca KMT (140);
- Retirar el anillo intermediario (130);
- Retirar los tornillos (150) que fijan el cubo del rodamiento;
- Retirar el rodamiento (120);
- Recolocar el anillo intermediario superior (130), fijarlo directamente en el anillo intermediario inferior (200) y, utilizando un extractor de rodamiento, sacar el conjunto del anillo superior (130), inferior (200) y rodamiento (120).

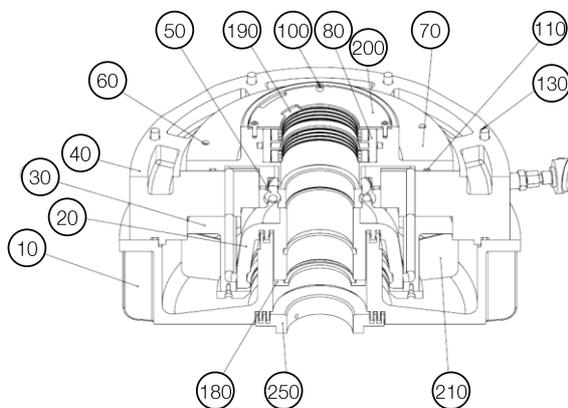


Figura 7.7: Cojinete inferior

Detalle de la Figura 7.7:

- 10. Depósito de aceite
- 20. Centrifugador de aceite
- 30. Direccionador de aceite
- 40. Cubo del rodamiento
- 50. Rodamiento
- 60. Tornillo sextavado interno
- 70. Cubo inyector de aceite
- 80. Anillo de fijación para sello de sellado
- 100. Tornillo sextavado interno
- 110. Perfil de goma
- 130. Tornillo sextavado interno
- 180. Anillo segmentado
- 190. Sello de sellado de teflón
- 200. Anillo de fijación del sello de sellado
- 210. Direccionador de aceite
- 250. Anillo laberinto

Antes de desmontar el cojinete inferior:

- Drenar completamente el aceite del cojinete;
- Colocar el motor en posición horizontal;
- Limpiar completamente la parte externa del cojinete;
- Retirar la escobilla de puesta a tierra (si existe);
- Retirar los sensores de temperatura.

Desmontaje del cojinete inferior

Para desmontaje del cojinete, seguir cuidadosamente las instrucciones de abajo, guardando todas las piezas en local seguro:

- Retirar los tornillos que fijan el anillo laberinto (250);
- Retirar el anillo laberinto (250);
- Retirar el depósito de aceite (10);
- Retirar el anillo segmentado (180);
- Retirar el centrifugador de aceite (20);
- Retirar el cubo del rodamiento (40);
- Retirar el rodamiento (50).



ATENCIÓN

- Durante el desmontaje de los cojinetes se debe tener el cuidado de no causar daños a las esferas, rodillos, o a la superficie del eje;
- Guardar las piezas desmontadas en local seguro y limpio.

7.9.2.6 Montaje de los cojinetes

- Limpiar completamente el rodamiento, los depósitos de aceite e inspeccionar todas las piezas para montaje del cojinete, en lo referente a daños.
- Asegurarse de que las superficies de contacto del rodamiento estén lisas, sin ralladuras ni vestigios de corrosión;
- Antes del montaje del rodamiento en el eje, calentarlo a una temperatura entre 50 y 100°C;
- Para montaje completo del cojinete, seguir las instrucciones de desmontaje en orden inverso.



ATENCIÓN

Durante el montaje del cojinete aplicar sellante (Ej.: **Curil T**) para sellar las superficies del depósito de aceite.

7.9.3 Sustitución de los rodamientos

El desmontaje de los rodamientos debe ser hecho con la herramienta adecuada (extractor de rodamientos). Las garras del extractor deberán ser aplicadas sobre la cara lateral del anillo interno a ser desmontado o sobre una pieza adyacente.

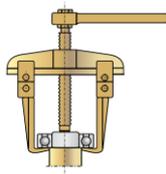


Figura 7.8: Dispositivo para extraer el rodamiento

7.9.4 Cojinetes de deslizamiento

7.9.4.1 Datos de los cojinetes

Los rodamientos de cárter seco o los que utilizan dos salidas de aceite por rodamiento no disponen de mirilla de nivel de aceite. Por lo tanto, no es necesario comprobar el nivel de aceite.

Los datos característicos como tipo, cantidad y flujo de aceite, están descritos en la placa característica de los cojinetes y deben ser seguidos rigurosamente bajo pena de sobrecalentamiento y daños a los cojinetes.

La instalación hidráulica (para cojinetes con lubricación fuerza) y la alimentación de aceite para los cojinetes del motor son de responsabilidad del usuario.

7.9.4.2 Instalación y operación de los cojinetes

Para Información sobre la relación de las piezas, instrucciones para montaje y desmontaje, así como para detalles de mantenimiento, consulte el manual de instalación y operación específico de los cojinetes.

7.9.4.3 Refrigeración con circulación de agua

Los cojinetes de deslizamiento con refrigeración por circulación de agua poseen una serpentina en el interior del depósito de aceite del cojinete por donde circula el agua. Para asegurar una refrigeración eficiente del cojinete, el agua circulante debe presentar, en la entrada del cojinete, una temperatura menor o igual a la del ambiente, a fin de que ocurra la refrigeración. La presión del agua debe ser de 0,1 bar, y el flujo igual a 0,7 l/s. El pH debe ser neutro.



NOTA

No puede haber pérdida de agua hacia el interior del depósito de aceite, bajo ninguna hipótesis, ya que eso contaminaría el lubricante.

