

# Motores sincrónicos

## Línea S – Horizontales Con escobillas

Manual de Instalación, Operación y Mantenimiento







# Manual de Instalación, Operación y Mantenimiento

**Modelos: SDA, SDD, SDT, SDV, SDF, SDR, SDI, SDW y SDL**

Nº del documento: 11588779

Idioma: Español

Revisión: 07

Noviembre 2024



Estimado Cliente,

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

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

Fueron hechos todos los esfuerzos para que las informaciones contenidas en este manual sean fidedignas a las configuraciones, así como a las aplicaciones del motor.

De esta forma, se recomienda leer atentamente este manual antes de proceder a la instalación, operación o mantenimiento del motor, para asegurar su operación segura y continua, así como para garantizar la seguridad del operador y de las instalaciones. En caso que persistan dudas, solicitamos contactar 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 parte, está permitida desde que la fuente sea citada;
2. En caso de que este manual sea extraviado, podrá ser obtenida una copia en formato PDF, en el sitio web: [www.weg.net](http://www.weg.net) o podrá ser solicitada a WEG otra copia impresa.

**WEG EQUIPAMENTOS ELÉTRICOS S.A.**



# ÍNDICE

|           |  |           |
|-----------|--|-----------|
| <b>1</b>  | <b>INTRODUCCIÓN.....</b>   | <b>11</b> |
| 1.1       | AVISOS DE SEGURIDAD EN EL MANUAL.....                                | 11        |
| <b>2</b>  | <b>INSTRUCCIONES GENERALES.....</b>                                  | <b>12</b> |
| 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        |
| <b>3</b>  | <b>RECEPCIÓN, MANIPULACIÓN Y ALMACENAMIENTO.....</b>                 | <b>14</b> |
| 3.1       | RECEPCIÓN.....   | 14        |
| 3.1.1     | Cuidados adicionales.....  | 14        |
| 3.2       | MANIPULACIÓN.....  | 14        |
| 3.3       | ALMACENAMIENTO.....  | 15        |
| 3.3.1     | Almacenamiento externo.....  | 15        |
| 3.3.2     | Almacenamiento prolongado.....                                       | 15        |
| 3.3.2.1   | Local de almacenamiento.....   | 15        |
| 3.3.2.1.1 | Almacenamiento interno.....  | 15        |
| 3.3.2.1.2 | Almacenamiento externo.....  | 15        |
| 3.3.2.2   | Piezas separadas.....  | 16        |
| 3.3.2.3   | Resistencia de calentamiento.....                                    | 16        |
| 3.3.2.4   | Resistencia de aislamiento.....                                      | 16        |
| 3.3.2.5   | Superficies mecanizadas expuestas.....                               | 16        |
| 3.3.2.6   | Cojinetes.....   | 16        |
| 3.3.2.6.1 | Cojinete de rodamiento lubricado a grasa.....                        | 16        |
| 3.3.2.6.2 | Cojinete de rodamiento lubricado a aceite.....                       | 16        |
| 3.3.2.6.3 | Cojinete de deslizamiento.....                                       | 16        |
| 3.3.2.7   | Escobillas.....  | 17        |
| 3.3.2.8   | Caja de conexión.....  | 17        |
| 3.3.2.9   | Radiador.....  | 17        |
| 3.3.2.10  | Inspecciones y registros durante el almacenamiento.....              | 17        |
| 3.3.2.11  | Plan de mantenimiento durante el almacenamiento.....                 | 18        |
| 3.3.3     | Preparación para puesta en operación.....                            | 19        |
| 3.3.3.1   | Limpieza.....  | 19        |
| 3.3.3.2   | Inspección de los cojinetes.....                                     | 19        |
| 3.3.3.3   | Lubricación de los cojinetes.....                                    | 19        |
| 3.3.3.4   | Escobillas, portaescobillas y anillos colectores.....                | 19        |
| 3.3.3.5   | Verificación de la resistencia de aislamiento.....                   | 19        |
| 3.3.3.6   | Otros.....   | 19        |
| <b>4</b>  | <b>INSTALACIÓN.....</b>  | <b>20</b> |
| 4.1       | LOCAL DE INSTALACIÓN.....  | 20        |
| 4.2       | TRABA DEL EJE.....   | 20        |
| 4.3       | SENTIDO DE ROTACIÓN.....   | 20        |
| 4.4       | RESISTENCIA DE AISLAMIENTO.....                                      | 20        |
| 4.4.1     | Instrucciones de seguridad.....                                      | 20        |
| 4.4.2     | Consideraciones generales.....                                       | 20        |
| 4.4.3     | Medición en los devanados del estator.....                           | 20        |
| 4.4.4     | Medición en el devanado del rotor.....                               | 21        |
| 4.4.5     | Informaciones adicionales.....                                       | 21        |
| 4.4.6     | Índice de Polarización.....  | 21        |
| 4.4.7     | Conversión de los valores medidos.....                               | 21        |
| 4.4.8     | Valores mínimos recomendados.....                                    | 22        |
| 4.5       | PROTECCIONES.....  | 22        |
| 4.5.1     | Protecciones térmicas.....   | 22        |
| 4.5.1.1   | Sensores de temperatura.....   | 22        |
| 4.5.1.2   | Límites de temperatura para los devanados.....                       | 22        |
| 4.5.1.3   | Temperaturas para alarma y apagado.....                              | 23        |
| 4.5.1.4   | Temperatura y resistencia óhmica de las termoresistencias Pt100..... | 24        |
| 4.5.2     | Resistencia de calentamiento.....                                    | 24        |
| 4.5.3     | Sensor de pérdida de agua.....                                       | 24        |

|          |   |           |
|----------|---|-----------|
| 4.6      | REFRIGERACIÓN.....  | 24        |
| 4.6.1    | Refrigeración por intercambiador de calor aire-agua .....             | 24        |
| 4.6.1.1  | Radiadores para aplicación con agua de mar.....                       | 25        |
| 4.6.2    | Refrigeración por ventilación independiente.....                      | 25        |
| 4.6.3    | Limpieza del intercambiador de calor aire / aire .....                | 25        |
| 4.7      | ASPECTOS ELÉCTRICOS .....   | 25        |
| 4.7.1    | Conexiones eléctricas.....  | 25        |
| 4.7.1.1  | Conexiones eléctricas principales.....                                | 25        |
| 4.7.1.2  | Puesta a tierra .....   | 26        |
| 4.7.1.3  | Alimentación y control de campo.....                                  | 26        |
| 4.7.2    | Esquema de Conexión.....  | 26        |
| 4.8      | ASPECTOS MECÁNICOS .....  | 26        |
| 4.8.1    | Cimientos.....  | 26        |
| 4.8.2    | Esfuerzos en los cimientos .....                                      | 26        |
| 4.8.3    | Tipos de bases.....   | 26        |
| 4.8.3.1  | Base de concreto.....   | 26        |
| 4.8.3.2  | Base metálica .....   | 26        |
| 4.8.4    | Frecuencia natural de la base .....                                   | 26        |
| 4.8.5    | Montaje.....  | 27        |
| 4.8.6    | Conjunto de placa de anclaje .....                                    | 27        |
| 4.8.7    | Nivelación .....  | 27        |
| 4.8.7.1  | Apoyo.....  | 27        |
| 4.8.8    | Alineación.....   | 27        |
| 4.8.9    | Inspección de los cojinetes de pedestal.....                          | 28        |
| 4.8.10   | Acoplamientos .....   | 29        |
| 4.8.10.1 | Acoplamiento directo .....  | 29        |
| 4.8.10.2 | Acoplamiento por engranaje.....                                       | 30        |
| 4.8.10.3 | Acoplamiento de motores equipados con cojinetes de deslizamiento..... | 30        |
| 4.9      | FRENO .....   | 30        |
| 4.10     | UNIDAD HIDRÁULICA .....   | 30        |
| <b>5</b> | <b>ARRANQUE .....</b>   | <b>31</b> |
| 5.1      | ARRANQUE DIRECTO .....  | 31        |
| 5.1.1    | Arranque directo con resistor de descarga.....                        | 31        |
| 5.1.2    | Arranque directo sin resistor de descarga.....                        | 31        |
| 5.1.3    | Frecuencia de arranques directos.....                                 | 31        |
| 5.1.4    | Corriente de rotor bloqueado (Ip/In).....                             | 31        |
| 5.2      | ARRANQUE CON CORRIENTE REDUCIDA .....                                 | 32        |
| 5.2.1    | Arranque con reactor .....  | 32        |
| 5.2.2    | Arranque con autotransformador .....                                  | 32        |
| 5.2.3    | Arranque con convertidor de frecuencia .....                          | 32        |
| 5.2.4    | Arranque con Soft-Starter .....                                       | 32        |
| <b>6</b> | <b>COMISIONAMIENTO .....</b>  | <b>33</b> |
| 6.1      | INSPECCIÓN PRELIMINAR .....   | 33        |
| 6.2      | ARRANQUE INICIAL.....   | 33        |
| 6.2.1    | Procedimiento de arranque inicial.....                                | 33        |
| 6.3      | OPERACIÓN .....   | 34        |
| 6.3.1    | Procedimiento de operación .....                                      | 34        |
| 6.3.2    | Resincronización.....   | 34        |
| 6.3.3    | Registro de datos.....  | 34        |
| 6.3.4    | Temperaturas.....   | 35        |
| 6.3.5    | Cojinetes.....  | 35        |
| 6.3.5.1  | Sistema de inyección de aceite bajo alta presión.....                 | 35        |
| 6.3.6    | Radiadores .....  | 35        |
| 6.3.6.1  | Verificación del desempeño del radiador.....                          | 35        |
| 6.3.7    | Vibración.....  | 35        |
| 6.3.8    | Causas de vibración .....   | 35        |
| 6.4      | PARADA .....  | 36        |
| <b>7</b> | <b>MANTENIMIENTO.....</b>   | <b>37</b> |
| 7.1      | GENERAL.....  | 37        |
| 7.2      | LIMPIEZA GENERAL.....   | 37        |
| 7.3      | LIMPIEZA DEL COMPARTIMIENTO DE LAS ESCOBILLAS.....                    | 37        |
| 7.4      | INSPECCIONES EN LOS DEVANADOS .....                                   | 37        |
| 7.5      | LIMPIEZA DE LOS DEVANADOS .....                                       | 37        |
| 7.5.1    | Inspecciones.....   | 38        |
| 7.5.2    | Reimpregnación.....   | 38        |
| 7.5.3    | Resistencia de aislamiento .....                                      | 38        |

|           |   |           |
|-----------|---|-----------|
| 7.6       | MANTENIMIENTO DEL SISTEMA DE REFRIGERACIÓN .....  | 38        |
| 7.7       | MANTENIMIENTO DE LOS RADIADORES .....   | 38        |
| 7.8       | VIBRACIÓN.....  | 38        |
| 7.9       | ANILLOS COLECTORES .....  | 39        |
| 7.10      | PORTAESCOBILLAS Y ESCOBILLAS.....   | 39        |
| 7.11      | DISPOSITIVO DE PUESTA A TIERRA DEL EJE.....   | 39        |
| 7.12      | MANTENIMIENTO DE LOS COJINETES.....   | 39        |
| 7.12.1    | Cojinetes de rodamiento a grasa .....   | 39        |
| 7.12.1.1  | Instrucciones para lubricación.....   | 39        |
| 7.12.1.2  | Procedimiento para la relubricación de los rodamientos .....                              | 40        |
| 7.12.1.3  | Relubricación de los rodamientos con dispositivo de cajón para remoción de la grasa ..... | 40        |
| 7.12.1.4  | Tipo y cantidad de grasa .....  | 40        |
| 7.12.1.5  | Compatibilidad de grasas.....   | 40        |
| 7.12.1.6  | Desmontaje de los cojinetes .....   | 41        |
| 7.12.1.7  | Montaje de los cojinetes .....  | 41        |
| 7.12.2    | Cojinetes de rodamiento a aceite .....  | 41        |
| 7.12.2.1  | Instrucciones para lubricación.....   | 42        |
| 7.12.2.2  | Tipo de aceite.....   | 42        |
| 7.12.2.3  | Cambio del aceite.....  | 42        |
| 7.12.2.4  | Operación de los cojinetes .....  | 42        |
| 7.12.2.5  | Desmontaje de los cojinetes .....   | 42        |
| 7.12.2.6  | Montaje de los cojinetes .....  | 43        |
| 7.12.3    | Cojinetes de deslizamiento .....  | 43        |
| 7.12.3.1  | Datos de los cojinetes .....  | 43        |
| 7.12.3.2  | Instalación y operación de los cojinetes .....  | 43        |
| 7.12.3.3  | Refrigeración con circulación de agua .....   | 43        |
| 7.12.3.4  | Cambio de aceite .....  | 43        |
| 7.12.3.5  | Sellados.....   | 44        |
| 7.12.3.6  | Operación de los cojinetes de deslizamiento .....   | 44        |
| 7.12.3.7  | Mantenimiento de los cojinetes de deslizamiento .....                                     | 44        |
| 7.12.4    | Ajuste de las protecciones .....  | 44        |
| 7.12.5    | Desmontaje/montaje de los sensores de temperatura Pt100 de los cojinetes .....            | 44        |
| <b>8</b>  | <b>DESMONTAJE Y MONTAJE DEL MOTOR .....</b>   | <b>46</b> |
| 8.1       | DESMONTAJE.....   | 46        |
| 8.2       | MONTAJE .....   | 46        |
| 8.3       | TORQUE DE APRIETE.....  | 46        |
| 8.4       | MEDICIÓN DEL ENTREHIERRO .....  | 47        |
| 8.5       | REPUESTOS .....   | 47        |
| <b>9</b>  | <b>PLAN DE MANTENIMIENTO.....</b>   | <b>48</b> |
| <b>10</b> | <b>ANORMALIDADES, CAUSAS Y SOLUCIONES.....</b>  | <b>49</b> |
| <b>11</b> | <b>DECLARACIÓN DE CONFORMIDAD .....</b>   | <b>51</b> |
| <b>12</b> | <b>INFORMACIONES AMBIENTALES .....</b>  | <b>52</b> |
| 12.1      | EMBALAJE.....   | 52        |
| 12.2      | PRODUCTO.....   | 52        |
| 12.3      | RESIDUOS PELIGROSOS.....  | 52        |
| <b>13</b> | <b>ASISTENTES TÉCNICOS.....</b>   | <b>52</b> |
| <b>14</b> | <b>CERTIFICADO DE GARANTÍA .....</b>  | <b>53</b> |



# 1 INTRODUCCIÓN

Este manual tiene el objetivo de orientar sobre los motores síncronos de baja y alta tensión.

