

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 715 004**

51 Int. Cl.:

**H02K 3/51** (2006.01)

**H02K 15/00** (2006.01)

**F16J 15/02** (2006.01)

**H02K 5/124** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **22.06.2016 PCT/US2016/038693**

87 Fecha y número de publicación internacional: **19.01.2017 WO17011161**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **22.06.2016 E 16734533 (9)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **23.01.2019 EP 3323191**

54 Título: **Conjunto de sello de conductor radial de un generador**

30 Prioridad:

**15.07.2015 US 201514799985**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:

**31.05.2019**

73 Titular/es:

**SIEMENS ENERGY, INC. (100.0%)  
4400 Alafaya Trail  
Orlando, FL 32826-2399, US**

72 Inventor/es:

**GORE, ROBERT;  
RASINSKI, MICHAEL J. y  
WHITENER, RANDY EDWARD**

74 Agente/Representante:

**LOZANO GANDIA, José**

ES 2 715 004 T3

Aviso: En el plazo de nueve meses a contar desde la fecha de publicación en el Boletín Europeo de Patentes, de la mención de concesión de la patente europea, cualquier persona podrá oponerse ante la Oficina Europea de Patentes a la patente concedida. La oposición deberá formularse por escrito y estar motivada; sólo se considerará como formulada una vez que se haya realizado el pago de la tasa de oposición (art. 99.1 del Convenio sobre Concesión de Patentes Europeas).

**DESCRIPCIÓN**

Conjunto de sello de conductor radial de un generador

- 5
- Referencia cruzada a solicitudes relacionadas**
- Esta solicitud reivindica la prioridad sobre la solicitud estadounidense 14/799.985 presentada el 15 de julio de 2015.
- 10 **Campo técnico**
- Los aspectos de la presente invención se refieren a generadores, y en particular a un conjunto de sello de conductor radial en un generador.
- 15 **Descripción de la técnica relacionada**
- Un generador eléctrico comprende un conjunto de conductor para proporcionar una corriente de campo desde una fuente de excitación hasta un devanado de rotor. El conjunto de conductor comprende un conductor axial y un conductor radial. El conductor axial se extiende dentro de una cámara axial a través de un rotor. El conductor radial se extiende radialmente hacia el exterior desde el conductor axial a través de una cámara radial hacia el diámetro exterior del rotor del generador.
- 20
- Para los generadores usados en centrales de energía nuclear, el diámetro exterior del rotor puede estar sometido a gas, normalmente gas hidrógeno. Cualquier fuga en el conductor radial puede permitir que el gas hidrógeno presurizado se fugue hacia el interior de la cámara de conductor axial del rotor. La fuga puede comunicarse desde la cámara de conductor axial hacia el interior de un sistema de excitación y a la atmósfera. Esta pérdida de gas hidrógeno desde el generador puede requerir operaciones para mantener una presión de funcionamiento adecuada del generador y puede crear un estado peligroso potencial si se produce una acumulación suficiente.
- 25
- El documento US 6 236 128 B1 da a conocer un conjunto de conductor radial que comprende una tuerca dentada de conductor radial para proporcionar presión a los sellos del conjunto de conductor radial. En este caso, un elemento de sello elástico entra en contacto haciendo tope con una parte no roscada del canal del conductor radial, mientras que un elemento de sello elástico entra en contacto haciendo tope con el conductor radial.
- 30
- El documento US 6 501 201 B1 da a conocer una trayectoria de conductor readaptable para generadores.
- 35
- El documento US 2011/148231 A1 da a conocer un conjunto de conductor radial en el que sellos deformables se comprimen radialmente para impedir la fuga de hidrógeno.
- 40
- El documento US 5 791 629 A da a conocer una válvula de control de fluido que comprende resortes cónicos (Belleville) para proporcionar la compresión del sello.
- 45
- Se usa un conjunto de sello de conductor radial en un generador para sellar de manera fluida la cámara radial con respecto a la cámara axial. Un conjunto de sello de conductor radial puede incluir elementos de sello alrededor del conductor radial para sellar un espacio anular entre el conductor radial y la cámara radial. Un diseño usado actualmente es accionar por resorte el conjunto de conductor radial con un resorte helicoidal para compensar la fluencia del material y la relajación de los elementos de sello después del montaje y el funcionamiento.
- 50
- El objetivo del uso de un resorte helicoidal es mantener el conjunto de conductor radial bajo carga después de la relajación debido a la fluencia del material y el endurecimiento por compresión del sello. Sin embargo, el diseño del resorte helicoidal no tiene una fuerza de resistencia aplicada por un par de torsión de tuerca dentada y por tanto llega al tope bajo una pequeña fracción del par de torsión total de la tuerca dentada. Con una pequeña cantidad de relajación, se pierde una gran cantidad de fuerza del conjunto. Debido a la carga débil del resorte helicoidal, la carga del conjunto aumenta desde una fuerza centrífuga añadida del resorte helicoidal a la velocidad de funcionamiento del generador. Esto puede dar como resultado un ciclo de carga en el conjunto de conductor radial desde parada hasta velocidad de funcionamiento de casi un 50% mayor cuando está funcionando que cuando está parado. Como consecuencia, el conjunto de conductor radial puede cargarse de manera insuficiente cuando está parado y presentar fugas.
- 55
- Un conjunto de sello de conductor radial mejorado puede requerir la sustitución del resorte helicoidal. Sin embargo, debido al acceso limitado al conjunto y a una altura del resorte helicoidal que supera físicamente el espacio disponible para la retirada, la retirada del resorte helicoidal en un conjunto de sello de conductor radial existente puede suponer la retirada parcial del componente de devanado del generador para proporcionar la accesibilidad requerida para retirar el resorte helicoidal, lo que conlleva un aumento del esfuerzo y del coste sobre el terreno.
- 60
- 65

