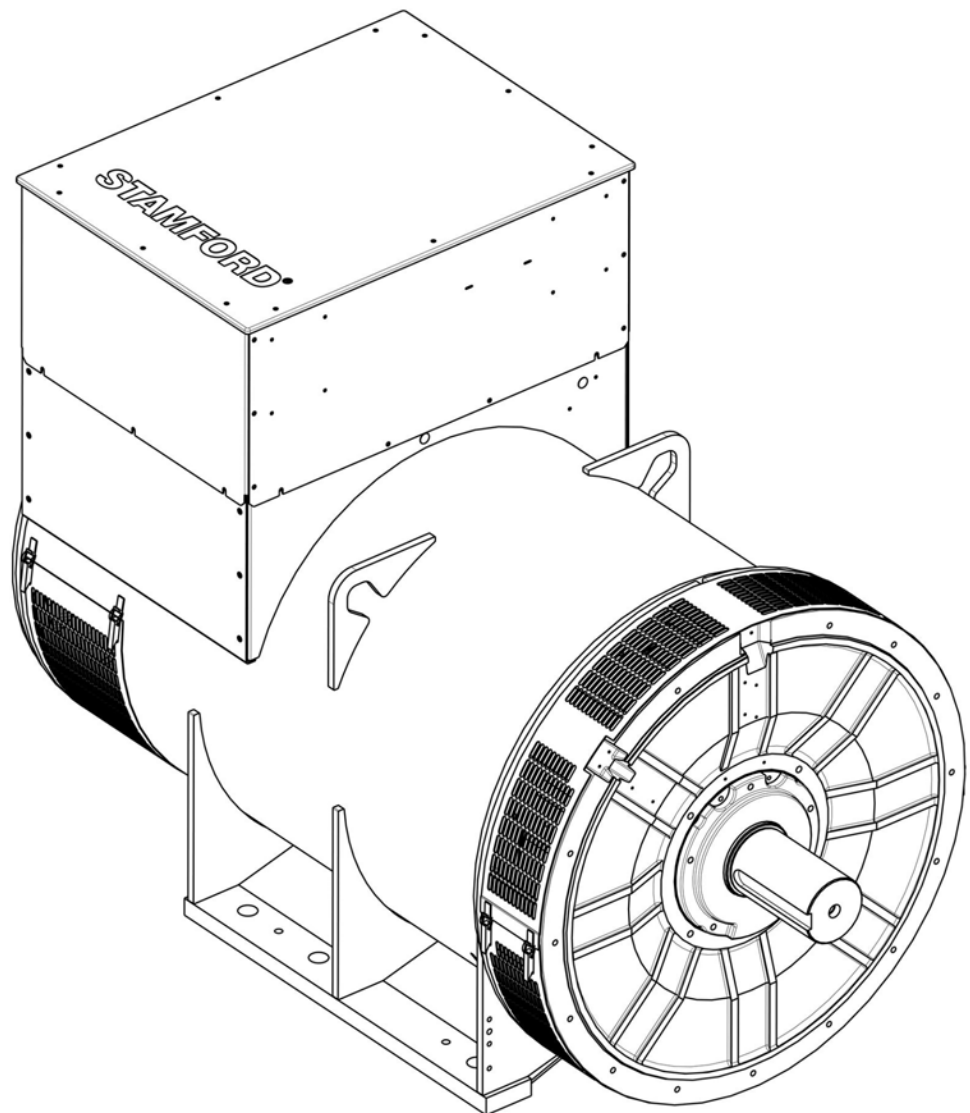


GENERADORES CA P7  
INSTALACIÓN, SERVICIO Y  
MANTENIMIENTO





# Contenido

---

|   |    |
|---|----|
| 1. PRÓLOGO .....                                  | 1  |
| 2. PRECAUCIONES DE SEGURIDAD .....                | 3  |
| 3. NORMAS Y DIRECTIVAS DE SEGURIDAD .....         | 7  |
| 4. INTRODUCCIÓN.....                              | 9  |
| 5. REGULADORES DE VOLTAJE AUTOMÁTICOS (AVR).....  | 13 |
| 6. APLICACIÓN DEL GENERADOR .....                 | 17 |
| 7. INSTALACIÓN EN EL GRUPO ELECTRÓGENO .....      | 23 |
| 8. REPARACIÓN Y MANTENIMIENTO .....               | 33 |
| 9. LOCALIZACIÓN DE FALLAS.....                    | 61 |
| 10. IDENTIFICACIÓN DE PIEZAS.....                 | 79 |
| 11. DATOS TÉCNICOS.....                           | 83 |
| 12. PIEZAS DE REPUESTO Y SERVICIO POSTVENTA ..... | 85 |
| 13. ELIMINACIÓN AL FINAL DE LA VIDA ÚTIL.....     | 87 |

-

---

Esta página ha sido intencionalmente dejada en blanco.

# 1 Prólogo

---

## 1.1 El manual

Este manual contiene orientación e instrucciones para realizar la instalación, la reparación y el mantenimiento del generador.

Antes de utilizar el generador, lea este manual y asegúrese de que todo el personal que va a trabajar en el equipo tiene acceso al manual y a toda la documentación adicional que se incluye con él. La utilización incorrecta del equipo, el incumplimiento de las instrucciones y el uso de piezas no autorizadas podrían invalidar la garantía del producto y conducir a accidentes potenciales.

Este manual es una parte esencial del generador. Asegúrese de que está a disposición de todos los usuarios durante toda la vida útil del generador.

El manual está destinado a ingenieros y técnicos en mecánica y electricidad con experiencia, que tienen conocimientos y experiencia previa en equipos de generación de este tipo. En caso de duda, obtenga el asesoramiento de un experto o póngase en contacto con la subsidiaria local de Cummins Generator Technologies.

### **AVISO**

La información de este manual era correcta en el momento de su publicación. Podría ser modificada a causa de nuestra política de mejora continua. Visite [www.cumminsgeneratortechnologies.com](http://www.cumminsgeneratortechnologies.com) para obtener la documentación más reciente.

-

---

Esta página ha sido intencionalmente dejada en blanco.

## 2 Precauciones de seguridad

---

### 2.1 Información de seguridad y avisos que se utilizan en este manual

Los paneles Peligro, Advertencia y Cuidado de este manual sirven para describir el origen de un peligro, sus consecuencias y cómo evitar lesiones. Los paneles de avisos resaltan instrucciones importantes o críticas.

#### PELIGRO

El panel Peligro indica una situación peligrosa que, en caso de no evitarse, **PRODUCIRÁ** lesiones graves o mortales.

#### ADVERTENCIA

El panel Advertencia indica una situación peligrosa que, en caso de no evitarse, **PODRÍA** producir lesiones graves o mortales.

#### PRECAUCION

El panel Cuidado indica una situación peligrosa que, en caso de no evitarse, **PODRÍA** producir lesiones leves o moderadas.

#### AVISO

Los avisos hacen referencia a un método o práctica que podría dañar el producto o sirven para llamar la atención sobre información o explicaciones adicionales.

### 2.2 Experiencia necesaria del personal

#### ADVERTENCIA

Los procedimientos de reparación y mantenimiento solo deben realizarlos ingenieros cualificados y con experiencia, que estén familiarizados con los procedimientos y el equipo.

### 2.3 Evaluación de riesgos

#### ADVERTENCIA

El usuario o la empresa usuaria deben realizar una evaluación de riesgos para determinar todos los riesgos relacionados con el personal. Todos los usuarios implicados deben recibir formación sobre los riesgos identificados. El acceso al grupo motor o grupo electrógeno durante su funcionamiento debe estar restringido a las personas que han recibido formación sobre estos riesgos.

### 2.4 Equipo de protección personal

#### ADVERTENCIA

Todas las personas que utilicen, reparen, mantengan o trabajen en un grupo motor o electrógeno deben llevar el equipo de protección personal adecuado.

---

El equipo de protección personal recomendado es el siguiente:

- Protección auditiva y ocular
- Protección facial y de la cabeza
- Calzado de seguridad
- Mamelucos que protejan los antebrazos y las piernas

Asegúrese de que todo el mundo conoce bien los procedimientos de emergencia en caso de accidente.

## 2.5 Ruido

### PRECAUCION

Los generadores emiten ruido. Lleve siempre la protección auditiva adecuada. Las emisiones de ruido ponderado A máximas pueden alcanzar 97 dB(A). Póngase en contacto con el distribuidor para conocer los datos específicos de la aplicación.

## 2.6 Equipo eléctrico

### PRECAUCION

Todos los equipos eléctricos pueden ser peligrosos si no se utilizan correctamente. Siempre instale, repare y mantenga el generador de acuerdo con las instrucciones de este manual.

En cualquier labor para la que sea necesario acceder a los conductores eléctricos, se deben seguir los procedimientos de seguridad eléctrica locales y nacionales aplicables para los voltajes utilizados, y cualquier norma específica de la empresa. Utilice siempre piezas de recambio genuinas de STAMFORD.

## 2.7 Bloqueo/etiquetado

### ADVERTENCIA

Aísle el generador de todas las fuentes de energía eléctrica y mecánica antes de iniciar los labores de reparación o mantenimiento. Adopte un proceso de bloqueo y etiquetado adecuado.

## 2.8 Elevación

### ADVERTENCIA

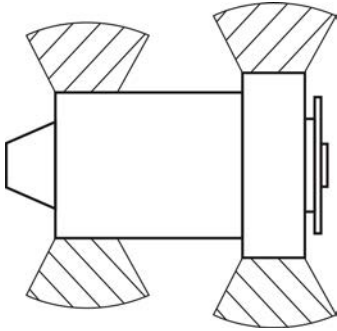
Los puntos de elevación proporcionados están diseñados para elevar solo el generador. No eleve el grupo electrógeno completo utilizando los puntos de elevación del generador (el generador acoplado a la fuente de energía motriz). No quite la etiqueta de elevación fijada a uno de los puntos de elevación.



## 2.9 Áreas de funcionamiento del generador

### ⚠ ADVERTENCIA

En caso de que se produzca una avería catastrófica, las piezas de la máquina podrían salir despedidas desde la entrada/salida de aire del generador (regiones sombreadas del diagrama). No coloque controles cerca de esta entrada/salida y prohíba al personal que entre en estas zonas durante el funcionamiento de la máquina.



## 2.10 Etiquetas de advertencia de peligro

Las etiquetas de advertencia de peligro están colocadas en el generador. Si alguna de las etiquetas originales ha desaparecido, está dañada o pintada, sustitúyala por una del juego de repuesto que se proporciona en una cartera fijada al generador. Las ubicaciones de las etiquetas se indican en la parte posterior del juego de etiquetas.



## 2.11 Orientación general

### AVISO

Estas precauciones de seguridad sirven como orientación general y complementan a los procedimientos de seguridad de su empresa, y a todas las leyes y normas aplicables.

-

---


Esta página ha sido intencionalmente dejada en blanco.

# 3 Normas y directivas de seguridad

Los generadores CA de STAMFORD cumplen todas las directivas de seguridad europeas aplicables y todas las normas nacionales e internacionales relacionadas con los generadores. El generador debe utilizarse dentro de los límites que se indican en las normas correspondientes y con los parámetros que se marcan en la placa de capacidad nominal del generador.

Los generadores marinos cumplen los requisitos de todas las sociedades de clasificación marina importantes.

## 3.1 Directivas europeas: declaración de conformidad de la CE

| EC Declaration of Conformity   |   | Generator Technologies               |
|--|---|--------------------------------------|
| This synchronous a.c. generator is designed for incorporation into an electricity generating-set and fulfils all the relevant provisions of the following EC Directive(s) when installed in accordance with the installation instructions contained in the product documentation:  |   |                                      |
| 2006/95/EC   | Low Voltage Directive   |                                      |
| 2004/108/EC  | The EMC Directive   |                                      |
| 2006/42/EC   | The Machinery Directive   |                                      |
| and that the standards and/or technical specifications referenced below have been applied:   |   |                                      |
| EN 61000-6-1:2007  | Electromagnetic compatibility (EMC). Generic standards – Part 6-1: Immunity for residential, commercial and light-industrial environments   |                                      |
| EN 61000-6-2:2005  | Electromagnetic compatibility (EMC). Generic standards – Part 6-2: Immunity for industrial environments   |                                      |
| EN 61000-6-4:2007  | Electromagnetic compatibility (EMC). Generic standards – Part 6-4: Emission standard for industrial environments  |                                      |
| EN ISO 12100-1:2003  | Safety of machinery - Basic concepts, general principles for design - Part 1: Basic terminology, methodology  |                                      |
| EN ISO 12100-1:2003  | Safety of machinery - Basic concepts, general principles for design -Part 2: Technical principles   |                                      |
| EN ISO 14121-1:2007  | Safety of machinery - Risk assessment - Part 1: Principles  |                                      |
| EN 60034-1:2004  | Rotating electrical machines - Part 1: Rating and performance   |                                      |
| BS ISO 8528-3:2005   | Reciprocating internal combustion engine driven alternating current generating sets - Part 3: Alternating current generators for generating sets  |                                      |
| BS 5000-3:2006   | Rotating electrical machines of particular types or for particular applications - Part 3: Generators to be driven by reciprocating internal combustion engines - Requirements for resistance to vibration |                                      |
| The manufacturer's authorised representative in the Community and person empowered to draw up this declaration and to compile the relevant technical documentation, on behalf of the manufacturer is Mr Jeffrey Matthews - Director Engineering, Cummins Generator Technologies, Barnack Road, Stamford, Lincolnshire, PE9 2NB, England. |   |                                      |
| Signed:  |    | Date: 21 <sup>st</sup> December 2009 |
| Description  |   | Serial Number                        |
| Registered in England under Registration No. 441273.<br>Cummins Generator Technologies Ltd. Registered Office: Barnack Road, Stamford, Lincolnshire PE9 2NB, England.  |   |                                      |
| DRAWING REF 450-10384-C  |   |                                      |

Todos los generadores que se suministran en el área económica europea (AEE) están marcados con el símbolo CE e incluyen una Declaración de conformidad de la CE que se incorpora al grupo electrógeno de electricidad. Es responsabilidad del fabricante del grupo electrógeno asegurarse de que la totalidad del grupo electrógeno cumple las normas y las directivas de la CE.

Nuestro representante autorizado en la Comunidad Europea es el Sr. Jeffrey Matthews, director de ingeniería de Cummins Generator Technologies Ltd.

Todos los generadores de STAMFORD cumplen las siguientes directivas y normas:

Directivas:

- Directiva sobre EMC 2004/108/EC
- Directiva sobre bajo voltaje 2006/95/EC
- Directiva sobre maquinaria 2006/42/EC

Normas:

- EN 61000-6-1: normas genéricas sobre compatibilidad electromagnética; inmunidad en entornos residenciales, comerciales y de industria ligera
- EN 61000-6-2: normas genéricas sobre compatibilidad electromagnética; inmunidad en entornos industriales
- EN 61000-6-4: normas genéricas sobre compatibilidad electromagnética; norma sobre emisiones en entornos de industria ligera
- EN ISO 12100-1: seguridad de la maquinaria, conceptos básicos, principios generales de diseño; terminología básica y metodología
- EN ISO 12100-2: seguridad de la maquinaria, conceptos básicos, principios generales de diseño (principios técnicos)
- EN ISO 14121-1: seguridad de la maquinaria, evaluación de riesgos; principios
- EN 60034-1: máquinas eléctricas con piezas rotatorias; capacidad nominal y rendimiento
- BS ISO 8528-3: motor de combustión interna alternativo que impulsa grupos electrógenos de corriente alterna; generadores de corriente alterna para grupos electrógenos
- BS 5000-3: máquinas eléctricas con piezas rotatorias; generadores impulsados por motores de combustión interna alternativos; requisitos para la resistencia a las vibraciones

#### AVISO

**Cuando el generador está incorporado en el grupo electrógeno, es responsabilidad del fabricante del grupo electrógeno asegurarse de que el grupo electrógeno cumple las especificaciones y normas correspondientes.**

## 3.2 Información adicional para el cumplimiento de EMC

Los generadores de STAMFORD están diseñados para cumplir las normas de inmunidad y emisiones de EMC para entornos industriales. En el documento con el número de referencia N4/X/011, se describen los equipos adicionales que podrían ser necesarios para instalar el generador en entornos residenciales, comerciales y de industria ligera.

Las tomas a tierra de la instalación necesitan la conexión de la estructura del generador al conductor de tierra de protección de la instalación con un cable de longitud mínima.

La instalación, el mantenimiento y las reparaciones deben ser realizadas por el personal debidamente formado y con total conocimiento de los requisitos de las directivas correspondientes de la CE.

#### AVISO

**Cummins Generator Technologies no es responsable del cumplimiento de las normas EMC si se utilizan piezas no autorizadas, que no son de marca STAMFORD, para el mantenimiento y las reparaciones.**

# 4 Introducción

---

## 4.1 Descripción general

Los generadores P7 tienen un diseño de campo de rotación sin escobillas, disponibles con hasta 690 V, 50 Hz (1000 RPM, 6 polos y 1500 RPM, 4 polos) o 60 Hz (1200 RPM, 6 polos y 1800 RPM, 4 polos), y se han construido para cumplir la norma BS5000 parte 3 y las normas internacionales.

## 4.2 Ubicación del número de serie

El número de serie único está impreso en la sección superior de la escuadra del extremo del accionamiento y se muestra en dos etiquetas de la parte exterior de la caja de bornes.

## 4.3 Placa de capacidad nominal

La etiqueta autoadhesiva de la placa de capacidad nominal que se suministra con el generador se debe colocar después de que el grupo electrógeno se haya montado y pintado por completo.

### ADVERTENCIA

**El generador podría sobrecalentarse si se utiliza fuera de los parámetros que se especifican en esta placa. El sobrecalentamiento puede producir un fallo catastrófico y lesiones graves al salir las piezas despedidas. Utilice siempre el generador dentro de los parámetros nominales.**

## 4.4 Autenticación del producto

El holograma de alta seguridad a prueba de falsificaciones de STAMFORD se encuentra en la etiqueta de seguimiento. Compruebe que los puntos de alrededor del logotipo de STAMFORD son visibles al observar el holograma desde diferentes ángulos y de que la palabra "GENUINE" aparece detrás del logotipo. Utilice una linterna para ver estas características de seguridad con poca luz. Para comprobar si el generador es auténtico, introduzca el código de 7 caracteres único del holograma en [www.stamford-avk.com/verify](http://www.stamford-avk.com/verify).

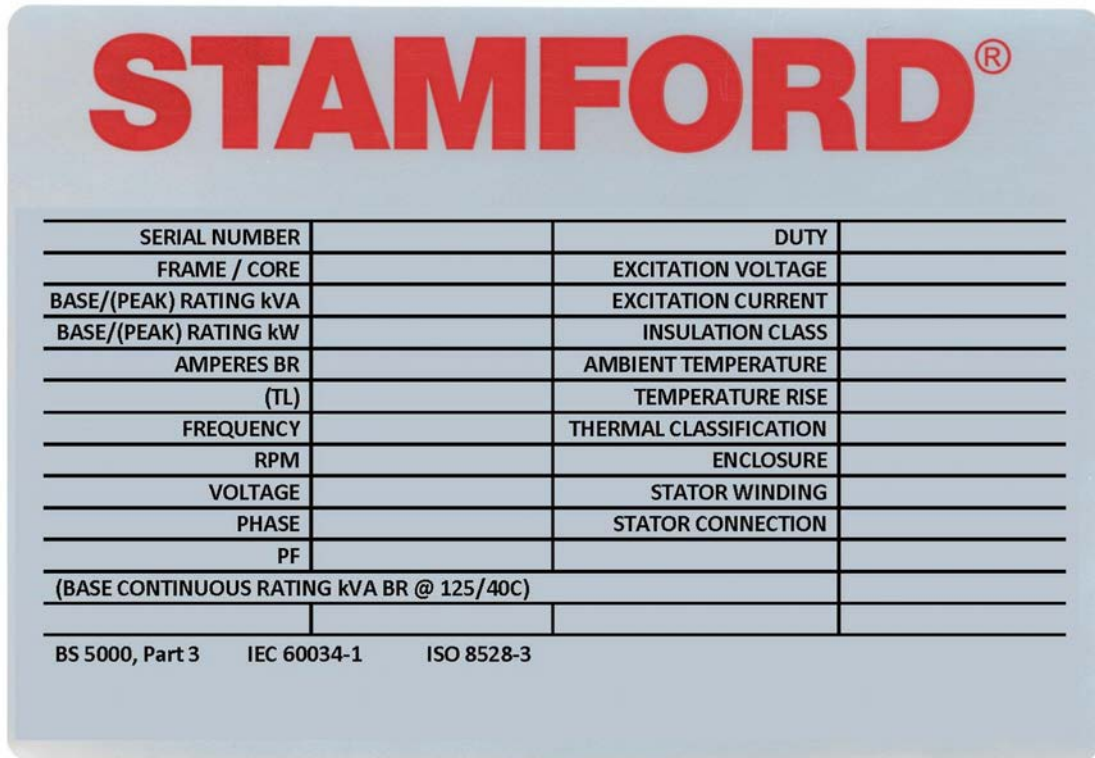


FIGURA 1. CHAPA DE IDENTIFICACIÓN GLOBAL DEL GENERADOR CA DE STAMFORD, QUE CONSTA DE LA PLACA DE CAPACIDAD NOMINAL (ARRIBA) Y LA ETIQUETA DE SEGUIMIENTO (ABAJO)

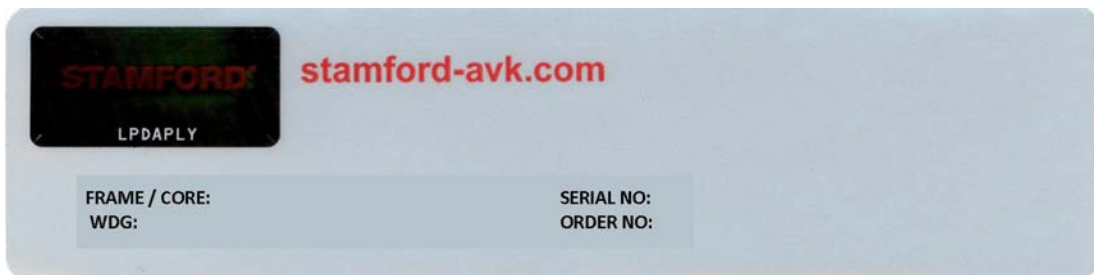


FIGURA 2. PUNTOS VISIBLES EN LAS VISTAS IZQUIERDA, DERECHA, SUPERIOR E INFERIOR DEL HOLOGRAMA EN 3D

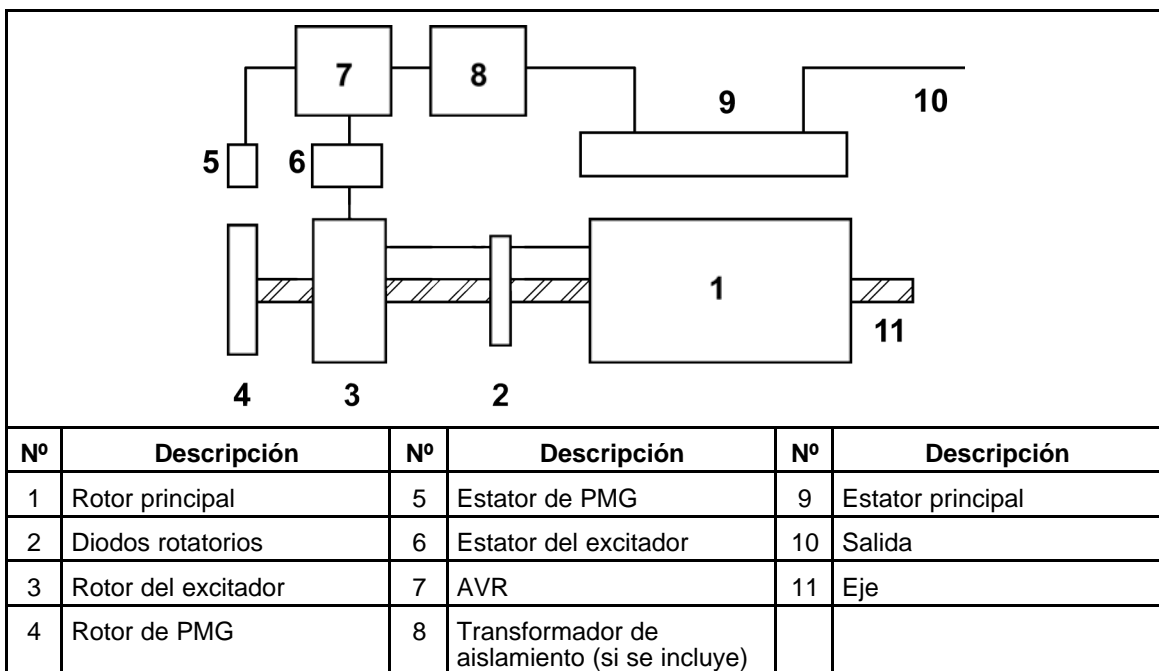
## 4.5 Generadores controlados por AVR excitados de manera separada

### 4.5.1 Generador magnético permanente (PMG) excitado: generadores controlados por AVR

#### ⚠ ADVERTENCIA

Tome las precauciones apropiadas a la hora de manejar el generador de imán magnético (PMG). Posee un campo magnético muy potente que podría interferir con un implante médico o producir lesiones en las manos por atrapamiento.