Los motores son suministrados con documentos específicos (dibujos, esquema de conexión, curvas características etc.). Estos documentos, junto a este manual, deben ser evaluados cuidadosamente antes de proceder a la instalación, operación o mantenimiento del motor.

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. Seguir estos procedimientos es igualmente importante para asegurar la validez de la garantía del motor. Recomendamos la lectura minuciosa de este manual, antes de la instalación, operación o mantenimiento 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 ocasionar daños materiales considerables, lesiones graves o riesgo de muerte.



### ATENCIÓN

La no consideración de los procedimientos recomendados en este aviso puede ocasionar 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 el mantenimiento, deberán ser permanentemente informados y estar actualizados sobre las normas y prescripciones de seguridad que rigen el servicio y son aconsejados a observarlas 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. Motores de este tipo, cuando aplicados inadecuadamente o cuando reciben mantenimiento deficiente, o incluso cuando reciben intervención de personas no capacitadas, pueden causar serios daños personales y/o materiales. Así, 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, acoplamientos no protegidos, o manipulación errónea, sin considerar las normas de operación, puede causar graves accidentes personales y materiales.



#### ATENCIÓN

Cuando se pretende utilizar aparatos y equipos, fuera del ambiente industrial, el usuario deberá 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 deberán 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 que realicen 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 podrá 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), 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 asegurando que estén protegidas contra agentes agresivos 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

|                       | NORMAS                             |
|-----------------------|------------------------------------|
| Especificación        | IEC60034-1 / NBR5117<br>IEC60034-3 |
| Dimensiones           | IEC60072 / NBR5432                 |
| Ensayos               | IEC60034-4 / NBR5052               |
| Grados de protección  | IEC60034-5 / NBR IEC 60034-5       |
| Refrigeración         | IEC60034-6 / NBR IEC 60034-6       |
| Formas Constructivas  | IEC60034-7 / NBR IEC 60034-7       |
| Ruido                 | IEC60034-9 / NBR IEC 60034-9       |
| Vibración mecánica    | IEC60034-14 / NBR IEC 60034-14     |
| Tolerancias mecánicas | ISO286 / NBR6158                   |
| Balanceo              | ISO1940 / NBR8008                  |

## 2.4 CARACTERÍSTICAS DEL AMBIENTE

El motor fue proyectado de acuerdo con las características del ambiente (temperatura y altitud) específicas para su aplicación. Estas características 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 deberá operar de acuerdo con los datos nominales indicados en su placa de identificación, cumpliendo las normas aplicables y las informaciones contenidas en este manual.

## 2.6 TENSIÓN Y FRECUENCIA

El motor debe ser capaz de desempeñar continuamente su función principal en la Zona A, no obstante, no precisa atender completamente sus características de desempeño en tensión y frecuencia nominales (ver punto de las características nominales en la Figura 2.1), pudiendo 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, no obstante, puede presentar desvíos mayores de su desempeño en tensión y frecuencia nominales, que en la Zona A. Las elevaciones de temperatura pueden ser superiores a las verificadas en tensión y frecuencia nominales y, muy probablemente, serán superiores a aquellas de la Zona A.

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

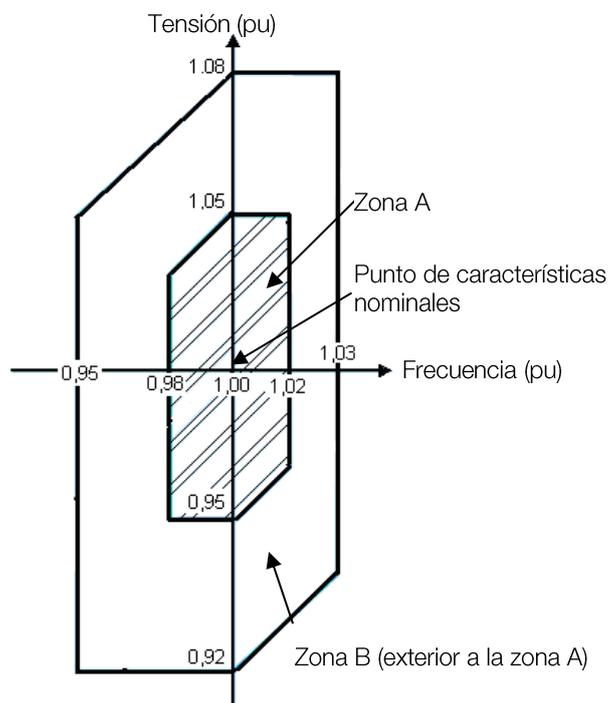


Figura 2.1: Límites de las variaciones de tensión y frecuencia (IEC60034-1)

## 3 RECEPCIÓN, MANIPULACIÓN Y ALMACENAMIENTO

### 3.1 RECEPCIÓN

Todos los motores 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 verificar si 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 de esta avería llevará a 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;
- Los motores acondicionados en embalaje de madera deben ser levantados siempre por sus propios cáncamos o por apiladora adecuada, nunca por el propio 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 conexiones. Estas protecciones deberán permanecer en el local hasta la hora del montaje final.
- Luego de retirar el embalaje se deberá hacer 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 futuro transporte del motor.

#### 3.1.1 Cuidados adicionales



#### EX

Para garantía del grado de protección, la caja de conexión debe ser mantenida cerrada.

Antes de poner el motor en operación, verificar las condiciones de limpieza y humedad en el interior de la caja de conexión.

### 3.2 MANIPULACIÓN

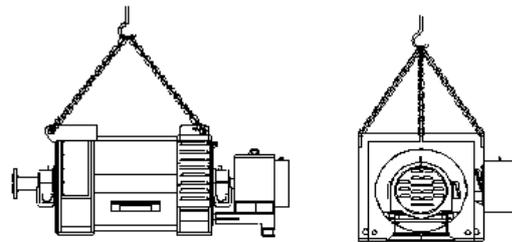
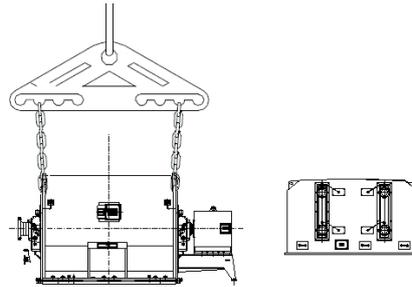
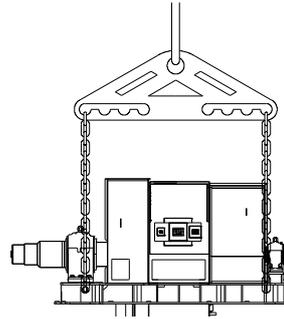


Figura 3.1: Manipulación de los motores



#### 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 ojales previstos para esta finalidad. En caso se haga necesario, usar un travesaño 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 usar el eje para levantar el motor;
- Para mover el motor, el eje deberá estar trabado con el dispositivo de traba suministrado con éste.



#### ATENCIÓN

- Los cables de acero, las manillas y el equipo para izamiento deben poseer capacidad para soportar el peso del motor.
- Para la manipulación y el montaje de motores suministrados desmontados, consultar el manual de manipulación y montaje del motor.

### 3.3 ALMACENAMIENTO

En caso de que el motor no sea instalado inmediatamente después de la recepción, deberá permanecer dentro del embalaje y almacenado en lugar protegido contra humedad, vapores, rápidos cambios de temperatura, roedores e insectos.

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



#### ATENCIÓN

Las resistencias de calentamiento deben permanecer encendidas durante el almacenamiento, para así evitar la condensación de 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 vibraciones.

Reparar todos los eventuales daños causados en el embalaje durante el transporte antes de almacenar el motor, lo que es necesario para asegurar condiciones apropiadas de almacenamiento.

Posicionar el motor sobre estrados o cimientos que garanticen a protección contra la humedad de la tierra y que impidan que se hunda en el suelo. Debe ser asegurada una libre circulación de aire por debajo del motor.

El techo utilizado para proteger el motor contra intemperies no deberá hacer contacto con las superficies de éste. Para asegurar la libre circulación de aire entre el motor y el techo, colocar bloques de madera como espaciadores.

#### 3.3.2 Almacenamiento prolongado

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

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

Como consecuencia, tras períodos prolongados de almacenamiento, la resistencia de aislamiento de los devanados podrá caer a valores por debajo de los admisibles. Los componentes internos como cojinetes podrán oxidarse y el poder de lubricación del agente lubricante en los cojinetes también podrá 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 deberá 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.

#### 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

- El ambiente debe ser cerrado y cubierto;
- El local debe estar protegido contra humedad, vapores, agentes agresivos, roedores e insectos;
- No puede existir presencia de gases corrosivos, como cloro, dióxido de azufre o ácidos;
- El ambiente debe estar libre de vibración;
- El ambiente debe poseer sistema de ventilación con filtro de aire;
- Temperatura ambiente entre 5 °C y 60 °C, no debiendo presentar variación súbita;
- Humedad relativa del aire < 50 %;
- Poseer prevención contra suciedad y depósitos de polvo;
- Poseer sistema de detección de incendio.
- Estar provisto de electricidad para alimentación de las resistencias de calentamiento.

En caso que alguno de estos requisitos no sea atendido 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 que exista riesgo de infección y formación de hongos, el embalaje debe 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 (a la intemperie).

En caso que el almacenamiento externo no pueda ser evitado, el motor deberá 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 el mismo 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 (2 meses o más), se recomienda inspeccionarlo regularmente, conforme es especificado en el ítem 3.3.2.11 de este manual.

#### 3.3.2.2 Piezas separadas

- En caso de que hayan sido suministradas piezas separadas (cajas de conexión, tapas etc.), estas piezas deberán ser embaladas conforme es especificado 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.

#### 3.3.2.3 Resistencia de calentamiento



### ATENCIÓN

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 asegurar que la resistencia de aislamiento de los devanados permanezca a niveles aceptables.

#### 3.3.2.4 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.

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

#### 3.3.2.5 Superficies mecanizadas expuestas

Todas las superficies mecanizadas expuestas (por ejemplo, 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,  
**Fabricante:** Fuchs

#### 3.3.2.6 Cojinetes

##### 3.3.2.6.1 Cojinete de rodamiento lubricado a grasa

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



### 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 la grasa y conservar las partes internas de los cojinetes.

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

##### 3.3.2.6.2 Cojinete de rodamiento lubricado a aceite

- Dependiendo de la posición de montaje del motor y del tipo de lubricación, éste podrá ser transportado con o sin aceite en los cojinetes.
- El almacenamiento del motor debe ser hecho en su posición original de funcionamiento y 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 deberá 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.

- Tras 6 meses de almacenamiento, y antes de poner el motor en operación, los rodamientos deberán ser relubricados;
- En caso que el motor permanezca almacenado por un período superior a 2 años, los rodamientos deberán ser desmontados, lavados, inspeccionados y relubricados.

##### 3.3.2.6.3 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.



### 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.

En caso de que no sea posible girar el eje de la máquina, conforme es recomendado, debe ser utilizado el procedimiento a seguir, para 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, a través de la aplicación de 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 en cada 6 meses de almacenamiento.

Si el período de almacenamiento es superior a 2 años:

- Desmontar el cojinete;
- Preservar y almacenar las piezas.

### 3.3.2.7 Escobillas

Cuando el motor sea almacenado por más de 2 meses, las escobillas deben ser levantadas y retiradas de su alojamiento para evitar la oxidación causada por el contacto con los anillos colectores.



### ATENCIÓN

Antes de poner el motor en operación, las escobillas deberán ser recolocadas en su alojamiento, debiendo ser verificado su asentamiento.

### 3.3.2.8 Caja 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 cualquiera deposición 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 está en conformidad, se deberá hacer una limpieza o reposición de piezas.

### 3.3.2.9 Radiador

Cuando el radiador permanezca por un largo período fuera de operación, deberá ser drenado y secado. El secado puede ser efectuado con aire comprimido precalentado. Durante el invierno, en caso de que exista peligro de congelamiento, debe ser drenada toda el agua del interior del radiador, aunque el motor permanezca fuera de operación solamente durante un corto período, para así evitar la deformación de los tubos o daños en los sellados.



### 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.

### 3.3.2.10 Inspecciones y registros durante el almacenamiento

El motor almacenado debe ser inspeccionado periódicamente, debiendo ser archivados los registros de inspección.