7.9.4.4 Cambio de aceite

Cojinetes autolubrificables

El cambio del aceite de los cojinetes debe ser hecho obedeciendo los intervalos mostrados en la Tabla 7.6, en función de la temperatura de trabajo del cojinete:

Tabla 7.6: Intervalos para cambio de aceite

Temperatura de trabajo del cojinete	Intervalo para cambio de aceite del cojinete
Por debajo de 75°C	20.000 horas
Entre 75 y 80°C	16.000 horas
Entre 80 y 85°C	12.000 horas
Entre 85 y 90°C	8.000 horas
Entre 90 y 95°C	6.000 horas
Entre 95 y 100°C	4.000 horas

Cojinetes con circulación de aceite (externa)

El cambio del aceite de los cojinetes debe ser hecho cada 20.000 horas de trabajo, o siempre que el lubricante presente alteraciones en sus características. La viscosidad y el pH del aceite deben ser verificados periódicamente.



NOTA

El nivel de aceite debe ser verificado diariamente, debiendo permanecer en el medio del visor del nivel de aceite.

Los cojinetes deben ser lubricados con el aceite especificado, respetando los valores de flujo informados en su placa de identificación.

Todos los orificios roscados no usados deben estar cerrados por plugs y ninguna conexión podrá presentar pérdida.

El nivel de aceite es alcanzado cuando el lubricante puede ser visto aproximadamente en el medio del visor de nivel.

El uso de mayor cantidad de aceite no perjudica el cojinete, no obstante, puede causar pérdidas a través de los sellados del eje.



ATENCIÓN

Los cuidados tenidos en cuenta con la lubricación determinarán la vida útil de los cojinetes, así como la seguridad en el funcionamiento del motor. Por eso, se deben observar las siguientes recomendaciones:

- El aceite lubricante seleccionado deberá ser el que tenga la viscosidad adecuada para la temperatura de trabajo de los cojinetes. Eso deberá ser observado a cada cambio de aceite o durante los mantenimientos periódicos;
- Nunca usar o mezclar aceite hidráulico con el aceite lubricante de los cojinetes;
- Cantidad insuficiente de lubricante, debido a llenado incompleto o falta de seguimiento del nivel, puede dañar los casquillos;
- El nivel mínimo de aceite es alcanzado cuando el lubricante puede ser visto en la parte inferior del visor de nivel, con el motor parado.
- El nivel de aceite debe estar dentro de un intervalo especificado, como indica la mirilla. El nivel mínimo de aceite es un cuarto de la distancia desde la parte inferior de la mirilla, y el nivel máximo de aceite es tres cuartos de la distancia desde la parte superior de la mirilla. Si el equipo no dispone de tubos de salida de aceite, póngase en contacto con WEG para que le indiquen cómo garantizar el nivel de aceite adecuado en la salida.

7.9.4.5 Sellados

Realizar inspección visual de los sellados, verificando que las marcas de arrastre del sello de sellado en el eje no comprometan su integridad, y si hay grietas o partes quebradas. Piezas agrietadas o quebradas deben ser sustituidas. En el caso del mantenimiento del cojinete, para montar el sello de sellado se deben limpiar cuidadosamente las caras de contacto del sello y de su alojamiento, así como recubrir los sellados con un componente no endurecible (Ej. Curil T). Las dos mitades del anillo laberinto de sellado deben ser unidas por un resorte circular. Los orificios de drenaje localizados en la mitad inferior del anillo, deben ser mantenidos limpios y desobstruidos. Una instalación incorrecta puede dañar el sellado y causar pérdida de aceite.



ATENCIÓN

Para mayores detalles sobre el desmontaje y montaje de los sellos de sellado de los cojinetes de deslizamiento, consultar el manual específico de estos equipos.

7.9.4.6 Operación de los cojinetes de deslizamiento

El arranque del sistema, así como las primeras horas de operación, deben ser monitoreados cuidadosamente.

Verificar antes del arranque:

- Que los tubos de entrada y salida de aceite (si existen) estén limpios. Limpiar los tubos por decapado, si fuera necesario;
- Que el aceite utilizado esté de acuerdo con el especificado en la placa de características;
- Las características del lubricante;
- El nivel de aceite;
- Las temperaturas de alarma y apagado ajustadas para el cojinete;

Durante el primer arranque se debe prestar atención a eventuales vibraciones o ruidos. En caso de que el cojinete no trabaje de manera silenciosa y uniforme, el motor deberá ser apagado inmediatamente.

El motor debe operar durante algunas horas hasta que se estabilice la temperatura de los cojinetes. En caso de que ocurra una sobre elevación de la temperatura de los cojinetes, el motor deberá ser apagado y deberán ser verificados los cojinetes y sensores de temperatura. Verificar que no haya pérdida de aceite por los plugs, juntas, o por la punta de eje.

7.9.4.7 Mantenimiento de los cojinetes de deslizamiento

El mantenimiento de los cojinetes de deslizamiento incluye:

- Verificación periódica del nivel de aceite y de las condiciones del lubricante;
- Verificación de los niveles de ruido y de vibraciones del cojinete;
- Monitoreo de la temperatura de trabajo y reapriete de los tornillos de fijación y de montaje;
- Para facilitar el intercambio de calor con el medio, la carcasa debe ser mantenida limpia, sin acumulación de aceite o polvo en su parte externa.
- El cojinete trasero es aislado eléctricamente. Las superficies esféricas de asiento del casquillo, en la carcasa, son forradas con un material aislante. Nunca remueva dicho forro;

- El perno antirrotación también es aislado, y los sellos de sellado son hechos con material no conductor;
- Los instrumentos de control de la temperatura que estén en contacto con el casquillo también deberán ser debidamente aislados.

