

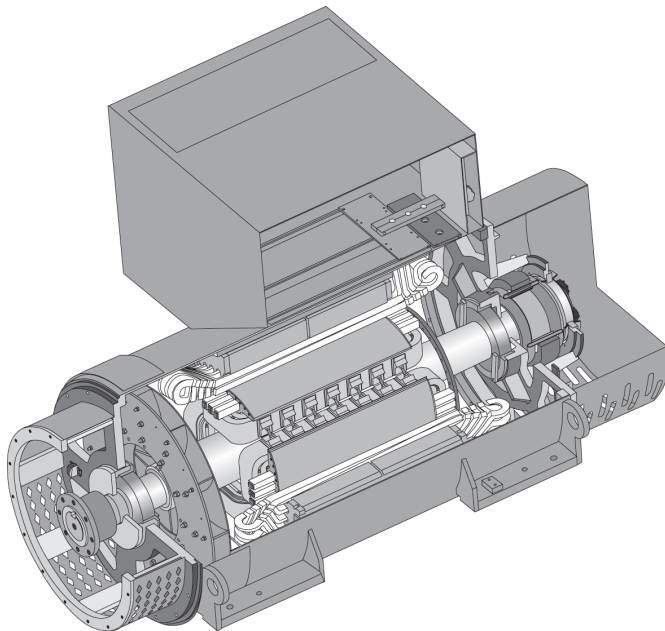
# Manual de instrucciones

---

Instalación  
Operación  
Mantenimiento

**Generador estándar**  
Cojinete sencillo y doble  
descarga de aire del extremo motriz

**Publicación**  
350-01001-00ES B (07-2022)



**Nidec**  
KATO ENGINEERING™

Lea este manual y todos los manuales incluidos en su totalidad antes de desempacar, instalar y operar su generador. Si su manual vino en un CD, lea todos los archivos incluidos en el CD.

Revisión de publicación	Fecha	Descripción
350-01001-00 A	Noviembre 2015	Documento original.
350-01001-00 B	Julio 2022	Formato de documento actualizado.

**AVISO:** Debido a los rápidos cambios en los diseños y procesos y la variabilidad de los productos de Kato Engineering, la información de este manual no debe considerarse vinculante y está sujeta a cambios sin previo aviso.

La imagen de la portada es solo representativa. Varias variaciones están disponibles dentro del rango de generadores cubiertos en este manual.

# Contents

<b>Introducción</b>	<b>5</b>
Prólogo	5
Instrucciones de seguridad	5
Capacidades/descripción	5
<b>Principios de construcción y de funcionamiento</b>	<b>6</b>
Inductor	6
Rotor	6
Cojinetes	7
Cajas de conexiones	7
Sistema de excitación	7
Sistema opcional de PMG	8
Otras opciones	8
<b>Instalación</b>	<b>9</b>
Inspección al recibir	9
Desempacar y mover	9
Ubicación	9
Diseño de la base	9
<b>Montaje del motor primario</b>	<b>10</b>
Alineación	10
Desvío de la pata	22
Sujeción con clavijas	22
Conexiones eléctricas	22
Calefactores	22
<b>Inspección antes del arranque</b>	<b>23</b>
<b>Funcionamiento</b>	<b>24</b>
Arranque inicial	24
Recuperación del magnetismo residual/excitación del campo	25
Funcionamiento continuo	26
Ralentí	27
Funcionamiento paralelo	27
<b>Mantenimiento</b>	<b>30</b>
Programas	30
<b>Procedimientos de mantenimiento</b>	<b>32</b>
Métodos de inspección visual de los devanados	32
Limpieza	33
Pruebas de resistencia del aislamiento a bajo voltaje	34
Procedimientos de secado	36
Lubricación de los cojinetes	36
Pruebas del rectificador	37
Desmontaje	38
Extracción de la armadura del excitador y del PMG	39
Extracción de los cojinetes	41
<b>Montaje</b>	<b>42</b>
Instalación del cojinete	42
Montaje general	42
Instalación de la armadura del excitador y del PMG	42
<b>Almacenamiento</b>	<b>44</b>
<b>Guía para resolución de problemas</b>	<b>47</b>
Mantenimiento correctivo	47
Equipos de Instalación y Mantenimiento	50

## Figures

Descripción general del sistema de excitación	7
Comprobación del alojamiento del volante	10
Comprobación del volante	11
Verificación del adaptador del generador	12
Verificación del acoplamiento del generador	12
Verificación del acoplamiento del motor	13
Verificación de alineación	14
Alineación aproximada	15
Alineación angular	16
Alineación paralela	16
Verificación del acoplamiento del generador	17
Plato de transmisión y adaptador de un solo cojinete	18
Volante y adaptador SAE	19
Instalación de disco a volante	19
Ventiladores de chapa metálica	20
Verificación de excentricidad	21
Configuración de la excitación del campo	25
Guía al desajuste de fase permitido	26
Sincronización de generadores paralelos	28
Prueba del rectificador giratorio con un ohmímetro	37
Rectificador	37
Lámpara de pruebas	37
Flotación del rotor	39
Extracción de la unidad de la armadura	40
Unidad de armadura del excitador	40
Rotor del PMG con contratuerca	40
Extracción del cojinete	41
Ubicación de las piezas principales	51

## Tables

Excentricidad máxima permitida del alojamiento del volante	11
Factor de conversión de la temperatura para lecturas de resistencia	34
Los voltajes CC que se deben aplicar durante las pruebas de resistencia del aislamiento	35
Holgura del excitador	43
Valores de pares de torsión ASTM y SAE	45
Valores métricos de pares de torsión	46
Resolución de problemas	47
Herramientas	50

# Introducción

## Prólogo

Este manual contiene instrucciones para instalar, operar y mantener los generadores sin escobilla de campo giratorio de Kato Engineering. Estos generadores se fabrican en muchos tamaños y capacidades y con varias opciones.

La información sobre lubricación, dibujos de conexiones eléctricas, planos de dimensiones y listados de piezas para su modelo está incluida en el paquete del manual como información adicional y constituye la fuente de información específica para efectuar conexiones y pedir refacciones. La información acerca de componentes opcionales también puede estar incluida como un suplemento.

Sírvase leer completamente este manual y todos los manuales incluidos antes de desempacar, instalar y operar su generador. Si su manual incluye un CD, lea todos los archivos incluidos en él.

## Instrucciones de seguridad

A fin de prevenir lesiones o daños en el equipo, todas las personas involucradas en la instalación, operación y mantenimiento del generador descrito en este manual deben ser personal calificado y capacitado en las normas vigentes de seguridad que rigen su trabajo.

Aunque la prevención de lesiones o daños al equipo de “sentido común” no se puede definir en ningún manual (ni integrar en ninguna pieza de equipo), los siguientes párrafos definen las advertencias, precauciones y avisos como se usan en este manual:



**ADVERTENCIA:** Las advertencias identifican un procedimiento, práctica, condición o declaración de instalación, operación o mantenimiento que, si no se sigue estrictamente, puede provocar la muerte o lesiones graves al personal.



**PRECAUCIÓN:** Las precauciones identifican un procedimiento, práctica, condición o declaración de instalación, operación o mantenimiento que, si no se sigue estrictamente, puede provocar la destrucción o el daño del equipo o deterioro grave de la operación del sistema.

**AVISO:** Los avisos resaltan un procedimiento, condición o declaración de instalación, operación o mantenimiento que es esencial o útil, pero que no se conoce que sea de naturaleza peligrosa como lo indican las advertencias y precauciones.

## Capacidades/descripción

Las placas de identificación, que se localizan en un lado del generador, incluyen el número de serie y del modelo, así como información de las capacidades e información de cojinetes y lubricación.



**ADVERTENCIA:** *Riesgo de descarga: no realice el mantenimiento del generador u otra maquinaria eléctrica sin desconectar la energía y etiquetar los circuitos como fuera de servicio. Hay voltajes peligrosos que pueden causar descargas eléctricas graves o fatales.*

**AVISO:** *Para instrucciones específicas de lubricación, consulte siempre la hoja de lubricación de cojinetes que se entrega con su manual o la placa de lubricación en el generador. El uso de lubricantes no autorizados puede provocar fallas en los cojinetes.*

# Principios de construcción y de funcionamiento

## Inductor

El inductor consiste en el bastidor de apoyo, el núcleo y los devanados de la armadura.

El núcleo del inductor se compone de laminados, hojas delgadas de acero eléctrico, que se apilan y se mantienen en su lugar mediante anillos y barras de apoyo. Los anillos y las barras están soldados o son parte del bastidor de acero. Las placas base de montaje están soldadas a la parte inferior del bastidor. Las placas base de montaje permiten que se monte la unidad en la base del grupo electrógeno.

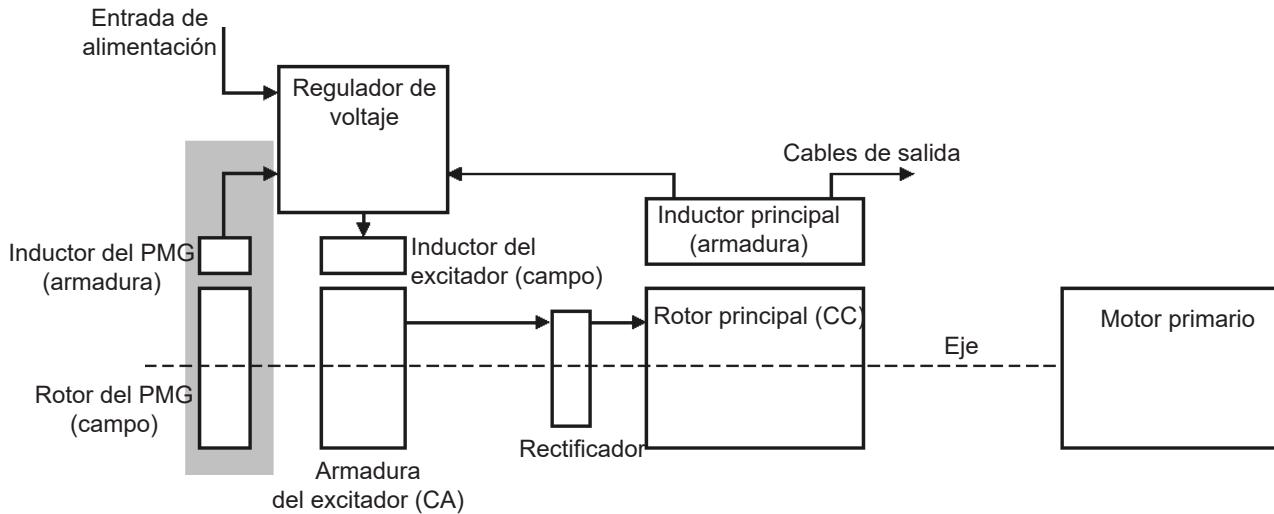
El devanado (bobinas) está construido de alambre de cobre en capas y con aislamiento. Las bobinas se insertan en las ranuras del núcleo, se conectan juntas y toda la unidad se impregna con resina mediante presión de vacío. Los cables del inductor terminan en terminal de conexión estándar o terminales de correa para facilitar la conexión de la carga.

## Rotor

El conjunto principal del rotor es el campo giratorio. Consiste en devanados en un núcleo, que a la vez se montan en un eje de acero. La unidad de armadura del excitador y el rotor opcional de generador de imanes permanentes (PMG) también se montan en el eje como el (los) ventilador(es) y otros accesorios opcionales. El núcleo consiste en laminados, hojas delgadas de acero eléctrico, que se apilan juntas. El núcleo forma los polos salientes (cuatro, seis, ocho o 10). Con seis o más polos, estos generalmente se sujetan a un cubo central.

El devanado del rotor consiste en alambre imantado aislado enrollado alrededor de cada polo. Los bloques en V entre cada polo mantienen en su lugar el devanado del rotor. El devanado del amortiguador está formado por varillas de cobre o aluminio que se insertan a través de la superficie de cada polo y se sueldan a placas terminales del amortiguador de cobre o aluminio en cada extremo del paquete de laminación. Las placas terminales se sueldan a polos adyacentes para formar un devanado continuo del amortiguador. Los extremos del devanado se sujetan con barras o zapatas de aluminio en los polos. El rotor tiene resina que se aplica ya sea durante el proceso de bobinado o se impregna mediante presión de vacío.

El eje está hecho de acero enrollado o forjado de alta resistencia, torneado para adaptar todos los componentes del generador giratorio. Las ranuras en el eje aseguran la colocación precisa del rotor, de la armadura del excitador y del rotor PMG opcional, así como de los acoplamientos de transmisión. En el lado del excitador, el eje tiene una ranura o agujero en su línea central para tender los cables giratorios de campo al rectificador.



**Figura 1 Descripción general del sistema de excitación**

## Cojinetes

El generador puede tener ya sea uno o dos cojinetes. Los cojinetes generalmente son de tipo bola o rodillo y se pueden reengrasar, por lo que contienen puertos de llenado y drenado para facilitar la lubricación. Algunos diseños cuentan con cojinetes de fricción como opción. En el paquete de manuales se incluirán instrucciones adicionales para los cojinetes de fricción si son aplicables a este generador. Algunos generadores más pequeños pueden usar cojinetes de doble blindaje para servicio pesado, los cuales tienen engrasado permanente.

**AVISO:** Para instrucciones específicas de lubricación, consulte siempre la hoja de lubricación de cojinetes que se entrega con su manual o la placa de lubricación en el generador. El uso de lubricantes no autorizados puede provocar fallas en los cojinetes.

## Cajas de conexiones

La caja de conexiones de cables principales aloja las conexiones de carga. Además, el generador puede tener cajas de conexiones auxiliares para conectar las salidas del detector de temperaturas, conexiones del calefactor y salidas de sensores.

**AVISO:** A los generadores equipados con cojinetes de aceite de manguito se les debe agregar aceite al cojinete antes de la rotación. El incumplimiento dará lugar a daños en los rodamientos. Consulte el manual de rodamientos.

## Sistema de excitación

El sistema de excitación consiste en la unidad del inductor excitador y la unidad de armadura del excitador:

La unidad del inductor excitador consta de bobinados en un núcleo. El núcleo está formado por laminados de acero que forman un paquete y se sueldan juntos. Las bobinas principales del inductor del excitador se colocan en ranuras en el núcleo y forman polos alternos norte y sur. La unidad completa se monta ya sea a la abrazadera del extremo o en un bastidor que se monta a la abrazadera del extremo. El inductor es un campo estacionario, que recibe alimentación del regulador de voltaje.

La unidad consiste en dos submontajes: la armadura del excitador y el rectificador giratorio. La unidad de la armadura del excitador contiene laminados de acero que se apilan y se insertan en el eje o en una camisa, la cual se inserta en el eje del generador. Un devanado de tres fases se inserta en las ranuras en los laminados. Las bobinas se

mantienen en su lugar mediante cuñas aisladas. Las extensiones de las bobinas se aseguran con cinta. Los cables de salida de los devanados se conectan a la unidad del rectificador giratorio.

El rectificador giratorio es un puente rectificador trifásico de onda completa, que convierte la CA de la armadura del excitador a CC, la cual se transfiere a los devanados del campo giratorio. Se montan dos placas de acero al aluminio, cada una con tres diodos rectificadores giratorios, una en cada lado de un cubo aislante para formar los terminales negativo y positivo. Las placas también sirven como disipadores de calor para los diodos.

**Resumen funcional del sistema de excitación:** El control del campo excitador está determinado por la resistencia de la corriente del campo excitador que crea el sistema regulador de voltaje. El voltaje de CC y los niveles de corriente de la señal del campo excitador del regulador de voltaje varían dependiendo del voltaje de salida del generador y la carga de las líneas de salida (ver la Figura 1).

### **Sistema opcional de PMG**

El sistema de generador de imanes permanentes (PMG) consiste en el inductor PMG y el rotor PMG:

El inductor PMG es una armadura estacionaria y se localiza dentro de la unidad del inductor que también contiene el inductor del excitador o es un inductor separado que se monta a un lado del inductor del excitador. El inductor PMG consiste en laminaciones de acero. Las laminaciones se sujetan en su lugar mediante anillos de compresión de acero y se sueldan a las barras del bastidor del excitador-bastidor PMG. Los devanados PMG se colocan en ranuras en las laminaciones. Se insertan cuñas de aislamiento en la parte superior de cada ranura para mantener las bobinas en su lugar.

El rotor PMG consiste en imanes rectangulares permanentes y puntas de polo soldadas aseguradas a un cubo de acero con pernos de acero inoxidable no magnéticos. El rotor PMG se inserta al eje y se asegura con un tornillo y una arandela de seguridad.

**Resumen del sistema PMG:** El sistema PMG funciona como un excitador piloto y suministra potencia a la fuente de alimentación del regulador de voltaje automático. El PMG es un generador CA que usa imanes permanentes en el rotor en vez de electroimanes para proporcionar el campo magnético (ver la Figura 1).

### **Otras opciones**

Otras opciones incluyen, entre otras cosas, calefactores, filtros y dispositivos para detección de temperatura.



# Instalación

## Inspección al recibir

Antes de aceptar un envío, examine que el empaque no tenga ningún signo de daño que pudiera haber ocurrido durante el transporte. Reporte cualquier daño a la empresa de transporte y a Kato Engineering.

## Desempacar y mover

Si el generador se recibe durante clima frío, deje que alcance la temperatura ambiente antes de quitar el empaque protector para reducir la condensación de las superficies frías y las fallas debido a los devanados húmedos.