Deben ser inspeccionados los siguientes puntos:

1. Daños físicos;
2. Limpieza;
3. Señales de condensación de agua;
4. Condiciones del revestimiento protector;
5. Condiciones de la pintura;
6. Señales de agentes agresivos;
7. Operación satisfactoria de las resistencias de calentamiento. Se recomienda que sea instalado un sistema de señalización, o alarma, en el local, para detectar la interrupción de la energía de las resistencias de calentamiento;
8. Registrar la temperatura ambiente y la humedad relativa alrededor del motor, la temperatura del devanado (utilizando RTDs), la resistencia de aislamiento y el índice de polarización;
9. El local de almacenamiento, para que esté de acuerdo con los criterios descritos en el ítem 3.3.2.1.

### 3.3.2.11 Plan de mantenimiento durante el almacenamiento

Durante el período de almacenamiento, el mantenimiento del motor deberá ser hecho 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   |
|---|---------|---------|---------|--------|------------------------------|---|
| <b>Local de Almacenamiento</b>  |         |         |         |        |                              |   |
| Inspeccionar las condiciones de limpieza                                |         | x       |         |        | x                            |   |
| Inspeccionar las condiciones de humedad y temperatura                   |         | x       |         |        |                              |   |
| Verificar señales de infestaciones de insectos                          |         | x       |         |        |                              |   |
| <b>Embalaje</b>   |         |         |         |        |                              |   |
| Inspeccionar daños físicos  |         |         | x       |        |                              |   |
| Inspeccionar la humedad relativa en el interior del motor               |         | x       |         |        |                              |   |
| Cambiar el deshumidificador en el embalaje (si hay)                     |         |         | x       |        |                              | Cuando sea necesario                                    |
| <b>Resistencia de calentamiento</b>                                     |         |         |         |        |                              |   |
| Verificar las condiciones de operación                                  | x       |         |         |        |                              |   |
| <b>Motor completo</b>   |         |         |         |        |                              |   |
| 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       |        |                              |   |
| <b>Devanados</b>  |         |         |         |        |                              |   |
| Medir la resistencia de aislamiento                                     |         | x       |         |        | x                            |   |
| Medir el índice de polarización   |         | x       |         |        | x                            |   |
| <b>Caja de conexión y terminales de puesta a tierra</b>                 |         |         |         |        |                              |   |
| Limpiar el interior de las cajas  |         |         |         | x      | x                            |   |
| Inspeccionar retenes y sellados   |         |         |         | x      | x                            |   |
| <b>Cojinetes de rodamiento a grasa o a aceite</b>                       |         |         |         |        |                              |   |
| Girar el eje  |         | x       |         |        |                              |   |
| Relubricar el cojinete  |         |         | x       |        | x                            |   |
| Desmontar y limpiar el cojinete   |         |         |         |        |                              | Si el período de almacenamiento es superior a dos años: |
| <b>Cojinetes de deslizamiento</b>                                       |         |         |         |        |                              |   |
| Girar el eje  |         | x       |         |        |                              |   |
| Aplicar anticorrosivo   |         |         | x       |        |                              |   |
| Limpiar los cojinetes y relubricarlos                                   |         |         |         |        | x                            |   |
| Desmontar y almacenar las piezas  |         |         |         |        |                              | Si el período de almacenamiento es superior a dos años: |
| <b>Escobillas</b>   |         |         |         |        |                              |   |
| Levantar las escobillas   |         |         |         |        |                              | Durante el almacenamiento                               |
| Bajar las escobillas y verificar el contacto con los anillos colectores |         |         |         |        | x                            |   |

### 3.3.3 Preparación para puesta en operación

#### 3.3.3.1 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.

#### 3.3.3.2 Inspección de los cojinetes



#### ATENÇÃO

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 WEG para realización de este procedimiento.

#### 3.3.3.3 Lubricación de los cojinetes

Utilizar el lubricante especificado para lubricación de los cojinetes. Las informaciones de los cojinetes y de los lubricantes están indicadas en la placa de identificación de los cojinetes. La lubricación debe ser hecha conforme es descrito en el ítem 7.12 de este manual, considerando siempre tipo de cojinete utilizado.

#### 3.3.3.4 Escobillas, portaescobillas y anillos colectores

- Verificar el estado de conservación del portaescobillas y de los anillos colectores;
- Verificar la conexión de las escobillas, y si no están trabadas en el portaescobillas. Éstas deben estar en su posición original y establecer perfecto contacto con los anillos colectores.

#### 3.3.3.5 Verificación de la resistencia de aislamiento

Antes de poner el motor en operación, se debe medir la resistencia de aislamiento, conforme el ítem 3.3.2.4 de este manual.

#### 3.3.3.6 Otros

Seguir los demás procedimientos descritos en el ítem 6 de este manual antes de poner el motor en operación.

## 4 INSTALACIÓN

### 4.1 LOCAL DE INSTALACIÓN

El motor debe ser instalado en local de fácil acceso, que permita la realización de inspecciones periódicas, de mantenimientos locales 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 paredes, no deben dificultar u obstruir la ventilación del motor;
- El espacio alrededor y arriba del motor debe ser suficiente para realizar el mantenimiento o la manipulación de éste;
- El ambiente debe estar de acuerdo con el grado de protección del motor.

### 4.2 TRABA DEL EJE

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 hay) con el eje.

### 4.3 SENTIDO DE ROTACIÓN

El sentido de rotación es indicado por una placa fijada en el lado accionado del motor, 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 a lo 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 hay) antes de desconectar y separar los terminales, para medir la resistencia de aislamiento. El no seguimiento de estos procedimientos puede ocasionar daños personales.

#### 4.4.2 Consideraciones generales

Cuando el motor no sea puesto inmediatamente en operación, deberá ser protegido contra humedad, temperatura elevada y suciedad, evitando así que la resistencia de aislamiento sea afectada.

Antes de poner el motor en operación, deberá ser medida la resistencia de aislamiento del devanado. 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 con las condiciones ambientales (temperatura, humedad), condiciones de limpieza del motor (polvo, aceite, grasa, suciedad) y con la calidad y las condiciones del material aislante utilizado.

La evaluación de los registros periódicos de acompañamiento 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 debe ser conforme la Tabla 4.1, de acuerdo con la norma IEEE43.

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  |

\* Tensión nominal fase-fase

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

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

- Desconectar el puesta a tierra del neutro;
- Asegurar que las barras del motor no estén puestas a tierra.

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 4.1.

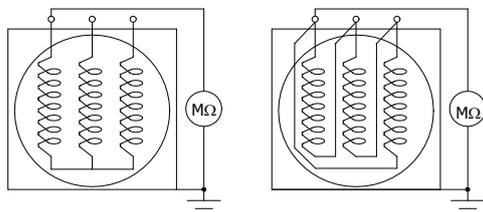


Figura 4.1: Conexión del megóhmetro

Cuando sea posible, cada fase deberá 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 4.2.

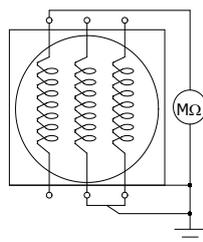


Figura 4.2: Conexión del megóhmetro en fases separadas

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 mucho 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, que solamente basarse en el valor obtenido en un único ensayo. Reducciones muy grandes o bruscas son consideradas sospechosas.

#### 4.4.4 Medición en el devanado del rotor

- Para medir la resistencia de aislamiento del rotor se deben aislar los devanados de campo del control. Esto puede efectuarse levantando las escobillas de los anillos colectores o desconectando los cables de control del campo del portaescobillas;
- La medición de la resistencia de aislamiento de las bobinas del rotor debe ser realizada en el compartimiento de las escobillas;
- El medidor (megóhmetro) debe ser conectado entre el eje del motor y los anillos colectores;

- La corriente de medición no debe circular por los cojinetes;
- Medir y registrar el valor de temperatura del devanado.

#### 4.4.5 Informaciones adicionales



#### ATENCIÓN

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

#### 4.4.6 Índice de Polarización

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 medir la resistencia de aislamiento.

#### 4.4.7 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 4.3 (norma IEEE43) y aplicando en la siguiente fórmula:

$$R_c = K_t \cdot R_t$$

Donde:

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

$K_t$  = Factor de corrección de resistencia de aislamiento en función de la temperatura, conforme la Figura 4.3.

$R_t$  = resistencia de aislamiento medida.

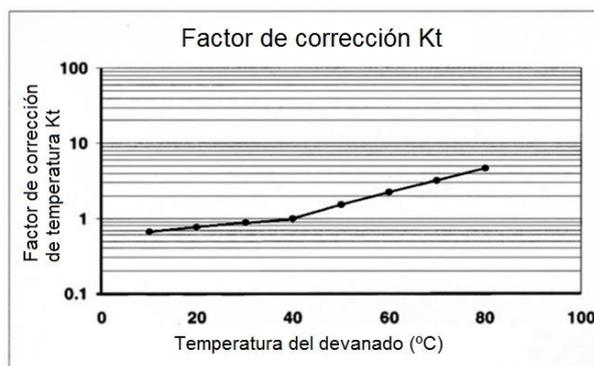


Figura 4.3: Factor de corrección de la resistencia de aislamiento en función de la temperatura

Los valores utilizados para generar la curva de la Figura 4.3 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                     |

#### 4.4.8 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

Los motores utilizados en régimen continuo deben ser protegidos contra sobrecargas, por medio de un dispositivo integrante del motor, generalmente un relé térmico con corriente nominal o de ajuste igual o inferior al valor obtenido de la multiplicación de 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 aún poseen sensores de temperatura para ser utilizados como dispositivos de protección contra sobre elevación de temperatura (en caso de sobrecargas, trabamiento del motor, baja tensión, falta de ventilación del motor).

### 4.5.1 Protecciones térmicas

Los sensores de medición de temperatura son instalados en el estator principal, en los cojinetes y en los demás componentes que necesitan monitoreo de temperatura y protección térmica. Los terminales de los sensores de temperatura están disponibles en la caja de accesorios.

Estos sensores deben ser conectados a un sistema externo de monitoreo de temperatura y de protección.

#### 4.5.1.1 Sensores de temperatura

**Termostatos** - Son detectores térmicos del tipo bimetalico, con contactos de plata, normalmente cerrados, que se abren a determinada temperatura. Los termostatos son conectados en serie o independientes, conforme el esquema de conexión.

**Termistores (tipo PTC o NTC)** - Son detectores térmicos, compuestos por semiconductores que varían su resistencia bruscamente al alcanzar una determinada temperatura. Los termistores son conectados en serie o independientes, conforme el esquema de conexión.



#### NOTA

Los termostatos y los termistores deberán ser conectados a una unidad de control para interrumpir el funcionamiento del motor o accionar un dispositivo de señalización.

**Termorresistencias (Pt100)** - Son elementos de resistencia calibrada. Su funcionamiento se basa en el principio de que la resistencia eléctrica de un conductor metálico varía linealmente con la temperatura. Los terminales del detector deben ser conectados a un tablero de control que incluye un medidor de temperatura.



#### NOTA

Las termorresistencias tipo RTD permiten el monitoreo a través de la temperatura absoluta informada por su valor de resistencia instantánea. Con esta información, el relé podrá efectuar la lectura de la temperatura, así como también la parametrización para alarma y apagado conforme las temperaturas predefinidas.

#### 4.5.1.2 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 es 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, debiendo ser consultada la documentación específica del motor.

La Tabla 4.4 presenta 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 (°C)   | F   | H   |
|---|-----|-----|
| Temperatura Ambiente  | 40  | 40  |
| T = elevación de temperatura (método de medición de la temperatura por variación de la resistencia) | 105 | 125 |
| Diferencia entre el punto más caliente y la temperatura media                                       | 10  | 15  |
| Total: temperatura del punto más caliente   | 155 | 180 |



#### ATENCIÓN

En caso 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, pudiendo ocasionar la quema del motor.

### 4.5.1.3 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.

#### 4.5.1.4 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.

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

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 |

#### 4.5.2 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.

#### 4.5.3 Sensor de pérdida de agua

Los motores con intercambiador de calor aire-agua son provistos de sensor de pérdida de agua que sirve para detectar eventuales pérdidas de agua del 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, deberá 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 .

#### 4.6.1 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 están indicados en su placa de identificación y en el dibujo dimensional del motor. Estos datos deben ser respetados para el correcto funcionamiento del sistema de refrigeración del motor y así evitar sobrecalentamiento.

### 4.6 REFRIGERACIÓN

El tipo de refrigeración del motor puede variar de acuerdo a 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 deben ser monitoreados periódicamente. Las entradas y salidas de aire y/o de agua 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.

#### 4.6.1.1 Radiadores para aplicación con agua de mar



##### NOTA

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



##### 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 de Magnesio) conforme la Figura 4.4, 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.

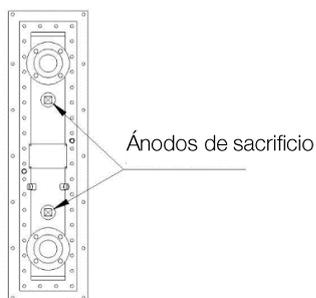


Figura 4.4: Radiador con ánodos de sacrificio

#### 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 hay), 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 eléctrico de conexión suministrado con el motor, antes de iniciar la conexión de los cables de fuerza, de puesta a tierra y de los accesorios. Para la conexión eléctrica de los equipos auxiliares, consultar sus respectivos manuales específicos.

#### 4.7.1.1 Conexiones eléctricas principales

La localización de las cajas de conexión de fuerza, del neutro y del rotor, está identificada en el dibujo dimensional específico del motor. La identificación de los terminales del estator y del rotor, así como su correspondiente conexión, son indicadas en el esquema de conexión específico del motor. Asegúrese de que la sección y el aislamiento de los cables de conexión sean apropiadas para la corriente y la tensión del motor. El motor debe girar en el sentido de rotación especificado en la placa de identificación y/o en la placa fijada en el lado accionado del motor.