**Sumario de la invención**

Para describirlo brevemente, los aspectos de la presente invención se refieren a un método de readaptación para modificar un conjunto de sello de conductor radial de un generador y a un conjunto de sello de conductor radial de un generador.

5 Según un aspecto, se presenta un método de readaptación para modificar un conjunto de sello de conductor radial de un generador. El generador comprende un conjunto de conductor para conducir una corriente de campo a un devanado de rotor. El conjunto de conductor comprende un conductor axial que se extiende dentro de una cámara axial a través del rotor y un conductor radial que se extiende radialmente hacia el exterior desde el conductor axial a través de una cámara radial. El conjunto de sello de conductor radial sella de manera fluida la cámara radial con respecto a la cámara axial. El conjunto de sello de conductor radial comprende una pluralidad de elementos de sellado anulares dispuestos alrededor del conductor radial con el fin de sellar un espacio anular entre el conductor radial y la cámara radial, un resorte helicoidal dispuesto de manera anular alrededor del conductor radial entre la pluralidad de elementos de sellado y una unión entre el conductor radial y el conductor axial, y un elemento de carga. El método de readaptación comprende retirar uno o más de los elementos de sellado anulares para definir un espacio radial entre el resto de los elementos de sellado y el resorte helicoidal. Una pluralidad de resortes cónicos se inserta en dicho espacio radial. Se aplica una carga de compresión radialmente hacia el interior sobre el conjunto de sello de conductor radial mediante el elemento de carga de modo que los resortes cónicos sólo se compriman parcialmente.

20 Según otro aspecto, se presenta un conjunto de sello de conductor radial de un generador. El generador comprende un conjunto de conductor para conducir una corriente de campo a un devanado de rotor. El conjunto de conductor comprende un conductor axial que se extiende dentro de una cámara axial a través del rotor y un conductor radial que se extiende radialmente hacia el exterior desde el conductor axial a través de una cámara radial. El conjunto de sello de conductor radial comprende una pluralidad de elementos de sellado anulares dispuestos alrededor del conductor radial para sellar un espacio anular entre el conductor radial y la cámara radial y sellar de ese modo la cámara axial de manera fluida con respecto a la cámara radial. Un resorte helicoidal está dispuesto de manera anular alrededor del conductor radial entre la pluralidad de elementos de sellado y una unión entre el conductor radial y el conductor axial. Una pluralidad de resortes cónicos están dispuestos de manera anular alrededor del conductor radial en un intersticio radial entre la pluralidad de elementos de sellado y el resorte helicoidal. El conjunto de sello de conductor radial comprende un elemento de carga para ejercer una carga de compresión sobre el conjunto de sello de conductor radial en una dirección radialmente hacia el interior de modo que los resortes cónicos sólo se compriman parcialmente.

35 Pueden usarse diversos aspectos y realizaciones de la solicitud como se describió anteriormente y a continuación en el presente documento no sólo en las combinaciones descritas explícitamente, sino también en otras combinaciones. Al experto se le ocurrirán modificaciones al leer y comprender la descripción.

**Breve descripción de los dibujos**

40 Las realizaciones a modo de ejemplo de la solicitud se explican con más detalle con respecto a los dibujos adjuntos. En los dibujos:

45 la figura 1 ilustra una vista en sección transversal en perspectiva de un conjunto de conductor de un generador según una realización;

la figura 2 ilustra una vista en perspectiva de una configuración existente de un conjunto de sello de conductor radial según una realización;

50 la figura 3 ilustra una vista en perspectiva de una configuración modificada de un conjunto de sello de conductor radial según una realización;

la figura 4 ilustra una vista en perspectiva de un resorte cónico según una realización;

55 la figura 5 ilustra una vista en perspectiva de resortes cónicos orientados en una configuración en serie según una realización;

la figura 6 ilustra una vista en perspectiva de resortes cónicos orientados en una configuración en paralelo según una realización; y

60 la figura 7 ilustra una vista en perspectiva de resortes cónicos orientados en una combinación de configuraciones en serie y en paralelo según una realización.

65 Para facilitar la comprensión, se han usado números de referencia idénticos, en la medida de lo posible, para designar elementos idénticos que son comunes a las figuras.

**Descripción detallada de la invención**

A continuación se describe una descripción detallada relacionada con aspectos de la presente invención con respecto a las figuras adjuntas.