El AVR permite el control de bucle cerrado al detectar el voltaje de salida del generador en los devanados del estator principal y al aplicar voltaje al estator del excitador. El voltaje inducido en el rotor del excitador, rectificado por los diodos rotatorios, magnetiza el rotor principal, lo que induce voltaje en los devanados del estator principal. El AVR se acciona de manera independiente con el voltaje que se induce en el estator de un generador magnético permanente (PMG) por un rotor de imanes permanentes.



-

---

Esta página ha sido intencionalmente dejada en blanco.



# 5 Reguladores de voltaje automáticos (AVR)

---

Cummins Generator Technologies dispone de una selección de reguladores de voltaje automáticos (AVR) que están diseñados para obtener el máximo rendimiento con la gama de generadores CA sin escobillas de STAMFORD. Hay disponibles tipos autoexcitados y de excitación separada, desde sofisticados controles digitales hasta controles analógicos de bajo coste. Todos los AVR de STAMFORD vienen encapsulados para su protección medioambiental, y están instalados en soportes antivibraciones para disponer de una protección mecánica adicional.

Todos los AVR de STAMFORD tienen las siguientes características:

- conexiones a un accesorio compensador manual remoto para controlar con mayor precisión el voltaje de salida del generador
- protección UFRO (Reducción gradual de baja frecuencia) para reducir el voltaje de salida del generador si la velocidad desciende por debajo de un umbral, y
- conexiones a accesorios de caída de voltaje y factor de potencia para compartir la carga reactiva en paralelo con otros generadores o el servicio público de red eléctrica.

La información sobre las especificaciones, la instalación y el ajuste de AVR está disponible en el manual del AVR que se incluye con el generador o en [www.cumminsgeneratortechnologies.com](http://www.cumminsgeneratortechnologies.com)

## 5.1 Excitación separada

Un AVR excitado de manera separada recibe potencia de un generador magnético permanente (PMG) diferente instalado en el eje del generador principal. El AVR controla el voltaje de salida del generador por medio del ajuste automático de la fuerza del campo del estator del excitador. La excitación del AVR permanece a plena capacidad cuando se aplican cargas repentinas al generador, lo que permite obtener un rendimiento superior del arranque del motor, cortocircuitos y EMC.

### 5.1.1 MX341

El MX341 obtiene una regulación del voltaje del  $\pm 1,0\%$  y protección frente a una sobreexcitación continuada.

El AVR incluye las siguientes características adicionales:

- conexiones a una señal analógica desde un accesorio del controlador de factor de potencia, por ejemplo
- reducción de la velocidad del voltaje ajustable para protección (UFRO)
- control de inicio suave del aumento del voltaje de salida del generador al arrancar.

### 5.1.2 MX321

El MX321 obtiene una regulación del voltaje del  $\pm 0,5\%$  y protección frente a una sobreexcitación continuada.

El AVR incluye las siguientes características adicionales:

- conexiones a una señal analógica desde un accesorio del controlador de factor de potencia, por ejemplo
- reducción de la velocidad del voltaje ajustable para protección (UFRO)

- 
- control de inicio suave del aumento del voltaje de salida del generador al arrancar
  - detección del voltaje del r.m.s. trifásico
  - protección de sobrevoltaje con parada interna del dispositivo de salida del AVR
  - respuesta retardada ajustable (intervalo) del voltaje de excitación a los cambios de velocidad, y
  - límite de corriente de arranque o cortocircuito ajustable (con accesorio de transformador de detección de corriente opcional).

### **5.1.3 DM110**

El sistema de control de excitación digital DM110 es un controlador basado en microprocesador. Los parámetros del DM110 se establecen y supervisan mediante un software en una computadora personal (PC) conectada. Cuando se ejecuta sin PC, se puede supervisar el estado de control mediante las luces LED del controlador.

El AVR incluye las siguientes características adicionales:

- control del factor de potencia integrado
- reducción de la velocidad del voltaje ajustable para protección (UFRO)
- control de inicio suave del aumento del voltaje de salida del generador al arrancar
- detección del voltaje del r.m.s. trifásico
- protección de sobrevoltaje con parada interna del dispositivo de salida del AVR
- limitación de la excitación ajustable, y
- control digital total.

## **5.2 Accesorios del AVR**

Los accesorios que complementan las funciones del AVR se incluyen de fábrica o se venden por separado con instrucciones para que un técnico competente realice el ajuste y el cableado.

### **5.2.1 Compensador manual (para ajuste remoto del voltaje)**

Se puede instalar un compensador manual en un lugar conveniente (normalmente en el panel de control del grupo electrógeno) y conectarlo al AVR para mejorar el ajuste del voltaje del generador. El valor del compensador manual y el rango de ajuste obtenido son los que se definen en las especificaciones técnicas. Consulte el diagrama de cableado para eliminar el enlace de cortocircuito y conectar el compensador manual.

### **5.2.2 Transformador de caída de voltaje (para funcionamiento en paralelo, de generador a generador)**

Se puede instalar un transformador de caída de voltaje en una posición definida en el cableado de salida principal del generador y conectarlo al AVR para que pueda funcionar en paralelo con otros generadores. El rango de ajuste es el que se define en las especificaciones técnicas. Consulte el diagrama de cableado para quitar el enlace de cortocircuito y conectar el transformador de caída de voltaje. El transformador de caída de voltaje se DEBE conectar en el borne de salida principal correcto para que funcione correctamente (los detalles se muestran en el diagrama de cableado de la máquina).

---

### **5.2.3 Controlador del factor de potencia (PFC) (para funcionamiento en paralelo, generador a red eléctrica pública)**

Hay disponible un módulo de control electrónico para utilizarlo con el AVR con el fin de poder controlar el factor de potencia de la salida del generador. El módulo utiliza voltaje del generador y corriente de salida como entradas y se intercomunica con el AVR para garantizar la flexibilidad necesaria de la excitación del generador y, por lo tanto, controlar los kVAr exportados (o importados). Esto permite un control completo de bucle cerrado del factor de potencia del generador en el punto de conexión a la red eléctrica pública. Otras características permiten que el generador (o los generadores) tengan una correspondencia de voltaje automática antes de la conexión en paralelo.

### **5.2.4 Transformadores de limitación de corriente**

La corriente de salida principal del generador se puede limitar electrónicamente conectando transformadores de corriente adicionales al AVR MX321. En cualquier situación en la que la corriente de salida intenta aumentar por encima de un umbral predefinido (definido en el AVR), el AVR reducirá el voltaje del borne para restablecer el nivel de corriente fijado. En cargas no equilibradas, el funcionamiento se basa en la más alta de las corrientes trifásicas.

-

---

Esta página ha sido intencionalmente dejada en blanco.

## 6 Aplicación del generador

Es responsabilidad del cliente asegurarse de que el generador elegido es adecuado para la aplicación final.

### PRECAUCION

La sobrecarga de un generador puede derivarse en un fallo catastrófico.

### 6.1 Medioambiente

Los generadores de STAMFORD están protegidos de acuerdo con la norma IP23. La norma IP23 no es una protección adecuada para su uso al aire libre sin medidas adicionales.

|                      |                |
|----------------------|----------------|
| Temperatura ambiente | -15 °C a 40 °C |
| Humedad relativa     | < 60 %         |
| Altitud              | < 1000 m       |

El generador está diseñado para los datos medioambientales que se indican en la tabla. El generador puede funcionar en condiciones diferentes si tiene la capacidad nominal correcta. En la placa de identificación se encuentran los detalles. Si se cambia el entorno de funcionamiento después de la compra, consulte al fabricante para conocer la capacidad nominal revisada del generador.

### 6.2 Caudal de aire

TABLA 1. CAUDAL MÍNIMO DE AIRE Y CAÍDA MÁXIMA DE PRESIÓN

| Tipo de generador | 50 Hz   | 60 Hz       | Admisión máxima para la caída de la presión de salida, medidor de agua mm (pulg) |
|-------------------|---|-------------|--|
|                   | Caudal mínimo de aire, m <sup>3</sup> /s (pies <sup>3</sup> /min) |             |  |
| 6 polos           | 1,79 (3793)   | 2,3 (4874)  | 6 (0,25)   |
| 4 polos           | 2,69 (5700)   | 3,45 (7310) | 6 (0,25)   |

Asegúrese de que las entradas y salidas del aire no estén obstruidas cuando el generador está en funcionamiento.

### 6.3 Contaminantes del aire

Los contaminantes como la sal, la grasa, los humos de escape, los productos químicos, el polvo y la arena reducen la efectividad del aislamiento y la vida útil de los devanados. Piense en la posibilidad de utilizar filtros de aire y una caja para proteger el generador.

### 6.4 Filtros de aire

Los filtros de aire atrapan partículas del aire mayores de 5 micrones. Los filtros se deben limpiar o reemplazar regularmente, dependiendo de las condiciones de la instalación. Revise los filtros con frecuencia para establecer un intervalo de servicio apropiado.

---

Los generadores con filtros incorporados de fábrica tienen la capacidad nominal necesaria para la velocidad de caudal reducida del aire de refrigeración. Si los filtros son readaptados, la capacidad nominal del generador se debe reducir un 5%.

Los filtros de aire no quitan el agua. Mantenga los filtros secos con una protección adicional. Si los filtros están húmedos, obstruirán el caudal de aire, lo que provocará el sobrecalentamiento del generador y el fallo prematuro del aislamiento.

## 6.5 Condiciones de humedad

La capacidad de transporte de agua del aire depende de la temperatura. Si la temperatura del aire desciende por debajo de su punto de saturación, se puede formar rocío en los devanados y, de esta forma, reducir la resistencia eléctrica del aislamiento. En condiciones de humedad, puede que sea necesario utilizar una protección adicional, incluso si el generador está instalado dentro de una caja. Los calentadores anticondensación se suministran previa solicitud.

## 6.6 Calentadores anticondensación

### ADVERTENCIA

**El calentador anticondensación tiene una fuente de alimentación distinta. Antes de realizar ninguna actividad en el calentador, asegúrese de que la alimentación está aislada y bloqueada.**

Los calentadores anticondensación aumentan la temperatura del aire alrededor de los devanados para evitar la formación de condensación en condiciones de humedad cuando el generador no está en funcionamiento. Lo más recomendable es encender automáticamente los calentadores cuando el generador está apagado.

## 6.7 Cajas

Instale una caja para proteger al generador de condiciones medioambientales adversas. Asegúrese de que el aire que entra en el generador tiene la velocidad de caudal adecuada, no tiene humedad ni contaminantes, y está por debajo de la temperatura ambiental máxima que se indica en la placa de capacidad nominal.

Asegúrese de que se puede acceder cómodamente al generador para que las labores de mantenimiento sean seguras.

## 6.8 Vibración

Los generadores STAMFORD están diseñados para soportar los niveles de vibración que se encuentran en los grupos electrógenos que se han fabricado para cumplir los requisitos de las normas ISO 8528-9 y BS 5000-3. (La norma ISO 8528 se refiere a mediciones de banda ancha y la norma BS5000 se refiere a la frecuencia predominante de cualquier vibración del grupo electrógeno).

### AVISO

**Si se excede cualquiera de las especificaciones anteriores, se producirá un efecto negativo en la vida útil de los cojinetes y otros componentes, y la garantía del generador podría quedar invalidada.**

## 6.8.1 Definición de la norma BS5000-3

Los generadores deben ser capaces de soportar de manera continua niveles de vibración lineal con amplitudes de 0,25 mm de entre 5 Hz y 8 Hz, y velocidades de 9,0 mm/s r.m.s. entre 8 Hz y 200 Hz, medidos en cualquier punto directamente sobre la carcasa o la estructura principal de la máquina. Estos límites se refieren únicamente a la frecuencia predominante de la vibración de cualquier forma de onda compleja.

## 6.8.2 Definición de la norma ISO 8528-9

La norma ISO 8528-9 se refiere a una banda ancha de frecuencias; la banda ancha se considera que está entre 10 Hz y 1000 Hz. La tabla siguiente es un extracto de la norma ISO 8528-9 (Tabla C.1, valor 1). Esta tabla simplificada indica los límites de vibración por kVA y la velocidad para que el funcionamiento de los diseños del grupo electrógeno estándar sea aceptable.

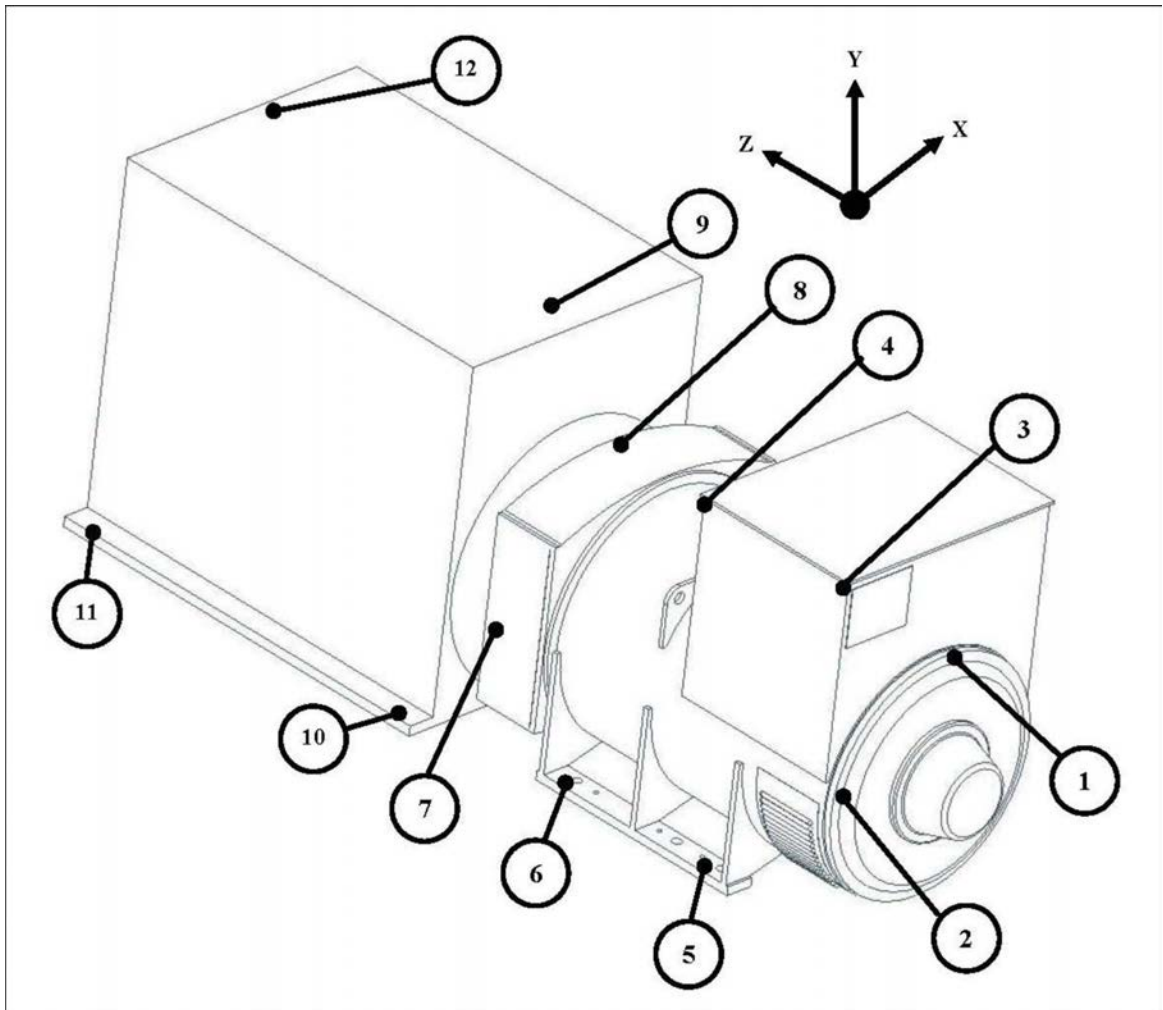
## 6.8.3 Límites de vibración lineal

| Niveles de vibración lineal medidos en el generador: P7 |                                  |                                     |                                      |  |
|---|----------------------------------|-------------------------------------|--------------------------------------|--|
| Velocidad del motor<br>RPM<br>(mín <sup>-1</sup> )      | Salida de potencia<br>S<br>(kVA) | Vibración Cilindrada<br>r.m.s. (mm) | Vibración Velocidad<br>r.m.s. (mm/s) | Vibración Aceleración<br>r.m.s. (mm/s <sup>2</sup> ) |
| 1300 ≤ RPM ≤ 2000                                       | 250 < S                          | 0,32                                | 20                                   | 13   |
| 720 ≤ RPM < 1300  | 250 < S ≤ 1250                   | 0,32                                | 20                                   | 13   |
|   | 1250 < S                         | 0,29                                | 18                                   | 11   |

La banda ancha es 10 Hz - 1000 Hz

## 6.8.4 Supervisión de vibración lineal

Recomendamos utilizar un equipo de análisis de vibraciones para medir la vibración en las posiciones que se indican a continuación. Compruebe que la vibración del grupo electrógeno es inferior a los límites que se indican en las normas. Si la vibración está por encima de los límites, el fabricante del grupo electrógeno debe investigar la causa raíz y erradicarla. Lo más recomendable es que el fabricante el grupo electrógeno tome lecturas iniciales para que sirvan de referencia y que el usuario supervise la vibración periódicamente, de acuerdo con el programa de servicio recomendado, para detectar si se está produciendo un deterioro.



## 6.8.5 Vibración excesiva

### ⚠ ADVERTENCIA

Una vibración excesiva puede producir un fallo catastrófico del generador, que podría derivarse en lesiones personales.

Si la vibración medida del grupo electrógeno no está dentro de los límites:

1. El fabricante del grupo electrógeno deberá cambiar el diseño del grupo electrógeno para reducir los niveles de vibración todo lo posible.
2. Póngase en contacto con Cummins Generator Technologies para evaluar el impacto en la esperanza de vida del generador y los cojinetes.

## 6.9 Cojinetes

### 6.9.1 Vida útil de los cojinetes

Entre los factores que reducen la vida útil de los cojinetes o conducen a la avería de los mismos, se incluyen:

- Entorno y condiciones de funcionamiento adversas
- Tensión producida por una alineación incorrecta del grupo electrógeno



- 
- Vibración del motor que supera los límites que se indican en las normas BS 5000-3 e ISO 8528-9
  - Largos periodos (incluidos los de transporte) en los que el generador está en reposo y sometido a vibraciones que pueden producir la formación de estrías, es decir, superficies planas en las bolas y ranuras en las carreras
  - Unas condiciones muy húmedas que producen corrosión y el deterioro de la grasa por emulsificación.

## **6.9.2 Supervisión del estado de los cojinetes**

Recomendamos al usuario comprobar el estado de los cojinetes utilizando un equipo de supervisión de la vibración. Lo más recomendable es tomar lecturas iniciales que sirvan de referencia y supervisar periódicamente los cojinetes para detectar si se está produciendo un deterioro. Entonces, será posible planificar un cambio de cojinetes en el grupo electrógeno apropiado o el intervalo de servicio del motor.

## **6.9.3 Esperanza de vida útil de los cojinetes**

Los fabricantes de cojinetes reconocen que la vida útil de los cojinetes depende de factores que están fuera de su control. Por tanto, en lugar de calcular una vida útil, los intervalos de sustitución se basan en la vida L10 del cojinete, el tipo de grasa y las recomendaciones de los fabricantes del cojinete y la grasa.

En aplicaciones generales, si se realiza el mantenimiento correcto, los niveles de vibración no superan los niveles que se indican en las normas ISO 8528-9 y BS5000-3, y la temperatura ambiental no supera 50°C, es necesario sustituir los cojinetes a las 30.000 horas de funcionamiento.

En caso de duda sobre cualquier aspecto de la vida de los cojinetes en los generadores de STAMFORD, póngase en contacto con el proveedor más cercano de generadores de STAMFORD o la fábrica de STAMFORD.

-

---

Esta página ha sido intencionalmente dejada en blanco.

# 7 Instalación en el grupo electrógeno

## 7.1 Dimensiones del generador

Las dimensiones se incluyen en la hoja de datos específica de cada modelo de generador. Consulte la placa de potencia nominal para identificar el modelo de generador.

### AVISO

Las hojas de datos están disponibles en [www.cumminsgeneratortechnologies.com](http://www.cumminsgeneratortechnologies.com)

## 7.2 Elevación del generador

### ⚠ PRECAUCION

Los puntos de elevación del generador están diseñados para elevar solo el generador. No eleve el grupo electrógeno completo (el generador acoplado a la fuente de energía motriz) por estos puntos. Cuando eleve el generador, manténgalo en posición horizontal. Instale la barra de tránsito a los generadores de un cojinete para mantener el rotor principal en la estructura.

Eleve el generador por los grilletes y el anclaje de clavijas de los puntos de elevación (agarraderas). La colocación correcta para la elevación se indica en una etiqueta que se está fijada a un punto de elevación. Utilice cadenas de la longitud suficiente y una barra de extensión si es preciso para asegurarse de que las cadenas están en posición vertical antes de elevarlas. Asegúrese de que el equipo de elevación tiene la capacidad suficiente para la masa del generador que se indica en la etiqueta.

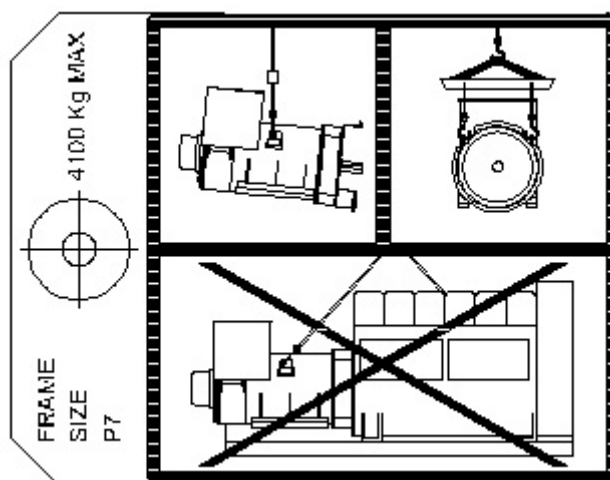


FIGURA 3. ETIQUETA DE ELEVACIÓN

## 7.3 Almacenamiento

Si el generador no se va a utilizar inmediatamente, se debe almacenar en un lugar en el que no haya vibraciones, y que esté seco y limpio. Recomendamos el uso de calentadores anticondensación.

Consulte la sección Reparación y mantenimiento ([Capítulo 8](#)) de este manual para obtener más información sobre los cojinetes de los generadores almacenados.

### 7.3.1 Después del almacenamiento

Tras un periodo de almacenamiento, realice "comprobaciones previas al funcionamiento" para determinar el estado de los devanados. Si los devanados están húmedos o el aislamiento es bajo, siga uno de los "procedimientos de secado" que se describen en la sección Reparación y mantenimiento de ([Capítulo 8](#)) este manual.

En el caso de los cojinetes reengrasables, si el generador lleva almacenado más de 6 meses, vuelva a engrasar los cojinetes antes de utilizarlos. En el caso de los cojinetes sellados, si el generador lleva almacenado más de 12 meses, cambie los cojinetes antes de utilizarlos.

## 7.4 Frecuencias de vibración

Estas son las principales frecuencias de vibración que produce el generador:

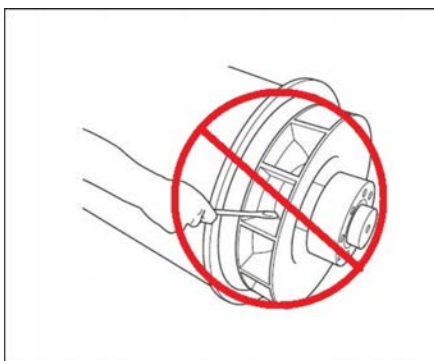
- 1000 RPM 16⅔ Hz 6 polos
- 1200 RPM 20 Hz 6 polos
- 1500 RPM 25 Hz 4 polos
- 1800 RPM 30 Hz 4 polos

Las vibraciones inducidas en el generador por el motor son complejas. Es responsabilidad del diseñador del grupo electrógeno asegurarse de que la alineación y la rigidez de la bancada y los montajes no permiten que la vibración supere los límites establecidos en las normas BS5000 parte 3 e ISO 8528 parte 9.

