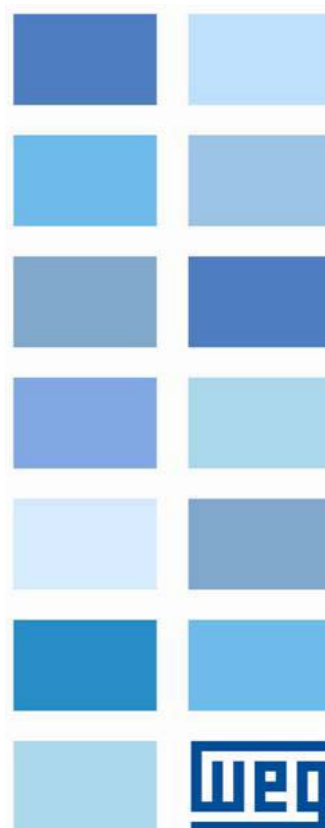


Motores eléctricos de inducción trifásicos de alta y baja tensión

Línea M - Rotor de anillos

Manual de Instalación, Operación y Mantenimiento





Manual de Instalación, Operación y Mantenimiento

Nº de documento: 11171348

Modelos: MAA, MAP, MAD, MAT, MAV, MAF, MAR, MAI, MAW, MAL

Idioma: Español

Revisión: 0

Septiembre, 2009

Estimado Cliente,

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

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

Todos los esfuerzos fueron hechos para que las informaciones contenidas en este manual sean fidedignas a las configuraciones y utilización del motor.

Siendo así, lea atentamente este manual antes de proceder a la instalación, operación o mantenimiento del motor, para permitir la operación segura y continua del motor, así como para garantizar su seguridad y la de sus instalaciones. En caso de que las dudas persistan, solicitamos contactar a WEG.

Mantenga este manual siempre cerca del motor, para que pueda ser consultado cuando fuera 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 por personal calificado.



NOTAS

1. La reproducción de las informaciones de este manual, en todo o en partes, está permitida, desde que la fuente sea citada;
2. En caso que este manual sea extraviado, el archivo electrónico en formato PDF está disponible en el sitio www.weg.net o podrá ser solicitada otra copia impresa.

WEG EQUIPAMIENTOS ELÉCTRICOS S.A.

ÍNDICE

1	INTRODUCCIÓN.....	9
2	INSTRUCCIONES GENERALES.....	10
2.1	PERSONAS CALIFICADAS.....	10
2.2	INSTRUCCIONES DE SEGURIDAD.....	10
2.3	MOTORES APLICADOS EN ÁREAS DE RIESGO ATMÓSFERAS EXPLOSIVAS.....	10
2.3.1	Cuidados generales con motores eléctricos aplicados en áreas de riesgo.....	11
2.3.2	Cuidados adicionales recomendados para motores aplicados en áreas de riesgo.....	11
3	NORMAS Y CONDICIONES DE OPERACIÓN.....	12
3.1	NORMAS.....	12
3.2	CARACTERÍSTICAS DEL AMBIENTE.....	12
3.3	CONDICIONES DE OPERACIÓN.....	12
3.4	TENSIÓN Y FRECUENCIA.....	12
4	RECIBIMIENTO, ALMACENAJE Y MANIPULACIÓN.....	13
4.1	RECIBIMIENTO.....	13
4.2	ALMACENAJE.....	13
4.2.1	Almacenaje interno.....	13
4.2.2	Almacenaje externo.....	13
4.2.3	Demás cuidados durante el almacenaje.....	13
4.3	MANIPULACIÓN.....	14
5	ALMACENAJE PROLONGADO.....	15
5.1	GENERALIDADES.....	15
5.2	LOCAL DE ALMACENAJE.....	15
5.2.1	Almacenaje interno.....	15
5.2.2	Almacenaje externo.....	15
5.3	PIEZAS SEPARADAS.....	15
5.4	RESISTENCIA DE CALENTAMIENTO.....	16
5.5	RESISTENCIA DE AISLAMIENTO.....	16
5.6	SUPERFICIES MECANIZADAS EXPUESTAS.....	16
5.7	COJINETES.....	16
5.7.1	Cojinete de rodamiento lubricado a grasa.....	16
5.7.2	Cojinete de rodamiento lubricado a aceite.....	16
5.7.3	Cojinete de deslizamiento (casquillo).....	16
5.8	ESCOBILLAS.....	17
5.9	CAJA DE CONEXIÓN.....	17
5.10	PREPARACIÓN PARA ENTRADA EN OPERACIÓN.....	17
5.10.1	Limpieza.....	17
5.10.2	Lubricación de los cojinetes.....	17
5.10.3	Verificación de la resistencia de aislamiento.....	17
5.10.4	Otros.....	17
5.11	PLANO DE MANTENIMIENTO DURANTE EL ALMACENAJE.....	18
6	RESISTENCIA DE AISLAMIENTO.....	19
6.1	INSTRUCCIONES DE SEGURIDAD.....	19
6.2	CONSIDERACIONES GENERALES.....	19
6.3	MEDICIÓN EN EL DEVANADO DEL ESTATOR.....	19
6.4	RESISTENCIA DE AISLAMIENTO MÍNIMA.....	19
6.5	CONVERSIÓN DE LOS VALORES MEDIDOS.....	20
6.6	ÍNDICE DE POLARIZACIÓN.....	20

7	INSTALACIÓN.....	21
7.1	LOCAL DE INSTALACIÓN	21
7.2	PROTECCIONES	21
7.3	SENTIDO DE ROTACIÓN.....	21
7.4	CIMENTOS	21
7.5	ESFUERZOS EN LOS CIMENTOS	21
7.6	FORMAS DE FIJACIÓN	22
7.7	TIPOS DE BASES	23
7.7.1	Base de concreto	23
7.7.2	Base deslizante	23
7.7.3	Base metálica.....	23
7.7.4	Conjunto Placa de Anclaje	23
7.8	FRECUENCIA NATURAL DE LOS CIMENTOS.....	25
7.9	ALINEAMIENTO / NIVELAMIENTO	25
7.10	ACOPLAMIENTOS.....	25
7.10.1	Acoplamiento directo.....	25
7.10.2	Acoplamiento por engranajes	26
7.10.3	Acoplamiento por medio de poleas y correas	26
8	CONEXIONES ELÉCTRICAS Y ATERRAMIENTO.....	28
8.1	CONEXIÓN PRINCIPAL	28
8.2	ATERRAMIENTO	28
8.3	ESQUEMAS DE CONEXIÓN	28
8.4	ESQUEMAS DE CONEXIÓN - ESTATOR Y ROTOR (NORMA IEC 60034-8).....	29
8.5	ESQUEMAS DE CONEXIÓN - ESTATOR Y ROTOR (NORMA NEMA MG1)	30
8.6	SENTIDO DE ROTACIÓN.....	30
8.7	ESQUEMAS DE CONEXIÓN DE LOS ACCESORIOS.....	31
8.8	ESQUEMAS DE CONEXIÓN – PORTA ESCOBILLAS MOTORIZADO	33
8.8.1	Condición para operación con escobillas bajadas y anillos colectores no cortocircuitados.....	33
8.8.2	Condición para la operación con escobillas levantadas y anillos colectores cortocircuitados	34
8.8.3	Lógica de operación de la porta escobillas motorizado	35
9	PROTECCIONES.....	36
9.1	LOCALIZACIÓN DE LAS PROTECCIONES.....	36
9.2	SENSORES DE TEMPERATURA	36
9.3	LÍMITES DE TEMPERATURA PARA LOS DEVANADOS	36
9.4	PROTECCIONES TÉRMICAS PARA LOS COJINETES	36
9.5	TEMPERATURAS PARA ALARMA Y APAGADO.....	37
9.6	TEMPERATURA Y RESISTENCIA ÓHMICA DE LAS TERMORESISTENCIAS PT100.....	37
9.7	SENSOR DE PERDIDA DE AGUA.....	37
9.8	RESISTENCIA DE CALENTAMIENTO	37
10	REFRIGERACIÓN	38
10.1	MOTORES CERRADOS.....	38
10.2	MOTORES ABIERTOS.....	38
10.3	RADIADORES DE AGUA.....	39
10.3.1	Características.....	39
10.3.2	Radiadores para aplicación con agua de mar	39
10.4	VENTILADORES INDEPENDENTES.....	39
11	PARTIDA.....	40
11.1	PARTIDA DE MOTORES CON PORTA ESCOBILLAS MOTORIZADO.....	40
11.1.1	Condiciones para partida del motor	40
11.1.2	Luego de la partida	40
11.1.3	Accionamiento manual	40

12 COMISIONAMIENTO.....	41
12.1 EXAMEN PRELIMINAR.....	41
12.2 PARTIDA INICIAL.....	41
12.3 OPERACIÓN	42
12.3.1 General.....	42
12.3.2 Temperaturas	42
12.3.3 Cojinetes	42
12.3.4 Radiadores.....	42
12.3.5 Vibración	42
12.3.6 Límites de vibración del eje	43
12.3.7 Apagado	43
13 MANTENIMIENTO.....	44
13.1 GENERAL.....	44
13.2 LIMPIEZA GENERAL	44
13.3 LIMPIEZA DEL COMPARTIMIENTO DE LAS ESCOBILLAS	44
13.4 INSPECCIÓN EN LOS DEVANADOS.....	44
13.5 LIMPIEZA DE LOS DEVANADOS.....	45
13.6 MANTENIMIENTO DE LOS RADIADORES	45
13.7 ANILLOS COLECTORES	45
13.8 PORTA ESCOBILLAS Y ESCOBILLAS	46
13.9 DISPOSITIVO DE ATERRAMIENTO DEL EJE	46
13.10 MOTOR FUERA DE SERVICIO	47
14 MANTENIMIENTO EN LOS COJINETES.....	48
14.1 COJINETES DE RODAMIENTO A GRASA	48
14.1.1 Instrucciones para lubricación	48
14.1.2 Etapas de relubricación de los rodamientos.....	48
14.1.3 Dispositivo de resorte para retirada de la grasa.....	48
14.1.4 Ajuste de las protecciones	48
14.1.5 Desmontaje / Montaje del cojinete	49
14.1.6 Tipo y cantidad de grasa.....	50
14.1.7 Procedimiento para cambio de la grasa	51
14.1.8 Grasa para bajas temperaturas	51
14.1.9 Calidad y cantidad de grasa	51
14.1.10 Compatibilidad.....	51
14.2 COJINETES DE RODAMIENTO A ACEITE	52
14.2.1 Instrucciones para lubricación	52
14.2.2 Tipo de aceite	52
14.2.3 Cambio de aceite	52
14.2.4 Operación de los cojinetes.....	52
14.2.5 Ajuste de las protecciones	52
14.2.6 Mantenimiento del cojinete	53
14.3 COJINETES DE DESLIZAMIENTO	54
14.3.1 Datos de los cojinetes	54
14.3.2 Instalación y operación de los cojinetes	54
14.3.3 Ajuste de las protecciones de los cojinetes.....	54
14.3.4 Refrigeración con circulación de agua	54
14.3.5 Cambio de aceite	54
14.3.6 Sellados.....	55
14.3.7 Operación de los cojinetes de deslizamiento.....	55
14.3.8 Mantenimiento de los cojinetes de deslizamiento	55
14.3.9 Desmontaje del cojinete.....	56
14.3.10 Montaje del cojinete.....	57
14.4 DESMONTAJE Y MONTAJE DE LOS PT100 DE LOS COJINETES	57
15 MANTENIMIENTO DEL SISTEMA DE LEVANTAMIENTO DE LAS ESCOBILLAS	58
15.1 PROCEDIMIENTO DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO.....	59
15.2 AJUSTES DEL POSICIONADOR ELECTROMECAÁNICO	60
15.2.1 Ajuste mecánico	60
15.2.2 Ajuste eléctrico.....	60

16 DESMONTAJE Y MONTAJE DEL MOTOR	61
16.1 DESMONTAJE.....	61
16.2 MONTAJE.....	61
16.3 MEDICIÓN DEL ENTREHIERRO	61
16.4 RECOMENDACIONES GENERALES	61
17 PLANO DE MANTENIMIENTO	62
18 PIEZAS SOBRESALIENTES	63
18.1 ENCARGOS.....	63
18.2 PIEZAS DE REPOSICIÓN	63
19 ANORMALIDADES DEL MOTOR EN SERVICIO.....	64
19.1 DAÑOS COMUNES A MOTORES DE INDUCCIÓN	64
19.1.1 Corto entre espiras	64
19.1.2 Daños causados al devanado	64
19.1.3 Daños causados al rotor (anillos).....	65
19.1.4 Cortocircuito entre espiras del rotor	65
19.1.5 Daños a los cojinetes	65
19.1.6 Fractura del eje.....	65
19.1.7 Daños derivados de piezas de transmisión mal ajustadas o de alineamiento deficiente de los motores.....	65
19.2 ANORMALIDADES, CAUSAS Y SOLUCIONES.....	66
19.3 ANORMALIDADES EN RODAMIENTOS, CAUSAS Y SOLUCIONES.....	68
20 TÉRMINO DE GARANTÍA PRODUCTOS INGENIERIZADOS	69

1 INTRODUCCIÓN

Este manual trata sobre todos los motores trifásicos de inducción con rotor de anillos WEG.

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

Para los motores con grandes especialidades constructivas, en caso de que sea necesaria alguna aclaración adicional, solicitamos contactar a WEG. Todos los procedimientos y normas constantes en este manual deberán ser seguidos para garantizar el buen funcionamiento del equipamiento y la seguridad del personal implicado en la operación del mismo. El cumplimiento de estos procedimientos es igualmente importante para no perder la garantía del producto. Se aconseja, por tanto, la lectura detallada de este manual, antes de la instalación y operación del motor y, en caso de que permanezca alguna duda, favor contactar a WEG.

NOMENCLATURA

	M	A	F	560	A
LÍNEA DEL MOTOR					
M - Línea Master					
TIPO DE ROTOR					
A - Anillos					
SISTEMA DE REFRIGERACIÓN					
A - Abierto, autoventilado – IP23W					
P - Abierto, autoventilado – IP24W					
D - Autoventilado, entrada y salida de aire por ductos					
T - Ventilación forzada, entrada y salida de aire por ductos					
V - Ventilación forzada, ventilación sobre el motor y salida por ductos					
F - Autoventilado con cambiador de calor aire-aire en cima del motor					
R - Autoventilado con cambiador de calor aire-aire alrededor del motor					
I - Ventilación forzada en el circuito interno y externo de aire, cambiador de calor aire-aire					
W - Cambiador de calor aire-agua					
L - Cambiador de calor aire-agua, ventilación forzada en el circuito interno de aire					
CARCASA IEC					
Altura de la punta de eje en mm. (450 a 5000)					
PERFORACIÓN DE LOS PIES					
ABNT / IEC (S, M, L, A, B, C, D, E)					

AVISOS DE SEGURIDAD EN EL MANUAL

En este manual son utilizados los siguientes avisos de seguridad:



PELIGRO

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



ATENCIÓN

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



NOTA

El texto objetiva suministrar informaciones importantes para la correcta atención y el buen funcionamiento del producto.

2 INSTRUCCIONES GENERALES

Todos que trabajan en instalaciones eléctricas, sea en el montaje, en la operación o en mantenimiento, deberán ser permanentemente informados y actualizados sobre las normas y prescripciones de seguridad que rigen al servicio, y aconsejados a seguirlas. Cabe al responsable certificarse antes del inicio del trabajo, de que todo fue debidamente observado, y alertar a su personal sobre los peligros inherentes a la tarea propuesta. Los motores eléctricos, cuando son impropriamente utilizados, incorrectamente utilizados, recibieran mantenimiento deficiente o aun si recibieran intervención de personas no calificadas, pueden causar serios daños personales y/o materiales. En función de eso, se recomienda que estos servicios sean efectuados por personal calificado.

2.1 PERSONAS CALIFICADAS

Se entiende por persona calificada, aquella que, en función de su capacitación, experiencia, nivel de instrucción, conocimientos de normas relevantes, especificaciones, normas de seguridad y 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. Deben también conocer los procedimientos de primeros auxilios y prestar estos servicios si fuera necesario. Se presupone que todo trabajo de puesta en funcionamiento, mantenimiento y reparaciones sean hechos únicamente por personas calificadas.

2.2 INSTRUCCIONES DE SEGURIDAD



PELIGRO

Durante la operación, estos equipamientos poseen partes energizadas o giratorias expuestas, que pueden presentar alta tensión o altas temperaturas. Así 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.

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

- Solamente personas calificadas efectúen la instalación y operación del equipamiento;
- 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, normas y documentación específica de los productos;
- Personas no calificadas estén prohibidas de realizar trabajos en los equipamientos eléctricos;

El no cumplimiento de las normas de instalación y de seguridad puede anular la garantía del producto. Equipamientos para combate a incendios y avisos sobre primeros auxilios deberán estar en el local de trabajo, siendo estos lugares bien visibles y accesibles.

Debe ser observado también:

- Todos los datos técnicos en cuanto a las aplicaciones permitidas (condiciones de funcionamiento, conexiones y ambiente de instalación), contenidos en el catálogo, documentación del pedido, instrucciones de operación, manuales y demás documentaciones;
- Las determinaciones y condiciones específicas para la instalación local;
- El empleo de herramientas y equipamientos adecuados para la 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 vibraciones, evitando caídas y garantizando que estén protegidas contra agresores y/o pongan en riesgo la seguridad de personas.

2.3 MOTORES APLICADOS EN ÁREAS DE RIESGO ATMÓSFERAS EXPLOSIVAS

Los motores especificados para operar en áreas de riesgo poseen características adicionales de seguridad, que están definidas en normas específicas para cada tipo de área de riesgo, según su clasificación.

Los requisitos generales para equipamientos que operan en áreas de riesgo, están descritos en las siguientes normas brasileiras e internacionales, respectivamente:

IEC 60034-1 – Máquinas Eléctricas Giratorias
IEC 60079-0 y NBR IEC 60079-0 – Norma General para Equipamientos Eléctricos para Atmósferas Explosivas
IEC 60079-1 y NBR IEC 60079-1 – Norma sobre Protección Ex "d"
IEC 60079-15 y NBR IEC 60079-15 – Norma sobre Protección Ex "n"
EN 50019 y NBR9883 – Norma sobre Protección Ex "e"
IEC 60079-2 y NBR IEC 60079-2 – Norma sobre Protección Ex "p"
IEC60079-17 y NBR IEC60079-17 – Inspección y Mantenimiento de Instalaciones Eléctricas en Áreas Clasificadas

2.3.1 Cuidados generales con motores eléctricos aplicados en áreas de riesgo

Antes de instalar, operar o proceder al mantenimiento en motores eléctricos de áreas de riesgo, deben ser tomados los siguientes cuidados:

- Las normas citadas en el ítem 2.3, aplicables para el caso en cuestión, deben ser estudiadas y entendidas;
- Todos los requisitos exigidos en las normas aplicables deben ser atendidos.

2.3.2 Cuidados adicionales recomendados para motores aplicados en áreas de riesgo

- Desenergizar el motor y aguardar que el mismo esté completamente parado, antes de ejecutar cualquier proceso de mantenimiento, inspección o reparación en los mismos;
- Todas las protecciones existentes deben estar instaladas y debidamente ajustadas antes de la entrada en operación;
- Certificarse que los motores estén debidamente aterrados;
- Los terminales de conexión deben estar debidamente conectados de modo de evitar cualquier tipo de mal contacto que pueda generar calentamiento o chispa.



NOTA

Todas las otras instrucciones en cuanto a almacenaje, movimiento, instalación y mantenimiento existentes en este manual y aplicable al tipo de motor en cuestión, también deben ser observadas.

3 NORMAS Y CONDICIONES DE OPERACIÓN

3.1 NORMAS

Los motores de inducción trifásicos de anillos son especificados, proyectados, fabricados y testados de acuerdo con las siguientes normas:

Tabla 3.1: Normas aplicables a motores de inducción trifásicos

	IEC	NBR	NEMA
Especificación	60034-1	7094	MG1-1,10,20
Dimensiones	60072	5432	MG1-4,11
Ensayos	60034-2	5383	MG1-12
Grados de protección	60034-5	9884	MG1-5
Refrigeración	60034-6	5110	MG1-6
Formas Constructivas	60034-7	5031	MG1-4
Ruido	60034-9	7565	MG1-9
Vibración mecánica	60034-14	7094	MG1-7

3.2 CARACTERÍSTICAS DEL AMBIENTE

Las condiciones del ambiente de funcionamiento para los cuales los motores fueron proyectados son las siguientes:

- Temperatura ambiente: -15°C a $+40^{\circ}\text{C}$;
- Altitudes hasta 1.000 m;
- Ambiente sin presencia de agentes agresivos, como: salitre, productos químicos, etc.;
- Ambientes de acuerdo con el grado de protección del motor.



ATENCIÓN

Para motores equipados con cambiador de calor aire-agua, la temperatura ambiente no debe ser inferior a $+5^{\circ}\text{C}$ y la temperatura del agua de enfriamiento debe estar entre $+5^{\circ}\text{C}$ y $+25^{\circ}\text{C}$.

Condiciones especiales pueden ser atendidas de acuerdo con las órdenes de compra y son descritas en la placa de características y en la hoja de datos técnicos específica para cada máquina.

3.3 CONDICIONES DE OPERACIÓN

El motor debe operar de acuerdo con los datos nominales de la placa de características del mismo, normas y códigos aplicables, como también, de acuerdo con este manual, para que el término de garantía tenga validez.

3.4 TENSIÓN Y FRECUENCIA

Es muy importante que se observe la correcta alimentación de energía eléctrica. Los conductores y todo el sistema de protección deben garantizar una calidad de energía eléctrica, en los bornes del motor, dentro de los siguientes parámetros, según la norma IEC60034-1:

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

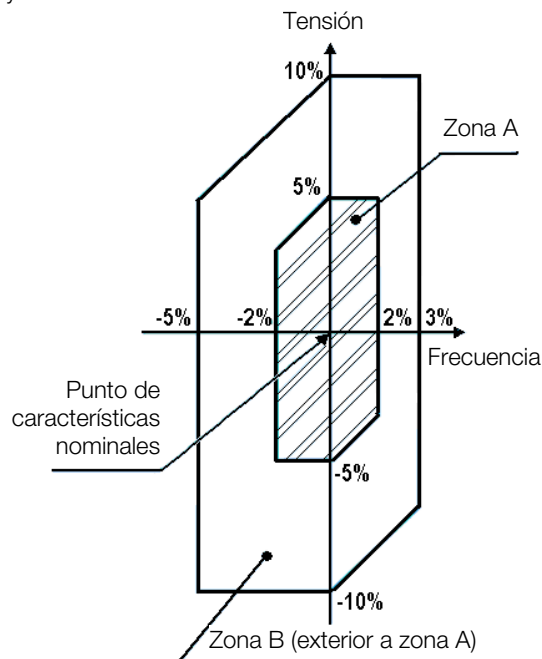


Figura 3.1: Límites de las variaciones de tensiones y frecuencias

Un motor debe ser capaz de desempeñar su función principal, continuamente en la Zona A, no obstante, puede no atender completamente sus características de desempeño a la tensión y frecuencia nominales (ver punto de características nominales en la figura 3.1), presentando algunos desvíos. Las elevaciones de temperatura pueden ser superiores a aquellas con tensión y frecuencia nominales.

Un motor debe ser capaz de desempeñar su función principal en la Zona B, no obstante, puede presentar desvíos superiores a aquellos de la Zona A en lo que se refiere a las características de desempeño con tensión y frecuencia nominales. Las elevaciones de temperatura pueden ser superiores a las verificadas con tensión y frecuencia nominales, y muy probablemente superiores a aquellas de la Zona A.

El funcionamiento prolongado en la periferia de la Zona B no es recomendado.

4 RECIBIMIENTO, ALMACENAJE Y MANIPULACIÓN

4.1 RECIBIMIENTO

Los motores suministrados son testados y están en perfectas condiciones de operación. Las superficies mecanizadas son protegidas contra corrosión. La caja o container deberá ser controlado luego de su recepción, a fin de verificarse la existencia de eventuales daños provocados por el transporte.



ATENCIÓN

Cualquier avería debe ser fotografiada, documentada y comunicada inmediatamente a la empresa transportadora, a la aseguradora y a WEG. La no comunicación acarreará la pérdida de la garantía.



ATENCIÓN

Las piezas suministradas en volúmenes o embalajes adicionales deben ser verificadas en el recibimiento de acuerdo con la lista completa de embalajes.

- Al levantarse el embalaje (el container), deben ser observadas las partes de izamiento, el peso indicado en el embalaje o en la placa de identificación, la capacidad y el funcionamiento de la polea.
- Motores acondicionados en jaulas de madera deben siempre ser levantados por sus propios ojaes, o utilizar una apiladora adecuada, nunca por la propia jaula.
- El embalaje nunca podrá ser tumbado. Póngala en el suelo, con cuidado (sin impactos) para evitar daños a los cojinetes.
- No retire la grasa de protección existente en la punta del eje ni las gomas o tapones de cierre de las perforaciones de las cajas de conexiones.
- Estas protecciones deberán permanecer hasta la hora del montaje final. Luego de la retirada del embalaje, se debe hacer una completa inspección visual del motor;
- O sistema de traba del eje debe ser retirado y guardado para futuro transporte del motor.

4.2 ALMACENAJE

Cualquier daño a la pintura o protecciones contra herrumbre, de las partes mecanizadas, deberán ser retocadas.



ATENCIÓN

Durante el almacenaje, las resistencias de calentamiento deben permanecer encendidas para evitar la condensación de agua en el interior del motor.

4.2.1 Almacenaje interno

En caso que el motor no sea desempaquetado inmediatamente, la caja deberá ser puesta en un lugar protegido de la humedad, vapores, rápidos cambios de calor, roedores e insectos.

Los motores deben ser almacenados en locales libres de vibraciones para que los cojinetes no sean dañificados.

4.2.2 Almacenaje externo

Si fuera posible, escoja un local de depósito seco, libre de inundaciones y de vibraciones.

Repare todos los daños del embalaje antes de poner el equipamiento en el depósito, lo que es necesario para asegurar condiciones de almacenamiento apropiadas. Posicione el motor en plataformas o bases que garanticen la protección contra la humedad de la tierra e impida el hundimiento. La circulación de aire debajo del equipamiento tampoco puede ser impedida. La cobertura, o lona, usada para proteger el equipamiento contra intemperies, no debe hacer contacto con las superficies del mismo. Asegure la circulación de aire adecuada, posicionando bloques de madera espaciadores entre el equipamiento y tales coberturas.

4.2.3 Demás cuidados durante el almacenaje

Las escobillas deben ser levantadas y retiradas del alojamiento para evitar oxidación debido al contacto con los anillos colectores, cuando el almacenaje dure más de 2 meses.



ATENCIÓN

Antes de la entrada en operación del motor, las escobillas deben ser recolocadas en el alojamiento y el asentamiento debe ser verificado.