5 La figura 1 ilustra una vista en perspectiva de un conjunto 200 de conductor de un generador según una realización. Según la realización ilustrada, el conjunto 200 de conductor comprende un conductor 300 axial que se extiende en una dirección axial de un rotor 100 del generador y un conductor 400 radial que se ramifica radialmente hacia el exterior desde el conductor 300 axial. Para ello, el rotor 100 está dotado de una cámara 320 axial y una cámara 420 radial conectada a y que se extiende radialmente hacia el exterior desde la cámara 320 axial. El conductor 300 axial y el conductor 400 radial están colocados respectivamente con la cámara 320 axial y la cámara 420 radial del rotor 100. El conjunto 200 de conductor está dispuesto para conducir una corriente de campo desde una fuente de excitación (no mostrada) mediante el conductor 300 axial y el conductor 400 radial hasta un devanado de rotor situado radialmente hacia el exterior (no mostrado).

15 El diámetro exterior del rotor 100 puede estar en contacto con un gas presurizado, tal como gas hidrógeno. Cualquier fuga de gas en el conductor 400 radial puede permitir que se pierda gas hidrógeno al fugarse hacia el interior de la cámara 320 de conductor axial del rotor 100. La fuga puede comunicarse a través de la cámara 320 de conductor axial hacia el interior de la fuente de excitación y a la atmósfera. La pérdida de gas hidrógeno puede requerir realizar operaciones para mantener una presión de funcionamiento adecuada del generador. La fuga puede crear un estado peligroso potencial si se produce una acumulación suficiente. Para impedir la fuga de gas en el conductor 400 radial se usa un conjunto de sello de conductor radial, tal como se describe a continuación en el presente documento.

25 La figura 2 ilustra una vista en perspectiva de un tipo conocido de conjunto de un sello de conductor radial. Como se muestra, el conjunto 500 de sello de conductor radial comprende una pluralidad de elementos 510 de sellado anulares. Los elementos 510 de sellado anulares están dispuestos alrededor del conductor 400 radial con el fin de sellar un espacio anular entre el conductor 400 radial y la cámara 420 radial. Los elementos 510 de sellado anulares pueden estar compuestos, por ejemplo por un material que comprende caucho de neopreno.

30 El conjunto 500 de sello de conductor radial mostrado en la figura 2 comprende un resorte 520 helicoidal dispuesto de manera anular alrededor del conductor 400 radial entre la pluralidad de elementos 510 de sellado y una unión 530 entre el conductor 400 radial y un conductor 300 axial. Una tuerca 540 está acoplada a un extremo radialmente exterior del conductor 400 radial. Se aplica habitualmente un par de torsión a la tuerca para ejercer una carga de compresión radial sobre el conjunto 500 de sello de conductor radial. El conjunto 500 de sello de conductor radial puede comprender un espaciador 550 y una arandela 560 superior dispuesta de manera anular alrededor del conductor 400 radial entre la tuerca 540 y los elementos 510 de sellado anulares. El conjunto 500 de sello de conductor radial puede comprender una arandela 570 inferior dispuesta de manera anular alrededor del conductor 400 radial entre los elementos 510 de sellado anulares y el resorte 520 helicoidal.

40 La carga de compresión aplicada por el par de torsión sobre la tuerca 540 puede comprimir completamente el resorte 520 helicoidal. Cuando se comprime completamente, el resorte 520 helicoidal ejerce una carga de compresión predeterminada sobre los elementos 510 de sellado, que no pueden cambiarse ni eliminarse sobre el terreno debido a limitaciones de espacio. El desplazamiento completamente comprimido del resorte 520 helicoidal requerido para esta carga de compresión controla la cantidad de relajación del conjunto 500 de sello de conductor radial debido a la fluencia que puede albergarse con cierto grado de carga retenida por parte del resorte 520 helicoidal. El desplazamiento completamente comprimido del resorte 520 helicoidal no puede ajustarse.

50 En el conjunto 500 de sello de conductor radial mostrado en la figura 2, el resorte 520 helicoidal no tiene la fuerza de resistencia para equilibrar la carga de compresión aplicada por el par de torsión sobre la tuerca 540. Por ejemplo, el resorte 520 helicoidal puede comprimirse hasta su grado máximo (es decir llega al tope) sólo bajo una fracción del par de torsión total aplicado sobre la tuerca 540. Como consecuencia, la configuración mostrada en la figura 2 no puede mantener suficiente carga de compresión para el conjunto 500 de sello de conductor radial a lo largo del período de funcionamiento debido a la fluencia del material de los elementos de sello 510 con endurecimiento por compresión y térmica. Debido a la carga débil del resorte 520 helicoidal, la carga sobre el conjunto 500 de sello de conductor radial puede aumentar desde una fuerza centrífuga añadida del resorte 520 helicoidal a la velocidad de funcionamiento del generador. Esto puede dar como resultado un ciclo de carga en el conjunto 500 de conductor radial desde parada hasta velocidad de funcionamiento de casi un 50% mayor cuando está funcionando que cuando está parado. Como resultado, el conjunto 500 de sello de conductor radial puede cargarse de manera insuficiente cuando está parado y presentar fugas.