##### NOTA

El sentido de rotación es determinado mirando hacia la punta del eje del lado accionado del motor. Los motores con sentido único de rotación deben girar solamente en el sentido indicado, ya que los ventiladores y otros dispositivos son unidireccionales. 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 de los devanados.

Para conectar los cables principales del motor, desatornillar la tapa de la caja 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 con la longitud necesaria, pelar 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 a la red eléctrica. Conectar el revestimiento metálico de los cables (si hay) 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.

### 4.7.1.3 Alimentación y control de campo

La alimentación y el control de campo deberán ser conectados y ajustados de acuerdo con el esquema de conexión del motor y el manual específico del panel de excitación.

### 4.7.2 Esquema de Conexión

- El esquema de conexión del estator, del rotor y de los accesorios es suministrado con la documentación del motor;
- La Figura 4.5 presenta el esquema de conexión unifilar de un motor síncrono con escobillas.

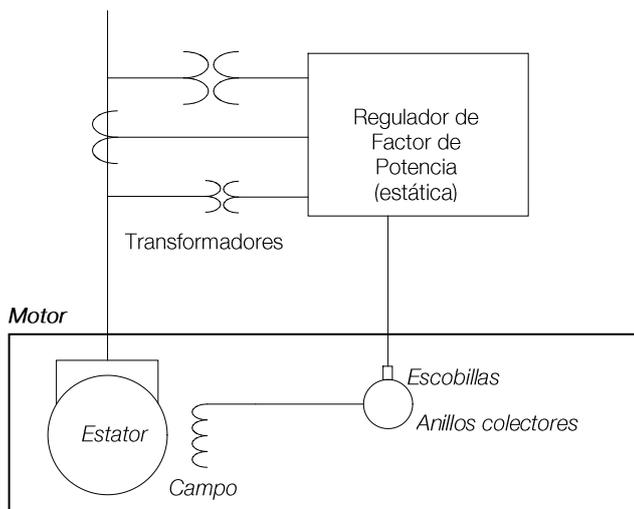


Figura 4.5: Esquema de conexión general (motor síncrono con escobillas)

## 4.8 ASPECTOS MECÁNICOS

### 4.8.1 Cimientos

- Los cimientos, o la estructura donde el motor será instalado, deberán ser suficientemente rígidos, planos, exentos de vibración externa y capaces de resistir a los esfuerzos mecánicos a los que serán sometidos;
- Si el dimensionamiento de los cimientos no es criteriosamente ejecutado, se podrá ocasionar vibración en la base, en el motor y en la turbina;
- El dimensionamiento estructural de los cimientos debe ser realizado con base en el dibujo dimensional, en las informaciones referentes a los esfuerzos mecánicos sobre los cimientos y en 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 espesores entre las superficies de apoyo del motor y de los cimientos para permitir una alineación precisa.



#### NOTA

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

### 4.8.2 Esfuerzos en los cimientos

Los esfuerzos sobre los cimientos son informados en la documentación del motor.

### 4.8.3 Tipos de bases

#### 4.8.3.1 Base de concreto

Las bases de concreto son las más usadas para la instalación de motores eléctricos. El tipo y tamaño de los cimientos, tornillos y placas de anclaje dependen del tamaño y del tipo de motor.

#### 4.8.3.2 Base metálica

El motor debe estar apoyado uniformemente sobre la base metálica, para así evitar deformaciones en la carcasa. Eventuales errores de altura de la superficie de apoyo del motor pueden ser corregidos con chapas de compensación (calces).

No remover el motor de la base común para hacer la alineación. La base debe ser nivelada en los propios cimientos, usando instrumentos de nivelación. Cuando es utilizada una base metálica, para ajustar la altura de la punta de eje del motor con la punta de eje de la máquina acoplada, ésta debe ser nivelada en la base de concreto.

Luego de que la base sea nivelada, los pernos de anclaje apretados y los acoplamientos verificados, la base metálica y los pernos de anclaje podrán ser concretados.

### 4.8.4 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 respetados, 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 cimientto deben estar fuera del rango comprendido entre 0.9 y 1.1 veces cualquiera de las frecuencias potenciales de excitación de arriba.

#### 4.8.5 Montaje



##### ATENCIÓN

Montar el motor de forma segura y alinearlos correctamente. Un montaje inadecuado puede causar vibración excesiva, ocasionando el desgaste prematuro de los cojinetes y pudiendo causar la ruptura del eje.

#### 4.8.6 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 alineación y pernos de anclaje.



##### NOTAS

Quando WEG suministra la placa de anclaje para fijación y alineación del motor, los detalles dimensionales y de instalación del conjunto de placa de anclaje son suministrados en el dibujo dimensional específico del motor. El montaje, nivelación y grout de las placas de anclaje son 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 $\phi$ | 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 grout penetre en las roscas, durante el procedimiento de grout de la placa de anclaje y de los pernos de anclaje.

#### 4.8.7 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. Durante el montaje del motor, deberán ser insertados placas de nivelación entre el motor y la placa de anclaje, de forma que el procedimiento de alineación comience con la siguiente cantidad de calces:

- 3 mm de chapas de acero inoxidable (2 mm + 1 mm) o

- 5,40 mm de chapas de acero galvanizado (2,7 mm + 2,7 mm)

Las demás chapas mostradas en la Tabla 4.7, quedarán de repuestos para que puedan ser utilizadas en combinaciones, de forma de obtener diferentes arreglos con los espesores de chapas en función de la nivelación necesaria. El espesor máximo de los calces de nivelación no deberá sobrepasar los 4,5 mm. La Tabla 4.7 muestra la cantidad de calces de acero inoxidable o de acero galvanizado para cada región de apoyo del motor en la placa de anclaje.

Tabla 4.7: Calces de acero inoxidable

| Acero inoxidable |              | Acero galvanizado |              |
|------------------|--------------|-------------------|--------------|
| Cantidad (un.)   | Espesor (mm) | Cantidad (un.)    | Espesor (mm) |
| 2                | 0,1          | 2                 | 0,43         |
| 2                | 0,2          | 2                 | 0,50         |
| 2                | 0,5          | 1                 | 0,65         |
| 2                | 1            | 1                 | 0,80         |
| 1                | 2            | 1                 | 1,95         |
| -                | -            | 2                 | 2,70         |

#### 4.8.7.1 Apoyo



##### NOTA

El mínimo 75% del área de las superficies de apoyo de las patas del motor deben quedar apoyadas sobre la base.

#### 4.8.8 Alineación

El motor debe ser alineado correctamente con la máquina acoplada.



##### 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 acoplada deben ser alineados axial y radialmente, conforme es mostrado en la Figura 4.6 y en la Figura 4.7.

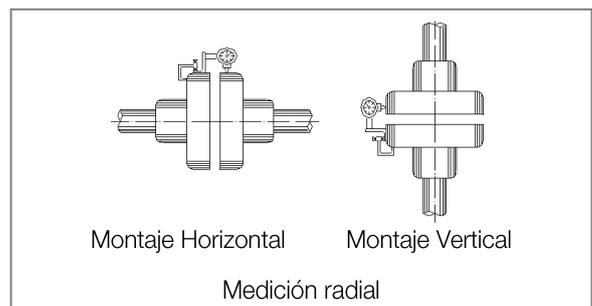
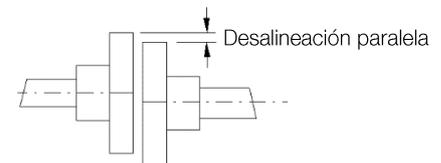


Figura 4.6: Alineación paralela

La Figura 4.6 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  $90^\circ$  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. Eligiendo el punto vertical superior  $0^\circ$ , la mitad de la diferencia de la medición del reloj comparador en los puntos en  $0^\circ$  y  $180^\circ$  representa el error coaxial vertical. En caso de desvío, éste deberá ser corregido, agregando o removiendo calces de montaje. La mitad de la diferencia de la medición del reloj comparador en los puntos en  $90^\circ$  y  $270^\circ$  representa el error coaxial horizontal. Esta medición indica cuando es necesario levantar o abajar 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 0,03 mm. 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.

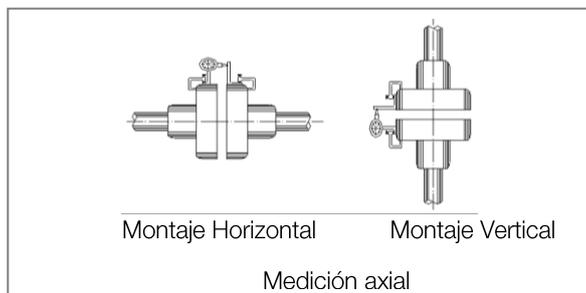
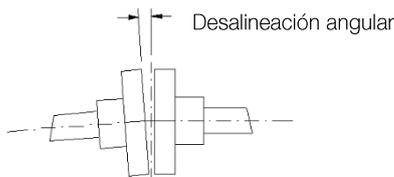


Figura 4.7: Alineación angular

La Figura 4.7 muestra la desalineación angular y la forma práctica de realizar esta medición. La medición es hecha en 4 puntos desplazados  $90^\circ$  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. Eligiendo el punto vertical superior  $0^\circ$ , la mitad de la diferencia de la medición del reloj comparador, en los puntos en  $0^\circ$  y  $180^\circ$ , representa la desalineación vertical. En caso de desvío, éstos deberán 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  $90^\circ$  y  $270^\circ$  representa la desalineación horizontal, debiendo ser corregida adecuadamente con el 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 0,03 mm.

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



#### ATENCIÓN

Luego de la alineación del conjunto y de haberse 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 las informaciones del dibujo dimensional del motor.

#### 4.8.9 Inspección de los cojinetes de pedestal



#### ATENCIÓN

Los cojinetes de pedestal deben ser inspeccionados y, si es necesario, realineados conforme las instrucciones de abajo:

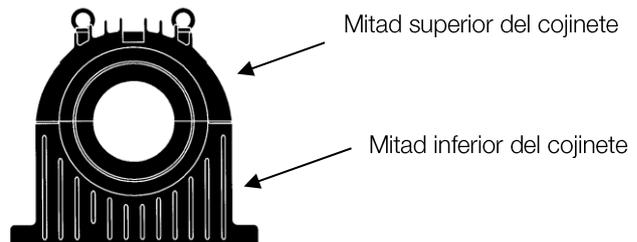


Figura 4.8: Cojinete de pedestal

#### Alineación del cojinete delantero

1. Soltar los tornillos de fijación de las dos mitades de la carcasa del cojinete delantero;
2. Levantar la mitad superior de la carcasa del cojinete;
3. Soltar los tornillos de fijación de las dos mitades del casquillo y levantar la mitad superior;
4. Lubricar la superficie de deslizamiento del eje y la superficie de deslizamiento de la mitad superior del casquillo, si es necesario, con el mismo tipo de aceite del cojinete, utilizando un papel blando y absorbente o un paño limpio que no suelte hilachas;
5. Verificar si la cara del bipartido de la mitad inferior del casquillo está alineada con la cara del bipartido de la mitad inferior de la carcasa del cojinete, utilizando una barra rígida y perfectamente paralela;
6. Utilizando un calibre de holguras, verificar las holguras entre la mitad inferior del casquillo y el eje, en cuatro puntos (lados derecho, izquierdo, delantero y trasero del casquillo);
7. En caso que las holguras medidas sean desiguales, o las caras del bipartido del casquillo estén desalineadas con las caras del bipartido de la carcasa del cojinete, el casquillo precisará ser alineado con el eje, conforme es descrito a seguir:
8. Soltar los tornillos de fijación de las dos mitades de la carcasa del cojinete trasero antes de levantar el eje;
9. Levantar levemente la punta delantera del eje del motor, sólo lo suficiente para que el peso del rotor no quede sobre el casquillo y éste pueda ser ajustado en el asiento esférico de la mitad inferior de la carcasa del cojinete;



**NOTA**

Utilizar entre el eje y el dispositivo de levantamiento, un material más blando que el material del eje, para evitar daños (por ejemplo, cobre o bronce).

10. Alinear el casquillo realizando las mediciones conforme los ítems 5 y 6;
11. Bajar el eje hasta que se apoye en el casquillo inferior;
12. Montar la mitad superior del casquillo y apretar los tornillos de fijación de la mitad superior del casquillo con la mitad inferior del casquillo, con el torque de apriete especificado en la Tabla 4.8;
13. Aplicar una camada selladora de CURIL T en las caras mecanizadas de la mitad inferior de la carcasa del cojinete inferior;
14. Con el auxilio de un polipasto, montar la mitad superior de la carcasa del cojinete sobre la mitad inferior;
15. Fijar los tornillos, aplicando el torque de apriete conforme es especificado en la Tabla 4.9;
16. Luego del correcto apriete de los tornillos, aplicar pintura lacre entre los tornillos y la carcasa del cojinete para indicar el torque y el lacre de los tornillos de fijación de la carcasa del cojinete.

**Alineación del cojinete trasero**

Utilizar el mismo procedimiento de alineación del cojinete delantero.



**ATENCIÓN**

Los dos cojinetes de pedestal deben estar perfectamente alineados.

Tabla 4.8: Torque de apriete de los casquillos de los cojinetes

| Tamaño del cojinete pedestal | Torque (Nm) |
|------------------------------|-------------|
| 14                           | 20          |
| 18 – 22                      | 69          |
| 28 – 35                      | 170         |
| 45                           | 330         |

Tabla 4.9: Torque de apriete de la carcasa de los cojinetes

| Tamaño del cojinete pedestal | Torque (Nm) |
|------------------------------|-------------|
| 14                           | 170         |
| 18                           | 330         |
| 22                           | 580         |
| 28                           | 1160        |
| 35                           | 1150        |
| 45                           | 2010        |

**4.8.10 Acoplamiento**

Solamente deben ser utilizados acoplamiento apropiados que transmitan únicamente el torque, sin generar fuerzas transversales. Tanto para los acoplamiento elástico 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 acoplamiento 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 acoplamiento 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.