## 7.5 Acoplamiento del grupo electrógeno

### ⚠ PRECAUCION

No utilice el ventilador para girar el eje, ya que se pueden producir daños y lesiones personales.



La eficiencia del funcionamiento y la duración del componente dependen de que la tensión mecánica en el generador sea mínima. Al acoplar un grupo electrógeno, las interacciones de las alineaciones incorrectas y las vibraciones con el motor motriz primario pueden producir tensión mecánica.

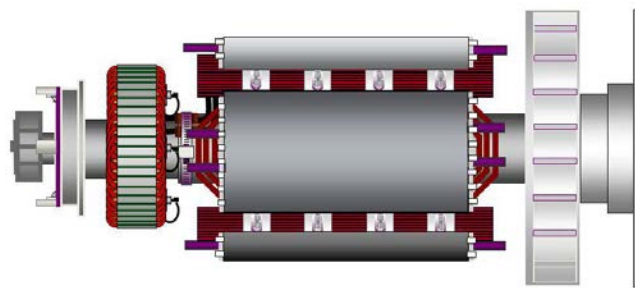
Los grupos electrógenos necesitan una bancada continua y plana sustancial que se ajuste a la carga del suelo de la instalación, con superficies de montaje del motor y el generador que creen una base firme para realizar la alineación correctamente. La altura de todas las superficies de montaje debe estar dentro de 0,25 mm para el montaje del calzo, 3 mm para los montajes antivibración no ajustables (AVM) o 10 mm para los AVM de altura ajustable.

Utilice calzos para lograr el nivelado. Los ejes de rotación del rotor del generador y el eje de salida del motor deben ser coaxiales (alineación radial) y perpendiculares al mismo plano (alineación angular). La alineación axial del generador y el acoplamiento del motor debe ser de 0,5 mm, para permitir la expansión térmica sin que haya fuerza axial indeseada en los cojinetes a la temperatura de funcionamiento.

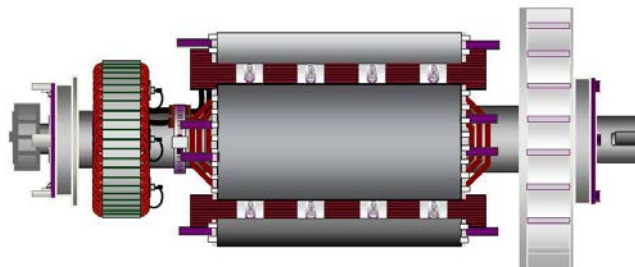
Se pueden producir vibraciones al flexionar el acoplamiento. El generador está diseñado para un momento de flexión máximo que no supere los 275 kg (2000 lbs ft). Consulte al fabricante del motor el momento de flexión máximo de la brida del motor.

El acoplamiento cerrado del generador y el motor pueden aumentar la rigidez del grupo electrógeno. Los generadores de uno o dos cojinetes pueden ser de acoplamiento cerrado. El fabricante del grupo electrógeno debe proporcionar protecciones para las aplicaciones de acoplamiento abierto.

Para evitar la oxidación durante el transporte y el almacenamiento, la espiga de la estructura del generador, las placas de acoplamiento del rotor y la extensión del eje se han tratado con un revestimiento anticorrosión. Quítelo antes de acoplar el grupo electrógeno.



**FIGURA 4. ROTOR DE GENERADOR DE UN COJINETE EN EL QUE SE MUESTRAN LOS DISCOS DE ACOPLAMIENTO ATORNILLADOS AL CUBO DEL ACOPLAMIENTO DEL EXTREMO DEL ACCIONAMIENTO (A LA DERECHA)**



**FIGURA 5. ROTOR DEL GENERADOR DE DOS COJINETES QUE MUESTRA UN EJE CON CHAVETERO PARA EL ACOPLAMIENTO FLEXIBLE (A LA DERECHA)**

## 7.6 Un cojinete

1. Quite la escuadra de transporte del extremo impulsor que mantiene el rotor en su lugar durante el transporte antes del acoplamiento al motor.

**⚠ PRECAUCION**

**Mantenga el generador en posición horizontal para mantener el rotor en su lugar**

2. Quite las cubiertas de salida de aire del extremo impulsor del generador para acceder a los pernos del adaptador y el acoplamiento.
3. Asegúrese de que los discos de acoplamiento están concéntricos al adaptador.

4. Coloque dos espigas de alineación en los orificios de los pernos de volante separados 180 grados para poder alinear el disco y el volante.
5. Levante el generador y aproxímelo al motor, girando el motor manualmente para alinear los discos y el volante.
6. Conecte las espigas de alineación con los orificios de los pernos del disco de acoplamiento, y empuje el generador hacia el motor hasta que los discos de acoplamiento queden sobre la superficie del volante.
7. Retire la escuadra de soporte del rotor, si se incluye.

**⚠ PRECAUCION**

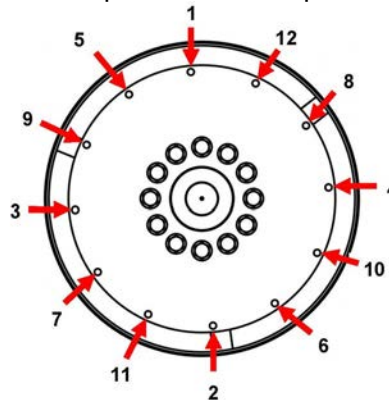
**No tire del generador hacia el motor utilizando pernos a través de los discos flexibles.**

8. Coloque los pernos del adaptador utilizando arandelas gruesas bajo los cabezales. Apriete los pernos del adaptador uniformemente alrededor del adaptador.
9. Compruebe el par de apriete de cada perno en la dirección de las agujas del reloj alrededor del círculo del perno para asegurarse de que todos los pernos están apretados. Consulte el manual del fabricante del motor para conocer el valor de apriete correcto.

**⚠ PRECAUCION**

**Si no se fijan los pernos, se puede producir una vibración excesiva lo que, a su vez, puede derivarse en un fallo catastrófico del generador.**

10. Quite las espigas de alineación. Coloque los pernos de acoplamiento utilizando



arandelas gruesas bajo los cabezales.

Apriete los pernos para fijar el disco de acoplamiento al volante, en la secuencia que se muestra más arriba.

11. Compruebe el par de apriete de cada perno en la dirección de las agujas del reloj alrededor del círculo del perno para asegurarse de que todos los pernos están apretados.

**⚠ PRECAUCION**

**Si no se fijan los pernos, se puede producir una vibración excesiva lo que, a su vez, puede derivarse en un fallo catastrófico del generador.**

12. Vuelva a colocar todas las cubiertas.

## 7.7 Dos cojinetes

Se recomienda utilizar un acoplamiento flexible, diseñado para adaptarse a la combinación específica de motor y generador, para minimizar los efectos de vibración de torsión.

Si se utiliza un adaptador de acoplamiento cerrado, hay que comprobar la alineación de las caras trabajadas colocando el generador en el motor. Calce las patas del generador si es preciso.

## 7.8 Comprobaciones previas al funcionamiento

Antes de arrancar el grupo electrógeno, pruebe la resistencia del aislamiento de los devanados, y compruebe si todas las conexiones están apretadas y se encuentran en el lugar correcto. Asegúrese de que la ruta del aire del generador no tiene obstrucciones. Vuelva a colocar todas las cubiertas.

## 7.9 Prueba de resistencia del aislamiento

### AVISO

Desconecte el AVR y los transformadores de voltaje (si dispone de ellos) antes de la prueba. Desconecte y conecte a tierra todos los sensores RTD y de temperatura Thermistor (si dispone de ellos) antes de la prueba.

La prueba de resistencia debe realizarla una persona cualificada.

| Voltaje del generador (kV) | Voltaje de prueba (V) | Resistencia de aislamiento mínima (MΩ) |                 |
|----------------------------|-----------------------|--|-----------------|
|                            |                       | Generador en servicio                  | Nuevo generador |
| Hasta 1                    | 500                   | 5                                      | 10              |

Debe secar los devanados del generador si la resistencia de aislamiento medida es inferior al valor mínimo. Consulte la sección Reparación y mantenimiento ([Capítulo 8](#)) de este manual.

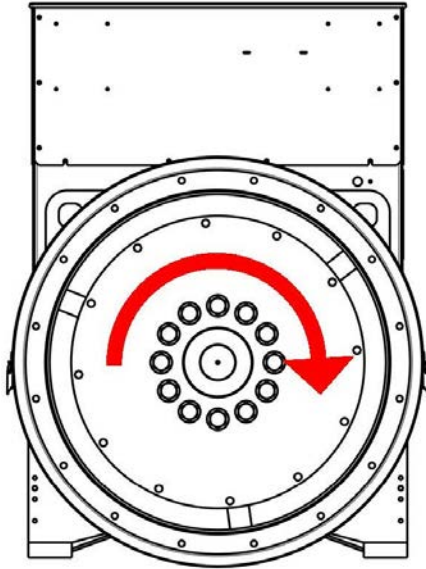
### 7.9.1 Prueba de alto voltaje

### AVISO

Los devanados se han probado con un alto voltaje durante la fabricación. Si se repiten las pruebas de alto voltaje, se puede degradar el aislamiento y reducir su vida útil. Si es necesario realizar una prueba adicional en la instalación para que lo acepte el cliente, esta se debe realizar a un voltaje reducido,  $V = 0,8 \times (2 \times \text{voltaje nominal} + 1000)$ . Ya en servicio, cualquier prueba adicional con fines de mantenimiento se debe realizar tras las comprobaciones visuales y las pruebas de resistencia del aislamiento, y a un voltaje reducido,  $V = (1,5 \times \text{voltaje nominal})$ .

## 7.10 Sentido de rotación

El ventilador está diseñado para rotar en el sentido de las agujas del reloj, tal y como se observa desde el extremo del accionamiento del generador (a menos que se especifique otra cosa cuando se solicite). Si el generador debe funcionar en sentido contrario a las agujas del reloj, pida consejo a Cummins Generator Technologies.



## 7.11 Rotación de fases

La salida del estator principal está conectada para una secuencia de fases de U V W cuando el generador funciona en sentido de las agujas del reloj, observado desde el extremo del accionamiento. Si se debe invertir la rotación de fases, el cliente debe volver a conectar los cables de salida a la caja de bornes. Solicite a Cummins Generator Technologies un diagrama de los circuitos de las conexiones de fase inversa.

## 7.12 Voltaje y frecuencia

Compruebe que el voltaje y la frecuencia que se muestran en la placa de capacidad nominal del generador cumplen los requisitos de la aplicación del grupo electrógeno.

## 7.13 Ajustes de AVR

El AVR viene configurado de fábrica para realizar las pruebas de funcionamiento iniciales. Compruebe si los ajustes del AVR son compatibles con la salida que necesita. Consulte las instrucciones detalladas en el manual de AVR para conocer los ajustes con carga y sin carga.

## 7.14 Conexiones eléctricas

### ADVERTENCIA

**Una instalación eléctrica y un sistema de protección incorrectos pueden causar lesiones personales. Los instaladores deben estar cualificados para realizar labores de instalación eléctrica y son responsables de cumplir todos los requisitos de cualquier organismo de inspección, autoridad de electricidad local o norma de seguridad.**

El fabricante dispone de curvas de corriente de fallas y de valores de reactancia del generador para quien los solicite, de modo que el diseñador del sistema pueda calcular la protección y/o discriminación de falla necesarias.



---

El instalador debe comprobar que el bastidor del generador está conectado a la bancada de los grupos electrógenos y a tierra. Si se han instalado soportes antivibración entre el bastidor del generador y su bancada, se debe cruzar un conductor a tierra correctamente calificado en el soporte antivibración.

Consulte los diagramas de alambrado para la conexión eléctrica de los cables de carga. Las conexiones eléctricas se realizan en la caja de bornes, construida con paneles extraíbles para que se adapten a los cables de entrada y de empaquetadura específicos del sitio. Pase los cables de un solo núcleo por los paneles proporcionados de empaquetadura aislados o no magnéticos. Se deben retirar los paneles cuando vaya a taladrar o cortar, para evitar que entren virutas en la caja de bornes o el generador. Después de realizar el alambrado, inspeccione la caja de bornes, limpie toda la suciedad con una aspiradora si fuera necesario y compruebe que no se ha dañado o alterado ningún componente interno.

Como norma general, el conductor de neutro del generador no está conectado al bastidor del generador. Si es necesario, el conductor de neutro se puede conectar al borne de tierra de la caja de bornes mediante un conductor de al menos la mitad del área de la sección de un conductor de fase.

Los cables de carga se deben sujetar de la manera apropiada para evitar que el radio quede apretado en el punto de entrada a la caja de bornes, que está sujeto a la empaquetadura de la caja de bornes y permite un movimiento del generador de al menos  $\pm 25$  mm en sus montajes antivibración sin producir demasiada tensión en los cables y los bornes de carga del generador.

La palma (parte plana) de los bornes de carga del cable se debe fijar en contacto directo con los bornes de salida del estator principal, de modo que toda la superficie de la palma conduzca la corriente de salida. El valor de apriete de los fijadores M12 es de 70 Nm o de 90 Nm para los fijadores M16 (tuerca principal) y de 45 Nm (contratuercas).

## 7.15 Conexión a la red: sobrecargas de voltaje y microinterrupciones

Tome precauciones para evitar que los voltajes transitorios que genera la carga conectada y/o el sistema de distribución causen daños en los componentes del generador.

Para identificar cualquier posible riesgo, se deben tener en cuenta todos los aspectos de la aplicación propuesta del generador, especialmente los siguientes:

- Cargas con características que se deriven en grandes cambios en los pasos de carga.
- Control de carga del conmutador de distribución y control de potencia por cualquier método que sea probable que genere picos de voltaje transitorios.
- Sistemas de distribución susceptibles a influencias externas, como tormentas eléctricas.
- Aplicaciones que impliquen un funcionamiento en paralelo con una red eléctrica, en donde se puede producir el riesgo de perturbaciones de la red en forma de microinterrupciones.

Si existe riesgo de sobrecargas de voltaje o microinterrupciones en el generador, incluya una protección adecuada en el sistema de generación, como supresores y protectores de sobrecarga, para cumplir las normas y los requisitos de instalación.

La protección de sobrecarga reduce el voltaje máximo en el generador de un impulso transitorio de  $5 \mu\text{s}$  a menos de  $1,25 \times \sqrt{2} \times (2 \times \text{voltaje de salida nominal} + 1000 \text{ V})$ . Lo mejor es ajustar los dispositivos de protección a los bornes de salida. Consulte a profesionales y proveedores de equipo especializado para obtener más consejos.

## 7.16 Aplicaciones incorporadas

Estas notas cubren las aplicaciones en las que el generador funciona en paralelo a la red eléctrica pública como CHP (lo que en ocasiones se denomina cogeneración).

En la norma ISO 8528, una clase térmica típica para este uso se identifica como un uso continuo de clase "F" con "capacidad nominal continua básica" (BR). Es la que ofrece la mejor eficiencia de funcionamiento, junto con bajos niveles de tensión térmica en el sistema de aislamiento de los devanados.

Establezca el rango del voltaje de funcionamiento de la red eléctrica pública y el kVA, kVAr y kWe especificados. Tenga en cuenta el rango completo del uso operativo requerido con respecto al gráfico operativo del generador (diagrama de capacidad). Una aplicación de cogeneración es un uso fijo continuo, siempre de la categoría "BR", en la que no se espera ninguna capacidad de sobrecarga.

A continuación, se detalla el nivel de protección recomendado para una aplicación incorporada.

| Protección   | Mínimo | Opcional |
|--|--------|----------|
| Sobrecorriente   | X      |          |
| Cortocircuito  | X      |          |
| Voltaje bajo   | X      |          |
| Voltaje alto   | X      |          |
| Hz bajos   | X      |          |
| Hz altos   | X      |          |
| Diferencial  |        | X        |
| Falla de puesta a tierra   |        | X        |
| Supervisión de la temperatura del estator  |        | X        |
| Supervisión de vibración   |        | X        |
| Supervisor de estado de cojinetes  |        | X        |
| Potencia inversa   | X      |          |
| Pérdida de excitación  | X      |          |
| Control del factor de potencia   | X      |          |
| Correspondencia de voltaje   | X      |          |
| Interrupción de red eléctrica pública (cambio de vector, desviación de frecuencia) | X      |          |

Los valores de sobrecarga y cortocircuito del generador en la protección deben estar por debajo de la curva de daños térmicos del generador.

Si un disyuntor proporciona la protección contra sobrecargas y cortocircuitos, tenga cuidado con los valores de protección. Normalmente, los disyuntores están diseñados para funcionar con la red eléctrica pública, que permite un nivel de falla con duraciones más altas y largas de lo que puede tolerar el generador. Los valores de cortocircuito y sobrecorriente se deben establecer, por tanto, de acuerdo con el gráfico de funcionamiento de los generadores y no con los datos de sobrecorriente/cortocircuito del disyuntor.

Hay disponibles hojas de datos del generador para ayudar a calcular estos valores.

## 7.17 Carga variable

En determinadas condiciones, la variación en las cargas puede reducir la vida útil del generador.

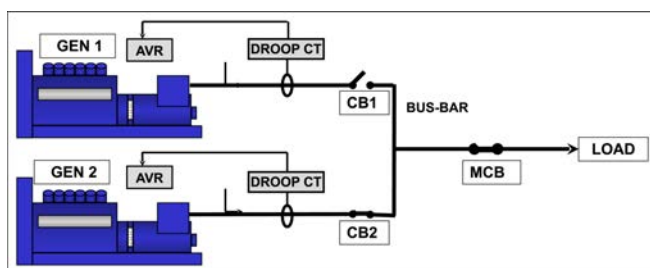
Identifique cualquier posible riesgo, especialmente los siguientes:

- Las cargas capacitivas grandes (por ejemplo, el equipo de corrección de factores de potencia) pueden afectar a la estabilidad del generador y provocar el deslizamiento del polo.
- Variación de voltaje en la red (por ejemplo, cambiar la toma).

Si hay riesgo de variación en la carga del generador, proteja el sistema de generación de forma adecuada con protección frente a excitación.

## 7.18 Sincronización

### 7.18.1 Generadores CA paralelos o de sincronización



El transformador de corriente compensador de caída de cuadratura hace una señal proporcional a la corriente reactiva; el AVR ajusta la excitación para reducir la circulación de corriente y permitir que cada generador comparta la carga reactiva. El transformador de corriente compensador de caída incorporado de fábrica se preajusta para una caída de voltaje de 5 % a carga plena y factor de potencia cero. Consulte el manual AVR incluido para obtener más información sobre ajustes de caída.

- El interruptor/disyuntor de sincronización (CB1, CB2) debe ser de un tipo que no produzca un "rebote de contacto" cuando funcione.
- El interruptor/disyuntor de sincronización debe tener la capacidad nominal adecuada para soportar la corriente de carga completa y continua del generador.
- El interruptor/disyuntor debe ser capaz de soportar los ciclos de cierre rigurosos durante la sincronización y las corrientes producidas si el generador se conecta en paralelo desincronizado.
- El tiempo de cierre del interruptor/disyuntor de sincronización debe estar bajo el control de los ajustes del sincronizador.
- El interruptor/disyuntor debe ser capaz de funcionar en condiciones de falla como los cortocircuitos. Hay disponibles hojas de datos del generador.

#### AVISO

**El nivel de falla puede incluir la contribución de otros generadores, así como de la red eléctrica pública.**

El método de sincronización debe ser automático o de sincronización de comprobación. No se recomienda el uso de la sincronización manual. Los ajustes realizados en el equipo de sincronización deben ser adecuados para que el generador se cierre suavemente.

**⚠ PRECAUCION**

La sincronización fuera de los siguientes parámetros puede producir un fallo catastrófico del generador.

| La secuencia de fases debe coincidir |            |
|--------------------------------------|------------|
| Diferencia de voltaje                | +/- 0,5%   |
| Diferencia de frecuencia             | 0,1 Hz/seg |
| Ángulo de fase                       | +/- 10°    |
| Tiempo de cierre de C/B              | 50 ms      |

Los ajustes del equipo de sincronización necesarios para lograr esto deben estar dentro de estos parámetros.

La diferencia de voltaje cuando se realiza la conexión en paralelo con la red de electricidad pública es +/- 3%.

## 7.19 Cojinetes reengrasables

Es posible que después de períodos largos de almacenamiento la grasa del puerto de salida se endurezca. Para garantizar el correcto funcionamiento de la máquina, limpie la grasa endurecida y rellene con grasa nueva. Consulte la sección Cojinetes reengrasables ([Sección 8.2.3](#)) del capítulo Reparación y mantenimiento de este manual.

# 8 Reparación y mantenimiento

---

Consulte la sección Medidas de seguridad ([Capítulo 2](#)) de este manual antes de iniciar cualquier actividad de reparación y mantenimiento.

Consulte la sección Identificación de piezas ([Capítulo 10](#)) para ver los componentes y obtener información sobre los fijadores.

## 8.1 Programación de mantenimiento recomendada

La programación de mantenimiento recomendada muestra en una tabla las actividades de mantenimiento recomendadas, agrupadas por subsistemas del generador. Las columnas de la tabla muestran los tipos de actividad de mantenimiento, si el generador debe estar funcionando y los niveles de mantenimiento. La frecuencia de mantenimiento aparece en horas de funcionamiento o intervalos de tiempo, lo que ocurra primero. Las equis que aparecen (X) en las celdas en las que se cortan una columna con una fila muestran el tipo de actividad de mantenimiento y cuándo es necesaria. Los asteriscos (\*) indican una actividad de mantenimiento que solo se realiza cuando es necesario.

Todos los niveles de mantenimiento de la programación de mantenimiento recomendada se pueden adquirir directamente a través del departamento de atención al cliente de Cummins Generator Technologies,

teléfono: +44 1780 484732,

correo electrónico: [service-engineers@cumminsgeneratortechnologies.com](mailto:service-engineers@cumminsgeneratortechnologies.com).