4.3 MANIPULACIÓN

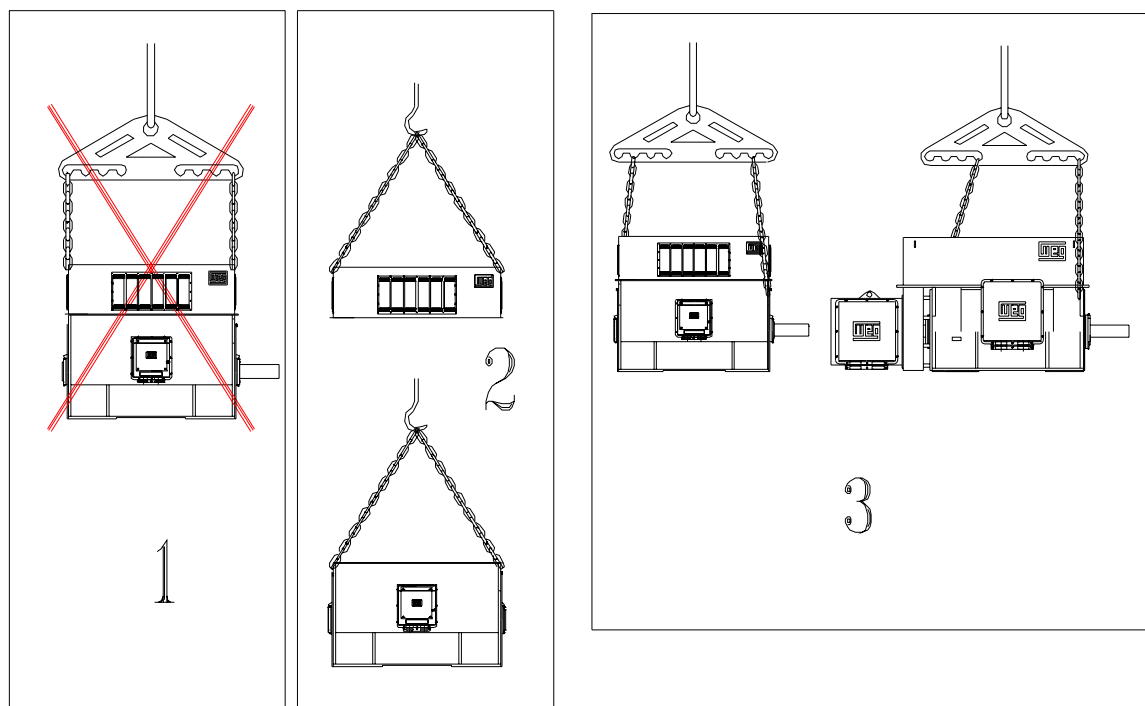


Figura 4.1: Manipulación de motores

1. No levante el motor por el cambiador de calor (si hubiera);
2. Levantamiento sin el cambiador de calor;
3. En caso de que el centro de gravedad no esté perfectamente en el centro de los ojales de suspensión, utilice una de las formas ítem 3 de la figura 4.1.



NOTAS

- Observe el peso indicado. No levante el motor a sacudidas ni lo ponga en el piso bruscamente, de manera de evitar daños a los cojinetes.
- Para levantar el motor, use solamente los ojales existentes en el mismo. En caso que se haga necesario, use una bandeja para proteger las partes del motor.
- Los ojales en el cambiador de calor, tapas, cojinetes, radiador, caja de conexión, etc., sirven apenas para manipular estos componentes.
- Nunca use el eje para levantar el motor por medio de cables, etc.
- Para mover el motor, el mismo debe estar con el eje trabado, con el dispositivo de traba suministrado junto con el motor.



ATENCIÓN

Los cables de acero, manillas y lo equipamiento para izamiento deben tener capacidad para soportar el peso del motor.

5 ALMACENAJE PROLONGADO

Las instrucciones para almacenaje prolongado, descritas a seguir, son válidas para motores con almacenaje prolongado y / o períodos de parada prolongada anterior al comisionamiento.

5.1 GENERALIDADES

La tendencia existente, especialmente durante la construcción de la planta, para almacenar los motores por un período prolongado, antes del comisionamiento, resulta en el hecho de que los motores son expuestos a influencias, como el stress (atmosférico, químico, térmico, mecánico), que puede ocurrir durante maniobras de almacenamiento, montaje, testes iniciales y espera hasta el comisionamiento.

Los espacios vacíos del motor (interior del motor, rodamientos e interior de la caja de conexión) son expuestos al aire atmosférico y fluctuaciones de temperatura. Debido a la humedad del aire, es posible la formación de condensación, y, dependiendo del tipo y grado de contaminación del aire, algunas sustancias agresivas pueden penetrar en los espacios vacíos. Como consecuencia de períodos prolongados, los componentes internos como rodamientos, pueden oxidarse, la resistencia de aislamiento puede disminuir a valores abajo de los admisibles y el poder lubricante en los cojinetes es adversamente afectado. Esta influencia aumenta el riesgo de daño antes de la partida del motor.



ATENCIÓN

Para mantener la garantía del producto, debe ser asegurado que las medidas preventivas descritas en estas instrucciones, como: aspectos constructivos, conservación, embalaje, almacenaje e inspecciones, sean seguidos y registrados.

5.2 LOCAL DE ALMACENAJE

Para proporcionar las mejores condiciones de almacenaje del motor durante largos períodos, el local debe obedecer rigurosamente los criterios descritos en los ítems a seguir.

5.2.1 Almacenaje interno

- El ambiente debe ser cerrado y cubierto;
- El local debe estar protegido contra humedad, vapores, agentes agresivos, roedores e insectos;
- No debe presentar gases corrosivos, tales como: cloro, dióxido de azufre o ácidos;
- No debe presentar vibraciones continuas o intermitentes;
- Poseer sistema de ventilación con filtro;
- Temperatura ambiente (entre 5°C y 60°C), no debiendo presentar fluctuación de temperatura súbita;
- Humedad relativa del aire < 50%;
- Poseer prevención contra suciedad y depósitos de polvo;
- Poseer sistema de detección de incendio;
- Debe estar provisto de electricidad para alimentación de las resistencias de calentamiento.

En caso de que alguno de estos requisitos no sea atendido por el ambiente de almacenaje, WEG sugiere que sean incorporadas protecciones adicionales, en el embalaje del motor, durante el período de almacenaje, según sigue:

- Caja de madera cerrada o similar con instalación que permita que las resistencias de calentamiento sean energizadas;
- Si existe riesgo de infestación y formación de hongo, el embalaje debe ser protegido en el local de almacenaje pintándolo con agentes químicos apropiados;
- La preparación del embalaje debe ser hecha con el mayor cuidado, por una persona experimentada.

5.2.2 Almacenaje externo

El almacenaje externo del motor (al aire libre) no es recomendado.

En caso que el almacenaje externo no pudiera ser evitado, el motor debe estar acondicionado en un embalaje específico para esta condición, según sigue:

- Para almacenaje externo (al aire libre), además del embalaje recomendado para almacenaje interno, se debe cubrir completamente el mismo con una protección contra polvo, humedad y otros materiales extraños, utilizando una lona o plástico resistente;
- Posicionar el embalaje en bandejas, plataformas o cimientos que garanticen la protección contra la humedad de la tierra;
- Impedir que el embalaje se hunda en la tierra;
- Después de que el motor estuviera cubierto, debe ser levantado un refugio para protegerlo de la lluvia directa, nieve o calor excesivo del sol.



ATENCIÓN

Es recomendable verificar las condiciones del local de almacenaje y la condición de los motores según el plano de mantenimiento durante largos períodos de almacenaje, descrito en este manual.

5.3 PIEZAS SEPARADAS

- En caso de que hayan sido suministradas piezas separadas (cajas de conexión, cambiador de calor, tapas, etc. ...) estas piezas deberán ser almacenadas según descrito en los ítems 5.2.1 y 5.2.2;
- La humedad relativa del aire dentro del embalaje no debe exceder 50% hasta que sea retirado el embalaje de las piezas.

5.4 RESISTENCIA DE CALENTAMIENTO

Las resistencias de calentamiento del motor deben ser energizadas durante el período de almacenaje para evitar la condensación de humedad en el interior del motor, manteniendo así la resistencia de aislamiento de los devanados en niveles aceptables.



ATENCIÓN

La resistencia de calentamiento del motor debe ser obligatoriamente encendida cuando el mismo estuviera almacenado en local con temperatura < 5°C y humedad relativa del aire > 50%.

5.5 RESISTENCIA DE AISLAMIENTO

Durante el período de almacenaje, la resistencia de aislamiento de los devanados del motor debe ser medida según el capítulo 6 de este manual y registrada a cada 3 meses y antes de la instalación del motor.

Eventuales caídas en el valor de la resistencia de aislamiento deben ser investigadas.

5.6 SUPERFICIES MECANIZADAS EXPUESTAS

Todas las superficies expuestas (por ejemplo, la punta de eje y flanges) son protegidas, en la fábrica, con un agente protector temporal (inhibidor de herrumbre).

Esta película protectora debe ser reaplicada por lo menos a cada 6 meses. Cuando ésta fuera removida y/o dañificada, se debe tomar la misma acción preventiva.

Productos Recomendados:

Nombre: Dasco Guard 400 TX AZ, Fabricante: D.A. Stuart Ltda.

Nombre: TARP, Fabricante: Castrol.

5.7 COJINETES

5.7.1 Cojinete de rodamiento lubricado a grasa

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

Durante el período de almacenaje, a cada dos meses se debe retirar el dispositivo de traba del eje y girar el eje manualmente para conservar el cojinete en buenas condiciones.

Luego de 6 meses de almacenaje, y antes de la entrada en operación, los rodamientos deben ser relubricados. En caso que el motor permanezca almacenado por un período mayor a 2 años, los rodamientos deberán ser lavados, inspeccionados y relubricados.

5.7.2 Cojinete de rodamiento lubricado a aceite

- El motor puede ser transportado con o sin aceite en los cojinetes;
- El motor debe ser almacenado en su posición original de funcionamiento y con aceite en los cojinetes;
- El nivel de aceite debe ser respetado, permaneciendo en la mitad del visor de nivel;
- Durante el período de almacenaje, a cada dos meses se debe retirar el dispositivo de traba del eje y girar el

eje manualmente, para conservar el cojinete en buenas condiciones;

- Luego de 6 meses de almacenaje y antes de la entrada en operación, los rodamientos deben ser relubricados;
- En caso que el motor permanezca almacenado por un período mayor a 2 años, los rodamientos deberán ser lavados, inspeccionados y relubricados.

5.7.3 Cojinete de deslizamiento (casquillo)

- El motor puede ser transportado con o sin aceite en los cojinetes y debe ser almacenado en su posición original de funcionamiento, con aceite en los cojinetes;
- El nivel de aceite debe ser respetado, permaneciendo en la mitad del visor de nivel.



ATENCIÓN

Durante el período de almacenaje, a cada dos meses se debe retirar el dispositivo de traba del eje y girarlo a una rotación de 30rpm para recircular el aceite y conservar el cojinete en buenas condiciones.

Antes de girar el eje, debe se garantizar la existencia de aceite en los cojinetes u utilizar el sistema de lubricación forzada (si hubiere)

En caso que no sea posible girar el eje del motor por cualquier imposibilidad, el procedimiento a seguir debe ser utilizado para proteger internamente el cojinete y las superficies de contacto, contra corrosión:

- Drene todo el aceite del cojinete;
- Desmonte el cojinete;
- Limpie el cojinete;
- Aplique el anticorrosivo (ej.: TECTIL 511, Valvoline o Dasco Guard 400TXAZ) en las mitades superior e inferior del casquillo del cojinete y en la superficie de contacto en el eje del motor;
- Monte el cojinete;
- Cierre todos los agujeros roscados con plugs;
- Selle 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;
- Todos los flanges (ej.: entrada y salida de aceite) deben estar protegidas con tapas ciegas;
- Retire el visor superior del cojinete y aplique con spray o anticorrosivo en el interior del cojinete;
- Coloque algunas bolsas de deshumidificador (sílica gel) en el interior del cojinete. El deshumidificador absorbe la humedad y previene la formación de condensación de agua, dentro del cojinete;
- Cierre el cojinete con el visor superior.

En casos en que el período de almacenaje fuera **superior a 6 meses**.

- Repita el procedimiento descrito encima;
- Ponga nuevas bolsas de deshumidificador (sílica gel) dentro del cojinete.

En casos en que el período de almacenaje fuera **mayor a 2 años**.

- Desmonte el cojinete;
- Preserve y almacene las piezas del cojinete.

5.8 ESCOBILLAS

Las escobillas de los motores de anillos deben ser levantadas en los porta escobillas, pues no deben permanecer en contacto con los anillos colectores, durante el período de almacenaje, evitando así la oxidación de los anillos colectores.

Antes de la instalación y comisionamiento del motor, las escobillas deben volver a la posición original.

5.9 CAJA DE CONEXIÓN

Cuando la resistencia de aislamiento de los devanados del motor fuera verificada, se debe inspeccionar, también, la caja de conexión principal y demás cajas de conexión, especialmente en los siguientes aspectos:

- El interior debe estar seco, limpio y libre de cualquier depósito de polvo;
- Los elementos de contacto deben estar libres de corrosión;
- Los sellados deben estar en condiciones apropiadas;
- Las entradas de los cables deben estar correctamente selladas.

Si alguno de estos ítems no estuviera correcto, una limpieza o reposición de piezas debe ser realizada.

5.10 PREPARACIÓN PARA ENTRADA EN OPERACIÓN

5.10.1 Limpieza

- El interior y el exterior de del motor deben estar libres de aceite, agua, polvo y suciedad. El interior del motor debe ser limpio con aire comprimido con presión reducida.
- Remover el inhibidor de herrumbre de las superficies expuestas, con un paño embebido en solvente a base de petróleo.
- Certificarse que los cojinetes y cavidades utilizadas para lubricación estén libres de suciedad y que los plugs de las cavidades estén correctamente sellados y apretados. Oxidaciones y marcas en los asientos de los cojinetes y eje deben ser cuidadosamente removidas.

5.10.2 Lubricación de los cojinetes

Utilizar lubricante especificado para lubricación de los cojinetes. Las informaciones de los cojinetes y del lubricante están contenidas en la placa de identificación de los cojinetes y la lubricación debe ser hecha según descrito en el capítulo **“Mantenimiento de los cojinetes”** de este manual, de acuerdo con el tipo de cojinete.



NOTA

Los cojinetes de deslizamiento, donde fue aplicado anticorrosivo y deshumidificadores, deben ser desmontados, lavados y los deshumidificadores retirados. Montar nuevamente los cojinetes y proceder a la lubricación.

5.10.3 Verificación de la resistencia de aislamiento

Antes de la entrada en operación debe ser verificada la resistencia de aislamiento, según capítulo **“Resistencia de aislamiento”** de este manual.

5.10.4 Otros

Siga los demás procedimientos descritos en el capítulo 12. **“Comisionamiento”** de este Manual antes de poner del motor en operación.

5.11 PLANO DE MANTENIMIENTO DURANTE EL ALMACENAJE

Durante el período de almacenaje, el mantenimiento del motor deberá ser ejecutado y registrado de acuerdo con el plano descrito en la tabla 5.1.

Tabla 5.1: Plano de almacenaje.

	Mensual	A cada dos meses	A cada seis meses	A cada 2 años	Antes de entrar en operación	Nota
Local de Almacenaje						
Inspeccionar las condiciones de limpieza		X			X	
Inspeccionar las condiciones de humedad y temperatura		X				
Verificar señales de infestaciones de insectos		X				
Medir nivel de vibración	X					
Embalaje						
Inspeccionar daños físicos			X			
Inspeccionar la humedad relativa en el interior		X				
Cambiar el deshumidificador en el embalaje (si hubiera)			X			Quando necesario
Resistencia de calentamiento						
Verificar las condiciones de operación	X					
Motor completo						
Realizar limpieza externa			X		X	
Verificar las condiciones de la pintura			X			
Verificar el inhibidor de oxidación en las partes expuestas			X			
Reponer el inhibidor de oxidación			X			
Devanados						
Medir resistencia de aislamiento		X			X	
Medir índice de polarización		X			X	
Caja de conexión y terminales de aterramiento						
Limpiar el interior de las cajas				X	X	
Inspeccionar los sellados						
Cojinetes de rodamiento a grasa o a aceite						
Rotar el eje		X				
Relubricar el cojinete			X		X	
Desmontar y limpiar el cojinete				X		
Cojinetes de casquillo						
Rotar el eje		X				
Aplicar anticorrosivo y deshumidificador			X			
Limpiar los cojinetes y relubricarlos					X	
Desmontar y almacenar las piezas				X		
Escobillas						
Levantar las escobillas						Durante el almacenaje
Bajar las escobillas y verificar contacto con los anillos colectores					X	

6 RESISTENCIA DE AISLAMIENTO

6.1 INSTRUCCIONES DE SEGURIDAD



PELIGRO

Para hacer la medición de la resistencia de aislamiento, el motor debe estar desconectado y parado.
El devanado en teste debe ser conectado a la carcasa y a tierra por un período, hasta remover la carga electrostática residual. Aterre los condensadores (si hubiera) antes de desconectar y separar los terminales y medir con el Megóhmetro.
La no observación de estos procedimientos puede resultar en daños personales.

6.2 CONSIDERACIONES GENERALES

Cuando el motor no es puesto inmediatamente en servicio, debe ser protegido contra humedad, temperatura elevada y suciedades, evitando así, que la resistencia de aislamiento sufra con eso.

La resistencia de aislamiento del devanado debe ser medida antes de la entrada en servicio.

Si el ambiente fuera muy húmedo, es necesaria una verificación periódica durante el almacenaje. Es difícil prescribir reglas fijas para el valor real de la resistencia de aislamiento de un motor, una vez que la misma varía con las condiciones ambientales (temperatura, humedad), condiciones de limpieza de un motor (polvo, aceite, grasa, suciedad) calidad y condiciones del material aislante utilizado. Una considerable dosis de sentido común, fruto de la experiencia, deberá ser usada, para concluir cuando un motor está, o no, apta para el servicio. Los registros periódicos son útiles para esta conclusión.

6.3 MEDICIÓN EN EL DEVANADO DEL ESTATOR

La resistencia de aislamiento debe ser medida utilizando un **megóhmetro**. La tensión de teste para los devanados de los motores debe ser según tabla 6.1 de acuerdo con la norma IEEE43.

Tabla 6.1: Tensión de teste de resistencia de aislamiento del estator y rotor

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

Antes de hacer la medición de la resistencia de aislamiento en el devanado del estator, verifique lo siguiente:

- Si las conexiones del secundario de los TC's (si hubiera) no están abiertas;
- Si todos los cables de fuerza están desconectados;
- Si la carcasa del motor está aterrada;
- Si la temperatura del devanado fue medida;
- Si todos los sensores de temperatura están aterrados;

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

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

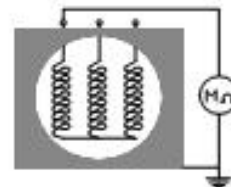


Figura 6.1: Conexión del megóhmetro

Si la medición total del devanado presentara un valor abajo del recomendado, las conexiones del neutro deben ser abiertas y se debe medir la resistencia de aislamiento, de cada fase, separadamente.



ATENCIÓN

En motores viejas, en servicio, pueden ser obtenidos, frecuentemente, valores mucho mayores. La comparación con valores obtenidos en ensayos anteriores, en del mismo motor, en condiciones similares de carga, temperatura y humedad, sirve como una mejor indicación de las condiciones del aislamiento, que el valor obtenido en un único ensayo, siendo considerada sospechosa cualquier reducción grande o brusca.

Tabla 6.2: Límites orientativos de la resistencia de aislamiento en máquinas eléctricas.

Valor de la resistencia de aislamiento	Evaluación del aislamiento
2MΩ o menor	Malo
< 50MΩ	Peligroso
50...100MΩ	Regular
100...500MΩ	Bueno
500...1000MΩ	Muy Bueno
> 1000MΩ	Óptimo

6.4 RESISTENCIA DE AISLAMIENTO MÍNIMA

Si la resistencia de aislamiento medida fuera menor que 100MΩ a 40°C, los devanados deben ser secados de acuerdo con los procedimientos a seguir, antes de que el motor entre en operación:

- Desmontar el motor retirando el rotor y los cojinetes;
- Llevar la carcasa con el devanado del estator a una estufa y calentarla a una temperatura de 130°C, permaneciendo en esta temperatura por un mínimo de 08 horas. Para motores de gran porte (encima de la carcasa 630 IEC o 104XX serie NEMA, puede ser necesaria la permanencia de por lo menos 12 horas).
- Verificar si la resistencia de aislamiento alcanzada está dentro de los valores aceptables, según tabla 6.2, en caso contrario, entre en contacto con WEG.

Secado del devanado del estator por circulación de corriente:

Este procedimiento puede ser utilizado antes de la instalación o en el local de la instalación del motor sin necesidad de desmontarlo.

- Aplicar corriente continua en el devanado del estator a través de una fuente externa de tensión continua y ajustable;
- Instalar ventiladores en las aberturas de inspección o entradas y salidas de aire del motor, para retirada de la humedad excesiva del devanado hacia fuera del motor.
- Las fases del estator deben estar conectadas en serie o en paralelo.
- Ajustar la corriente para que la temperatura de cada fase del devanado no sobrepase 90°C;
- Monitorear la temperatura del devanado durante todo el proceso de secado y medir la resistencia de aislamiento a cada hora.
- Continuar el proceso de secado hasta que la resistencia de aislamiento alcance un valor aceptable, según tabla 6.2.



NOTA

En caso que el motor posea solamente 3 terminales del estator accesibles, la aplicación de la corriente debe ser hecha entre una de las fases y las otras dos conectadas en paralelo. Alternar la conexión de las fases del estator a cada hora y monitorear principalmente la temperatura de la fase conectada sola, pues en ésta, la temperatura será mayor que en las demás;



ATENCIÓN

En ninguna fase del proceso a corriente aplicada deberá sobrepasar la corriente nominal del motor. Temperatura del devanado encima del valor recomendado para el procedimiento de secado por circulación de corriente puede causar daños al aislamiento del motor.

6.5 CONVERSIÓN DE LOS VALORES MEDIDOS

Si el ensayo fuera hecho en temperatura diferente, será necesario corregir la lectura para 40°C, utilizando una curva de variación de la resistencia de aislamiento en función de la temperatura, levantada con el propio motor. Si no se dispone de esta curva, puede ser empleada la corrección aproximada suministrada por la curva de la figura 6.2, según NBR 5383 / IEEE43.

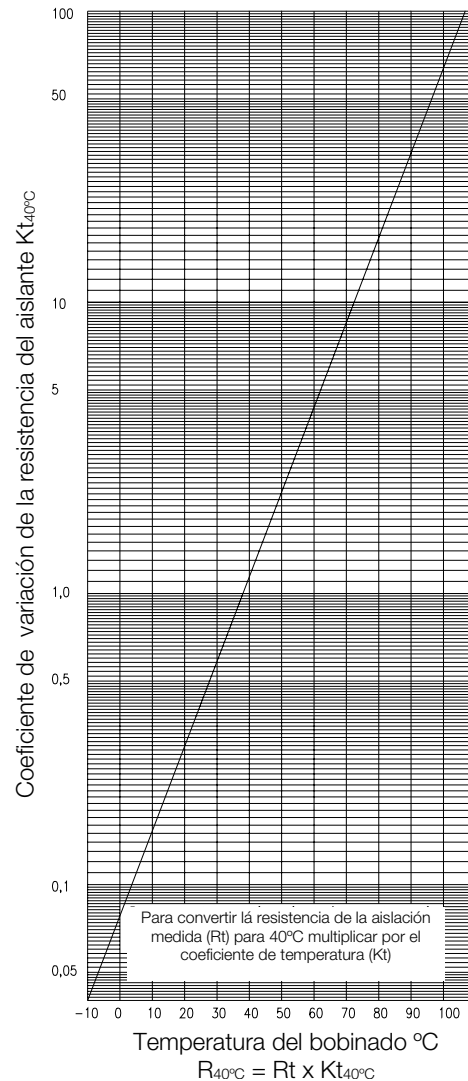


Figura 6.2: Coeficiente de variación de la resistencia de aislamiento con la temperatura.

6.6 ÍNDICE DE POLARIZACIÓN

El índice de polarización (I.P.) es tradicionalmente definido por la relación entre la resistencia de aislamiento medida en 10 min. y la resistencia de aislamiento medida en 1 min. medida con temperatura relativamente constante.

A través del índice de polarización se pueden evaluar las condiciones del aislamiento del motor según la tabla 6.3.

Tabla 6.3: Índice de polarización (relación entre 10 y 1 minuto).

Índice de polarización	Evaluación del aislamiento
1 o menor	Malo
< 1,5	Peligroso
1,5 a 2,0	Regular
2,0 a 3,0	Bueno
3,0 a 4,0	Muy Bueno
> 4,0	Óptimo



PELIGRO

Inmediatamente luego de la medición de la resistencia de Aislamiento, aterre el devanado para evitar accidente.

7 INSTALACIÓN

7.1 LOCAL DE INSTALACIÓN

Los motores eléctricos deben ser instalados en locales de fácil acceso, que permitan la realización de inspecciones periódicas, de mantenimiento local y si fuera necesario, la remoción de los mismos para servicios externos.

Las siguientes características ambientales deben ser aseguradas:

- Local limpio y bien ventilado;
- Instalación de otros equipamientos o paredes no debe dificultar u obstruir la ventilación del motor;
- El espacio alrededor y encima del motor debe ser suficiente para mantenimiento o manipulación del mismo;
- El ambiente debe estar de acuerdo con el grado de protección del motor.

7.2 PROTECCIONES

El motor sale de la fábrica 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 trabado del eje debe ser utilizado siempre que el motor necesite ser removido de la base (desacoplado de la máquina accionada) a fin de que no sufra daños en el transporte. La punta de eje es cubierta por una grasa protectora. Remover esta protección del eje (si hubiera) tuviera contacto cuando se instale el motor.

7.3 SENTIDO DE ROTACIÓN

El sentido de rotación de los motores es indicado por una **flecha** fijada en la carcasa del lado accionado.

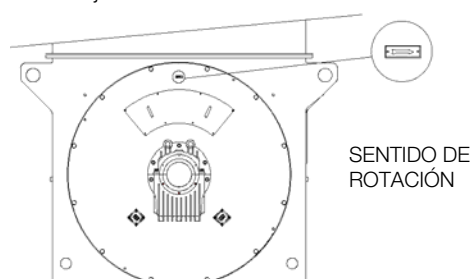


Figura 7.1: Sentido de rotación



ATENCIÓN

Los motores suministrados con sentido único de rotación no deben operar en el sentido contrario a lo especificado. En caso que el usuario desee operar el motor en la rotación opuesta al estándar, debe consultar WEG.

7.4 CIMIENTOS

- Los cimientos o la estructura donde será instalado el motor deben ser suficientemente rígidos, planos, libres de vibración externa y capaces de resistir a los esfuerzos mecánicos a los que serán sometidos, durante la partida o corto-circuito del motor.
- El tipo de cimiento dependerá de la naturaleza del suelo en el local de montaje o de la resistencia de los pisos.
- Si el dimensionamiento de los cimientos no fuera cuidadosamente ejecutado, podrá ocasionar serios problemas de vibración del conjunto cimiento, motor y máquina accionada.
- El dimensionamiento estructural del cimiento debe ser hecho con base en el diseño dimensional, de las informaciones referentes a los esfuerzos mecánicos en los cimientos, de la forma de fijación y de los detalles del cambiador de calor (cuando existiera).



ATENCIÓN

Deberá ser previsto una separación mínima de 2 mm entre la base y los pies del motor para colocación de las chapas de compensación (calces) para ajuste del alineamiento.



NOTA

El usuario es responsable por el dimensionamiento y construcción de los cimientos.

7.5 ESFUERZOS EN LOS CIMIENTOS

Basado en la figura 7.2., los esfuerzos sobre los cimientos pueden ser calculados por las ecuaciones:

$$F_1 = +0.5.m.g. + \frac{(4C \max)}{(A)}$$

$$F_2 = +0.5.m.g. - \frac{(4C \max)}{(A)}$$

Donde: F1 y F2 - Reacción de los pies sobre la base (N)
 g - Aceleración de la gravedad (9,81m/s²)
 m - masa del motor (kg)
 C_{máx} - Torque máximo (Nm)
 A - Obtenido del dibujo dimensional del motor (m)

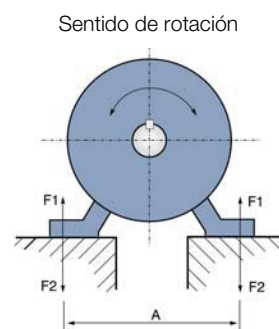


Figura 7.2: Esfuerzos en los cimientos

7.6 FORMAS DE FIJACIÓN

Bloques de ferro o de acero, placas con superficies planas y con dispositivos de anclaje, podrán ser fundidos en el concreto para recibir y fijar los pies del motor, según sugerencias en la figura 7.3.

Importante observar que todos los equipamientos de la estructura deberán ser adecuados para transmitir las fuerzas y torques que ocurren durante la operación.