7.9.4.8 Desmontaje y montaje de los cojinetes



NOTA

En caso de que sean suministrados cojinetes fabricados por WEG, consultar el manual específico del cojinete suministrado con el motor. Dicho manual contiene informaciones de montaje, desmontaje y mantenimiento.

7.9.4.8.1 Cojinete de empuje (superior)

La función del cojinete de empuje superior es la de soportar el peso del motor y el empuje axial para el cual fue proyectado. Sus principales elementos son las zapatas axiales estacionarias y los pivotes rotativos (ver Figura 7.9). Los pivotes reciben la carga a través de las zapatas axiales.

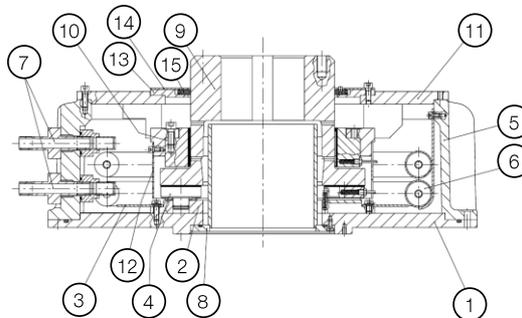


Figura 7.9: Cojinete de empuje superior

Detalle de la Figura 7.9:

1. Brida inferior
2. Anillo base de las zapatas
3. Segmento axial
4. Zapata axial
5. Carcasa del cojinete
6. Serpentina (opcional)
7. Conexiones para agua de refrigeración
8. Tubo de sustentación (stand pipe)
9. Runner
10. Casquillo
11. Tapa del cojinete
12. Placa guía vertical (falda)
13. Caja del sello
14. Anillo de fijación del sello
15. Sello fluctuante

Antes de desmontar:

- Calzar el rotor en la punta de eje con un levantador hidráulico;
- Drenar completamente el aceite del cojinete;
- Limpiar completamente la parte externa del cojinete;
- Retirar los sensores de temperatura.

Desmontaje

- Calzar el rotor en la punta del eje con un levantador hidráulico;
- Retirar los tornillos que fijan la tapa superior del cojinete y removerla;
- Desmontar el cojinete, siguiendo las instrucciones del manual del fabricante.

Montaje

Para montaje del cojinete, seguir el procedimiento de desmontaje en orden inverso.

7.9.4.8.2 Cojinete de guía (inferior)

La función del cojinete guía inferior es la de proveer la localización radial del eje del motor, sin esfuerzo ni limitación de desplazamiento axial.

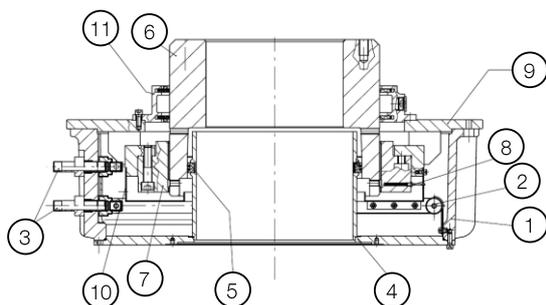


Figura 7.10: Cojinete guía inferior

Detalle de la Figura 7.10:

1. Carcasa del cojinete
2. Serpentina
3. Conexiones para agua de refrigeración
4. Tubo de sustentación (stand pipe)
5. Sello del tubo de sustentación
6. Runner
7. Casquillo
8. Termoresistencia (opcional)
9. Tapa
10. Segmento radial
11. Sello doble

Antes de desmontar:

- Drenar completamente el aceite del cojinete;
- Limpiar completamente la parte externa del cojinete;
- Remover los sensores de temperatura;
- Retirar La escobilla de puesta a tierra (si existe);
- Desacoplar el motor y colocarlo en posición horizontal.

Desmontaje

- Retirar los tornillos que fijan la tapa inferior del cojinete y removerla;
- Desmontar el cojinete, siguiendo las instrucciones del manual del fabricante.

Montaje

Para montaje del cojinete, seguir el procedimiento de desmontaje en orden inverso.

7.9.4.9 Desmontaje/montaje de los sensores de temperatura de los cojinetes de deslizamiento

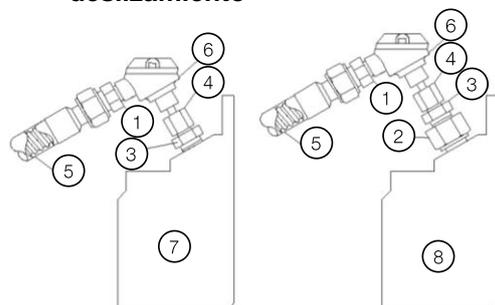


Figura 7.11: Pt100 en los cojinetes

Detalle de la Figura 7.11:

1. Niple de reducción
2. Adaptador aislante
3. Contratuerca
4. Bulbo
5. Tubo flexible
6. Sensor de Temperatura Pt-100
7. Cojinete no aislado
8. Cojinete aislado

Instrucciones para desmontaje:

En caso de que sea necesario retirar el Pt100 para mantenimiento del cojinete, proceder de acuerdo con las orientaciones a seguir:

- Retirar el Pt100 con cuidado, trabando la contratuerca (3) y desenroscar solamente del ajuste del bulbo (4);
- Las piezas (2) y (3) no deben ser desmontadas.