65 Una solución para mejorar el rendimiento de una configuración existente de un conjunto 500 de sello de conductor radial sería sustituir el resorte 520 helicoidal por un método mejorado de retención de carga. Sin embargo, debido a las limitaciones del espacio disponible, la retirada del resorte 520 helicoidal implicaría la retirada parcial de un componente de devanado del generador para proporcionar la accesibilidad requerida. La sustitución del resorte 520 helicoidal en la configuración existente del conjunto 500 de sello de conductor radial crearía por tanto costosas

interrupciones forzadas y de mantenimiento y una baja satisfacción del cliente. En un ejemplo, la altura del resorte 520 helicoidal en un conjunto 500 de sello de conductor radial es de aproximadamente 5,59 cm (2,2 pulgadas) en la dirección radial. En este ejemplo, la distancia de retirada disponible para reparar el conjunto 500 de sello de conductor radial sería de aproximadamente 4,32 cm (1,7 pulgadas). La solución actual para abordar el problema de fuga de gas a través de un conjunto 500 de conductor radial es sustituir el conjunto 500 de conductor radial solo sin realizar ninguna modificación para mejorar el rendimiento del conjunto 500 de sello de conductor radial.

La figura 3 ilustra una vista en perspectiva de una configuración modificada de un conjunto 600 de sello de conductor radial según una realización de la invención. La configuración modificada de un conjunto 600 de sello de conductor radial mostrada en la figura 3 proporciona un rendimiento de sellado mejorado en relación con la configuración existente de un conjunto 500 de sello de conductor radial mostrado en la figura 2. Esto se consigue proporcionando uno o más resortes 620 cónicos para aumentar la fuerza de compresión del resorte 510 helicoidal. Tal como se muestra en la figura 3, los resortes 620 cónicos están dispuestos radialmente entre el resorte 520 helicoidal y los elementos 510 de sellado. La configuración de la invención permite que bajo una carga de compresión de un elemento de carga, que en este ejemplo es una tuerca 540, los resortes 620 cónicos no llegan al tope sino que sólo se comprimen parcialmente. Esto proporcionaría una carga de compresión suficiente sobre el conjunto 600 de sello de conductor radial para compensar mejor la relajación de los elementos 510 de sellado debido a la fluencia después del período de funcionamiento. Además, un resorte 620 cónico puede sustituirse o ajustarse sin tener que desmontar el rotor y/o los devanados. Esto hace que sea significativamente más sencillo ajustar la carga de compresión sobre el conjunto 600 de sello de conductor radial sobre el terreno, en comparación con la configuración descrita en la figura 2.

Según un aspecto de la invención, la modificación puede incluir una readaptación sobre el terreno de la configuración existente descrita en la figura 2. La modificación no implica la sustitución el resorte 520 helicoidal y por lo tanto puede implementarse durante las interrupciones sobre el terreno sin tener retirar un componente principal del rotor.

Con referencia a la figura 3, una primera etapa del método de readaptación comprende retirar uno o más de los elementos 510 de sellado anulares de la configuración existente, para definir un espacio radial entre el resorte 520 helicoidal y el elemento 510 de sellado radialmente más interior. En una realización a modo de ejemplo, el espacio radial se produce retirando dos de los elementos 510 de sellado anulares. En una etapa posterior, se insertan una pluralidad de resortes 620 cónicos en el espacio radial. En la realización ilustrada, se muestran dos resortes 620 cónicos para insertarse en el espacio radial entre el resorte 520 helicoidal y los elementos 510 de sellado restantes. El número de resortes 620 cónicos que se van a insertarse, y de manera correspondiente el número de elementos 510 de sellado retirados para albergar los mismos, puede ajustarse sobre el terreno, dependiendo de la cantidad de carga de compresión requerida.

En una etapa posterior, se aplica una carga de compresión radialmente hacia el interior al conjunto 600 de sello de conductor radial mediante un elemento de carga, que en esta realización comprende una tuerca 540. La carga de compresión puede aplicarse ejerciendo un par de torsión sobre la tuerca 540, por ejemplo mediante una llave de tuercas. La carga de compresión radialmente hacia el interior aplicada al conjunto 600 de sello de conductor radial puede comprimir completamente el resorte 520 helicoidal pero comprime sólo parcialmente los resortes 620 cónicos. Esto permitiría que los resortes 620 cónicos bajasen una cantidad indicada bajo la carga de compresión sobre el elemento 540 de carga para conseguir una cantidad total de deflexión y carga deseada para el conjunto 600 de sello de conductor radial. La relajación del conjunto 600 de sello de conductor radial se recuperará mediante una expansión de los resortes 620 cónicos con sólo una pequeña cantidad de pérdida de fuerza de la carga de compresión ejercida sobre el elemento 540 de carga.

Según una realización, la compresión parcial de los resortes 620 cónicos puede ser de manera que se proporcione suficiente desplazamiento restante para compensar la expansión térmica de los elementos 510 de sello sin que lleguen a comprimirse completamente. Según un aspecto de la invención, los resortes 620 cónicos en un conjunto 600 de sello de conductor radial permanecen en un estado parcialmente comprimido durante el funcionamiento para regular la presión mecánica en el conjunto 600 de sello de conductor radial producida por la fuerza centrífuga y la expansión térmica de los elementos 510 de sello durante el funcionamiento. Según un aspecto de la invención, los resortes 620 cónicos en un estado parcialmente comprimido pueden proporcionar una carga estática y sostenida sobre el conjunto 600 de sello de conductor radial tanto cuando está parado como a la velocidad de funcionamiento. La configuración del conjunto 600 de sello de conductor radial modificado puede eliminar el aflojamiento de la carga cuando está parado. Según una realización, los resortes 620 cónicos en un conjunto 600 de sello de conductor radial pueden estar comprimidos sólo en el 50%.