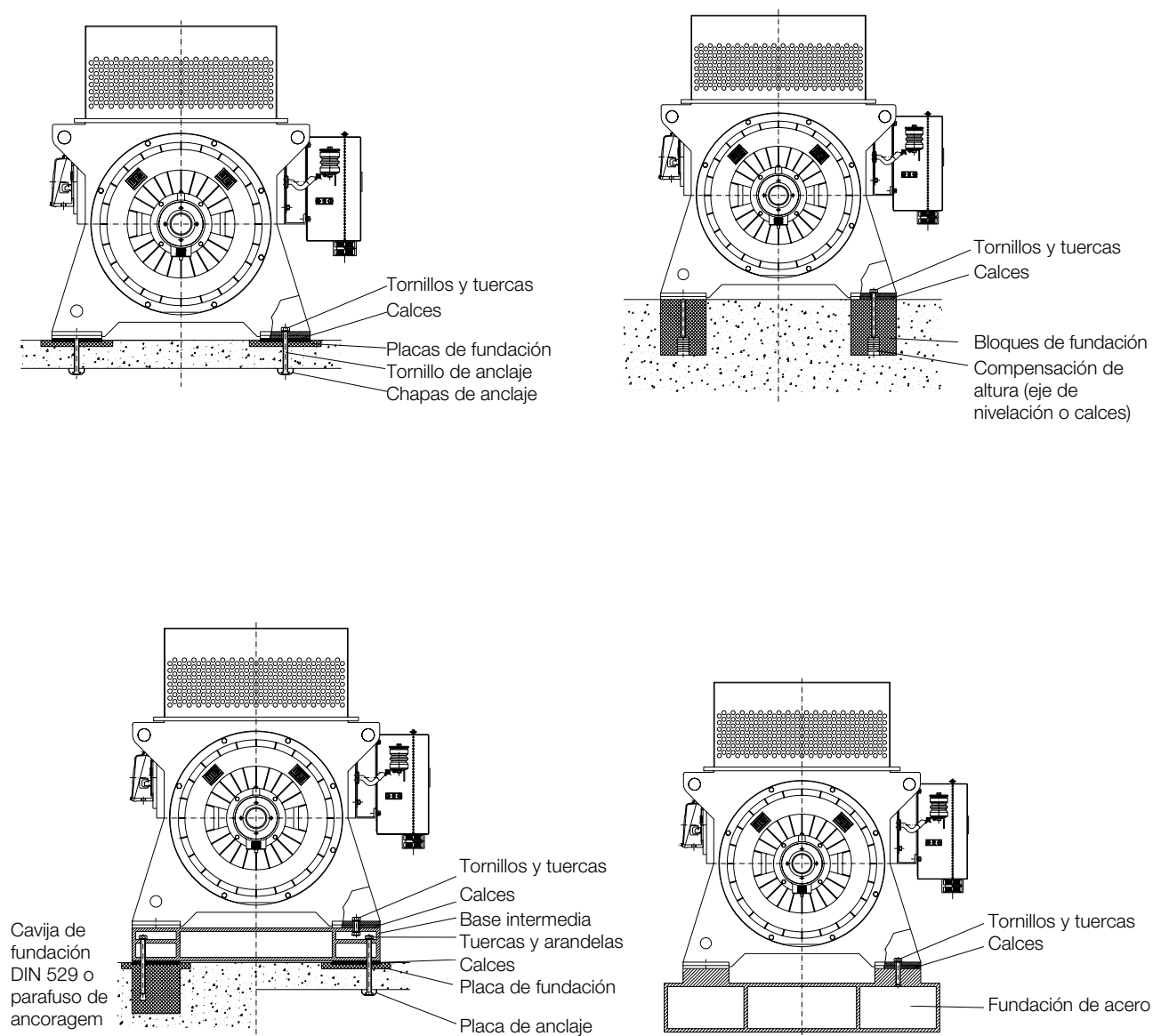


Figura 7.3: Forma de fijación de motores.

7.7 TIPOS DE BASES

7.7.1 Base de concreto

Las bases de concreto son las más usuales para acomodar estos motores. EL tipo y el tamaño del cimient, tornillo y placas de anclaje dependen del tamaño y del tipo de motor.

Ejemplo de preparación:

- Remueva toda la suciedad de los cimientos para garantizar una adecuada fijación entre los bloques de cimient y la argamasa.
- Fijar los bloques de cimient junto a los pies del motor, usando tornillos.
- Poner calces de diferentes espesuras (espesura total de aproximadamente 2mm) entre los pies del motor y las superficies de apoyo de los cimientos, para así posteriormente, poder hacer un alineamiento vertical preciso.
- Para garantizar la centralización de los tornillos en relación a los agujeros de los pies, completar con una chapa metálica o papel rígido (prespan), posibilitando un posterior alineamiento preciso en sentido horizontal.
- Poner calces o tornillos de nivelamiento debajo de los bloques del cimient para un adecuado nivelamiento del motor y para un perfecto alineamiento del mismo con la máquina que acciona. Luego de la puesta de la argamasa, se debe hacer un preciso control del alineamiento. Pueden ser hechas pequeñas y eventuales correcciones con arandelas o chapas de metal y a través del reajuste de la holgura de los tornillos de fijación.
- Apretar firmemente todos los tornillos de fijación. Se debe tener el debido cuidado para que las superficies de apoyo de los pies del motor estén apoyadas sin distorsión de la carcasa del motor.
- Para fijación exacta, introducir dos pinos cónicos luego de la finalización del teste. Para eso deben ser usados los agujeros preperforados en el pie del motor.

7.7.2 Base deslizante

En el accionamiento por poleas, el motor debe ser montado sobre la base deslizante (carriles) y la parte inferior de la correa debe estar traccionada. El carril más cercano a la polea motora es puesto de forma que el tornillo de posicionamiento quede entre el motor y la máquina accionada. El otro carril debe ser puesto con el tornillo en la posición opuesta como muestra la figura 7.4.

El motor es atornillado en los rieles y posicionado en los cimientos.

La polea motora es entonces alineada, de forma que su centro esté en el mismo plano del centro de la polea movida y los ejes del motor, y de la máquina, estén paralelos.

La correa no debe ser demasiado estirada. Luego del alineamiento, los rieles son fijados.

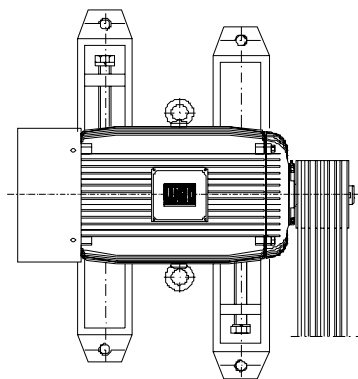


Figura 7.4: Base deslizante

7.7.3 Base metálica

La base deberá tener una superficie plana contra los pies del motor, de modo de evitar deformaciones en la carcasa. La altura de la superficie de apoyo debe ser determinada de tal modo que debajo de los pies del motor puedan ser puestas chapas de compensación en una espesura total de 2mm.

Las máquinas no deben ser removidas de la base común para alineamiento; la base debe ser nivelada en el propio cimient, usando niveles de burbuja (u otros instrumentos niveladores).

Cuando una base metálica es utilizada para ajustar la altura de la punta del eje del motor con la punta del eje de la máquina, esta debe ser nivelada en la base de concreto.

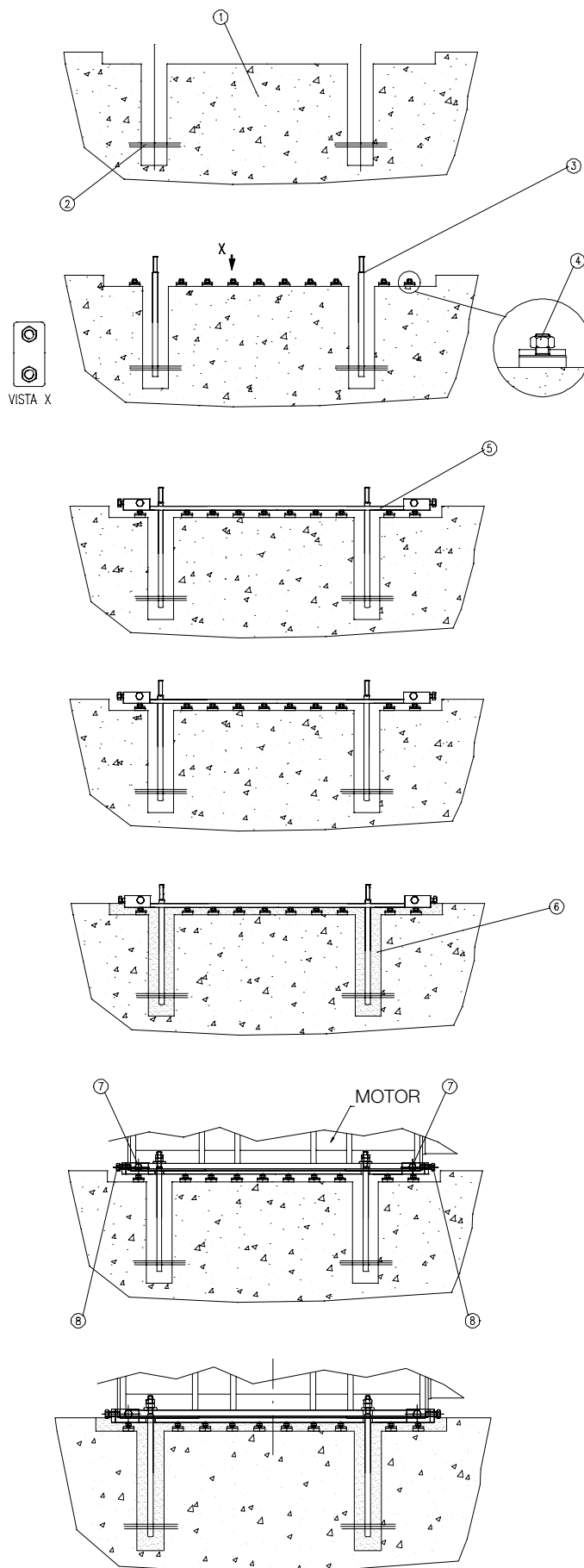
Luego de que la base haya sido nivelada, los emplomadores apretados y los acoplamientos verificados, la base metálica y los emplomadores son concretados.

7.7.4 Conjunto Placa de Anclaje

En algunas aplicaciones, el conjunto placa de anclaje es suministrado junto con el motor para fijación y alineamiento de los mismos.

El conjunto placa de anclaje está compuesto por placa de anclaje, tornillos de nivelamiento, calces para nivelamiento, tornillos para alineamiento y emplomadores.

Procedimiento para montaje, nivelamiento y empotrado de las placas de anclaje



Etapa 1

Construir los cimientos (1) con las barras de anclaje (2) según dibujo dimensional, respetando los esfuerzos a que esta base será sometida.

Etapa 2

Posicionar los emplomadores (3) en las barras de anclaje y apoyar sobre el concreto primario los tornillos para nivelamiento.

Etapa 3

Apoyar las placas de anclaje (5) sobre los tornillos de nivelamiento (4).

Etapa 4

Nivelar las placas de anclaje, Utilizando la instrumentación necesaria, considerando que entre las placas de anclaje y la base del motor debe quedar una holgura de 2mm para colocación de calces necesarios para el alineamiento del motor.

Etapa 5

Luego del nivelamiento de las placas de anclaje, estas deben ser empotradas (6) junto con los emplomadores para su fijación definitiva.

Etapa 6

Luego de la cura del empotrado, apoyar el motor sobre las placas de anclaje, alinearlo utilizando los tornillos para alineamiento horizontal (7 y 8) y fijarlo a través de los agujeros de su base y los emplomadores.

Nivelamiento y empotrado con las placas de anclaje fijadas en el motor

El nivelamiento y empotrado de las placas de anclaje pueden ser hechos también con estas ya fijadas en la base del motor, con calces de 2 mm. entre la base del motor y las placas de anclaje.

Para eso, el motor con las placas de anclaje deben ser apoyados sobre los tornillos de nivelamiento (4), hacer el nivelamiento de la base utilizando estos tornillos de nivelamiento y hacer el prealineamiento del motor utilizando los tornillos de alineamiento (7 y 8).

Figura 7.5: Placa de anclaje de motor

7.8 FRECUENCIA NATURAL DE LOS CIMIENTOS

A fin de asegurar la operación adecuada, además de cimientos estables, el motor debe estar precisamente alineado con el equipamiento acoplado y los componentes montados en su eje, adecuadamente balanceados.

Con el motor montado y acoplado, las relaciones entre la frecuencia natural de los cimientos y:

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

Deben estar según especificado abajo:

- Frecuencia natural de 1ª orden de los cimientos $\geq +25\%$ o $\leq -20\%$ en relación a las frecuencias encima.
- Frecuencias naturales de los cimientos en niveles superiores $\geq +10\%$ o $\leq -10\%$ en relación a las frecuencias encima.

7.9 ALINEAMIENTO / NIVELAMIENTO

El motor debe ser correctamente alineado con la máquina accionada, particularmente en casos de acoplamiento directo.

Un alineamiento incorrecto puede causar defecto en los cojinetes, vibraciones e incluso, ruptura del eje.

El alineamiento debe ser hecho de acuerdo con las recomendaciones del fabricante del acoplamiento.

Es necesario hacer el alineamiento paralelo y angular del motor, según figuras 7.6 y 7.4.

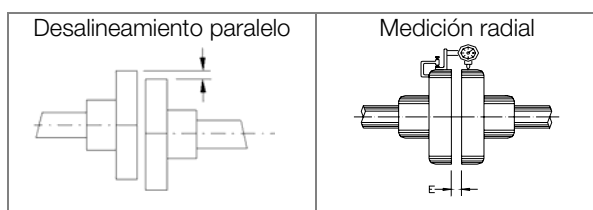


Figura 7.6: Alineamiento paralelo

La figura 7.6 muestra el desalineamiento paralelo de las 2 puntas de eje, y la forma práctica de medición, utilizando relojes comparadores adecuados.

La medición es hecha en 4 puntos a 90°, con los dos medio-acoplamientos girando juntos de forma de eliminar los efectos debido a irregularidades de la superficie de apoyo de la punta del reloj comparador. Escogiendo el punto vertical superior 0°, la mitad de la diferencia de la medición del reloj comparador en los puntos 0° y 180° representa el error coaxial vertical. Esto debe ser corregido adecuadamente agregando o retirando calces de montaje. La mitad de la diferencia de la medición del reloj comparador, en los puntos 90° y 270° representa el error coaxial horizontal.

De esta forma se obtiene la indicación de cuándo es necesario levantar o bajar el motor o moverlo para la derecha o para 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.

La máxima excentricidad permitida, para acoplamiento rígido o semiflexible es 0,03mm.

Cuando son utilizados acoplamientos flexibles, son aceptables valores mayores que los indicados encima,

mas no deben exceder el valor suministrado por el fabricante del acoplamiento.

Se recomienda mantener un margen de seguridad en estos valores.

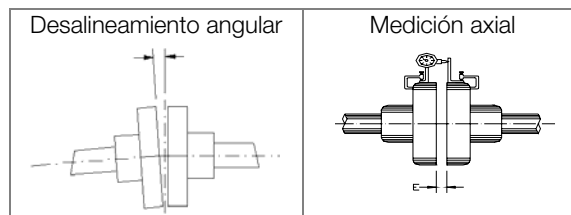


Figura 7.7: Alineamiento angular

La figura 7.7 muestra el desalineamiento angular y la forma práctica de medición

La medición es hecha en 4 puntos a 90°, con los dos medio-acoplamientos girando juntos de forma de eliminar los efectos debido a irregularidades de la superficie de apoyo de la punta del reloj comparador. Escogiendo el punto vertical superior 0°, la mitad de la diferencia de la medición del reloj comparador, en los puntos 0° y 180°, representa el desalineamiento vertical. Esto debe ser corregido adecuadamente agregando o retirando calces de montaje debajo de los pies del motor.

La mitad de la diferencia de la medición del reloj comparador, en los puntos 90° y 270° representa el desalineamiento horizontal. Esto debe ser corregido adecuadamente con movimientos lateral/angular del motor. La mitad de la diferencia máxima de la medición del reloj comparador, en una rotación completa, representa el máximo desalineamiento angular.

El máximo desalineamiento permitido, para acoplamiento rígido o semiflexible es 0,03mm

Cuando son utilizados acoplamientos flexibles, son aceptables valores mayores que los indicados encima, pero no deben exceder el valor suministrado por el fabricante del acoplamiento.

Se recomienda mantener un margen de seguridad en estos valores.

En alineamiento/nivelamiento, es importante tener en consideración el efecto de la temperatura del motor y de la máquina accionada. Diferentes niveles de dilatación de las máquinas acopladas pueden cambiar el alineamiento/nivelamiento durante la operación.

7.10 ACOPLAMIENTOS

Sólo deben ser utilizados acoplamientos apropiados, adaptables a la transmisión pura del torque, sin formar fuerzas transversales.

Tanto para acoplamientos elásticos, como en los rígidos, el centro de los ejes del motor y máquina accionada, precisa estar en una única línea.

El acoplamiento elástico se destina a amenizar los efectos de desalineamientos residuales y a evitar la transferencia de vibración entre las máquinas acopladas, lo que no ocurre utilizándose acoplamientos rígidos. El acoplamiento debe ser montado o retirado con la ayuda de dispositivos propios, nunca por medio de dispositivos rústicos (martillo, almadana, etc.).

7.10.1 Acoplamiento directo

Se debe preferir, siempre, el acoplamiento directo, debido al menor costo, reducido espacio ocupado, ausencia de deslizamiento (correas) y mayor seguridad contra accidentes. En el caso de transmisión con relación de velocidad, es usual también, el acoplamiento directo a través de reductores.



ATENCIÓN

Alinear cuidadosamente las puntas de ejes, usando acoplamiento flexible, siempre que fuera posible, dejando una holgura mínima de 3mm entre los acoplamientos.

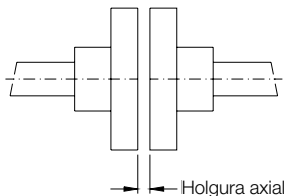


Figura 7.8: *Holgura axial.*

7.10.2 Acoplamiento por engranajes

Acoplamientos por engranajes mal alineados dan origen a sacudidas que provocan vibraciones en la propia transmisión y en el motor. Por tanto, se debe cuidar que los ejes queden perfectamente alineados, rigurosamente paralelos en el caso de engranajes rectos y en ángulo correctamente ajustado en el caso de engranajes cónicos o helicoidales.

El engranado perfecto podrá ser controlado con inserción de una tira de papel, en la cual aparezca luego de una vuelta, el calco de todos los dientes.

7.10.3 Acoplamiento por medio de poleas y correas

Cuando una relación de velocidad es necesaria, la transmisión por correa es la más frecuentemente usada. Evitar esfuerzos radiales desnecesarios en los cojinetes, situando los ejes paralelos entre sí y las poleas perfectamente alineadas.

Las correas que trabajan lateralmente sesgadas, transmiten golpes de sentido alternante al rotor, y podrán dañar los apoyos del cojinete. La resbaladura de la correa podrá ser evitada con aplicación de un material resinoso, como la brea, por ejemplo.

La tensión en la correa deberá ser apenas suficiente para evitar la resbaladura en el funcionamiento.



NOTA

La correa con exceso de tensión aumenta el esfuerzo en la punta de eje, causando vibración y fatiga, pudiendo llegar hasta provocar la fractura del eje.

Debe ser evitado el uso de poleas demasiado pequeñas; estas provocan flexiones en el motor debido al hecho de que la tracción en la correa aumenta a medida que disminuye el diámetro de la polea.



ATENCIÓN

En cada caso específico del dimensionamiento de la polea, WEG deberá ser consultada para garantizar una aplicación correcta.



NOTA

Siempre utilizar poleas debidamente balanceadas. Evitar en todos los casos, sobras de chavetas, pues estas representan un aumento de la masa de desbalance. En caso que estas observaciones no fueran seguidas, ocurrirá un aumento en los niveles de vibración.

Acoplamiento de motores equipados con cojinetes de casquillo

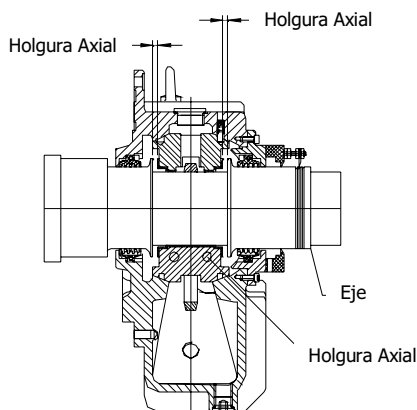


Figura 7.9: *Cojinete de deslizamiento*

Los motores equipados con cojinetes de casquillo deben operar con acoplamiento directo a la máquina accionada o a un reductor. No es posible el acoplamiento a través de poleas y correas.

Los motores equipados con cojinetes de casquillo poseen 03 marcas en la punta de eje, siendo la marca central (pintada de rojo) la indicación del centro magnético, y las 02 marcas externas indican los límites de movimiento axial del rotor.

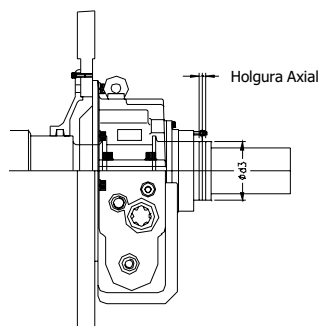


Figura 7.10: *Marcación del centro magnético*

Para el acoplamiento del motor es necesario que sean considerados los siguientes factores:

- Holgura axial del cojinete;
- El desplazamiento axial de la máquina accionada (si existiera);
- La holgura axial máxima permitida por el acoplamiento.

**ATENCIÓN**

- Mover el eje totalmente para adelante y de esta forma hacer la medición correcta de la holgura axial;
- Alinear cuidadosamente las puntas de ejes, usando acoplamiento flexible, siempre que fuera posible, dejando una holgura axial mínima de **3 a 4 mm** entre los acoplamientos.

**NOTA**

En caso que no sea posible mover el eje, se debe considerar la posición del mismo, el paseo para adelante (según las marcaciones en el eje) y la holgura axial recomendada para el acoplamiento.

- Antes de la entrada en operación, se debe verificar se el eje del motor permite el libre movimiento axial en las condiciones de holgura mencionadas.
- En operación, la flecha debe estar posicionada sobre la marca central (roja) indicando que el rotor se encuentra en el centro magnético.
- Durante la partida, el motor podrá moverse libremente entre las dos marcaciones externas.

**ATENCIÓN**

El motor no podrá operar de manera constante con esfuerzo axial sobre el cojinete, bajo ningún concepto.

- Los cojinetes de casquillo utilizados, no son proyectados para soportar el esfuerzo axial constante.

Luego del alineamiento del conjunto y de la verificación del perfecto alineamiento (**tanto a frío como en caliente**) se debe hacer la sujeción del motor, en la placa de anclaje o en la base, según figura 7.11.

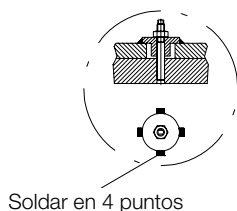


Figura 7.11: Sujeción del motor

**ATENCIÓN**

Los pinos, tuercas, arandelas y calces para nivelamiento se suministran con el motor cuando son solicitados por el cliente.

**NOTA**

El usuario es responsable por la instalación del motor.

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

- Vibraciones excesivas transmitidas;
- Instalaciones precarias;
- Fallas de alineamiento;
- Condiciones de almacenaje inadecuadas;
- No observación de las instrucciones antes de la partida;
- Conexiones eléctricas incorrectas.

8 CONEXIONES ELÉCTRICAS Y ATERRAMIENTO

8.1 CONEXIÓN PRINCIPAL

Los terminales del estator del motor son fijados en aislantes en la caja de conexión principal o a través de bornes de cobre, dependiendo de la forma constructiva del motor.

La localización de las cajas de conexión de fuerza, neutro y del rotor es identificada en el dibujo dimensional específico de cada motor.

Las conexiones a los terminales deben ser hechas de acuerdo con el diagrama de conexión del estator específico para el motor.

Certifíquese de que la sección y aislamiento de los cables de conexión están apropiados para la corriente y tensión del motor.

La identificación de los terminales del estator, del rotor y de la correspondiente conexión está en el esquema de conexión específico para cada motor, atendiendo las normas IEC60034-8 o NEMA MG1.

El sentido de rotación del motor puede ser alterado por la inversión de la conexión de dos fases cualquiera, no obstante, el motor debe girar en el sentido de giro especificado en la placa de conexión y por la flecha indicadora, visto por el lado de la punta de eje a ser acoplada.

Motores con sentido único de rotación deben girar solamente en el sentido indicado, una vez que los ventiladores y otros dispositivos son unidireccionales.

Si el propietario desea operar el motor en la rotación opuesta a lo indicado, deberá consultar a WEG.



ATENCIÓN

Antes de efectuar las conexiones eléctricas entre el motor y la alimentación de energía, es necesario que sea hecha una verificación cuidadosa de la resistencia de aislamiento del devanado del estator y del rotor.

Para conectar los cables de alimentación principal del motor, destornille la tapa de las cajas de conexión del estator, corte los anillos de sellado (motores normales sin prensa cables) según los diámetros de los cables a ser utilizados y coloque los cables dentro de los anillos.

Corte los cables de alimentación en el largo necesario, desenfunde la extremidad y coloque los terminales a ser utilizados.

8.2 ATERRAMIENTO

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

Conecte el revestimiento metálico de los cables (si hubiera) al conductor de aterramiento común. Corte el conductor de aterramiento en el largo adecuado y conéctelo al conector existente en la caja de conexión y/o en la carcasa.

Fije firmemente todas las conexiones.

Generalmente, el sistema de aterramiento está localizado en el motor de la siguiente forma:

- 01 terminal de aterramiento en el interior de la caja de conexión;
- 02 terminales de aterramiento fijados en la carcasa en lados opuestos;



ATENCIÓN

No utilice arandelas de acero u otro material mal conductor de corriente eléctrica en la fijación de los terminales.

Antes de ser efectuadas las conexiones, se sugiere que sea aplicada una grasa de protección en los contactos de todas las conexiones.

Coloque todos los anillos de sellado en las respectivas ranuras. Cierre la tapa de la caja de conexión, siempre observando si los anillos de sellado están puestos correctamente.

8.3 ESQUEMAS DE CONEXIÓN

A seguir son mostrados los esquemas de conexiones orientadores para motores de inducción con rotor devanado y para protección contra variaciones (condensador y pararrayos).

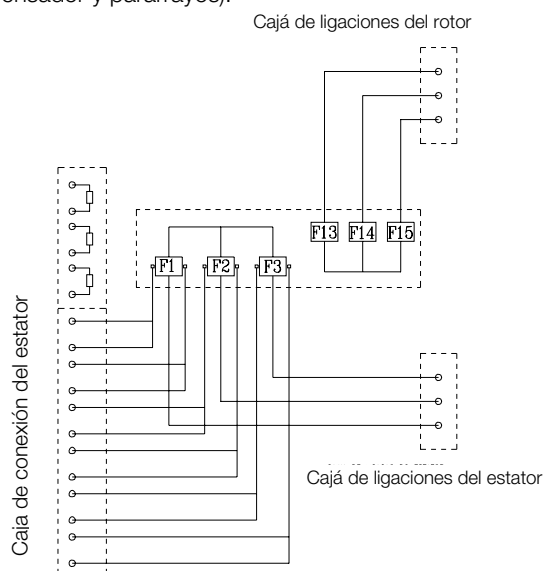


Figura 8.1: Esquema de conexión general.

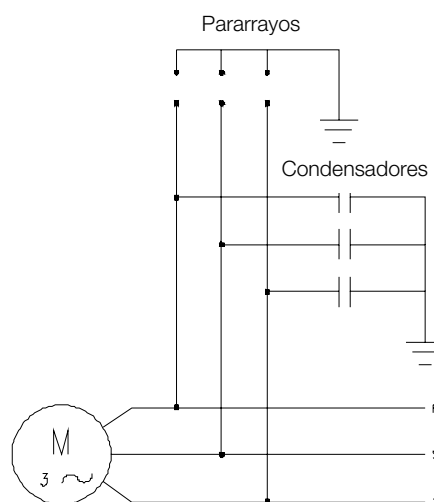


Figura 8.2: Esquema de conexión general para motores con pararrayos y condensadores.