Instrucciones para montaje:



ATENCIÓN

Antes de efectuar el montaje del Pt100 en el cojinete, verificar que no presente marcas de golpes u otras averías que puedan comprometer su funcionamiento.

- Insertar el Pt100 en el cojinete;
- Trabar la contratuerca (3) con una llave;
- Enroscarlo en el bulbo (4), ajustándolo para que la extremidad del Pt100 se apoye en la superficie externa del rodamiento.



NOTAS

- El montaje del Pt100 en los cojinetes no aislados debe ser hecho directamente en el cojinete, sin el adaptador aislante (2);
- El torque de apriete para montaje del Pt100 y de los adaptadores no debe ser superior a 10Nm.

8 DESMONTAJE Y MONTAJE DEL MOTOR



ATENCIÓN

Todos los servicios de reparaciones, desmontaje, montaje deben ser ejecutados solamente por profesionales debidamente capacitados, bajo pena de ocasionar daños al equipo o daños personales. En caso de dudas consulte a WEG.

La secuencia para desmontaje y montaje depende del modelo del motor.

Utilizar siempre herramientas y dispositivos adecuados. Cualquier pieza dañada (grietas, abolladura de partes mecanizadas, roscas defectuosas), debe ser sustituida, evitando su recuperación.

8.1 LISTA DE PIEZAS

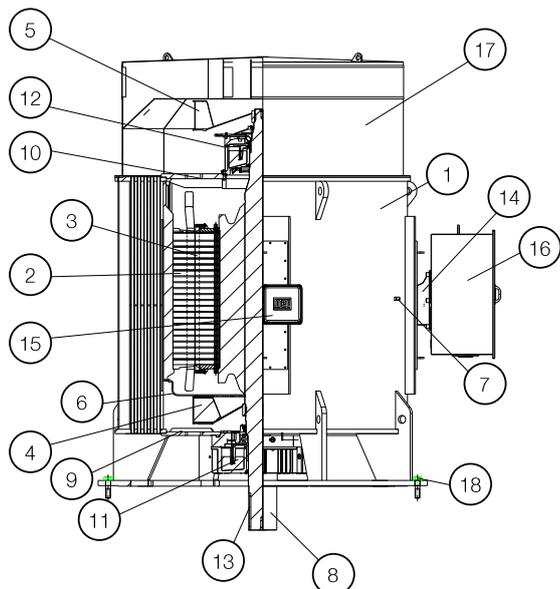


Figura 8.1: Vista general de un motor típico de eje sólido con cojinetes de rodamiento a aceite

Detalle de la Figura 8.1:

1. Carcasa
2. Estator
3. Rotor
4. Ventilador interno
5. Ventilador externo
6. Deflectora de aire
7. Terminal de puesta a tierra
8. Eje
9. Tapa delantera
10. Tapa trasera
11. Cojinete delantero
12. Cojinete trasero
13. Chaveta
14. Soporte de la caja de conexión
15. Caja de conexión de accesorios
16. Caja de conexión del estator
17. Caja de ventilación
18. Tornillos de fijación

8.2 DESMONTAJE

En el desmontaje del motor, deberán ser tenidos en cuenta los siguientes cuidados:

1. Antes de desmontar el motor, desconectar los tubos de agua de refrigeración y de lubricación (si existen);
2. Desconectar las conexiones eléctricas y de los accesorios;
3. Remover el intercambiador de calor y el supresor de ruido (si existen);
4. Remover los sensores de temperatura de los cojinetes y de la escobilla de puesta a tierra;
5. Para prevenir daños al rotor, proveer un soporte para apoyar el eje en los lados delantero y trasero;

6. Para desmontaje de los cojinetes, seguir los procedimientos descritos en este manual, de acuerdo con el tipo de cojinete;
7. La retirada del rotor del interior del motor debe ser hecha con un dispositivo adecuado y con el máximo de cuidado de que el rotor no se arrastre contra el paquete de chapas del estator o contra las cabezas de la bobina, evitando daños.

8.3 MONTAJE

Para montaje del motor, seguir los procedimientos de desmontaje en orden inverso.

8.4 MEDICIÓN DEL ENTREHIERRO

Luego del desmontaje y montaje del motor, será necesario medir el entrehierro para verificar la concentricidad del rotor.

Medir el entrehierro entre el soporte metálico del sello del eje los motores, medir el eje en cuatro puntos equidistantes del eje (45° , 135° , 225° y 315°).

La diferencia entre las mediciones del entrehierro en dos puntos diametralmente opuestos debe ser inferior al 10% del entrehierro medio



ATENCIÓN

El rodamiento solo puede cerrarse después de haber realizado la alineación y la medición del entrehierro

Para un solo cojinete:

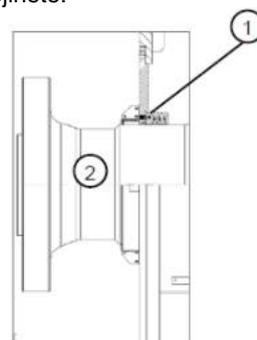


Figura 8.2: LA sello del eje

Legenda de la Figura 8.2:

1. LA sello del eje
2. Sello del motor

8.5 TORQUE DE APRIETE

La Tabla 8.1 y la Tabla 8.2 presentan los torques de apriete de los tornillos recomendado para montaje del motor o de sus piezas.