**ATENCIÓN**

Los pernos, tuercas, arandelas y calces para nivelación pueden ser suministrados con el motor, cuando son solicitados por el cliente en el pedido de compra.



**NOTAS**

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

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

- Transmisión de vibración excesiva;
- 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, utilice 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 acoplamiento, conforme es mostrado en la Figura 4.9.

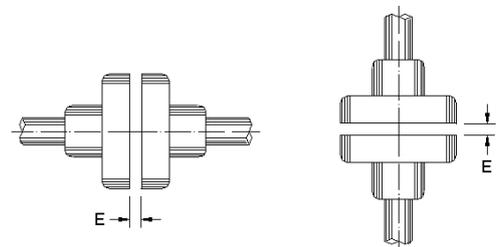


Figura 4.9: Holgura axial del acoplamiento (E)

#### 4.8.10.2 Acoplamiento por engranaje

Acoplamientos por engranajes mal alineados generan vibración 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 de motores equipados con cojinetes de deslizamiento

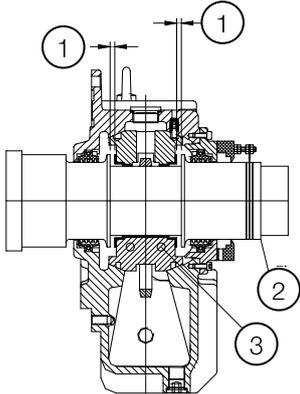


Figura 4.10: Cojinete de deslizamiento

##### Detalle de la Figura 4.10:

- 1. Holgura axial
- 2. Eje
- 3. Casquillo



#### ATENCIÓN

Los motores equipados con cojinetes de deslizamiento deben operar con acoplamiento directo a la máquina accionante, o por medio de un reductor. Este tipo de cojinete no permite el acoplamiento a través de poleas y correas.

Los motores equipados con cojinetes de deslizamiento poseen tres marcas en la punta de eje, donde la marca central (pintada de rojo) es la indicación del centro magnético y las dos marcas externas indican los límites permitidos para el movimiento axial del rotor.

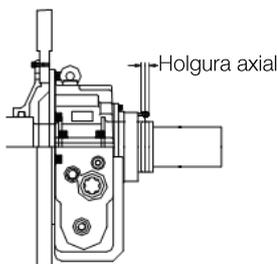


Figura 4.11: Marcación del centro magnético

Para el acoplamiento del motor deben ser considerados los siguientes factores:

- Holgura axial del cojinete;
- El desplazamiento axial de la máquina accionante (si hay);

- La holgura axial máxima permitida por el acoplamiento.



#### ATENCIÓN

- Desplazar el eje totalmente hacia adelante, y de esta forma realizar la medición correcta de la holgura axial;
- Alinear cuidadosamente las puntas de ejes y, siempre que sea posible, usar acoplamiento flexible, dejando una holgura mínima de **3 a 4 mm** entre los acoplamientos.



#### NOTA

En caso de que no sea posible mover el eje, se deberán considerar la posición del eje, el desplazamiento del eje hacia adelante (conforme las marcaciones en el eje) y la holgura axial recomendada para el acoplamiento.

- Antes de ponerlo en operación, se deberá verificar si el eje del motor permite el libre movimiento axial dentro de las condiciones de holgura mencionadas;
- En operación, la flecha deberá estar posicionada sobre la marca central (roja), que indica que el rotor se encuentra en su centro magnético;
- Durante el arranque, o incluso durante la operación, el motor podrá moverse libremente entre las dos marcaciones externas límites.



#### ATENCIÓN

Los cojinetes de deslizamiento utilizados en este motor no fueron proyectados para soportar esfuerzo axial constante, de modo que, bajo ninguna hipótesis, el motor podrá operar continuamente con esfuerzo axial sobre el cojinete. El motor solamente podrá operar continuamente con esfuerzo axial y/o radial sobre el cojinete, si son respetados los criterios informados en su respectiva documentación.

## 4.9 FRENO

Para más informaciones sobre la instalación, operación y mantenimiento del freno (si hay), se debe consultar el dibujo dimensional del motor y el manual específico de este equipo.

## 4.10 UNIDAD HIDRÁULICA

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

## 5 ARRANQUE

El tipo de arranque utilizado para los motores síncronos es especificado durante el proyecto y depende de los siguientes factores:

- Capacidad de cortocircuito de la red;
- Caída de tensión aceptable (máxima corriente con mínima tensión de arranque);
- Par resistente e inercia de la carga;
- Tiempo de arranque;
- Régimen de arranque.

El número de arranques consecutivos depende del procedimiento de arranque utilizado.

### 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 la red de alimentación. 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  $-20^{\circ}\text{C}$

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  $-20^{\circ}\text{C}$ .

Esa situación es satisfecha en una de las tres condiciones:

- a) Cuando la red es suficientemente "fuerte" y la corriente del motor es despreciable con relación a la capacidad de la red;
- b) 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;
- c) Cuando el arranque es debidamente autorizado por la concesionaria de energía eléctrica.

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

- a) La elevada caída de tensión en el sistema de alimentación de la red puede provocar interferencia en equipos instalados en este sistema;
- b) 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.

#### 5.1.1 Arranque directo con resistor de descarga

- Durante el arranque del motor, la excitación deberá estar apagada y el campo deberá ser conectado al resistor de descarga, instalado en el tablero de excitación del motor;
- El torque para acelerar el rotor es generado por el devanado amortiguador (jaula) y cuando alcance el punto de la velocidad de sincronización planeada, el resistor de descarga deberá ser desconectado y el campo deberá ser energizado en corriente continua para sincronizar el motor;
- Cualquier desbalanceo o vibración deberá ser investigado.

#### 5.1.2 Arranque directo sin resistor de descarga

- Durante el arranque, la excitación debe estar apagada, siendo accionado el disyuntor del circuito principal de alimentación del motor;
- El torque para acelerar el rotor es generado por el devanado amortiguador (jaula) y cuando alcance el punto de la velocidad de sincronización planeada, el campo deberá ser energizado en corriente continua para sincronizar el motor;
- Cualquier desbalanceo o vibración deberá ser investigado.

#### 5.1.3 Frecuencia de arranques directos

Como los motores síncronos brushless poseen elevada corriente de arranque, el tiempo consumido para acelerar cargas con gran inercia resulta en una elevación rápida de la temperatura del motor. Si los intervalos entre arranques sucesivos son muy cortos, esto llevará a una elevación rápida y excesiva de la temperatura de los devanados, reduciendo su vida útil, o incluso ocasionando su quema. Las normas establecen un régimen de arranque mínimo que los motores deben ser capaces de realizar:

- a) Dos arranques sucesivos, siendo el primero con el motor frío, es decir, con sus devanados a temperatura ambiente, y el segundo inmediatamente después, no obstante, después de que el motor se haya desacelerado hasta el reposo;
- b) Un arranque con el motor caliente, o sea, con los devanados en temperatura de régimen.

La primera condición simula el caso en que el primer arranque del motor es abortado, por ejemplo, debido al apagado a través de la protección del motor, cuando deberá ser permitido un segundo arranque del motor inmediatamente después. 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 debe ser permitido el reencendido del motor tras el 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.

#### 5.1.4 Corriente de rotor bloqueado ( $I_p/I_n$ )

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.

## 5.2 ARRANQUE CON CORRIENTE REDUCIDA

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

- Con reactor;
- Con autotransformador;
- Con convertidor de frecuencia;
- Con soft-starter;



### ATENCIÓN

La elección del método de arranque depende de una evaluación previa del desempeño del motor para validar el procedimiento.

### 5.2.1 Arranque con reactor

En el arranque con reactor, una impedancia en forma de reactor es conectada en serie con los terminales principales del motor, reduciendo la tensión terminal del motor, resultando en una reducción de la corriente de arranque. Siendo una función de la corriente que pasa por el reactor, la impedancia reduce gradualmente la aceleración del motor y, cuando el motor alcanza 95% de la velocidad nominal, el reactor es cortocircuitado y el motor es sincronizado, pasando a funcionar con tensión plena.



### ATENCIÓN

Se debe asegurar un par de aceleración suficiente para arrancar el motor, ya que en este método de arranque hay una reducción sustancial del par de arranque.

### 5.2.2 Arranque con autotransformador

El efecto del arranque con autotransformador es semejante al del arranque con reactor. El uso de un transformador para limitar la tensión reduce la corriente de arranque y el par. El par de arranque es reducido proporcionalmente a la corriente de línea.

El arranque del motor con autotransformador consiste en un transformador de tensión con taps que permiten la operación con tensión reducida hasta alcanzar la tensión plena. Los taps pueden ser alterados durante el arranque hasta alcanzar el par y la rotación de sincronización.

### 5.2.3 Arranque con convertidor de frecuencia

Para arranque y operación del motor con convertidor de frecuencia, consultar el manual del equipo.

### 5.2.4 Arranque con Soft-Starter

El procedimiento de arranque con soft-starter es semejante al de arranque directo, excepto que el tiempo para acelerar la carga hasta la rotación prevista para sincronización es mayor.

Durante el arranque, la soft-starter aumenta progresivamente la tensión del motor a partir de cero, permitiendo que éste acelere la carga hasta la velocidad nominal sin causar picos de corriente o de par.

La soft-starter también puede ser usada para controlar la parada del motor.

## 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 vida;
- 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 del arranque inicial en el motor, tras un largo período sin operación, deben ser verificados los siguientes ítems:

1. Verificar si el motor está correctamente alineado;
2. Verificar si las patas del motor fueron fijadas con los torques de apriete recomendados en este manual. El motor debe estar fijado en la base;
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 el motor está debidamente puesto a tierra;
5. Medir la resistencia de aislamiento de las bobinas, asegurándose de que esté dentro del valor prescrito;
6. Verificar si las partes de conexión del acoplamiento están en perfectas condiciones de operación, debidamente apretadas y engrasadas, cuando sea necesario;
7. Verificar que los cojinetes no estén dañados, que estén correctamente fijados y alineados;
8. Verificar que los cojinetes estén debidamente lubricados. El lubricante usado debe ser del tipo especificado en la placa de identificación. Verificar el nivel de aceite de los cojinetes lubricados a aceite. Los cojinetes con lubricación forzada deben tener un flujo y una presión de aceite conforme el especificado en su placa de identificación;
9. Verifique que el sistema de excitación y el control de campo estén conectados de acuerdo con las instrucciones en el manual de instalación específico;
10. Verificar si el relé de protección está parametrizado y funcionando de acuerdo con el estudio de selectividad;
11. Verificar si los cables de la red están correctamente conectados a los bornes principales del motor y asegurarse de que estén correctamente apretados y que la posibilidad de cortocircuito sea evitada;
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 forzada, verificar el sentido de rotación de los ventiladores;
13. Inspeccionar el estado del portaescobillas y de los anillos colectores (si existen), asegurándose que las escobillas estén bien asentadas y alineadas con los anillos colectores y que se deslicen fácilmente dentro del portaescobillas;
14. Las entradas y salidas de aire del motor deben estar desobstruidas;
15. Las partes móviles del motor deben ser protegidas para evitar accidentes;
16. Las tapas de las cajas de conexión deben estar fijadas correctamente;
17. Probar el funcionamiento del sistema de inyección de aceite bajo alta presión (si hay), asegurando su correcto funcionamiento;
18. Verificar si el freno (si hay) está correctamente fijado y ajustado. Verificar el funcionamiento del tablero de comando del freno;
19. Probar el funcionamiento de la unidad hidráulica (si hay), asegurando su correcto funcionamiento;
20. Al girar el rotor del motor, verificar que no presente ruidos extraños.

### 6.2 ARRANQUE INICIAL

#### 6.2.1 Procedimiento de arranque inicial

Después 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 la resistencia de calentamiento;
2. Ajustar las protecciones en el tablero de protección/excitación del motor;
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 deberá aguardar la señal de retorno de flujo de aceite del sistema de circulación de ambos cojinetes, lo que garantizará que el aceite llegó a los cojinetes;
6. Encender el sistema de agua industrial de enfriamiento, verificando el flujo y la presión necesaria (motores con intercambiador de calor aire-agua);
7. Encender los ventiladores (motores con ventilación forzada);
8. Encender el sistema de inyección de aceite bajo alta presión (si hay), éste debe permanecer encendido conforme es informado en la documentación técnica del motor, hasta que los cojinetes obtengan la lubricación por autobombeo;
9. Liberar los frenos (si hay);
10. Verificar el sentido de rotación del motor;



### ATENCIÓN

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

11. Arrancar el motor conforme el ítem 5 de este manual;
12. 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 tornen constantes. Cualquier aumento repentino o continuo de la temperatura del cojinete indica anomalías en la lubricación o en la superficie de roce;
13. Monitorear la temperatura, el nivel de aceite de los cojinetes y los niveles de vibración. En caso de que haya una variación significativa de algún valor, interrumpir el arranque del motor, detectar las posibles causas y realizar la debida corrección;
14. Cuando las temperaturas de los cojinetes se estabilicen, se podrá proceder al arranque con carga y la operación normal 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 llevar a su quema, resultando en la pérdida de la garantía.