Desempaque cuidadosamente el generador para evitar rasguñar las superficies pintadas. No retire el lubricante protector del extremo del eje o de los platos de transmisión. Inspeccione que no haya componentes sueltos o presencia de humedad. Compruebe que no haya ciertos materiales extraños como clavos de cajas, pernos sueltos o material de empaque que pudiera haber caído dentro de la máquina al momento de desempacar. Si observa algún daño, determine la magnitud del mismo y notifique inmediatamente a la oficina de reclamaciones de la empresa transportista y a Kato Engineering. Asegúrese de proporcionar detalles completos y precisos al reportar los daños.

Para mover el generador, sujete un malacate aéreo a las armellas instaladas en el bastidor del generador o levántelo con un montacargas por debajo del patín.

Los generadores de un solo cojinete se embarcan con la unidad del rotor del excitador separada del eje y un soporte montado a lo largo de los discos de transmisión para soportar el rotor.

## Ubicación

Instale el generador en un área que cumpla con todas las reglas locales e industriales. Ubíquelo en un área limpia, seca y bien ventilada o un área que sea apta para albergar el gabinete del generador. Asegúrese que sea fácilmente accesible para inspección y mantenimiento.

Verifique la resistencia del aislamiento del devanado antes de poner en funcionamiento el generador (vea la sección de mantenimiento).

Proteja con calefactores los generadores que funcionan en forma intermitente en ubicaciones muy húmedas. Caliente lentamente los generadores que se ponen en funcionamiento después de haberlos sometido a temperaturas muy bajas para evitar una condensación excesiva.

## Diseño de la base

El tipo de base a usar dependerá de la naturaleza del sitio de instalación. Sin embargo, la base del generador debe ser rígida, estar nivelada y no tener vibraciones. Las perforaciones de montaje deben ser más grandes que los sujetadores para permitir su alineación.



**ADVERTENCIA:** Las conexiones a tierra defectuosas en equipo eléctrico portátil y la falta de conexión a tierra del equipo estacionario pueden producir choques eléctricos y lesiones o la muerte. Tenga cuidado en todo momento al instalar, operar y hacer mantenimiento en el generador. Evite el contacto con las partes metálicas del generador que no están aisladas. Pruebe frecuentemente todos los dispositivos portátiles para comprobar que salga un circuito eléctrico sólido del bastidor metálico a través del conductor de conexión a tierra, en el cable eléctrico, al contacto de conexión a tierra en el conector. No use equipo eléctrico con cables deshilachados, quemados o dañados.

Siempre tenga extremo cuidado al mover el generador. Tenga cuidado de no golpear objetos ni a miembros del personal.



**ADVERTENCIA:** Aplique fuerza de elevación a los puntos estructurales específicamente diseñados para elevar. No levante toda la unidad usando los orificios para levantar el gabinete. Use medios para levantar adecuados para el peso. Respete los avisos para levantar que están adheridos al generador. El no respetar estas instrucciones puede producir lesiones, la muerte y daños al generador.

**PRECAUCIÓN:** No intente transportar un generador de un solo cojinete sin contar con un apoyo adecuado para el rotor y al que se haya retirado la unidad del rotor del excitador. El no respetar esta advertencia puede provocar daños en el equipo.

**PRECAUCIÓN:** Bloquear o limitar el flujo normal del aire de entrada o salida del generador puede provocar daños a las bobinas eléctricas.

# Montaje del motor primario

## Alineación

Siga la alineación de dos cojinetes (si su modelo de generador tiene dos cojinetes pero ningún adaptador para fijar a un alojamiento del volante del motor), alineación de acoplamiento corto de dos cojinetes (si su modelo de generador tiene dos cojinetes y un adaptador para fijar con perno a un alojamiento del volante) o alineación de un cojinete (si su generador tiene un cojinete y platos de transmisión). Consulte a la fábrica sobre la alineación de transmisión por correa o por engranaje.

## Alineación del acoplamiento corto de dos cojinetes

Monte un indicador de cuadrante y mida el volante hasta el alojamiento del volante para comprobar la excentricidad radial y frontal del piloto del alojamiento del volante del motor como se indica en la Figura 2. Consulte la Tabla 1 para ver la excentricidad máxima permisible.

**AVISOS:** Al montar los indicadores debe permitirse que el motor primario gire completamente.

Use indicadores de cuadrante que sean lo suficientemente rígidos para que no tengan problemas de pandeo. El usar la distancia de desfase más corta de la abrazadera del indicador reducirá los efectos de pandeo o hundimiento del indicador.

Durante la alineación, es posible que también necesite compensar la expansión del motor debido al calentamiento. La expansión del generador generalmente no se considera un problema.

Si mueve el grupo electrógeno a un lugar diferente, compruebe la alineación antes del arranque.



**ADVERTENCIA:** No levante las aspas del motor del generador haciendo palanca. Las aspas se pueden debilitar, lo que puede provocar lesiones serias o la muerte por proyección de partículas.



**PRECAUCIÓN:** En los generadores equipados con cojinetes de fricción lubricados, deberá agregar aceite a los cojinetes antes de que giren. No cumplir con esto puede provocar daños a los cojinetes. Consulte el manual de los cojinetes.

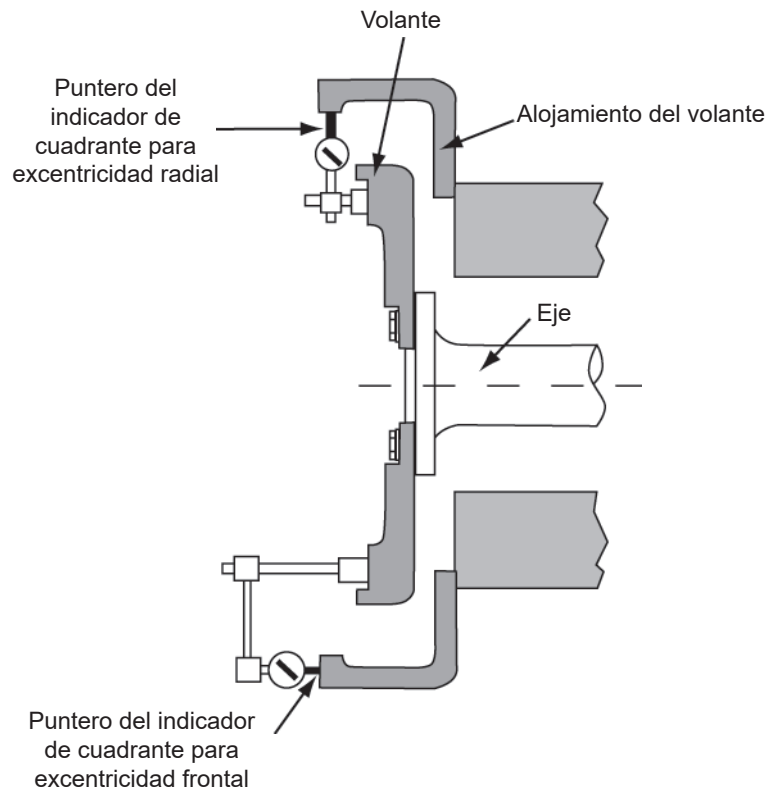


Figura 2 Comprobación del alojamiento del volante

**Tabla 1 Excentricidad máxima permitida del alojamiento del volante**

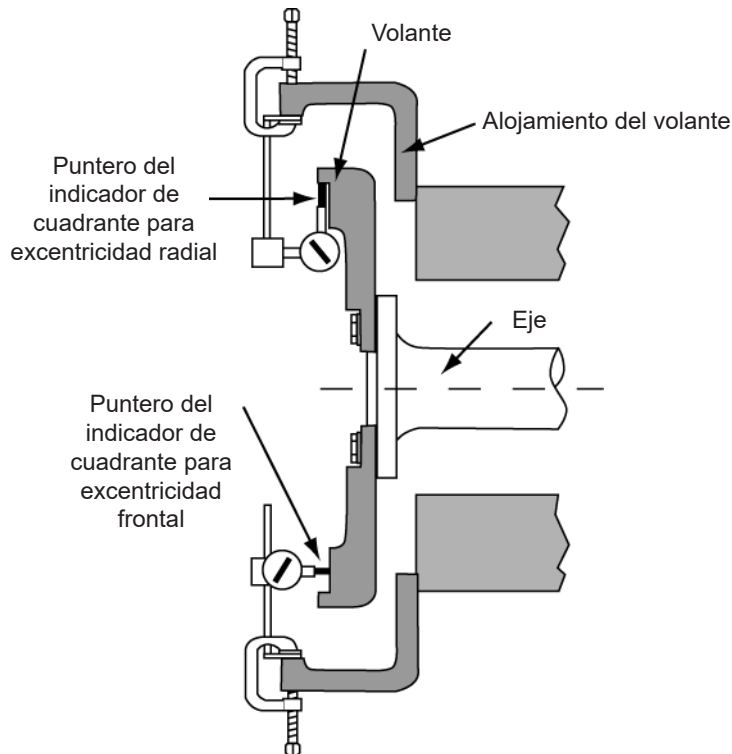
Número de alojamiento SAE	Diámetro interior del alojamiento		Excentricidad permitida (TIR)	
	Pulgada	MM	Pulgada	MM
6	10.500	267	0.002	0.051
5	12.375	314	0.003	0.076
4	14.250	362	0.003	0.076
3	16.125	410	0.004	0.102
2	17.625	448	0.004	0.102
1	20.125	511	0.005	0.127
0.5	23.000	584	0.005	0.127
0	25.500	648	0.006	0.152
00	31.000	787	0.007	0.178

**AVISO:** TIR = Total indicator runout

**AVISO:** En esta medición se debe tener en cuenta la compensación por el crecimiento térmico del motor.

Monte un indicador de cuadrante y mida el alojamiento del volante hasta el volante para comprobar la excentricidad radial y frontal del volante del motor como se indica en la Figura 3. Consulte la Tabla 1 para ver la excentricidad máxima permisible.

Monte un indicador de cuadrante en el eje del generador o el acoplamiento para comprobar la excentricidad radial y frontal del



**Figura 3 Comprobación del volante**

**AVISOS:** Al montar los indicadores debe permitirse que el motor primario gire completamente.

Use indicadores de cuadrante que sean lo suficientemente rígidos para que no tengan problemas de pandeo. El usar la distancia de desfase más corta de la abrazadera del indicador reducirá los efectos de pandeo o hundimiento del indicador.

Durante la alineación, es posible que también necesite compensar la expansión del motor debido al calentamiento. La expansión del generador generalmente no se considera un problema.

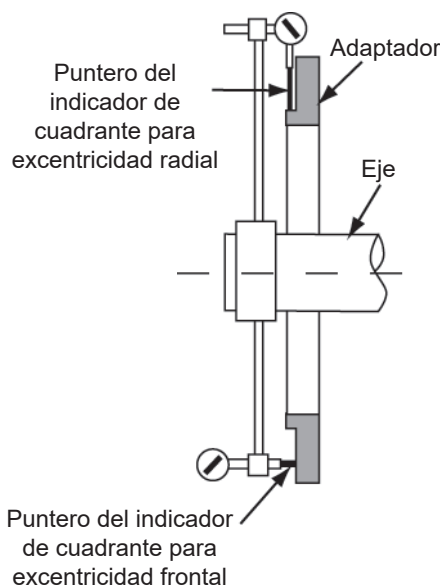
Si mueve el grupo electrógeno a un lugar diferente, compruebe la alineación antes del arranque.



**ADVERTENCIA:** No levante las aspas del motor del generador haciendo palanca. Las aspas se pueden debilitar, lo que puede provocar lesiones serias o la muerte por proyección de partículas.

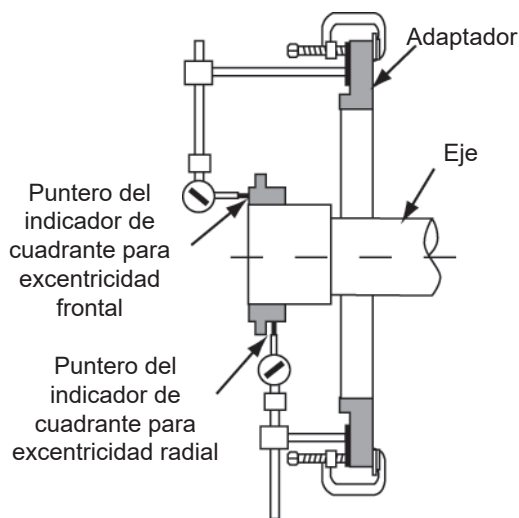
**PRECAUCIÓN:** En los generadores equipados con cojinetes de fricción lubricados, deberá agregar aceite a los cojinetes antes de que giren. No cumplir con esto puede provocar daños a los cojinetes. Consulte el manual de los cojinetes.

adaptador del generador como se muestra en la Figura 4. La máxima excentricidad radial y frontal del adaptador del generador no debe exceder 0.010 pulgadas.



**Figura 4 Verificación del adaptador del generador**

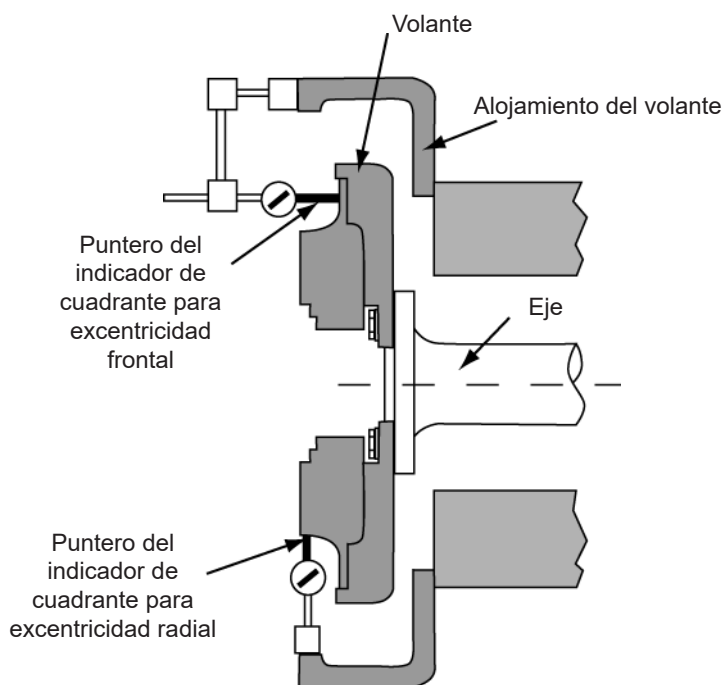
Monte un indicador de cuadrante en el adaptador del generador para comprobar la excentricidad radial y frontal del acoplamiento del generador como se muestra en la Figura 5. La máxima excentricidad radial y frontal del acoplamiento no debe exceder 0.003 pulgadas.



**Figura 5 Verificación del acoplamiento del generador**

Instale la porción del acoplamiento que se ajusta en el volante del motor de acuerdo con los procedimientos recomendados por el fabricante y de conformidad con las especificaciones del fabricante del motor. Monte un indicador de cuadrante en el alojamiento del volante para comprobar la excentricidad radial y frontal del acoplamiento como se muestra en la Figura 6. La máxima excentricidad radial y frontal del acoplamiento no debe exceder 0.004 pulgadas.

Mida y registre el juego lateral del cigüeñal del motor y el juego lateral del generador. Ajuste el juego lateral del motor a la posición de alineación recomendada por el fabricante. Verifique que el juego axial del generador se fije a una posición de una mitad de la distancia medida o a una posición que permita crecimiento térmico completo del eje del generador cuando funcione a temperaturas nominales.

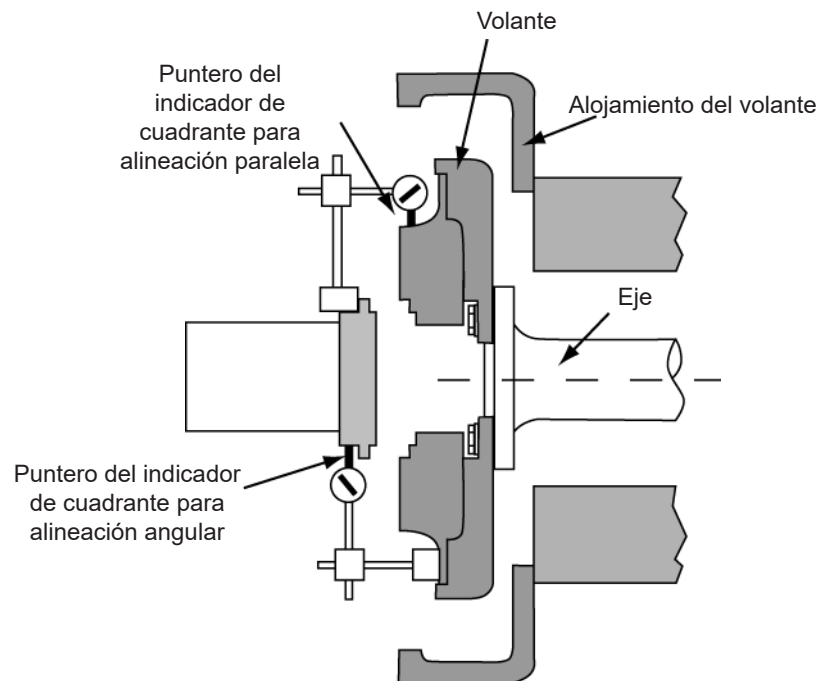


**Figura 6 Verificación del acoplamiento del motor**

Monte el generador sobre el patín y mueva el generador a 0.010 pulgadas del motor. Coloque dos cuñas de 0.010 pulgadas en las posiciones horizontales (9 horas y 3 horas) entre el adaptador del generador y el alojamiento del volante del motor. Levante el extremo trasero del excitador del generador lo necesario para colocar dos cuñas de 0.010 pulgadas en las posiciones verticales (6 horas y 12 horas) entre el adaptador del generador y el alojamiento del volante del motor. Esto le proporcionará un buen punto de inicio para la alineación. En este punto, retire las cuñas verticales. (Si es necesario, marque los orificios que se van a perforar en la base y retire el generador en este momento).