Tabla 8.1: Torque de apriete de los tornillos para piezas metal / metal

Material / Clase de resistencia		Acero carbono / 8.8 o superior		Acero inox / A2 – 70 o superior	
% Tensión de drenaje		70%		70%	
Lubrificante		Seco	Molycote 1000	Seco	Molycote 1000
Diám.	Paso (mm)	Torque de apriete en tornillos (Nm)			
M4	0,7	2,1	1,8	1,8	1,3
M5	0,8	4,2	3,6	3,6	2,7
M6	1	8	6	6,2	4,5
M8	1,25	19,5	15	15	11
M10	1,5	40	29	30	22
M12	1,75	68	51	52	38
M14	2	108	81	84	61
M16	2	168	126	130	94
M18	2,5	240	174	180	130
M20	2,5	340	245	255	184
M22	2,5	470	335	350	251
M24	3	590	424	440	318
M27	3	940	621	700	466
M30	3,5	1170	843	880	632
M33	3,5	1730	1147	1300	860
M36	4	2060	1473	1540	1105
M42	4,5	3300	2359	2470	1770
M48	5	5400	3543	4050	2657

Tabla 8.2: Torque de apriete de los tornillos para piezas metal / aislante

Material / Clase de resistencia		Acero carbono / 8.8 o superior		Acero inox / A2 – 70 o superior	
% Tensión de drenaje		40%		40%	
Lubrificante		Seco	Molycote 1000	Seco	Molycote 1000
Diám.	Paso (mm)	Torque de apriete en tornillos (Nm)			
M4	0,7	1	1	1	1,3
M5	0,8	2	2	1,7	2,7
M6	1	4,4	3	3,4	4,5
M8	1,25	10,7	7,5	8,3	11
M10	1,5	21	15	16,5	22
M12	1,75	37	26	28	38
M14	2	60	42	46	61
M16	2	92	65	72	94
M18	2,5	132	90	100	130
M20	2,5	187	126	140	184
M22	2,5	260	172	190	251
M24	3	330	218	240	318
M27	3	510	320	390	466
M30	3,5	640	433	480	632
M33	3,5	950	590	710	860
M36	4	1130	758	840	1105
M42	4,5	1800	1213	1360	1770
M48	5	2970	1822	2230	2657



NOTA

La clase de resistencia normalmente está indicada en la cabeza de los tornillos sextavados.

8.6 REPUESTOS

La Tabla 8.3 muestra los repuestos necesarios, que se debe mantener en stock para los procedimientos de mantenimiento recomendados en el plan de mantenimiento, y los repuestos opcionales, que pueden ser solicitadas para atender eventuales necesidades de sustitución.

Tabla 8.3: Lista repuestos necesarios y opcionales

Repuestos	Modelo del motor					
	MGA, MGP, MGD, MGT	MGF	MGW	MGL, MGI	MGR	W60
Sensor de temperatura para cojinete delantero y trasero	▲	▲	▲	▲	▲	▲
Resistencia de calentamiento	▲	▲	▲	▲	▲	▲
Filtro para filtro (se hay)	▲	▲		▲		▲
Escobilla de puesta a tierra	▲	▲	▲	▲	▲	▲
Rodamiento delantero y trasero para el moto-ventilador				▲		
Lubricante para los cojinetes	▲	▲	▲	▲	▲	▲
Sensor de vibración para cojinete delantero y trasero (si aplicable)	•	•	•	•	•	•
Convertor de señal de vibración para cojinete delantero y trasero (si aplicable)	•	•	•	•	•	•
Sensor de temperatura para aire (si aplicable)	•	•	•	•	•	•
Sensor de temperatura para a agua (si aplicable)			•			•
Conjunto sensor de fuga de agua (si aplicable)			•			•
Relé repetidor para o sensor de fuga de agua (si aplicable)			•			•
Válvula reguladora de agua (si aplicable)			•			•
Motor para moto-ventilador				•		
Cojinetes de rodamiento (1 pieza para cada cojinete)	Rodamiento	▲	▲	▲	▲	▲
	Selo de teflón	▲	▲	▲	▲	▲
	Anillo de fijación interno	•	•	•	•	•
	Anillo de fijación externo	•	•	•	•	•
	Centrifugador de grasa	•	•	•	•	•
	Anillo con labirinto	•	•	•	•	•
	Resorte de presión cilíndrica	•	•	•	•	•
	Anillo de protección contra entrada de agua	•	•	•	•	•
Cojinetes de deslizamiento (1 pieza para cada cojinete)	Conjunto de casquillos	▲	▲	▲	▲	▲
	Selo labirinto fluctuante	▲	▲	▲	▲	▲
	Selo mecánico	▲	▲	▲	▲	▲
	Anillo móvil de lubricación	•	•	•	•	•
	Válvula reguladora de aceite (se aplicable)	•	•	•	•	•

▲ Repuestos necesarios
• Repuestos opcionales



NOTAS

Al hacer un pedido de repuestos, informar el tipo y el número de serie, tal como especificado en la placa de identificación del motor.
Los repuestos deben ser almacenados en ambientes limpios, secos y bien ventilados y, si es posible, a una temperatura constante.

9 PLAN DE MANTENIMIENTO

El plan de mantenimiento descrito en la Tabla 9.1 es solamente orientativo, ya que los intervalos entre cada intervención de mantenimiento pueden variar de acuerdo con las condiciones y el local de funcionamiento del motor. Para los equipos asociados, como unidad de suministro de agua o sistema de comando y protección, se deben consultar también sus respectivos manuales.