## 6.3 OPERACIÓN

### 6.3.1 Procedimiento de operación

Luego de la primera prueba de arranque en vacío exitosa, acoplar el motor a la carga accionada y proceder al arranque y operación conforme sigue:

1. Apagar la resistencia de calentamiento;
2. Ajustar las protecciones en el tablero de control;
3. Encender la unidad hidráulica (si hay);
4. Encender el sistema de circulación de aceite de los cojinetes (si hay). Verificar el nivel, el flujo y la presión del aceite, asegurándose que estén de acuerdo con los datos de placa;
5. Aguardar la señal de retorno de la presión o del flujo de aceite del sistema de circulación que asegura que el aceite llegó a los cojinetes;
6. Encender el sistema de agua industrial de enfriamiento, verificando el flujo y la presión necesarios (motores con intercambiador de calor aire-agua);
7. Encender los ventiladores (motores con ventilación forzada);
8. Encender el sistema de inyección de aceite bajo alta presión (si hay), debiendo permanecer encendido conforme es informado en la documentación técnica del motor, hasta que los cojinetes obtengan la lubricación por autobombeo;
9. Accionar el motor acoplado a la carga hasta alcanzar su estabilidad térmica y verificar si no están ocurriendo ruidos o vibración anormales o calentamientos excesivos. En caso de que ocurran variaciones significativas en las vibraciones del conjunto, tras alcanzar la estabilidad térmica, será necesario verificar la alineación y la nivelación;
10. Medir la corriente eléctrica absorbida y compararla con el valor indicado en la placa de identificación. En régimen continuo, sin oscilación de carga, el

valor de la corriente medida no debe exceder al valor indicado en la placa de identificación del motor, multiplicado por el factor de servicio.



### ATENCIÓN

Todos los instrumentos de medición y control deben ser monitoreados permanentemente para que eventuales alteraciones puedan ser detectadas inmediatamente y para que sus causas sean corregidas antes de continuar con la operación.

### 6.3.2 Resincronización

Si el motor sale del sincronismo, el circuito de excitación presentará una corriente de campo superior a la normal del motor suministrada por el tablero de excitación antes de esta condición de operación.

Para que el motor retorne al sincronismo es necesario interrumpir la alimentación de campo por un período de 2 a 3 segundos tras la pérdida de sincronismo.

Si el sistema de control del motor es ajustado para resincronización, luego de la pérdida de sincronismo, deberán ser respetados los siguientes criterios:

1. Interrumpir la alimentación de campo, por lo menos dos segundos, para permitir que la corriente de campo inducida del motor accione el circuito de descarga y/o la inserción del resistor de descarga, consiguiendo así, reducir los torques transientes durante la resincronización;
2. El tiempo de resincronización no debe exceder el tiempo de la secuencia de arranque normal del motor;
3. Normalmente, es necesaria la retirada de la excitación, para obtenerse una resincronización exitosa;
4. El tablero de comando del motor debe diferenciar entre falla en el arranque y pérdida de sincronismo, para que no ocurra un intento de resincronización inmediatamente tras una falla de arranque;
5. La cantidad y el tiempo de los intentos de resincronización deben ser limitados de acuerdo a cada proyecto de motor.

### 6.3.3 Registro de datos

Los siguientes datos deben ser recolectados y registrados periódicamente durante la operación del motor:

- Temperatura de los cojinetes;
- Nivel de aceite de los cojinetes;
- Temperatura del devanado estator;
- Temperatura de la entrada y salida de aire;
- Nivel de vibración;
- Tensión y corriente del estator y del campo.

Al inicio de la operación, los valores deben ser verificados a cada 15 minutos. Tras algunas horas de funcionamiento, verificar estos valores a cada hora. Luego de algún tiempo, estos intervalos podrán ser aumentados progresivamente, no obstante, estos valores deberán ser registrados diariamente durante un período de 5 a 6 semanas.

### 6.3.4 Temperaturas

- Las temperaturas de los cojinetes, del devanado del estator y del aire de ventilación (si hay) deben ser monitoreadas mientras el motor esté en operación.
- Las temperaturas de los cojinetes y del devanado del estator se estabilizarán en un período entre 4 a 8 horas de funcionamiento;
- La temperatura del devanado del estator dependerá de la condición de carga del motor. Por eso, sus datos de operación (tensiones, corrientes, frecuencia) deberán ser monitoreados durante la operación del motor.

### 6.3.5 Cojinetes

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

#### Antes de poner el motor en operación, verificar:

- Si el sistema de inyección de aceite bajo alta presión (si hay) está encendido;
- Que el sistema de lubricación externa (si hay) 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 debe prestar atención a 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 sobreelevación 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 estabilice 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.

#### 6.3.5.1 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 poner el motor en operación y durante el procedimiento de parada, conforme es informado en la documentación técnica del motor.

### 6.3.6 Radiadores

Para motores con intercambiador de calor aire-agua es importante:

- Controlar 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, haciendo el registro de estas temperaturas en 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.

#### 6.3.6.1 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 fría y el aire frío 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 podrán 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.

### 6.3.7 Vibración

Los niveles de vibración admisibles deben ser obtenidos directamente en la norma referente al motor.

Tabla 6.1: Normas para evaluación de vibración en motor acoplado

| Aplicación                             | Medición en las partes no girantes | Medición en la parte girante |
|--|------------------------------------|------------------------------|
| Motor (compresor recíproco y tornillo) | ISO 10816-1                        | ISO 7919-1                   |
| Motor (compresor centrífugo)           | ISO 10816-3                        | ISO 7919-3                   |
| Motor (bomba)                          | ISO 10816-5                        | ISO 7919-5                   |

### 6.3.8 Causas de vibración

Las causas de vibración más frecuentes son:

- Desalineación entre el motor y el equipo;
- 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 la norma puede perjudicar su vida útil y/o su desempeño.

## 6.4 PARADA

Para efectuar la parada del motor, proceder conforme sigue:

- Apagar la excitación;
- Abrir el disyuntor del estator principal;
- Apagar el regulador de tensión;
- Arrancar el sistema de inyección de aceite bajo alta presión (si hay), cuando el motor alcance la rotación especificada en la documentación técnica;
- Aplicar los frenos (si hay), conforme es informado en la documentación técnica del motor.

Luego de que el motor pare completamente:

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



### PELIGRO

Incluso 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 incluye las siguientes recomendaciones:

- Mantener el motor y los equipos asociados limpios;
- 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, asegurando 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 mencionadas en el 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 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 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 así facilitar el intercambio de calor con el medio;
- El interior del motor también debe ser mantenido limpio, exento de polvo, residuos y aceites;
- Para la limpieza utilizar escobillas o paños limpios de algodón. Si el polvo no es abrasivo, la limpieza deberá ser hecha con un aspirador de polvo industrial, "aspirando" la suciedad de la tapa deflectora y todo el polvo acumulado en las palas del ventilador y en la carcasa;
- El compartimiento de la escobilla de puesta a tierra (si hay) debe ser mantenido limpio, sin acumulación de polvo;
- 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 LIMPIEZA DEL COMPARTIMIENTO DE LAS ESCOBILLAS

- El compartimiento de las escobillas debe ser mantenido limpio, sin acumulación del polvo originado del desgaste de las escobillas eléctricas;
- La limpieza del compartimiento de las escobillas debe ser hecha con aspirador de polvo, aspirando el polvo de las escobillas hacia fuera del motor;
- El conjunto de anillos colectores debe ser limpiado con un paño limpio y seco que no suelte hilacha;
- Limpiar los espacios entre los anillos colectores con una manguera de aspiradora de aire, con una varita de plástico en la punta;
- Para limpieza de los anillos colectores no deben ser usados solventes, ya que el vapor de estos productos es perjudicial para el funcionamiento de las escobillas y de los anillos colectores;
- Los filtros de aire (si hay) deben ser removidos y limpiados cada dos meses.

### 7.4 INSPECCIONES EN LOS DEVANADOS

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

### 7.5 LIMPIEZA DE LOS DEVANADOS

Para obtenerse 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 a 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 haber 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 los 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 a las condiciones del tiempo, como temperatura, humedad etc.



### PELIGRO

La mayoría de los solventes actualmente usados son altamente tóxicos y/o inflamables.  
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 efecto corona.

#### 7.5.1 Inspecciones

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

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

#### 7.5.2 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).

#### 7.5.3 Resistencia de aislamiento

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



### ATENCIÓN

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

## 7.6 MANTENIMIENTO DEL SISTEMA DE REFRIGERACIÓN

- Los tubos de los intercambiadores de calor aire-aire (cuando existen) 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;
- En el caso del intercambiador de calor aire-agua, es necesaria una limpieza periódica en las tuberías del radiador para remover cualquier incrustación.



### NOTA

En caso de que el motor posea filtros en la entrada y/o salida de aire, éstos deberán ser limpiados con aire comprimido;  
En caso de que el polvo sea de difícil remoción, lavar el filtro con agua fría y detergente neutro y secarlo en posición horizontal;  
En caso de que el filtro esté impregnado con polvo conteniendo grasa, será necesario lavarlo con gasolina, querosene u otro solvente de petróleo, o agua caliente con aditivo P3;  
Todos los filtros deben ser secados después de su limpieza. Evitar torcerlos; Realizar el cambio del filtro si es necesario.

## 7.7 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 providenciar una protección contra corrosión adecuada (por ejemplo, ánodos de zinc, cobertura con plástico, epoxi u otros productos de protección similares), 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 la 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.

## 7.8 VIBRACIÓN

Cualquier evidencia de aumento de desbalanceo o vibración del motor deberá ser investigada inmediatamente.



### ATENCIÓN

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

## 7.9 ANILLOS COLECTORES

Los anillos colectores deben ser mantenidos limpios y lisos. La limpieza debe ser hecha mensualmente, ocasión en que deberá ser removido todo el polvo que eventualmente se haya depositado entre los anillos (ver ítem 7.3).

En caso de desmontaje de los anillos colectores, el montaje deberá garantizar nuevamente su centralización y evitar ovalización o pulsos radiales. También deberá ser garantizado el correcto posicionamiento de la escobilla sobre el anillo (100% de contacto). En caso de que esos cuidados no sean tenidos en cuenta, ocurrirán problemas de desgaste de los anillos colectores y de las escobillas.

## 7.10 PORTAESCOBILLAS Y ESCOBILLAS

Los **portaescobillas** deben permanecer en sentido radial con relación a los anillos colectores, y apartados un máximo de 4 mm de la superficie de contacto, evitando ruptura o daños a las escobillas, conforme la Figura 7.1.

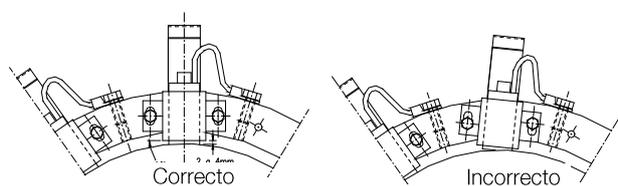


Figura 7.1: Montaje del portaescobillas.

### Escobillas



#### ATENCIÓN

Las escobillas deben ser inspeccionadas semanalmente para garantizar su libre deslizamiento en el alojamiento del portaescobillas. Las escobillas que estén desgastadas deberán ser sustituidas.

Nunca deberán ser mezcladas escobillas de tipos diferentes.

La sustitución de las escobillas debe ser hecha por escobillas iguales a las originales.

Cualquier alteración en el tipo o cantidad de escobillas solamente podrá ser hecha con la autorización de WEG.

Las escobillas deberán ser inspeccionadas semanalmente durante la operación. Las que presenten desgaste excesivo deberán ser sustituidas.

En motores que trabajan siempre en el mismo sentido de rotación, el asentamiento de las escobillas debe ser hecho solamente en ese sentido, en vez de en movimientos alternados. Durante el movimiento de retorno del eje, las escobillas deben estar levantadas (Figura 7.2).

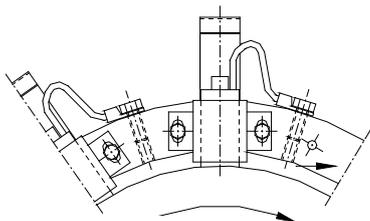


Figura 7.2: Asentamiento de las escobillas.

Las escobillas deben ser asentadas con una presión uniforme sobre la superficie de contacto del anillo para asegurar la distribución uniforme de la corriente y un bajo desgaste de las escobillas.

Es importante que todas las escobillas montadas tengan una presión de contacto igual, con una tolerancia de más o menos 10%. Desvíos mayores llevan a distribución desigual de la corriente, resultando en desgaste no uniforme de las escobillas.

El control de la presión de las escobillas es hecho con un dinamómetro.

Los resortes con baja presión deben ser sustituidos.

## 7.11 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 colocada en contacto con el eje y conectada a través de un cable a la carcasa del motor que debe estar puesta a tierra. Asegurarse de que la fijación del portaescobillas y su conexión con la carcasa hayan sido hechas correctamente.

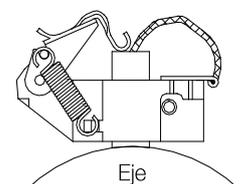


Figura 7.3: Escobilla para puesta a tierra del eje

Para proteger el eje del motor contra herrumbre, durante el transporte, éste es protegido con un aceite secante. Para asegurar 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).

## 7.12 MANTENIMIENTO DE LOS COJINETES

### 7.12.1 Cojinetes de rodamiento a grasa

#### 7.12.1.1 Instrucciones para lubricación

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

Este drenaje también evita la damnificación de los rodamientos por el conocido problema de lubricación excesiva.

Es aconsejable realizar la lubricación con el motor en operación, para así 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 en rotación nominal;
- Parar el motor e inyectar el restante de la grasa.