Monte un indicador de cuadrante en el eje del generador o la mitad del acoplamiento a la superficie radial del volante para la alineación paralela como se muestra en la Figura 7. Monte un indicador de cuadrante en el acoplamiento del volante a la cara de la mitad del acoplamiento del generador para la alineación angular como se muestra en la Figura 7. Gire el motor primario en incrementos de 90 grados y mida la excentricidad total del indicador para alinear el motor. Apriete el generador a la base antes de tomar cada conjunto de lecturas. Agregue o quite cuñas de abajo de las patas torneadas para levantar o bajar el generador.

**AVISO:** Las tolerancias entre el piloto del adaptador y el hueco del alojamiento del volante están diseñadas para cumplir con la tolerancia de 0.001 a 0.015 pulgadas (0.0254 a 0.381 mm).



**Figura 7 Verificación de alineación**

Después de la verificación final de ajuste y excentricidad del generador, retire las cuñas horizontales del alojamiento del volante del adaptador y mueva el generador hasta el adaptador. Luego apriete los sujetadores. Vuelva a comprobar la alineación. Asegúrese de que la excentricidad total del indicador angular (cara) no exceda 0.001 de pulgada por pulgada del diámetro del eje del generador y que la excentricidad total del indicador paralela (radial) no exceda de 0.003 pulgadas.

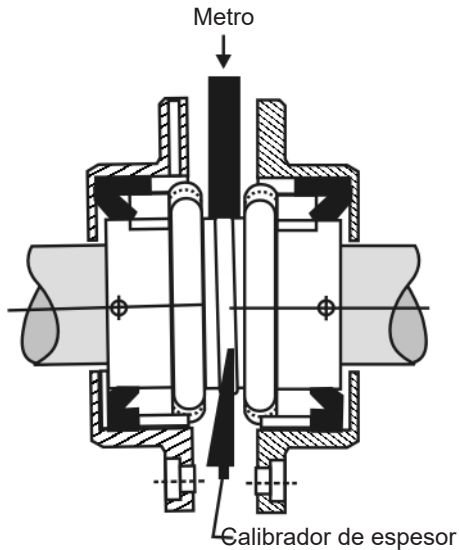
Apriete los sujetador al par de torsión que se muestra en la Tabla 5 y Tabla 6.

## Alineación de dos cojinetes

Siga las tolerancias que especifica el fabricante del acoplamiento cuando estas sean menores a las que se describen en este manual.

Si es necesario, use cuñas entre el soporte de montaje y la base para nivelar adecuadamente el generador al motor primario.

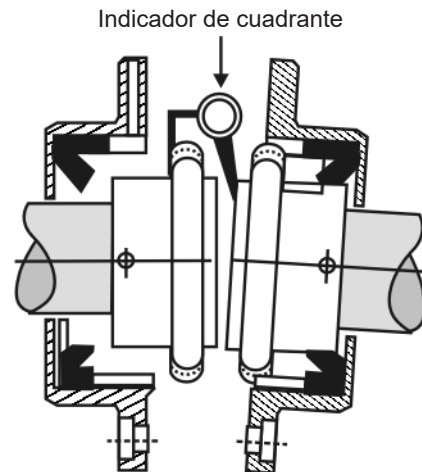
Instale el (los) acoplamiento(s) en el generador y los ejes de transmisión del motor según los procedimientos de instalación del fabricante de acoplamientos. Use un metro y un calibrador de espesor para obtener una alineación aproximada como se muestra en la Figura 8. Compruebe la alineación angular y paralela como sigue:



*Figura 8 Alineación aproximada*

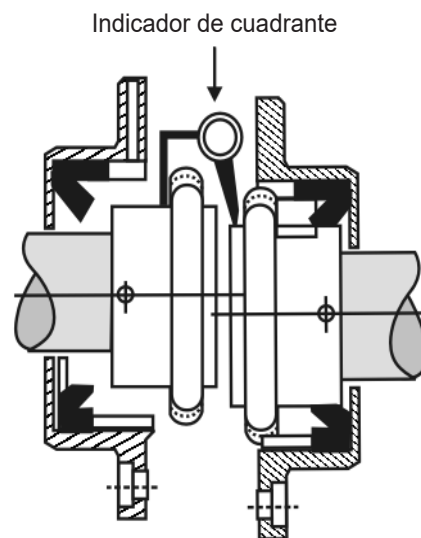
**Alineación angular:** Sujete un indicador de cuadrante a una de las mitades del acoplador y trace la posición del botón de marcación en la cara de la mitad opuesta del acoplador como se muestra en la Figura 9. Gire ambos ejes en forma simultánea, manteniendo el dedo o el botón sobre el indicador como marca de referencia en el cubo de acoplamiento. Tome nota de la lectura del indicador de cuadrante en cada cuarto de revolución.

Una variación de lecturas a diferentes posiciones indicará cómo se necesita ajustar la máquina para obtener una falta de alineación máxima de 0.001 pulgadas por cada pulgada del radio del cubo de acoplamiento, excentricidad total del indicador. Coloque o retire las cuñas ranuradas de abajo de los soportes delantero o trasero del motor o del generador y/o cambie la mitad delantera o trasera de un componente de un lado al otro hasta que queden completamente alineados los componentes. Apriete los pernos de montaje y vuelva a comprobar la alineación.



*Figura 9 Alineación angular*

**Alineación paralela:** Sujete un indicador de cuadrante a una de las mitades del acoplador y trace la posición del botón de marcación en la parte superior de la mitad opuesta del acoplador como se muestra en la Figura 10. Gire ambos ejes en forma simultánea, manteniendo el dedo o el botón sobre el indicador como marca de referencia en el cubo de acoplamiento. Tome nota de la lectura del indicador de cuadrante en cada cuarto de revolución. Una variación de lecturas a diferentes posiciones indicará cómo necesita ajustar la máquina para obtener una falta de alineación máxima de 0.002 pulgadas. Coloque o retire las cuñas ranuradas de abajo de todos los soportes de montaje del motor o del generador y/o cambie un componente de un lado al otro hasta que queden completamente alineados los componentes. Apriete los pernos de montaje y vuelva a comprobar la alineación.



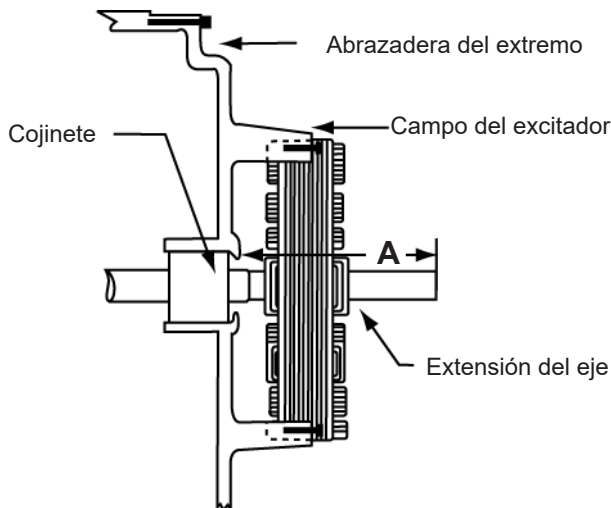
*Figura 10 Alineación paralela*



## Alineación de un cojinete

Antes de montar el generador al motor primario, retire la cubierta del excitador y la cubierta del adaptador. Retire el bloqueo que sostiene los discos de transmisión al adaptador. También asegúrese de que la tolerancia del extremo del cojinete del generador no sea menor al movimiento axial total del cigüeñal del motor más 1/16 de pulgada. El generador se entrega de fábrica con una tolerancia mínima del extremo del cojinete de 1/8 de pulgada. (Esta dimensión se registra en la hoja de Dimensiones Registradas de Fábrica que se empaca con el generador.)

Mida la distancia desde el extremo de la extensión del eje del excitador hasta el alojamiento del cojinete en la abrazadera del extremo (dimensión A en la Figura 11). Esta dimensión se registra en la hoja de Dimensiones Registradas de Fábrica que se empaca con el generador. Si las dimensiones no coinciden, mueva el rotor en forma axial relativo al inductor hasta que las dimensiones sean iguales.



**Figura 11 Verificación del acoplamiento del generador**

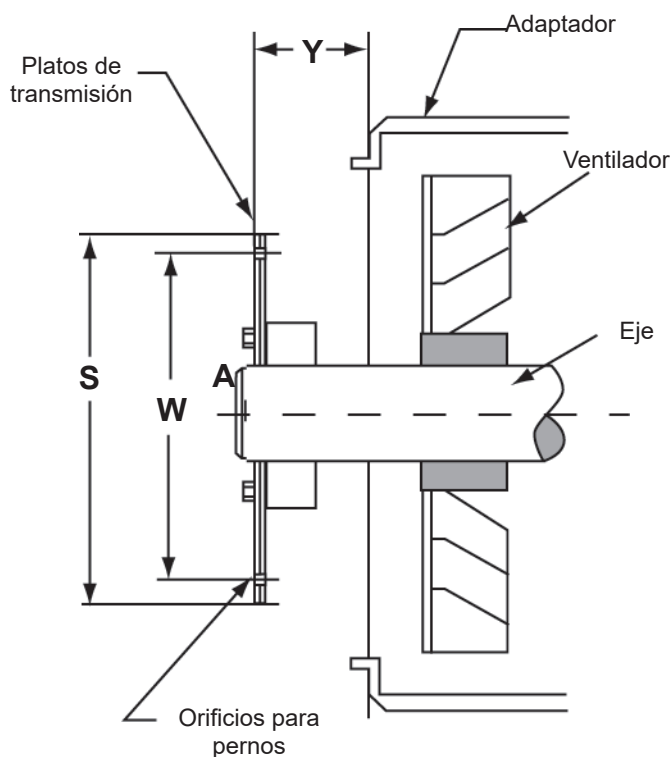
Monte un indicador de cuadrante y mida el volante hasta el alojamiento del volante para comprobar la excentricidad radial y frontal de los pilotos del alojamiento del volante del motor como se indica en la Figura 2. Consulte la Tabla 1 para ver la excentricidad máxima permisible.

Monte un indicador de cuadrante y mida el alojamiento del volante hasta el volante para comprobar la excentricidad radial y frontal del volante del motor como se indica en la Figura 3. Consulte la Tabla 1 para ver la excentricidad máxima permisible.

Mida el diámetro del plato de transmisión del generador (dimensión S de la Figura 12) y el diámetro del orificio del volante (dimensión B de la Figura 13). El diámetro del plato de transmisión no debe ser superior al diámetro del orificio del volante. También compruebe que coincidan los centros del orificio (dimensión W de la Figura 12 y dimensión C de la Figura 13).

Mida la distancia axial desde la superficie en el adaptador del generador a la superficie exterior en las placas de acoplamiento del disco de transmisión (dimensión Y en la Figura 12). Esta dimensión se registra en la hoja de Dimensiones Registradas de Fábrica que se empaca con el generador. Si las dimensiones no coinciden, mueva el rotor en forma axial relativo al inductor hasta que las dimensiones sean iguales.

Mida la distancia axial desde la superficie tornada en el alojamiento del volante del motor a la parte inferior del hueco del disco de transmisión del volante (dimensión G en la Figura 13). Asegúrese de que la diferencia entre las dimensiones Y (de la Figura 12) y G sea menor a 1/32 de pulgada. Si G es más que Y, instale espaciadores adicionales entre los discos de transmisión y el cubo del generador. Si Y es más que G, quite espaciadores entre los discos de transmisión y el cubo del generador.

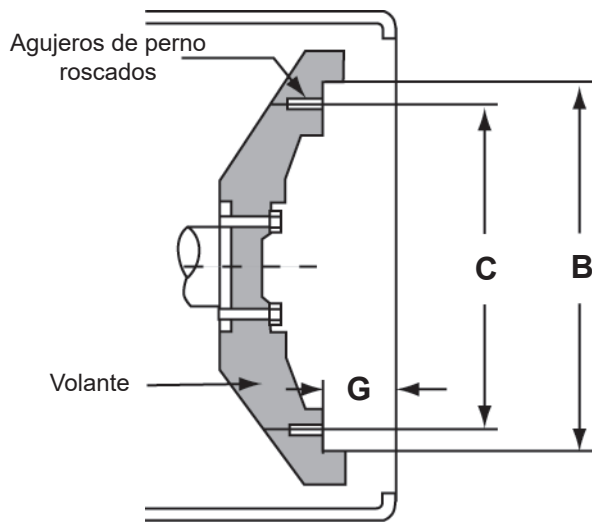


**Figura 12** Plato de transmisión y adaptador de un solo cojinete

Instale el generador en el motor. Asegúrese de que los discos de transmisión queden asentados en el hueco del alojamiento del volante. Asegure el generador al motor (discos de transmisión al volante, adaptador al alojamiento del volante) y la base. Use arandelas de seguridad en todos los pernos. Apriete el adaptador y los discos de transmisión en un patrón entramado a los valores en la Tabla 5 y Tabla 6.

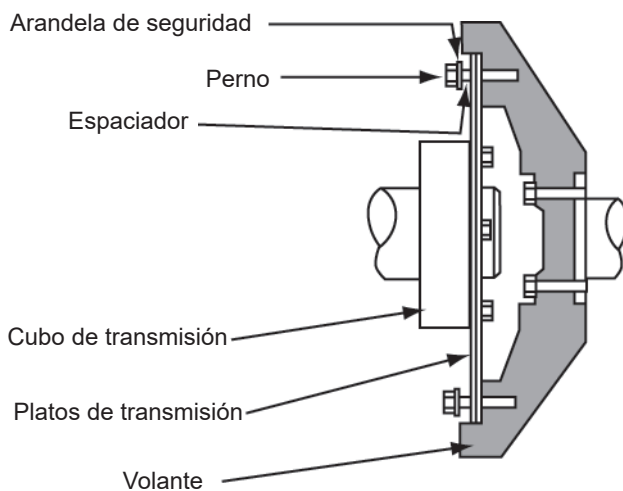


**PRECAUCIÓN:** Nunca afile el diámetro exterior de los discos de transmisión ni intente sacar perforando los orificios. Si los discos de transmisión no ajustan correctamente, use discos diferentes o un volante diferente. El número y el espesor de los discos de transmisión se especifican para los requerimientos de torsión. No retire los discos de transmisión para compensar el espaciado. Las modificaciones a los discos de transmisión pueden producir falla en los discos de transmisión y que salgan particular proyectadas del generador.



**Figura 13** Volante y adaptador SAE

Asegúrese de que los pernos en el volante no toquen fondo. Si son demasiado largos o no se pueden apretar con una llave de cubo o de punta corona, use espaciadores de 1/4 a 3/8 de pulgada de largo insertados en los pernos como se muestra en la Figura 14 para aumentar la tolerancia entre la cabeza del perno y el volante.



**Figura 14** Instalación de disco a volante

**AVISOS:** Al montar los indicadores debe permitirse que el motor primario gire completamente.

Use indicadores de cuadrante que sean lo suficientemente rígidos para que no tengan problemas de pandeo. El usar la distancia de desfase más corta de la abrazadera del indicador reducirá los efectos de pandeo o hundimiento del indicador.

Durante la alineación, es posible que también necesite compensar la expansión del motor debido al calentamiento. La expansión del generador generalmente no se considera un problema.

Si mueve el grupo electrógeno a un lugar diferente, compruebe la alineación antes del arranque.



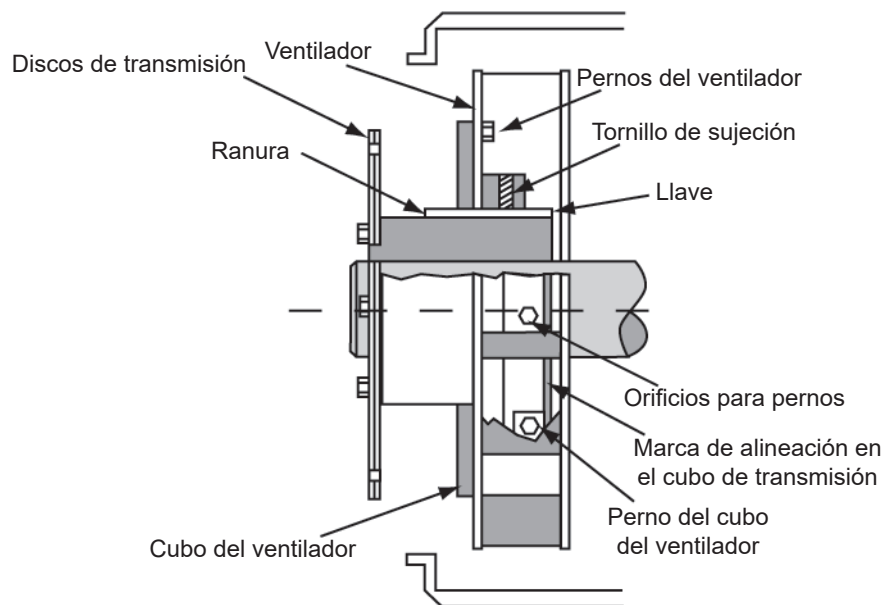
**ADVERTENCIA:** No levante las aspas del motor del generador haciendo palanca. Las aspas se pueden debilitar, lo que puede provocar lesiones serias o la muerte por proyección de partículas.