Según una realización tal como se ilustra en la figura 3, un espaciador 640 de transición está dispuesto de manera anular alrededor del conductor 400 radial entre el resorte 520 helicoidal y los resortes 620 cónicos. El espaciador 640 de transición puede proporcionar una superficie de contacto entre el resorte 520 helicoidal y los resortes 620 cónicos de modo que la carga de compresión se aplique uniformemente al conjunto 600 de sello de conductor radial para impedir el daño de los elementos de sello 510 producidos por concentraciones de tensión como consecuencia de una carga no uniforme.

La dimensión de un resorte 620 cónico en una configuración modificada de un conjunto 600 de sello de conductor radial puede diseñarse para cumplir los requisitos de carga y de dimensiones del conjunto 600 de sello de conductor radial. Una característica de diseño del resorte 620 cónico es que el resorte 620 cónico no puede hacer contacto con una superficie aislada del conductor 400 radial en cualquier momento durante el montaje o el funcionamiento. Si esto ocurre, es posible que el resorte 620 cónico pueda dañar y/o retirar una parte del aislamiento del conductor 400 radial y puede permitir que el conductor 400 radial se conecte a masa con un cuerpo del rotor. El resorte 620 cónico está diseñado de modo que un espacio desde el diámetro exterior del resorte 620 cónico hasta el diámetro interior de la cámara 420 de conductor radial es más pequeño que el espacio desde el diámetro interior del resorte 620 cónico hasta el diámetro exterior del aislamiento del conductor 400 radial. Esta configuración garantiza que el resorte 620 cónico no podrá entrar en contacto con la superficie aislada del conductor 400 radial en ningún momento durante el montaje o el funcionamiento.

La figura 4 ilustra una vista en perspectiva de un resorte 620 cónico según una realización. El resorte 620 cónico tiene una superficie 660 anular con el diámetro interior DI y el diámetro exterior DE. La superficie 660 anular es cónica, por lo que el diámetro interior DI y el diámetro exterior DE están separados por una altura total AT del resorte 620 cónico. El diámetro interior DI puede estar dimensionado para ajustar estrechamente al diámetro del conductor 400 radial. Como ejemplo, el diámetro interior puede estar en el intervalo de 7,203 cm (2,836 pulgadas) a 7,173 cm (2,824 pulgadas) mientras que el diámetro exterior DE puede estar en el intervalo de 9,238 cm (3,637 pulgadas) a 9,202 cm (3,623 pulgadas).

En el conjunto 600 de sello de conductor radial, los resortes 620 cónicos pueden apilarse en diferentes configuraciones. El apilado de los resortes 620 cónicos en diferentes configuraciones permite ajustar un desplazamiento parcialmente comprimido de los resortes 620 cónicos y por tanto ajustar la carga para el conjunto 600 de sello de conductor radial.

De la figura 5 a la figura 7 se ilustran vistas en perspectiva de resortes 620 cónicos orientados en diferentes configuraciones. La figura 5 ilustra una orientación en serie, que muestra tres resortes 620 cónicos que están dispuestos en serie. La figura 6 ilustra una configuración en paralelo, que muestra tres resortes 620 cónicos que están dispuestos en paralelo entre sí. La figura 7 ilustra una combinación de configuraciones en serie y en paralelo a modo de ejemplo, que muestra tres grupos de resortes 620a, 620b y 620c cónicos dispuestos en serie, en la que cada grupo comprende dos resortes cónicos dispuestos en paralelo. El número de resortes 620 cónicos usado y su orientación puede determinarse basándose en la cantidad de carga de compresión requerida, y puede ajustarse sobre el terreno, por ejemplo, durante una interrupción o mantenimiento. En la realización de la figura 3, el conjunto 600 de sello de conductor radial comprende dos resortes 620 cónicos orientados en una configuración en serie.

La configuración modificada del conjunto 600 de sello de conductor radial mejora el rendimiento de la configuración existente de un conjunto 500 de sello de conductor radial que no puede mantener una carga de compresión suficiente en el conjunto 500 de sello de conductor radial a lo largo del período de funcionamiento debido a la fluencia del sello endurecimiento por compresión y térmica.

Además, la configuración modificada del conjunto 600 de sello de conductor radial puede retener una carga sostenida requerida para sellar el conductor 400 radial de un generador tanto cuando está parado como a la velocidad de funcionamiento incluso después de que se haya producido la fluencia y el endurecimiento por compresión del sello.

El método de readaptación ilustrado puede usarse para modificar un conjunto de sello de conductor radial existente de un generador sobre el terreno para eliminar problemas de fugas sin tener que realizar desmontajes caros y que requieren mucho tiempo de un componente principal del rotor.

El método y el aparato dados a conocer pueden implementarse en diferentes tipos de solicitudes de generación de energía, tales como una solicitud de generación de energía nuclear.