**TABLA 2. PROGRAMACIÓN DE MANTENIMIENTO RECOMENDADA**

| Sistema   | ACTIVIDAD DEL SERVICIO   | Generador en funcionamiento | TIPO       |        |          |             | NIVEL DEL SERVICIO |  |                         |                            |                            |   |
|-----------|--|-----------------------------|------------|--------|----------|-------------|--------------------|--|-------------------------|----------------------------|----------------------------|---|
|           | X = necesario<br>* = si es necesario   |                             | Inspección | Prueba | Limpieza | Sustitución | Puesta en servicio | Tras la puesta en servicio<br>250 h/0,5 años | Nivel 1<br>1000 h/1 año | Nivel 2<br>10 000 h/2 años | Nivel 3<br>30 000 h/5 años |   |
| Generador | Régimen nominal del generador  |                             | X          |        |          |             | X                  |  |                         |                            |                            |   |
|           | Disposición de bancada   |                             | X          |        |          |             | X                  |  |                         |                            |                            |   |
|           | Disposición de acoplamiento  |                             | X          |        |          |             | X                  |  |                         | *                          |                            | X |
|           | Condiciones ambientales y limpieza   |                             | X          |        |          |             | X                  | X  | X                       | X                          |                            | X |
|           | Temperatura ambiente (dentro y fuera)  |                             |            | X      |          |             | X                  | X  | X                       | X                          |                            | X |
|           | Máquina completa: daños, piezas sueltas y conexiones a tierra                                |                             | X          |        |          |             | X                  | X  | X                       | X                          |                            | X |
|           | Protectores, pantallas, etiquetas de advertencia y seguridad                                 |                             | X          |        |          |             | X                  | X  | X                       | X                          |                            | X |
|           | Acceso para mantenimiento  |                             | X          |        |          |             | X                  |  |                         |                            |                            |   |
|           | Condiciones de funcionamiento eléctricas nominales y excitación                              | X                           |            | X      |          |             | X                  | X  | X                       | X                          |                            | X |
|           | Vibración  | X                           |            | X      |          |             | X                  | X  | X                       | X                          |                            | X |
| Devanado  | Estado de los devanados  |                             | X          |        |          |             | X                  | X  | X                       | X                          |                            | X |
|           | Resistencia del aislamiento de los devanados (prueba de índice de polaridad, IP, para MV/HV) |                             |            | X      |          |             | X                  | *  | *                       | X                          |                            | X |
|           | Resistencia del aislamiento del rotor, el excitador y el PMG                                 |                             |            | X      |          |             |                    | X  | X                       |                            |                            |   |
|           | Sensores de temperatura  | X                           |            | X      |          |             | X                  | X  | X                       | X                          |                            | X |
|           | Ajustes del cliente de los sensores de temperatura   |                             | X          |        |          |             | X                  |  |                         |                            |                            |   |

| Sistema                | ACTIVIDAD DEL SERVICIO                                 | Generador en funcionamiento | TIPO       |        |          |             | NIVEL DEL SERVICIO |  |                         |                            |                            |   |
|------------------------|--|-----------------------------|------------|--------|----------|-------------|--------------------|--|-------------------------|----------------------------|----------------------------|---|
|                        | X = necesario<br>* = si es necesario                   |                             | Inspección | Prueba | Limpieza | Sustitución | Puesta en servicio | Tras la puesta en servicio<br>250 h/0,5 años | Nivel 1<br>1000 h/1 año | Nivel 2<br>10 000 h/2 años | Nivel 3<br>30 000 h/5 años |   |
| Cojinetes              | Estado de los cojinetes                                |                             | X          |        |          |             | X                  |  |                         |                            |                            | X |
|                        | Expulsión de grasa y trampa                            |                             |            |        | X        |             |                    | X  | X                       | X                          |                            | X |
|                        | Accesorios de engrase del cojinete                     | X                           |            |        |          | X           |                    |  | X                       | X                          |                            | X |
|                        | Cojinetes  |                             |            |        |          | X           |                    |  |                         | *                          |                            | X |
|                        | Sensores de temperatura                                | X                           |            | X      |          |             | X                  | X  | X                       | X                          |                            | X |
|                        | Ajustes del cliente de los sensores de temperatura     |                             | X          |        |          |             | X                  |  |                         |                            |                            |   |
| Caja de bornes         | Todas las conexiones del generador/cliente y alambrado |                             | X          |        |          |             | X                  | X  | X                       | X                          |                            | X |
| Controles y auxiliares | AVR inicial y configuración de PFC                     | X                           |            | X      |          |             | X                  |  |                         |                            |                            |   |
|                        | AVR y ajustes de PFC                                   | X                           |            | X      |          |             |                    | X  | X                       | X                          |                            | X |
|                        | Conexiones de auxiliares del cliente                   |                             |            | X      |          |             | X                  |  | X                       | X                          |                            | X |
|                        | Función de los auxiliares                              |                             |            | X      |          |             | X                  | X  | X                       | X                          |                            | X |
|                        | Ajustes de sincronización                              |                             | X          |        |          |             | X                  |  |                         |                            |                            |   |
|                        | Sincronización   | X                           |            | X      |          |             | X                  | X  | X                       | X                          |                            | X |
|                        | Calentador anticondensación                            |                             |            |        |          | X           |                    |  |                         |                            | *                          | X |
| Rectificador           | Diodos y varistores                                    |                             | X          |        |          |             | X                  | X  | X                       | X                          |                            |   |
|                        | Diodos y varistores                                    |                             |            |        |          | X           |                    |  |                         |                            |                            | X |

| Sistema       | ACTIVIDAD DEL SERVICIO                     | Generador en funcionamiento | TIPO       |        |          |             | NIVEL DEL SERVICIO |                            |                |         |              |         |                 |         |
|---------------|--|-----------------------------|------------|--------|----------|-------------|--------------------|----------------------------|----------------|---------|--------------|---------|-----------------|---------|
|               | X = necesario<br>* = si es necesario       |                             | Inspección | Prueba | Limpieza | Sustitución | Puesta en servicio | Tras la puesta en servicio | 250 h/0,5 años | Nivel 1 | 1000 h/1 año | Nivel 2 | 10 000 h/2 años | Nivel 3 |
| Refrigeración | Temperatura de entrada de aire             | X                           |            | X      |          |             | X                  | X                          | X              | X       | X            |         |                 | X       |
|               | Flujo Aire (capacidad nominal y dirección) | X                           | X          |        |          |             | X                  |                            |                |         |              |         |                 |         |
|               | Estado del ventilador                      |                             | X          |        |          |             | X                  | X                          | X              | X       | X            | X       | X               | X       |
|               | Estado del filtro de aire (donde proceda)  |                             |            | X      |          |             | X                  | X                          | X              | X       | X            | X       | X               | X       |
|               | Filtros de aire (donde proceda)            |                             |            |        | X        | X           |                    |                            |                | *       | *            | *       | *               | *       |

1. Un servicio y reparación adecuados son clave para el correcto funcionamiento del generador y la seguridad de todos los que estén en contacto con él.
2. Estas actividades de mantenimiento están diseñadas para maximizar la vida útil del generador, pero no modifican, extienden o cambian los términos de la garantía estándar del fabricante o sus obligaciones respecto a la garantía.
3. Cada intervalo de mantenimiento constituye tan solo una guía y se desarrollan en base a que el generador esté instalado y funcione de acuerdo con las pautas del fabricante. Si el generador se encuentra o está funcionando en condiciones ambientales adversas o inusuales, puede que los intervalos de mantenimiento deban ser más frecuentes. Se debe supervisar el generador continuamente entre cada mantenimiento para identificar cualquier modo de falla potencial, signos de uso incorrecto o de desgaste excesivo.

## 8.2 Cojinetes

### 8.2.1 Introducción

El rotor del generador está sujeto por un cojinete de extremo no impulsor (NDE) y fijado al generador de fuerza motriz mediante un cojinete o un acoplador de extremo de accionamiento (DE) .

- Si es posible, gire seis veces el rotor del generador que esté fuera de servicio una vez al mes para lubricar las superficies del cojinete con grasa y cambiar la posición de los elementos de rotación, y evitar así la formación de estrías. Si no se puede realizar la rotación y el periodo de almacenamiento es superior a dos años, sustituya los cojinetes antes de volver a ponerlo en marcha.
- Lubrique cada cojinete reengrasable con la cantidad correcta de grasa recomendada de acuerdo con la programación de mantenimiento recomendada o la etiqueta que se encuentra junto al accesorio de engrase (lo que se produzca antes).
- De acuerdo con la programación de mantenimiento recomendada, sustituya cada cojinete por uno nuevo que contenga la cantidad inicial de grasa recomendada, que se indica en la etiqueta situada junto al accesorio de engrase.



## 8.2.2 Seguridad

### ⚠ PELIGRO

Para sustituir los cojinetes se deben retirar las protecciones de seguridad. Aisle el grupo electrógeno de todas las fuentes de energía y quite la energía almacenada para evitar lesiones. Utilice los procedimientos de seguridad de bloqueos y marbetes antes de empezar a trabajar.

### ⚠ ADVERTENCIA

Las superficies externas pueden estar muy calientes. La piel expuesta podría sufrir quemaduras graves y permanentes dependiendo de la temperatura y del tiempo de contacto. Evite el contacto o utilice guantes protectores.

### ⚠ PRECAUCION

La grasa puede causar dermatitis por contacto. Utilice el equipo de protección personal adecuado para evitar el contacto con las manos.

### AVISO

No llene de grasa en exceso un cojinete, podría dañarlo.  
 No mezcle distintos tipos de lubricante. Utilice guantes distintos para cada lubricante.  
 Monte los cojinetes en condiciones libres de estática y de polvo y con guantes que no tengan pelusas.  
 Almacene las herramientas y las piezas que haya retirado en un lugar libre de estática y de polvo, para prevenir daños o contaminación.  
 Si un cojinete se daña por fuerza axial, hay que quitarlo del eje del rotor. No reutilice un cojinete.  
 Se dañará el cojinete si se aplica fuerza de inserción a través de las bolas del cojinete. No inserte a presión la pista exterior forzando la pista interior o viceversa.  
 No trate de girar el rotor levantándolo sobre las paletas del ventilador de refrigeración. Podría dañar el ventilador.

## 8.2.3 Cojinetes reengrasables

### 8.2.3.1 Requisitos

|                               |  |
|-------------------------------|--|
| Equipo de protección personal | Use el equipo de protección personal obligatorio del sitio.  |
| Consumibles                   | Trapo sin pelusas  |
|                               | Guantes finos desechables                                    |
| Piezas                        | Grasa tipo Asonic GHY72 de Kluber (aceite de éster/poliurea) |
| Herramientas                  | Pistola de engrase (calibrada para volumen o masa)           |

### 8.2.3.2 Método de reengrasado

TABLA 3. REENGRASADO: TIPO Y CANTIDAD DE GRASA

| Posición de cojinete | Cantidad de grasa tipo Asonic GHY72 de Kluber |          |
|----------------------|---|----------|
|                      | Volumen (cm <sup>3</sup> )                    | Masa (g) |
|                      |   |          |

|  |     |     |
|--|-----|-----|
| Extremo impulsor<br>(longitud de núcleo F,<br>G)     | 136 | 121 |
| Extremo impulsor<br>(longitud de núcleo A<br>a E)    | 100 | 89  |
| Extremo no impulsor<br>(longitud de núcleo A<br>a G) | 85  | 75  |

1. Identifique el accesorio de engrase, la etiqueta de reengrasado y el tipo de cojinete de cada cojinete.
2. Asegúrese de que la nueva grasa no está contaminada.
3. Limpie la boquilla de la pistola de engrase y el accesorio de engrase.
4. Limpie la grasa expulsada.
5. Coloque la pistola de engrase en el accesorio de engrase y añada la cantidad de grasa adecuada.
6. Deje funcionar el generador durante al menos diez minutos, hasta que no se expulse más grasa por el escape.
7. Limpie la grasa expulsada.
8. Inspeccione el color y la consistencia de la grasa expulsada por el escape y compárelos con los de la grasa nueva, que es de color beis blanquecino y de consistencia rígida.
9. Sustituya el cojinete si no hay grasa expulsada o si está descolorida.

## 8.2.4 Cambio de los cojinetes

Siga estos pasos, por orden:

1. Siga las instrucciones de la sección **Retirada del extremo no impulsor** para acceder al cojinete del NDE
2. Si hay que cambiar el cojinete del DE, siga las instrucciones de la sección **Retirada del extremo impulsor** para acceder al cojinete del DE.
3. Monte y coloque el nuevo cojinete de NDE (y el cojinete del DE, si es necesario) en el eje del rotor, siguiendo las instrucciones de la sección **Montaje del cojinete**.
4. Si ha cambiado el cojinete del DE, siga las instrucciones de la sección **Montaje del extremo impulsor** para volver a colocar los componentes del DE.
5. Siga las instrucciones de la sección **Montaje del extremo no impulsor** para volver a colocar los componentes del NDE.

### 8.2.4.1 Requisitos

#### Cojinetes reengrasables

|                               |  |
|-------------------------------|--|
| Equipo de protección personal | Use el equipo de protección personal obligatorio del sitio.<br>Lleve guantes resistentes al calor para manejar las piezas calientes. |
| Consumibles                   | Trapo sin pelusas  |
|                               | Guantes finos desechables  |
|                               | Fluido de lavado   |
|                               | Bolsas de plástico grandes (para almacenar las piezas)   |
|                               | Superficie de montaje blanca y antiestática  |

|              |  |
|--------------|--|
| Piezas       | Cojinete NDE   |
|              | Cojinete DE (si se incluye)                                  |
|              | Grasa tipo Asonic GHY72 de Kluber (aceite de éster/poliurea) |
|              | Lubricante antidesgaste tipo Altemp Q NB 50 de Kluber        |
|              | Juntas tóricas   |
| Herramientas | Pistola de engrase (calibrada para volumen o masa)           |
|              | Recipiente y cepillo de lavado                               |
|              | Calentador de inducción (con manguito protector en la barra) |
|              | Llave de torque  |
|              | Extractor de tres patas para la extracción del cojinete      |
|              | Embalaje de soporte del rotor                                |
|              | Eje con conexión de acero de la extensión del rotor          |
|              | Borne  |
|              | M10 x 120 pernos de guía x 2                                 |

## 8.2.4.2 Requisitos

### Cojinetes sellados

|                               |  |
|-------------------------------|--|
| Equipo de protección personal | Use el equipo de protección personal obligatorio del sitio.<br>Lleve guantes resistentes al calor para manejar las piezas calientes. |
| Consumibles                   | Guantes finos desechables  |
|                               | Bolsas de plástico grandes (para almacenar las piezas)   |
| Piezas                        | Cojinete NDE   |
|                               | Cojinete de DE (si se incluye)   |
|                               | Juntas tóricas   |
| Herramientas                  | Calentador de inducción (con manguito protector en la barra)   |
|                               | Llave de torque  |
|                               | Extractor de tres patas para la extracción del cojinete  |
|                               | Embalaje de soporte del rotor  |

## 8.2.4.3 Retirada del extremo no impulsor

1. Apague el calentador anticondensación (si está incluido) y aíslalo de su fuente de alimentación.
2. Limpie meticulosamente con un trapo sin pelusas todas las herramientas que se vayan a utilizar con las piezas engrasadas.
3. Quite la cubierta PMG.
4. Quite la cubierta de la entrada de aire inferior.
5. Quite la tapa de la caja de bornes y el panel superior (mano izquierda, visto desde el NDE)
6. Quite el panel inferior (mano izquierda, visto desde el NDE) para mejorar el acceso y corte las bandas de amarre de cables para soltar los conductores del estator del excitador.
7. Desconecte los cables de control del PMG.
8. Desconecte el tubo de engrase del cartucho del cojinete y la escuadra del NDE.

- 
9. Desconecte el calentador.
  10. Utilice una llave de tuercas abierta para desconectar el sensor RTD para la temperatura de los cojinetes (si se incluye) del cojinete.
  11. Quite el estator del PMG y el rotor del PMG a la vez, como un conjunto.
  12. Retire el conjunto de la tapa del cojinete del NDE.
  13. Ponga las piezas del conjunto del PMG y las de la tapa del cojinete NDE en bolsas de plástico separadas. Selle las bolsas para proteger las piezas de la suciedad.
  14. Gire el rotor principal para que el cuñero NDE quede en la parte superior del eje del rotor. En esta posición, el polo más bajo del rotor está vertical y podrá soportar el peso del rotor cuando se quite el cojinete. Si no se puede girar el rotor y el polo del rotor no está vertical, encaje dos piezas del embalaje de soporte del rotor (vea más abajo) para que aguante los dos polos más bajos.
  15. Desconecte los conductores F1 (rojo) y F2 en el AVR, corte las bandas de amarre de los cables y retire los conductores al estator del excitador.
  16. Coloque el eje de conexión de la extensión del rotor sobre el extremo no impulsor del rotor y levántelo un poco con una grúa eslinga para que aguante el peso del rotor.
  17. Quite los fijadores del cartucho del cojinete del NDE.
  18. Coloque dos pernos de guía roscados de al menos 120 mm de longitud en el cartucho del cojinete del NDE.
  19. Quite los fijadores de la escuadra del NDE.
  20. Introduzca dos pernos de levantamiento M10 hasta la mitad por los orificios roscados en la línea central horizontal de la escuadra NDE para abrir un orificio para un grillete entre la escuadra NDE y el bastidor (un movimiento de aproximadamente 10 mm).
  21. Coloque un grillete en la escuadra del NDE y sujételo con una segunda grúa eslinga.
  22. Inserte los pernos de levantamiento por completo para soltar la escuadra del NDE del bastidor.
  23. En los generadores con un cojinete del DE, inserte una pieza del embalaje de soporte del rotor en el espacio de aire entre el polo más bajo del rotor y el estator, en toda la longitud del polo del rotor. Al quitar el cojinete del NDE, el embalaje mantendrá el rotor casi horizontal para reducir la carga no radial en el otro cojinete.
  24. Baje suavemente la grúa eslinga para poner el peso del rotor en el embalaje del soporte y retire la eslinga.
  25. Quite el eje de conexión de la extensión del rotor.
  26. Con cuidado, deslice la escuadra del NDE lejos del generador por los pernos de guía para evitar dañar los devanados del estator del excitador en el rotor del excitador, y apártela.
  27. Quite los pernos de guía.

#### **8.2.4.4 Retirada del extremo impulsor**

1. Retire primero los componentes del NDE, siguiendo las instrucciones de la sección **Retirada del extremo no impulsor**.
2. Quite la rejilla de la salida de aire del DE y las persianas del DE.
3. Desconecte el generador de la fuerza motriz.
4. Desconecte el tubo de engrase.
5. Desconecte el sensor RTD para la temperatura del cojinete (si se incluye).

6. Quite la tapa del cojinete del DE.
7. Quite los fijadores del cartucho del cojinete del NDE.
8. Coloque dos pernos de guía roscados de al menos 120 mm de longitud en el cartucho del cojinete del DE.
9. Utilice una grúa eslinga y ganchos de elevación para sujetar la escuadra del DE.
10. Quite los fijadores de la escuadra del NDE.
11. Golpee la escuadra del DE con una maza para soltarla del bastidor.
12. Deslice con cuidado la escuadra del DE lejos del generador por los pernos de guía.
13. Quite los pernos de guía.

### 8.2.4.5 Montaje de un cojinete reengrasable

**TABLA 4. ENGRASADO INICIAL: TIPO Y CANTIDAD DE GRASA**

| Posición de cojinete                           | Cantidad de grasa tipo Asonic GHY72 de Kluber |          |                            |          |                            |          |                            |            |
|--|---|----------|----------------------------|----------|----------------------------|----------|----------------------------|------------|
|  | Cartucho                                      |          | Cojinete                   |          | Tapa del cojinete          |          | TOTAL                      |            |
|  | Volumen (cm <sup>3</sup> )                    | Masa (g) | Volumen (cm <sup>3</sup> ) | Masa (g) | Volumen (cm <sup>3</sup> ) | Masa (g) | Volumen (cm <sup>3</sup> ) | Masa (g)   |
| Extremo impulsor (longitud de núcleo F, G)     | 136   | 121      | 272                        | 242      | 136                        | 121      | <b>544</b>                 | <b>484</b> |
| Extremo impulsor (longitud de núcleo A a E)    | 104   | 92       | 208                        | 185      | 104                        | 92       | <b>416</b>                 | <b>369</b> |
| Extremo no impulsor (longitud de núcleo A a G) | 87  | 77       | 174                        | 154      | 87                         | 77       | <b>348</b>                 | <b>308</b> |

1. Quite el cartucho del cojinete del eje del rotor principal.
2. Caliente el cartucho del cojinete y utilice el extractor para sacar el cojinete antiguo del cartucho.
3. Para preparar el montaje, debe limpiar:
  - a. Limpie la superficie de montaje antiestática con un trapo sin pelusas impregnado con un solvente.
  - b. Limpie el cartucho del cojinete, la arandela ondulada (sólo en NDE) y la tapa del cojinete, y compruebe que no haya contaminación.
  - c. Seque el exceso de fluido de lavado con un trapo sin pelusas y coloque todos los componentes en la superficie de montaje antiestática limpia.
  - d. Limpie minuciosamente la superficie externa de la boquilla de la pistola de engrase con un trapo sin pelusas.
4. Prepare el cojinete:
  - a. Saque el cojinete de su embalaje.
  - b. Limpie el aceite conservante de la superficie de los anillos interiores y exteriores con un trapo sin pelusas.
  - c. Coloque el cojinete en la superficie de montaje antiestática limpia, con las marcas de identificación del tipo de cojinete hacia abajo.
5. Engrase y monte los componentes del cojinete:
  - a. Fije una nueva junta tórica en la ranura de la caja del cojinete (solo en NDE).

- 
- b. Añada la cantidad específica de grasa a la superficie posterior del cartucho del cojinete.
  - c. Aplique un poco de grasa en la superficie de sellado con ranuras del cartucho.
  - d. Utilice un trapo sin pelusas para extender, sin frotar, una fina capa uniforme del lubricante antidesgaste (tipo Altemp Q NB 50 de Kluber) en la circunferencia de la caja del cojinete.
  - e. Aplique la mitad de la cantidad de grasa especificada en la superficie superior del cojinete (sin las marcas de designación).
  - f. Introduzca la grasa en el cojinete, asegurándose de que penetra bien en las pistas y entre las bolas.
  - g. Ensamble el cojinete en el cartucho del cojinete, primero por el lado engrasado, presionando **SOLO** en la pista exterior del cojinete. Asegúrese de que la pista exterior del cojinete está en contacto con el reborde en el que se coloca.
  - h. Aplique la otra mitad de la cantidad de grasa especificada en el lado expuesto del cojinete.
  - i. Introduzca la grasa en el cojinete, asegurándose de que penetra bien en las pistas y entre las bolas.
  - j. Añada la cantidad de grasa especificada a la superficie interior de la tapa del cojinete.
  - k. Llene de grasa la ranura de grasa expulsada.
  - l. Aplique un poco de grasa en la superficie de sellado con ranuras de la tapa del cojinete.
  - m. Llene de grasa el tubo y el accesorio de engrase.
6. Encaje los componentes del cojinete:
- a. Caliente el cojinete y el conjunto del cartucho de 90 a 100 °C en el calentador de inducción.
  - b. Deslice el cojinete y el conjunto del cartucho por el eje del rotor, apretándolo firmemente contra el reborde asentado.
  - c. Balancee el conjunto (incluida la pista interior) 45 grados en ambas direcciones para asegurarse de que el cojinete esté asentado. Sostenga el cojinete en su lugar mientras se enfría y se ajusta al eje del rotor.
  - d. Vuelva a encajar la arandela de retención (solo en NDE) en la ranura del eje del rotor principal.
  - e. Caliente el deflector de grasa a 60 °C en el calentador de inducción.
  - f. Deslice el deflector de grasa por el eje del rotor y apriételo firmemente contra el conjunto del cojinete. Sostenga el deflector en su lugar mientras se enfría y se ajusta al eje del rotor.
  - g. Coloque la arandela ondulada (solo en NDE).
  - h. Espere a que el cojinete, el conjunto del cartucho y el deflector se enfríen a temperatura ambiente.
  - i. Coloque la tapa del cojinete sobre el deflector de grasa y fíjelo en el cartucho del cojinete.
7. Registre el cambio de cojinete en el informe de servicio.

---

### 8.2.4.6 Montaje de un cojinete sellado

1. Quite el cartucho del cojinete del eje del rotor principal.
2. Caliente el cartucho del cojinete y utilice el extractor para sacar el cojinete antiguo del cartucho.
3. Para preparar el montaje, debe limpiar:
  - a. Limpie la superficie de montaje antiestática con un trapo sin pelusas impregnado con un solvente.
  - b. Limpie el cartucho del cojinete, la arandela ondulada (sólo en NDE) y la tapa del cojinete, y compruebe que no haya contaminación.
  - c. Seque el exceso de fluido de lavado con un trapo sin pelusas y coloque todos los componentes en la superficie de montaje antiestática limpia.
  - d. Limpie minuciosamente la superficie externa de la boquilla de la pistola de engrase con un trapo sin pelusas.
4. Prepare el cojinete:
  - a. Saque el cojinete de su embalaje.
  - b. Limpie el aceite conservante de la superficie de los anillos interiores y exteriores con un trapo sin pelusas.
  - c. Coloque el cojinete en la superficie de montaje antiestática limpia, con las marcas de identificación del tipo de cojinete hacia abajo.
5. Monte los componentes del cojinete:
  - a. Coloque una nueva junta tórica en la ranura de la caja del cojinete (solo en NDE).
  - b. Utilice un trapo sin pelusas para extender, sin frotar, una fina capa uniforme del lubricante antidesgaste (tipo Altemp Q NB 50 de Kluber) en la circunferencia de la caja del cojinete.
  - c. Introduzca la grasa en el cojinete, asegurándose de que penetra bien en las pistas y entre las bolas.
  - d. Ensamble el cojinete en el cartucho del cojinete, presionando **SOLO** en la pista exterior del cojinete. Asegúrese de que la pista exterior del cojinete está en contacto con el reborde en el que se coloca.
  - e. Aplique un poco de grasa en la superficie de sellado con ranuras de la tapa del cojinete.
6. Coloque los componentes del cojinete:
  - a. Caliente el cojinete y el conjunto del cartucho de 90 a 100 °C en el calentador de inducción.
  - b. Deslice el cojinete y el conjunto del cartucho por el eje del rotor, apretándolo firmemente contra el reborde asentado.
  - c. Balancee el conjunto (incluida la pista interior) 45 grados en ambas direcciones para asegurarse de que el cojinete esté asentado. Sostenga el cojinete en su lugar mientras se enfría y se ajusta al eje del rotor.
  - d. Vuelva a encajar la arandela de retención (solo en NDE) en la ranura del eje del rotor principal.
  - e. Coloque la arandela ondulada (solo en NDE).
  - f. Espere a que el cojinete, el conjunto del cartucho y el deflector se enfríen a temperatura ambiente.

---

g. Coloque la tapa del cojinete en el cartucho del cojinete.

