



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS  
ESPAÑA



⑪ Número de publicación: **2 953 357**

⑮ Int. Cl.:

**F16C 35/02** (2006.01)  
**F16C 35/077** (2006.01)  
**F03D 80/50** (2006.01)  
**F03D 80/70** (2006.01)  
**B23P 6/00** (2006.01)

⑫

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

⑥ Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **02.10.2020 PCT/DK2020/050268**  
⑦ Fecha y número de publicación internacional: **29.04.2021 WO21078342**  
⑨ Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **02.10.2020 E 20789829 (7)**  
⑩ Fecha y número de publicación de la concesión europea: **16.08.2023 EP 4048911**

---

⑮ Título: **Método para reparar un orificio de cojinete y un elemento de inserción de orificio para reparar un orificio de cojinete**

⑩ Prioridad:

**23.10.2019 DK PA201970661**

⑮ Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:  
**10.11.2023**

⑮ Titular/es:

**VESTAS WIND SYSTEMS A/S (100.0%)**  
**Hedeager 42**  
**8200 Aarhus N, DK**

⑮ Inventor/es:

**ANDERSEN, MOGENS E. y**  
**FERNANDEZ GARCIA, BORJA**

⑮ Agente/Representante:

**ARIAS SANZ, Juan**

**ES 2 953 357 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

Método para reparar un orificio de cojinete y un elemento de inserción de orificio para reparar un orificio de cojinete

5 **Campo técnico**

La invención se refiere en general a un método para reparar un orificio de cojinete, por ejemplo, un orificio de cojinete en una turbina eólica. Los aspectos de la invención se refieren a un método y a un elemento de inserción de orificio para su uso en la reparación del orificio de cojinete.

10 **Antecedentes**

Las turbinas eólicas para la generación de energía son bien conocidas en la técnica. El tamaño y la escala de las turbinas eólicas se están haciendo cada vez más grandes para aumentar su capacidad de generación de energía.

15 Una turbina eólica típica tiene una torre que soporta una góndola, un buje de rotor y una pluralidad de palas de rotor conectadas al buje de rotor.

20 La góndola de una turbina eólica aloja un número de cojinetes para soportar, y facilitar la rotación de, un número de componentes diferentes, por ejemplo, árboles o componentes de engranaje. Por ejemplo, un árbol principal de la turbina eólica se extiende entre el rotor y un conjunto de caja de engranajes de la turbina eólica, y normalmente se soportará por un cojinete principal en el lado de rotor y otro cojinete en el lado de caja de engranajes. Un árbol de generador de la turbina eólica se extiende entre el conjunto de caja de engranajes y un generador de la turbina eólica, y también puede soportarse por uno o más cojinetes. En el conjunto de caja de engranajes, los cojinetes se usan para soportar componentes de engranaje de rotación, por ejemplo, un anillo exterior de engranaje planetario. Otros cojinetes en una turbina eólica pueden incluir, por ejemplo, un cojinete de mecanismo de control de guiñada o un cojinete de mecanismo de control de paso de pala.

25 Un cojinete está alojado en un orificio de cojinete definido por un alojamiento de cojinete, u otro alojamiento, por ejemplo, alojamiento de caja de engranajes, de la turbina eólica. El cojinete incluye un anillo interior fijado al componente de rotación y un anillo exterior fijado al alojamiento, donde el anillo interior rota con el componente de rotación y en relación con el anillo exterior. Los medios particulares para permitir esta rotación relativa depende de qué tipo de cojinete se use. Algunos ejemplos de cojinetes bien conocidos por el experto son los cojinetes de bolas, cojinetes de rodillos, y cojinetes lisos.

30 35 En ciertos escenarios, el anillo exterior puede rotar. La fricción resultante de tal movimiento relativo provoca desgaste en el alojamiento. En particular, esto puede provocar una reducción en el grosor de alojamiento o un aumento en el radio del orificio de cojinete. Esto no es deseable porque conduce a una mayor probabilidad de que el anillo exterior de cojinete rote durante el funcionamiento normal de la turbina eólica de modo que el cojinete no realice su función correctamente. El desgaste del alojamiento también es indeseable porque puede conducir a una desalineación de los componentes de rotación que soporta el cojinete. Por ejemplo, en el caso de un cojinete para un anillo exterior de engranaje planetario, los engranajes y el piñón del conjunto de engranajes pueden desalinearse y provocar daños a, o incluso fallo de, los componentes de engranaje, por ejemplo, dientes de engranaje rotos, fractura de componentes, etc., necesidad de reemplazar toda la caja de engranajes, que es un componente particularmente costoso. La desalineación de los componentes de rotación también puede provocarse por problemas de fabricación o corrosión por vibración.