Aunque en el presente documento se han mostrado y descrito en detalle diversas realizaciones que incorporan las enseñanzas de la presente invención, los expertos en la técnica pueden idear fácilmente muchas otras realizaciones variadas que sigan incorporando estas enseñanzas. La invención no se limita en su aplicación a los detalles de construcción de realización a modo de ejemplo ni a la disposición de los componentes expuestos en la descripción o ilustrados en los dibujos. La invención puede presentarse en otras realizaciones y ponerse en práctica o llevarse a cabo de diversos modos. Además, ha de entenderse que la fraseología y terminología usadas en el presente documento es con fines de descripción y no deben considerarse limitativas. El uso de "que incluye", "que comprende" o "que tiene" y las variaciones de los mismos en el presente documento está destinado a englobar los elementos enumerados a continuación y equivalentes de los mismos así como elementos adicionales. A menos que se especifique o limite de otro modo, los términos "montado", "conectado", "soportado" y "acoplado" y las variaciones de los mismos se usan en sentido amplio y engloban montajes, conexiones, soportes y acoplamientos directos e indirectos. Además, "conectado" y "acoplado" no se limita a conexiones o acoplamientos físicos o mecánicos.

## ES 2 715 004 T3

### Lista de referencias:

- 100 Rotor
- 5 200 Conjunto de conductor de un generador
- 300 Conductor axial
- 320 Cámara axial
- 10 400 Conductor radial
- 420 Cámara radial
- 15 500 Configuración existente de un conjunto de sello de conductor radial
- 510 Elementos de sellado anulares
- 520 Resorte helicoidal
- 20 530 Unión entre conductor radial y conductor axial
- 540 Elemento de carga
- 25 550 Espaciador
- 560 Arandela superior
- 570 Arandela inferior
- 30 600 Configuración modificada de un conjunto de sello de conductor radial
- 620 Resorte cónico
- 35 640 Espaciador de transición
- 660 Superficie anular de resorte cónico

**REIVINDICACIONES**

1. Método de readaptación para modificar un conjunto (500) de sello de conductor radial de un generador, en el que el generador comprende un conjunto (200) de conductor para conducir una corriente de campo a un devanado de rotor, en el que el conjunto (200) de conductor comprende un conductor (300) axial que se extiende dentro de una cámara (320) axial a través del rotor (100) y un conductor (400) radial que se extiende radialmente hacia el exterior desde el conductor (300) axial a través de una cámara (420) radial, en el que el conjunto (500) de sello de conductor radial sella de manera fluida la cámara (420) radial con respecto a la cámara (320) axial, en el que el conjunto (500) de sello de conductor radial comprende una pluralidad de elementos (510) de sellado anulares dispuestos alrededor del conductor (400) radial con el fin de sellar un espacio anular entre el conductor (400) radial y la cámara (420) radial, un resorte (520) helicoidal dispuesto de manera anular alrededor del conductor (400) radial entre la pluralidad de elementos (510) de sellado y una unión (530) entre el conductor (400) radial y el conductor (300) axial, y un elemento (540) de carga, comprendiendo el método de readaptación:
- retirar uno o más de los elementos (510) de sellado anulares para definir un espacio radial entre el resto de los elementos (510) de sellado y el resorte (520) helicoidal;
- insertar una pluralidad de resortes (620) cónicos en dicho espacio radial; y
- aplicar una carga de compresión radialmente hacia el interior sobre el conjunto (600) de sello de conductor radial mediante el elemento (540) de carga de modo que los resortes (620) cónicos sólo se compriman parcialmente.
2. Método de readaptación según la reivindicación 1, en el que un espaciador (640) de transición está dispuesto de manera anular alrededor del conductor (400) radial entre el resorte (520) helicoidal y los resortes (620) cónicos.
3. Método de readaptación según la reivindicación 1, en el que la carga de compresión ejercida por el elemento (540) de carga comprime completamente el resorte (520) helicoidal.
4. Método de readaptación según la reivindicación 1, en el que el elemento (540) de carga comprende una tuerca acoplada a la cámara (420) radial en un extremo radialmente exterior del conductor (400) radial, y en el que la carga de compresión se aplica ejerciendo un par de torsión sobre la tuerca.
5. Método de readaptación según la reivindicación 1, en el que los resortes (620) cónicos están orientados en una configuración en serie.
6. Método de readaptación según la reivindicación 1, en el que los resortes (620) cónicos están orientados en una configuración en paralelo.
7. Método de readaptación según la reivindicación 1, en el que los resortes (620) cónicos están orientados en una combinación de configuraciones en serie y en paralelo.
8. Conjunto (600) de sello de conductor radial de un generador, en el que el generador comprende un conjunto (200) de conductor para conducir una corriente de campo a un devanado de rotor, en el que el conjunto (200) de conductor comprende un conductor (300) axial que se extiende dentro de una cámara (320) axial a través del rotor (100) y un conductor (400) radial que se extiende radialmente hacia el exterior desde el conductor (300) axial a través de la cámara (420) radial, comprendiendo el conjunto (600) de sello de conductor radial:
- una pluralidad de elementos (510) de sellado anulares dispuestos alrededor del conductor (400) radial para sellar un espacio anular entre el conductor (400) radial y la cámara (420) radial y sellar de ese modo la cámara (320) axial de manera fluida con respecto a la cámara (420) radial;
- caracterizado porque un resorte (520) helicoidal está dispuesto de manera anular alrededor del conductor (400) radial entre la pluralidad de elementos (510) de sellado y una unión (530) entre el conductor (400) radial y el conductor (300) axial;
- una pluralidad de resortes (620) cónicos están dispuestos de manera anular alrededor del conductor (400) radial en un intersticio radial entre la pluralidad de elementos (510) de sellado y el resorte (520) helicoidal; y
- un elemento (540) de carga está acoplado para ejercer una carga de compresión sobre el conjunto (600) de sello de conductor radial en dirección radialmente hacia el interior de modo que los resortes (620) cónicos sólo se compriman parcialmente.