8.4 ESQUEMAS DE CONEXIÓN - ESTATOR Y ROTOR (NORMA IEC 60034-8)

Los esquemas de conexión a seguir muestran la identificación de los terminales en la caja de conexión y las conexiones posibles para el estator (fases) y rotor de los motores de inducción trifásicos de anillos.

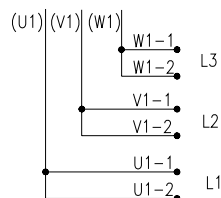
Los números descritos en cada esquema en la tabla de abajo sirven para que el usuario identifique el esquema de conexión a través de una placa fijada en el motor donde están descritos los números de los códigos correspondientes a los esquemas de conexión del estator y accesorios:

3 BORNES		6 BORNES					
9100 U V W L1 L2 L3		9101 Δ Y W2 U2 V2 U1 V1 W1 L1 L2 L3		9102 Δ 1U 1V 1W 2W 2V 2U L1 L2 L3 MENOR VELOCIDAD		9103 YY 1U 1V 1W 2W 2V 2U L1 L2 L3 MAYOR VELOCIDAD	
3 BORNES + NEUTRO							
9121 U V W N L1 L2 L3 N							



NOTA

Cuando son utilizados 2 o más cables de conexión del motor en paralelo, con el objetivo de dividir la corriente eléctrica, la identificación de estos cables es hecha con un sufijo adicional separado por un guión, según ejemplo abajo:



8.5 ESQUEMAS DE CONEXIÓN - ESTATOR Y ROTOR (NORMA NEMA MG1)

3 BORNES		6 BORNES		6 BORNES - DAHLANDER									
9200		9201		9202	9203	9204	9205	9206					
T1 T2 T3 L1 L2 L3		T6 T4 T5 T1 T2 T3 L1 L2 L3		T1 T2 T3 T6 T5 T4 L1 L2 L3	T1 T2 T3 T6 T5 T4 L1 L2 L3	T1 T2 T3 T6 T5 T4 L1 L2 L3	T1 T2 T3 T6 T5 T4 L1 L2 L3	T1 T2 T3 T6 T5 T4 L1 L2 L3					
3 BORNES + NEUTRO													
9221													
T1 T2 T3 N L1 L2 L3 N													
				MENOR VELOCIDAD		MAYOR VELOCIDAD		MENOR VELOCIDAD		MENOR VELOCIDAD		MAYOR VELOCIDAD	

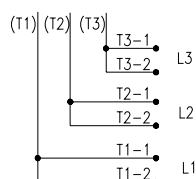
9 BORNES				12 BORNES			
9207 ΔΔ T4 T5 T6 T7 T8 T9 T1 T2 T3 L1 L2 L3	9208 Δ T4 T5 T6 T7 T8 T9 T1 T2 T3 L1 L2 L3	9209 YY T4 T5 T6 T7 T8 T9 T1 T2 T3 L1 L2 L3	9210 Y T4 T5 T6 T7 T8 T9 T1 T2 T3 L1 L2 L3	9211 ΔΔ T11 T12 T10 T5 T6 T4 T8 T9 T7 T2 T3 T1 L2 L3 L1	9212 YY T11 T12 T10 T5 T6 T4 T8 T9 T7 T2 T3 T1 L2 L3 L1	9213 Δ T11 T12 T10 T5 T6 T4 T8 T9 T7 T2 T3 T1 L2 L3 L1	9214 Y T11 T12 T10 T5 T6 T4 T8 T9 T7 T2 T3 T1 L2 L3 L1

12 BORNES - (part winding)				ROTOR	
9215 T11 T12 T10 T5 T6 T4 T8 T9 T7 T2 T3 T1 L2 L3 L1 PARA PARTIDA EN Y	9216 T11 T12 T10 T5 T6 T4 T8 T9 T7 T2 T3 T1 L2 L3 L1 PARA PARTIDA EN Δ	9217 T11 T12 T10 T5 T6 T4 T8 T9 T7 T2 T3 T1 L2 L3 L1 Y SÓLO PARA PARTIDA	9218 T11 T12 T10 T5 T6 T4 T8 T9 T7 T2 T3 T1 L2 L3 L1 PARA VELOCIDAD NOMINAL	9220 M1 M2 M3 L1 L2 L3	9219 M1 M2 M3 L1 L2 L3



NOTA

Cuando son utilizados 2 o más cables de conexión del motor en paralelo, con el objetivo de dividir la corriente eléctrica, la identificación de estos cables es hecha con un sufijo adicional separado por un guión, según ejemplo abajo:



8.6 SENTIDO DE ROTACIÓN

- El sentido de rotación está descrito en la placa de identificación y debe ser visto en la extremidad del eje del lado accionado del motor. Debe ser verificado antes de acoplar el motor en la máquina accionada.
- Motores con la identificación de los terminales y conexiones descritas en los ítems 9.4 y 9.5 de este manual poseen **sentido de rotación horario**.
- Para invertir el sentido de la rotación se debe invertir la conexión de dos fases.
- Los Motores con sentido único de rotación, indicados en la placa de identificación y por una flecha fijada en la carcasa, poseen ventilador unidireccional y deben operar solamente en el sentido especificado. Para inversión del sentido de rotación de motores unidireccionales, se debe consultar a WEG.

8.7 ESQUEMAS DE CONEXIÓN DE LOS ACCESORIOS

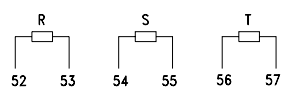
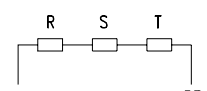
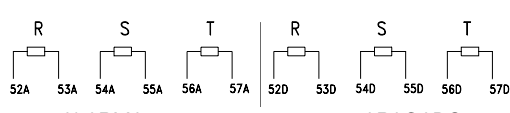
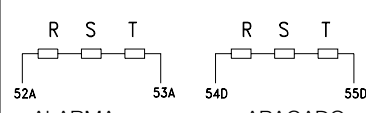
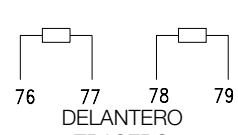
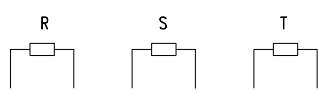
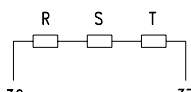
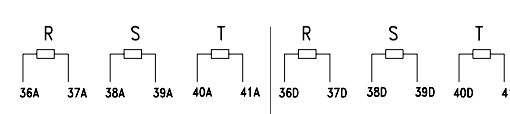
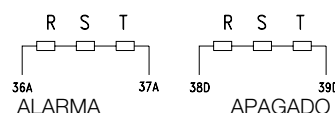
Los esquemas de conexión a seguir muestran la identificación de los terminales en la caja de conexión y las conexiones de los accesorios.

Los números descritos en cada esquema sirven para que el usuario identifique la conexión de los accesorios correspondiente a su motor, a través de una placa de fijada en el motor, donde están descritos los números de los códigos correspondientes a los esquemas de conexión del estator y accesorios.

Identificación general de los terminales de los accesorios

16 a 19	=	Resistencias de calentamiento.
20 a 27	=	Termoresistencias en el estator.
36 a 43	=	Termistores en el estator.
52 a 59	=	Termostatos en el estator.
68 a 71	=	Termoresistencias en los cojinetes.
72 a 75	=	Termistores en los cojinetes.
76 a 79	=	Termostatos en los cojinetes.
80 a 82	=	Tacogeneradores.
88 a 91	=	Termómetros.
92 y 93	=	Frenos.
94 a 99	=	Transformadores de corriente.

Esquemas de conexión de los accesorios

TERMOSTATOS		
9029 EN EL ESTATOR 1 POR FASE 	9030 EN EL ESTATOR 1 POR FASE EN SÉRIE 	9031 EN EL ESTATOR 2 POR FASE 
9032 EN EL ESTATOR 2 POR FASE EN SÉRIE 	9036 EN LOS COJINETES 1 POR COJINETE 	
TERMISTORES		
9025 EN EL ESTATOR 1 POR FASE 	9026 EN EL ESTATOR 1 POR FASE EN SÉRIE 	9027 EN EL ESTATOR 2 POR FASE 
9028 EN EL ESTATOR 2 POR FASE EN SÉRIE 	9035 EN LOS COJINETES 1 POR COJINETE 	

TERMOSENSORES – PT100		
9021 EN EL ESTATOR 1 POR FASE 	9022 EN EL ESTATOR 1 POR FASE CON 3 ALAMBRES 	9023 EN EL ESTATOR 2 POR FASE
9024 EN EL ESTATOR 2 POR FASE CON 3 ALAMBRES 	9033 EN LOS COJINETES 1 POR COJINETE 	9034 EN LOS COJINETES 1 POR COJINETE CON 3 ALAMBRES
RESISTENCIA DE CALENTAMIENTO (tensión única)		RESISTENCIA DE CALENTAMIENTO (tensión doble)
9038 	9039 CON TERMOSTATO 	9410 MENOR TENSIÓN MAIOR TENSIÓN
TERMÔMETRO (Cojinete delantero)		TERMÔMETRO (Cojinete trasero)
9037 	9037 	

Accesorios adicionales

En motores con más de 1 rodamiento por cojinete, el sensor de temperatura utilizado en el rodamiento extra, es identificado con el número correspondiente al primer rodamiento precedido del número **1** (para 1 rodamiento extra) o **2** (para 2 rodamientos extras)

Ejemplo: Motor con cojinete trasero compuesto de 2 rodamientos - 1 PT100 con 3 alambres por rodamiento.

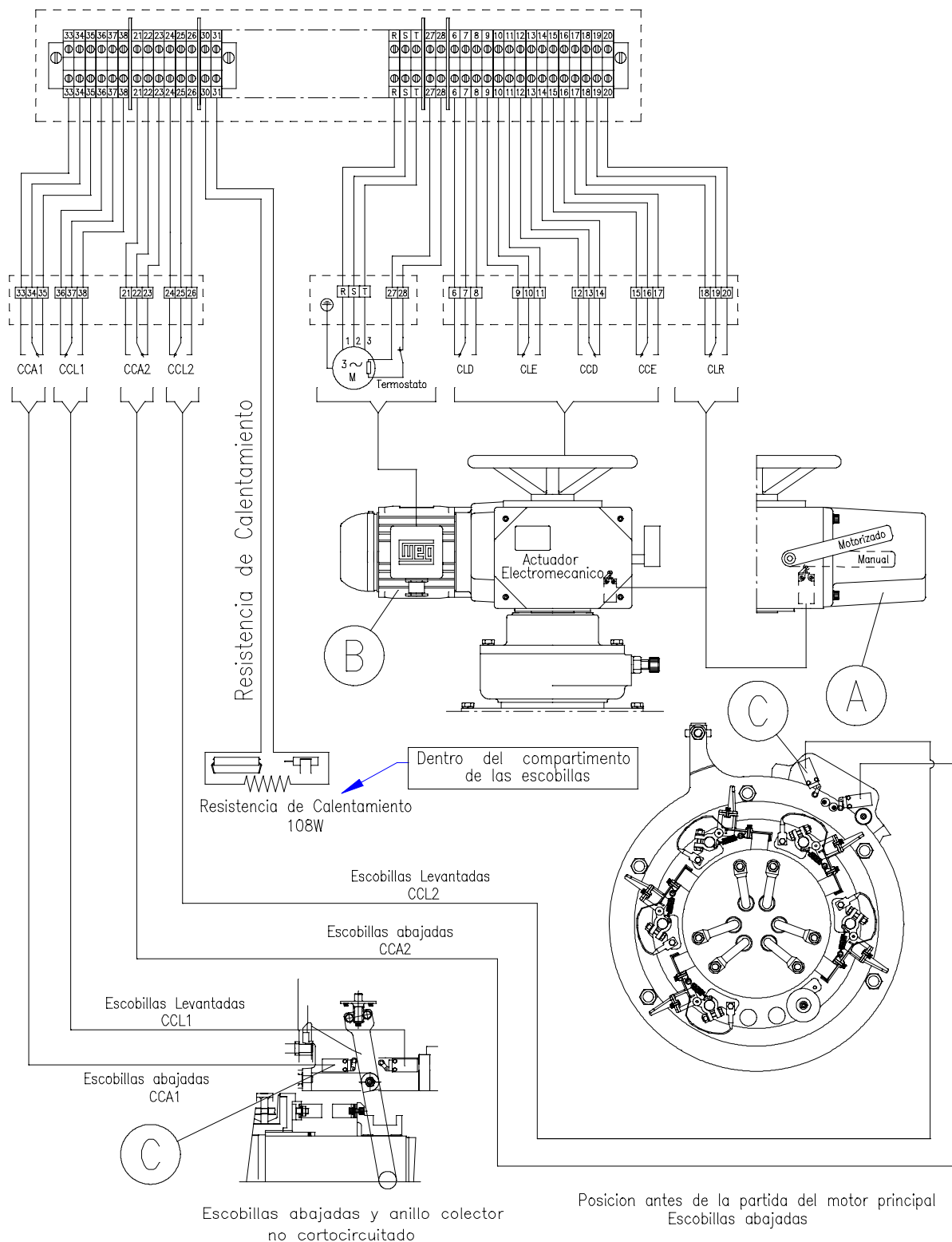
El primer rodamiento es identificado con la numeración 70 - 70 - 71 y el segundo con la numeración 170 - 170 - 171.

La misma regla descrita encima se aplica también para sensores extras en el estator o termómetros extras en los cojinetes.

8.8 ESQUEMAS DE CONEXIÓN – PORTA ESCOBILLAS MOTORIZADO

Los esquemas de conexión a seguir muestran los terminales en la caja de conexión y las conexiones del sistema motorizado de levantamiento de las escobillas para motores de anillos que poseen este dispositivo:

8.8.1 Condición para operación con escobillas bajadas y anillos colectores no cortocircuitados



Descripción de los componentes:

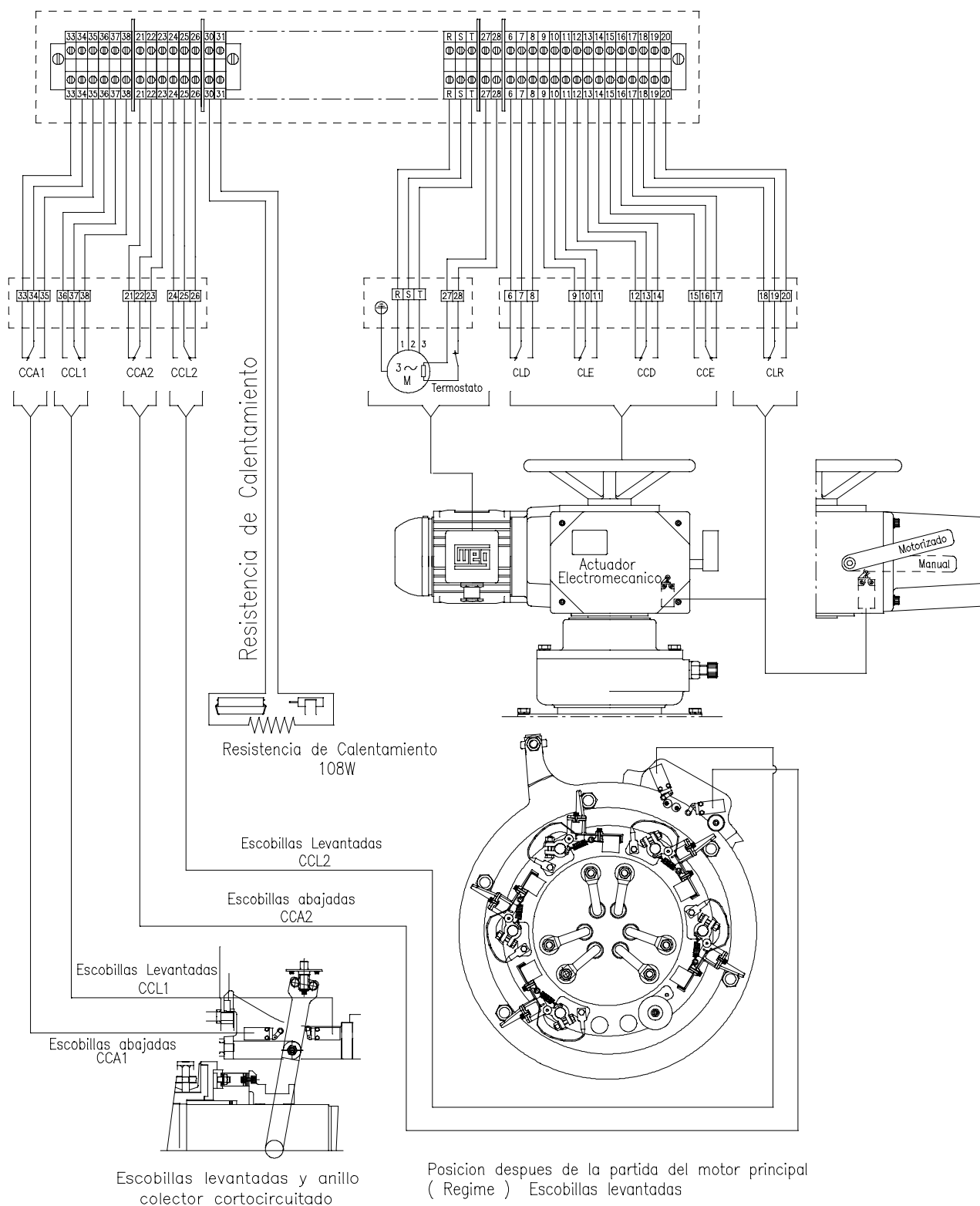
A - Posicionador electromecánico

B - Motor trifásico carc. 71 - 06 Polos - 0,25kW - F.C. B3E - IPW55 - Flange C105 - DIN 42948.

Tensión y frecuencia según solicitud al cliente.

C - Llave fin de curso con doble aislamiento.

8.8.2 Condición para la operación con escobillas levantadas y anillos colectores cortocircuitados



8.8.3 Lógica de operación de la porta escobillas motorizado

OPERACIÓN MOTORIZADA:

1) Condición para operación con escobillas bajadas y anillos colectores no cortocircuitados.

Para garantizar que las escobillas estén bajadas y los anillos colectores no cortocircuitados, las llaves:

- CCA1** - contactos 34 y 35,
 - CCA2** - contactos 22 y 23,
 - CCD** - contactos 13 y 14,
- deben estar cerradas.

Al accionar el posicionador electromecánico, la llave **CCD**, localizada en el posicionador electromecánico, posiciona las escobillas correctamente en la condición de partida (escobillas abajadas) mientras que las llaves de señalización **CCA1** y **CCA2**, instaladas internamente en el compartimiento de las escobillas, confirman esta condición.

Con esta lógica el motor está apto para partir.

2) Condición para la operación con escobillas levantadas y anillo colector cortocircuitado.

Para garantizar que las escobillas estén levantadas y los anillos colectores cortocircuitados, las llaves:

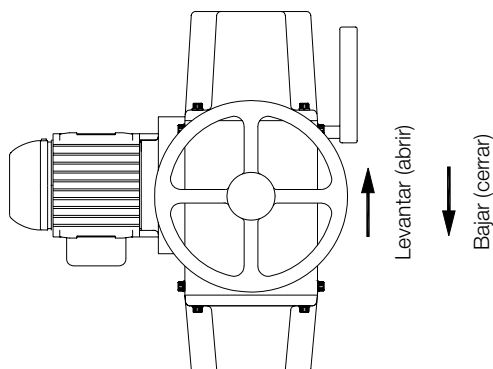
- CCL1** - contactos 37 y 38,
 - CCL2** - contactos 25 y 26,
 - CCE** - contactos 16 y 17,
- deben estar cerradas.

Al accionar el posicionador electromecánico para levantar las escobillas, la llave **CCE**, localizada en el posicionador electromecánico, posiciona las escobillas correctamente en la condición de escobillas levantadas, mientras que las llaves de señalización **CCL1** y **CCL2**, instaladas internamente en el compartimiento de las escobillas, confirman esta condición.

Con esta lógica el motor está en régimen.

OPERACIÓN MANUAL:

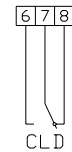
Sentido de giro del volante



SIMBOLOGÍA:

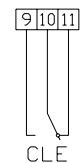
CLD = Llave de torque para apagado en sobrecarga durante el rebajamiento de las escobillas (o inversión de fases).

Si hubiera falla en el CCD.



CLE = Llave de torque para apagado en sobrecarga durante el levantamiento de las escobillas (o inversión de las fases).

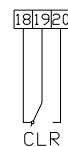
Si hubiera falla en el CCE.



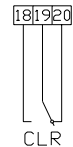
CCD = Llave fin de curso del posicionador electromecánico para indicar cuando las escobillas estuvieran totalmente bajadas.

CCE = Llave fin de curso del posicionador electromecánico para indicar cuando las escobillas estuvieran totalmente levantadas.

CLR = Llave selectora indicando posición manual o motorizado.



Accionamiento remoto



Accionamiento manual

LLAVES FIN DE CURSO ADICIONALES PARA SEÑALIZACIÓN

CCL1 y **CCL2** = Llave fin de curso para indicar cuando las escobillas estuvieran totalmente levantadas.

CCA1 y **CCA2** = Llave fin de curso para indicar cuando las escobillas estuvieran totalmente bajadas.



ATENCIÓN

Las llaves de señalización **CCL1**, **CCL2**, **CCA1** y **CCA2** no deben ser utilizadas para accionar (enciende-apaga) el posicionador electromecánico.

9 PROTECCIONES

En los circuitos de motores, existe, en principio, dos tipos de protección: la protección de los motores contra sobrecarga/rotor bloqueado y protección de los circuitos (terminales y de distribución) contra corto circuito. Los motores utilizados en régimen continuo deben ser protegidos contra sobrecargas por un dispositivo integrante del motor, o un dispositivo de protección independiente, generalmente con relé térmico con corriente nominal o de ajuste, igual o inferior al valor obtenido multiplicándose la corriente nominal de la alimentación a plena carga del motor por:

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

Algunos motores poseen, cuando es solicitado por el cliente, como parte integrante, dispositivos de protección contra sobreelevación de temperatura (en casos de sobrecargas, trabado del motor, baja tensión, falta de ventilación del motor), tales como: termostato (sonda térmica), termistor, termoresistencias tipo PT100.

9.1 LOCALIZACIÓN DE LAS PROTECCIONES

Los dispositivos de protección contra sobreelevación de temperatura son instalados en el estator principal, cojinetes y demás componentes que necesitan de monitoreo de temperatura y protección térmica. Estos dispositivos deben ser conectados a un sistema externo de monitoreo de temperatura y protección.

9.2 SENSORES DE TEMPERATURA

Termostato (bimetálico) - Son detectores térmicos de tipo bimetálico, con contactos de plata, normalmente cerrados. Estos se abren con determinada temperatura. Los termostatos son conectados en serie o independientes según esquema de conexión.

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



NOTA

Los termostatos y los termistores deberán ser conectados a una unidad de control que interrumpirá la alimentación del motor o accionará un dispositivo de señalización.

Termoresistencia (RTD) - ES un elemento 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 panel de control, que incluye un medidor de temperatura.



NOTA

Las termoresistencias 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 según las temperaturas predefinidas.

9.3 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. La temperatura total vale la suma de la temperatura ambiente con la elevación de temperatura (T) más la diferencia que existe entre la temperatura media del devanado y la del punto más caliente.

La temperatura ambiente es, como máximo, 40°C, por norma, encima de eso, las condiciones de trabajo son consideradas especiales.

Los valores numéricos y la composición de la temperatura admisible del punto más caliente son indicados en la tabla 9.1.

Tabla 9.1: Clase de aislamiento

Clase de aislamiento		F	H
Temperatura ambiente	°C	40	40
T = elevación de temperatura (método de la resistencia)	°C	105	125
Diferencia entre el punto más caliente y la temperatura media	°C	10	15
Total: temperatura del ponto más caliente	°C	155	180



ATENCIÓN

En caso que el motor trabaje con temperaturas de devanado por encima de los valores límites de la clase térmica, la vida útil del aislamiento y consecuentemente la del motor se reduce significativamente, o incluso puede ocasionar la quema del motor.

9.4 PROTECCIONES TÉRMICAS PARA LOS COJINETES

Los sensores de temperatura instalados en los cojinetes sirven para protegerlos de daños debido a la operación con sobretemperatura.

9.5 TEMPERATURAS PARA ALARMA Y APAGADO

El nivel de temperatura para alarma y apagado debe ser parametrizado lo más bajo posible. Este nivel puede ser determinado basándose en los resultados de tests, o a través de la temperatura de operación del motor. La temperatura de alarma puede ser ajustada para 10°C encima de la temperatura de operación del motor a plena carga, considerando la mayor temperatura ambiente del local. Los valores de temperatura ajustadas para apagado no deben sobrepasar las temperaturas máximas admisibles para el devanado del estator (según la clase de aislamiento) y cojinetes (según el tipo y sistema de lubricación).

Tabla 9.2: Temperatura máxima del estator

DEVANADO DEL ESTATOR		
Clase de Temperatura	Temperaturas máximas de ajuste de las protecciones (°C)	
	Alarma	Apagado
F	140	155
H	155	180

Tabla 9.3: Temperatura máxima de los cojinetes

COJINETES	
Temperaturas máximas de ajuste de las protecciones (°C)	
Alarma	Apagado
110	120

Tabla 9.4: 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

9.7 SENSOR DE PERDIDA DE AGUA

Motores con cambiador de calor aire-agua son provistos de sensor de pérdida de agua. La señal de este sensor debe ser utilizada para alarma.

Cuando esta protección actúa, debe ser hecha una inspección en el cambiador de calor y en el caso de que sea constatada pérdida de agua en el radiador, el motor debe ser apagado y desconectado para corregir el problema.

Verificar el tipo de sensor y la conexión del mismo en el esquema de conexión específico del motor.



ATENCIÓN

Los valores de alarma y apagado pueden ser definidos en función de la experiencia, no obstante, no deben sobrepasar a los indicados anteriormente.

Los dispositivos de protección están relacionados en el esquema de conexiones específico de cada motor. La no utilización de estos dispositivos, es de total responsabilidad del usuario, no obstante, puede ocasionar la pérdida de garantía en el caso de daños.

9.6 TEMPERATURA Y RESISTENCIA ÓHMICA DE LAS TERMORESISTENCIAS PT100

La tabla 9.4 muestra los valores de temperatura en función de la resistencia óhmica medida para termoresistencias tipo Pt100.

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

9.8 RESISTENCIA DE CALENTAMIENTO

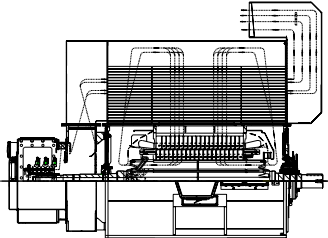
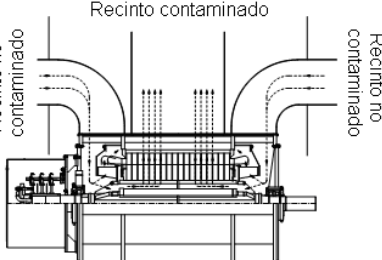
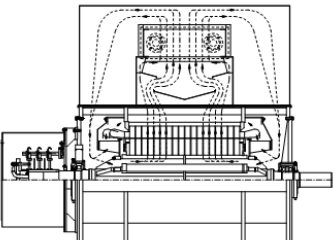
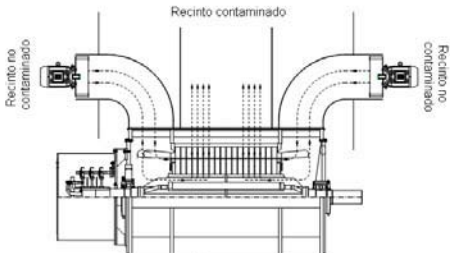
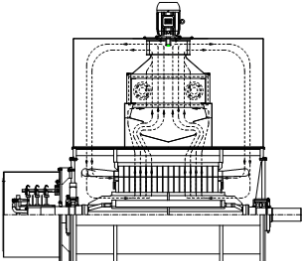
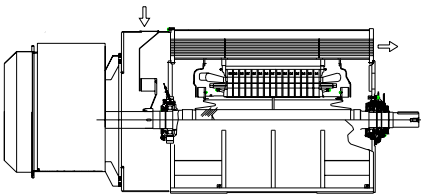
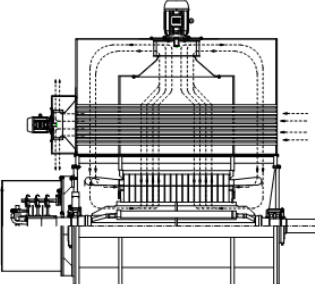
Cuando el motor se encuentra equipado con resistencia de calentamiento para impedir la condensación del agua, durante largos periodos sin operación, éstas deben ser conectadas de modo de ser siempre energizadas luego del apagado del motor y de ser desenergizadas luego que el motor entre en operación.