40 45 Una idea para abordar este problema es formar una placa de metal y unirla o bien a la superficie exterior del anillo exterior de cojinete, o bien a la superficie interior del alojamiento de cojinete que define el orificio, con el fin de llenar el espacio creado por el desgaste. Sin embargo, esto experimenta la desventaja de ser costoso y laborioso para formar una placa metálica de las dimensiones correctas.

50 55 Otra idea para abordar el problema del desgaste de alojamiento de cojinete es añadir manualmente pegamento metálico, o pegamento epoxi, a la superficie interior del alojamiento de cojinete. A continuación, este se deja curar de manera que la superficie interior de alojamiento y el pegamento solidificado combinados restablezcan el radio nominal o requerido del orificio. Sin embargo, esto experimenta la desventaja de que es necesario que la aplicación del pegamento se realice manualmente por un individuo, haciendo que sea difícil lograr la dimensión correcta del orificio.

60 Es en este contexto en el que se establece la presente invención.

65 El documento DE 10 2005 048781 B3 da a conocer un método para reparar un orificio de cojinete y un elemento de inserción de orificio.

### **Sumario de la invención**

65 Se proporciona un método para reparar un orificio de cojinete según la reivindicación 1 y un elemento de inserción de orificio según la reivindicación 10.

- Según un aspecto de la invención, se proporciona un método para reparar un orificio de cojinete definido por una superficie interior de un alojamiento de cojinete. El método comprende aplicar una resina líquida a al menos parte de la superficie interior del alojamiento de cojinete. El método comprende montar un elemento de inserción de orificio en el orificio de cojinete, donde el elemento de inserción de orificio incluye una parte arqueada que tiene un borde colocado a lo largo de una línea del radio requerido del orificio de cojinete, de modo que la resina líquida llena un espacio entre la superficie interior del alojamiento de cojinete y el borde de la parte arqueada del elemento de inserción de orificio. El método comprende retirar el elemento de inserción de orificio del orificio de cojinete después de que la resina líquida se haya solidificado para reparar el orificio de cojinete para dar el radio requerido.
- El método puede comprender aplicar un recubrimiento resistente a resina líquida al borde del elemento de inserción de orificio antes de montar el elemento de inserción de orificio en el orificio de cojinete.
- El recubrimiento resistente a resina líquida puede comprender un recubrimiento de cera.
- El elemento de inserción de orificio puede comprender una parte de brida. El montaje del elemento de inserción de orificio en el orificio de cojinete puede comprender unir la parte de brida al alojamiento de cojinete. La parte de brida puede extenderse desde lados opuestos de la parte arqueada.
- El elemento de inserción de orificio puede comprender al menos un agujero de desbordamiento para permitir que la resina líquida en exceso escape del espacio entre la superficie interior del alojamiento de cojinete y el borde de la parte arqueada del elemento de inserción de orificio. En una realización, el al menos un agujero de desbordamiento está ubicado en la parte de brida donde el borde de la parte arqueada del elemento de inserción de orificio se encuentra con la parte de brida. En diversas realizaciones, el número de agujeros de desbordamiento puede ser 2 o 4.
- La parte arqueada del elemento de inserción de orificio puede formar sustancialmente una parte arqueada semicircular. La parte de brida puede unirse a una primera parte de mitad del alojamiento de cojinete que define sustancialmente la mitad del orificio de cojinete.
- La parte de brida puede unirse a la primera parte de mitad del alojamiento de cojinete insertando medios de unión a través de agujeros respectivos en la parte de brida y la primera parte de mitad del alojamiento de cojinete.
- La parte de brida puede asentarse al ras con la primera parte de mitad del alojamiento de cojinete cuando se une a la misma.
- El montaje del elemento de inserción de orificio en el orificio de cojinete puede comprender unir un elemento de rigidización a un lado de la parte de brida opuesto a un lado que se asienta al ras con el alojamiento de cojinete.
- El elemento de inserción de orificio puede comprender un reborde a lo largo del borde de la parte arqueada. El reborde puede recibirse en el interior de una hendidura correspondiente en la superficie interior del alojamiento de cojinete cuando el elemento de inserción de orificio está montado en el orificio de cojinete. En algunos ejemplos, el elemento de inserción de orificio comprende un reborde en cada uno de los lados delantero y trasero de la parte arqueada.
- En diversas realizaciones, los rebordes están adaptados para permitir que la resina líquida en exceso escape de dicho espacio entre la superficie interior del alojamiento de cojinete y dicho borde de la parte arqueada del elemento de inserción de orificio a través de dichas hendiduras. En una realización, cada reborde puede tener una anchura axial (axial con respecto al orificio) menor que la anchura axial de la hendidura correspondiente, tal como menos del 90 % de la misma. En una realización, cada reborde puede tener una extensión radial desde dicho borde (radial con respecto al orificio) de menos de la extensión radial de dicho borde de la hendidura correspondiente, tal como menos del 90 % de la misma.
- El método puede comprender retirar una cantidad en exceso de la resina líquida solidificada después de retirar el elemento de inserción de orificio del orificio de cojinete de modo que el orificio de cojinete tenga el radio requerido. La retirada de parte de la resina líquida solidificada comprende lijar la resina líquida solidificada.
- El alojamiento de cojinete puede ser parte de una turbina eólica.
- El alojamiento de cojinete puede ser parte de un conjunto de caja de engranajes de la turbina eólica.
- Según un aspecto de la invención, se proporciona un método para reparar un orificio de cojinete en una turbina eólica. La turbina eólica tiene un alojamiento de cojinete con una superficie interior que define el orificio de cojinete. El método comprende aplicar una resina líquida a al menos parte de la superficie interior del alojamiento de cojinete. El método comprende montar un elemento de inserción de orificio en el orificio de cojinete, donde el elemento de inserción de orificio incluye una parte arqueada que tiene un borde colocado a lo largo de una línea de radio requerido del orificio de cojinete, de modo que la resina líquida llena un espacio entre la superficie interior del alojamiento de cojinete y el borde de la parte arqueada del elemento de inserción de orificio. El método comprende retirar el elemento de inserción de orificio del orificio de cojinete después de que la resina líquida se haya solidificado para reparar el orificio de cojinete para dar el radio requerido.