## ES 2 715 004 T3

9. Conjunto (600) de sello de conductor radial según la reivindicación 8, que comprende además un espaciador (640) de transición dispuesto de manera anular alrededor del conductor (400) radial entre el resorte (520) helicoidal y los resortes (620) cónicos.
- 5 10. Conjunto (600) de sello de conductor radial según la reivindicación 8, en el que la carga de compresión ejercida por el elemento (540) de carga comprime completamente el resorte (520) helicoidal.
11. Conjunto (600) de sello de conductor radial según la reivindicación 8, en el que el elemento (540) de carga comprende una tuerca acoplada a la cámara (420) radial en un extremo radialmente exterior del conductor (400) radial, y en el que la carga de compresión se aplica ejerciendo un par de torsión sobre la tuerca.
- 10 12. Conjunto (600) de sello de conductor radial según la reivindicación 8, en el que la pluralidad de elementos (510) de sellado están compuestos por un material que comprende caucho de neopreno.
- 15 13. Conjunto (600) de sello de conductor radial según la reivindicación 8, en el que los resortes (620) cónicos están orientados en una configuración en serie.
14. Conjunto (600) de sello de conductor radial según la reivindicación 8, en el que los resortes (620) cónicos están orientados en una configuración en paralelo.
- 20 15. Conjunto (600) de sello de conductor radial según la reivindicación 8, en el que los resortes (620) cónicos están orientados en una combinación de configuraciones en serie y en paralelo.