En el esquema de conexión del motor y en una placa de identificación específica fijada en el motor, son informados los valores de la tensión de alimentación y de la potencia de las resistencias instaladas.

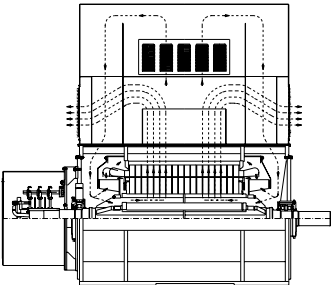
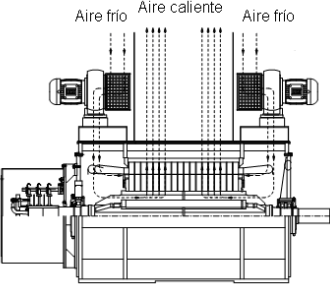
10 REFRIGERACIÓN

Debe ser hecha una correcta instalación de la máquina y del sistema de refrigeración (ventiladores, tubos de agua, ductos de aire, etc.) para garantizar su funcionamiento continuo y sin sobrecalentamientos.

10.1 MOTORES CERRADOS

 MAF Cambiador de calor aire-aire, autoventilado	 MAD Autoventilado, entrada y salida de aire por ductos
 MAW Cambiador de calor aire-agua, autoventilado	 MAT Ventilación independiente, entrada y salida de aire por ductos
 MAL Cambiador de calor aire-agua, con ventilación independiente	 MAR Autoventilado, con cambiador de calor aire-aire alrededor del motor.
 MAI Cambiador de calor aire-aire, con ventilación independiente	

10.2 MOTORES ABIERTOS

 MAA o MAP Autoventilado	 MAV Ventilación independiente
--	---

10.3 RADIADORES DE AGUA

10.3.1 Características

El **radiador** (utilizado en los modelos **MAW** y **MAL**) es un transmisor de calor de superficie proyectado para disipar calor de equipamientos eléctricos, u otros, de forma indirecta, es decir, el aire en circuito cerrado es enfriado por el radiador luego de retirar el calor proveniente de los equipamientos que deben ser refrigerados.

Con el fluido de enfriamiento se debe utilizar 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

De esta forma, la transmisión de calor se da desde el equipamiento hacia el aire y de éste para el agua.

- Los dispositivos de protección del sistema de refrigeración deben ser monitoreados periódicamente.
- Las entradas y salidas de aire y de agua no deben ser obstruidas, ya que pueden causar sobrecalentamiento, e incluso, la quema del motor.



ATENCIÓN

Los datos de los radiadores que componen al cambiador de calor aire-agua están descritos en la placa de identificación de los mismos y en el dibujo dimensional del motor. Estos datos deben ser seguidos para el correcto funcionamiento del sistema de ventilación del motor y así evitar el sobrecalentamiento.

10.3.2 Radiadores para aplicación con agua de mar



ATENCIÓN

En casos de trabajo con agua de mar, para evitar corrosión prematura, los materiales en contacto con el agua (tubos y espejos) deben ser resistentes a la corrosión.

Además de eso, los radiadores pueden poseer ánodos de sacrificio (por ejemplo: Zinc o Magnesio) según figura 10.1, los cuales son corroídos durante la operación del cambiador, protegiendo a los cabezales.

De esta forma, estos ánodos deben ser sustituidos periódicamente, de acuerdo con el grado de corrosión presentado, para mantener la integridad de los cabezales.

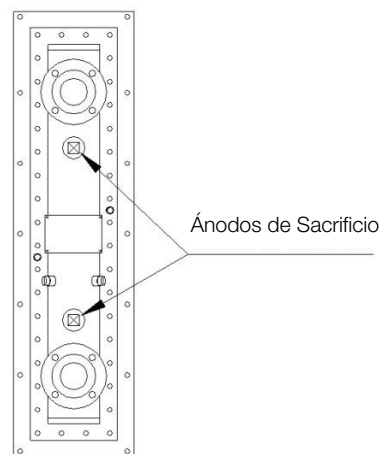


Figura 10.1: Radiador con ánodos de sacrificio



NOTA

El tipo, cantidad y posición de los ánodos de sacrificio puede variar de acuerdo con la aplicación.

10.4 VENTILADORES INDEPENDIENTES

Los **ventiladores independientes** utilizados en los modelos **MAL**, **MAI**, **MAT** y **MAV** poseen, normalmente, un motor asíncrono trifásico. La caja de conexión de este motor está normalmente localizada en la carcasa del mismo. Los datos característicos (frecuencia, tensión, etc.) están en la placa de características de este motor y el sentido de rotación es indicado por una placa con una flecha fijada en la carcasa del ventilador, cercana al mismo.



NOTA

Verifique, visualmente, el sentido de rotación del ventilador independiente antes de encender la máquina. Si el ventilador estuviera girando con sentido incorrecto, la conexión de 2 fases del ventilador debe ser invertida.

Los **filtros de aire**, que protegen el interior del motor contra contaminación, deben ser verificados. Los filtros deben estar en perfectas condiciones para asegurar la correcta operación del sistema de refrigeración y protección continua a las partes internas sensibles del motor.

11 PARTIDA

La partida de los motores de anillos debe ser hecha utilizando un reóstato externo conectado al circuito rotórico, a través, del conjunto de escobillas y anillos colectores.

La función del reóstato de partida es reducir la corriente y aumentar el conjugado de partida del motor.

A medida que el motor va ganando velocidad, el reóstato debe disminuir su resistencia progresivamente, hasta alcanzar el menor valor posible, entonces el mismo debe ser cortocircuitado, cuando el motor pasa a funcionar en su régimen nominal. Es posible regular el reóstato, de forma que se obtenga el conjugado de partida igual, o próximo, al valor del propio conjugado máximo del motor. Una excepción es hecha a los reóstatos especiales, destinados a variar la rotación del motor, los cuales son proyectados para permanecer conectados con el motor, variando su resistencia dentro de valores preestablecidos.

11.1 PARTIDA DE MOTORES CON PORTA ESCOBILLAS MOTORIZADO

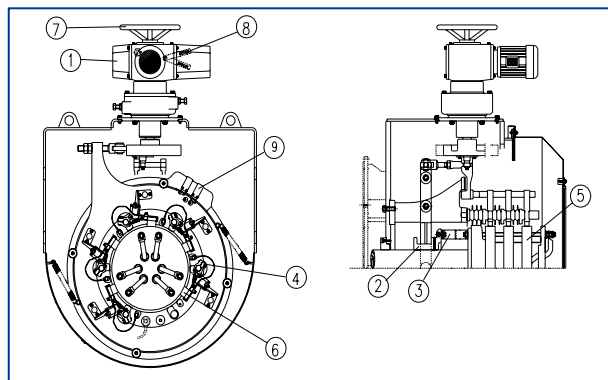


Figura 11.1: Dispositivo para levantamiento de las escobillas.

11.1.1 Condiciones para partida del motor

Además de los procedimientos normales de partida del motor, el sistema de levantamiento de las escobillas debe obedecer al siguiente orden para accionamiento:

1. El reóstato externo debe estar ajustado con el valor máximo de resistencia;
2. El disyuntor de cortocircuito del reóstato debe estar abierto;
3. Los contactos de cortocircuito del rotor deben estar abiertos, confirmado por el cierre de la llave fin de curso **CCA1**;
4. Las escobillas deben estar bajadas, confirmado por el cierre de la llave fin de curso **CCA2** (9);
5. El posicionador electromecánico (1) debe estar en la posición de partida del motor, confirmada por la llave fin de curso **CCD**;
6. Ninguna llave fin de curso de torque **CLD** o **CLE** debe estar actuada.
7. El posicionamiento correcto del sistema, antes de la partida, podrá ser hecho por el comando motorizado, accionándose el posicionador electromecánico (1).

11.1.2 Luego de la partida

Cuando el motor alcance la rotación nominal, se debe ejecutar el procedimiento de cortocircuitamiento de los anillos colectores y el levantamiento de las escobillas, accionándose el posicionador electromecánico (1), atendiendo la siguiente lógica:

1. El reóstato de partida externa debe estar en su valor mínimo de resistencia;
2. Cerrar el disyuntor de cortocircuito reóstato;
3. Proceder al cierre de los contactos de cortocircuito del rotor y al levantamiento de las escobillas del motor, a través del posicionador electromecánico;

4. El cortocircuitamiento de los anillos es hecho a través del casquillo deslizante (2) que soporta los contactos de cortocircuitos (3). Enseguida, es accionado el mecanismo de levantamiento de las escobillas (4).
5. Cuando las escobillas estuvieran totalmente levantadas, el posicionador electromecánico es apagado, a través de la llave fin de curso **CCE**.
6. Confirmar la conclusión del procedimiento, a través de las llaves **CCL1**, **CCL2** y **CCE**, según lógica de funcionamiento del porta escobillas motorizado descrito en este manual.
7. Ninguna llave fin de curso de torque **CLD** o **CLE** debe estar actuada;
8. El motor debe proseguir su funcionamiento en régimen, con las escobillas levantadas y los anillos colectores cortocircuitados.



ATENCIÓN

Aunque el reóstato esté con su valor mínimo de resistencia, debe ser corto-circuitado antes de corto-circuitar los anillos colectores del motor, para evitar chispas durante el cierre de los contactos, que pueden danificarlos. Luego de la partida del motor, las escobillas no podrán permanecer en contacto con los anillos colectores, lo que puede causar desgaste excesivo en las mismas y en los anillos colectores, así como también, causar daños al sistema de levantamiento de escobillas.

Importante

- Cuando una de las llaves de torque **CLE** o **CLD** actúe, debe ser evitado el uso del sistema nuevamente, antes de que sea verificado el motivo por el cual las mimas actuaron.
- El usuario deberá instalar una señalización indicando el funcionamiento de la lógica del sistema, en el panel de comando del dispositivo motorizado de levantamiento de escobillas.
- El sistema de comando y señalización, para el dispositivo de levantamiento de escobillas, el reóstato externo y el disyuntor de cierre del reóstato no son ítems suministrados por WEG.

11.1.3 Accionamiento manual

En el caso de la imposibilidad de accionamiento del sistema motorizado, el conjunto de escobillas puede ser accionado manualmente a través del volante (7) localizado en la parte superior del posicionador electromecánico. La alteración del tipo de comando es hecha a través de la palanca (8). La llave selectora **CLR** indica a posición de la palanca (8) para ejecución del comando motorizado o manual.

12 COMISIONAMIENTO

12.1 EXAMEN PRELIMINAR

Antes de ser dada la partida inicial del motor, o luego de un largo tiempo sin operación, los siguientes ítems deben ser verificados:

1. Los tornillos de fijación del motor deberán estar apretados;
2. Medir la resistencia de aislamiento de los devanados, certificándose que está con el valor prescrito;
3. Verificar si el motor está limpio y si fueron removidos los embalajes, instrumentos de medición y dispositivos de alineamiento del área de trabajo del motor;
4. Las partes de conexión del acoplamiento deben estar en perfectas condiciones, debidamente apretadas y engrasadas donde fuera necesario;
5. El motor debe estar alineado correctamente;
6. Verificar si los cojinetes están debidamente lubricados. El lubricante debe ser del tipo especificado en la placa de características.
7. Verificar el nivel de aceite en los motores con cojinetes lubricados a aceite y los cojinetes con lubricación forzada deben estar con el flujo y presión de aceite, según descrito en su placa de características;
8. Inspeccionar las conexiones de los cables de los accesorios (protectores térmicos, aterramiento, resistencias de calentamiento, etc.);
9. Verificar si todas las conexiones eléctricas están de acuerdo con el esquema de conexión del motor;
10. El motor debe estar correctamente aterrado;
11. Los conductores conectados a los bornes principales del estator y del rotor deben estar suficientemente firmes de modo de imposibilitar un cortocircuito o que se suelten;
12. Inspeccionar el sistema de refrigeración. En los motores con refrigeración a agua, inspeccionar el funcionamiento del sistema de alimentación de agua de los radiadores. En motores con ventilación independiente, verificar el sentido de rotación de los ventiladores.
13. Las entradas y salidas de aire del motor deben estar desobstruidas;
14. Las partes móviles del motor deben ser protegidas para evitar accidentes;
15. Las tapas de las cajas de conexión deben ser fijadas correctamente;
16. Todos los tornillos del motor deben estar debidamente apretados;
17. Verificar si la tensión y la frecuencia de alimentación están de acuerdo con los datos de la placa del motor;
18. Verificar las condiciones de los porta escobillas y anillos colectores;
19. Verificar si las escobillas están correctamente asentadas, si están alineadas con los anillos colectores y si se deslizan fácilmente dentro de los porta escobillas;
20. Inspeccionar el funcionamiento del sistema de levantamiento de las escobillas (si hubiera);
21. Verificar el réostato de partida y su conexión con el motor.

12.2 PARTIDA INICIAL

Luego de haber sido tomados todos los cuidados de verificación de los ítems anteriores, los siguientes procedimientos deben ser seguidos para efectuar la partida inicial del motor:

1. Apagar las resistencias de calentamiento;
2. Ajustar las protecciones en el panel de control;
3. En cojinetes lubricados a aceite, verificar el nivel de aceite;
4. En cojinetes con lubricación forzada, conectar el sistema de circulación de aceite y verificar el nivel, el flujo y la presión de aceite, certificándose de que están de acuerdo con los datos de la placa.
5. En caso que el sistema posea equipamiento para detección de flujo de aceite, se debe aguardar la señal de retorno de flujo del sistema de circulación de ambos cojinetes, lo cual certifica la llegada del aceite a los cojinetes;
6. Encender el sistema de agua industrial de enfriamiento verificando el flujo y la presión necesaria (motores con cambiador de calor aire-agua);
7. Encender los ventiladores (motores con ventilación forzada);
8. Girar el eje del motor lentamente, certificándose de que no exista ninguna pieza arrastrando o ruidos anormales;
9. Luego de que las etapas anteriores hayan sido concluidas, se puede proseguir con la secuencia de partida del motor;
10. Accionar el motor en vacío, certificándose que gira levemente sin ruidos extraños;
11. Verificar el sentido de la rotación con el motor desacoplado (observar que para invertir el sentido de la rotación, basta invertir la conexión a la red de 2 terminales cualesquiera).



ATENCIÓN

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

12. Mantenga el motor girando en la rotación nominal y anote los valores de las temperaturas en los cojinetes en intervalos de 1 minuto, hasta que se tornen constantes. Cualquier aumento repentino de la temperatura de los cojinetes indica anomalía en la lubricación o en la superficie de fricción.
13. Monitorear la temperatura, nivel de aceite de los cojinetes los niveles de vibración. En caso que exista una variación significativa, se debe interrumpir la partida del motor, para evaluar las posibles causas.
14. Cuando las temperaturas de los cojinetes se tornen constantes se puede proceder a los demás pasos para operación del motor.



ATENCIÓN

El no cumplimiento de los procedimientos descritos anteriormente puede perjudicar el desempeño de los motores, pudiendo ocurrir daños, o incluso, la quema de los mismos, problemas que no son cubiertos por el término de garantía WEG.

12.3 OPERACIÓN

Los procedimientos de operación varían considerablemente en función de la aplicación del motor y del tipo de equipamiento de control utilizado. Solamente los procedimientos generales son descritos en esta sección, ya que los procedimientos de operación del sistema de control deben ser consultados en el manual específico de este equipamiento.

12.3.1 General

Luego de un primer teste de partida exitoso, acoplar el motor y la carga accionada y entonces el procedimiento de partida puede ser reiniciado según sigue:

- Accionar el motor acoplado a la carga hasta alcanzar su estabilidad térmica y observar si aparecen ruidos y vibraciones anormales o calentamiento excesivo. En caso de que hubiera variaciones de vibración significativas, en el conjunto, entre la condición inicial de funcionamiento y la condición post estabilidad térmica, es necesario verificar el alineamiento y el nivelamiento.
- Comparar la corriente eléctrica de línea absorbida, con el valor indicado en la placa de identificación.
- En régimen continuo, sin oscilación de carga, éste no debe exceder al valor del producto de la corriente nominal y del factor de servicio indicado en la placa.
- Todos los instrumentos y aparatos de medición y control deberán quedar bajo observación permanente, a fin de que puedan ser constatadas y sanadas eventuales alteraciones y sus causas.



ATENCIÓN

Levantar a real condición de carga a la que el motor será sometido, en régimen de trabajo, y si fuera necesario, redimensionar el conjunto de escobillas. En caso de duda, consultar a WEG.

12.3.2 Temperaturas

- La temperatura de los cojinetes, devanado del estator y del aire de ventilación deben ser monitoreadas mientras que el motor estuviera operando.
- Las temperaturas de los cojinetes y del devanado del estator deben estabilizarse en un período de 4 a 8 horas de funcionamiento.
- La temperatura del devanado del estator depende de la carga, por eso el valor de la potencia de la máquina accionada también debe ser monitoreado durante el funcionamiento del motor.

12.3.3 Cojinetes

La partida del sistema debe ser observada cuidadosamente, así como las primeras horas de operación.

Antes de la partida verifique:

- Si el sistema de lubricación externa (si hubiera) está encendido;
- Si el lubricante utilizado está de acuerdo con el especificado.
- Las características del lubricante.
- El nivel de aceite (cojinetes lubricados a aceite).
- Las temperaturas de alarma y apagado ajustadas para el cojinete.

- Durante la primera partida se debe estar atento a vibraciones o ruidos.
- En caso que el cojinete no trabaje de manera silenciosa y uniforme, el motor debe ser apagado inmediatamente.
- El motor debe operar durante varias horas hasta que la temperatura de los cojinetes se estabilice, dentro de los límites citados anteriormente.
- En caso de que ocurra una sobreelevación de temperatura, el motor deberá ser apagado para verificación de los cojinetes y sensores de temperatura.
- Luego de alcanzada la temperatura de trabajo de los cojinetes, verifique si no hay pérdidas por los plugs, juntas o por la punta de eje.

12.3.4 Radiadores

- Controlar la temperatura del radiador, antes y después, y eventualmente, corregir el flujo de agua.
- Regular la presión del agua, apenas si fuera necesario, para vencer la resistencia en las tubuladuras y en el radiador.
- Para control de operación, recomendamos prever termómetros en el lado del aire y en las tubuladuras de agua, antes y después del funcionamiento, registrando las temperaturas en determinados espacios de tiempo.
- Por ocasión de la instalación de termómetros, pueden ser instalados los instrumentos de registro o señalización (sirena, lámparas) en determinados locales.

Verificación del desempeño del radiador

- Para control de operación, se recomienda que las temperaturas del agua y del aire, pre y post 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 operación normal. Esta diferencia debe ser periódicamente controlada. En caso de que se constate un aumento en esta diferencia, luego de un largo período de operación normal, probablemente el radiador debe ser limpiado.
- Una reducción del desempeño, o un daño en el radiador, podrá también ocurrir por acumulación de aire en el interior del mismo. En ese caso, una desaereación del radiador y de las tubuladuras de agua podrá corregir el problema;
- El diferencial de presión del lado del agua puede ser considerado como un indicador de necesidad de limpieza del radiador.
- Se recomienda también la medición y registro de los valores de la presión diferencial del agua pre y post radiador. Periódicamente, los nuevos valores medidos son comparados con el valor original, donde un aumento de la presión diferencial indicará la necesidad de limpieza del radiador.

12.3.5 Vibración

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

Las mediciones de vibración son realizadas en el cojinete trasero y delantero, en las direcciones vertical, horizontal y axial.

Cuando el cliente envía el medio manguito de acoplamiento a WEG, el motor es balanceado con el medio manguito montado en el eje. En caso contrario, de acuerdo con las normas encima, el motor es balanceado con media chaveta (es decir, el canal de chaveta es relleno con una barra del mismo ancho, espesura y altura que el canal de chaveta, durante el balanceo). Los niveles máximos de vibración recomendados por WEG, para motores en operación, son informados en la tabla 12.1. Esos valores son orientativos y genéricos, ya que deben ser consideradas las siguientes condiciones específicas de la aplicación:

Tabla 12.1: Vibración (RMS)

Rotación nominal (rpm)	Niveles de Vibración (mm/s RMS)			
	Carcasa	< 355	355 a 630	> 630
$600 \leq n \leq 1800$	Alarma	4,5	4,5	5,5
	Apagado	7,0	7,0	8,0
$1800 < n \leq 3600$	Alarma	3,5	4,5	5,5
	Apagado	5,5	6,5	7,5

Las causas de vibración encontradas más frecuentemente en el campo son:

- Desalineamiento entre el motor y el equipamiento accionado;
- Fijación del motor a la base inadecuada, con “calces sueltos” debajo de uno o más pies del motor, y tornillos de fijación mal apretados;
- Base inadecuada, o con falta de rigidez;
- Vibraciones externas provenientes de otros equipamientos.



ATENCIÓN

Operar el motor con valores de vibración mayores de los descritos encima puede perjudicar su vida útil y/o su desempeño.

12.3.6 Límites de vibración del eje

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

La vibración del eje, en estos motores, es medida y debe atender las normas IEC 60034-14 o NEMA MG 1. Los valores de alarma y apagado de la tabla 12.2 representan valores de vibración del eje admisibles para máquinas eléctricas acopladas, según norma ISO7919-3.

Estos valores son orientativos y genéricos, siendo que las condiciones específicas de la aplicación deben ser consideradas, principalmente la holgura diametral entre el eje y el cojinete.

Tabla 12.2: Vibración del eje

Rotación Nominal (rpm)	Vibración del Eje (μm pico a pico)			
	Carcasa	280 y 315	355 a 450	> 450
1800	Alarma	110	130	150
	Apagado	140	160	190
3600	Alarma	85	100	120
	Apagado	100	120	150



ATENCIÓN

Operar el motor con valores de vibración del eje en la región de alarma, o apagado, puede causar daños al casquillo del cojinete.

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

- Problemas de desbalanceo, acoplamiento u otros problemas que repercuten también en la vibración de la máquina;
- Problemas de forma del eje en la región de medición, minimizados durante la fabricación;
- Tensión o magnetismo residual en la superficie del eje donde es hecha la medición;
- Rasguños, golpes o variaciones en el acabado del eje, en la región de medición.

12.3.7 Apagado

El apagado del motor depende de su aplicación, no obstante las principales orientaciones son:

- Reducir la carga del equipamiento accionado, si fuera posible;
- Abrir el disyuntor principal;
- Encender la resistencia de calentamiento (si hubiera), si no fuera hecho automáticamente por dispositivos de comando.
- Apagar el sistema de circulación de aceite de los cojinetes (si hubiera);
- Apagar el sistema de suministro de agua para los radiadores del cambiador de calor (si hubiera).



PELIGRO

Mientras que haya un motor rodando, incluso luego de apagado, tocar cualquiera de sus partes activas, constituye peligro de vida.



ATENCIÓN

Las cajas de conexión de motores equipados con condensadores no deben ser abiertas antes del tiempo de descarga:
Tiempo de descarga de los condensadores: 5 minutos después del apagado del motor.

13 MANTENIMIENTO

13.1 GENERAL

Na mantenimiento de motores eléctricos, adecuadamente aplicado, se debe:

- Mantener el motor y equipamientos asociados limpios;
- Inspeccionar periódicamente los niveles de aislamiento;
- Inspeccionar periódicamente la elevación de temperatura (devanados, cojinetes y sistema de ventilación);
- Verificar desgastes, lubricación y vida útil de los cojinetes;
- Verificar desgaste de las escobillas y anillos colectores;
- Examinar el sistema de ventilación, en cuanto al correcto flujo de aire;
- Examinar el cambiador de calor;
- Verificar los niveles de vibración de la máquina;
- Inspeccionar los equipamientos asociados (unidad hidráulica, sistema de agua, etc.)
- Inspeccionar todos los accesorios y protecciones del motor, concerniente al correcto funcionamiento y conexiones.
- La carcasa debe ser mantenida limpia, sin acumulación de aceite o polvo en su parte externa para facilitar el cambio de calor con el medio.

El no cumplimiento de uno de los ítems anteriormente relacionados, puede significar paradas no deseadas del equipamiento.

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

Cuando fuera necesario reacondicionar el motor o alguna pieza danificada, consulte a WEG.



ATENCIÓN

Siempre que fuera necesario transportar el motor, se debe observar que el eje esté debidamente trabado, a fin de evitar daños a los cojinetes. Para el trabado del eje, utilizar el dispositivo suministrado junto con el motor.

13.2 LIMPIEZA GENERAL

- La carcasa del motor debe ser mantenida limpia, sin acumulación de aceite o polvo en su parte externa, para facilitar el cambio de calor con el medio.
- También en su interior, el motor debe ser mantenido limpio, libre de polvo, detritos y aceites.
- Para limpiarlo, se deben utilizar escobillas o paño limpios de algodón. Si el polvo no fuera abrasivo, se debe emplear una aspiradora de polvo industrial, **“aspirando”** la suciedad de la tapa deflectora y eliminando toda acumulación de polvo contenido en las palas del ventilador y carcasa.
- Los detritos impregnados de aceite o humedad pueden ser limpiados con un paño embebido en solventes adecuados.
- Se recomienda una limpieza en las cajas de conexión. Que los bornes y conectores de conexión sean mantenidos limpios, sin oxidación y en perfectas condiciones. Evitar la presencia de grasa en los componentes de conexión.
- Los tubos de los cambiadores de calor aire-aire (cuando existieran) deben ser mantenidos limpios y

desobstruidos para garantizar un perfecto cambio de calor. Para limpieza de los tubos, puede ser utilizada un asta con escobilla redonda en la extremidad para retirar la suciedad acumulada.

- En caso de cambiadores de calor aire-agua, es necesaria una limpieza periódica en las tubuladuras del radiador a fin de que se retire cualquier incrustación.



NOTA

En caso que el motor posea filtros en la entrada y/o salida de aire, los mismos deberán ser limpios a través del pasaje de aire comprimido.

En caso que el polvo sea de remoción difícil, lávelo en agua fría con un detergente neutro y séquelo en la posición horizontal.

13.3 LIMPIEZA DEL COMPARTIMIENTO DE LAS ESCOBILLAS

- El compartimiento de las escobillas debe ser limpiado con aspiradora de polvo, retirando el polvo de las escobillas fuera del motor.
- Los anillos colectores deben ser limpiados con un paño limpio y seco, que no suelte partículas.
- Los espacios entre los anillos deben ser limpiados con una manguera de aspiradora de aire, con una varita de plástico en la punta.
- No deben ser usados solventes para la limpieza de los anillos colectores, pues el vapor de estos productos es perjudicial para el funcionamiento de las escobillas y anillos colectores.
- Filtros de aire (si hubiera) deben ser retirados y limpiados a cada 2 meses.

13.4 INSPECCIÓN EN LOS DEVANADOS

La lectura de la resistencia de aislamiento de los devanados del estator y rotor debe ser hecha de forma regular, particularmente durante tiempo húmedo o luego de paradas prolongadas del motor.

Los devanados deberán ser sometidos a inspecciones visuales completas en frecuentes intervalos anotándose y reparándose los daños y defectos que eventualmente fueran observados.

Los valores bajos o variaciones bruscas de resistencia de aislamiento deberán ser investigados cuidadosamente.

La resistencia de aislamiento podrá ser aumentada hasta un valor adecuado en los puntos en que la misma estuviera baja (en consecuencia de polvo y humedad excesiva) por medio de limpieza y secado para remoción de polvo y humedad.

13.5 LIMPIEZA DE LOS DEVANADOS

Para obtenerse del devanado aislado, la operación más satisfactoria posible y una vida más prolongada, se le debe mantener libre de suciedad, aceite, polvo metálico, contaminantes, etc.