En ocasiones, la tolerancia es insuficiente para instalar los pernos que sujetan los discos de transmisión al volante del motor y se tendrá que mover temporalmente el ventilador para ajustar esto. Esta situación sucederá generalmente con varios tipos de generadores:

- Con las unidades de tres bastidores que tienen un ventilador de aluminio, afloje los pernos del cubo del ventilador para moverlo. Después de instalar los pernos del disco de transmisión al volante, regrese el ventilador para que la orilla del lado del rotor quede a nivel con la abertura de aire y que la distancia mínima entre el devanado y el ventilador sea de 3/8 de pulgada. Apriete los pernos del cubo del ventilador a 75 pies-lb.
- Con los ventiladores de chapa con cubos soldados que a la vez se montan en el cubo de transmisión, marque el cubo de transmisión lo más cercano posible al cubo del ventilador. Afloje los dos tornillos de sujeción, el perno de sujeción del ventilador y los pernos del ventilador. Coloque una cuña para abrir el ventilador y quitarlo del paso (ver la Figura 15). Después de sujetar los pernos de los discos de transmisión al volante, alinee el cubo del ventilador a la marca para regresar el ventilador a su posición original. Asegúrese de que la espiga esté colocada a fondo debajo del cubo del ventilador y en posición de modo que el tornillo de sujeción la presione. Apriete el perno de sujeción del cubo del ventilador y los tornillos de sujeción. Instale los pernos del ventilador y apriételes según la Tabla 5 y Tabla 6.

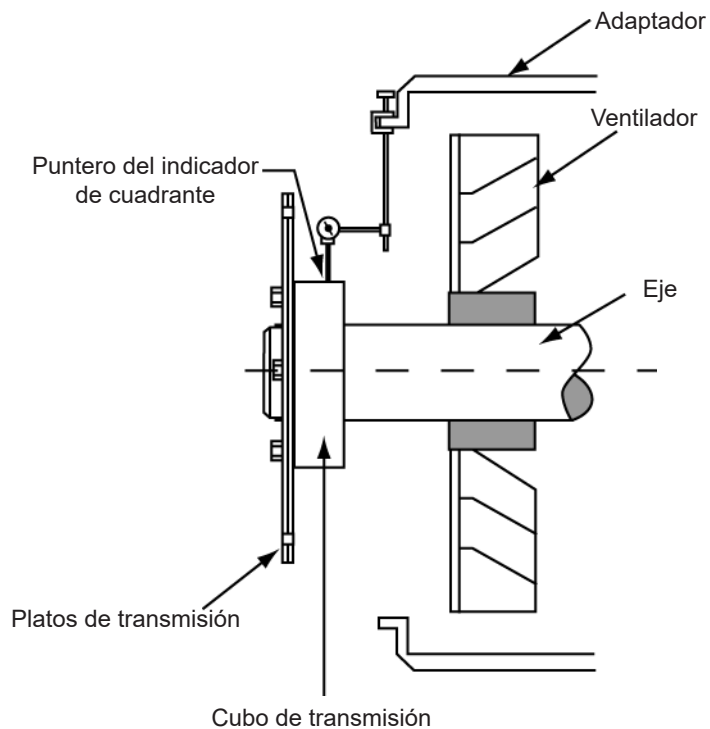


**AVISO:** El generador con ventiladores de chapa metálica y cubos de ventilador se envía de fábrica con el ventilador de 1/2 a 3/4 de pulgada del deflector del ventilador y sin el adaptador interior para flujo óptimo del aire a través de la rejilla de escape.



**Figura 15 Ventiladores de chapa metálica**

Después de instalar los pernos del disco de transmisión al volante, coloque la base de un indicador de cuadrante en el bastidor del generador y posicione el sensor en el eje como se muestra en la Figura 16 para comprobar la excentricidad del eje del generador. Si la excentricidad total indicada excede 0.003 pulgadas, retire los pernos de los discos de transmisión y gire el generador en relación al volante del motor. Vuelva a instalar los pernos y compruebe nuevamente la excentricidad.



**Figura 16 Verificación de excentricidad**

Vuelva a comprobar la distancia del extremo del eje al alojamiento de los cojinetes (dimensión A en la Figura 11).

Monte la unidad de armadura del excitador sin escobillas al eje del generador (como se describe en los siguientes procedimientos de armado).

## Desvío de la pata

Después de alinear, compruebe el desvío de la pata o la condición de “pata coja” en todas las ubicaciones de cuñas para eliminar la deformación del bastidor del generador. Para ello, afloje un perno de montaje a la vez y compruebe el desvío después de volver a apretar. El desvío de la ubicación de la cuña desde las cuñas bajo compresión a una condición suelta no debe exceder 0.003 pulgadas.

## Sujeción con clavijas

En caso de que se aflojen los pernos de montaje durante el funcionamiento, sujetarlos con clavijas evitará el movimiento del generador. Coloque las clavijas como sigue:

- Compruebe la alineación después de tener el generador en funcionamiento durante cuando menos 48 horas. Si la alineación no es satisfactoria, vuelva a alinear.
- Haga perforaciones a través de las almohadillas de la pata y dentro de la base en dos soportes de montaje opuestos uno del otro. Perfore los agujeros ligeramente más pequeños que la clavija de posición.
- Avellane las perforaciones hasta el diámetro adecuado para la clavija. Limpie las virutas e instale las clavijas.

**AVISO:** Las máquinas de corriente alterna están destinadas al funcionamiento continuo con potencial neutro o cercano a tierra. El funcionamiento con una línea al potencial de tierra debe realizarse solo durante períodos poco frecuentes de corta duración, por ejemplo, según se requiera para la eliminación normal de fallas.

## Conexiones eléctricas

Si sometió el generador a un cambio rápido de temperatura, congelamiento o condiciones de humedad durante su transporte o almacenamiento, mida la resistencia del aislamiento de cada devanado y seque el generador, si es necesario, como se describe en la siguiente sección de mantenimiento.

Efectúe todas las conexiones eléctricas (carga principal, dispositivo para monitoreo de temperatura, calefactor, AVR) de acuerdo con los reglamentos locales y los requerimientos nacionales/internacionales de código eléctrico. Verifique los esquemas eléctricos que se proporcionan con el generador o el manual. Los terminales principales necesitan espaciarse adecuadamente para ajustarse a las conexiones de carga. Consulte la Tabla 5 y Tabla 6 para conocer los valores adecuados de par de torsión de las conexiones.

En los generadores más grandes se proporcionan puntos de conexión a tierra para conectar correctamente el sistema al bastidor del generador. El cable para conexión a tierra debe ser del tamaño que indiquen los requerimientos del código nacional/internacional.

## Calefactores

Cuando el generador tenga calefactores opcionales para evitar la condensación del agua durante períodos prolongados sin actividad, conecte los calefactores para que arranquen cuando se apague el generador y se detengan cuando se encienda el generador. Algunos generadores con calefactores tienen termostatos. El termostato se debe ajustar por encima del punto de rocío. Consulte los esquemas eléctricos para ver las características de los calefactores.



**PRECAUCIÓN:** Los calefactores están diseñados para recibir energía cuando el generador está apagado. Son lo suficientemente calientes para producir quemaduras en la piel. Los terminales de alimentación de los calefactores están activos durante el funcionamiento. Desconecte la alimentación a los calefactores antes de retirar las cubiertas del generador.

# Inspección antes del arranque

Después de efectuar las conexiones eléctricas, realice las siguientes verificaciones:

- Compruebe todas las conexiones de acuerdo con los esquemas eléctricos que se proporcionan.
- Sujete todas las cubiertas y protecciones.
- Gire lentamente el rotor con el mecanismo de arranque adecuado (bloquee el motor o el volante) por una revolución para ver si el rotor gira libremente.
- Revise los cojinetes para ver que estén bien lubricados
- Determine la dirección de rotación del motor y asegúrese de que coincida con la rotación del generador.
- Asegúrese de que los requerimientos de potencia cumplan con los datos en la placa de identificación del generador.
- Asegúrese de que el conjunto de motor-generador esté protegido con un gobernador de motor adecuado y contra el exceso de velocidad.
- Asegúrese de que la salida del generador esté protegida con un dispositivo para protección de sobrecarga, como interruptores de circuito o fusibles, del tamaño adecuado con el código eléctrico nacional/internacional y las normas locales de códigos eléctricos. Los fusibles deben tener el tamaño según la corriente nominal más baja posible por encima de la corriente nominal de carga total (normalmente se recomienda 115% de la corriente nominal).
- Retire las herramientas y otros artículos que estén cerca del generador.



**ADVERTENCIA:** No levante las aspas del motor del generador haciendo palanca. Las aspas se pueden debilitar, lo que puede provocar lesiones serias o la muerte por proyección de partículas.

**AVISO:** Para instrucciones específicas de lubricación, consulte siempre la hoja de lubricación de cojinetes que se entrega con su manual o la placa de lubricación en el generador. El uso de lubricantes no autorizados puede provocar fallas en los cojinetes.

# Funcionamiento

## Arranque inicial

**PRECAUCIÓN:** No accione el interruptor automático-manual con la carga total aplicada al generador. Se producirá sobretensión en el generador, lo que provocará daños al control del generador y al equipo de protección. Siempre que sea posible, detenga el generador antes de encenderlo para asegurar que no se aplique carga completa.

### Generadores con control de voltaje automático y manual

1. Abra el interruptor de circuito principal para desconectar la salida del generador de la carga.
2. Gire completamente a la izquierda el reóstato de ajuste manual del voltaje.
3. Coloque el interruptor automático-manual en la posición manual.
4. Arranque el motor primario y lleve a la velocidad nominal. Gire el reóstato de ajuste manual de voltaje hasta alcanzar el voltaje nominal. Cierre el interruptor de circuito de salida y aplique la carga en fases hasta alcanzar la carga nominal. Ajuste el reóstato de ajuste manual como sea necesario para obtener el voltaje de salida deseado.
5. Gradualmente disminuya la carga y ajuste el reóstato como corresponda hasta que no se alcance ninguna carga. Abra el interruptor de circuito y detenga el motor primario.
6. Accione el reóstato del voltaje automático. Luego arranque el grupo electrógeno y lleve a la velocidad nominal. Ajuste el voltaje al valor deseado.
7. Cierre el interruptor de circuito de salida. Luego compruebe el voltaje del generador y la regulación de voltaje. Aplique carga en fases hasta alcanzar la carga nominal.
8. Compruebe los niveles de vibración sin carga y con carga nominal. Es normal un aumento ligero. Mientras mantiene la carga durante 2 a 3 horas, los niveles de vibración aumentarán gradualmente y llegarán al nivel final.

### Generadores con control automático de voltaje solamente

El generador tiene un regulador de voltaje automático (AVR) sin interruptor automático-manual.

1. Abra el interruptor de circuito principal para desconectar la salida del generador de la carga.
2. Gire completamente a la izquierda el reóstato de ajuste del voltaje. Arranque el motor primario y lleve a la velocidad nominal. Gire el reóstato de ajuste de voltaje para obtener el voltaje de salida deseado.
3. Cierre el interruptor de circuito de salida y aplique la carga en fases graduales hasta alcanzar la carga nominal. Tome nota de la regulación de voltaje con los cambios en las fases de carga.
4. Compruebe los niveles de vibración sin carga y con carga nominal. Es normal un aumento ligero. Mientras mantiene la carga durante 2 a 3 horas, los niveles de vibración aumentarán gradualmente y llegarán al nivel final.



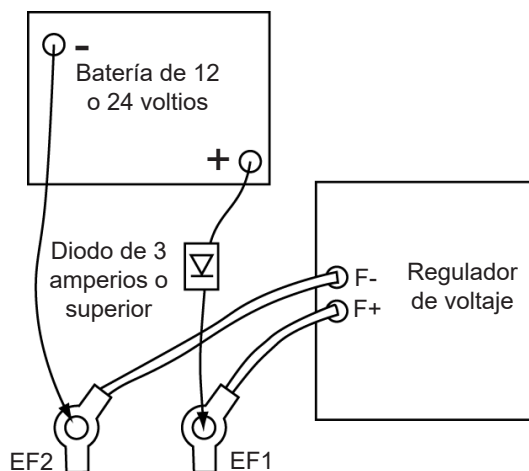
## Recuperación del magnetismo residual/excitación del campo

La corriente directa necesaria para magnetizar el campo giratorio se obtiene del excitador. Al arrancar el generador, la corriente y el voltaje se inducen en el excitador por las líneas magnéticas de fuerza configurada por el magnetismo residual de los polos de campo del excitador. El magnetismo residual de los polos del campo del excitador se puede perder o debilitar por una inversión momentánea de la conexión del campo, un potente campo magnético neutralizador de cualquier fuente o falta de funcionamiento durante un período prolongado. Si el generador no genera voltaje después de llegar a una velocidad nominal, es posible que sea necesario recuperar el magnetismo residual.

**AVISO:** Si se invierte la polaridad del excitador al parpadear el campo, se puede corregir intercambiando los cables de la batería.

Para recuperar la pequeña cantidad de magnetismo residual necesario para empezar la acumulación de voltaje, conecte una batería de 12 o 24 voltios al circuito de bobinas del campo del excitador y excite como sigue:

1. Abra el interruptor de circuito de salida y detenga el motor.
2. Desconecte los cables de la bobina del campo del excitador EF1 y los terminales EF1 y EF2 en el terminal EF2, y conecte el cable positivo de la batería al cable de la bobina inductora EF1.
3. Toque el cable de la batería al terminal de circuito de la bobina de campo EF2 para dirigir el campo.
4. Desconecte los cables de la batería.
5. Vuelva a conectar el cable de la bobina inductora EF1 al terminal EF1 y vuelva a conectar el cable de la bobina inductora EF2 al terminal EF2.
6. Arranque el generador y compruebe la acumulación de voltaje. Vuelva a excitar si no se acumula el voltaje de salida del generador o se excita con el generador en funcionamiento, los cables de la bobina inductora conectados al regulador y un diodo de 3 amperios o más que sale del terminal positivo de la batería según la Figura 17.



**Figura 17 Configuración de la excitación del campo**

## Funcionamiento continuo

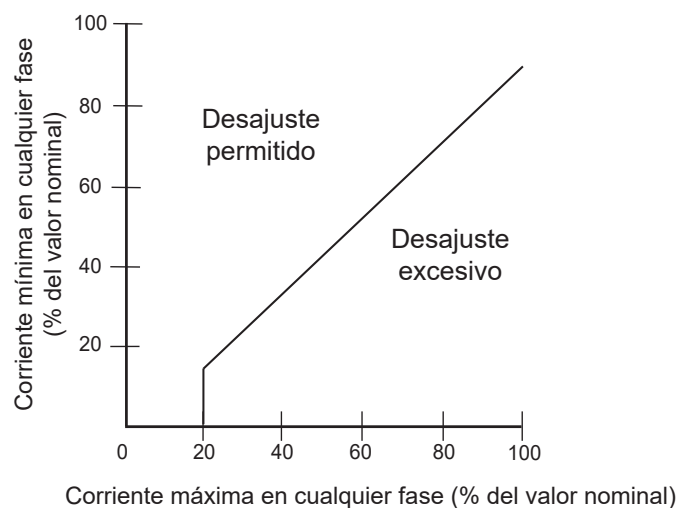
**PRECAUCIÓN:** El hacer funcionar la unidad a valores superiores a los indicados en la placa de identificación puede provocar daños o fallas del equipo.

Haga funcionar el generador dentro de los valores de la placa de identificación. Si hace funcionar el generador debajo del factor de potencia y voltaje nominales, disminuya los kVA para evitar sobrecalentar los devanados del campo y del inductor. Consulte a la fábrica para conocer los factores de disminución de capacidad si la aplicación requiere que la unidad funcione más allá de los valores de la placa de identificación.

Puede producirse sobrecalentamiento del rotor cuando el generador lleva cargas demasiado desbalanceadas. Las corrientes de secuencia negativa que fluyen en la cara del polo de campo provocan el calentamiento del rotor. Para conocer una guía general del desajuste de fases permitido, consulte la Figura 18, Guía para el desajuste de fases permitido (que se basa en un 10% equivalente de corriente de secuencia negativa).

La guía se usa de la siguiente forma: encuentre el punto donde la línea vertical (determinada por la corriente máxima en cualquiera de las fases y expresada en porcentaje de la corriente nominal) cruza la línea horizontal (determinada por la corriente mínima en cualquier de las fases y expresada en porcentaje de la corriente nominal). Compruebe que el punto donde intersectan estas dos líneas esté dentro de la región de desajuste permitida para el funcionamiento seguro del generador.

La pérdida de excitación de campo puede producir que la unidad funcione fuera de sincronía con el sistema cuando funcione el paralelo. Esto tiene el efecto de producir corrientes altas en el rotor, lo que provocará daños muy rápidamente. Se deberán considerar los relés de protección para abrir el interruptor de circuito.