7. Registre el cambio de cojinete en el informe de servicio.

#### **8.2.4.7 Montaje del extremo impulsor**

1. Deslice la escuadra del DE por el eje del rotor y colóquela sobre el conjunto del cojinete del DE.
2. Utilice una grúa eslinga para levantar ligeramente el rotor y la escuadra del DE en el extremo impulsor, y aguantar así su peso.
3. Vuelva a colocar la escuadra del DE en el bastidor.
4. Vuelva a fijar el cartucho del cojinete del DE en la escuadra del DE.
5. Vuelva a colocar la tapa del cojinete del DE.
6. Vuelva a conectar el tubo de engrase.
7. Vuelva a conectar el sensor RTD (si se incluye).
8. Vuelva a enganchar el generador a la fuerza motriz.
9. Vuelva a colocar la rejilla de la salida de aire del DE y las persianas del DE.

#### **8.2.4.8 Montaje del extremo no impulsor**

1. Coloque los pernos de guía roscados en el cartucho del cojinete del NDE.
2. Deslice la escuadra del NDE por el eje del rotor, guíela hasta los pernos y colóquela sobre el conjunto del cojinete del NDE.
3. Fije el eje de la extensión del rotor sobre el extremo no impulsor del rotor y levántelo un poco con una grúa eslinga para aguantar el peso del rotor.
4. Retire las piezas del embalaje de soporte del rotor.
5. Fije la escuadra del NDE en el bastidor.
6. Quite los pernos de guía.
7. Coloque el cartucho del cojinete del NDE en la escuadra del NDE.
8. Baje suavemente la grúa eslinga para poner el peso del rotor sobre el cojinete, y retire la eslinga.
9. Quite la herramienta de extensión del eje.
10. Gire el rotor con la mano para comprobar la alineación del cojinete y que la rotación se realiza sin problemas.
11. Vuelva a colocar el conjunto de la tapa del cojinete del NDE.
12. Vuelva a colocar el rotor y el estator de PMG.
13. Vuelva a conectar los cables de control.
14. Vuelva a conectar el tubo de engrase.
15. Vuelva a conectar el sensor RTD (si se incluye).
16. Fije los conductores del estador del calentador y el excitador dentro del generador con bandas de amarre de cables estabilizadas con calor.
17. Fije los conductores con amarres de cables a los conductores del estator principal y vuelva a conectarlos al AVR.
18. Vuelva a colocar la cubierta PMG y la cubierta de la entrada del aire inferior.
19. Vuelva a colocar el panel del lateral inferior, el panel lateral de la caja de bornes y la tapa.




20. Vuelva a conectar la fuente de alimentación del calentador anticondensación (si se incluye).

## 8.3 Controles

### 8.3.1 Introducción

Un generador en funcionamiento constituye un duro entorno para los componentes de control. El calor y la vibración pueden hacer que se suelten las conexiones eléctricas o que fallen los cables. Las inspecciones y pruebas rutinarias pueden ayudar a identificar estos problemas antes de que causen un fallo que provoque tiempos de inactividad imprevistos.

### 8.3.2 Seguridad

|  PELIGRO   |  |
|---|--|
| <b>Este método implica quitar las cubiertas de seguridad y exponer conductores eléctricos potencialmente activos. Existe el riesgo de que se produzcan lesiones graves o mortales por electrocución. Para prevenir lesiones, aíse eléctricamente al grupo electrógeno y evite los movimientos mecánicos accidentales. Desconecte la batería del motor de fuerza motriz. Utilice los procedimientos de seguridad de bloqueos y marbetes y compruebe que el grupo electrógeno está aislado de toda fuente de energía antes de empezar a trabajar.</b> |  |

### 8.3.3 Requisitos

|                               |   |
|-------------------------------|---|
| Equipo de protección personal | Use el equipo de protección personal obligatorio del sitio. |
| Consumibles                   |   |
| Piezas                        |   |
| Herramientas                  | Multímetro  |
|                               | Llave de torque   |

### 8.3.4 Inspección y prueba

1. Retire la tapa de la caja de bornes.
2. Compruebe que los fijadores M12 que aseguran los cables de carga están firmemente apretados.
3. Compruebe que los cables están firmemente unidos a la empaquetadura de la caja de bornes y que permitan un movimiento del generador de  $\pm 25$  mm en los soportes antivibración.
4. Compruebe que todos los cables están anclados y sin tensión dentro la caja de bornes.
5. Compruebe si hay signos de daños causados por la vibración en los cables, incluidos daños a la cubierta aislante o rotura de las hebras de alambre.
6. Compruebe que todos los accesorios del AVR y los transformadores de corriente están correctamente colocados, y que los cables pasan por el centro de los transformadores de corriente.
7. Aísle el suministro del calentador anticondensación y mida la resistencia eléctrica de los elementos del calentador. Sustituya el elemento del calentador si hay un circuito abierto.

8. Pruebe el voltaje de alimentación de los calentadores anticondensación (si se incluyen). Debe haber de 100 a 138 V de CA en cada elemento del calentador cuando el generador está parado. Consulte el diagrama de alambrado para las conexiones del calentador.
9. Compruebe que el AVR y los accesorios del AVR de la caja de bornes están limpios, bien sujetos en los soportes antivibración, y que los conectores de cables están firmemente conectados a los bornes. El AVR y los accesorios del AVR no necesitan ningún otro mantenimiento periódico.
10. Para el funcionamiento en paralelo, compruebe que los cables de la señal de frecuencia del generador están bien conectados al equipo de sincronización.
11. Vuelva a colocar la tapa de la caja de bornes.

## 8.4 Sistema de refrigeración

### 8.4.1 Introducción

Los generadores Stamford están diseñados para cumplir las normas basadas en las directivas de seguridad de la UE, y están clasificados para los efectos de la temperatura de funcionamiento en el aislamiento de devanado.

**BS EN 60085 (≡ IEC 60085) Aislamiento eléctrico: la evaluación térmica y designación** clasifica el aislamiento por la temperatura máxima de funcionamiento para una vida útil razonable. Aunque también se han de tener en cuenta la contaminación química y eléctrica y la tensión mecánica, la temperatura es el factor de envejecimiento más importante. El ventilador de enfriamiento mantiene estable la temperatura de funcionamiento por debajo del límite de la clase de aislante.

Si el entorno de funcionamiento no tiene los valores que se indican en la placa de capacidad nominal, la salida nominal se debe reducir en un

- 3 % para los aislantes de clase H cada vez que el aire ambiente que entre en el ventilador de enfriamiento supere los 40 °C en 5 °C, hasta un máximo de 60 °C
- 3 % para cada incremento de 500 m de altitud, superados los 1000 m y hasta 4000 m, debido a la capacidad térmica reducida de la densidad del aire más baja, y
- 5 % si se incluyen filtros de aire, debido al flujo de aire restringido.

Para obtener un enfriamiento eficiente, se deben mantener en perfectas condiciones el ventilador de enfriamiento, los filtros de aire y las empaquetaduras.

### 8.4.2 Seguridad

#### PELIGRO

**Se deben retirar las pantallas de seguridad para inspeccionar el ventilador de enfriamiento. Para prevenir lesiones, aisle el grupo electrógeno de toda fuente de energía y quite la energía almacenada. Utilice los procedimientos de seguridad de bloqueos y marbetes antes de empezar a trabajar.**

#### ADVERTENCIA

**Las superficies externas pueden estar muy calientes. La piel expuesta podría sufrir quemaduras graves y permanentes dependiendo de la temperatura y del tiempo de contacto. Evite el contacto o utilice guantes protectores.**

**⚠ PRECAUCION**

Si están instalados, los filtros de aire eliminan las partículas mayores de 5 micrones de la entrada de aire de enfriamiento del generador. Se pueden liberar altas concentraciones de estas partículas al manipular los filtros, y pueden causar dificultades respiratorias e irritación de los ojos. Utilice una protección eficaz para las vías respiratorias y los ojos.

**AVISO**

No intente girar el rotor del generador levantándolo sobre las paletas del ventilador de refrigeración. El ventilador no está diseñado para soportar esas fuerzas y resultará dañado.

**AVISO**

Los filtros están diseñados para eliminar el polvo, no la humedad. Si los elementos del filtro están húmedos, se podría reducir el flujo de aire y producirse un sobrecalentamiento. No permita que se humedezcan los elementos del filtro.

### 8.4.3 Requisitos

|                               |  |
|-------------------------------|--|
| Equipo de protección personal | Use el equipo de protección personal obligatorio del sitio |
|                               | Utilice protección ocular                                  |
|                               | Use protección para las vías respiratorias                 |
| Consumibles                   | Trapos sin pelusas   |
|                               | Guantes finos desechables                                  |
| Piezas                        | Filtros de aire (si se incluyen)                           |
|                               | Juntas de sellado de los filtros de aire (si se incluyen)  |
| Herramientas                  |  |

### 8.4.4 Inspección y limpieza

**AVISO**

**No aplique aceite en el filtro.**

1. Busque paletas dañadas y roturas en el ventilador.
2. Si dispone de filtros de aire:
  - a. Saque los filtros de aire de la caja de bornes de sus bastidores.
  - b. Limpie y seque los filtros de aire y las empaquetaduras para eliminar partículas contaminantes.
  - c. Compruebe que los filtros y las empaquetaduras no están dañados y sustitúyalos si fuera necesario.
  - d. Instale los filtros y las empaquetaduras.
3. Restablezca el grupo electrógeno para que vuelva a funcionar.
4. Asegúrese de que las entradas y salidas de aire no están obstruidas.

## 8.5 Acoplador

### 8.5.1 Introducción

La eficiencia del funcionamiento y la duración del componente dependen de que la tensión mecánica en el generador sea mínima. Al acoplar un grupo electrógeno, las interacciones de las alineaciones incorrectas y las vibraciones con el motor motriz primario pueden producir tensión mecánica.

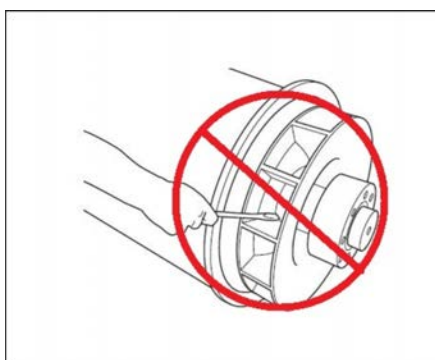
Los ejes de rotación del rotor del generador y el eje de salida del motor deben ser coaxiales (alineación radial y angular).

Si no se controla, la vibración de torsión puede provocar daños en los sistemas impulsados por ejes del motor de combustión interna. El fabricante del grupo electrógeno es el responsable de valorar el efecto de la vibración de torsión en el generador; puede solicitar información sobre las dimensiones del rotor y la inercia, y sobre el acoplador.

### 8.5.2 Seguridad

#### AVISO

**No intente girar el rotor del generador levantándolo sobre las paletas del ventilador de refrigeración. El ventilador no está diseñado para soportar esas fuerzas y resultará dañado.**



### 8.5.3 Requisitos

|                               |  |
|-------------------------------|--|
| Equipo de protección personal | Use el equipo de protección personal obligatorio del sitio |
| Consumibles                   |  |
| Piezas                        |  |
| Herramientas                  | Calibrador comparador                                      |
|                               | Llave de torque  |

### 8.5.4 Inspección de puntos de montaje

1. Compruebe la bancada del grupo electrógeno y la base de montaje están en perfectas condiciones y que no hay roturas.
2. Compruebe que el caucho de los soportes antivibración no está desgastado.
3. Compruebe que los registros históricos de supervisión de vibración para establecer una tendencia del aumento de la vibración.

### 8.5.4.1 Acoplamiento de un cojinete

1. Retire la rejilla del adaptador del DE y la cubierta para acceder al acoplador
2. Compruebe que los discos del acoplador no están dañados, rotos o deformados, y que los agujeros del disco no se han alargado. Si alguno de ellos está dañado, sustituya el grupo de discos completo.
3. Compruebe que los pernos que sujetan los discos del acoplador al volante del motor están bien apretados. Apriételos en la secuencia que se muestra para el acoplador del generador en la sección Instalación, hasta el valor de apriete recomendado por el fabricante del motor.
4. Sustituya la pantalla del adaptador DE y la cubierta a prueba de goteo.

## 8.6 Sistema rectificador


### 8.6.1 Introducción

El rectificador convierte la corriente alterna (CA) inducida en los devanados del rotor del excitador en corriente continua (CC) para magnetizar los polos del rotor principal. El rectificador consta de dos placas positivas y negativas anulares semicirculares, cada una con tres diodos. Además de conectar el rotor principal, la salida de CC del rectificador también se conecta a un par de varistores equivalente (uno en cada extremo de las placas). Estos componentes adicionales protegen el rectificador de sobretensiones y sobrecargas de voltaje que pueden producirse en el rotor en diversas condiciones de carga del generador.

Los diodos ofrecen poca resistencia a la corriente en una sola dirección: la corriente positiva fluye de un ánodo a un cátodo, o la corriente negativa fluye de un cátodo a un ánodo.

Los devanados del rotor del excitador están conectados a 3 ánodos de diodo que conforman la placa positiva y a 3 cátodos de diodo que conforman la placa negativa para obtener una rectificación de onda completa de CA a CC. El rectificador se monta en el rotor del excitador en el extremo no impulsor (NDE) y gira con él.

### 8.6.2 Seguridad

|  PELIGRO  |  |
|--|--|
| <p><b>Este método implica quitar las cubiertas de seguridad y exponer conductores eléctricos activos. Existe el riesgo de que se produzcan lesiones graves o mortales por electrocución a causa del contacto con conductores.</b></p> <p><b>Este método implica quitar las rejillas de seguridad para dejar expuestas las piezas rotatorias. Existe el riesgo de que se produzcan lesiones graves por atrapamiento. Para prevenir lesiones, aisle eléctricamente el grupo electrógeno y evite los movimientos mecánicos.</b></p> <p><b>Desconecte la batería del motor de fuerza motriz.</b></p> <p><b>Utilice los procedimientos de seguridad de bloqueo y etiquetado, y compruebe que el grupo electrógeno está aislado de toda fuente de energía antes de empezar a trabajar.</b></p> |  |

| AVISO   |  |
|---|--|
| <b>No apriete un diodo por encima del valor de apriete indicado. Podría dañar el diodo.</b> |  |

### 8.6.3 Requisitos

|                               |  |
|-------------------------------|--|
| Equipo de protección personal | Use el equipo de protección personal adecuado. |
|-------------------------------|--|

|              |  |
|--------------|--|
| Consumibles  | Adhesivo para bloquear el atornillado Loctite 241  |
|              | Compuesto termodisipador tipo MS2623 o similar de Midland Silicones  |
| Piezas       | Conjunto completo de tres diodos conductores ánodos y tres diodos conductores cátodos (todos del mismo fabricante) |
|              | Dos varistores de óxido de metal (del mismo tipo, mismo fabricante, mismo grado de voltaje: A, B, C, D, E, F)      |
| Herramientas | Multímetro   |
|              | Probador de aislamiento  |
|              | Llave de torque  |

## 8.6.4 Prueba y sustitución de los diodos

1. Desconecte el conductor de un diodo donde se une a los devanados en el borne aislado. Guarde el fijador y las arandelas.
2. Mida la caída de voltaje en el diodo en dirección directa, con la función de prueba del diodo de un multímetro.
3. Mida la resistencia del diodo en dirección inversa, con un probador de aislamiento y un voltaje de prueba de 1000 V de CC.
4. El diodo está defectuoso si la caída de voltaje en dirección directa está fuera del rango de 0,3 a 0,9 V, o la resistencia está por debajo de 20 MΩ en dirección inversa.
5. Repita los pasos 4 a 7 con los cinco diodos restantes.
6. Si algún diodo está averiado, reemplace el conjunto completo de seis diodos (del mismo tipo y del mismo fabricante):
  - a. Quite los diodos.
  - b. Aplique una pequeña cantidad del compuesto termodisipador **solo** en la base del diodo de sustitución, no en las roscas.
  - c. Compruebe la polaridad de los diodos.
  - d. Atornille los diodos de sustitución a los agujeros roscados de la placa del rectificador.
  - e. Debe usar un valor de apriete de 4,06 a 4,74 N m (36 a 42 lb) para garantizar un buen contacto mecánico, eléctrico y térmico.
  - f. Sustituya ambos varistores por un par equiparado (del mismo tipo, mismo fabricante y mismo grado de voltaje: A, B, C, D, E, F).
7. Vuelva a realizar las conexiones y compruebe que todos los conductores estén bien fijados, las arandelas colocadas y los fijadores apretados.

## 8.6.5 Prueba y sustitución de los varistores

1. Inspeccione ambos varistores.
2. El varistor estará defectuoso si hay signos de sobrecalentamiento (descoloración, burbujas, derretimiento) o desintegración.
3. Desconecte un conector del varistor. Guarde el fijador y las arandelas.
4. Mida la resistencia de cada varistor. Si el varistor está en buenas condiciones, tiene una resistencia superior a 100 MΩ.
5. El varistor estará defectuoso si la resistencia tiene cortocircuito o circuito abierto en ambas direcciones.

6. Si alguno de los varistores está defectuoso, sustituya ambos varistores por un par equiparado (del mismo tipo, mismo fabricante y mismo grado de voltaje: A, B, C, D, E, F) y reemplace todos los diodos.
7. Vuelva a realizar las conexiones y compruebe que todos los conductores estén bien fijados, las arandelas colocadas y los fijadores apretados.

## 8.7 Sensores de temperatura

### 8.7.1 Introducción

Los generadores Stamford están diseñados para cumplir las normas basadas en las directivas de seguridad de la UE, y las temperaturas de funcionamiento recomendadas. Los sensores de temperatura (si se incluyen) sirven para detectar sobrecalentamientos anormales de los devanados del estator principal y los cojinetes. Hay dos tipos de sensores: detectores termométricos de resistencia (RTD), con tres cables, y termistores de coeficiente de temperatura positivo (PTC), con dos cables. Ambos tipos están conectados a un bloque de bornes de la caja de bornes auxiliar y principal. La resistencia de los sensores RTD Platinum (PT100) aumenta de forma lineal con la temperatura.

**TABLA 5. RESISTENCIA (Ω) DEL SENSOR PT100 ENTRE 40 Y 180 °C**

| Temperatura (°C) |        | +1 °C  | +2 °C  | +3 °C  | +4 °C  | +5 °C  | +6 °C  | +7 °C  | +8 °C  | +9 °C  |
|------------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| 40,00            | 115,54 | 115,93 | 116,31 | 116,70 | 117,08 | 117,47 | 117,86 | 118,24 | 118,63 | 119,01 |
| 50,00            | 119,40 | 119,78 | 120,17 | 120,55 | 120,94 | 121,32 | 121,71 | 122,09 | 122,47 | 122,86 |
| 60,00            | 123,24 | 123,63 | 124,01 | 124,39 | 124,78 | 125,16 | 125,54 | 125,93 | 126,31 | 126,69 |
| 70,00            | 127,08 | 127,46 | 127,84 | 128,22 | 128,61 | 128,99 | 129,37 | 129,75 | 130,13 | 130,52 |
| 80,00            | 130,90 | 131,28 | 131,66 | 132,04 | 132,42 | 132,80 | 133,18 | 133,57 | 133,95 | 134,33 |
| 90,00            | 134,71 | 135,09 | 135,47 | 135,85 | 136,23 | 136,61 | 136,99 | 137,37 | 137,75 | 138,13 |
| 100,00           | 138,51 | 138,88 | 139,26 | 139,64 | 140,02 | 140,40 | 140,78 | 141,16 | 141,54 | 141,91 |
| 110,00           | 142,29 | 142,67 | 143,05 | 143,43 | 143,80 | 144,18 | 144,56 | 144,94 | 145,31 | 145,69 |
| 120,00           | 146,07 | 146,44 | 146,82 | 147,20 | 147,57 | 147,95 | 148,33 | 148,70 | 149,08 | 149,46 |
| 130,00           | 149,83 | 150,21 | 150,58 | 150,96 | 151,33 | 151,71 | 152,08 | 152,46 | 152,83 | 153,21 |
| 140,00           | 153,58 | 153,96 | 154,33 | 154,71 | 155,08 | 155,46 | 155,83 | 156,20 | 156,58 | 156,95 |
| 150,00           | 157,33 | 157,70 | 158,07 | 158,45 | 158,82 | 159,19 | 159,56 | 159,94 | 160,31 | 160,68 |
| 160,00           | 161,05 | 161,43 | 161,80 | 162,17 | 162,54 | 162,91 | 163,29 | 163,66 | 164,03 | 164,40 |
| 170,00           | 164,77 | 165,14 | 165,51 | 165,89 | 166,26 | 166,63 | 167,00 | 167,37 | 167,74 | 168,11 |
| 180,00           | 168,48 |        |        |        |        |        |        |        |        |        |

Los termistores PTC se caracterizan por un aumento repentino de la resistencia a una temperatura cambiante de referencia. El equipo externo que debe proporcionar el cliente puede estar conectado para supervisar los sensores y generar señales para activar la alarma y parar el grupo electrógeno.

**BS EN 60085 (≅ IEC 60085) Aislamiento eléctrico: la evaluación térmica y designación** clasifica el aislamiento de los devanados por la temperatura máxima de funcionamiento para una vida útil razonable. Para evitar daños en los devanados, se deben establecer señales adecuadas para la clase de aislamiento que se muestra en la placa de régimen nominal del generador.

**TABLA 6. AJUSTES DE TEMPERATURA DE LOS DEVANADOS: ALARMA Y PARADA**

| Aislamiento de los devanados | Máx. Temperatura continua (°C) | Temperatura de alarma (°C) | Temperatura de parada (°C) |
|------------------------------|--------------------------------|----------------------------|----------------------------|
| Clase B                      | 130                            | 120                        | 140                        |
| Clase F                      | 155                            | 145                        | 165                        |
| Clase H                      | 180                            | 170                        | 190                        |

Se recomienda la grasa tipo Asonic GHY72 de Kluber (aceite de éster/poliurea) para lubricar el cojinete del extremo no impulsor (NDE) y el cojinete del extremo impulsor (DE) (si se incluye). Se deben establecer señales de control para detectar sobrecalentamiento en los cojinetes, de acuerdo con la siguiente tabla.

**TABLA 7. AJUSTES DE TEMPERATURA DE LOS COJINETES: ALARMA Y PARADA**

| Cojinetes                        | Temperatura de alarma (°C) | Temperatura de parada (°C) |
|----------------------------------|----------------------------|----------------------------|
| Cojinete del extremo impulsor    | 45 + temp, ambiente máx.   | 50 + temp. ambiente máx.   |
| Cojinete del extremo no impulsor | 40 + temp. ambiente máx.   | 45 + temp, ambiente máx.   |

## 8.7.2 Seguridad

### PELIGRO

Se debe retirar la cubierta de la caja de bornes principal para probar la temperatura de los sensores. Existe el riesgo de que se produzcan lesiones graves o mortales a causa del contacto con conductores eléctricos activos. Para evitar lesiones, aísele el grupo electrógeno de toda fuente de energía y quite la energía almacenada. Utilice los procedimientos de seguridad de bloqueo y etiquetado antes de empezar a trabajar.

### ADVERTENCIA

Las superficies externas pueden estar muy calientes. La piel expuesta podría sufrir quemaduras graves y permanentes dependiendo de la temperatura y del tiempo de contacto. Evite el contacto o utilice guantes protectores.

## 8.7.3 Prueba de los sensores de temperatura RTD

1. Retire la tapa de la caja de bornes.
2. Identifique los conductores del sensor en el bloque de bornes y dónde está instalado cada sensor
3. Mida la resistencia entre el cable blanco y cada cable rojo de un sensor.
4. Calcule la temperatura del sensor a partir de la resistencia medida.
5. Compare la temperatura calculada con la temperatura que se indica en el equipo externo de supervisión (si se incluye).
6. Compare los ajustes de la señal de alarma y de parada (si están disponibles) con los ajustes recomendados.
7. Repita los pasos 3 a 7 con cada sensor
8. Vuelva a colocar la tapa de la caja de bornes.



- 
9. Póngase en contacto con el Servicio de asistencia al cliente de Cummins para cambiar los sensores averiados.

## 8.7.4 Prueba de los sensores de temperatura PTC

1. Retire la tapa de la caja de bornes auxiliar.
2. Identifique los conductores del sensor en el bloque de bornes y dónde está instalado cada sensor.
3. Mida la resistencia entre los dos cables.
4. El sensor estará defectuoso si la resistencia muestra un circuito abierto ( $\Omega$  infinitos) o cortocircuito (cero  $\Omega$ ).
5. Repita los pasos 3 a 5 con cada sensor.
6. Pare el generador e inspeccione los cambios en la resistencia a medida que se enfría el devanado del estator.
7. El sensor estará defectuoso si la resistencia no varía o si no varía de manera uniforme.
8. Repita el paso 8 con cada sensor.
9. Vuelva a colocar la tapa de la caja de bornes auxiliar.
10. Póngase en contacto con el Servicio de asistencia al cliente de Cummins para cambiar los sensores averiados.