Para eso, es necesario que los mismos trabajen en aire limpio y que sean sometidos periódicamente a inspecciones, limpieza y, si fuera preciso, reimpregnación (consultar a WEG para este procedimiento).

El devanado podrá ser limpio, aspirando la suciedad con un aspirador de polvo industrial con puntera fina y no metálica, o frotando con paño seco.

Para condiciones extremas de suciedad, podrá ser necesario limpiarlos 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.

Luego de la limpieza con solvente, el devanado deberá ser completamente seco.

Medir la resistencia de aislamiento y el índice de polarización, para determinar si el devanado está completamente seco.

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



PELIGRO

La mayoría de los solventes de limpieza, de uso más común, es altamente tóxica, inflamable o ambas cosas.

Los solventes no deben ser utilizados en las partes rectas de las bobinas de motores de alta tensión, pues la protección contra el efecto corona puede ser afectada.

Inspecciones

Las siguientes inspecciones deben ser ejecutadas luego de la limpieza cuidadosa del devanado:

- Verifique las aislaciones del devanado y de las conexiones.
- Verifique las fijaciones de los distanciadores, ataduras, tiras de fibra de vidrio en ranuras, sellados y soportes.
- Inspeccionar eventuales rupturas, soldaduras no satisfactorias, cortocircuito entre espiras y contra la masa en las bobinas y en las conexiones. En el caso de irregularidad, contacte inmediatamente a la Asistencia Técnica Autorizada de WEG.
- Certifíquese de que los cables estén conectados adecuadamente y que los elementos de fijación de los terminales estén firmemente prendidos. Reapriételos, se fuera necesario.

Reimpregnación

En caso que la camada de resina de los devanados haya sido danificada, durante la limpieza o durante inspecciones, tales partes deben ser retocadas con material adecuado (consultar a WEG).

Resistencia de Aislamiento

La resistencia de Aislamiento debe ser medida cuando todos los procedimientos de mantenimiento estuvieran finalizados.



ATENCIÓN

Antes de reenergizar el motor, en caso que el mismo haya permanecido algún tiempo fuera de operación, es imprescindible medir la resistencia de aislamiento en los devanados del estator y rotor, y que los valores encontrados estén satisfactorios.

13.6 MANTENIMIENTO DE LOS RADIADORES

Utilizándose agua limpia, el radiador puede permanecer en operación por varios años, sin necesidad de limpieza. Con agua muy sucia, es necesaria su limpieza a cada **12 meses**.

Se puede constatar el grado de suciedad en el radiador por el aumento de las temperaturas del aire. Cuando la temperatura del aire frío, en las mismas condiciones de operación, sobrepasa el valor determinado, se puede suponer que los tubos están sucios.

En caso que sea constatada corrosión, es necesario aplicar una protección adecuada contra la misma, por ejemplo, ánodos de zinc, cobertura con plástico, epoxi u otros productos de protección similares, a fin de prevenir un daño mayor de las partes ya afectadas.

La camada externa de todas las partes del radiador debe siempre ser mantenida en buen estado.

Instrucciones para remoción y mantenimiento del radiador

La remoción del cambiador para mantenimiento debe seguir los siguientes pasos:

1. Cerrar todas las válvulas de entrada y salida de agua después de parar la ventilación;
2. Drenar el agua del radiador, a través de los plugs para drenaje;
3. Soltar los cabezales guardando los tornillos, tuercas, arandelas y juntas;
4. Cepillar cuidadosamente el interior de los tubos con escobillas de nylon para remoción de residuos. Si durante la limpieza fueran constatados daños en los tubos del radiador, los mismos pueden ser reparados.
5. Remontar los cabezales, sustituyendo las juntas, si fuera necesario.

13.7 ANILLOS COLECTORES

Éstos deberán ser mantenidos limpios y lisos. La limpieza deberá ser hecha vía regla, a cada mes, ocasión en que deberá ser removido el polvo que se haya depositado entre los anillos (ver ítem 14.3).

En caso de desmontaje de los anillos colectores, el montaje debe garantizar su centralización evitando ovalización o pulsaciones 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 tomados, ocurrirán problemas de desgastes de anillos colectores y escobillas.

13.8 PORTA ESCOBILLAS Y ESCOBILLAS

Los **porta escobillas** deben permanecer en sentido radial con referencia al anillo colector, y apartados a un máximo 4mm de la superficie de contacto, a fin de evitar ruptura o daños a las escobillas (figura 13.1).

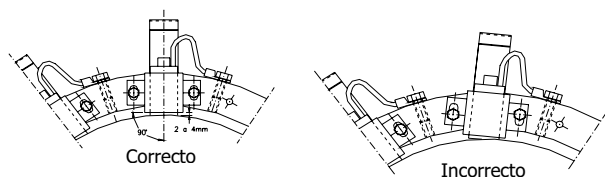


Figura 13.1: Montaje del porta escobillas.



ATENCIÓN

Semanalmente, las escobillas deberán ser verificadas para garantizar el libre deslizamiento en el alojamiento del porta escobillas.

Escobillas

Los motores eléctricos dotados de anillos colectores, son suministrados con un determinado tipo de escobillas, especificadas para la potencia nominal del motor.



NOTA

El motor sale de fábrica con las escobillas ajustadas para condición de carga nominal y el ajuste final deberá ser hecho en los primeros meses de funcionamiento con carga en el local de la instalación del usuario; En caso que el motor esté operando por debajo de su potencia nominal (carga baja) o carga intermitente, el conjunto de escobillas (tipo de escobilla y cantidad) deberá ser adecuado a las condiciones reales de trabajo, bajo pena de danificar completamente el motor. Esta adecuación deberá ser hecha con consulta a WEG.

Nunca deberán ser mezclados sobre el mismo anillo, escobillas de tipos diferentes. Cualquier alteración en el tipo de escobilla, solamente deberá ser hecha con la autorización de WEG, porque las diferentes especies de escobillas provocan modificación en el comportamiento de la máquina en servicio.

Las escobillas deberán ser semanalmente observadas durante el servicio. Las que revelan desgastes que sobrepasen la marca indicada en la figura 13.2, deberán ser sustituidas en tiempo hábil.

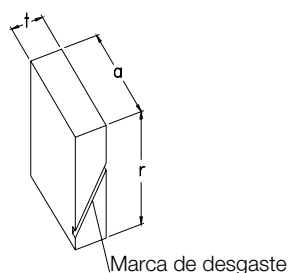


Figura 13.2: Marca de desgaste de la escobilla.

En máquinas que trabajan siempre en el mismo sentido de rotación, el asentamiento de las escobillas deberá ser hecho solamente en el mismo sentido, no en movimientos alternados, debiendo, la escobilla, ser levantada durante el movimiento de retorno del eje (figura 13.3).

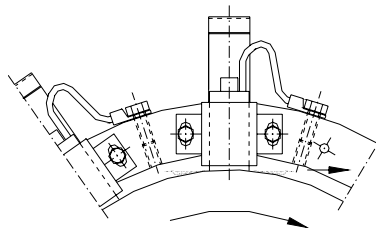


Figura 13.3: Asentamiento de las escobillas.

Las escobillas deberán asentarse con una presión uniforme, sobre la superficie de contacto, para asegurar una distribución uniforme de la corriente y un bajo desgaste de las escobillas.

ES importante que en todas las escobillas montadas, la presión sea igual, con una tolerancia de más o menos 10%. Desvíos mayores llevan a una distribución desigual de la corriente, y por consiguiente, habrá desgastes desiguales de las escobillas.

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

Los Resortes cansados deben ser sustituidos.

13.9 DISPOSITIVO DE ATERRAMIENTO DEL EJE

En algunos motores de inducción, principalmente en los que hay necesidad de control de la velocidad con inversor de frecuencia, es utilizada una escobilla para aterramiento del eje.

Este dispositivo evita la circulación de corriente eléctrica por los cojinetes, lo que es altamente prejudicial 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 aterrada. Se debe verificar la fijación del portaescobillas y su conexión con la carcasa.

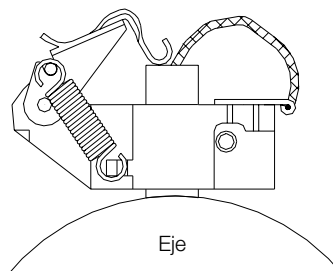


Figura 13.4: Escobilla para aterramiento del eje.

Para que no haya daño al eje de los motores durante el transporte, éstos son protegidos con un aceite secador. Para un funcionamiento adecuado de la escobilla de aterramiento, se debe remover este aceite de la superficie del eje, antes de la puesta en marcha de la máquina, así como cualquier residuo que estuviera entre el eje y la escobilla.

La escobilla deberá ser constantemente observada durante su funcionamiento y, al llegar al fin de su vida útil, debe ser sustituida por otra de la misma calidad (granulación).

13.10 MOTOR FUERA DE SERVICIO

Los siguientes cuidados especiales deben ser tomados en caso que el motor permanezca por un largo período fuera de operación:

- Encender las resistencias de calentamiento para que la temperatura en el interior del motor sea conservada ligeramente encima de la temperatura ambiente, evitando así a condensación de humedad y consecuente caída en la resistencia de Aislamiento de los devanados y oxidación de las partes metálicas.
- Los radiadores y todas las tubuladuras de agua (si hubieran) deben ser drenados para ser reducida la corrosión y formación de depósito de materiales en suspensión en el agua de enfriamiento.
- Las escobillas deben permanecer levantadas, evitando daños a los anillos colectores.

Seguir los demás procedimientos de descritos en el capítulo **“Almacenaje Prolongado”** de este manual.

Almacenaje del radiador luego de operación

Cuando el radiador fuera a permanecer, por un largo período, fuera de operación, durante una parada para mantenimiento, debe ser drenado y a seguir secado. El secado puede ser efectuado con aire comprimido precalentado. Durante el invierno, en caso de que haya peligro de congelamiento, el radiador debe ser drenado incluso en un corto período fuera de operación, para evitar deformación o daños.



NOTA

Es preferible mantener la operación con bajas velocidades de agua, que paralizar el cambiador sin su drenaje, durante pequeñas paradas en la operación, para garantizar que algunos productos nocivos como compuestos de amonio y sulfuro de hidrógeno sean cargados hacia fuera del radiador.

14 MANTENIMIENTO EN LOS COJINETES

14.1 COJINETES DE RODAMIENTO A GRASA

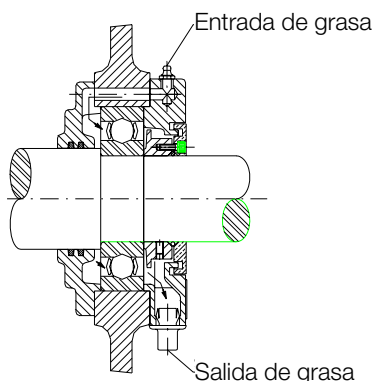


Figura 14.1: Cojinete de rodamiento a grasa

14.1.1 Instrucciones para lubricación

El sistema de lubricación fue proyectado para que en la relubricación de los rodamientos, toda la grasa sea removida de las pistas de los rodamientos y expelida a través de un drenaje que permite la salida e impide la entrada de polvo u otros contaminantes nocivos al mismo. Este drenaje también evita el daño a los rodamientos por el conocido problema de relubricación excesiva.

Es aconsejable hacer la relubricación durante el funcionamiento del motor, de modo de permitir la renovación de la grasa en el alojamiento del rodamiento. Si eso no fuera posible, debido a la presencia de piezas girantes cerca de la engrasadora (poleas, etc.) que pueden poner en riesgo la integridad física del operador, se procede de la siguiente manera:

- Se inyecta aproximadamente mitad de la cantidad total estimada de la grasa y se pone a girar el motor, durante aproximadamente 1 minuto en plena rotación;
- Se para el motor y se inyecta el restante de la grasa. La inyección de toda la grasa con el motor parado puede llevar a la penetración de parte del lubricante, en el interior del motor, a través del sellado interno de la caja del rodamiento.



ATENCIÓN

Es importante mantener los engrasadores limpios antes de la introducción de la grasa, a fin de evitar la entrada de materiales extraños en el rodamiento. Para lubricación, use exclusivamente pistola engrasadora manual.



NOTA

Los datos de los rodamientos, cantidad, tipo de grasa e intervalo de lubricación, son informados en una placa de identificación fijada en el motor. Antes del procedimiento de lubricación de los cojinetes, verifique estos datos.

- Los intervalos de lubricación informados en la placa se refieren a la temperatura de trabajo del rodamiento de 70°C.

Adoptar los factores de corrección en los intervalos de lubricación, según abajo:

- Temperatura de operación menor a 60°C: 1,59.
- Temperatura de operación de 70°C a 80°C: 0,63.
- Temperatura de operación de 80°C a 90°C: 0,40.
- Temperatura de operación de 90°C a 100°C: 0,25.
- Temperatura de operación de 100°C a 110°C: 0,16.

14.1.2 Etapas de relubricación de los rodamientos

1. Retirar la tapa del drenaje.
2. Limpiar con paño de algodón las proximidades del orificio del engrasador.
3. Con el rotor en funcionamiento, adicionar la grasa por medio de pistola engrasadora manual, hasta que la grasa comience a salir por el drenaje o hasta haber sido introducida la cantidad de grasa en las tablas.
4. Dejar el motor funcionando durante el tiempo suficiente para que escurra todo el exceso de grasa.
5. Inspeccione la temperatura del cojinete para certificarse de que no hubo ninguna alteración significativa.

14.1.3 Dispositivo de resorte para retirada de la grasa

Quando la salida de grasa del cojinete no está accesible al operador, algunos motores son provistos de un dispositivo con resorte, para retirada de la grasa durante la lubricación de los cojinetes.

Etapas para lubricación:

1. Antes de iniciar el procedimiento de lubricación del cojinete, limpie el engrasador con paño de algodón;
2. Retire la varilla con resorte, limpie el resorte y póngalo devuelta;
3. Con el rotor en funcionamiento, adicione la cantidad de grasa especificada en la placa de identificación de los rodamientos, por medio de equipamiento engrasador manual.
4. El exceso de grasa sale por el drenaje inferior del cojinete y se deposita en el resorte.
5. Permanecer con el motor funcionando durante el tiempo suficiente para que escurra todo el exceso de grasa.
6. Esta grasa debe ser retirada sacando la varilla del resorte y limpiando el mismo. Este procedimiento debe ser hecho tantas veces como fueran necesarias, hasta que el resorte permanezca sin grasa.
7. Inspeccione la temperatura del cojinete para certificarse de que no hubo ninguna alteración significativa.

14.1.4 Ajuste de las protecciones



ATENCIÓN

Las siguientes temperaturas deben ser ajustadas en el sistema de protección del cojinete: **ALARMA 110°C - APAGADO 120°C**. La temperatura de alarma deberá ser ajustada en 10°C encima de la temperatura de régimen de trabajo, no sobrepasando el límite de 110°C.

14.1.5 Desmontaje / Montaje del cojinete

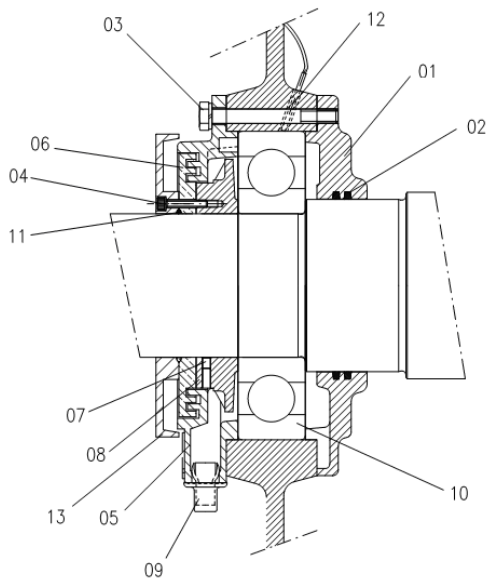


Figura 14.2: Partes del cojinete de rodamiento a grasa

Antes de desmontar:

- Retire los tubos de prolongamiento de la entrada y salida de grasa;
- Limpie completamente la parte externa del cojinete.
- Retire a escobilla de aterramiento (si hubiera)
- Retire los sensores de temperatura del cojinete y consiga un soporte para el eje, para evitar daños.

Desmontaje

Tenga cuidado especial para evitar daños en las esferas, rodillos y superficies del rodamiento y eje.

Para desmontaje del cojinete, siga cuidadosamente las instrucciones a seguir, manteniendo todas las piezas en local seguro:

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

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. bandeja para salida de la grasa
10. Rodamiento
11. Grasera
12. Protector térmico
13. Disco de cierre externo

Montaje

- Limpie los cojinetes completamente e inspeccione las piezas desmontadas y el interior de los anillos de fijación.
- Certifíquese de que las superficies del rodamiento, eje y anillos de fijación estén perfectamente lisas.
- Coloque la grasa recomendada en $\frac{3}{4}$ del depósito de los anillos de fijación interno y externo (figura 14.3) y lubrique el rodamiento con cantidad suficiente de grasa antes de montarlo.
- Antes de montar el rodamiento en el eje, caliéntelo a una temperatura entre 50°C y 100°C.

Para montaje completo del cojinete, siga las instrucciones para desmontaje en orden inverso.

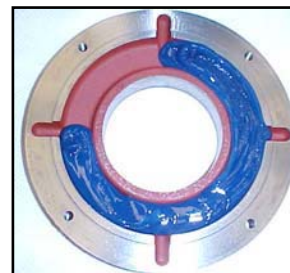


Figura 14.3: Anillo de fijación externo del cojinete

14.1.6 Tipo y cantidad de grasa

La relubricación de los cojinetes debe ser hecha siempre con la **grasa original de fábrica**, especificada en la placa de característica de los cojinetes.

Tabela 14.1: Grasas suministradas con los motores – aplicación normal

Fabric.	Grasa	Temperatura de trabajo constante (°C)	Aplicación
Exxon Mobil	POLYREX EM 103 (Jabón de Poliurea y Aceite Mineral)	(-30 hasta +170)	Normal Carcasa ≤450
Klüber	STABURAGS N12MF (Jabón de Complejo de Sodio, Aceite Mineral y MoS ₂)	(-20 hasta +140)	Normal Carcasa >450



ATENCIÓN

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

En caso de que no sea posible utilizar la grasa original, pueden ser utilizadas las grasas opcionales listadas en la tabla 14.2, desde que sean atendidas las condiciones a seguir:

1. Es necesario verificar si la rotación del motor no sobrepasa a la rotación límite de la grasa para cada tipo de rodamiento, según tabla 14.3.

Tabela 14.3: Aplicación das graxas

RODAMIENTO	CANTIDAD DE GRASA (G)	ROTACIÓN LÍMITE DE LA GRAXA [RPM]				
		STAMINA RL2	LGHP 2	UNIREX N3	ALVANIA RL3	LUBRAX INDUSTRIAL GMA-2
6220	30	3000	3000	1800	1800	1800
6232	70	1800	1800	1500	1200	1200
6236	85	1500	1500	1200	1200	1200
6240	105	1200	1200	1200	1000	1000
6248	160	1200	1200	1500	900	900
6252	190	1000	1000	900	900	900
6315	30	3000	3000	3000	1800	1800
6316	35	3000	3000	1800	1800	1800
6317	40	3000	3000	1800	1800	1800
6319	45	1800	1800	1800	1800	1800
6320	50	1800	1800	1800	1800	1800
6322	60	1800	1800	1800	1500	1500
6324	75	1800	1800	1800	1500	1500
6326	85	1800	1800	1500	1500	1500
6328	95	1800	1800	1500	1200	1200
6330	105	1500	1500	1500	1200	1200
NU 232	70	1500	1500	1200	1200	1200
NU 236	85	1500	1500	1200	1000	1000
NU 238	95	1200	1200	1200	1000	1000
NU 240	105	1200	1200	1000	900	900
NU 248	160	1000	1000	900	750	750
NU 252	195	1000	1000	750	750	750
NU 322	60	1800	1800	1800	1500	1500
NU 324	75	1800	1800	1500	1200	1200
NU 326	85	1800	1800	1500	1200	1200
NU 328	95	1500	1500	1200	1200	1200
NU 330	105	1500	1500	1200	1000	1000
NU 336	145	1200	1200	1000	900	900

2. Debe ser corregido el intervalo de lubricación de los cojinetes, multiplicando el intervalo informado en la placa de identificación de los cojinetes por el **factor de multiplicación** informado en la tabla 13.2.
3. Utilizar el procedimiento correcto para cambio de la grasa, según ítem 14.1.7 de este manual.

Tabela 14.2: Opciones y características de las grasas opcionales para aplicaciones normales

Fabric.	Grasa	Temperatura de trabajo constante (°C)	Factor de multiplicación
Exxon Mobil	UNIREX N3 (Jabón de Complejo de Litio)	(-30 hasta +150)	0.90
Shell	ALVANIA RL3 (Jabón de Litio)	(-30 hasta +120)	0.85
Petrobras	LUBRAX INDUSTRIAL GMA-2 (Jabón de Litio)	(0 hasta +130)	0.85
Shell	STAMINA RL2 (Jabón de Diurea)	(-20 hasta +180)	0.94
SKF	LGHP 2 (Jabón de Poliurea)	(-40 hasta +150)	0.94

A tabela a seguir mostra os tipos de rolamentos mais utilizados nos motores da linha M, a quantidade de graxa e a rotação limite de utilização das graxas opcionais.

14.1.7 Procedimiento para cambio de la grasa

Para el cambio de grasa **POLYREX EM103**, por una de las grasas opcionales, los cojinetes deben ser abiertos para retirar la grasa vieja, y entonces rellenar con la grasa nueva.

En caso que no sea posible abrir los cojinetes, se debe purgar toda la grasa vieja, aplicando la grasa nueva hasta que la misma comience a aparecer en el cajón de salida, con el motor en funcionamiento.

Para el cambio de grasa **STABURAGS N12MF** por una de las grasas opcionales, es necesario que los cojinetes sean abiertos y la grasa vieja sea totalmente retirada, para entonces rellenar con la grasa nueva.



ATENCIÓN

Como la grasa **STABURAGS N12MF** no posee grasas compatibles, no se debe aplicar otra grasa en la tentativa de purgar la STABURAGS. Esto es porque no es posible expulsar totalmente la grasa vieja, a través de este procedimiento, ocasionando mistura de las mismas.

14.1.8 Grasa para bajas temperaturas

Tabla 14.4: Grasas suministradas con los motores – aplicación en bajas temperaturas

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



NOTA

Para utilización de grasas opcionales en aplicaciones de baja temperatura en sustitución de la grasa MOBILITH SHC 100, consulte a WEG.

OBSERVACIONES GENERALES:

1. En caso de que el cojinete sea abierto, inyectar la nueva grasa a través de la grasera, para expeler la grasa vieja que se encuentra en el tubo de entrada de la grasa y aplicar la nueva en el rodamiento, en el anillo interno y el externo, rellenando 3/4 de los espacios vacíos. En el caso de cojinetes dobles (Esfera + Rodillo), rellenar también 3/4 de los espacios vacíos entre los anillos intermediarios.
2. Nunca limpiar el rodamiento con paños a base de algodón, que puedan soltar felpa, sirviendo de partícula sólida.
3. Es importante que se haga una lubricación correcta, esto es, aplicar la grasa correcta y en la cantidad adecuada, pues tanto una lubricación deficiente como una lubricación excesiva, traen efectos perjudiciales.
4. La lubricación en exceso acarrea elevación de temperatura, debido a la gran resistencia que ofrece al movimiento de las partes rotativas, y principalmente debido al batimiento de la grasa, que acaba por perder completamente sus características de lubricación.



NOTA

WEG no se responsabiliza por el cambio de la grasa, o incluso, por eventuales daños provenientes del mismo.



ATENCIÓN

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

14.1.9 Calidad y cantidad de grasa

ES importante que se haga una lubricación correcta, esto es, aplicar la grasa correcta y en cantidad adecuada, pues una lubricación deficiente, como una lubricación excesiva, ocasionan efectos perjudiciales.

La lubricación en exceso acarrea elevación de temperatura, debido a la gran resistencia que ofrece al movimiento de las partes rotativas, y principalmente debido al batido de la grasa, que acaba por perder completamente sus características de lubricación.



ATENCIÓN

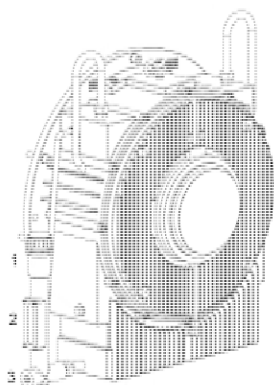
Grasas con diferentes tipos de base, nunca deberán ser mezcladas.
Ejemplo: Grasas a base de Litio nunca deben ser mezcladas con otras que tengan base de sodio o calcio.

14.1.10 Compatibilidad

La compatibilidad de los diversos tipos de grasas constituye, ocasionalmente, un problema. Se puede decir que las grasas son compatibles, cuando las propiedades de la mezcla se encuentran entre los niveles de propiedades de las grasas, individualmente.

En general, grasas con el mismo tipo de jabón son compatibles entre sí, pero dependiendo de la proporción de mezcla, puede haber incompatibilidad. Siendo así, no es recomendada la mezcla de diferentes tipos de grasas, sin antes consultar al proveedor de la grasa o a WEG. Algunos espesantes y aceites básicos, no pueden ser mezclados entre sí. Se forma, entonces, una mezcla no-homogénea. En este caso, no se puede descartar una tendencia al endurecimiento, o al contrario, un ablandamiento de la grasa o caída del punto de gota de la mistura resultante.

14.2 COJINETES DE RODAMIENTO A ACEITE



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

Figura 14.4: Cojinete de rodamiento a aceite

14.2.1 Instrucciones para lubricación

Retirada del aceite: Cuando fuera necesario efectuar el cambio del aceite del cojinete, remueva la tapa de la salida de aceite (3) y deje salir el aceite completamente.

Para inserción de aceite en el cojinete:

- Cierre la salida de aceite con la tapa (3).
 - Remueva la tapa de la entrada de aceite o filtro (1).
- Coloque el aceite especificado hasta el nivel indicado en el visor de aceite.



NOTA

1. Todos los agujeros roscados no usados deben estar cerrados por plugues y ninguna conexión debe 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 mayor cantidad de aceite no perjudica al cojinete, pero puede ocasionar pérdidas a través de los sellados del eje.
4. No debe ser utilizado o mezclado aceite hidráulico, al aceite lubricante de los cojinetes.

14.2.2 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.

14.2.3 Cambio de aceite

El cambio de aceite de los cojinetes debe ser efectuado obedeciendo la tabla abajo, de acuerdo con la temperatura de trabajo del cojinete:

- Abajo 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 seguidos por el personal de mantenimiento.

Las siguientes recomendaciones deben ser observadas:

- 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.
- Cantidad insuficiente de aceite puede danificar al 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 inspeccionado diariamente y debe permanecer en el medio del visor de nivel de aceite.

14.2.4 Operación de los cojinetes

La partida del sistema debe ser acompañada cuidadosamente, así como las primeras horas de operación.

Antes de la partida verifique:

- Si el aceite utilizado está 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 la primera partida se debe estar atento a vibraciones o ruidos. En caso que el cojinete no trabaje de manera silenciosa y uniforme, el motor debe ser parado inmediatamente.

El motor debe operar durante varias horas hasta que la temperatura de los cojinetes se estabilice dentro de los límites citados anteriormente. En caso de que ocurra una sobreelevación de temperatura, el motor deberá ser parado y los cojinetes y sensores de temperatura certificados.

Luego de alcanzada la temperatura de trabajo de los cojinetes verifique si no hay pérdida de aceite por los plugues, juntas o por la punta de eje.

14.2.5 Ajuste de las protecciones

Los sensores de temperatura instalados en los cojinetes deberán ser conectados a un panel de control, con la función de indicar posibles calentamientos y de proteger al cojinete de daños provenientes de la operación con temperatura elevada.