**Figura 18** Guía al desajuste de fase permitido

## Ralentí

A menos que el regulador de voltaje tenga protección V/Hz integrada, el colocar el generador en modo de funcionamiento mientras el motor está en ralentí puede provocar daños permanentes al equipo. Si los ajustes del motor requieren que funcione a velocidad de ralentí y el regulador no tiene protección V/Hz, haga que el sistema de regulación del generador no funcione cuando se encuentre en ralentí por medio de uno de los siguientes métodos:

- Cuando el generador cuenta con un interruptor de apagado de voltaje, asegúrese de que el interruptor esté en posición de ralentí mientras el motor funciona a velocidad de ralentí.
- Cuando el conjunto del generador se suministra con interruptores de circuito de campo, fije el interruptor de circuito a la posición de apagado mientras el generador funcione a velocidad de ralentí.
- Cuando el conjunto del generador se suministre con un interruptor de control automático/manual que tenga una posición de apagado, apáguelo mientras el motor funcione a velocidad de ralentí.
- Cuando el conjunto del generador no tenga ninguna de las opciones anteriores, retire los cables de los terminales de potencia de entrada del regulador de voltaje cuando el motor esté funcionando a menos de la velocidad nominal.

## Funcionamiento paralelo

Para que el generador funcione en modo paralelo con un sistema en funcionamiento, la secuencia de fases del generador debe ser igual que la del sistema. Use transformadores para reducir el voltaje a un nivel aceptable y luego use un medidor de rotación de fases o un método de lámpara incandescente, descritos en los manuales de maquinaria eléctrica, para una verificación de la secuencia de fases.

El voltaje de salida en el punto paralelo debe ser el mismo en cada momento, lo que requiere que los dos voltajes sean de la misma frecuencia, misma magnitud, misma rotación y que coincidan uno con el otro.

Los voltímetros indican si la magnitud del voltaje es la misma y los medidores de frecuencia indican si las frecuencias son las mismas. Si los voltajes están en fases y exactamente a la misma frecuencia se indica mediante un sincronoscopio o lámparas de sincronía.

Se puede usar un sincronoscopio para indicar la diferencia en el ángulo de las fases entre la máquina de entrada y el sistema. Se pueden usar lámparas incandescentes conectadas como se muestra en la Figura 19 para conectar en paralelo el generador. El voltaje nominal de las lámparas en serie debe ser igual al voltaje nominal del devanado de bajo voltaje del transformador.

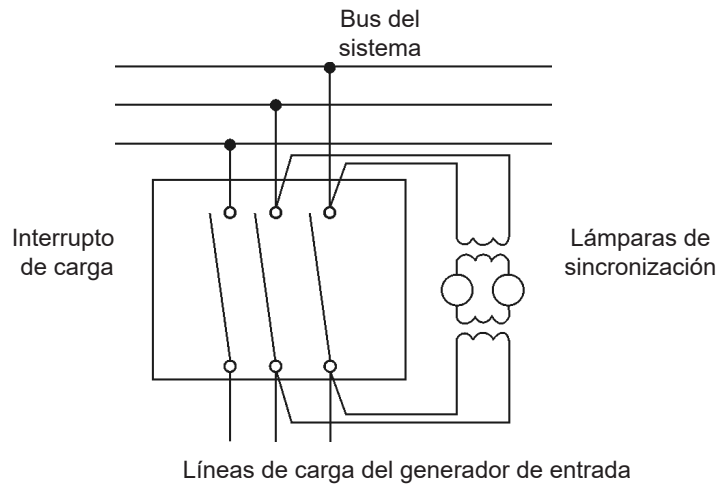
**AVISO:** Si la polaridad del excitador se invierte al parpadear el campo, puede corregirse intercambiando los cables de la batería.



**ADVERTENCIA:** Peligro de choque - No efectúe conexiones ni haga contacto de otra forma con los cables del generador u otros dispositivos conectados al mismo a menos que se detenga el grupo electrógeno y que los cables de fase de conecten a tierra. Un generador giratorio siempre produce algo de voltaje y el contacto con los cables u otros dispositivos conectados puede producir lesiones graves o la muerte.



**PRECAUCIÓN:** Consulte el manual del regulador de voltaje para ver los detalles completos y posibles instrucciones adicionales. Se pueden causar daños a los diodos giratorios, al generador y al regulador de voltaje si el regulador se opera incorrectamente.



**Figura 19 Sincronización de generadores paralelos**

Cada motor primario en el sistema debe tener las mismas características de regulación de velocidad, y los gobernadores se deben ajustar para dar la misma regulación de velocidad que se determina al aplicar carga que es proporcional a la carga total nominal del generador.

El regulador de voltaje debe incluir circuitos en paralelo. Además, el voltaje, los ajustes de caída y las características de regulación V/Hz deben ser iguales para todos los reguladores de voltaje. Esto permitirá que los generadores compartan adecuadamente las cargas reactivas.

Si se usa una compensación de corriente cruzada, los transformadores de corriente paralela deben dar la misma corriente secundaria.

Los devanados secundarios del transformador de corriente proporcionan señal de caída kVA reactiva al regulador de voltaje. La inversión accidental de este cableado eléctrico provocará que el voltaje intente elevarse con la carga en vez de caer. Si esto sucede durante el modo paralelo, detenga la unidad e invierta los cables en los terminales del regulador de voltaje.

Si el conjunto se suministra con un interruptor de unidad/paralelo, fije el interruptor a la posición paralelo en la unidad que se sincroniza.

Ajuste la velocidad (frecuencia) ligeramente más alta que el sistema para sincronizar el generador. Observe el sincronoscopio o las lámparas. Las lámparas deben fluctuar de brillantes a oscuras a la velocidad de un ciclo cada 2 a 3 segundos. Cuando el generador está en fase (las luces estarán oscuras), cierre el interruptor de circuito. Inmediatamente después de cerrar el interruptor, mida la corriente kVAR de la línea del generador. Las lecturas deben estar dentro de los valores nominales de la unidad. Una lectura alta del amperímetro acompañada por una lectura de kW grande indica falla en el control del gobernador. Una lectura alta del amperímetro acompañada por un desajuste de kVAR grande indica problemas con el regulador de

voltaje. Al ajustar la corriente cruzada o el reóstato de caída de voltaje se debe mejorar la repartición de kVAR.

Para apagar el generador que funciona en paralelo, gradualmente disminuya la carga de kW al usar el gobernador para reducir la velocidad. Cuando la carga de kW y la corriente de la línea se acerquen a 0, abra el interruptor de circuito del generador. Haga funcionar el generador sin carga durante varios minutos para disipar el calor en las bobinas. Consulte el manual del motor primario para ver los procedimientos de apagado y enfriamiento.

# Mantenimiento

## Programas

Un programa regular de mantenimiento preventivo garantizará el rendimiento superior, reducirá los tiempos muertos y aumentará la vida del generador. El programa que se indica a continuación es una guía para el funcionamiento bajo condiciones estándar. Las condiciones específicas de funcionamiento pueden requerir reducir o aumentar los intervalos de mantenimiento. También, si existe un programa para su generador diferente o más específico al que se muestra a continuación, este se incluirá como suplemento del paquete de manuales.

**ADVERTENCIA:** *Peligro de choque - No dé servicio al generador ni a otra maquinaria eléctrica sin quitar la energía y etiquetar los circuitos como fuera de servicio. Existen voltajes peligrosos presentes, lo que puede provocar graves daños o choque fatal.*

## Diariamente

Compruebe visualmente que los alojamientos de cojinetes del generador no muestren filtraciones de aceite.

Compruebe las temperaturas de funcionamiento de los devanados del inductor del generador.

Verifique que el voltímetro del panel de control tenga la estabilidad y la salida de voltaje adecuados.

Monitoree el factor de potencia y la carga del generador durante su funcionamiento.

Con generadores que tienen cojinetes de fricción lubricados, compruebe los niveles de temperaturas de funcionamiento y del indicador visual (si aplica).

## Semanalmente

Inspeccione visualmente que el exterior de los cojinetes no tenga suciedad y limpie si es necesario.

Inspeccione que los filtros de aire del generador no contengan acumulación de contaminantes y limpie o reemplace cuando sea necesario.

**AVISO:** *Para instrucciones específicas de lubricación, consulte siempre la hoja de lubricación de cojinetes que se entrega con su manual o la placa de lubricación en el generador.*

## Cada 2000 horas o 6 meses de funcionamiento

Extraiga la cubierta de la caja de salida del generador. Inspeccione visualmente que los cables de salida y el aislamiento del inductor no tengan grietas ni daños. Compruebe que todas las conexiones eléctricas expuestas estén bien apretadas. Compruebe que los transformadores, fusibles, capacitores y pararrayos no tengan sujeciones sueltas ni daños físicos. Compruebe que todos los cables conductores y conexiones eléctricas tengan la tolerancia y espaciado adecuados.

Limpie el interior de la caja de salida, los filtros de aire, los alojamientos de cojinetes y los deflectores de aire con aire comprimido y disolvente eléctrico si es necesario.

Con los generadores que tengan cojinetes de bola o de rodillo, compruebe las vibraciones de la máquina y la condición de los cojinetes con un analizador de espectro o medición de impulsos de choque.

Vuelva a engrasar los cojinetes de tipo de reengrasado. Con generadores que tengan cojinetes de fricción lubricados, inspeccione que el aceite de los cojinetes tenga los niveles y claridad adecuados.

### **Cada 8000 horas o 1 año de funcionamiento**

Compruebe la resistencia del aislamiento a la conexión a tierra en todos los devanados del generador, incluida la unidad principal de rotación, la unidad principal del inductor, las unidades del campo del excitador y armadura y la unidad opcional de PMG.

Compruebe que los calefactores funcionen correctamente.

Compruebe que la conexión del rectificador de rotación esté bien apretada.

Con generadores que tengan cojinetes de fricción lubricados, cambie el aceite de los cojinetes.

### **Cada 20,000 horas o 3 años de funcionamiento**

Con generadores que tienen cojinetes de fricción lubricados, realice una inspección de los cojinetes de fricción que incluya extraer el alojamiento del cojinete superior y el forro del cojinete para inspeccionar que el forro, el muñón del eje y las superficies del sello no presenten desgaste ni estrías.

Retire las abrazaderas del extremo e inspeccione visualmente que el devanado del extremo del generador no tenga contaminación de aceite ni de suciedad. La contaminación excesiva puede hacer necesario limpiar la superficie con aire comprimido y disolvente eléctrico.

Inspeccione que el ventilador y el cubo del ventilador no tengan daños.

### **Cada 30,000 horas o 5 años de funcionamiento**

(Para obtener ayuda, comuníquese con Kato Engineering)

Desarme el generador (esto incluye retirar el rotor).

Limpie el devanado del generador usando alguna de las dos opciones siguientes (dependiendo de la gravedad de la contaminación) 1) aire comprimido y disolvente eléctrico o 2) desengrasante y lavado con agua caliente a alta presión. Seque el devanado a los niveles aceptados de resistencia (consulte el procedimiento para secado).

Inspeccione que los muñones de los cojinetes del eje del rotor no estén desgastados ni estriados.

Con los generadores que tienen cojinetes de bola o de rodillo, reemplace los cojinetes.

Con generadores que tengan cojinetes de fricción, cambie las camisas de los cojinetes y los retenes de aceite.

**ADVERTENCIA:** *Peligro de choque - No dé servicio al generador ni a otra maquinaria eléctrica sin quitar la energía y etiquetar los circuitos como fuera de servicio. Existen voltajes peligrosos presentes, lo que puede provocar graves daños o choque fatal.*

**AVISO:** *Para instrucciones específicas de lubricación, consulte siempre la hoja de lubricación de cojinetes que se entrega con su manual o la placa de lubricación en el generador.*

# Procedimientos de mantenimiento

## Métodos de inspección visual de los devanados

Las máquinas eléctricas y sus sistemas de aislamiento están sometidas a esfuerzos mecánicos, eléctricos, térmicos y ambientales que dan origen a muchas influencias de deterioro. Las más importantes de ellas son las siguientes:

**Envejecimiento térmico:** Esta es la influencia normal de deterioro de la temperatura de servicio en el aislamiento.

**Exceso de temperatura:** Esta es la temperatura de operación inusualmente alta provocada por condiciones como sobrecarga, temperatura ambiente alta, ventilación limitada, partículas extrañas depositadas en los devanados y fallas en los devanados.

**Sobretensión:** Este es un voltaje anormal superior al voltaje normal de servicio, como el provocado por oleadas por alternación o descargas eléctricas atmosféricas o cargas no lineales. El funcionamiento por arriba del voltaje nominal de la placa de identificación reducirá la duración del aislamiento.

**Contaminación:** Esta deteriora el aislamiento eléctrico mediante lo siguiente 1) conducir corriente sobre superficies aisladas 2) ataques al material para reducir la calidad o resistencia física del aislamiento eléctrico o 3) aislar térmicamente el material de modo que el generador funcione a temperaturas superiores a las normales. Dichos contaminantes incluyen agua o humedad extrema, aceite o grasa, como por ejemplo lubricantes inestables anti desgaste y presión extrema, polvos y partículas conductores y no conductores, productos químicos como ácidos, disolventes y soluciones para la limpieza.

**Daño físico:** Este contribuye a la falla del aislamiento eléctrico al abrir rutas de filtración a través del aislamiento. Los daños físicos pueden ser ocasionados por choque físico, vibración, exceso de velocidad, fuerzas de cortocircuito o arranque directo, eventos paralelos fuera de fase, erosión por materia extraña, daños ocasionados por objetos extraños y ciclos térmicos.

**Efectos de la ionización:** La ionización (corona), que puede ocurrir a voltajes de operación más altos, está acompañada de varios efectos no deseados como una acción química, calentamiento y erosión.

Para alcanzar la máxima efectividad, se debe efectuar un programa de inspección visual directa inicialmente a aquellas áreas propensas a daños o degradación provocada por las influencias que se indican anteriormente. Las áreas con mayor probabilidad de deterioro o daño son 1) aislamiento con conexión a tierra, que es el aislamiento que pretende aislar los componentes portadores de corriente de los componentes no portadores de corriente y 2) aislamiento de apoyo, que incluye bloqueos y cuñas de ranuras que generalmente se hacen de laminados de materiales fibrosos comprimidos, poliéster o almohadillas de fieltro similares impregnadas con varios tipos de agentes adhesivos. Revise lo siguiente:



### **Deterioro o degradación del aislamiento por envejecimiento**

**térmico:** El examen de las bobinas revela hinchazón general, abultamiento dentro de los conductos de ventilación o una falta de firmeza del aislamiento, que sugieren una pérdida de adhesivo con la consiguiente separación de las capas de aislamiento entre sí o de los conductores o vueltas de la bobina.

**Abrasión:** La abrasión o contaminación de otras fuentes, como productos químicos y sustancias abrasivas o conductoras, puede dañar el devanado y las superficies de las conexiones.

**Fisuras:** Las fisuras o abrasión del aislamiento pueden ser resultado de esfuerzos mecánicos prolongados o anormales. En las bobinas del inductor, la holgura de la estructura de soldado es un signo de dichos fenómenos y por sí misma puede provocar más daños mecánicos o eléctricos si se deja sin revisar.

**Erosión:** Las sustancias extrañas que se impactan contra el aislamiento del devanado pueden provocar erosión.

### **Limpieza**

**Exterior:** Quite el polvo suelto del exterior con un trapo limpio sin pelusa. Quite las acumulaciones de mugre pegada con un detergente o disolvente que no dañe la pintura ni las superficies metálicas. Use una aspiradora para limpiar los puertos de ventilación.

**Devanados, máquinas ensambladas:** Cuando se requiera limpiar en el lugar de la instalación y no sea necesario o no sea factible desarmar completamente la máquina, recoja la suciedad, polvo o carbón sueltos con una aspiradora para evitar que se esparza el contaminante. Tal vez sea necesario usar una boquilla o tubo pequeños no conductores conectados a la aspiradora para llegar hasta las superficies con polvo o penetrar en las aberturas angostas. Después de retirar la mayor parte del polvo, se puede fijar un pequeño cepillo a la boquilla de la aspiradora para aflojar el polvo que esté más pegado y así poder quitarlo.

Después de la limpieza inicial con la aspiradora, puede usarse aire comprimido para retirar el resto de polvo y suciedad. El aire comprimido que se use para limpiar debe estar limpio y libre de humedad o aceite. Se deberá controlar la presión o velocidad adecuada del aire para evitar daños mecánicos al aislamiento. Es posible que se requiera que un técnico calificado de Kato desarme la máquina para poder limpiarla con mayor efectividad si los procedimientos de limpieza de servicio en el campo no producen los resultados deseados.

**Devanados, máquinas desarmadas:** Tome una lectura inicial de la resistencia del aislamiento de la máquina para comprobar la integridad eléctrica. Normalmente es eficaz el método de lavado con agua caliente a presión alta, que rocía un chorro de agua caliente a velocidad alta y agua que contiene un detergente suave para limpiar los devanados, incluidos los que están sometidos a contaminación por inundación o por sal. Rocíe varias veces con agua limpia para retirar o diluir el detergente después de rociar con detergente. Seque la máquina hasta

**ADVERTENCIA:** Cuando use disolventes de limpieza, asegúrese de que haya ventilación adecuada y protección para el usuario. La inhalación de vapores puede impedir la respiración y/o provocar daños a los órganos internos.