Tabla 9.1: Plan de mantenimiento

PARTE DEL MOTOR	Semanal	Mensual	3 meses	6 meses	Anual	3 años	
ESTATOR							
Inspección visual del estator.					x		
Control de la limpieza.					x		
Inspección de las cuñas de las ranuras.						x	
Verificación del cableado de los terminales del estator					x		
Medición de la resistencia de aislamiento del devanado.					x		
ROTOR							
Inspección visual.					x		
Control de la limpieza.					x		
Inspección del eje (desgaste, incrustaciones).						x	
COJINETES							
Control del ruido, vibración, flujo de aceite, pérdidas y temperatura.	x						
Control de la calidad del lubricante.					x		
Inspección de los casquillos y de la pista del eje (cojinete de deslizamiento).						x	
Cambio del lubricante.							Conforme período indicado en la placa de características del cojinete.
INTERCAMBIADOR DE CALOR AIRE-AGUA							
Inspección de los radiadores.					x		
Limpieza de los radiadores.					x		
Inspección de los ánodos de sacrificio de los radiadores (si existen).		x					Aumentar La frecuencia de inspección en caso de corrosión excesiva.
Cambio de las juntas (hermetizantes) de los cabezales de los radiadores.					x		
INTERCAMBIADOR DE CALOR AIRE-AIRE							
Limpieza de los tubos de ventilación.					x		
Inspección de la ventilación.					x		
FILTRO(S) DE AIRE							
Inspección, limpieza y sustitución, si fuera necesario.							Cada 2 meses
EQUIPOS DE PROTECCIÓN Y CONTROL							
Registro de los valores.	x						
Prueba de funcionamiento.					x		
Desmontaje y prueba de funcionamiento.						x	
ACOPLAMIENTO							
Inspección de la alineación.					x		Verificar tras la primera semana de funcionamiento
Inspección de la fijación.					x		
Inspección del trinquete anti-reversión (si existe).					x		
MOTOR COMPLETO							
Inspección de ruido y vibración.	x						
Drenaje del agua condensada.			x				
Reapriete de los tornillos.					x		
Limpieza de las cajas de conexión.					x		
Reapriete de las conexiones eléctricas y de la puesta a tierra.					x		

10 ANORMALIDADES, CAUSAS Y SOLUCIONES



NOTA

Las instrucciones en la Tabla 10.1 presentan solamente una relación básica de anomalías, causas y medidas correctivas. En caso de duda consulte a WEG.

Tabla 10.1: Relación básica de anomalías, causas y acciones correctivas

ANORMALIDAD	POSIBLES CAUSAS	CORRECCIÓN
El motor no arranca acoplado ni desacoplado	▪ Al menos dos cables de alimentación están interrumpidos, sin tensión	▪ Verificar el tablero de comando, los cables de alimentación y los terminales
	▪ Rotor bloqueado	▪ Desbloquear el rotor
	▪ Cojinete dañado	▪ Sustituir el cojinete
El motor arranca a vacío, pero falla cuando se aplica carga. Arranca muy lentamente, sin alcanzar la rotación nominal	▪ Torque de carga muy grande durante el arranque	▪ No aplicar carga en la máquina accionada durante el arranque
	▪ Tensión de alimentación muy baja	▪ Medir la tensión de alimentación, ajustarla con el valor correcto
	▪ Caída de tensión muy alta en los cables de alimentación	▪ Verificar el dimensionamiento de la instalación (transformador, sección de los cables, verificar relés, disyuntores etc.)
	▪ Rotor con barras falladas o interrumpidas	▪ Verificar y reparar el devanado del rotor
	▪ Un cable de alimentación quedó interrumpido luego del arranque	▪ Verificar los cables de alimentación
La corriente del estator oscila en carga con el doble de frecuencia de deslizamiento. El motor presenta zumbido en el arranque	▪ Devanado del rotor interrumpido	▪ Verificar y reparar el devanado del rotor
Corriente a vacío muy alta	▪ Tensión de alimentación muy alta	▪ Medir la tensión de alimentación y ajustarla con el valor correcto
Calentamientos localizados en el devanado del estator	▪ Cortocircuito entre espiras	▪ Rebobinar
	▪ Interrupción de los alambres paralelos o de las fases del devanado del estator	
	▪ Conexión deficiente	
Calentamientos localizados en el rotor	▪ Interrupciones en el devanado del rotor	▪ Reparar el devanado del rotor o sustituirlo
Ruido anormal durante operación con carga	▪ Causas mecánicas	▪ El ruido normalmente disminuye con la caída de rotación, ver también: "operación ruidosa cuando desacoplado"
	▪ Causas eléctricas	▪ El ruido desaparece cuando se apaga el motor. Consultar a WEG
Cuando acoplado aparece ruido, desacoplado el ruido desaparece	▪ Defecto en los componentes de transmisión o en la máquina accionada	▪ Verificar la transmisión de fuerza, el acoplamiento y la alineación
	▪ Defecto en la transmisión por engranaje	▪ Alinear el accionamiento
	▪ Base desalineada/desnivelada	▪ Realignar/nivelar el motor y la máquina accionada
	▪ Balanceo deficiente de los componentes o de la máquina accionada	▪ Realizar un nuevo balanceo
	▪ Acoplamiento defectuoso	▪ Reparar o sustituir el acoplamiento
	▪ Sentido de rotación del motor incorrecto	▪ invertir la conexión de 2 fases entre sí