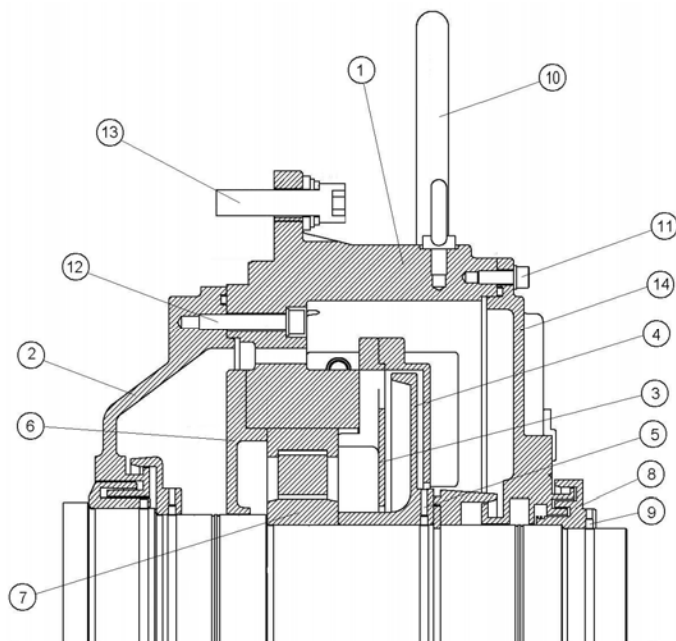
ATENCIÓN

Las siguientes temperaturas deben ser ajustadas en el sistema de protección del cojinete:

ALARMA 110°C - APAGADO 120°C

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

14.2.6 Mantenimiento del cojinete



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. Respiración
11. Tornillo de fijación del depósito externo
12. Tornillo de fijación del depósito interno
13. Tornillo de fijación en la tapa
14. Tapa de protección del cojinete

Figura 14.5: Partes del cojinete de rodamiento a aceite

Para desmontar el cojinete, siga las instrucciones abajo:

Antes de desmontar

- Limpie externamente todo el cojinete.
- Remueva el drenaje (12);
- Remueva completamente el aceite del cojinete;
- Remueva el sensor de temperatura (15) del cojinete;
- Remueva la escobilla de aterramiento (si hubiera);
- Consiga un soporte para el eje, para sostener el rotor durante el desmontaje.

Desmontaje del cojinete:

Tenga cuidado para evitar daños en las esferas, rodillos o en la superficie del eje.

Mantenga las piezas desmontadas en local seguro y limpio.

Para desmontar el cojinete, siga con cuidado las informaciones abajo:

1. Retire el tornillo(9) que fija el anillo con sello laberinto (8);
2. Retire el anillo con sello laberinto (8);
3. Retire los tornillos (11) que fijan la tapa de protección del cojinete (14);
4. Retire la tapa de protección (14);
5. Retire los tornillos (5) que fijan el centrifugador de aceite (4) y remuévalo.
6. Retire los tornillos (11) que fijan el anillo de fijación externo (3);
7. Retire el anillo de fijación externo (3).
8. Suelte los tornillos (12 e 13);
9. Retire el depósito de aceite externo (1)
10. Retire el rodamiento (7).
11. Si fuera necesario el desmontaje completo del cojinete, retire el anillo de fijación interno (6) y el depósito interno de aceite (2).

Montaje del cojinete

Limpie completamente el rodamiento, los depósitos de aceite e inspeccione todas las piezas para montaje del cojinete.

- Certifíquese de que las superficies de contacto del rodamiento, estén lisas, sin rayas ni corrosión.
- Antes de la inserción del rodamiento en el eje, calentar el mismo a una temperatura entre 50 y 100°C.
- Para montaje completo del cojinete, siga las instrucciones de desmontaje en orden inverso.



ATENCIÓN

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

14.3 COJINETES DE DESLIZAMIENTO

14.3.1 Datos de los cojinetes

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

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

14.3.2 Instalación y operación de los cojinetes

Para obtención de la relación de las piezas, instrucciones para montaje y desmontaje, detalles de mantenimiento, consulte el manual de Instalación y operación específico de los cojinetes.

14.3.3 Ajuste de las protecciones de los cojinetes

Cada cojinete está equipado con detectores de temperatura. Estos dispositivos deberán ser conectados a un panel de control, con la función de indicar sobre calentamientos y de proteger a los cojinetes de daños provenientes de la operación con temperatura elevada.



ATENCIÓN

Las siguientes temperaturas deben ser ajustadas en el sistema de protección del cojinete:

ALARMA 110°C - APAGADO 120°C

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

14.3.4 Refrigeración con circulación de agua

Los cojinetes de deslizamiento con refrigeración por circulación de agua poseen un serpentín en el interior del depósito por donde circula el agua.

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

Bajo ningún concepto puede haber pérdida de agua hacia el interior del depósito de aceite, lo que representaría la contaminación del lubricante.

14.3.5 Cambio de aceite

Cojinetes autolubrificables

El cambio de aceite de los cojinetes debe ser efectuado obedeciendo la tabla abajo, de acuerdo con la temperatura de trabajo del cojinete:

Abajo 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 de aceite de los cojinetes debe ser efectuado 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 del aceite debe ser controlado diariamente, debiendo ser mantenido aproximadamente en el centro del visor de nivel.

- Los cojinetes deben ser lubricados con el aceite especificado respetándose los valores de flujo informados en la placa de características de los mismos.
- Todos los agujeros roscados, no usados, deben estar cerrados por plugues y ninguna conexión debe 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 al cojinete, pero puede ocasionar pérdidas a través de los sellados del eje.



ATENCIÓN

Los cuidados tomados con la lubricación determinarán la vida útil de los cojinetes y la seguridad en el funcionamiento del motor. Por eso, es de suma importancia observar las siguientes recomendaciones:

- El **aceite lubricante** seleccionado deberá ser aquel que tenga la viscosidad adecuada para la temperatura de trabajo de los cojinetes. Eso debe ser observado en un eventual cambio de aceite, o en mantenimientos periódicos.
- No debe ser utilizado, o mezclado, aceite hidráulico a aceite lubricante de los cojinetes.
- Cantidad insuficiente de lubricante, debido a llenado incompleto o falta de control 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 fuera de operación.

14.3.6 Sellados

En el caso de mantenimiento de los cojinetes, al regularlos nuevamente, las dos mitades del anillo laberinto de sellado deben estar unidas por un resorte circular.

Las mismas deben ser insertadas en el alojamiento del anillo, de modo de que el pivote obturador esté encajado en su rebaje, en la mitad superior de la carcasa. La instalación incorrecta destruye el sellado.

Antes de montar los sellados limpie cuidadosamente las fases de contacto del anillo y de su alojamiento, y recúbrelas con un componente de sellado no endurecible. Los agujeros de drenaje existentes en la mitad inferior del anillo deben ser limpiados y desobstruidos. Al instalar esta mitad del anillo de sellado, apriétela levemente contra la parte inferior del eje.

14.3.7 Operación de los cojinetes de deslizamiento

La operación de motores equipados con cojinetes de deslizamiento es similar a la de motores equipados con cojinetes de rodamiento.

La partida del sistema debe ser controlada cuidadosamente, así como las primeras horas de operación.

Antes de la partida verifique:

- Si el aceite utilizado está de acuerdo con el especificado.
- Las características del lubricante.
- El nivel de aceite.
- Las temperaturas de alarma y apagado, ajustadas para el cojinete.

Durante la primera partida se debe estar atento a vibraciones o ruidos. En caso que el cojinete no trabaje de manera silenciosa y uniforme, el motor debe ser apagado inmediatamente.

El motor debe operar durante varias horas hasta que la temperatura de los cojinetes se estabilice, dentro de los límites citados anteriormente. En caso que ocurra una sobreelevación de temperatura, el motor deberá ser apagado junto con los cojinetes y sensores de temperatura.

Después de alcanzada la temperatura de trabajo de los cojinetes, verifique si no hay pérdidas de aceite por los plugues, juntas o por la punta de eje.

14.3.8 Mantenimiento de los cojinetes de deslizamiento

El mantenimiento de cojinetes de deslizamiento incluye:

- Verificación periódica del nivel y de las condiciones del lubricante;
- Verificación de los niveles de ruido y de vibraciones del cojinete,
- Control de la temperatura de trabajo y reajuste de los tornillos de fijación y montaje.
- La carcasa debe ser mantenida limpia, sin acumulación de aceite o polvo en su parte externa para facilitar el intercambio de calor con el medio.
- El cojinete trasero está eléctricamente aislado. Las superficies esféricas de asiento del casquillo, en la carcasa, son forradas con material aislante. Nunca retire ese forro.
- El perno antirotación también es aislado, y los sellados son hechos de material no-conductor.
- Instrumentos de control de temperatura que estuvieran en contacto con el casquillo, también deben ser debidamente aislados.

14.3.9 Desmontaje del cojinete

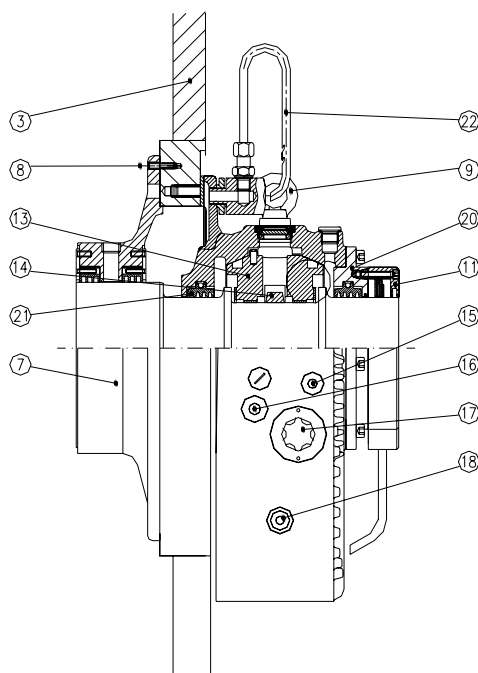
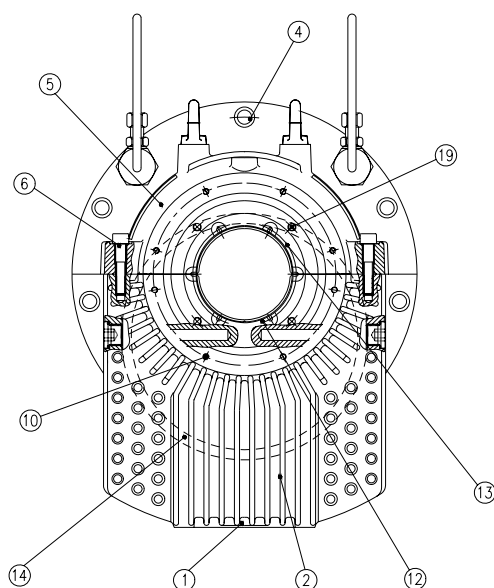


Figura 14.6: Partes del cojinete de deslizamiento

- | | |
|---|--|
| 1. Tapón de drenaje; | 12. Casquillo inferior; |
| 2. Carcasa del cojinete; | 13. Casquillo superior; |
| 3. Carcasa del motor; | 14. Anillo pescador; |
| 4. Tornillos de fijación; | 15. Entrada de aceite; |
| 5. Capa de la carcasa del cojinete; | 16. Conexión para sensor de temperatura; |
| 6. Tornillos de la capa del cojinete bipartido; | 17. Nivel de aceite o salida de aceite para lubricación; |
| 7. Sello máquina; | 18. Tapón para tubos; |
| 8. Tornillos de sello máquina; | 19. Tornillos de protección externa; |
| 9. Ojal de suspensión; | 20. Alojamiento del laberinto; |
| 10. Tornillos de la tapa externa; | 21. Mitad inferior del alojamiento del laberinto. |
| 11. Tapa externa; | 22. Tubo de respiración |

Desmontaje

Para desmontar el cojinete y tener acceso a los casquillos, así como a otros componentes, siga cuidadosamente las instrucciones abajo. Guarde todas las piezas desmontadas en local seguro (ver figura 14.6).

Lado accionado:

- Limpie completamente el exterior de la carcasa. Desenrosque y retire el plug del drenaje de aceite (1) localizado en la parte inferior de la carcasa permitiendo que todo el lubricante escurra.
- Remueva los tornillos (4) que fijan la mitad superior de la carcasa (5) en el motor (3).
- Retire los tornillos (6) que unen las caras bipartidas de la carcasa (2 y 5).
- Use los tornillos ojales (9) para levantar la mitad superior de la carcasa (5) desenchajándola completamente de las mitades inferiores del sellado externo (11), de los laberintos de sellado, de los alojamientos de los laberintos (20) y del casquillo (12).
- Continúe desmontando la mitad superior de la carcasa sobre una bancada. Desenrosque los tornillos (19) y retire la mitad superior de la protección externa. Remueva los tornillos (10) y desenchaje la mitad superior del alojamiento del laberinto (20).
- Desenchaje y retire la mitad superior del casquillo (13).
- Remueva los tornillos que unen las dos mitades del anillo pescador (14) separándolas y retirándolas.
- cuidadosamente. Retire los resortes circulares de los anillos laberinto y remueva la mitad superior de cada

anillo. Rote las mitades inferiores de los anillos hacia fuera de sus alojamientos y retírelas.

- Desconecte y remueva el sensor de temperatura que penetra en la mitad inferior del casquillo.
- Usando una polea o un levantador, eleve el eje algunos milímetros para que la mitad inferior del casquillo pueda ser rotada hacia fuera de su asiento. Para eso, es necesario que los tornillos 4 y 6 de la otra mitad del cojinete, estén flojos.
- Rote cuidadosamente la mitad inferior del casquillo sobre el eje y remuévala.
- Desenrosque los tornillos (19) y retire la mitad inferior de la protección externa (11).
- Desenrosque los tornillos (10) y remueva la mitad inferior del alojamiento del anillo laberinto (21).
- Retire los tornillos (4) y remueva la mitad inferior de la carcasa (2).
- Desenrosque los tornillos (8) y remueva el sello máquina (7). Limpie e inspeccione completamente las piezas removidas y el interior de la carcasa.
- Para montar el cojinete siga las instrucciones encima en el orden inverso.



NOTA

Torque de apretura de los tornillos de fijación del cojinete al motor = 10 Kgfm.

Lado no-accionado:

- Limpie completamente el exterior de la carcasa. Suelte y retire el plug (1) de drenaje de aceite localizado en la parte inferior de la carcasa, permitiendo que todo el lubricante escurra.
- Suelte los tornillos (19) y retire la tapa del cojinete (11).
- Desenrosque los tornillos (4) que fijan la mitad superior de la carcasa (5) al motor (3). Retire los tornillos (6) que unen las fases bipartidas de la carcasa del cojinete (2 y 5).
- Use los tornillos ojales (9) para levantar la mitad superior de la carcasa (5) desencajándola completamente de las mitades inferiores de la carcasa (2), del laberinto de sellado y del casquillo (12);
- Desencaje y retire la mitad superior del casquillo (13);
- Remueva los tornillos que unen las dos mitades del anillo pescador (14) y cuidadosamente sepárelas y retírelas.
- Retire el resorte circular del anillo laberinto y remueva la mitad superior del anillo. Rote la mitad inferior del anillo laberinto hacia fuera de su alojamiento y retírela;
- Desconecte y remueva el sensor de temperatura que penetra en la mitad inferior del casquillo;
- Usando una polea o un levantador, eleve el eje, algunos milímetros, para que la mitad inferior del casquillo pueda ser rotada hacia fuera de su asiento.
- Rote cuidadosamente la mitad inferior del casquillo (12) sobre el eje y remuévala.
- Retire los tornillos (4) y remueva la mitad inferior de la carcasa (2).
- Desenrosque los tornillos (8) y remueva el sello máquina (7).
- Limpie e inspeccione completamente las piezas removidas y el interior de la carcasa.
- Para montar el cojinete siga las instrucciones encima en el orden inverso.

**NOTA**

Torque de apretura de los tornillos de fijación del cojinete al motor = 10 Kgfm.

14.3.10 Montaje del cojinete

- Verifique las superficies de encaje del flange certificándose de que estén limpias, planas y libres de rebabas;
- Verifique si las medidas del eje están dentro de las tolerancias especificadas por el fabricante si la rugosidad está de acuerdo con lo exigido ($< 0,4$).
- Remueva la mitad superior de la carcasa (2) y los casquillos (12 y 13), verifique si no ocurrió ningún daño durante el transporte y limpie completamente las superficies de contacto.
- Levante el eje algunos milímetros y encaje el flange de la mitad inferior del cojinete en el rebaje mecanizado en la tapa de la máquina, atornillándolo en esta posición.
- Aplique aceite en el asiento esférico de la carcasa y en el eje, ponga el casquillo inferior (12) sobre el eje y rótelo para su posición, cuidando que las superficies axiales de posicionamiento no sean dañificadas. Luego de alinear cuidadosamente las fases de la mitad inferior del casquillo y de la carcasa baje lentamente el eje, hasta su posición de trabajo. Con un martillo, aplique leves golpes en la carcasa para que el casquillo se posicione correctamente en relación a su asiento y al eje. Este procedimiento genera una vibración de alta frecuencia que disminuye el roce estático entre el casquillo y la carcasa y facilita su correcto alineamiento.
- La capacidad de auto-alineamiento del cojinete tiene la función de compensar solamente la deflexión normal del eje, durante el montaje. Seguidamente se debe instalar el anillo pescador, lo que debe ser hecho con

mucho cuidado, pues el funcionamiento perfecto del cojinete depende de la lubricación suministrada por el anillo. Los tornillos deben ser levemente apretados y cualquier rebaba debe ser cuidadosamente retirada, para proporcionar un funcionamiento suave y uniforme del anillo. En un eventual mantenimiento, se debe cuidar que la geometría del anillo no sea alterada.

- Las mitades inferior y superior del casquillo poseen números de identificación o marcaciones para orientar su posicionamiento. Posicione la mitad superior del casquillo, alineando sus marcaciones con las correspondientes en la mitad inferior. Montajes incorrectos pueden causar serios daños a los casquillos.
- Verifique si el anillo pescador gira libremente sobre el eje. Con la mitad inferior del casquillo posicionada instale el sellado del lado flangeado del cojinete. (ver ítem 14.3.6);
- Luego de revestir las fases bipartidas de la carcasa con un componente de sellado no-endurecible, monte la parte superior de la carcasa (5) cuidando que los sellados se ajusten perfectamente a sus encajes. Certifíquese, también, que el perno antirotación esté encajado sin ningún contacto con el agujero correspondiente en el casquillo.

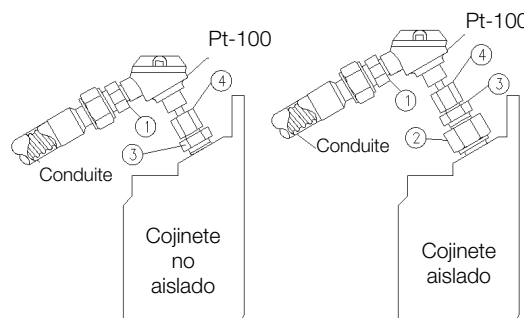
14.4 DESMONTAJE Y MONTAJE DE LOS PT100 DE LOS COJINETES

Figura 14.7: Pt100 nos cojinetes

Instrucciones para desmontaje:

En caso que sea necesario retirar el Pt100 para mantenimiento del cojinete, el siguiente procedimiento debe ser adoptado:

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

Instrucciones para montaje:

Antes de efectuar el montaje del Pt100 en el cojinete, verifique si el mismo no presenta marcas de golpes u otras averías cualesquiera que puedan comprometer su funcionamiento.

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

**NOTAS**

- El montaje del Pt100, en los cojinetes no-aislados, debe ser hecho directamente en el cojinete, sin el adaptador aislante (4).
- El torque de apretura para montaje del Pt100 y de los adaptadores no debe ser superior a 10Nm.

15 MANTENIMIENTO DEL SISTEMA DE LEVANTAMIENTO DE LAS ESCOBILLAS

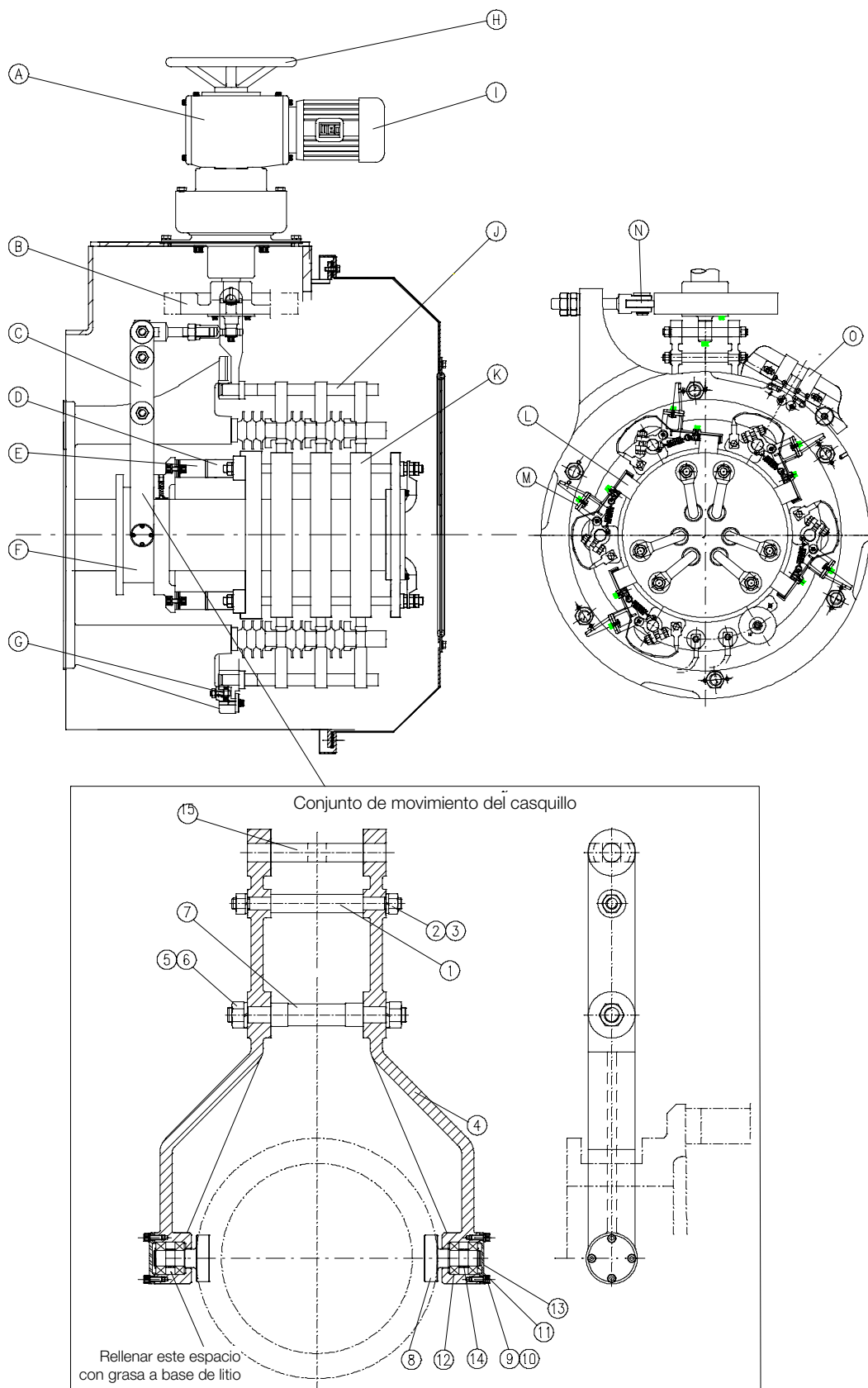


Figura 15.1: Sistema de levantamiento de las escobillas

- A. Posicionador electromecánico
- B. Disco de levantamiento
- C. Brazo de movimiento
- D. Contacto hembra
- E. Contacto macho
- F. Casquillo de corto-circuito
- G. Rodamiento 6200 2RS1 (3 pzs)
- H. Volante
- I. Motor de accionamiento del posicionador electromecánico
- J. Perno de levantamiento
- K. Anillos colectores
- L. Escobillas
- M. Porta escobillas
- N. Rodamiento 6305 2RS1
- O. Llaves fin de curso de señalización

- 1. Perno superior del brazo
- 2. Tuerca M12
- 3. Arandela de presión B12
- 4. Brazo de movimiento del casquillo
- 5. Arandela de presión B16
- 6. Tuerca M16
- 7. Perno del soporte articulador
- 8. Cilindro
- 9. Arandela de presión B5
- 10. Tornillo cilíndrico sextavado interno M5x15
- 11. Anillo de retención
- 12. Rodamiento 6003 Z (4 pzs)
- 13. Tapa de cojinete del cilindro
- 14. Casquillo distanciador
- 15. Perno soporte articulador

15.1 PROCEDIMIENTO DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO

DIARIAMENTE:

- Inspeccionar ruidos y vibraciones.

MENSUALMENTE:

- Inspeccionar funcionamiento del conjunto de levantamiento de las escobillas;
- Testar maniobra motorizada para levantar y bajar las escobillas;
- Testar maniobra manual para levantar y bajar las escobillas;
- Certificarse que los cuerpos de rodillos (8) no permanezcan en contacto con el casquillo de cortocircuito (F), luego del procedimiento de partida.
- Inspeccionar ruidos y vibraciones;
- Verificar el estado de las escobillas, porta escobillas y anillos colectores.

SEMESTRALMENTE:

- Limpiar el conjunto, aspirando la suciedad del interior del compartimiento;
- Inspeccionar los contactos macho y hembra (D y E) de cortocircuito para identificar posibles desgastes, marcas de chispas, suciedad o puntos calientes;
- Limpiar los contactos con una lija fina y solvente adecuado;
- Inspeccionar los anillos colectores (M);
- Inspeccionar las escobillas y el porta escobillas (L y M);
- Medir la resistencia de aislamiento de los anillos colectores y del porta escobillas;
- Reapretar las conexiones (eléctricas y mecánicas);
- Lubricar las partes mecánicas (evitar exceso de grasa).

ANUALMENTE:

- Reapretar las conexiones (eléctricas y mecánicas)
- Verificar el estado de los rodamientos (12) del cuerpo de cilindro, que mueven al casquillo de cortocircuito y cambiarlos si fuera necesario;
- Verificar el estado de los rodamientos (G) del disco soporte de los pernos de levantamiento y cambiarlos si fuera necesario;
- Verificar el estado del rodamiento (N) que queda en contacto con el disco de levantamiento;
- Inspeccionar y ajustar el posicionador electromecánico (limpieza, reapriete, verificación de los rodamientos y partes mecánicas).



ATENCIÓN

Los cilindros (8) no deben permanecer en contacto con el casquillo de cortocircuito (F) luego de la maniobra de partida completada.



NOTA

- Luego de 6 meses de uso, todas las partes en contactos mecánicos deberán ser lubricadas;
- Las escobillas duran bastante tiempo si las partidas del motor no fueran frecuentes, no obstante, deben ser inspeccionadas periódicamente.
- Verificar la superficie de contacto de las escobillas con los anillos colectores, la fijación de las escobillas en los porta escobillas, así como, la presión de los resortes de los porta escobillas.

15.2 AJUSTES DEL POSICIONADOR ELECTROMECAÁNICO

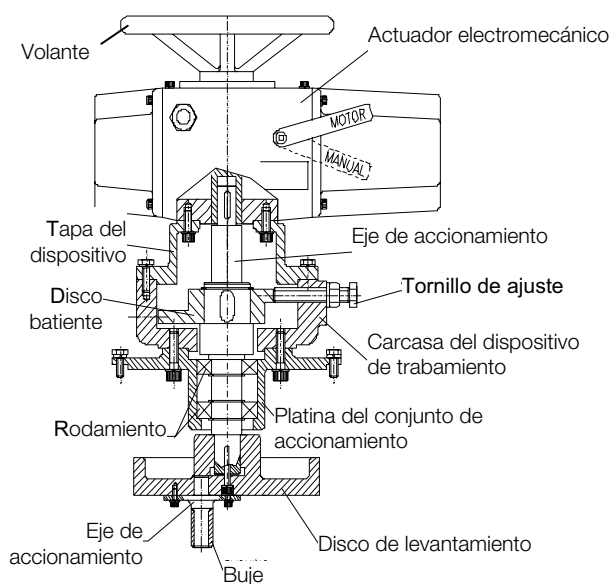


Figura 15.2: Partes del posicionador electromecánico

15.2.1 Ajuste mecánico

El posicionador electromecánico del sistema de levantamiento de las escobillas ya sale ajustado de fábrica. En caso de que sea necesario hacer un nuevo ajuste, el procedimiento abajo debe ser seguido:

1. Accionar el **sistema manual** del posicionador, a través de la palanca selectora.
2. Girar el **conjunto, a través do volante** hasta la posición de cortocircuito (escobillas levantadas), hasta el punto en que los cilindros de movimiento del casquillo queden centralizados entre las superficies de contacto del casquillo, sin apoyarse en la misma.