## 8.8 Devanados

### 8.8.1 Introducción

El rendimiento del generador depende del correcto aislamiento eléctrico de los devanados. La tensión eléctrica, mecánica y térmica, y la contaminación química y ambiental provocan el desgaste del aislamiento. Se pueden realizar varias pruebas de diagnóstico para averiguar el estado del aislamiento: cargar o descargar un voltaje de prueba en devanados aislados, medir el flujo de corriente y calcular la resistencia eléctrica con la ley de Ohm.

Cuando se aplica primero un voltaje de prueba CC, se puede producir un flujo de tres corrientes distintas:

- Capacitiva: para cargar el devanado con el voltaje de prueba (se reduce a cero en segundos).
- De polarización: para alinear las moléculas de aislamiento con el campo eléctrico aplicado (se reduce casi a cero en diez minutos).
- Fuga: descarga a tierra donde haya disminuido la resistencia de aislamiento por humedad o contaminación (aumenta a una constante en segundos).

Para probar la resistencia del aislamiento, se realiza una sola medición un minuto después de aplicar el voltaje de prueba CC, cuando haya cesado la corriente capacitiva. Para hacer la prueba del índice de polarización, se debe realizar una segunda medición transcurridos diez minutos. El resultado será aceptable si la segunda medición de la resistencia del aislamiento es al menos el doble que la primera, porque la corriente de polarización habrá disminuido. Si el aislamiento es deficiente y hay fugas de corriente, los dos valores serán parecidos. Los probadores de aislamiento dedicados proporcionan mediciones precisas y fiables, y pueden automatizar algunas pruebas.

## 8.8.2 Seguridad

### ⚠ PELIGRO

Se deben retirar los protectores de seguridad para probar los devanados. Para prevenir lesiones, aisle el grupo electrógeno de toda fuente de energía y quite la energía almacenada. Utilice los procedimientos de seguridad de bloqueos y marbetes antes de empezar a trabajar.

### ⚠ ADVERTENCIA

El devanado sigue teniendo carga eléctrica después de la prueba de resistencia del aislamiento. Existe el riesgo de una descarga eléctrica si los conductores del devanado entran en contacto. Después de cada prueba, conecte el devanado a tierra con una varilla de toma a tierra durante cinco minutos para eliminar la carga.

### AVISO

El regulador de voltaje automático (AVR) contiene componentes electrónicos que pueden resultar dañados si se aplica un alto voltaje durante las pruebas de resistencia del aislamiento. Se debe desconectar el AVR antes de realizar cualquier prueba de resistencia del aislamiento. Se deben conectar a tierra los sensores de temperatura antes de realizar cualquier prueba de resistencia del aislamiento. Los devanados húmedos o sucios tienen una resistencia eléctrica más baja y pueden resultar dañados por el alto voltaje de las pruebas de resistencia del aislamiento. Si tiene dudas, pruebe primero la resistencia con un bajo voltaje (500 V).

## 8.8.3 Requisitos

|                               |   |
|-------------------------------|---|
| Equipo de protección personal | Use el equipo de protección personal obligatorio del sitio. |
| Consumibles                   |   |
| Piezas                        |   |
| Herramientas                  | Medidor de prueba de aislamiento                            |
|                               | Multímetro  |
|                               | Miliohmmetro o microhmmetro                                 |
|                               | Amperímetro de abrazadera                                   |
|                               | Termómetro infrarrojo                                       |

## 8.8.4 Método de prueba de devanados

**TABLA 8. VOLTAJE DE PRUEBA Y RESISTENCIA DE AISLAMIENTO MÍNIMA ACEPTABLE PARA GENERADORES NUEVOS Y EN FUNCIONAMIENTO**

|                   | Voltaje de prueba (V) | Resistencia de aislamiento mínima al minuto (MΩ) |                   |
|-------------------|-----------------------|--|-------------------|
|                   |                       | Nuevos   | En funcionamiento |
| Estator principal | 500                   | 10   | 5                 |
| Estator de PMG    | 500                   | 5  | 3                 |

|  | Voltaje de prueba (V) | Resistencia de aislamiento mínima al minuto (MΩ) |                   |
|--|-----------------------|--|-------------------|
|  |                       | Nuevos   | En funcionamiento |
| Estator del excitador  | 500                   | 10   | 5                 |
| Combinación de rotor del excitador, rectificador y rotor principal | 500                   | 10   | 5                 |

1. Compruebe si hay daños mecánicos en los devanados o descoloración por sobrecalentamiento. Limpie el aislamiento ([Sección 8.8.6](#)) si hay polvo higroscópico y contaminación por suciedad.
2. Para los estatores principales:
  - a. Desconecte el neutro del conductor a tierra (si se incluye).
  - b. Conecte los tres conductores de todos los devanados de fase juntos (si es posible).
  - c. Aplique el voltaje de prueba de la tabla entre cualquier conductor de fase y tierra.
  - d. Mida la resistencia del aislamiento pasado 1 minuto ( $IR_{1min}$ ).
  - e. Descargue el voltaje de prueba con una varilla de toma a tierra durante cinco minutos.
  - f. Si la resistencia del aislamiento medida es inferior al valor mínimo aceptable, seque el aislamiento y repita el método.
  - g. Vuelva a conectar el neutro al conductor a tierra (si se incluye).
3. Para los estatores del excitador y el PMG, y la combinación de rotores principal y del excitador:
  - a. Conecte juntos los dos extremos del devanado (si es posible).
  - b. Aplique el voltaje de prueba de la tabla entre el devanado y tierra.
  - c. Mida la resistencia del aislamiento pasado 1 minuto ( $IR_{1min}$ ).
  - d. Descargue el voltaje de prueba con una varilla de toma a tierra durante cinco minutos.
  - e. Si la resistencia del aislamiento medida es inferior al valor mínimo aceptable, seque el aislamiento y repita el método.
  - f. Repita este método para cada devanado.
  - g. Quite las conexiones establecidas para la prueba.

## 8.8.5 Secado del aislamiento

Utilice los métodos que se muestran a continuación para secar el aislamiento de los devanados del estator principal. Para prevenir daños por expulsión de vapor de agua del aislamiento, asegúrese de que la temperatura del devanado no aumenta más de 5 °C cada hora o no supera los 90 °C.

Trace el gráfico de resistencia del aislamiento para indicar cuándo se completa el secado.

---

### 8.8.5.1 Secado con aire ambiente

En muchos casos, el generador se puede secar lo suficiente utilizando su propio sistema de enfriamiento. Desconecte los cables de los bornes X+ (F1) and XX- (F2) del AVR para que el estator del excitador no tenga suministro de voltaje de excitación. Ponga en funcionamiento el grupo eléctrico en este estado de desexcitación. El aire debe fluir libremente a través del generador para eliminar la humedad. Haga funcionar el calentador anticondensación (si se incluye) para contribuir al efecto del flujo de aire.

Cuando se complete el secado, vuelva a conectar los cables entre el estator del excitador y el AVR. Si no se pone en marcha el grupo eléctrico de forma inmediata, encienda el calentador anticondensación (si se incluye) y vuelva a probar la resistencia del aislamiento antes de usarlo.

### 8.8.5.2 Secado con aire caliente

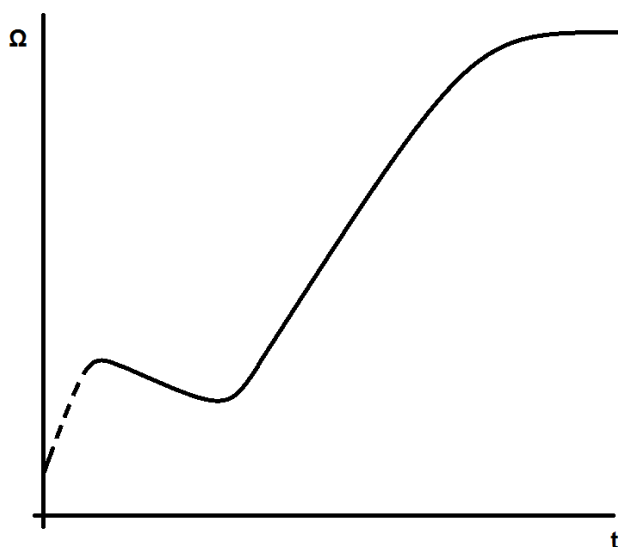
Dirija el aire caliente desde uno o dos calentadores de ventiladores eléctricos de 1 a 3 kW hacia la entrada de aire del generador. Asegúrese de que cada fuente de calor se encuentra al menos a 300 mm de distancia de los devanados para evitar daños por abrasión o sobrecalentamiento en el aislamiento. El aire debe fluir libremente a través del generador para eliminar la humedad.

Tras el secado, retire los calentadores del ventilador y vuelva a poner en funcionamiento el generador.

Si no se pone en marcha el grupo eléctrico de forma inmediata, encienda los calentadores anticondensación (si se incluyen) y vuelva a probar la resistencia del aislamiento antes de usarlo.

### 8.8.5.3 Trazado del gráfico de IR

Sea cual sea el método que se utilice para secar el generador, mida la resistencia del aislamiento y la temperatura (si se incluyen sensores) de los devanados del estator principal cada 15 a 30 minutos. Trace un gráfico para la resistencia del aislamiento, IR (eje y) en comparación con el tiempo, t (eje x).



Una curva típica muestra un incremento inicial de la resistencia, una caída y después un aumento gradual hasta un estado estacionario; si los devanados solo están ligeramente húmedos, puede que no aparezca la parte punteada de la curva. Cuando se alcance el estado estacionario, continúe secando durante otra hora.

### AVISO

El generador no se debe poner en funcionamiento hasta que se consiga la resistencia mínima del aislamiento.

## 8.8.6 Limpieza del aislamiento

Saque el rotor principal para poder acceder a los devanados del estator principal y eliminar la contaminación por suciedad. Utilice agua tibia limpia sin detergentes. Los métodos para desmontar y montar el soporte del extremo impulsor (DE) y del extremo no impulsor (NDE) aparecen en la sección Cambio de los cojinetes ([Sección 8.2.4](#)) del capítulo Reparación y mantenimiento.

### 8.8.6.1 Cómo sacar el rotor principal

#### AVISO

El rotor es pesado, y está ligeramente separado del estator. Se podrían dañar los devanados si se cae o se balancea el rotor en la grúa eslinga y se golpea el estator o el bastidor. Para evitar daños, coloque el embalaje de soporte y guíe con cuidado los extremos del rotor hasta él. No permita que la eslinga toque el ventilador.

#### AVISO

Para sacar el rotor principal de forma fácil y segura, utilice las siguientes herramientas especiales: un eje de conexión de la extensión del rotor, un tubo de extensión del rotor (de longitud similar a la del eje del rotor) y un soporte del tubo de extensión de rodillo V con altura ajustable. Consulte al fabricante para obtener información sobre la disponibilidad y especificaciones de estas herramientas.

1. Quite la escuadra del extremo no impulsor (consulte la sección **Retirada del extremo no impulsor**).
2. En los generadores de dos cojinetes, quite la escuadra del extremo impulsor (consulte la sección **Retirada del extremo impulsor**).
3. En los generadores de un cojinete, retire el adaptador del extremo impulsor de la siguiente forma:
  - a. Desconecte el generador de la fuerza motriz.
  - b. Retire el adaptador DE.
4. Fije el eje de conexión de la extensión del rotor al rotor principal en el extremo no impulsor.
5. Fije el tubo de extensión al eje de conexión.
6. Coloque el soporte del rodillo V debajo del tubo de extensión del eje, cerca del bastidor del generador.
7. Eleve el soporte del rodillo V para levantar ligeramente el tubo de extensión y aguantar el peso del rotor principal en el extremo no impulsor.
8. Utilice una grúa eslinga para levantar ligeramente el rotor del extremo impulsor y aguantar su peso.
9. Retire con cuidado la grúa eslinga para sacar el rotor del bastidor del generador, a medida que el tubo rueda sobre los rodillos V, hasta que los devanados del rotor estén completamente visibles.

10. Coloque el rotor sobre los bloques de madera para evitar que ruede y se dañen los devanados.
11. Bloquee firmemente la grúa eslinga cerca del medio de los devanados del rotor principal, cerca del centro de gravedad del rotor.
12. Utilice una grúa eslinga para levantar ligeramente el rotor y comprobar que su peso está equilibrado. Ajuste la grúa eslinga como sea necesario.
13. Retire con cuidado la grúa eslinga para sacar el rotor del bastidor del generador.
14. Baje el rotor y colóquelo sobre el soporte de bloques de madera, y evite que ruede para que no se dañen los devanados.
15. Quite el tubo de extensión y el eje de conexión como sea necesario.
16. Marque la posición de la eslinga (para facilitar el rearmado) y retire la grúa eslinga.

### 8.8.6.2 Instalación del rotor principal

#### AVISO

**El rotor es pesado, y está ligeramente separado del estator. Se podrían dañar los devanados si se cae o se balancea el rotor en la grúa eslinga y se golpea el estator o el bastidor. Para evitar daños, coloque el embalaje de soporte entre el rotor y el estator y guíe con cuidado los extremos del rotor hasta él. No permita que la eslinga toque el ventilador.**

#### AVISO

**Para instalar el rotor principal de forma fácil y segura, utilice las siguientes herramientas especiales: un eje de conexión de la extensión del rotor, un tubo de extensión del rotor (de longitud similar a la del eje del rotor) y un soporte del tubo de extensión de rodillo V con altura ajustable. Consulte al fabricante para obtener información sobre la disponibilidad y especificaciones de estas herramientas.**

1. Fije el eje de conexión de la extensión del rotor al rotor principal del extremo no impulsor (o al cartucho del cojinete NDE en algunos modelos de generador).
2. Fije el tubo de extensión al eje de conexión.
3. Bloquee firmemente la grúa eslinga cerca del medio de los devanados del rotor principal, cerca del centro de gravedad del rotor.
4. Utilice una grúa eslinga para levantar ligeramente el rotor y comprobar que su peso está equilibrado. Ajuste la grúa eslinga como sea necesario.
5. Coloque el soporte del rodillo V en el extremo no impulsor, cerca del bastidor del generador.
6. Utilice la grúa eslinga para insertar con cuidado el rotor en el bastidor del generador, empezando por el tubo de extensión.
7. Guíe el tubo de extensión hasta el soporte del rodillo V. Ajuste la altura del soporte del rodillo V según sea necesario.
8. Inserte el rotor en el bastidor del generador, hasta que la grúa eslinga toque el bastidor.
9. Baje el rotor y colóquelo sobre los bloques de madera, y evite que ruede para que no se dañen los devanados.
10. Vuelva a situar la grúa eslinga en el extremo impulsor del eje del rotor.

- 
11. Utilice la grúa eslinga para levantar ligeramente el rotor del extremo impulsor y aguantar su peso.
  12. Mueva con cuidado la grúa eslinga hacia el bastidor del generador, a medida que el tubo rueda sobre los rodillos V, hasta que los devanados del rotor estén completamente insertados.
  13. Baje suavemente la grúa eslinga para poner el peso del rotor en el embalaje del soporte y retire la eslinga.
  14. En los generadores de dos cojinetes, vuelva a colocar la escuadra del extremo impulsor (consulte la sección **Montaje del extremo impulsor**).
  15. En los generadores de un cojinete, monte el extremo impulsor de la siguiente forma:
    - a. Vuelva a colocar el adaptador DE.
    - b. Conecte el generador a la fuerza motriz.
    - c. Vuelva a colocar las cubiertas superior e inferior de la salida de aire.
  16. Vuelva a colocar la escuadra del extremo no impulsor (consulte la sección **Montaje del extremo no impulsor**).
  17. Quite el tubo de extensión del eje del rotor.
  18. Quite el eje de conexión de la extensión del rotor.
  19. Retire el soporte de rodillo V.

-

---

Esta página ha sido intencionalmente dejada en blanco.



# 9 Localización de fallas

---

## PELIGRO

Los métodos de localización de fallas incluyen pruebas en conductores eléctricos activos que conducen alto voltaje. Existe el riesgo de que se produzcan lesiones graves o mortales a causa de una descarga eléctrica. La localización de fallas debe ser realizada por personas competentes y cualificadas formadas en técnicas de trabajo seguras.

Evalúe los riesgos y trabaje en conductores activos o cerca de ellos únicamente si es absolutamente necesario. No trabaje en conductores activos o cerca de ellos en solitario; debe haber presente otra persona competente que esté formada en el aislamiento de las fuentes de energía y pueda tomar medidas en caso de emergencia.

Coloque advertencias y prohíba el acceso al área de prueba a las personas no autorizadas.

Asegúrese de que las herramientas, los instrumentos de prueba, los cables y los accesorios se han diseñado, inspeccionado y mantenido con el fin de utilizarlos con los voltajes máximos y, probablemente, en condiciones normales y de falla.

Tome las precauciones que sean convenientes para evitar el contacto con conductores activos, incluido el uso de equipos de protección personal, aislamientos, barreras y herramientas con aislamiento.

## AVISO

Antes de comenzar a realizar cualquier procedimiento de localización de fallas, examine todo el cableado para comprobar si hay conexiones rotas o sueltas.

## AVISO

Si tiene dudas, consulte el diagrama de cableado suministrado con el generador. Compare las mediciones con el certificado de prueba suministrado con el generador.

## 9.1 Sin AVR

### AVISO

Realice las pruebas en orden, a no ser que se indique lo contrario. Realice los pasos del método en orden. Obtenga los resultados antes de continuar con el paso siguiente, a no ser que la acción (en negrita) indique lo contrario.

**TABLA 9. LOCALIZACIÓN DE FALLAS: SIN AVR**

| PRUEBA                               | MÉTODO  |   | RESULTADO y ACCIÓN   |
|--------------------------------------|---|---|--|
| <b>1<br/>Externos<br/>Excitación</b> | 1   | Desconecte el conductor positivo X+ (F1) del estator del excitador, del AVR.  | -  |
|                                      | 2   | Desconecte el conductor negativo XX- (F2) del estator del excitador, del AVR.   | -  |
|                                      | 3   | Pruebe la resistencia en el devanado del estator del excitador entre los conductores positivo y negativo, con un multímetro.                              | La resistencia del devanado del estator del excitador es superior a los valores mínimos (consulte la sección Datos técnicos).  |
|                                      | 4   | Conecte una fuente externa de 24 V CC variable a los conductores del estator del excitador, positivo a positivo y negativo a negativo. Pruebe el voltaje. | La excitación medida es de 12 V CC (15 V CC en el P80) $\pm 10$ % de error.  |
|                                      | 5   | Ponga en funcionamiento el generador sin ninguna carga conectada. Pruebe la velocidad.  | La velocidad medida está dentro del 4 % de la velocidad nominal.   |
|                                      | 6   | Pruebe el voltaje fase a fase y fase a neutro en los bornes de salida. Ajuste la fuente de CC variable.   | La salida medida es igual al voltaje nominal (con el mismo margen de error que en la excitación), equilibrada en las fases en un 1 %. Los estatores principal y del excitador, los rotores principal y del excitador, y los diodos del rectificador funcionan correctamente. <b>Pase a la prueba 7.</b><br>Si se desequilibra más de un 1 %, <b>pase a la prueba 2.</b><br>Si está equilibrada dentro del 1 %, pero el voltaje de salida está más de un 10 % por debajo del voltaje nominal y aún <b>no</b> se ha realizado la prueba 3, <b>pase a la prueba 3.</b><br>Si está equilibrada dentro del 1 %, pero el voltaje de salida está más de un 10 % por debajo del voltaje nominal y ya se ha realizado la prueba 3, <b>pase a la prueba 4.</b> |
| <b>2<br/>Estator principal</b>       | Si se produce una falla en el estator principal, podría provocar cortocircuitos de corriente entre los turnos de los devanados. Compruebe los síntomas para confirmar el diagnóstico. |   |  |
|                                      | 1   | Desconecte los conductores del estator principal para excluir los componentes externos de la prueba.  | -  |
|                                      | 2   | Pruebe las resistencias de fase a neutro de los devanados del estator principal con un microhmetro.   | Las resistencias de los devanados del estator principal son distintas, o inferiores a los valores mínimos (consulte la sección Datos técnicos).  |

| PRUEBA                             | MÉTODO   |  | RESULTADO y ACCIÓN  |
|------------------------------------|--|--|---|
| 2<br>Estator principal             | 3  | Ponga en funcionamiento el generador a una velocidad nominal dentro del 4 %, sin carga ni excitación. Conecte la batería al estator del excitador (vea la prueba 1). | Cuando la batería esté conectada al generador del excitador, la falla del cortocircuito generará calor y olor a quemado. El sonido del motor cambia con una ligera carga adicional. |
|                                    | 4  | -  | <b>Repare o sustituya el devanado del estator principal defectuoso.</b>   |
|                                    | 5  | Vuelva a conectar los conductores del estator principal.   | <b>Pase a la prueba 1.</b>  |
| 3<br>Rectificador                  | 1  | Pruebe los varistores del rectificador (consulte la sección Reparación y mantenimiento).   | Ambos varistores funcionan correctamente.   |
|                                    | 2  | Pruebe los diodos del rectificador (consulte la sección Reparación y mantenimiento).   | Todos los diodos funcionan correctamente. <b>Pase a la prueba 1.</b>  |
| 4<br>Excitador Rotor               | 1  | Inspeccione los devanados y el aislamiento.  | Los devanados no están quemados ni dañados.   |
|                                    | 2  | Desconecte los 6 conductores del rotor del excitador de los bornes de conexión CA del rectificador.  | -   |
|                                    | 3  | Coja 3 conductores que estuvieran conectados a la misma placa del rectificador y pruebe la resistencia fase a fase con un miliohmmetro o microhmmetro.               | La resistencia de cada par de fases es superior a los valores mínimos (consulte la sección Datos técnicos).   |
|                                    | 4  | Vuelva a conectar los conductores del rotor del excitador.   | <b>Pase a la prueba 5.</b>  |
| 5<br>Rotor principal               | 1  | Desconecte el conductor del rotor principal del borne de conexión en una de las placas del rectificador.   | -   |
|                                    | 2  | Pruebe la resistencia en el devanado del rotor principal entre los conductores positivo y negativo, con un multímetro o un miliohmmetro.                             | La resistencia del rotor principal es superior al valor mínimo (consulte la sección Datos técnicos).  |
|                                    | 3  | Vuelva a conectar el conductor del rotor principal.  | <b>Pase a la prueba 6.</b>  |
| 6<br>Excitador Estator Aislamiento | Un aislamiento deficiente en el devanado del estator del excitador puede afectar al rendimiento del AVR. |  |   |
|                                    | 1  | Pruebe el aislamiento eléctrico del devanado del estator del excitador (consulte la sección Reparación y mantenimiento).   | La resistencia del devanado del estator del excitador a tierra es superior al valor mínimo. <b>Pase a la prueba 7.</b>  |

| PRUEBA  | MÉTODO   |  | RESULTADO y ACCIÓN   |
|---|--|--|--|
| <b>7</b><br><b>Detección</b><br><b>del AVR</b><br><b>y fuente</b><br><b>de alimentación</b> | El voltaje de salida se detecta en el AVR para el control de bucle cerrado del voltaje de excitación. El diagrama de cableado del generador muestra cómo están conectados los conductores de detección 6, 7 y 8 (E1, E2, E3) de los bornes de salida al AVR, a través de los transformadores (según se requiera). La alimentación del AVR también se obtiene de los conductores de detección o de un generador de imán permanente (PMG). |  |  |
|   | 1  | Desconecte la detección y las fuentes de alimentación del AVR.   | -  |
|   | 2  | Siga el método de la prueba 1 para hacer funcionar el generador con excitación de una batería.   | El generador funciona dentro del 4 % de velocidad nominal, del 10 % de voltaje de salida nominal, y equilibrado dentro del 1 % en las fases.                       |
|   | 3  | Pruebe la retroalimentación del voltaje de detección en los bornes del AVR. Compruebe el circuito entre los bornes de salida y el AVR. | El voltaje medido está dentro del rango (consulte Información del grupo electrógeno), y equilibrado en las fases. No hay fallas en el transformador o el cableado. |
|   | 4  | Desconecte la batería, vuelva a conectar el AVR y ponga en funcionamiento el generador.  | <b>Consulte Localización de fallas: AVR autoexcitado o Localización de fallas: AVR de excitación separada.</b>   |