**AVISO:** Los nuevos generadores deben medir aproximadamente 100 megaohmios de resistencia del aislamiento como mínimo cuando se toma lectura. Los generadores que leen 50 megaohmios o menos se deben secar conforme los procedimientos de secado que se indican aquí. Los generadores con lecturas de resistencia del aislamiento de 10 megaohmios o menos deben ser investigados.

**AVISO:** No aplique el calor demasiado rápido. Puede dañar los devanados.

**PRECAUCIÓN:** Las pruebas de resistencia del aislamiento generalmente se efectúan en todas las partes de una armadura o circuito de campo a tierra. Principalmente indican el grado de contaminación de las superficies de aislamiento o el aislamiento sólido por humedad y otras influencias conductoras y generalmente no revelan rupturas completas o no contaminadas.

**AVISO:** El valor de resistencia del aislamiento aumenta cuando descienden las temperaturas de bobinado. Todas las lecturas se deben corregir a las temperaturas de bobinado. Use la Tabla 2 para convertir las lecturas del megóhmetro a otras temperaturas (por ejemplo, 100 megaohmios a 50 °C se convierte a 170 megaohmios:  $1.7 \times 100$ ).

**Tabla 2 Factor de conversión de la temperatura para lecturas de**

Temperatura de bobinado (°C)	Factor de conversión
10	0.23
20	0.37
30	0.6
40	1
50	1.7
60	2.7
70	4.5
80	7.5
90	14
100	23
110	38
120	61

que se obtengan valores aceptables de resistencia del aislamiento a temperatura ambiente. Consulte más adelante los procedimientos para la resistencia del aislamiento con los mínimos valores recomendados.

**Contactos eléctricos:** Limpie los contactos eléctricos, contactos de conmutadores y terminales con un limpiador de contactos aprobado. No rebaje los contactos.

### Pruebas de resistencia del aislamiento a bajo voltaje

Las pruebas de aislamiento se efectúan por dos motivos: para conocer la debilidad o fallas existentes o para dar alguna indicación de confiabilidad esperada de servicio. Las pruebas de resistencia del aislamiento se basan en determinar la corriente a través del aislamiento y a lo largo de la superficie cuando se aplica un voltaje CC. La corriente de filtración depende del voltaje y del tiempo de aplicación, el área y el espesor del aislamiento y la temperatura y condiciones de humedad durante la prueba.

Consulte los siguientes procedimientos de medidas eléctricas para conocer detalles de pruebas. Comuníquese con Kato Engineering o consulte la Norma IEEE. 432-1992 cuando se requieran pruebas de aislamiento más extensivas

Cuando se pruebe la resistencia del aislamiento con megóhmetro, primero verifique la ruta de la conexión a tierra. Conecte un cable de prueba a un punto de conexión a tierra. Luego conecte el segundo cable de prueba a otra ubicación de conexión a tierra para probar la conexión a tierra. Una vez probada la ruta de conexión a tierra, el segundo cable de prueba se puede conectar a los cables del componente que se va a probar.

### Campo del excitador (inductor) y armadura de PMG (inductor)

1. Desconecte los cables del excitador de los terminales en la caja de terminales o el regulador de voltaje.
2. Conecte los cables del excitador a una abrazadera de megóhmetro de 500 voltios y conecte la otra abrazadera al bastidor del campo del excitador.
3. Aplique 500 V del megóhmetro y mida la lectura de resistencia después de 1 minuto. La lectura debe ser mínimo 50 megaohmios. De lo contrario, consulte los procedimientos de limpieza o secado.
4. Conecte a tierra los cables del campo del excitador al bastidor del campo durante varios minutos después de haber desconectado el megóhmetro. Esto permitirá que se descargue correctamente la acumulación de voltaje.
5. Repita los pasos 1 al 4 para la armadura del PMG (inductor).

## Armadura del excitador

1. Desconecte los cables de la armadura del excitador desde los rectificadores giratorios.
2. Conecte los cables de la armadura del excitador a una abrazadera de un megóhmetro de 500 voltios y conecte la otra abrazadera a una conexión conveniente en la manga o eje del excitador.
3. Aplique 500 V del megóhmetro y mida la lectura de resistencia después de 1 minuto. La lectura debe ser mínimo 50 megaohmios. De lo contrario, consulte los procedimientos de limpieza o secado.
4. Conecte a tierra los cables del excitador a la manga del excitador o al eje después de desconectar el megóhmetro. Esto permitirá que se descargue correctamente la acumulación de voltaje.

## Rotor principal

1. Desconecte los cables del campo del generador de los terminales positivo y negativo del conjunto de rectificador giratorio.
2. Conecte los terminales positivo y negativo a una abrazadera del megóhmetro y conecte la otra abrazadera al eje.
3. Aplique voltaje del megóhmetro y mida la lectura de resistencia después de 1 minuto. La lectura debe ser mínimo 50 megaohmios. De lo contrario, consulte los procedimientos de limpieza o secado (Consulte la Tabla 3).
4. Conecte a tierra los cables del campo al eje después de desconectar el megóhmetro durante un mínimo de 1 minuto. Esto permitirá que se descargue correctamente la acumulación de voltaje.

## Inductor principal

1. Desconecte las conexiones de alimentación y todos los aparatos de control de los terminales del generador.
2. Mida por separado la resistencia del aislamiento de cada fase con las otras dos fases en corto al bastidor.
3. Use un megóhmetro conectado entre el (los) cable(s) de la fase a medir y el bastidor del generador. La resistencia mínima del aislamiento de 1 minuto no debe ser menos de 50 megaohmios (Consulte la Tabla 3).
4. Conecte a tierra los cables al bastidor después de la prueba de 1 minuto del megóhmetro. Esto permitirá que se descargue correctamente la acumulación de voltaje.

**Tabla 3 Los voltajes CC que se deben aplicar durante las pruebas de resistencia del aislamiento**

Voltaje nominal de embobinado (V)*	Voltaje directo de la prueba de resistencia del aislamiento (V)
<1000	500
1000–2500	500–1000
2501–5000	1000–2500
5001–12000	2500–5000
>12000	5000–10000

\* Voltaje nominal línea a línea para máquinas CA trifásicas, voltaje línea a tierra para máquina de fase única y voltaje directo nominal para máquinas CC o bobinas de campo.

**PRECAUCIÓN:** No aplique el calor demasiado rápido. Puede dañar los devanados.

## Procedimientos de secado

Si las lecturas de resistencia del aislamiento están debajo de los valores mínimos recomendados que se especifican anteriormente, use uno de los procedimientos de secado que se describen a continuación. Seleccione el procedimiento según el tamaño y la ubicación de la unidad, el equipo disponible y la experiencia del personal. Antes de secar, retire el regulador de voltaje y cubra todas las aberturas de entrada y de descarga. Deje una abertura en la parte superior de la máquina, de preferencia en el extremo más lejano, para que se evapore la humedad.

**Secado con calor externo:** Coloque cerca del devanado lámparas calientes, calefactores (además de los que se suministraron) o un tubo de vapor. Monitoree las temperaturas de embobinado. Eleve gradualmente la temperatura de embobinado a un ritmo de 10 a 20 °F (-12° a -6 °C) por hora hasta 200 °F (93 °C). Mida la resistencia del aislamiento a intervalos de 1 hora. Generalmente la resistencia del aislamiento disminuirá cuando se eleva la temperatura y luego aumentará gradualmente y se nivelará.

**Secado con corriente CA en la armadura:** Ponga en corto los terminales del generador. Proporcione excitación CC al devanado del campo del excitador sin escobillas. Inserte un transformador de corriente y un amperímetro para leer la corriente de carga completa. Haga funcionar el generador a la velocidad nominal. Aplique excitación al campo del excitador hasta que se alcance la velocidad nominal. Monitoree las temperaturas del devanado hasta que se estabilicen. Siga haciendo funcionar hasta que se nivelen las válvulas de la resistencia del aislamiento. Monitoree las temperaturas de embobinado. Eleve gradualmente la temperatura de embobinado a un ritmo de 10 a 20 °F (-12° a -6 °C) por hora hasta 200 °F (93 °C). Mida la resistencia del aislamiento a intervalos de 1 hora. Generalmente, la resistencia del aislamiento disminuirá cuando se eleva la temperatura y luego aumentará gradualmente y se nivelará.

## Lubricación de los cojinetes

**AVISO:** Para instrucciones específicas de lubricación, consulte siempre la hoja de lubricación de cojinetes que se entrega con su manual o la placa de lubricación en el generador.

**Cojinetes de bola blindados o sellados:** Los cojinetes de bola blindados o sellados vienen empacados de fábrica con lubricantes y generalmente pueden funcionar varios años sin que requieran rellenar o cambiar la grasa. Si fuera necesario reempacar la grasa, desarme la máquina, limpie los cojinetes y vuelva a empacarlos más o menos a la mitad usando una grasa para cojinetes de bola de alta calidad, que debe ser capaz de lubricar satisfactoriamente por encima de un rango de temperatura ambiente mínima de 250° F (121° C).

**Cojinetes de bola o rodillo reengrasables:** Si se usan aplicaciones con cojinetes reengrasables, los accesorios de llenado de grasa y las válvulas de alivio vienen incorporados en el alojamiento de los cojinetes. Lubrique los cojinetes según las instrucciones de lubricado que vienen adjuntas al generador.

**Cojinetes de fricción:** Lubrique los cojinetes de acuerdo con las instrucciones de lubricación adjuntas al generador y las instrucciones de lubricación de cojinetes que se proporcionan en el paquete de manuales como material adicional.

## Pruebas del rectificador

Si se sospecha alguna falla de un rectificador, retire la cubierta del excitador. Retire la tuerca y la arandela que sostienen el rectificador en el disipador de calor y retire el alambre del cable del diodo. Levante el rectificador del disipador de calor (consulte en la figura 20 una vista general). Pruebe todo el rectificador con un ohmímetro o lámpara de pruebas como sigue:

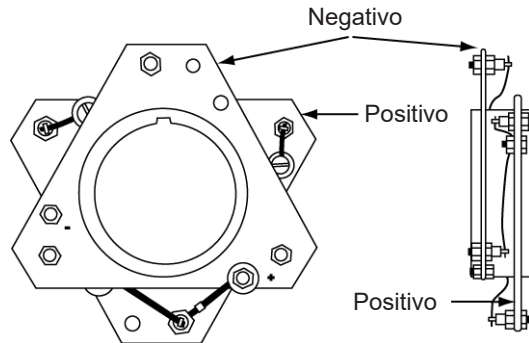


Figura 20 Rectificador

**Ohmímetro:** Conecte los cables del ohmímetro a lo largo del rectificador en una dirección (ver la Figura 21). Tome nota de la lectura del medidor. Invierta los cables y tome nota de la lectura del medidor. El medidor debe indicar una resistencia baja cuando los cables están a lo largo del rectificador en una dirección y una resistencia alta cuando los cables están a lo largo del rectificador en la dirección opuesta. Una resistencia baja en ambas direcciones indica que hay un corto. Una resistencia alta en ambas direcciones indica un rectificador abierto.

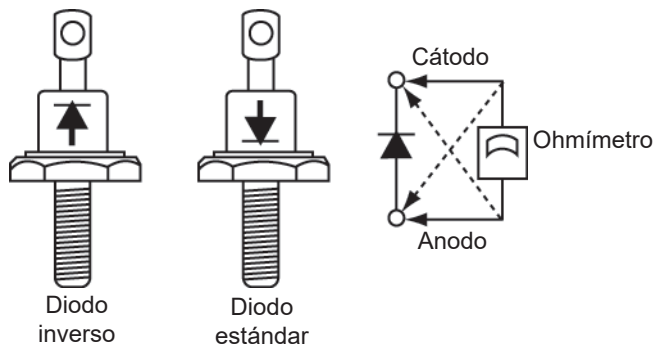


Figura 21 Prueba del rectificador giratorio con un ohmímetro

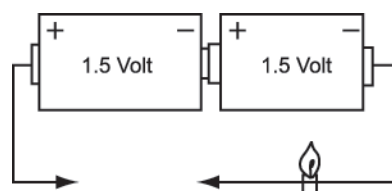


Figura 22 Lámpara de pruebas

**Lámpara de pruebas:** Conecte los cables de una lámpara de pruebas que consiste en baterías de linterna estándar y una linterna, como se indica en la Figura 22, a lo largo del rectificador en una dirección. Luego invierta los cables. La luz debe iluminar en una dirección, pero no en la otra. Si la luz ilumina en ambas direcciones, el rectificador está en corto. Si la luz no ilumina en ninguna dirección, el rectificador está abierto.

Reemplace los rectificadores defectuosos con rectificadores de las mismas características de abertura como los rectificadores instalados de fábrica en el generador. Solicite los rectificadores por número de parte, incluido el modelo y tipo de excitador, así como el número de serie del generador.

Puede haber protectores de picos incluidos en la unidad de rectificador giratorio. Desconecte un cable del protector de picos y conecte los cables de un ohmímetro o lámpara de pruebas improvisada, que consiste en baterías para linterna estándar y una linterna construidas como se muestra en la Figura 22, a lo largo del protector de picos en cualquier dirección. Si la luz enciende, el protector de picos está defectuoso. Solicite los protectores de pico por número de parte, incluido el modelo y tipo de excitador, así como el número de serie del generador. Después de reemplazar, asegúrese de que el campo giratorio, la armadura del excitador y los cables del diodo giratorio estén firmemente asegurados.

## Desmontaje

### Desmontaje general

1. Retire la cubierta de la caja de terminales y desconecte los cables de carga y todos los otros cables. Etiquete los cables para asegurar que se conecten correctamente cuando se vuelva a armar el generador.
2. Retire los pernos que fijan el generador a la base y el motor primario y mueva el generador a un área que cuente con suficiente espacio para desarmarlo.
3. Retire el acoplamiento o los platos de transmisión.
4. Retire la cubierta del excitador.
5. Retire los ganchos para sujetar los cables del campo del excitador al bastidor del excitador y la abrazadera del extremo. Desconecte los cables y retire el bastidor del excitador/inductor y/o bastidor de PMG del excitador/inductor.
6. Retire el PMG (opcional) y la armadura del excitador como se describe a continuación.
7. Apoye el eje. Retire los pernos del extremo del excitador y de la abrazadera del extremo y retire la abrazadera del extremo. Golpee ligeramente con un maso de goma o de fibra para aflojar la abrazadera del extremo si es necesario. Repita con la abrazadera del extremo motriz (si aplica).

**AVISO:** Los siguientes procedimientos son una guía general. Los procedimientos para su unidad pueden variar.

**ADVERTENCIA:** Asegúrese de detener el generador y quitarle la energía antes de desarmarlo. Un generador giratorio siempre produce algo de voltaje y el contacto con los cables u otros dispositivos conectados puede producir lesiones graves o la muerte.

**ADVERTENCIA:** Use un malacate y eslingas o cadenas para apoyar los componentes durante la extracción. Use dispositivos para levantar seleccionados para los pesos de los componentes del generador. Las técnicas de levantamiento inadecuadas pueden provocar lesiones graves o la muerte. Tenga extrema precaución de no dañar los componentes.



8. Retire el ventilador del cubo cuando sea aplicable. Si es necesario, asegúrese de marcar la ubicación del ventilador para volver a instalarlo.
9. Retire el rotor (vea la Figura 23). Primero sujete un tubo sobre el eje en el extremo motriz. Sujete las eslingas alrededor del tubo en un extremo y alrededor del eje en el extremo opuesto. Levante el rotor y muévelo hacia fuera, descansando el rotor mientras se mueven las eslingas hacia abajo del tubo para la siguiente etapa de elevación.

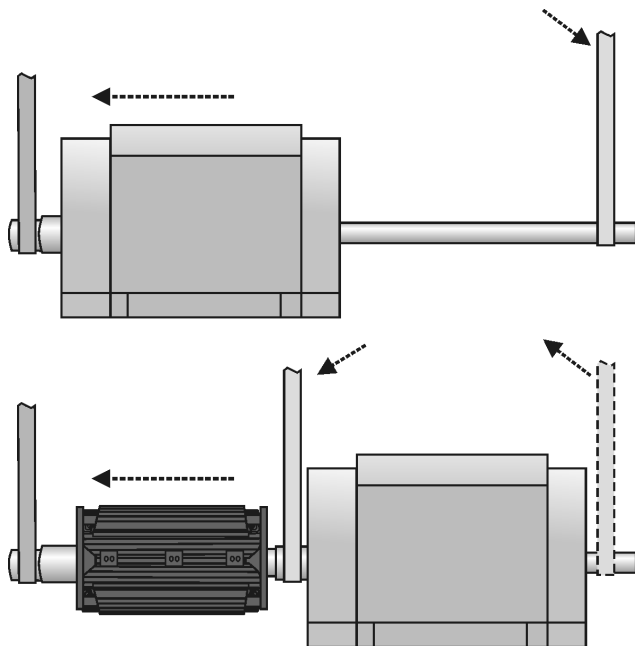


Figura 23 Flotación del rotor

## Extracción de la armadura del excitador y del PMG

Ver la Figura 24.

1. Retire la cubierta del excitador.
2. Retire el perno de sujeción y la arandela.
3. Desconecte los cables del campo en la unidad del rectificador giratorio.
4. Si el generador tiene un rotor PMG, extraiga por separado usando fuerza con la mano. Envuelva el rotor PMG en plástico para evitar contaminar con virutas metálicas. Aviso: algunas unidades PMG interiores usan una contratuerca para sujetar el rotor PMG. Consulte la Figura 24. Para retirar el rotor PMG con una contratuerca:
  - a. En la arandela de seguridad, levante haciendo palanca la pestaña que está doblada hacia abajo en una ranura de la contratuerca. Luego destornille la contratuerca con una llave inglesa y retire la contratuerca.
  - b. Hale recto hacia atrás el rotor PMG. Tenga cuidado de no levantar el PMA cuando hale hacia fuera.