ANORMALIDAD	POSIBLES CAUSAS	CORRECCIÓN
El devanado del estator se calienta mucho bajo carga	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Ventiladores con sentido de rotación invertido 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Corregir el sentido de rotación de los ventiladores
	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Refrigeración insuficiente debido a canales de aire sucios 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Abrir y limpiar los canales de pasaje de aire
	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Sobrecarga 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Medir la corriente del estator, disminuir la carga. Analizar la aplicación del motor
	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Elevado número de arranques o momento de inercia muy alto 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Reducir el número de arranques
	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Tensión muy alta, consecuentemente, las pérdidas en el hierro son muy altas 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ No exceder en 110% la tensión nominal, salvo especificación en la placa de identificación
	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Tensión muy baja, como consecuencia, la corriente es muy alta 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Verificar la tensión de alimentación y la caída de tensión en el motor.
	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Interrupción en un cable de alimentación o en una fase del devanado 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Medir la corriente en todas las fases y, si fuera necesario, corregirla
	<ul style="list-style-type: none"> ▪ El rotor se arrastra contra el estator 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Verificar el entrehierro, condiciones de funcionamiento (vibración etc.), condiciones de los cojinetes
	<ul style="list-style-type: none"> ▪ La condición de operación no corresponde a los datos en la placa de identificación 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Mantener la condición de operación conforme la placa de identificación, o reducir a carga
	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Desequilibrio en la alimentación (fusible quemado, comando incorrecto) 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Verificar si hay desequilibrio de las tensiones u operación con solamente dos fases y corregirlo
	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Devanados sucios 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Limpiarlos
	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Ductos de aire obstruidos 	
	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Filtro de aire sucio 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Limpiar el elemento filtrante.
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Sentido de rotación no compatible con el ventilador utilizado 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Analizar el ventilador en función del sentido de rotación del motor 	
Operación ruidosa cuando desacoplado	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Desbalance 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ El ruido continua durante la desaceleración, luego de interrumpir la tensión. ▪ Realizar un nuevo balanceo
	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Interrupción en una fase del devanado del estator 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Medir la entrada de corriente de todos los cables de conexión
	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Tornillos de fijación sueltos 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Reapretar y trabar los tornillos
	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Las condiciones de balanceo del rotor empeoran tras el montaje del acoplamiento 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Balancear el acoplamiento
	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Resonancia de los cimientos 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Ajustar los cimientos
	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Carcasa del motor distorsionada 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Verificar la planicidad de la base
	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Eje torcido 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ El eje puede estar doblado ▪ Verificar el balanceo del rotor y la excentricidad
	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Entrehierro no uniforme 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Verificar la deformación del eje o el desgaste de los rodamientos

Declaración UE de Conformidad

**Fabricantes:**

WEG Equipamentos Elétricos S.A.
Av. Prefeito Waldemar Grubba, 3000
89256-900 - Jaraguá do Sul - SC - Brazil
www.weg.net

WEG Industrie (India) PVT. LTD.
Plot nº E-20 (North), SIPCOT Industrial Complex
Phase II - Expansion II.
Mornapalli Village, Hosur 635 109
Tamil Nadu - India
www.weg.net/in

WEG MEXICO, S.A. DE C.V.
Carretera Jorobas - Tula Km 3.5, Manzana 5,
Lote 1, Fraccionamiento Parque Industrial Huehuetoca,
Municipio de Huehuetoca, C.P. 54680,
CD. de Mexico y Área Metropolitana - Mexico
www.weg.net/mx

WEG (Nantong) Electric Motor Manufacturing CO., LTD.
No. 128# - Xinkai South Road, Nantong
Economic & Technical Development
Zone, Nantong, Jiangsu Province - China
www.weg.net/cn

WEGeuro - Industria Eléctrica S.A.
Rua Eng Frederico Ulrich,
4470-605 - Maia - Porto - Portugal
www.weg.net/pt
Persona de contacto: Luís Filipe Oliveira Silva Castro Araújo
Representante Autorizado en la Unión Europea
(Punto Unificado de Contacto)

El fabricante, declara bajo su responsabilidad que:

Los motores WEG síncronos y asíncronos, generadores y los componentes empleados para las siguientes líneas:

M..., W60, WGM, G...S y AN10
.....

cuando se instalen, mantengan y utilicen en las aplicaciones para las cuales fueron proyectados, y cuando se sigan las debidas normas de instalación e instrucciones del fabricante, los mismos cumplen los requisitos de las siguientes normativas de armonización de la Unión Europea, cuando sean de aplicación:

Directiva de Baja Tensión 2014/35/UE*

Directiva de Máquinas 2006/42/CE**

Directiva de Compatibilidad Electromagnética 2014/30/CE (los motores eléctricos son considerados intrínsecamente no perjudiciales en términos de compatibilidad electromagnética)

El cumplimiento de los objetivos de seguridad de la legislación pertinente de armonización de la Unión Europea ha sido demostrado por la conformidad de las siguientes normativas, donde sean de aplicación:

**EN 60034-1:2010 + AC:2010/ EN 60034-3:2008 / EN 60034-5:2001 + A1:2007/ EN 60034-6:1993/
EN 60034-7:1993 + A1:2001/ EN 60034-8:2007 + A1: 2014/ EN 60034-9:2005 + A1:2007/
EN 60034-11:2004/ EN 60034-12:2002 + A1:2007/ EN 60034-14:2004 + A1:2007/
EN 60204-1:2018 y EN IEC 60204-11:2019**

Marcado CE: **1998**

* Los motores eléctricos diseñados para su uso a una tensión superior a los 1000V no están incluidos en el alcance de este documento.

** Los motores eléctricos de baja tensión no están incluidos en el alcance, y los que estén diseñados para su uso con una tensión superior a los 1000V, serán considerados como maquina parcialmente terminada, y serán suministrados con una

Declaración de Incorporación:

Los productos anteriores no pueden ser puestos en servicio mientras la máquina final donde se incorporen haya sido declarada en conformidad con la Directiva de Máquinas.