### ATENCIÓN

La inyección de toda la grasa con el motor parado puede causar la penetración de parte del lubricante en el interior del motor, a través del sellado interno de la caja 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 engrasadora manual.



### NOTA

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

- Los intervalos de lubricación informados en la placa consideran una temperatura de trabajo del rodamiento de 70 °C;
- Basándose en los rangos de temperatura de operación relacionadas 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                |

#### 7.12.1.2 Procedimiento para la relubricación de los rodamientos

1. Retirar la tapa del drenó
2. Limpiar con un paño de algodón alrededor del orificio de la grasera;
3. Con el rotor en operación, inyectar la grasa por medio de engrasadora manual hasta que comience a salir por el drenó, o hasta que haya sido introducida la cantidad de grasa adecuada;
4. Mantener el motor en funcionamiento durante el tiempo suficiente para que escurra todo el exceso de grasa por el drenó;
5. Inspeccionar la temperatura del cojinete para asegurarse de que no hubo ninguna alteración significativa;
6. Recolocar la tapa del drenó.

#### 7.12.1.3 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:

1. Antes de iniciar la lubricación del cojinete, limpiar la grasera con un paño de algodón;

2. Retirar la varilla con cajón para la remoción de la grasa vieja, limpiar el cajón y colocarlo nuevamente;
3. 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 saldrá por el drenó inferior del cojinete y se depositará en el cajón;
5. Mantener el motor en funcionamiento durante el tiempo suficiente para que escurra todo el exceso de grasa;
6. Remover el exceso de grasa, tirando 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.

#### 7.12.1.4 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 efectuar 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 lleva 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.

#### 7.12.1.5 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 individualmente.

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 forma 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.

### 7.12.1.6 Desmontaje de los cojinetes

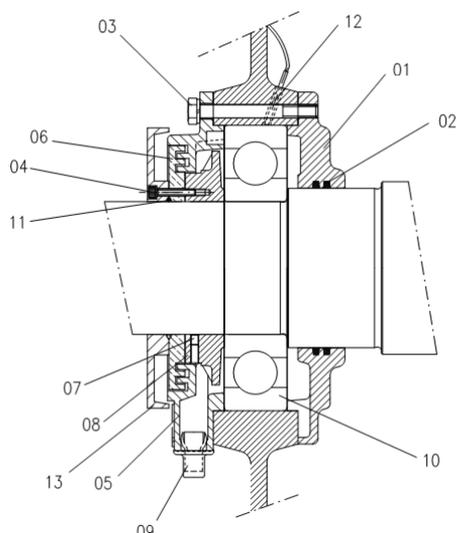


Figura 7.4: Partes del cojinete de rodamiento a grasa

#### Detalle de la Figura 7.4:

1. Anillo de fijación interno
2. Filtro blanco
3. Tornillo de fijación de los anillos
4. Tornillo de fijación del disco
5. Anillo de fijación externo
6. Anillo con laberinto
7. Tornillo de fijación del centrifugador
8. Centrifugador de grasa
9. Cajón para salida de la grasa
10. Rodamiento
11. Grasera
12. Protector térmico
13. Disco de cierre externo

#### 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 hay);
- Retirar los sensores de temperatura del cojinete.

#### Desmontaje

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

1. Retirar los tornillos (4) que fijan el disco de cierre (13);
2. Retirar el anillo con laberinto (6);
3. Retirar el tornillo (3) de los anillos de fijación (1 y 5);
4. Retirar el anillo de fijación externo (5);
5. Retirar el tornillo (7) que fija el centrifugador de grasa (8);
6. Retirar el centrifugador de grasa (8);
7. Retirar la tapa delantera;
8. Retirar el rodamiento (10);
9. Retirar el anillo de fijación interno (1), si es necesario.



#### ATENCIÓN

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

### 7.12.1.7 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 7.5) y lubricar el rodamiento con la cantidad suficiente de grasa antes de montarlo;
- Antes de montar el rodamiento en el eje, calentarlo a una temperatura entre 50 °C y 100 °C;
- Para el 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 7.5: Anillo de fijación externo del cojinete



#### 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 la grasa y aplicar la grasa nueva en el rodamiento, en el anillo interno y en el anillo externo, llenando  $\frac{3}{4}$  de los espacios vacíos, conforme es mostrado en la Figura 7.5. En el caso de los cojinetes dobles (esfera + rodillo), llenar también  $\frac{3}{4}$  de los espacios vacíos entre los anillos intermedios; Nunca limpiar el rodamiento con paños a base de algodón, ya que pueden soltar partículas que actúan como partículas sólidas.



#### NOTA

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

### 7.12.2 Cojinetes de rodamiento a aceite

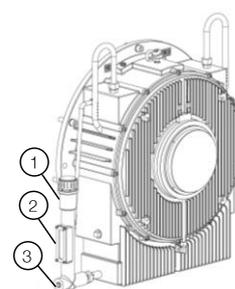


Figura 7.6: Cojinete de rodamiento a aceite

#### Detalle de la Figura 7.6:

1. Entrada de aceite
2. Visor de nivel de aceite
3. Salida de aceite

### 7.12.2.1 Instrucciones para lubricación

**Drenaje del aceite:** Cuando es necesario efectuar el cambio del aceite del cojinete, remueva la tapa de la salida de aceite (3) y drene el aceite completamente.

**Para la colocación del aceite en el cojinete:**

- Cerrar la salida de aceite con la tapa (3);
- Remover la tapa de la entrada de aceite (1);
- Coloque 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 el 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.

### 7.12.2.2 Tipo de aceite

El tipo y la cantidad de **aceite lubricante** a ser utilizado están especificados en la placa de características fijada en el motor.

### 7.12.2.3 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 7.2:

Tabla 7.2: 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 siguientes orientaciones:

- 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.

### 7.12.2.4 Operación de los cojinetes

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

Verificar antes del arranque:

- 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 parado inmediatamente.

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

### 7.12.2.5 Desmontaje de los cojinetes

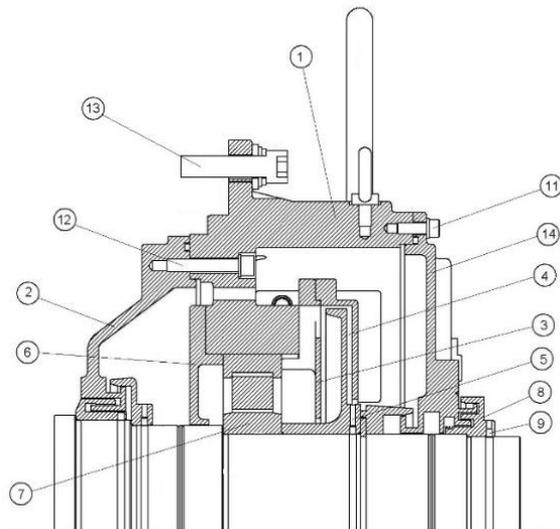


Figura 7.7: Partes del cojinete de rodamiento a aceite

**Detalle Figura 7.7:**

1. Depósito de aceite externo
2. Depósito de aceite interno
3. Anillo de fijación externo
4. Centrifugador de aceite
5. Tornillo
6. Anillo de fijación interno
7. Rodamiento
8. Anillo con laberinto
9. Tornillo
10. Respiradero
11. Tornillo de fijación del depósito externo
12. Tornillo de fijación del depósito interno
13. Tornillo de fijación de la tapa
14. Tapa de protección del cojinete

**Antes de desmontar:**

- Limpiar externamente todo el cojinete;
- Remover completamente el aceite del cojinete;
- Remover el sensor de temperatura del cojinete;
- Remover la escobilla de puesta a tierra (si hay);
- Proveer un soporte para el eje, para que sustente el rotor durante el desmontaje.

### Desmontaje:

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

1. Retirar el tornillo (9) que fija el anillo con sello laberinto (8);
2. Retirar el anillo con sello laberinto (8);
3. Retirar los tornillos (11) que fijan la tapa de protección del cojinete (14);
4. Retirar la tapa de protección (14);
5. Retirar los tornillos (5) que fijan el centrifugador de aceite (4) y removerlo;
6. Retirar los tornillos que fijan el anillo de fijación externo (3) y retirarlo;
7. Soltar los tornillos (12 y 13);
8. Retirar el depósito de aceite externo (1);
9. Retirar el rodamiento (7);
10. Si se hace necesario el desmontaje completo del cojinete, retirar el anillo de fijación interno (6) y el depósito interno de aceite (2).



#### ATENCIÓN

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

### 7.12.2.6 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 rajaduras ni vestigios de corrosión;
- Antes del montaje del rodamiento en el eje, calentarlo a una temperatura entre 50 y 100°C;
- Para el 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.

### 7.12.3 Cojinetes de deslizamiento

#### 7.12.3.1 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, son indicados en la placa de identificación de los cojinetes y deben ser seguidos rigurosamente bajo pena de sobrecalentamiento y daños a los cojinetes.

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

#### 7.12.3.2 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.

### 7.12.3.3 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.

### 7.12.3.4 Cambio de aceite

#### Cojinetes autolubricables:

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 7.3:

Tabla 7.3: 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 a 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 de 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. 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.



### 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 debe ser observado en 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.

#### 7.12.3.5 Sellados

Realizar inspección visual de los sellados, verificando que las marcas de arrastre del sello de sellado en el eje no comprometan su integridad, ni haya 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 debe limpiar cuidadosamente las caras de contacto del sello y de su alojamiento y recubrir los sellados con un componente no endurecible (Ej. sellante 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.

#### 7.12.3.6 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 establezca la temperatura de los cojinetes. En caso de que ocurra una sobreelevación de 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.

#### 7.12.3.7 Mantenimiento de los cojinetes de deslizamiento

El mantenimiento de 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 el dicho forro;
- El perno anti-rotación también es aislado, y los sellos de sellado son hechos de material no conductor;

Los instrumentos de control de la temperatura que estén en contacto con el casquillo también deben ser debidamente aislados.

#### 7.12.4 Ajuste de las protecciones



### ATENCIÓN

Las siguientes temperaturas deben ser ajustadas en el sistema de protección de los cojinetes:

ALARMA: 110 °C

APAGADO: 120 °C

La temperatura de alarma deberá ser ajustada a 10 °C por encima de la temperatura de régimen de trabajo, no sobrepasando el límite de 110 °C.

#### 7.12.5 Desmontaje/montaje de los sensores de temperatura Pt100 de los cojinetes

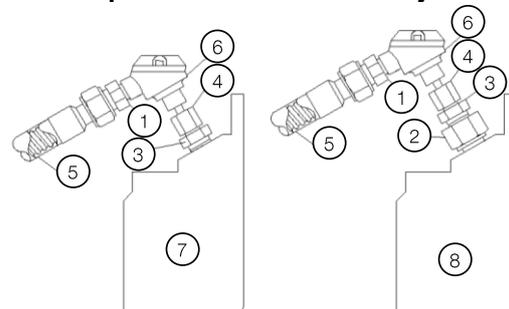


Figura 7.8: Pt100 en los cojinetes

#### Detalle de la Figura 7.8:

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 siguientes orientaciones:

- Retirar el Pt100 con cuidado, trabando la contratuerca (3) y desenroscando solamente el Pt100 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;
- Roscar el bulbo (4), ajustándolo para que la extremidad del Pt100 se apoye en la superficie de contacto del cojinete.



#### NOTAS

- El montaje del Pt100 en 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 10 Nm.

## 8 DESMONTAJE Y MONTAJE DEL MOTOR



### ATENCIÓN

Todos los servicios referentes a reparaciones, desmontaje y 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, amasadura de partes mecanizadas, roscas defectuosas), debe ser sustituida, evitando su recuperación.

### 8.1 DESMONTAJE

Cuando sea hecho el desmontaje del motor eléctrico, se debe tener en cuenta los siguientes cuidados:

1. Utilizar siempre herramientas y dispositivos adecuados para desmontaje del motor;
2. Antes de desmontar el motor, desconectar los tubos de agua de refrigeración y de lubricación (si existen);
3. Desconectar las conexiones eléctricas y de los accesorios;
4. Retirar el intercambiador de calor y el supresor de ruido (si existen);
5. Retirar los sensores de temperatura de los cojinetes y la escobilla de puesta a tierra;
6. Para prevenir daños al rotor, apoyar el eje en los lados delantero y trasero sobre soportes;
7. Para desmontaje de los cojinetes siga los procedimientos descritos en este manual;
8. La retirada del rotor del interior del motor debe ser hecha con un dispositivo adecuado y con el máximo de cuidado para que el rotor no se arrastre en el paquete de chapas del estator o en las cabezas de bobina, evitando daños.

### 8.2 MONTAJE

Para montaje del motor, adoptar el procedimiento de desmontaje en orden inverso;



### NOTA

Cuando el motor es suministrado desmontado, también es suministrado un manual de montaje que describe los procedimientos para su montaje en el local de instalación.

Utilizar siempre herramientas y dispositivos adecuados para montaje del motor;

Cualquier pieza dañada (grietas, amasadura de partes mecanizadas, roscas defectuosas), debe ser sustituida, evitando siempre su recuperación.

### 8.3 TORQUE DE APRIETE

La Tabla 8.1 y la Tabla 8.2 presentan los torques de apriete recomendados para los tornillos de 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%                                 |               |                                 |               |
| 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%                                 |               |                                 |               |
| 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.



### ATENCIÓN

El montaje del volante de inercia, si existe, deberá ser hecho conforme el manual de montaje del motor. En caso que persista alguna duda, consulte a WEG.