**PRECAUCIÓN:** Asegúrese de que los cables del campo del generador estén planos en el conducto de cables para que no se rasguen al momento de halar. No hale de las orillas de los disipadores de calor o de las bobinas de la armadura del excitador.

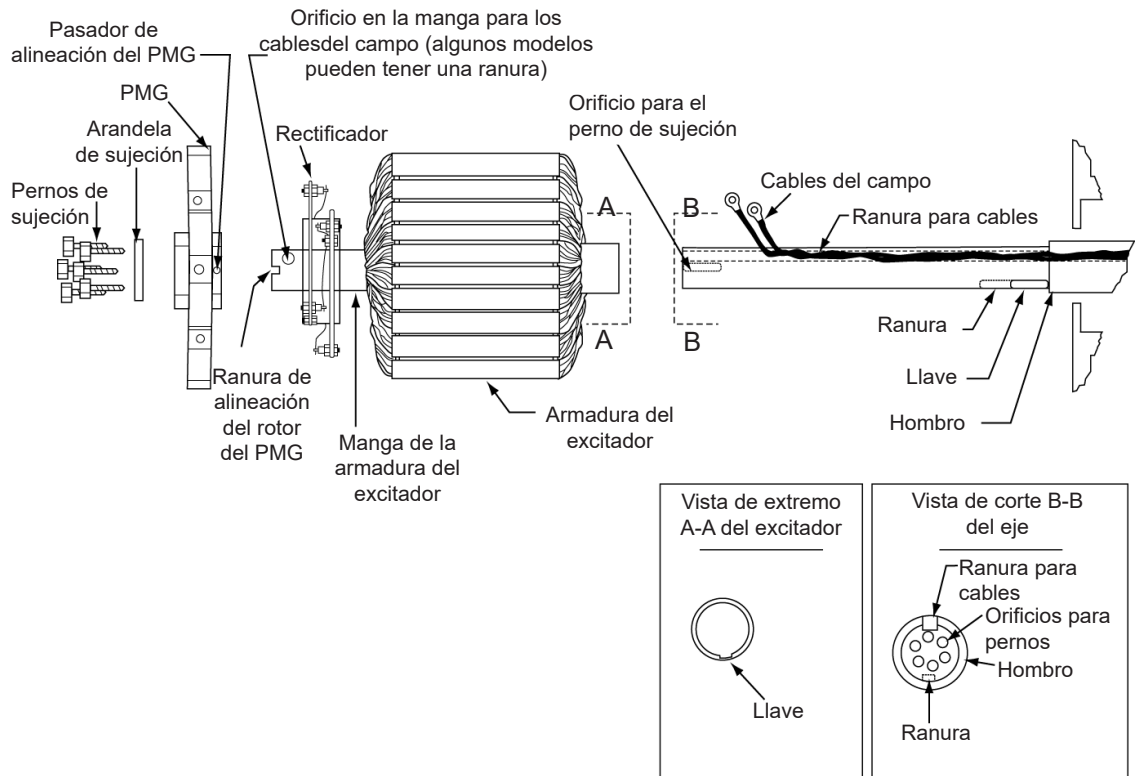
**PRECAUCIÓN:** Asegúrese de que el tubo sea lo suficientemente resistente para soportar el peso del rotor y que no tenga bordes ásperos en el interior que pudieran dañar el eje.

**PRECAUCIÓN:** Para evitar la tensión en el eje, ponga las eslingas alrededor del escalón del eje más grande posible.

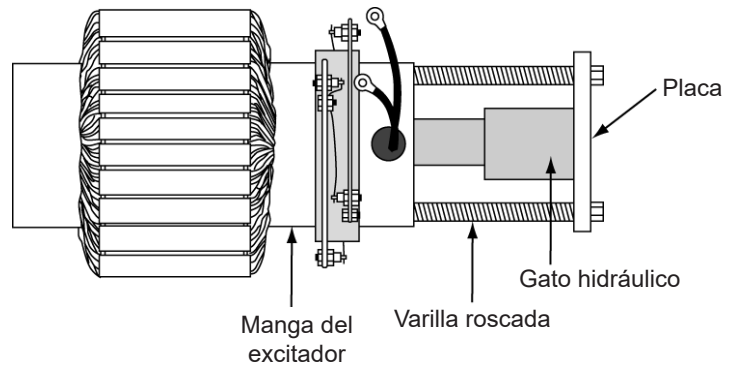
**PRECAUCIÓN:** Asegúrese de que el rotor no descance sobre el inductor durante las etapas del movimiento. Asegúrese de que el rotor no golpee el inductor.

**ADVERTENCIA:** Campos magnéticos resistentes - Hale el PMG hacia fuera en sentido recto. La unidad puede halar hacia otros componentes de acero. Tenga cuidado de no pellizcarse los dedos o las manos. Manténgase alejado si tiene algún dispositivo médico implantado; los fuertes campos magnéticos pueden provocar falla del dispositivo médico y producir la muerte.

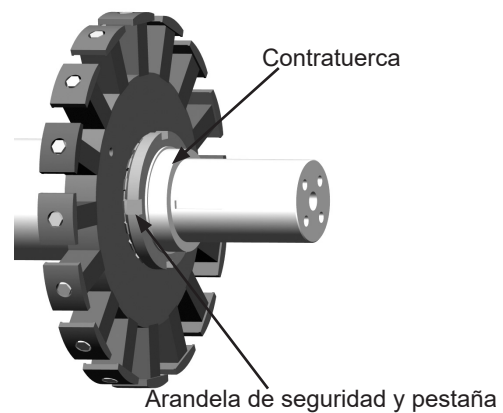
**PRECAUCIÓN:** Asegúrese de que los cables del campo del generador estén planos en el conducto de cables para que no se rasguen al momento de halar. No hale de las orillas de los disipadores de calor o de las bobinas de la armadura del excitador.



**Figura 24** Unidad de armadura del excitador



**Figura 25** Extracción de la unidad de la armadura



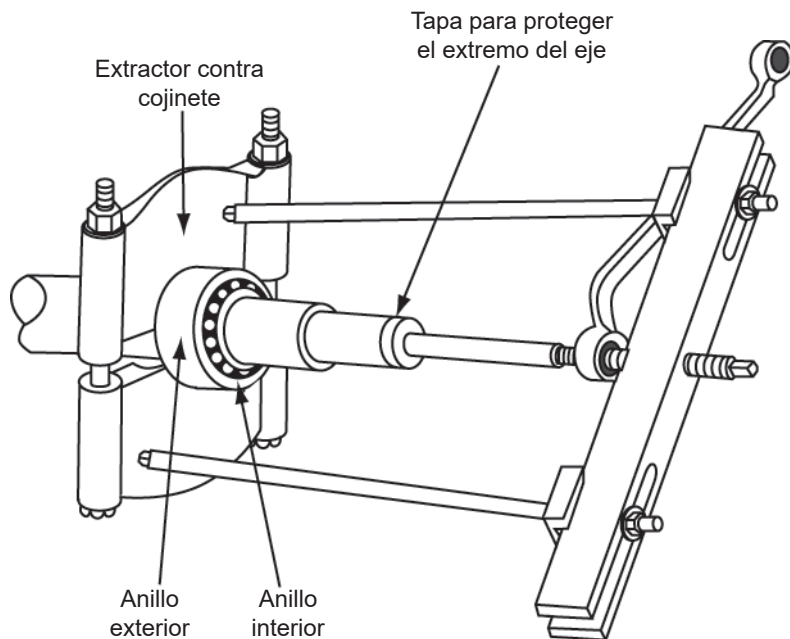
**Figura 26** Rotor del PMG con contratuerca



- c. Envuelva el rotor PMG en plástico para evitar contaminar con virutas metálicas.
5. Lentamente hale hacia fuera del eje del generador la unidad de la armadura. Si no se puede extraer el excitador con la mano, use un gato hidráulico como se muestra en la Figura 25.
6. Retire la llave de la ranura en el eje del generador.

### Extracción de los cojinetes

1. Retire la(s) abrazadera(s) del extremo para dejar expuesto(s) el (los) cojinete(s).
2. Use un extractor para retirar el cojinete del extremo del eje con una tapa. Si se va a volver a usar el cojinete, asegúrese de que el extractor proporcione presión solo contra el anillo interior del cojinete (ver la Figura 27).



*Figura 27 Extracción del cojinete*



**PRECAUCIÓN:** *A menos que se especifique lo contrario, el par de apriete de todas las fijaciones debe ser el indicado en las Tabla 5 y Tabla 6.*

**AVISO:** *Asegúrese de que todos los componentes están limpios antes del montaje.*

**PRECAUCIÓN:** *No golpee en el rectificador ni en las bobinas de la armadura. Puede producirse daño a los componentes.*

## Montaje

### Instalación del cojinete

Del cojinete se instala antes de instalar el rotor.

1. Caliente el cojinete a 220 °F (104 °C) - 250 °F (121 °C) en un horno limpio o con un calefactor de inducción.
2. Arranque el cojinete caliente en el eje. Luego use una fibra o tubo de metal blando para golpear el cojinete y que entre en su lugar.
3. Asegúrese de aplicar presión solo al anillo interior del cojinete, presione el cojinete dentro del eje hasta que el anillo interior se asiente contra el hombro del cojinete en el eje. Arme el resto del generador después de que se haya enfriado el cojinete.

### Montaje general

1. Deje flotar el rotor hasta que quede alineado con las laminaciones del inductor. Coloque el rotor de modo que quede en el fondo una cara del polo completa.
2. Instale las abrazaderas del extremo. Apoye el rotor durante la instalación. Ponga un inhibidor de corrosión en las superficies de contacto descubiertas para evitar la oxidación.
3. Instale la armadura del excitador y el PMG opcional como se describe a continuación.
4. Instale las cubiertas.
5. Instale el acoplamiento o los platos de transmisión.
6. Vuelva a conectar los cables de carga y los cables del excitador.

### Instalación de la armadura del excitador y del PMG

Ver la Figura 24.

1. Limpie el eje y la parte interior de la manga del excitador.
2. Coloque la llave en la ranura en el eje.
3. Tienda planos los cables del campo del generador en el canal de cables con los extremos de los cables proyectados más allá del extremo del eje.
4. Coloque la unidad de la armadura del excitador en línea con el eje y gire la unidad a la posición donde la ranura en la manga del excitador esté en línea con la llave en el eje del generador.
5. Haciendo fuerza con la mano, empuje la unidad de la armadura del excitador sobre el eje, de modo que el extremo de la manga quede contra el hombro en el eje. Cuando quede una parte del conducto sobre el eje, introduzca los alambres del cable de campo a través del orificio de cables o la ranura en la manga del excitador. Es posible que sea necesario golpear ligeramente

sobre la manga del excitador para mover la unidad sobre la llave. Use un mazo de fibra o de goma. Si todavía tiene problema con la instalación, use una pistola de aire caliente para agrandar la manga del excitador.

6. Conecte los cables de la armadura del excitador a los terminales del rectificador.
7. Si el generador tiene un PMG, coloque sobre el extremo de la manga del excitador. Asegúrese de que esté alineado con la ranura del pasador en el extremo de la manga del excitador.
8. Instale la arandela y perno de sujeción y apriete (60 pies/libra para un perno de 1/2 pulgada de diámetro; 200 pies/libra para un perno de 3/4 de pulgada de diámetro).
9. Instale el bastidor del excitador/inductor y/o bastidor de PMG del excitador/inductor. Instale los ganchos para sujetar los cables del campo del excitador al bastidor del excitador y la abrazadera del extremo y conecte los cables.
10. Mida la holgura entre la armadura del excitador y el campo del excitador y entre el rotor PMG y el inductor PMG. Si la holgura de la armadura es menor a lo que se especifica en la Tabla 4 o si la holgura del PMG es menor a 0.020 pulgadas:
  - a. revise la alineación del generador con el motor,
  - b. compruebe el desgaste de los cojinetes,
  - c. revise la alineación de la armadura, PMG o inductor.
11. Instale la cubierta del excitador.

**AVISO:** Para medir la holgura, mida completamente alrededor del espacio entre la armadura del excitador y el campo del excitador con una galga. Mantenga la galga a su punto más apretado y gire el generador por encima para medir la holgura a medida que gira el rotor.



**ADVERTENCIA:** No levante las aspas del motor del generador haciendo palanca. Las aspas se pueden debilitar, lo que puede provocar lesiones serias o la muerte por proyección de partículas.

**Tabla 4 Holgura del excitador**

Diámetro de la armadura del excitador		Holgura mínima	
Pulgadas	MM	Pulgadas	MM
5 3/4	146	0.014	0.356 mm
9 7/8	250.8	0.014	0.356 mm
12 1/2	317.5	0.018	0.457 mm
16 1/4	412.75	0.035	0.889 mm

**PRECAUCIÓN:** *La grasa que se usa en los generadores de cojinetes de bola y de rodillo está sujeta a deteriorarse con el tiempo. Antes de poner en servicio la unidad después de almacenar por un largo plazo, compruebe que los cojinetes no tengan corrosión y reemplace la grasa. La grasa deteriorada puede provocar falla en los cojinetes.*

## Almacenamiento

Si no instala el generador en su ubicación de operación tan pronto como se reciba, guárdelo en un área limpia y seca que no lo someta a vibraciones o cambios rápidos de temperatura o de humedad. Asegúrese de que la temperatura del área de almacenamiento esté entre 10 °F (-12 °C) y 120 °F (49 °C) y que la humedad relativa sea menor al 60%. De ser posible, debe almacenarse a una temperatura ambiente de aproximadamente la temperatura normal del cuarto. Aplique un agente anticorrosivo para proteger el eje contra la corrosión. Coloque una cubierta duradera sobre la unidad.

Prepare como sigue las unidades que no se puedan almacenar en un área con temperatura y humedad controladas:

- Instale bolsas de desecante en la cubierta del excitador y dentro de los bujes.
- Selle la unidad al vacío en una cubierta de plástico o de otro material diseñado para tal propósito.
- Coloque una etiqueta adecuada al generador para asegurar que se retiren las grasas conservantes y las bolsas de desecante antes de poner en servicio la unidad.
- Si se suministran calefactores, energícelos para prevenir la condensación de los devanados.
- Para almacenar más de 2 meses, gire el eje un mínimo de 10 revoluciones cada 60 días.
- Cuando saque la unidad del almacén, verifique la resistencia del aislamiento en todos los devanados. (Vea la sección de mantenimiento).

**AVISO:** Los valores de torque especificados en los dibujos reemplazan esta tabla genérica.

**Tabla 5 Valores de pares de torsión ASTM y SAE**

SCREW SIZE	Grade 2				Grade 5				Grade 5 GASKETED COVERS				Grade 8			
	Foot Pound		Newton Meter		Foot Pound		Newton Meter		Foot Pound		Newton Meter		Foot Pound		Newton Meter	
	Ft lb	Tolerance	N m	Tolerance	Ft lb	Tolerance	N m	Tolerance	Ft lb	Tolerance	N m	Tolerance	Ft lb	Tolerance	N m	Tolerance
#4-40	4 *		0.5													
#6-32	8 *		0.9													
#8-32	14 *		1.6													
#10-24	20 *		2.3													
#10-32	23 *		2.6													
1/4-20	4	1	5	1	8	2	11	3	5	1	7	2	10	2	14	3
5/16-18	8	2	11	2	17	3	23	4	10	2	14	3	25	5	34	7
3/8-16	15	3	20	4	31	6	42	8	12	2	16	3	40	10	54	14
7/16-14	24	5	33	6	50	10	68	13					70	15	95	20
1/2-13	36	7	49	10	75 **	15	102	20	24	5	33	6	100	20	136	27
9/16-12	55	10	75	14	110	20	149	25					150	30	203	41
5/8-11	75	12	102	17	150	25	203	20					200	40	271	54
3/4-10	130	25	176	24	260	50	353	70					370	50	502	70
7/8-9	145	20	197	28	425	60	576	80					600	60	813	81
1.0-8	190	22	258	30	650	75	881	100					900	90	1220	122
1 1/8-7	265	27	359	35	790	80	1071	100					1200	120	1627	160
1 1/4-7	375	40	508	55	1100	120	1491	150					1750	180	2373	250
1 3/8-6	490	50	664	70	1450	150	1966	200					2300	230	3118	300
1 1/2-6	625	60	847	90	1750	180	2373	250					3000	300	4067	407

\* Inch pounds.

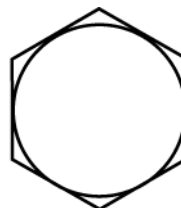
\*\* For electrical lugs use 75 ft lb (102 N m).