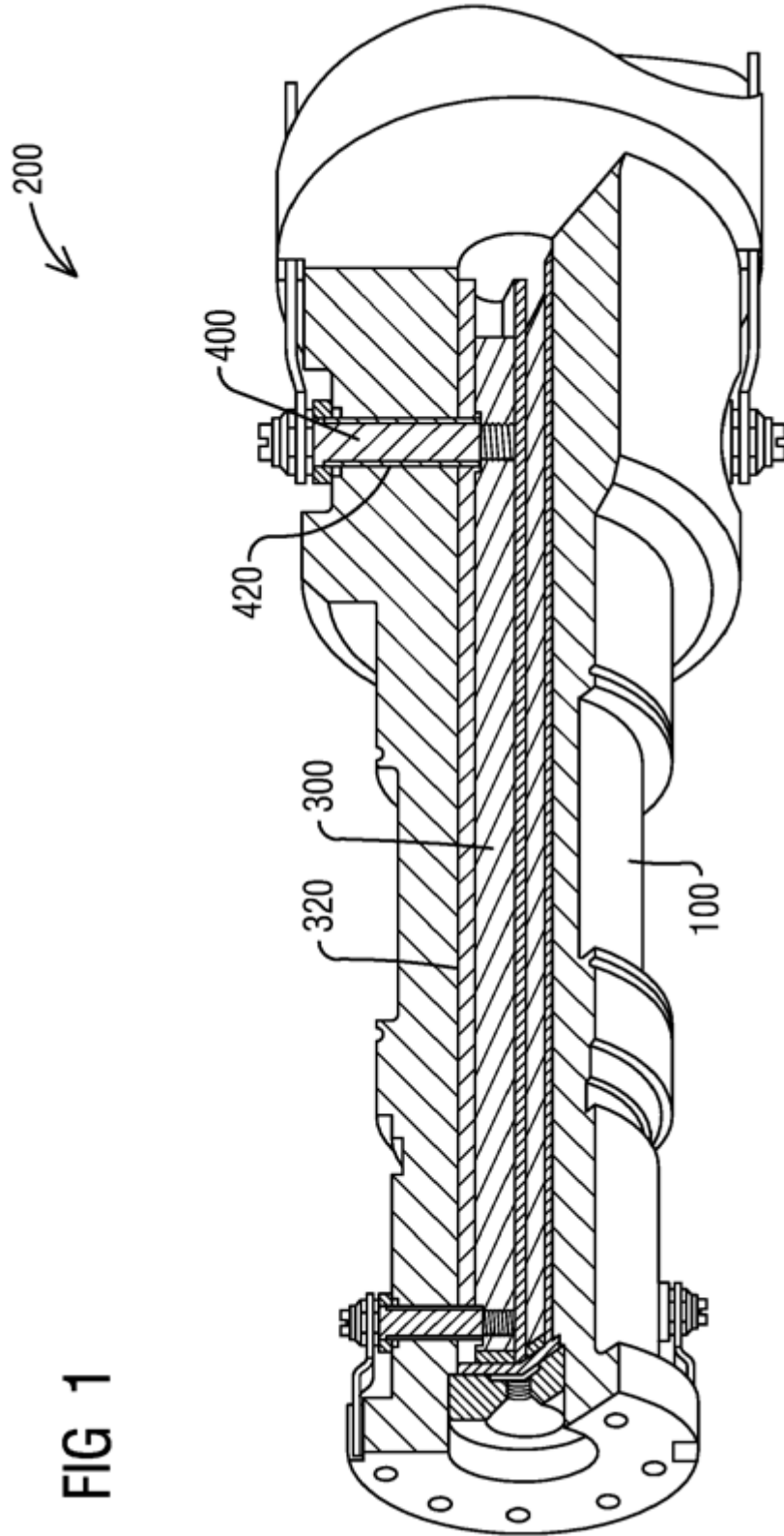


FIG 2

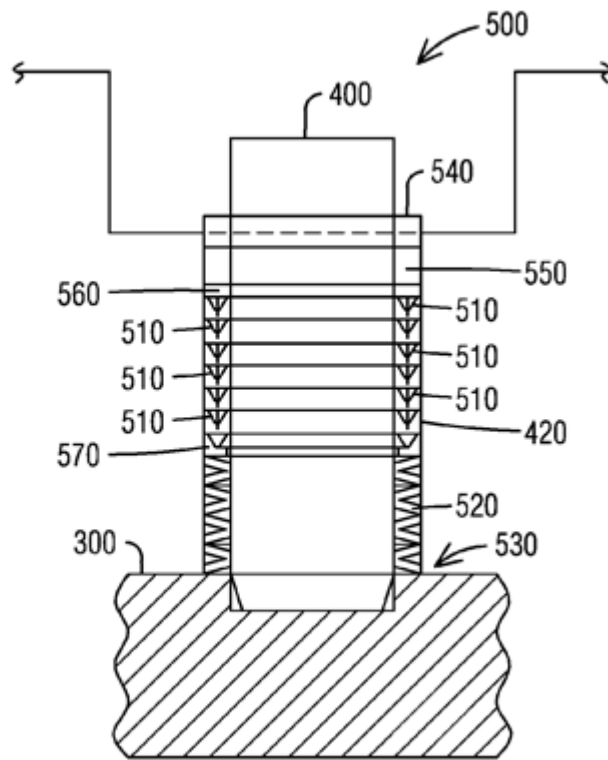


FIG 3

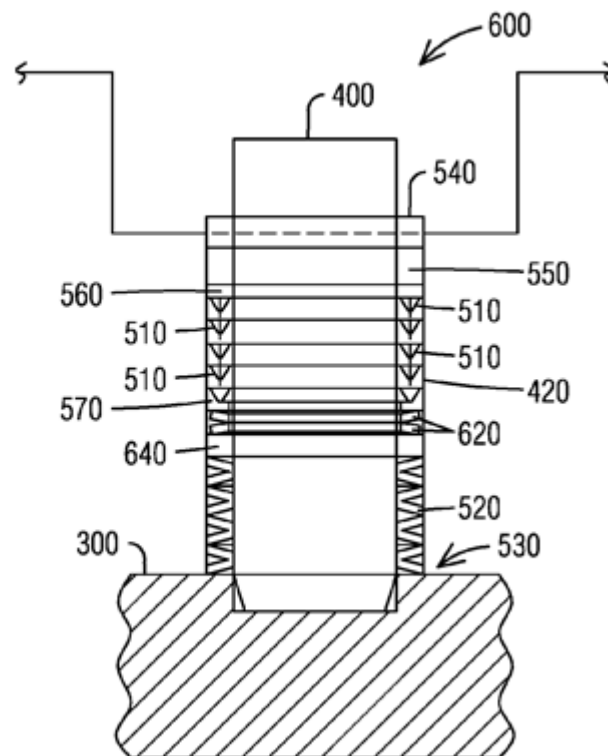


FIG 4

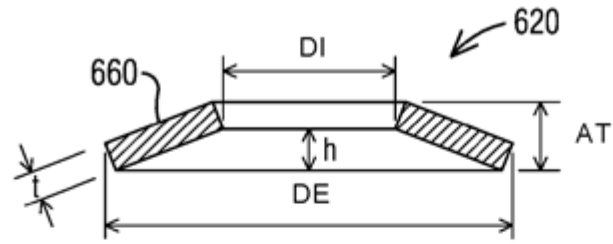


FIG 5

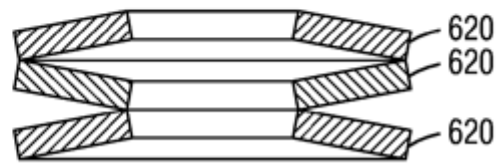


FIG 6

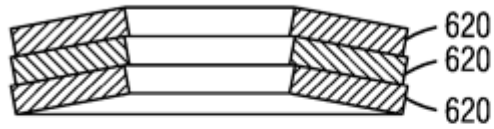


FIG 7