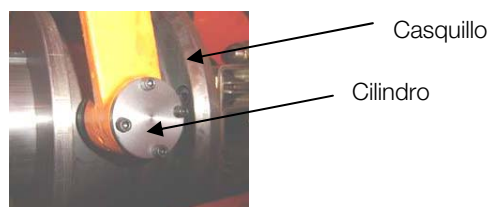
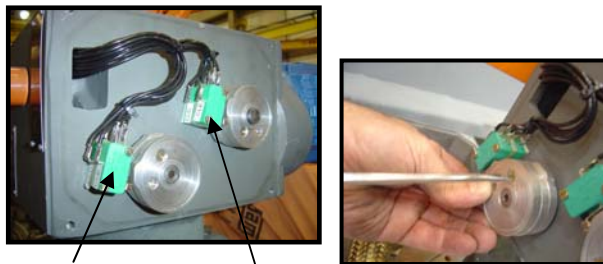


Figura 15.3: Posicionamiento de la Casquilla y de los cilindros

3. Atornillar el tornillo de ajuste hasta llegar al disco golpeador y lo trabe.
4. Girar o disco de levantamiento en el sentido contrario hasta la posición de no cortocircuito (escobillas bajadas);
5. Atornillar el tornillo de ajuste del lado opuesto, hasta que llegue al disco golpeador y lo trabe.

15.2.2 Ajuste eléctrico



Llaves CCE y CCD Llaves CLE y CLD

Figura 15.4: Llaves fin de curso del posicionador electromecánico

Equipamientos necesarios: destornillador y multímetro.

1. Ajustar las **llaves fin de curso de accionamiento CCE y CCD** localizadas en el posicionador electromecánico para que actúen un poco antes de que el disco golpeador toque los tornillos de ajuste, apagando, así, el motor del posicionador;
2. Ajustar las **llaves fin de curso de torque CLE y CLD** localizadas en el posicionador electromecánico para que actúen un poco después del punto de actuación de las llaves de posicionamiento ($\pm 2\text{mm}$), para que apaguen el motor del posicionador solamente cuando éstas fallen;



ATENCIÓN

Las **llaves fin de curso de señalización CCL1, CCL2, CCA1 y CCA2** localizadas en el interior del compartimento de las escobillas deben ser usadas solamente para señalización, y no para accionamiento del posicionador electromecánico.

16 DESMONTAJE Y MONTAJE DEL MOTOR

Todos los servicios referentes a reparaciones, desmontaje, montaje, deben ser ejecutados por profesionales calificados y entrenados.

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



NOTA

Los servicios de reparaciones en motores aplicados en atmósferas explosivas deben ser hechos por profesionales calificados y autorizados por WEG a ejecutar tales servicios.

16.1 DESMONTAJE

Abajo están relacionados algunos de los cuidados que deben ser tomados cuando se desmonte un motor eléctrico de anillos:

1. Utilice herramientas y dispositivos adecuados para desmontaje del motor;
2. Antes de desmontar el motor, desconecte los tubos de agua de refrigeración y de lubricación (si hubiera);
3. Desconecte las conexiones eléctricas y de accesorios;
4. Retire el cambiador de calor y supresor de ruido (si hubiera)
5. Retire los sensores de temperatura de los cojinetes y escobilla de aterramiento;
6. Para prevenir daños al rotor, providencie un soporte para apoyar el eje en los lados delantero y trasero;
7. Para desmontaje de los cojinetes, siga los procedimientos descritos en este manual;
8. La retirada del rotor, del interior de motor, debe ser hecha por un dispositivo adecuado y con el máximo de cuidado para que el rotor no raspe en el paquete del estator o en las cabezas de bobina, evitando daños.

16.2 MONTAJE

Abajo Están relacionados algunos de los cuidados que deben ser tomados cuando el montaje de un motor eléctrico:

1. Utilice herramientas y dispositivos adecuados para montaje del motor;
2. Para montaje del motor, utilice el procedimiento de desmontaje en orden inverso;
3. Cualquier pieza danificada (trincas, aplastamiento de partes mecanizadas, roscas defectuosas), debe ser preferentemente sustituida, evitándose recuperaciones.

La tabla 16.1 presenta los torques de apretura de los tornillos recomendados para montaje del motor o de sus piezas:

Tabla 16.1: Torque y apretura de los tornillos

Clase de resistencia	4.6	5.8	8.8	12.9
Diámetro	Torque de apretura (Nm) – tolerancia $\pm 10\%$			
M6	1.9	3.2	5.1	8.7
M8	4.6	7.7	12.5	21
M10	9.1	15	25	41
M12	16	27	42	70
M16	40	65	100	175
M20	75	125	200	340
M24	130	220	350	590



NOTA

- La clase de resistencia, normalmente está indicada en la cabeza de los tornillos sextavados.
- Cuando no hay marcación en el tornillo, eso indica que la clase de resistencia del tornillo es 4.6.
- Los tornillos sextavados internos “tipo Allen” son de clase de resistencia 12.9.

16.3 MEDICIÓN DEL ENTREHIERRO

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

La diferencia entre las medidas de entrehierro, en dos puntos diametralmente opuestos, tendrá que ser inferior a 10% de la medida del entrehierro medio.

16.4 RECOMENDACIONES GENERALES



ATENCIÓN

Todos los servicios aquí descritos deberán ser efectuados por personal especializado, bajo pena de ocasionar daños al equipamiento y/o daños personales. En caso de dudas, consulte a WEG.

17 PLANO DE MANTENIMIENTO

El plano de mantenimiento descrito tabla 17.1 es meramente ilustrador, ya que, los intervalos entre cada evento de mantenimiento pueden variar de acuerdo con las condiciones y local de funcionamiento del equipamiento.

Tabla 17.1: Plano de mantenimiento

EQUIPAMIENTO	Semanal	Mensual	3 Meses	6 Meses	Anual	3 Años	Observación
ESTATOR							
Inspección visual del estator					x		
Control de la limpieza					x		
Inspección de las tiras de fibra de vidrio de la ranura						x	
Control de los terminales del estator					x		
Medir la resistencia de aislamiento del devanado					x		
ROTOR							
Control de la limpieza					x		
Inspección visual					x		
Inspección en el eje (desgaste, incrustaciones)						x	
COJINETES							
Control del ruido, vibración, flujo de aceite, pérdidas y temperatura	x						
Control de la calidad del lubricante					x		
Inspección de los casquillos y pista de eje (cojinete de deslizamiento)						x	
Cambiar o lubricante							Según período indicado en la placa de características del cojinete
CAMBIADOR DE CALOR AIRE-AGUA							
Inspección en los radiadores					x		
Limpieza de los radiadores					x		
Inspección en los ánodos de sacrificio de los radiadores (si hubiera)		x					Ánodos de sacrificio son usados en radiadores con agua salada
Cambio de las juntas de los cabezales de los radiadores					x		
CAMBIADOR DE CALOR AIRE-AIRE							
Limpieza de los tubos de ventilación					x		
Inspección de la ventilación					x		
ESCOBILLAS, PORTA ESCOBILLAS Y ANILLOS COLECTORES							
Inspeccionar y limpiar	x						
Verificar el área de contacto de los anillos colectores			x				
Verificar el desgaste de las escobillas y cambiarlas, si fuera necesario		x					
Inspeccionar el sistema de levantamiento de las escobillas (si hubiera) ¹							Según ítem 16.1 de este manual
FILTRO (S) DE AIRE							
Inspeccionar y sustituir si fuera necesario			x				Ejecutar el procedimiento a cada 2 meses
EQUIPAMIENTOS DE PROTECCIÓN Y CONTROL							
Inspección de funcionamiento					x		
Registrar los valores	x						
Desmontar y testar su funcionamiento						x	
ACOPLAMIENTO							
Inspección del alineamiento					x		Verificar luego de la primera semana de funcionamiento
Inspección de la fijación					x		
MOTOR COMPLETO							
Inspección de ruido y vibración	x						
Drenar agua condensada			x				
Reapretar los tornillos					x		
Limpiar las cajas de conexión					x		
Reapretar las conexiones eléctricas y de aterramiento					x		

¹) En caso de que sea constatada corrosión excesiva del ánodo de sacrificio, debe ser aumentada la frecuencia de inspección en el mismo, a fin de determinar su tiempo de corrosión y entonces elaborar un plan de periodicidad de cambio.

18 PIEZAS SOBRESALIENTES

18.1 ENCARGOS

Al hacerse un encargo de piezas sobresalientes, se debe informar el tipo y el número de serie del motor, según especificado en la placa de identificación.

18.2 PIEZAS DE REPOSICIÓN

WEG recomienda que sean mantenidas en stock las siguientes piezas de reposición:

- 1 rodamiento delantero y 1 rodamiento trasero (motor con cojinetes de rodamiento);
- 1 casquillo para cojinete delantero y 1 casquillo para cojinete trasero (motor con cojinetes de deslizamiento)
- 1 sensor de temperatura para cada cojinete
- Resistencia de calentamiento
- Filtros para filtro (si hubiera).
- 1 Juego completo de escobillas para el motor
- 1 escobilla de aterramiento de eje (si hubiera);
- 1 Juego completo de rodamientos del sistema de levantamiento de las escobillas;
- 1 juego de contactos macho y hembra del sistema de levantamiento de las escobillas (si hubiera);
- Lubricante para los cojinetes

Las piezas sobresalientes deben ser almacenadas en ambientes limpios, secos y bien ventilados. Si fuera posible, a una temperatura constante.

19 ANORMALIDADES DEL MOTOR EN SERVICIO

Gran parte de las anomalías que perjudican la operación normal de los motores eléctricos, puede ser evitada con cuidados de carácter preventivo.

Ventilación suficiente, limpieza y mantenimiento cuidadoso, son factores de mayor importancia. Otro factor importante es intervenir inmediatamente o ser notados, cualquier fenómeno, como por ejemplo: vibraciones, golpes de eje, resistencia de aislamiento permanentemente decreciente, indicios de humo, fuego, chispeo o fuerte desgaste en los anillos colectores o en las escobillas, variaciones bruscas de temperatura en los cojinetes o en los rodamientos.

La primera medida a ser tomada, cuando ocurren anomalías de naturaleza eléctrica o mecánica, es apagar los motores y examinar todas las partes mecánicas y eléctricas de la instalación.

En caso de incendio, la instalación deberá ser aislada de la red; lo que es hecho generalmente por el apagado de las respectivas llaves.

En presencia de fuego en el interior del motor, se debe procurar detenerlo y sofocarlo, cubriendo las aberturas de ventilación.

Para combatirlo, deben ser usados extintores de polvo químico seco o CO₂, nunca agua.

19.1 DAÑOS COMUNES A MOTORES DE INDUCCIÓN

Los motores son normalmente proyectados para clase de aislamiento F (155°C), y para temperatura ambiente de 40°C (según verificado en la placa de identificación).

La mayoría de los defectos, en los devanados, se origina cuando son sobrepasadas las temperaturas límites en todo el devanado, o en partes del mismo, en consecuencia de sobrecarga de corriente. Eso se revela por oscurecimiento, o carbonización, del aislamiento de los cables.

19.1.1 Corto entre espiras

El cortocircuito entre espiras puede ser consecuencia de que coincidan, casualmente, dos puntos defectuosos en el aislamiento de los cables o resulten de defectos provocados simultáneamente en dos cables que corren lado a lado.

En las tres fases, se manifiestan corrientes desiguales cuya diferencia, según las circunstancias, podrá ser tan pequeña que la protección del motor no reaccione.

Cortos entre espiras, contra el hierro, o entre fases, en consecuencia de defectos en el aislamiento, ocurren raramente y así mismo, casi siempre en los primeros tiempos, luego de la puesta en servicio.

19.1.2 Daños causados al devanado

a) Una fase del devanado quemada

Este daño ocurre cuando el motor trabaja conectado en triángulo y falta corriente en un conductor de la red. La corriente sube de 2 a 2,5 veces en el devanado restante, al mismo tiempo en que la rotación cae acentuadamente. Si el motor para, la corriente subirá de 3,5 hasta 4 veces su valor nominal.

En la mayoría de los casos, la ocurrencia de ese defecto se debe al hecho de no haber sido instalada ninguna llave de protección, o entonces, de que esa llave haya recibido una regulación excesivamente alta.

b) Dos fases del devanado quemadas

Este defecto ocurrirá si falta corriente en un conductor de la red y el devanado del motor estuviera conectado en estrella.

Una de las fases del devanado queda sin corriente mientras que las otras pasan a absorber toda la potencia, conduciendo una corriente demasiado elevada. El flujo llega casi a duplicar.

c) Tres fases del devanado quemadas

Causa probable 1:

El motor es protegido apenas por fusibles; la causa de la anomalía será una sobrecarga en el motor.

La consecuencia será la carbonización progresiva de los alambres y del aislamiento, culminando en corto entre espiras o corto contra la masa.

Si el motor fuera precedido por una llave de protección, esta anomalía podrá ser fácilmente evitada.

Causa probable 2:

El motor está mal conectado.

Veamos por ejemplo: Un motor con devanado proyectado para 220/380V es conectado a través de una llave estrella triángulo, a una red de 380V.

La corriente absorbida será tan alta que el devanado se quemará en pocos segundos si los fusibles o una llave de protección incorrectamente ajustada no reaccionen inmediatamente.

Causa probable 3:

La llave estrella triángulo, no es conmutada, y el motor continúa rodando durante algún tiempo, conectado en estrella, sobre el esfuerzo de una carga excesiva.

En virtud de desarrollar apenas 1/3 de su torque, el motor no logra alcanzar su velocidad de rotación nominal. La acentuación del flujo significa para el motor pérdidas óhmicas más elevadas provenientes del efecto Joule. En virtud de que la corriente del estator no sobrepase, según la carga, su valor nominal para la conexión en triángulo, la llave de protección no reaccionará.

El motor se calentará en consecuencia del aumento de pérdidas en el devanado y en el rotor, y el devanado se quemará.

Causa probable 4:

Sobrecarga térmica, por un número excesivo de arranques en el régimen de operación intermitente o por un período de arranque demasiado prolongado, dañará el devanado. El perfecto funcionamiento de los motores que trabajan bajo este régimen, podrá ser asegurado si fueran debidamente tomados en cuenta los siguientes valores en la especificación del motor:

- Número de partidas por hora;
- Partida con o sin carga;
- Freno mecánico o de reversión de la corriente;
- Masas girantes aceleradas conectadas al eje del motor;
- Momento de carga en función de la rotación, por ocasión de la aceleración y del frenado.

En virtud del continuado esfuerzo, hecho por el motor, por ocasión de que el arranque en el régimen intermitente diera origen a mayores pérdidas, que provocan calentamiento más elevado, no estará fuera de discusión, en casos especiales, la posibilidad de que el devanado del estator sufra daños con el motor parado, como consecuencia del calentamiento ocurrido en el motor.

19.1.3 Daños causados al rotor (anillos)

La interrupción en una fase del devanado rotórico se manifiesta por un fuerte ruido trepidante, que varía según el flujo, sumado a variaciones periódicas más acentuadas, de la corriente del estator.

En casos raros, es posible que ocurra ruptura en la conexión entre el devanado y el anillo colector. Conviene, verificar primeramente si la interrupción ocurrió en la conexión al reóstato de partida o en él mismo.

19.1.4 Cortocircuito entre espiras del rotor

Dependiendo de la magnitud del corto, el motor arranca con violencia, incluso cuando el reóstato de partida está apenas en el punto inicial de su posición de arranque. Como en ese caso, las fuertes corrientes de partida no pasan por los anillos, no serán notadas allí, marcas de quemaduras.

19.1.5 Daños a los cojinetes

Los daños a los cojinetes son las causas más frecuentes de paradas prolongadas. Funcionamiento con vibración excesiva, inadecuado, desalineamientos, acoplamientos desbalanceados, cargas radiales y o axiales excesivas, son los principales responsables por los daños causados a los cojinetes. Verificar capítulo 15 sobre mantenimiento en cojinetes.

19.1.6 Fractura del eje

Aunque los cojinetes constituyan, tradicionalmente, la parte más frágil, y los ejes sean proyectados con amplio margen de seguridad, no es del todo imposible que ocurran fracturas en los ejes, debido a la incesante repetición de los esfuerzos de flexión provocados por la tensión excesiva de la correa.

Las fracturas ocurren en la mayoría de los casos, inmediatamente, luego del cojinete del lado accionador.

En consecuencia de los esfuerzos de flexión alternados que solicitan el eje en marcha, las fracturas van profundándose de fuera para dentro, hasta culminar con la ruptura, cuando la resistencia de lo que aún resta de la sección del eje, no fuera más suficiente.

Evitar mecanizados adicionales en el eje (agujeros para tornillos de fijación, etc.) ya que pueden causar concentraciones de tensiones.

El cambio de apenas una u otra, entre varias correas paralelas de una transmisión, más allá de representar una práctica nociva es frecuentemente causa de fracturas en ejes.

Si fueran conservadas algunas correas viejas y consecuentemente dilatadas en su largura, y localizadas, mas cerca del motor, mientras que las nuevas y más cortas giran más apartadas del cojinete, podrán causar excesivas tensiones, por flexión, para el eje.

19.1.7 Daños derivados de piezas de transmisión mal ajustadas o de alineamiento deficiente de los motores

Cojinetes danificados y fracturas en eje son, muchas veces, resultado de poleas, acoplamientos o piñones ajustados sin la necesaria firmeza sobre el eje.

Esas piezas "golpean" cuando giran. El defecto puede ser reconocido por las excoriaciones que aparecen en el eje. Rasgos de chaveta con sus bordes desdibujados por chavetas con holguras, pueden igualmente dar origen a fracturas en los ejes.

Acoplamientos mal alineados acarrear golpes y estremecimientos en sentido radial y axial a los cojinetes y conducen, en poco tiempo, a deterioración de los cojinetes y al ensanchado del apoyo del cojinete en la tapa situada en el lado accionador.

En casos más graves, podrá ocurrir la fractura del eje.

19.2 ANORMALIDADES, CAUSAS Y SOLUCIONES



NOTA

Las instrucciones a seguir constituyen una relación básica de anomalías, causas y acciones correctivas. En caso de duda, favor contactar a WEG, Asistencia Técnica o Servicios.

Tabla 19.1: Relación básica de anomalías, causas y acciones correctivas

ANORMALIDAD	POSIBLES CAUSAS	CORRECCIÓN
No da partida ni acoplado ni desacoplado	▪ Como mínimo dos cables de alimentación están interrumpidos, sin tensión.	▪ Verificar el panel de comando, los cables de alimentación, los bornes, el asentamiento de las escobillas.
	▪ Rotor está bloqueado.	
	▪ Problemas en las escobillas.	▪ Las escobillas pueden estar gastadas, sucias o colocadas incorrectamente.
	▪ Cojinete danificado.	▪ Sustituya el cojinete.
Motor parte a vacío, pero falla al aplicarse carga. Parte muy lentamente y no alcanza rotación nominal	▪ Torque de carga muy grande durante la partida.	▪ No aplicar carga en la máquina accionada durante la partida.
	▪ Tensión de alimentación muy baja.	▪ Medir la tensión de alimentación, ajustar al valor correcto.
	▪ Caída de tensión muy alta en los cables de alimentación.	▪ Verificar dimensionamiento de la instalación (transformador, sección de los cables, verificar relés, disyuntores, etc.).
	▪ Rotor con barras falladas o interrumpidas.	▪ Verificar y reparar el devanado del rotor, testar dispositivo de cortocircuito (anillos).
	▪ Un cable de alimentación quedó interrumpido luego de la partida.	▪ Verificar los cables de alimentación.
La corriente del estator oscila en carga con el doble de frecuencia de flujo, el motor presenta zumbido en la partida	▪ El devanado del rotor está interrumpido.	▪ Verificar y reparar el devanado del rotor y dispositivo de cortocircuito.
	▪ Problemas en las escobillas.	▪ Las escobillas pueden estar gastadas, sucias o colocadas incorrectamente.
Corriente a vacío muy alta	▪ Tensión de alimentación muy alta.	▪ Medir la tensión de alimentación y ajustarla al valor correcto.
Calentamientos localizados en el devanado del estator	▪ Cortocircuito entre espiras.	▪ Rebobinar.
	▪ Interrupción de alambres paralelos o fases del devanado del estator.	
	▪ Conexión deficiente.	▪ Rehacer la conexión.
Calentamientos localizados en el rotor	▪ Interrupciones en el devanado del rotor.	▪ Reparar devanado del rotor o sustituirlo.
Ruido anormal durante operación en carga.	▪ Causas mecánicas.	▪ O ruido normalmente disminuye con la disminución de rotación; vea también: "operación ruidosa cuando desacoplado".
	▪ Causas eléctricas.	▪ El ruido desaparece al apagarse el motor. Consultar al fabricante.
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 el alineamiento.
	▪ Defecto en la transmisión de engranaje.	▪ Alinee el accionamiento.
	▪ Base desalineada/desnivelada.	▪ Realinear/nivelar el motor y la máquina accionada.
	▪ Balanceo deficiente de los componentes o de la máquina accionada.	▪ Hacer nuevo balanceo.
	▪ Acoplamiento defectuoso.	▪ Reparar o sustituir el acoplamiento;
	▪ Sentido incorrecto de rotación del motor.	▪ Invierta la conexión de 2 fases.

ANORMALIDAD	POSÍBLES CAUSAS	CORRECCIÓN
Devanado del estator caliente mucho bajo carga.	Refrigeración insuficiente debido a canales de aire sucios.	Abrir y limpiar los canales de pasaje de aire.
	Sobrecarga.	Medir la corriente del estator, disminuir la carga, analizar la aplicación del motor.
	Elevado número de partidas o momento de inercia muy alto.	Reducir el número de partidas.
	Tensión muy alta, consecuentemente, las pérdidas en el hierro son muy altas.	No sobrepasar 110% de la tensión nominal, salvo especificación en la placa de identificación.
	Tensión muy baja, consecuentemente la corriente es 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 corregirla.
	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 en la placa de identificación.	Mantener la condición de operación según placa de identificación, o reducir la carga.
	Desequilibrio en la alimentación (fusible quemado, comando incorrecto).	Verificar se hay desequilibrio de las tensiones o funcionamiento con dos fases y corregirlo.
	Devanado sucio.	Limpie.
	Ductos de aire interrumpidos.	
	Filtro de aire sucio.	Limpiar el elemento filtrante.
	Sentido de rotación no compatible con el ventilador utilizado.	Analizar el ventilador en función del sentido de rotación del motor.
		El ruido continúa durante la desaceleración, y luego de cortar la tensión.
Operación ruidosa cuando desacoplado	Desbalanceo.	Hacer 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 luego del montaje del acoplamiento.	Balancear el acoplamiento.
	Resonancia de los cimientos.	Ajustar a los cimientos.
	Carcasa del motor distorsionada.	Verificar planicie de la base.
	Eje torcido.	El eje puede estar torcido; Verificar el balanceo del rotor y la excentricidad.
	Entrehierro no uniforme.	Verificar el torcimiento del eje o el desgaste de los rodamientos.
Motor funcionando a una velocidad baja con resistencia externa apagada	Conductores mal dimensionados entre motor y reóstato.	Redimensionar los conductores.
	Circuito abierto en los devanados del rotor (incluyendo conexiones con reóstato).	Testar continuidad.
	Suciedades entre la escobilla y el anillo colector.	Limpiar los anillos colectores y el conjunto aislante.
	Escobillas trancadas en el alojamiento.	Verificar la movilidad de las escobillas en los alojamientos.
	Presión incorrecta sobre las escobillas.	Verificar la presión sobre cada escobilla y corregirla, si fuera necesario.
	Anillos colectores con superficies ásperas o anillos avalizados.	Limpiar, lijar y pulir o mecanizar, cuando fuera necesario.
	Densidad de corriente alta en las escobillas.	Adecuar las escobillas a la condición de carga.
	Escobillas mal asentadas.	Asentar correctamente las escobillas.
Chispeo	Escobillas mal asentadas.	Corregir el asentamiento de las escobillas y establecer la presión normal.
	Presión baja entre escobillas y anillos.	
	Sobrecarga.	Adecuar la carga a las características del motor o dimensionar nuevo motor para aplicación.
	Anillos colectores en mal estado (avalizados, superficies ásperas, estrías...).	Mecanizar los anillos colectores.
	Escobillas trancadas en los alojamientos.	Verificar la movilidad de las escobillas en los alojamientos.
	Vibración excesiva.	Verificar el origen de la vibración y corregirlo.
	Baja carga provocando daño a los anillos colectores.	Adecuar las escobillas a la real condición de carga y mecanizar los anillos colectores.

19.3 ANORMALIDADES EN RODAMIENTOS, CAUSAS Y SOLUCIONES



NOTA

Las instrucciones a seguir relacionan características básicas de problemas en rodamientos. En ciertos casos es necesario un análisis del fabricante del rodamiento para determinación de la causa del defecto.

Tabla 19.2: Relación básica de problemas en rodamientos

DEFECTO	POSÍBLES CAUSAS	DETERMINACIÓN Y ELIMINACIÓN
Motor ronca durante la operación	▪ Rodamientos danificados	▪ Sustituya el rodamiento
Ruidos moderados en el rodamiento, puntos deslustrados, formación de ranuras en las pistas	▪ El rodamiento fue montado en posición sesgada.	▪ Recuperar el asiento en el eje y sustituir el rodamiento.
Alto ruido del rodamiento y un calentamiento mayor del mismo	▪ Corrosión en la jaula, pequeños restos en la grasa, formación de fallas en las pistas debido a deficiencia de grasa, eventualmente holgura de rodamiento inadecuada.	▪ Hacer limpieza y reengrasar según las prescripciones.
		▪ Sustituir el rodamiento.
Calentamiento de los rodamientos	▪ Grasa en demasía.	▪ Retirar el tapón de escape de grasa y dejar el motor funcionando hasta que se verifique la salida del exceso de grasa.
	▪ Excesivo esfuerzo axial o radial de la correa.	▪ Disminuir el esfuerzo de la correa.
	▪ Eje torcido/vibración excesiva.	▪ Corregir el eje y verificar el balanceo del rotor. Verificar el origen de la vibración y corregirlo.
	▪ Falta de grasa.	▪ Adicionar grasa en el rodamiento.
	▪ Grasa endurecida ocasionando el trabado de las esferas.	▪ Sustituir los rodamientos.
	▪ Materia extraña en la grasa.	▪ Lavar los rodamientos y lubricarlos.
Manchas oscuras en un lado de la pista del rodamiento posteriormente ranuras	▪ Fuerza axial muy grande.	▪ Examinar las relaciones de accionamiento y acoplamiento.
Líneas oscuras en las pistas o ranuras transversales bastante juntas; En el caso de rodamiento de esferas, marcas puntiformes.	▪ Circulación de corriente por los cojinetes.	▪ Limpie y sustituya el aislamiento del cojinete. Coloque aislamiento, si no hubiera.
		▪ Desviar la corriente evitando pasarla por el rodamiento.
Surcos en las pistas, posteriormente claros Recalcaduras en la división de los elementos cilíndricos	▪ Vibraciones externas, principalmente cuando el motor estuvo parado por un largo período.	▪ De vez en cuando girar el rotor del motor parado a otra posición, principalmente tratándose de motor sobresaliente.
	▪ Falta de mantenimiento durante el almacenaje.	



ATENCIÓN

Los motores referenciados en este manual experimentan perfeccionamientos constantes, por eso las informaciones de este manual están sujetas a modificaciones sin previo aviso.

20 TÉRMINO DE GARANTÍA PRODUCTOS INGENIERIZADOS

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

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



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

1014.05/0709

[illegible]

This image shows a full page of blank, white paper with horizontal ruling lines. The lines are evenly spaced and extend across the width of the page. There are no margins, text, or other markings on the paper.





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