## 9.2 AVR de excitación separada - SIN carga

TABLA 10. LOCALIZACIÓN DE FALLAS: AVR DE EXCITACIÓN SEPARADA - SIN CARGA

| SÍNTOMA                        | CAUSA  | ACCIÓN   |
|--------------------------------|--|--|
| <b>SIN VOLTAJE (SIN CARGA)</b> | Generador de imán permanente (PMG), estator o rotor defectuosos.   | Desconecte los conectores PMG de los bornes AVR P2, P3, P4. Ponga en funcionamiento el generador a la velocidad nominal. Pruebe el voltaje fase a fase en los conductores P2, P3 y P4 del PMG con instrucciones de medida r.m.s.<br><br>El voltaje medido es de 170 a 195 V CA (a 50 Hz), 204 a 234 V CA (a 60 Hz), equilibrado dentro del 5 % en las fases. (Consulte al fabricante para obtener los últimos rangos de voltaje de las especificaciones de datos para el diseño DD-15590.)<br><br>Pruebe la resistencia fase a fase de los devanados del estator del PMG con un multímetro. La resistencia debe estar dentro del 10 % del valor esperado (consulte la sección Datos técnicos), y equilibrada en las fases.<br><br>Sustituya o repita la prueba según la tabla Diagnóstico de fallas del PMG, que aparece a continuación. |
|                                | Falla de aislamiento a tierra, en el estator del PMG.  | Pruebe la resistencia del aislamiento de los devanados del estator del PMG (consulte la sección Reparación y mantenimiento).   |
|                                | Falla en el voltímetro del panel.  | Compruebe el voltaje en los bornes del generador con un multímetro.  |
|                                | Conexiones sueltas, dañadas o corroídas.   | Inspeccione los bornes de empuje del AVR.<br>Repare o renueve los que sea necesario.   |
|                                | Circuito de protección contra excitación alta AVR activado, colapso de voltaje de salida.<br><br>El circuito de protección AVR viene configurado de fábrica para dispararse (consulte la hoja de datos del AVR para obtener información sobre el punto de ajuste del voltaje) en la salida AVR X+ (F1) y XX- (F2), después de un retraso preestablecido. | Compruebe el LED AVR. Si está encendido, el circuito de protección está activado.<br><br>Pare el motor y reinicie. Si el voltaje se acumula normalmente pero vuelve a colapsar, el circuito de protección habrá funcionado, y se encenderá el LED AVR.<br><br>Hágalo funcionar de nuevo y compruebe el voltaje de excitación en AVR X+ (F1) y XX- (F2). Si supera el punto de ajuste del voltaje, el circuito de protección estará funcionando correctamente.<br><br>Siga las instrucciones de la sección Localización de fallas: sin AVR para averiguar la causa del alto voltaje del excitación.   |
|                                | Cortocircuito del varistor en el rectificador giratorio.   | Pruebe los varistores (consulte la sección Reparación y mantenimiento).  |
|                                | Cortocircuito de los diodos en el rectificador giratorio.  | Pruebe los diodos (consulte la sección Reparación y mantenimiento).  |
| <b>SIN VOLTAJE (SIN CARGA)</b> | Circuito abierto en los devanados del estator del excitador.   | Consulte Localización de fallas: sin AVR.  |
|                                | Falla en AVR   | Reemplace el AVR y vuelva a realizar la prueba.  |
|                                | Falla en el devanado. Circuito abierto o cortocircuito en cualquier devanado de la máquina.  | Consulte Localización de fallas: sin AVR.  |

| SÍNTOMA                                       | CAUSA  | ACCIÓN   |
|---|--|--|
| <b>BAJO VOLTAJE<br/>(SIN CARGA)</b>           | Velocidad del motor baja   | Compruebe la velocidad con un tacómetro. Ajuste el control del gobernador a la velocidad nominal.  |
|   | El circuito de protección de baja frecuencia (UFRO) está activado.                                 | Inspeccione el LED UFRO en el AVR. Si está encendido, la protección UFRO está activada, lo cual indica una velocidad baja. Ajuste la velocidad del motor entre -1 % y +4 % de la nominal.  |
|   | El control de voltios del AVR o el compensador manual externo no están configurados correctamente. | <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Compruebe con un tacómetro que la velocidad del motor es correcta, y que la protección UFRO está desactivada.</li> <li>2. Ajuste el voltaje mediante el control de voltios del AVR o el compensador remoto.</li> </ol> |
|   | El voltímetro del panel está defectuoso o 'atascado'   | Compruebe el voltaje en los bornes del generador con un multímetro.  |
|   | Falla en AVR.  | Reemplace el AVR y vuelva a realizar la prueba.  |
| <b>ALTO VOLTAJE<br/>(SIN CARGA)</b>           | El control de voltios del AVR o el compensador externo no están configurados correctamente.        | <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Compruebe con un tacómetro que la velocidad del motor es correcta, y que la protección UFRO está desactivada.</li> <li>2. Ajuste el voltaje mediante el control de voltios del AVR o el compensador remoto.</li> </ol> |
|   | La entrada de detección de voltaje del AVR tiene circuito abierto o es muy baja.                   | Pruebe la retroalimentación del suministro de detección del AVR. (Consulte Localización de fallas: sin AVR.)   |
|   | Falla en AVR.  | Reemplace el AVR y vuelva a realizar la prueba.  |
| <b>VOLTAJE INESTABLE<br/>(SIN CARGA)</b>      | Oscilación de la velocidad del motor (inestable).  | Pruebe la estabilidad de la velocidad del motor con un frecuencímetro o tacómetro. A veces este problema se soluciona al aplicar una carga.  |
|   | El control de estabilidad del AVR no se ha ajustado correctamente.                                 | Inspeccione los enlaces de estabilidad o la selección del AVR, ajuste el potenciómetro de estabilidad. Vuelva a comprobarlo con carga.   |
|   | Conexiones sueltas o corroídas.  | Revise todos los bornes de la regleta auxiliar.<br>Inspeccione los bornes de empuje del AVR.<br>Repare o renueve los que sea necesario.  |
|   | Tierra intermitente (baja resistencia de aislamiento de los devanados).                            | Pruebe la resistencia de aislamiento de todos los devanados (consulte Localización de fallas: sin AVR).  |
| <b>VOLTAJE SIN EQUILIBRIO<br/>(SIN CARGA)</b> | Falla en el devanado del estator principal.  | Compruebe los devanados del estator principal. (Consulte Localización de fallas: sin AVR.)   |

---

**TABLA 11. DIAGNÓSTICO DE FALLA DEL PMG**

| <b>Voltaje del estator del PMG</b> |                | <b>Resistencia fase a fase del estator del PMG</b> |   |
|------------------------------------|----------------|--|---|
|                                    |                | <b>Dentro del rango y equilibrado</b>              | <b>Fuera del rango o desequilibrado</b> |
| Dentro del rango                   | Equilibrado    | Sin fallas   | Recomprobar resistencia                 |
|                                    | Desequilibrado | Comprobar conector                                 | Reemplazar estator del PMG              |
| Fuera del rango                    | Equilibrado    | Reemplazar rotor del PMG                           | Reemplazar estator del PMG              |
|                                    | Desequilibrado | Comprobar conector                                 | Reemplazar estator del PMG              |

## 9.3 AVR de excitación separada - CON carga

TABLA 12. LOCALIZACIÓN DE FALLAS: AVR DE EXCITACIÓN SEPARADA - CON CARGA

| SÍNTOMA                             | CAUSA   | ACCIÓN   |
|-------------------------------------|---|--|
| <b>BAJO VOLTAJE<br/>(CON CARGA)</b> | Velocidad del motor baja.   | Compruebe la velocidad con un tacómetro. Ajuste el control del gobernador a la velocidad nominal.  |
|                                     | El circuito de protección de baja frecuencia (UFRO) está activado.  | Inspeccione el LED UFRO en el AVR. Si está encendido, la protección UFRO está activada, lo cual indica una velocidad baja.<br>Ajuste la velocidad del motor, entre -1 % y +4 % de la nominal.  |
|                                     | Falla en el estator o rotor del generador de imanes permanentes (PMG).  | Desconecte los conectores PMG de los bornes AVR P2, P3, P4. Revise el voltaje en los conectores con un multímetro, con el conjunto funcionando a la velocidad correcta.<br>Para 50Hz, el voltaje en P2, P3 y P4 debe ser aproximadamente de 160 V CC a 180 V CC. Para 60Hz, el voltaje es de entre unos 190 V CC y 210 V CC. |
|                                     | Falla en AVR.   | Reemplace el AVR y vuelva a realizar la prueba.  |
|                                     | Falla en diodos devanados o giratorios.   | Cualquier falla en esta área aparecerá como voltaje de alta excitación en X+ (F1) y XX- (F2). Consulte Localización de fallas: sin AVR.  |
|                                     | Caída de voltaje entre el generador y la carga, debido a pérdidas de $I^2R$ en el cable. Esto será peor durante alzas de corriente (p. ej. en el arranque del motor). | Compruebe el voltaje en ambos extremos del cable a carga completa. En casos graves, se requiere un cable de diámetro más grande.   |
| <b>ALTO VOLTAJE<br/>(CON CARGA)</b> | Carga desequilibrada.   | Pruebe los voltajes en todas las fases. Si no está equilibrado, redistribuya las cargas entre las fases.   |
|                                     | Carga de factor de potencia de conducción.  | Compruebe los voltios de excitación en X+, (F1) y XX- (F2). El factor de potencia de conducción dará un resultado anormalmente BAJO de excitación CC. Retire los capacitores de corrección del factor de potencia del sistema a baja carga.  |
|                                     | Transformador de caída de voltaje en paralelo invertido.  | Compruebe si hay inversión de caída de voltaje. (Consulte Localización de fallas: funcionamiento en paralelo).   |



| SÍNTOMA                                   | CAUSA   | ACCIÓN   |
|---|---|--|
| <b>VOLTAJE INESTABLE (CON CARGA)</b>      | Gobierno del motor inestable (oscilación).  | Compruebe la estabilidad de la velocidad del motor con un frecuencímetro o tacómetro para observar la oscilación o las irregularidades cíclicas del motor.   |
|   | Carga de factor de potencia de conducción creada por capacitores de corrección de factores de potencia. | Aísle los capacitores de corrección del factor de potencia hasta que se haya aplicado suficiente carga al motor.   |
|   | Cargas no lineales, que provocan interacción entre los sistemas dinámicos de control de bucle cerrado.  | Interacción de sistemas de bucle cerrado que controlan la carga, el generador y el motor. La inestabilidad es causada por una configuración de control hipersensible.<br>Pruebe configuraciones de estabilidad del AVR distintas, incluida cambiar el enlace a uno más pequeño de mayor rango de kW. Involucre a los diseñadores de la carga no lineal para que modifiquen su configuración del bucle de control.<br>Aumente la caída de velocidad del motor para estabilizarlo.<br>Póngase en contacto con el fabricante para obtener más información sobre cargas no lineales. |
|   | Fluctuaciones en corriente de carga (arranque del motor o cargas recíprocas).                           | Compruebe la corriente de carga en un suministro estable (es decir, redes de electricidad) o consulte Localización de fallas: sin AVR con un suministro de CC variable.  |
|   | El control de estabilidad del AVR no se ha ajustado correctamente.                                      | Ajuste el control de estabilidad del AVR hasta que se estabilice el voltaje.   |
| <b>VOLTAJE DESEQUILIBRADO (CON CARGA)</b> | Cargas de una fase (fase - neutro) distribuida de manera desigual entre las tres fases.                 | Compruebe la corriente en cada fase con un amperímetro de abrazadera. La corriente nominal de carga total NO debe sobrepasarse en ninguna fase individual. Redistribuya la carga si es necesario.  |

| SÍNTOMA   | CAUSA   | ACCIÓN  |
|---|---|---|
| <b>REGULACIÓN DE VOLTAJE DEFICIENTE (CON CARGA)</b> | Gran caída de velocidad en el motor. Protección UFRO del AVR activada.  | Compruebe que la caída de velocidad de sin carga a carga total no supere el 4 %. Inspeccione el LED AVR. Si está encendido, aumente la velocidad del motor.   |
|   | Carga desequilibrada.   | Compruebe el voltaje y la corriente de carga en todas las fases. Si está desequilibrada, redistribuya la carga equitativamente entre las fases.   |
|   | El circuito de caída de voltaje no se ha ajustado correctamente o requiere un interruptor de cortocircuito para un solo funcionamiento. | El circuito de caída de voltaje proporcionará una caída de voltaje adicional de -3 % con factor de potencia de 0,8 a carga total. En máquinas de un solo funcionamiento, esto se puede mejorar instalando un interruptor de cortocircuito en la entrada del CT de caída de voltaje (S1 – S2) en el AVR. |
|   | Caída de voltaje entre generador y carga, debido a pérdidas en el cable de suministro (pérdidas I <sup>2</sup> R).                      | Compruebe el voltaje en ambos extremos del cable funcionando a carga completa. En casos graves, se requiere un cable de diámetro más grande.  |
|   | El control de estabilidad del AVR no se ha ajustado correctamente.  | Ajuste el control del AVR hasta que se establezca el voltaje.   |
|   | Falla en el rectificador o en el devanado de excitación.  | Pruebe los voltios de excitación sin carga en el AVR X+ (F1) y XX- (F2). Si es mayor de 12V CC, consulte Localización de fallas: sin AVR.   |
|   | La protección de baja frecuencia (UFRO) está activada.  | Inspeccione el LED UFRO en el AVR. Si está encendido, la protección UFRO está activada, lo cual indica una velocidad baja.<br>Compruebe la velocidad con un tacómetro y ajústela a la velocidad nominal correcta (o la frecuencia).   |

| SÍNTOMA   | CAUSA  | ACCIÓN  |
|---|--|---|
| <b>RESPUESTA DEFICIENTE DEL VOLTAJE ANTE SOBRETENSIONES DE CARGA O ARRANQUE DEL MOTOR</b> | El gobernador del motor está atascado o lento para responder.  | Revisar el rendimiento del motor durante la aplicación de carga. Compruebe si el LED AVR está encendido mientras arranca el motor. Compruebe si los circuitos de 'CAÍDA' o 'REPOSO' del AVR están activados. Ajuste según sea necesario. (Consulte la hoja de instrucciones del AVR.) |
|   | La protección 'UFRO' del AVR está activada.  | Compruebe que la caída de velocidad de sin carga a carga total no supere el 4 %. Inspeccione el LED AVR. Si está encendido, aumente la velocidad del motor.   |
|   | El circuito de caída de voltaje en paralelo no se ha configurado correctamente.  | Si la caída de voltaje es muy grande, aumentarán las reducciones de voltaje al arrancar el motor. Instale un interruptor de cortocircuito en los generadores de un solo funcionamiento. Consulte Localización de fallas: funcionamiento en paralelo.                                  |
|   | Las sobretensiones de carga provocan que la corriente exceda en 2,5 veces la corriente de carga total.   | Compruebe la corriente con un amperímetro de abrazadera. Las reducciones de voltaje pueden ser excesivas si la corriente excede en 2,5 veces la carga total. Consulte al fabricante para obtener cálculos para el arranque del motor.   |
|   | Caída de voltaje entre generador y carga, debido a pérdidas de $I^2R$ en el cable del suministro. Esto será peor durante alzas de corriente (p. ej. en el arranque del motor). | Compruebe el voltaje en ambos extremos del cable a carga completa. En casos graves, se requiere un cable de diámetro más grande.  |
|   | Los contactores del motor se retiran durante el arranque (grandes alzas de corriente, reducciones del voltaje superiores al 30 %).   | Todas las causas y las acciones de esta sección se pueden aplicar a este problema. Consulte al fabricante sobre las reducciones de voltaje típicas.   |
|   | El control de estabilidad del AVR no se ha ajustado correctamente.   | Establezca el control de estabilidad del AVR para un rendimiento óptimo. Ajústelo hacia la izquierda hasta que el voltaje se vuelva inestable y, a continuación, ajústelo ligeramente hacia la derecha hasta que se estabilice.   |
|   | Falla en devanados o rectificador giratorio  | Cualquier falla en esta área aparecerá como voltaje de alta excitación en X+ (F1) y XX- (F2). Si es mayor de 12 V CC, consulte Localización de fallas: sin AVR.   |
|   | Circuito de alivio del motor activado durante el arranque del motor.   | Compruebe si los circuitos de alivio del motor de 'CAÍDA' o 'REPOSO' del AVR están activados. Ajuste según sea necesario. Consulte las instrucciones del AVR para obtener más información.  |
| Falla en AVR.   | Reemplace el AVR y vuelva a realizar la prueba con carga.  |   |

| SÍNTOMA                                | CAUSA   | ACCIÓN  |
|--|---|---|
| <b>COLAPSOS DE VOLTAJE (CON CARGA)</b> | Circuito de protección en AVR activado, debido a condición de excitación alta en la salida AVR, X+ (F1) y XX- (F2). | Votios de excitación superiores a 70 V CC. Compruebe el voltaje en X+ (F1) y XX- (F2) con carga. Asegúrese de que la velocidad del motor es correcta en carga total. Compruebe el voltaje de salida, asegúrese de que no exceda el voltaje nominal. Compruebe si hay sobrecarga en la corriente de carga.   |
|  | Circuito de protección de AVR en funcionamiento, debido a falla en los devanados o diodos del generador.            | Compruebe el LED AVR. Si está encendido, el circuito de protección está activado. Pare el motor y reinicie. Si el voltaje retorna normal, pero colapsa nuevamente con carga, el circuito de protección está activado, debido a la alta excitación.<br>Siga las instrucciones de la sección Localización de fallas: sin AVR para averiguar la causa del alto voltaje del excitación. |
|  | Falla en AVR.   | Reemplace el AVR y vuelva a realizar la prueba con carga.   |
|  | Sobrecarga grave o cortocircuito en las fases.  | Compruebe la corriente de carga con un amperímetro de abrazadera.   |

## 9.4 Funcionamiento en paralelo

TABLA 13. LOCALIZACIÓN DE FALLAS: FUNCIONAMIENTO EN PARALELO

| SÍNTOMA   | CAUSA  | ACCIÓN   |
|---|--|--|
| <b>NO SE CERRARÁ EL DISYUNTOR AL ESTABLECER EL FUNCIONAMIENTO EN PARALELO</b> | El disyuntor incluye protección 'Sincronización de comprobación', que previene la sincronización de fase.  | Asegúrese de que el sincroscopio indica que la máquina está EN FASE, o cerca de la posición de las once en punto (al rotar en la dirección de las agujas del reloj). Asegúrese de que la diferencia de velocidad entre el conjunto entrante y la barra de bus es lo suficientemente pequeña como para evitar la rápida rotación del sincroscopio (o las fluctuaciones rápidas de las luces), antes de cerrar el disyuntor. |
|   | La rotación de fase de los generadores es distinta.  | <b>NO INTENTE EL FUNCIONAMIENTO EN PARALELO</b> hasta que la rotación de fase de todos los generadores sea idéntica. Compruebe la rotación de fase de cada generador. Intercambie las conexiones de dos de las fases para invertir la rotación de fase de un generador.  |
|   | La diferencia de voltaje entre el generador de entrada y la barra de bus es muy elevada.   | El voltaje del conjunto entrante puede ser hasta un 4 % más alto que el voltaje de la barra de bus. <b>ESTO ES NORMAL.</b> No ajuste la configuración original de voltaje sin carga. Si la diferencia es mayor del 4 %, compruebe si hay una caída excesiva de voltaje en los generadores cargados.  |
| <b>ESTADO INESTABLE EN FASE, ANTES DE LA SINCRONIZACIÓN</b>                   | Derivación del gobernador en uno o más motores.  | Deje que los motores se calienten y estabilicen antes de iniciar el funcionamiento en paralelo. Si se sigue derivando la velocidad, compruebe los gobernadores y el estado del motor.  |
|   | Hay una variación de carga en la barra de bus que provoca cambios de velocidad o frecuencia en el generador cargado al realizar la sincronización.   | Desconecte cualquier carga que varíe rápidamente. Compruebe que no haya posibilidad de que arranque un motor o una carga automática al intentar sincronizar. <b>NO intente el funcionamiento en paralelo si la corriente de carga es inestable.</b>  |
| <b>FRECUENCIA INESTABLE EN PARALELO CON CARGA</b>                             | La caída de velocidad en el motor es muy 'ajustada' o hay irregularidades cíclicas (inestabilidad) entre los motores. (Compruebe los medidores de kW por si hay cambios rápidos de potencia kW entre los conjuntos). | Aumente la caída de velocidad del gobernador del motor un 4 % (sin carga a carga total). Compruebe si hay gobernadores "pegajosos" en un nuevo motor. Compruebe si hay problemas cíclicos en los motores (incendios, desequilibrio, etc).  |

| SÍNTOMA  | CAUSA  | ACCIÓN  |
|--|--|---|
| <b>VOLTAJE ESTABLE ANTES Y DESPUÉS, PERO INESTABLE DURANTE LA SINCRONIZACIÓN</b>                       | Generalmente es el resultado de la 'acometida' mediante el panel de sincronización o de los circuitos de protección frente a fugas a tierra, que pueden formar un enlace de 'bucle cerrado' temporalmente entre los generadores durante la sincronización. | La fluctuación disminuirá cuando los generadores se acerquen a la sincronía (velocidades casi idénticas), y desaparecerá completamente cuando el disyuntor esté cerrado. El equipo de sincronización, la protección frente a fugas a tierra o los circuitos de alambrado en los tableros de distribución pueden producir problemas temporales de acometida. |
| <b>CORRIENTE NO CONTROLADA, AUMENTA MUY RÁPIDO CUANDO EL DISYUNTOR ESTÁ CERRADO</b>                    | El equipo de caída de voltaje en paralelo se ha invertido en uno de los generadores.   | Compruebe si hay inversión en los CT de caída de voltaje. Invierta el conductor S1-S2 en el CT de caída de voltaje. Pruebe los voltios de excitación: el generador con caída invertida tendrá más voltios de excitación.  |
| <b>CIRCULACIÓN DE CORRIENTE ESTABLE EN TODOS LOS GENERADORES, NO REDUCIDA POR EL AJUSTE DE VOLTAJE</b> | La caída de voltaje en paralelo se ha invertido en TODOS los generadores.  | Compruebe si hay inversión en las caídas de voltaje. Invierta los conductores S1-S2 para corregirla. Si se repite este error de alambrado, provocará una circulación de corriente estable que no se podrá ajustar por los medios normales.  |
| <b>CIRCULACIÓN DE CORRIENTE ESTABLE EN AMBOS GENERADORES SIN CARGA</b>                                 | Diferencia de voltaje (nivel de excitación) entre los generadores.   | Compruebe los voltajes sin carga (frecuencias idénticas), y asegúrese de que todos los generadores tienen el mismo voltaje. No trate de hacer ajustes al compartir la carga.  |
|  | El equipo de caída de voltaje en paralelo se ha invertido en AMBOS generadores. (A diferencia de UNA inversión de caída de voltaje, que es un estado altamente INESTABLE.)   | Compruebe si hay inversión en TODOS los CT de caída de voltaje.   |
|  | Configuración incorrecta del equipo de caída de voltaje en paralelo.   | Compruebe la configuración de los ajustadores de caída de voltaje.<br>Compruebe que los CT de caída de voltaje están en la fase correcta. Compruebe que la salida de CT al AVR S1-S2 está bien.   |
| <b>POTENCIA DESEQUILIBRADA EN MEDIDORES DE KILOVATIOS</b>  | Los motores no están compartiendo la potencia (kW) equitativamente.  | Ajuste la caída del gobernador en los motores para equiparar los kilovatios compartidos.  |
| <b>CORRIENTE DESEQUILIBRADA EN AMPERÍMETROS DESPUÉS DE EQUIPARAR LOS KILOVATIOS</b>                    | Diferencia de voltaje (niveles de excitación) entre las máquinas.  | Compruebe el voltaje exacto de las máquinas sin carga por separado.   |
|  | El equipo de caída de voltaje en paralelo no se ha ajustado correctamente.   | Ajústelo como se indica en el texto anterior.   |

| SÍNTOMA   | CAUSA  | ACCIÓN  |
|---|--|---|
| <b>POTENCIA DESEQUILIBRADA AL AUMENTAR O DISMINUIR LA CARGA</b>                 | Los gobernadores del motor no son compatibles o los nuevos gobernadores están 'pegajosos', lo que provoca que no se compartan los kW equitativamente con las variaciones del rango de carga.   | Se deben ajustar los gobernadores del motor para proporcionar unas características similares sin carga y con carga total. Compruebe si hay gobernadores 'pegajosos' o motores nuevos o recién pintados. Se debe establecer una caída de velocidad mínima del 2 % en los gobernadores electrónicos para garantizar que se comparte la carga de kilovatios de forma satisfactoria. Si se necesita una regulación de velocidad más ajustada, se debe instalar un sistema isócrono de compartición de carga.                    |
| <b>AUMENTO DEL DESEQUILIBRIO DE LA CORRIENTE AL AUMENTAR LA CARGA</b>           | Diferencia de las configuraciones del nivel de caída en paralelo.<br>Diferencia en la regulación de voltaje de sin carga a carga total del AVR.<br>Estas configuraciones son los factores que más contribuyen a las características de carga y voltaje de la máquina y, por lo tanto, se deben ajustar para proporcionar las mismas características a las máquinas que estén conectadas en paralelo. | Ponga en funcionamiento cada generador por separado y aplique una carga de aproximadamente un 25 %, 50 % y 100 % de la carga total. Pruebe el voltaje con cada carga y compare los valores con los de los otros generadores. Ajuste los sistemas de control para eliminar las diferencias de regulación.<br>Repita el método con toda la carga inductiva posible, es decir, motores, transformadores, etc. Configure los ajustadores de la caída en paralelo para lograr una compartición de la carga inductiva equitativa. |
| <b>REGULACIÓN DE VOLTAJE DEFICIENTE CUANDO LA MÁQUINA FUNCIONA POR SEPARADO</b> | Cantidad excesiva de caída de voltaje en paralelo en el circuito.  | Para la regulación de voltaje normal en una máquina que funciona por separado, se debe instalar un interruptor de cortocircuito en el transformador de la caída en paralelo. (S1-S2.) Esto se debe indicar claramente en el panel como funcionamiento 'Sencillo' y 'Paralelo'.  |
| <b>POTENCIA DESEQUILIBRADA, LOS MOTORES 'OSCILAN' EN LOS SOPORTES</b>           | Las características de la 'caída' de velocidad del gobernador del motor electrónico tienen una configuración muy ajustada.   | Es fundamental que haya una caída de voltaje del motor de al menos un 2 % para la compartición de kW (corriente activa). Si se requiere un 1 % o menos de regulación de velocidad, se debe instalar un sistema isócrono de compartición de carga y un gobernador electrónico.   |