## 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:

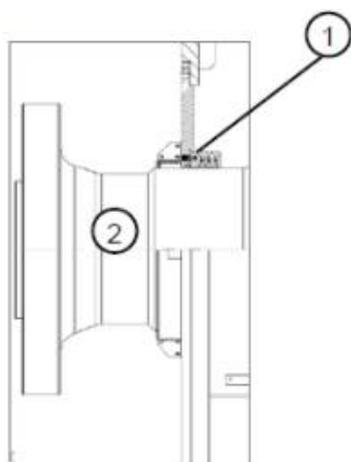


Figura 8.1: LA sello del eje

Legenda de la Figura 8.1:

1. LA sello del eje
2. Sello del motor

## 8.5 REPUESTOS

WEG recomienda que sean mantenidas en stock los siguientes repuestos:

- rodamiento delantero y trasero (cojinetes de rodamiento);
- Casquillo para cojinete delantero y cojinete trasero (cojinetes de deslizamiento);
- Sello laberinto fluctuante para cojinete delantero y cojinete trasero (cojinetes de deslizamiento)
- Sensor de temperatura para cojinete delantero y cojinete trasero;
- Resistencia de calentamiento;
- Filtros para filtro (si existen);
- Lubricante para los cojinetes;
- Pastillas de freno (si existen);
- Escobilla de puesta a tierra (si hay);
- Conjunto de escobillas;
- Conjunto de portaescobillas.

Los repuestos deben ser almacenados en ambientes limpios, secos y ventilados y, si es posible, a una temperatura constante.

## 9 PLAN DE MANTENIMIENTO

El plan de mantenimiento descrito en la Tabla 9.1 es orientativo, ya que los intervalos entre cada intervención de mantenimiento pueden variar con las condiciones y el local de funcionamiento del motor.

Para los equipos asociados, como unidad de suministro de agua o sistema de mando y protección, se deben consultar también sus respectivos manuales.

Tabla 9.1: Plan de mantenimiento

| EQUIPO  | Sem. | Mens. | 3 meses | 6 meses | Anual | 3 años | Notas  |
|---|------|-------|---------|---------|-------|--------|--|
| <b>ESTATOR</b>  |      |       |         |         |       |        |  |
| Inspección visual del estator.  |      |       |         |         | x     |        |  |
| Control de la limpieza.   |      |       |         |         | x     |        |  |
| Inspección de las cuñas de ranura.  |      |       |         |         |       | x      |  |
| Verificación de la fijación de los terminales del estator.                      |      |       |         |         | x     |        |  |
| Medición de la resistencia de aislamiento del devanado.                         |      |       |         |         | x     |        |  |
| <b>ROTOR</b>  |      |       |         |         |       |        |  |
| Control de la limpieza.   |      |       |         |         | x     |        |  |
| Inspección visual.  |      |       |         |         | x     |        |  |
| Inspección del eje (desgaste, incrustaciones).                                  |      |       |         |         |       | x      |  |
| <b>COJINETES</b>  |      |       |         |         |       |        |  |
| 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.  |      |       |         |         |       |        | Intervalo indicado en la placa de identificación del cojinete. |
| <b>INTERCAMBIADOR DE CALOR AIRE-AGUA</b>  |      |       |         |         |       |        |  |
| Inspección de los radiadores.   |      |       |         |         | x     |        |  |
| Limpieza de los radiadores.   |      |       |         |         | x     |        |  |
| Cambio de las juntas (hermetizantes) de los cabezales de los radiadores.        |      |       |         |         | x     |        |  |
| <b>INTERCAMBIADOR DE CALOR AIRE-AIRE</b>  |      |       |         |         |       |        |  |
| Limpieza de los tubos de ventilación.   |      |       |         |         | x     |        |  |
| Inspección de la ventilación.   |      |       |         |         | x     |        |  |
| <b>FILTRO(S) DE AIRE</b>  |      |       |         |         |       |        |  |
| Inspección, limpieza y sustitución, si es necesario.                            |      |       |         |         |       |        | Cada 2 meses.  |
| <b>CAJAS DE CONEXIÓN Y TERMINALES DE PUESTA TIERRA</b>                          |      |       |         |         |       |        |  |
| Limpieza del interior de las cajas de conexión.                                 |      |       |         |         | x     |        |  |
| Reapriete de los tornillos.   |      |       |         |         | x     |        |  |
| <b>EQUIPOS DE PROTECCIÓN Y CONTROL</b>  |      |       |         |         |       |        |  |
| Prueba de funcionamiento.   |      |       |         |         | x     |        |  |
| Registro de los valores.  | x    |       |         |         |       |        |  |
| Desmontaje y prueba de funcionamiento.  |      |       |         |         |       | x      |  |
| <b>ACOPLAMIENTO</b>   |      |       |         |         |       |        |  |
| Inspección de la alineación.  |      |       |         |         | x     |        | Verificar tras la primera semana de funcionamiento.            |
| Inspección de la fijación del acoplamiento.                                     |      |       |         |         | x     |        |  |
| <b>ESCOBILLAS, PORTAESCOBILLAS Y ANILLOS COLECTORES</b>                         |      |       |         |         |       |        |  |
| Inspección y limpieza del compartimento de las escobillas.                      | x    |       |         |         |       |        |  |
| Verificación del área de contacto de los anillos colectores.                    |      |       |         | x       |       |        |  |
| Verificación del desgaste de las escobillas y su sustitución, si es necesario.  |      | x     |         |         |       |        |  |
| <b>MOTOR COMPLETO</b>   |      |       |         |         |       |        |  |
| 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     |        |  |
| <b>FRENO</b>  |      |       |         |         |       |        |  |
| Verificación del desgaste de las pastillas.                                     |      |       |         |         |       |        | Conforme manual del equipo                                     |
| Control funcional.  |      |       |         |         |       |        |  |

## 10 ANORMALIDADES, CAUSAS Y SOLUCIONES



### NOTA

Las instrucciones en la Tabla 10.1 presentan solamente una relación básica de anomalías, causas y acciones 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 mando, los cables de alimentación y los terminales                                 |
|   | ▪ Rotor bloqueado   | ▪ Desbloquear el rotor   |
|   | ▪ Cojinete dañado.  | ▪ Reparar o sustituir el cojinete  |
|   | ▪ Carga muy alta en el arranque   | ▪ Verificar las características de carga en el arranque  |
|   | ▪ Circuito del estator abierto  | ▪ Medir y comparar la resistencia de las fases del estator   |
|   | ▪ Problemas en las escobillas;  | ▪ Las escobillas pueden estar gastadas, sucias o asentadas incorrectamente;                                  |
|   | ▪ Devanado de campo abierto   | ▪ Verificar la lógica de aplicación de campo del sistema de excitación                                       |
| El motor arranca en vacío pero falla cuando se aplica carga. Arranca muy lentamente, sin alcanzar la rotación nominal | ▪ 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 la sección de los cables de alimentación   |
|   | ▪ Barras del rotor (devanado amortiguador) dañadas o interrumpidas                                | ▪ Verificar y reparar las barras del rotor (jaula).  |
|   | ▪ Un cable de alimentación se interrumpió tras el arranque  | ▪ Verificar la conexión de los cables de alimentación  |
| Corriente en vacío muy alta   | ▪ Falla en la excitación (factor de potencia muy bajo – fuera de sincronismo)                     | ▪ Verificar el factor de potencia y corregir la falla en la excitación                                       |
| Calentamientos localizados en el devanado del estator   | ▪ Cortocircuito entre espiras   | ▪ Rebobinar el devanado del estator  |
|   | ▪ Interrupción de los alambres paralelos o de las fases del devanado del estator                  |  |
|   | ▪ Conexiones eléctricas deficientes   | ▪ Rehacer las conexiones   |
| El devanado del estator se calienta mucho bajo carga  | ▪ Ventiladores operando en sentido de rotación incorrecto   | ▪ Corregir el sentido de rotación de los ventiladores  |
|   | ▪ Refrigeración deficiente debido a la suciedad en los tubos del intercambiador de calor (si hay) | ▪ Limpiar los tubos del intercambiador de calor  |
|   | ▪ Sobrecarga  | ▪ Medir la tensión del estator, disminuir la carga, verificar la aplicación del motor                        |
|   | ▪ Número excesivo de arranques o inercia de la carga muy alta                                     | ▪ Reducir el número de arranques   |
|   | ▪ Tensión de alimentación muy alta, lo que aumenta las pérdidas en el hierro                      | ▪ No exceder 110% de la tensión nominal, salvo si es especificado lo contrario en la placa de identificación |
|   | ▪ Tensión de alimentación muy baja tomando la corriente muy alta                                  | ▪ Verificar la tensión de alimentación y la caída de tensión en el motor                                     |
|   | ▪ Interrupción en un cable de alimentación o en una fase del devanado                             | ▪ Medir la corriente en todas las fases y si es necesario corregirla   |
|   | ▪ El rotor se arrastra contra el estator  | ▪ Verificar entrehierro, condiciones de funcionamiento (vibración...), condiciones de los cojinetes          |
|   | ▪ La condición de operación no corresponde a los datos indicados en la placa de identificación    | ▪ Mantener la condición de operación conforme la placa de identificación del motor, o reducir la carga       |
|   | ▪ Desequilibrio en la alimentación (fusible quemado, comando incorrecto)                          | ▪ Verificar si hay desequilibrio de las tensiones o funcionamiento con solamente dos fases y corregirlo      |
|   | ▪ Ventilación obstruida (entrada o salida de aire)  | ▪ Desobstruir la entrada y la salida de aire   |

| ANORMALIDAD  | POSIBLES CAUSAS   | CORRECCIÓN   |
|--|---|--|
| Calentamientos localizados en el rotor                         | ▪ Interrupciones o falla de aislamiento en el devanado del rotor  | ▪ Reparar el devanado del rotor  |
|  | ▪ Motor sobreexcitado   | ▪ Verificar y corregir la corriente de excitación  |
| Calentamiento en el devanado amortiguador (rotor)              | ▪ Corriente de secuencia negativa elevada   | ▪ Corregir desbalances de tensión;<br>▪ Verificar los armónicos de la línea (corregir)                               |
| Ruido anormal durante operación con carga                      | ▪ Causas mecánicas: El ruido normalmente disminuye con la caída de la rotación; vea también: "operación ruidosa cuando desacoplado" | ▪ Verificar las causas mecánicas (balanceo, alineación, acoplamiento y cojinetes)                                    |
|  | ▪ Causas eléctricas: El ruido desaparece cuando el motor es apagado. Consultar al fabricante  | ▪ Hacer análisis eléctrico y magnético   |
| 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, verificar la posición del reductor   |
|  | ▪ Defecto en el acoplamiento  | ▪ Alinear el motor y la máquina accionada  |
|  | ▪ Problemas en los cimientos  | ▪ Reparar los cimientos  |
|  | ▪ Balanceo deficiente de los componentes o de la máquina accionada  | ▪ Realizar un nuevo balanceo   |
|  | ▪ Tensión de alimentación muy alta  | ▪ Verificar la tensión de alimentación y la corriente en vacío   |
|  | ▪ Sentido de rotación del motor incorrecto  | ▪ invertir la conexión de 2 fases ente sí  |
| Operación ruidosa cuando desacoplado                           | ▪ Desbalanceo. El ruido continua durante la desaceleración, después de cortar la tensión  | ▪ Realizar un nuevo balanceo   |
|  | ▪ Interrupción en una fase del devanado del estator   | ▪ Medir la entrada de corriente de todos los cables de conexión  |
|  | ▪ Tornillos de fijación sueltos   | ▪ Reapretar y trabar los tornillos   |
|  | ▪ Las condiciones de balanceo del rotor empeoran tras el montaje del acoplamiento   | ▪ Balancear el acoplamiento  |
|  | ▪ Resonancia de los cimientos   | ▪ Ajustar los cimientos  |
|  | ▪ Carcasa del motor distorsionada   | ▪ Verificar la planicidad de la base   |
|  | ▪ Eje torcido   | ▪ Corregir o sustituir el eje<br>▪ Verificar el balanceo del rotor y su excentricidad                                |
| Chisperío  | ▪ Escobillas mal asentadas  | ▪ Corregir el asentamiento de las escobillas y establecer una presión normal y uniforme                              |
|  | ▪ Presión baja entre las escobillas y los anillos   | ▪ Corregir la presión de los resortes a través de ajuste (si existen) o sustituir los resortes o los portaescobillas |
|  | ▪ Sobrecarga  | ▪ Adecuar la carga a las características del motor o dimensionar un nuevo motor para aplicación                      |
|  | ▪ Anillos colectores en mal estado (ovalados, superficies ásperas, con estrías...)  | ▪ Mecanizar los anillos colectores;  |
|  | ▪ Escobillas trabadas en sus alojamientos;  | ▪ Verificar la movilidad de las escobillas en los alojamientos;  |
|  | ▪ Vibración excesiva;   | ▪ Verificar el origen de la vibración y corregir;  |
|  | ▪ Baja corriente de excitación causando daños en los anillos colectores;  | ▪ Adecuar las escobillas a la real condición de funcionamiento de la excitación y mecanizar los anillos colectores;  |

# 11 DECLARACIÓN DE CONFORMIDAD

## 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](http://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](http://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](http://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](http://www.weg.net/cn)

**WEGeuro - Industria Eléctrica S.A.**  
 Rua Eng Frederico Ulrich,  
 4470-605 - Maia - Porto - Portugal  
[www.weg.net/pt](http://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 el representante 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 de 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 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, disposición en vertedero industrial, 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](http://www.weg.net).

## 14 CERTIFICADO 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 ocurrir.

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 descripta 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](http://www.weg.net)





+55 47 3276.4000



[energia@weg.net](mailto:energia@weg.net)



Jaraguá do Sul - SC - Brazil