SCREW SIZE	Set Screws				Brass Screws				Stainless Screws				Grade B Top Lock Nuts ***			
	Foot Pound		Newton Meter		Foot Pound		Newton Meter		Foot Pound		Newton Meter		Foot Pound		Newton Meter	
	Ft lb	Tolerance	N m	Tolerance	Ft lb	Tolerance	N m	Tolerance	Ft lb	Tolerance	N m	Tolerance	Ft lb	Tolerance	N m	Tolerance
#4-40					4 *		0.5		5 *		0.6					
#6-32					8 *		0.9		10 *		1.1					
#8-32	20 *		2.3		16 *		1.8		21 *		2.4					
#10-24					18 *		2.0		24 *		2.7					
#10-32	34 *		3.8		33 *		3.7		33 *		3.7					
1/4-20	6	1	8	2	5	1	7	2	6	1	8	2	6	1	8	1
5/16-18	13	2	18	3	9	2	12	2	11	2	15	3	11	2	15	3
3/8-16	23	2	31	6	16	3	22	4	21	4	28	5	18	2	24	3
7/16-14	36	5	49	10	26	5	35	7	33	7	45	9	28	4	38	5
1/2-13	50	10	68	14	35	7	47	9	45	9	61	12	44 **	6	60	12
9/16-12					55	10	75	13	60	11	81	15				
5/8-11	110	18	149	24	85	14	115	19	100	17	136	23				
3/4-10	180	35	244	46	120	23	163	31	130	25	176	35				
7/8-9	430	60	583	82					205	30	278	40				
1.0-8	580	70	786	90					300	35	407	45				
1 1/8-7									430	45	583	60				
1 1/4-7									550	60	746	80				
1 3/8-6									700	70	949	100				
1 1/2-6									930	100	1261	130				

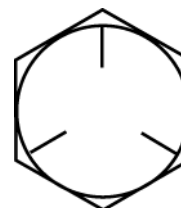
\* Inch pounds.

\*\* For electrical lugs use 44 ft lb (60 N m).

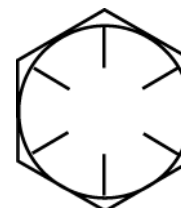
\*\*\* Torque has been backed down for electrical connections made with copper wire.



Grado 2



Grado 5



Grado 8

**Marcas de grado ASTM y SAE**

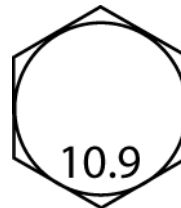
**Tabla 6 Valores métricos de pares de torsión**

**AVISO:** Los valores de par especificados en los planos sustituyen a esta tabla genérica.

SCREW SIZE	Class 4.8 to 6.8				Class 6.9 to 8.8				Class 8.8 GASKETED COVERS				Class 10.9				Class 12.9			
	Foot Pound		Newton Meter		Foot Pound		Newton Meter		Foot Pound		Newton Meter		Foot Pound		Newton Meter		Foot Pound		Newton Meter	
	Ft lb	TOL	N m	TOL	Ft lb	TOL	N m	TOL	Ft lb	TOL	N m	TOL	Ft lb	TOL	N m	TOL	Ft lb	TOL	N m	TOL
M4 x .70	1.1		1.5		2		2.7						2.9				3.5			
M5 x .80	2.3		3.1		4		5.4						6				7			
M6 x 1.00	4	1	5.4	1	7	1	9.5	2	4	1	5	1	10	2	14	3	12	2	16	3
M7 X 1.00	6.5	1	8.8	2	11	1	15	3					16	5	22	7	20	5	27	7
M8 x 1.25	10	2	14	3	18	2	24	5	11	2	15	4	25	10	34	14	29	10	39	14
M10 x 1.50	20	4	27	5	32	4	43	9	13	3	18	4	47	15	64	20	57	15	77	20
M12 x 1.75	34	7	46	9	58	7	79	15	19	4	26	5	83	20	113	23	99	20	134	27
M14 x 2.00	54	10	73	13	94	10	127	23					132	30	179	36	165	30	224	45
M16 x 2.00	80	13	108	18	144	13	195	32					196	40	266	53	249	40	338	68
M18 x 2.50	114	22	155	29	190	22	258	50					269	50	365	70	344	50	466	70
M20 x 2.50	162	23	220	30	260	23	353	50					366	60	496	50	486	60	659	66
M22 x 2.50	202	23	274	31	368	23	499	55					520	90	705	71	660	90	895	89
M24 x 3.00	245	25	332	33	470	25	637	65					664	120	900	160	835	120	1132	160
M27 x 3.00	360	40	488	52	707	40	959	100					996	180	1350	250	1231	180	1669	250
M30 x 3.50	500	50	678	70	967	50	1311	130					1357	230	1840	300	1680	230	2278	300



Clase 8.8



Clase 10.9

**Marcas de grado métrico**

1 Nm = 0.737 pies-lb = 8.85 pulg-lb

# Guía para resolución de problemas

## Mantenimiento correctivo

Entre inspecciones regulares de mantenimiento preventivo, manténgase alerta en busca de alguna señal de problemas. Corrija inmediatamente cualquier falla. Vea en la Tabla 7 los síntomas, causas y soluciones.

**Tabla 7 Resolución de problemas**

Síntoma	Causa	Solución
Sin voltaje	El regulador de voltaje, el interruptor de circuito o los fusibles están abiertos	Verifique. Reinicie el interruptor de circuito o cambie los fusibles si están abiertos.
	Dispositivos de sobretensión, falta de tensión o sobrecarga activados (cuando los dispositivos de protección están incorporados en el circuito)	Verifique la causa de la condición anormal. Corrija cualquier deficiencia. Reinicie los dispositivos. Revise la placa de identificación del generador para comprobar los valores nominales de funcionamiento.
	El circuito en el campo del excitador está abierto	Verifique la continuidad del campo de derivación y los cables al control de voltaje. (Use el ohmímetro o el puente de Wheatstone.) Si las bobinas inductoras están abiertas, extraiga la unidad de campo del excitador y devuelva la unidad a la fábrica para su reparación.
	Pérdida del magnetismo residual en los polos de campo del excitador	Restaura el magnetismo residual o el campo de secado. Cuando el regulador de voltaje sea un modelo que requiere secado, instale un sistema de secado automático de campo.
	El circuito en los devanados del inductor está abierto	Compruebe que los devanados tengan continuidad. Regrese el generador a la fábrica para su reparación en caso de que esté abierto.
	Mal funcionamiento del regulador de voltaje automático regulador	Vea la resolución de problemas del regulador de voltaje. Corrija cualquier deficiencia.
	Cables de salida del generador con corto circuito	Limpie el cable para restaurar la acumulación de voltaje.
	Los rectificadores giratorios están abiertos	Verifique los rectificadores giratorios y sustituya si están abiertos.
	El campo del generador está abierto	Compruebe la continuidad y regrese el rotor a la fábrica para su reparación si están abiertas las bobinas de campo.
	Protector de oleadas en corto o conectado a tierra	Revise los cortos y conexiones a tierra. Sustituya.
	Rectificador giratorio en corto o conectado a tierra	Revise los cortos y conexiones a tierra. Sustituya o repare.
	Armadura del excitador en corto o conectada a tierra	Revise los cortos y conexiones a tierra. Sustituya o repare.



**ADVERTENCIA:** *Los problemas que no se corrigen pueden provocar lesiones o daños graves con reparaciones costosas y tiempos muertos.*

Síntoma	Causa	Solución
Voltaje bajo	Cables en corto entre la armadura del excitador y el campo del generador	Pruebe y repare.
	Conexiones incorrectas del inductor	Revise las conexiones y vuelva a conectar
	Ajuste inadecuado del reóstato de ajuste de voltaje reóstato	Ajuste el reóstato.
	Carga excesiva	Reduzca la carga. Con generadores de tres cables, fase única y cuatro cables trifásicos, la carga en cada pata debe estar lo más balanceada posible y no debe exceder la corriente nominal en cada pata.
	Pérdida de línea	Aumente el tamaño del cable de la línea.
	Conexiones de alta resistencia (calientes)	Haga mejores conexiones.
	Campo principal o del excitador en corto	Pruebe que las bobinas de campo no tengan corto verificando la resistencia con un ohmímetro o puente para resistencia. Regrese la unidad del rotor a la fábrica para su reparación si están abiertas las bobinas de campo.
	Factor de potencia baja	Reduzca la carga inductiva (motor). Algunos motores CA gastan aproximadamente la misma corriente sin importar la carga. No use motores de mayor caballaje que el necesario para transportar la carga mecánica.
	Campo débil debido a funcionar en una temperatura caliente	Mejore la ventilación del generador. La corriente de campo se puede aumentar siempre que el valor nominal de temperatura del generador que está inscrito en la placa no se exceda.
	Rectificadores defectuosos en unidad rectificadora (estacionarios)	Verifique la unidad del rectificador. Sustituya los fusibles o rectificadores defectuosos.
	Carga excesiva	Reduzca la carga al valor nominal.
	Cojinete defectuoso	Sustituya el cojinete.
	Velocidad inadecuada del conjunto de generador impulsado por motor debido al gobernador, sistema de encendido o carburador defectuoso	Revise y corrija los defectos.
El regulador de voltaje no funciona correctamente	Verifique el regulador. Ajuste, repare o sustituya.	
Voltaje fluctuando	Velocidad del motor primario fluctuante	Compruebe la frecuencia y el voltaje de la potencia de entrada cuando el conjunto del generador esté impulsado por el motor. Revise el gobernador del motor en los conjuntos de generador impulsados por motor.
	Conexiones internas o de carga flojas	Apriete todas las conexiones.
	Sobrecarga del generador	Reduzca la carga al valor nominal.
	Fluctuación del voltaje de excitación de CC	Trace el circuito de excitación CC. Corrija cualquier defecto.
	Exceso de velocidad	Corrija la velocidad del motor primario.
	El regulador de voltaje no funciona correctamente	Verifique el regulador. Ajuste, repare o sustituya.
Voltaje alto	Ajuste inadecuado del reóstato de ajuste de voltaje o el regulador de voltaje	Ajuste el reóstato y/o el regulador de voltaje.
	El regulador de voltaje no funciona correctamente	Verifique el regulador. Ajuste, repare o sustituya.



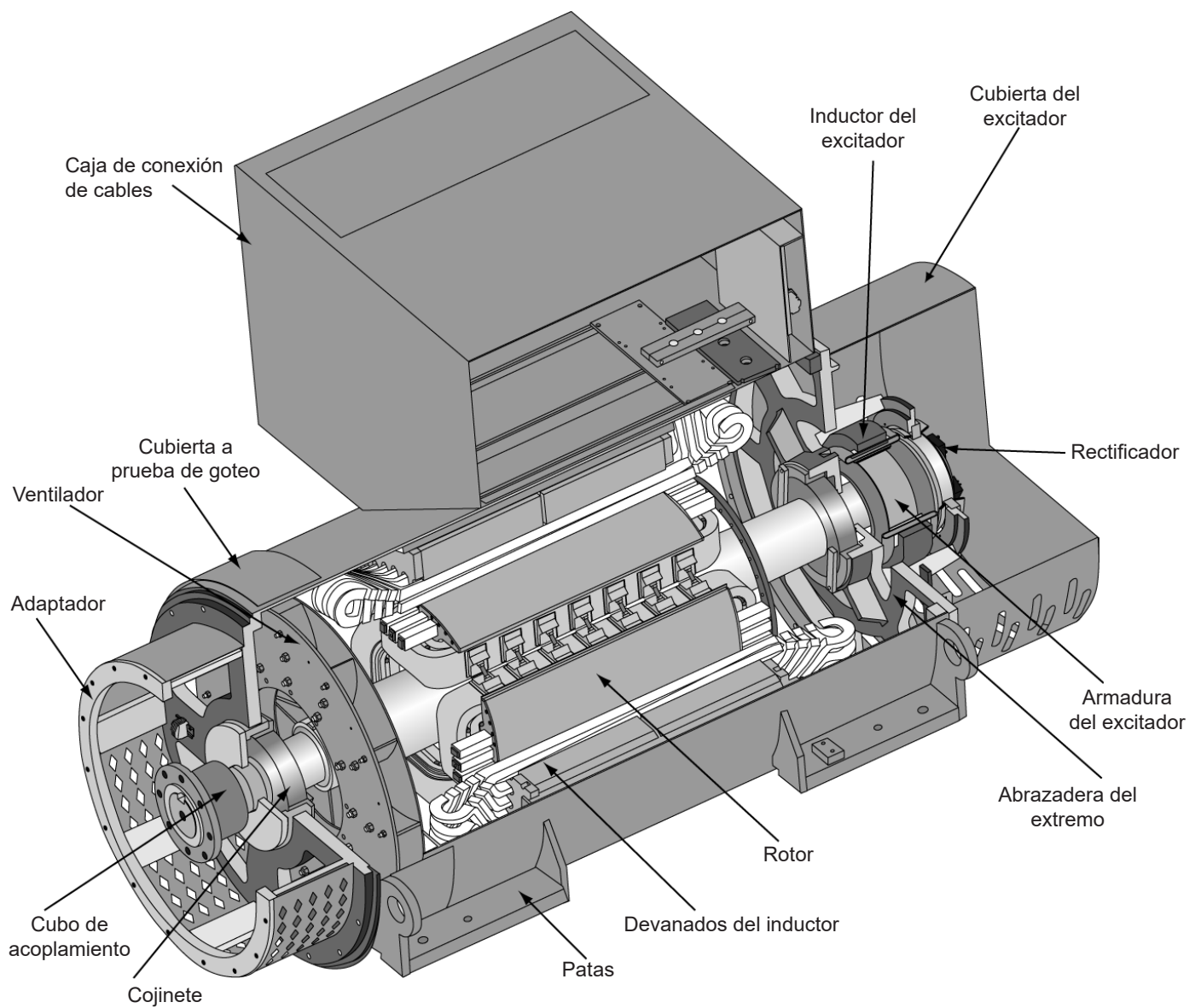
Síntoma	Causa	Solución
Sobrecalentamiento	Mallas de ventilación y pasos de aire obstruidos	Limpie todas las mallas y pasos de aire.
	Cojinetes secos o defectuosos	Sustituya los cojinetes defectuosos.
	Falta de alineación del acoplamiento	Alinee el conjunto del generador.
	Bobinas del campo del generador en corto o conectadas a tierra	Pruebe los cortos de las bobinas de campo. Sustituya el rotor en corto o devuelva a la fábrica para reparación.
	Carga desajustada o sobrecarga, bajo PF	Ajuste la carga a los valores de la placa de identificación.
Vibraciones	Cojinetes defectuosos o secos	Sustituya los cojinetes defectuosos.
	Falta de alineación del generador y motor primario	Alinee el conjunto del generador.
	Generador no montado correctamente	Compruebe el montaje. Corrija el montaje defectuoso.
	Transferencia de vibración de otra fuente	Aísle el conjunto del generador de la fuente de vibración instalando amortiguadores de vibración entre la base y el cimiento del conjunto del generador.

## Equipos de Instalación y Mantenimiento

Lista del equipo requerido para la instalación y el mantenimiento. Ver la Tabla 8.

**Tabla 8 Herramientas**

Tipo	Nombre		
Prueba del equipo	Amperímetro	Con pinzas, rango de 0 a 500 amperios para medir la corriente eléctrica.	
	Multímetro	Digital, para medir el voltaje, corriente, frecuencia y resistencia.	
	Termómetro	Para medir la temperatura en grados Celsius	
	Megóhmetro	Para medir la resistencia del aislamiento.	
	Puente resistivo	Para medir la resistencia de las bobinas.	
Herramientas especiales	Extractor de cojinetes	Para cambiar los cojinetes.	
	Extractor de excitador	Para extraer la armadura del excitador	
Herramientas estándar	Herramienta para cable	Engarzadora	
	Linterna	Como se requiera	
	Pistola para engrasar	Para lubricar los cojinetes	
	Martillo	De superficie blanda	
	Lámpara (incandescente)	Luz de seguridad	
	Destornilladores	Estándar, del tamaño que se requiera	
		Phillips, del tamaño que se requiera	
	Llave	Ajustable, 12 pulgadas	
		Para apretar de 0 a 100 pies/lb	
	Juego de llaves	Allen, 1/8 a 1/2 pulgada	
		Cubo, 1/4 a 1 pulgada con dado de 3/8 y 1/2 pulgada	
Estándar, combinación plana/de cubo tamaños de 1/4 a 1 pulgada			
Aspiradora	Eléctrica con boquilla no metálica		
Materiales	Aire	Comprimido, seco.	
	Inhibidor de corrosión	Aceite de baja emisión Nox-Rust VC #10 Oil o equivalente	
	Material para cubrir	Bolsas de desecante impermeable para protección contra la humedad durante el almacenamiento del equipo a largo plazo	
	Detergente	Como se requiera para limpiar	
	Guantes	Protectores contra sustancias químicas	
		Protectores eléctricos	
	Calentadores	Calefactor, para eliminar el exceso de humedad en áreas húmedas y secar el motor o las bobinas del generador	
	Plástico	Protección para almacenamiento a largo plazo	
	Tapos	Como se requiera para limpiar	
	Agua	Tibia y limpia, para limpieza	
	Etiquetas	De advertencia y precaución	



*Figura 28 Ubicación de las piezas principales*



## Kato Engineering Support

The brand you trust, the power you depend on. Include the serial number and model number for your machine in the email subject line.

Field Service

[KatoService@mail.nidec.com](mailto:KatoService@mail.nidec.com)

Parts

[KatoParts@mail.nidec.com](mailto:KatoParts@mail.nidec.com)

Remanufacturing

[KatoRemanufacturing@mail.nidec.com](mailto:KatoRemanufacturing@mail.nidec.com)

Warranty/Quality Assurance

[KatoWarranty@mail.nidec.com](mailto:KatoWarranty@mail.nidec.com)