Documentación técnica para los productos anteriores está recopilada de acuerdo con el apartado B anexo VII de la Directiva de Máquinas 2006/42/CE.

Nosotros nos comprometemos a transmitir, en respuesta a un requerimiento debidamente motivado de las autoridades nacionales, la información pertinente relativa a la máquina parcialmente terminada identificada anteriormente, mediante los representantes autorizados de WEG establecidos en la Unión Europea. El método de transmisión será electrónico o físico, y no deberá perjudicar los derechos de propiedad intelectual del fabricante.

Firmado por e en nombre del fabricante:

Rodrigo Fumo Fernandes
Director de ingeniería

Jaraguá do Sul, 14 de Abril de 2022

DEC3222-Rev00 - Spanish 1/1

12 INFORMACIONES AMBIENTALES

12.1 EMBALAJE

Los motores eléctricos son suministrados en embalajes de cartón, polímeros, madera o material metálico. Estos materiales son reciclables o reutilizables, debiendo recibir el destino correcto, conforme las normas vigentes de cada país. Toda la madera utilizada en los embalajes de los motores WEG proviene de reforestación y recibe tratamiento antihongos.

12.2 PRODUCTO

Los motores eléctricos, bajo el aspecto constructivo, son fabricados esencialmente con metales ferrosos (acero, hierro fundido), metales no ferrosos (cobre, aluminio) y plástico.

El motor eléctrico, de manera general, es un producto que tiene un vida útil larga, no obstante, cuando sea necesario su descarte, WEG recomienda que los materiales del embalaje y del producto sean debidamente separados y enviados para reciclaje.

Los materiales no reciclables deben, como lo determina la legislación ambiental, ser dispuestos de forma adecuada, o sea, en vertederos de residuos industriales, tratados en hornos de cemento o incinerados. Los prestadores de servicios de reciclaje, de disposición en vertedero industrial, de tratamiento o incineración de residuos, deben estar debidamente licenciados por el órgano ambiental de cada estado para realizar estas actividades.

12.3 RESIDUOS PELIGROSOS

Los residuos de grasa y aceite utilizados para lubricación de los cojinetes deben ser eliminados, de acuerdo con las instrucciones de los organismos ambientales pertinentes, pues su disposición inadecuada puede causar impactos al medio ambiente.

13 ASISTENTES TÉCNICOS

Para consultar la red de Asistentes Técnicos Autorizados, visite el sitio web www.weg.net.

14 TÉRMINO DE GARANTÍA

Estos productos, cuando son operados en las condiciones estipuladas por WEG en los manuales de operación de cada producto, tienen garantía contra defectos de fabricación y de materiales por un período de doce (12) meses contados a partir del comienzo de operación o dieciocho (18) meses la fecha de fabricación, lo que primero ocurra.

Entretanto, esta garantía no es aplicada para ningún producto que haya sido sometido a mal uso, mal empleo, negligencia (incluyendo sin limitación, mantenimiento inadecuado, accidente, instalación inadecuada, modificaciones, adaptaciones, reparaciones o cualquier otro caso originado por aplicaciones inadecuadas).

La garantía no será responsable por cualquier/gasto incurrido en la instalación del comprador, desensamblaje, gastos como perjuicios financieros, transporte y de locomoción, bien como hospedaje y alimentación de los técnicos cuando solicitados por el comprador.

Las reparaciones y/o reemplazo de piezas o componentes, cuando efectuados a criterio de WEG durante el periodo de garantía, no postergará el plazo de garantía original, a menos que sea expresado por escrito por WEG.

Esto constituye la única garantía de WEG con relación a esta venta y la misma substituye todas las demás garantías, expresas o implícitas, escritas o verbales.

No existe ninguna garantía implícita de negociación o conveniencia para una finalidad específica que sea aplicada a esta venta.

Ningún empleado, representante, revendedor u otra persona está autorizado para dar cualquier garantía en nombre de WEG o para asumir por WEG cualquier otra responsabilidad en relación con cualquiera de sus productos.

En caso de que esto ocurra, sin la autorización de WEG, la garantía estará automáticamente anulada.

RESPONSABILIDADES

Excepto lo especificado en el párrafo anterior denominado "Términos de Garantía Para Productos de Ingeniería", la empresa no tendrá ninguna obligación o responsabilidad para con el comprador, incluyendo, sin limitación, cualquier reclamo con referencia a daños consecuentes o gastos con mano de obra por razón de cualquier violación de la garantía expresa descrita en este fascículo.

El comprador también concuerda en indemnizar y mantener la Compañía libre de daños consecuentes de cualquier causa de acción (excepto gastos de reposición y reparación de productos defectuosos, conforme lo especificado en el párrafo anterior denominado "Términos de Garantía Para Productos de Ingeniería", consecuente directa o indirectamente de los actos, de negligencia u omisión del comprador con relación a/o proveniente de pruebas, uso, operación, reposición o reparación de cualquier producto descrito en esta cotización y vendido o suministrado por la Compañía al comprador.



WEG Equipamentos Elétricos S.A.
International Division
Av. Prefeito Waldemar Grubba, 3000
89256-900 - Jaraguá do Sul - SC - Brazil
Phone: 55 (47) 3276-4002
Fax: 55 (47) 3276-4060
www.weg.net

1014.05/0709



+55 47 3276.4000



energia@weg.net



Jaraguá do Sul - SC - Brazil