## 9.5 Localización de fallas del AVR

Esta sección contiene consejos generales para diagnosticar fallas en los AVR. Para más información acerca de solución de problemas, consulte las instrucciones de Especificaciones, instalación y ajuste o el manual de instrucciones específico del modelo de AVR. El AVR tiene un circuito de protección que funciona bajo condiciones de falla transcurridos unos 8 segundos (el retardo exacto dependerá del tipo de AVR). El circuito elimina la excitación del generador, lo que provoca un colapso del voltaje de salida, y se bloquea hasta que se para y se vuelve a arrancar el generador. El diseñador del sistema debe asegurarse de que esta función es compatible con toda la protección del sistema.

| Síntoma  | Acción  |
|--|---|
| <b>EL VOLTAJE NO AUMENTA AL INICIO</b>   | Compruebe el enlace K1:K2 en el AVR o los bornes auxiliares. Reemplácelo si es necesario y reinicie.  |
| <b>EL VOLTAJE AUMENTA AL INICIAR EN UN VALOR INCORRECTO</b>                        | Compruebe la configuración del potenciómetro de control de voltios del AVR. Corrija en caso necesario.<br>Compruebe 'el compensador manual' si se incluye. Ajuste si es preciso.<br>Compruebe la velocidad del generador. Corrija si es necesario y reinicie.<br>Compruebe el indicador 'UFRO' del AVR. Si se ilumina, consulte el Procedimiento de ajuste de UFRO. |
| <b>EL VOLTAJE AUMENTA MUY LENTAMENTE EN EL INICIO</b>                              | Compruebe si el generador se acelera de la manera esperada. Corrija si es necesario y reinicie.<br>Compruebe la configuración de la aceleración ajustable. Corrija si es necesario y reinicie.  |
| <b>EL VOLTAJE AUMENTA A UN VALOR ALTO AL INICIAR</b>                               | Compruebe el cableado del AVR con el diagrama de cableado.  |
| <b>EL VOLTAJE AUMENTA A UN VALOR ALTO Y DESPUÉS CAE A UN VALOR BAJO AL INICIAR</b> | Compruebe el cableado del AVR con el diagrama de cableado.  |
| <b>EL VOLTAJE ES NORMAL Y LUEGO CAE A UN VALOR BAJO EN FUNCIONAMIENTO</b>          | Compruebe la carga del generador.<br>Compruebe el sistema rectificador (consulte la sección Reparación y mantenimiento).  |
| <b>EL VOLTAJE ES INESTABLE EN FUNCIONAMIENTO TANTO SIN CARGA COMO CON CARGA</b>    | Compruebe si la velocidad del generador es estable. Corrija si es necesario y reinicie.<br>Compruebe el cableado del AVR con el diagrama de cableado.<br>Ajuste el control de estabilidad del AVR lentamente en el sentido de las agujas del reloj hasta que se estabilice.   |
| <b>EL VOLTAJE CAE A UN VALOR BAJO AL APLICAR CARGA</b>                             | Compruebe que la velocidad del generador no cae al aplicar la carga. Corrija si es necesario y reinicie.<br>Compruebe el indicador 'UFRO' del AVR. Si se enciende cuando se aplica la carga, consulte Procedimiento de ajuste del UFRO.   |

Si con todas las pruebas y comprobaciones anteriores es imposible localizar la falla del generador, hay que asumir que el AVR es defectuoso. El AVR no tiene ningún elemento que se pueda reparar.

**El AVR se debe reemplazar únicamente por una pieza de STAMFORD auténtica.**

### 9.5.1 Procedimiento de ajuste de UFRO

1. Detenga el generador.
2. Compruebe que el enlace de selección de UFRO del AVR está definido para el funcionamiento a 50 Hz o 60 Hz requerido.
3. Arranque el generador y hágalo funcionar sin carga a la velocidad nominal.



- 
4. Si el voltaje ya es correcto y el indicador del UFRO no se enciende, vuelva al procedimiento de localización de fallas.
  5. Si el LED del UFRO se enciende, haga lo siguiente.
  6. Ajuste el control del UFRO totalmente en sentido de las agujas del reloj.
  7. Establezca la velocidad del generador en el umbral deseado del UFRO (normalmente un 95 % de la velocidad nominal).
  8. Ajuste el control del UFRO lentamente en el sentido contrario a las agujas del reloj hasta que se ilumine el indicador del UFRO.
  9. Vuelva a girar el control ligeramente en el sentido de las agujas del reloj hasta que el indicador se apague.
  10. El ajuste del UFRO ya es correcto. Regrese al procedimiento de búsqueda de fallas.

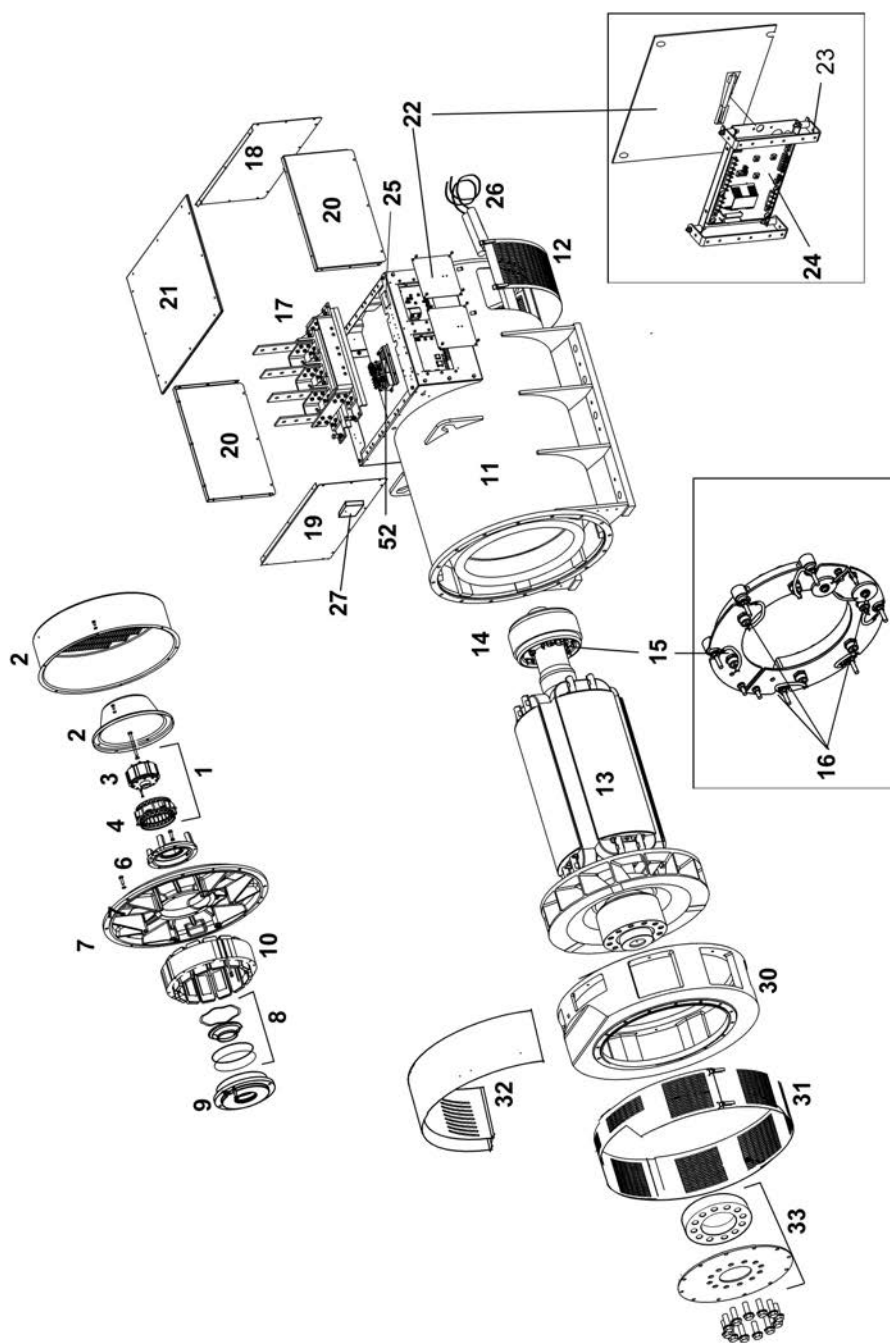
-

---

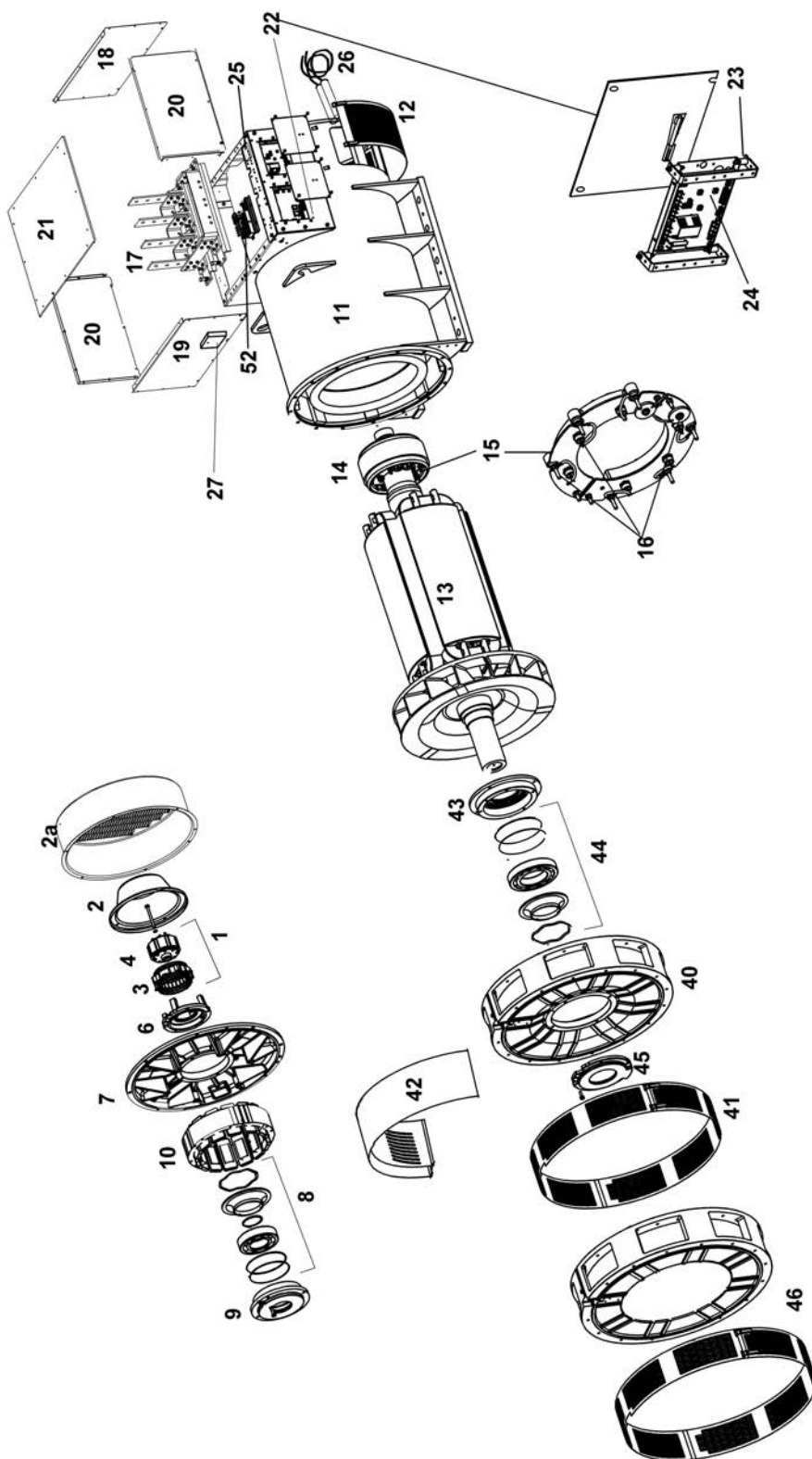
Esta página ha sido intencionalmente dejada en blanco.

# 10 Identificación de piezas

## 10.1 Generador de un cojinete P7



## 10.2 Generador de dos cojinetes P7



## 10.3 Piezas y fijadores del P7

TABLA 14. PIEZAS Y FIJADORES

| Referencia | Componente   | Fijador          | Cantidad | Valor de apriete (Nm) |
|------------|--|------------------|----------|-----------------------|
| 1          | Piezas del PMG completas   | -                | -        | -                     |
| 2/2a       | Cubierta del PMG/cubierta de entrada del aire                    | M8 x 16          | 4        | 26                    |
| 3          | Rotor de PMG   | M10 x 100        | 1        | 50                    |
| 4          | Estator de PMG   | M6 x 45          | 4        | 10                    |
| 6          | Tapa del cojinete del NDE  | M10 x 35         | 5        |                       |
| 7          | Escuadra de NDE  | M12 x 40         | 8        | 95                    |
| 8          | Cojinete de NDE  | -                | -        | -                     |
| 9          | Cartucho del cojinete del NDE                                    | M10 x 60         | 4        | 50                    |
| 10         | Estator del excitador  | M8 x 90          | 6        | 26                    |
| 11         | Bastidor principal   | -                | -        | -                     |
| 12         | Cubierta de la entrada de aire inferior                          | Pasador dividido | 2        | -                     |
| 13         | Rotor principal  | -                | -        | -                     |
| 14         | Rotor del excitador  | -                | -        | -                     |
| 15         | Ensamblaje del rectificador                                      | M6 x 100         | 4        | 10                    |
| 16         | Diodo/Varistor   | -                | -        | 4,75 / 3,0            |
| 17         | Bornes principales   | M12 x 40         | 12       | 45                    |
| 18         | Panel del extremo de la caja de bornes: NDE                      | M6 x 16          | 10       | 10                    |
| 19         | Panel del extremo de la caja de bornes: DE                       | M6 x 16          | 10       | 10                    |
| 20         | Panel lateral de caja de bornes                                  | M6 x 16          | 10       | 10                    |
| 21         | Tapa de la caja de bornes  | M6 x 16          | 14       | 10                    |
| 22         | Placa de cubierta de AVR   | M6 x 16          | 4        | 10                    |
| 23         | Escuadra de montaje de AVR                                       |                  |          |                       |
| 24         | AVR  |                  |          |                       |
| 25         | Regleta de bornes auxiliar                                       | M6 x 25          | 8        | 10                    |
| 26         | Calentadores anticondensación                                    | -                | -        | -                     |
| 27         | Caja de bornes de calentador                                     |                  |          |                       |
| 30         | Adaptador del DE (1 cojinete)                                    |                  |          |                       |
| 31         | Rejilla de salida del aire del DE (1 cojinete)                   | M4 x 12          | 8        | 1,3                   |
| 32         | Persianas de DE (1 cojinete)                                     |                  |          |                       |
| 33         | Cubo de acoplamiento y discos de acoplamiento de DE (1 cojinete) |                  | 12       | 822                   |
| 40         | Escuadra de DE (2 cojinetes)                                     | M12 x 50         | 12       | 95                    |
| 41         | Rejilla de salida de aire de DE (2 cojinetes)                    | M4 x 12          | 8        | 1,3                   |

| Referencia | Componente                             | Fijador  | Cantidad | Valor de apriete (Nm) |
|------------|--|----------|----------|-----------------------|
| 42         | Persianas DE (2 cojinetes)             |          |          |                       |
| 43         | Cartucho del cojinete DE (2 cojinetes) | M10 x 55 | 4        | 50                    |
| 44         | Piezas de cojinete del DE completas    | -        | -        | -                     |
| 45         | Tapa del cojinete de DE                | M10 x 35 | 5        | 50                    |
| 46         | Adaptador del DE (2 cojinetes)         | M12 x 45 | 14       | 95                    |
| 52         | Transformador de aislamiento           |          |          |                       |

# 11 Datos técnicos

## AVISO

Compare las mediciones con el certificado de prueba suministrado con el generador.

### 11.1 Resistencia de devanados de P7

| Tipo de generador | Resistencia de los devanados a 20 °C (los valores medidos deben estar dentro del 10 %) |             |               |               |               |                                |                                   |                          |                              |
|-------------------|--|-------------|---------------|---------------|---------------|--------------------------------|-----------------------------------|--------------------------|------------------------------|
|                   | Fase del estator principal en neutral, L-N (ohmios)                                    |             |               |               |               | Estator del excitador (ohmios) | Rotor del excitador, L-L (ohmios) | Rotor principal (ohmios) | Estator de PMG, L-L (ohmios) |
|                   | Devanado 312   | Devanado 07 | Devanado 13   | Devanado 26   | Devanado 28   |                                |                                   |                          |                              |
| PE / P734A        | 0,0016   | 0,0026      | 0,0013        | 0,0048        | 0,0031        | 17,5                           | 0,126                             | 1,67                     | 2,6                          |
| PE / P734B        | 0,0016   | 0,0026      | 0,0013        | 0,0048        | 0,0031        | 17,5                           | 0,126                             | 1,67                     | 2,6                          |
| PE / P734C        | 0,00126  | 0,002       | 0,0009        | 0,0034        | 0,0027        | 17,5                           | 0,126                             | 1,85                     | 2,6                          |
| PE / P734D        | 0,00114  | 0,002       | 0,0009        | 0,0031        | 0,0019        | 17,5                           | 0,126                             | 1,98                     | 2,6                          |
| PE / P734E        | 0,00093  | 0,0015      | no disponible | 0,003         | 0,002         | 17,5                           | 0,126                             | 2,17                     | 2,6                          |
| PE / P734F        | 0,00076  | 0,0011      | 0,0005        | 0,0022        | 0,0016        | 17,5                           | 0,126                             | 2,31                     | 2,6                          |
| PE / P734G        | 0,0008   | 0,0011      | no disponible | 0,0022        | no disponible | 16                             | 0,112                             | 2,42                     | 2,6                          |
| P736B             | 0,0027   | 0,0042      | no disponible | no disponible | no disponible | 17                             | 0,2                               | 2,33                     | 5,6                          |
| P736D             | 0,0018   | 0,0032      | no disponible | no disponible | no disponible | 17                             | 0,2                               | 2,69                     | 5,6                          |
| P736F             | 0,0014   | 0,002       | no disponible | no disponible | no disponible | 20                             | 0,28                              | 3,25                     | 5,6                          |

-

---

Esta página ha sido intencionalmente dejada en blanco.



# 12 Piezas de repuesto y servicio postventa

---

Recomendamos utilizar piezas de reparación auténticas de STAMFORD que se pueden obtener en una tienda de servicio autorizada. Si desea saber cuál es la tienda más cercana, visite [www.stamford-avk.com](http://www.stamford-avk.com).

Servicio de asistencia postventa

Teléfono: +44 (0) 1780 484744

Correo electrónico: [parts.enquires@cummins.com](mailto:parts.enquires@cummins.com)

## 12.1 Pedidos de piezas

Al pedir piezas, hay que indicar el número de serie o el número de identidad de la máquina y el tipo, junto con la descripción de la pieza. El número de serie de la máquina se encuentra en la placa de identificación o en la estructura.

## 12.2 Servicio de atención al cliente

Los ingenieros de servicio de Cummins Generator Technologies son profesionales con experiencia que han recibido una amplia formación para ayudarle de la mejor forma posible. Nuestro servicio global ofrece:

- Respuesta las 24 horas del día y 365 días del año a emergencias de servicio.
- Puesta en servicio del generador CA in situ
- Supervisión del estado de los cojinetes y mantenimiento de los mismos in situ
- Comprobaciones de la integridad del aislamiento in situ
- Configuración del AVR y los accesorios in situ
- Ingenieros locales multilingües

Servicio de asistencia al cliente:

Teléfono: +44 1780 484732 (24 horas)

Correo electrónico: [service-engineers@cumminsgeneratortechologies.com](mailto:service-engineers@cumminsgeneratortechologies.com)

## 12.3 Piezas de servicio recomendadas

En las aplicaciones críticas, se debe guardar un juego de estas piezas de repuesto con el generador.

| <b>Pieza</b>   | <b>Número</b>  |
|--|--|
| Conjunto de rectificadores   | RSK6001<br>(3 diodos directos y 3 inversos con varistores) |
| AVR MX321  | E000-23212/1P  |
| AVR MX341  | E000-23412/1P  |
| Cojinete de DE sellado (longitud de núcleo A a E)                      | 45-0335  |
| Cojinete de NDE sellado (longitud de núcleo A a E)                     | 45-0336  |
| Cojinete de NDE reengrasable (longitud de núcleo A a E)                | 45-0423  |
| Cojinete de NDE reengrasable (longitud de núcleo F, G)                 | 45-0425  |
| Cojinete de NDE reengrasable (longitud de núcleo A a E, dos cojinetes) | 45-0422  |
| Cojinete de NDE reengrasable (longitud de núcleo F, G; dos cojinetes)  | 45-0424  |
| Cojinete de NDE reengrasable (longitud de núcleo A a G, un cojinete)   | 45-0421  |
| Grasa Klüber   | 45-0281  |

## 12.4 Grasa Klüber Asonic GHY72

Todas las pruebas de los cojinetes y la esperanza de vida prevista se basan en el uso de Klüber Asonic GHY72.

# 13 Eliminación al final de la vida útil

---

Hay empresas especializadas en reciclar materiales de productos de desecho que pueden reciclar la mayor parte del hierro, el acero y el cobre del generador. Para obtener más información, póngase en contacto con el servicio de atención al cliente de STAMFORD.

## 13.1 Material reciclable

Separe por medios mecánicos los materiales base, el hierro, el cobre y el acero, quite la pintura, la resina de poliéster, y la cinta aislante y/o los residuos plásticos de todos los componentes. Elimine este "material de desecho".

Ahora el hierro, el acero y el cobre se pueden reciclar.

## 13.2 Elementos que necesitan el tratamiento de un especialista

Quite el cable eléctrico, los accesorios electrónicos y los materiales plásticos del generador. Estos componentes necesitan un tratamiento especial para quitar los elementos de desecho del material reciclable.

Envíe los materiales reciclables para su reciclado.

## 13.3 Material de desecho

Elimine el material de desecho de los dos procesos anteriores a través de una empresa especializada.

-

---

Esta página ha sido intencionalmente dejada en blanco.





Sede  
Barnack Road  
Stamford  
Lincolnshire  
PE9 2NB  
United Kingdom (Reino Unido)  
Tel: +44 1780 484000  
Fax: +44 1780 484100

[www.cumminsgeneratortechnologies.com](http://www.cumminsgeneratortechnologies.com)

Copyright 2013, Cummins Generator Technologies Ltd. Todos los derechos reservados.  
Cummins y el logotipo de Cummins son marcas comerciales registradas de Cummins Inc.