de orificio del orificio de cojinete después de que la resina líquida se haya solidificado para reparar el orificio de cojinete para dar el radio requerido.

Según otro aspecto de la invención, se proporciona un elemento de inserción para reparar un orificio de cojinete definido por una superficie interior de un alojamiento de cojinete. El elemento de inserción de orificio comprende una parte arqueada que tiene un radio correspondiente al radio requerido del orificio de cojinete. El elemento de inserción de orificio comprende una parte de brida para la unión al alojamiento de cojinete para montar el elemento de inserción de orificio en el orificio de cojinete de modo que un borde de la parte arqueada se coloque a lo largo de una línea del radio requerido del orificio de cojinete.

La parte de brida puede formarse como una parte separada con respecto a la parte arqueada del elemento de inserción del orificio.

La parte arqueada del elemento de inserción de orificio puede formarse mediante un proceso de moldeo.

La parte de brida puede comprender uno o más agujeros para recibir medios de unión para unir la parte de brida al alojamiento de cojinete.

El elemento de inserción de orificio puede comprender un reborde a lo largo del borde de la parte arqueada para recibirse en el interior de una hendidura correspondiente del orificio de cojinete cuando el elemento de inserción de orificio está montado en el orificio de cojinete. En algunos ejemplos, el elemento de inserción de orificio comprende un reborde en cada uno de los lados delantero y trasero de la parte arqueada.

El elemento de inserción de orificio puede formarse a partir de un material de politetrafluoroetileno (PTFE).

El alojamiento de cojinete puede ser parte de una turbina eólica.

Según otro aspecto de la invención, se proporciona un elemento de inserción para reparar un orificio de cojinete en una turbina eólica que tiene un alojamiento de cojinete con una superficie interior que define el orificio de cojinete. El elemento de inserción de orificio comprende una parte arqueada que tiene un radio correspondiente al radio requerido del orificio de cojinete. El elemento de inserción de orificio comprende una parte de brida para la unión al alojamiento de cojinete para montar el elemento de inserción de orificio en el orificio de cojinete de modo que un borde de la parte arqueada se coloque a lo largo de una línea del radio requerido del orificio de cojinete.

### 35 **Breve descripción de los dibujos**

Ahora se describirán ejemplos de la invención, solo a modo de ejemplo, con referencia a los dibujos adjuntos, en los que:

40 la figura 1 ilustra una turbina eólica que incluye una góndola y una pluralidad de palas de rotor;

la figura 2 muestra un alojamiento de cojinete de un conjunto de engranajes de la turbina eólica de la figura 1;

45 las figuras 3(a) y 3(b) muestran una parte de mitad inferior del alojamiento de cojinete de la figura 2, y un elemento de inserción de orificio según un ejemplo de la invención para su uso en la reparación de un orificio de cojinete del alojamiento de cojinete, en particular:

la figura 3(a) muestra el elemento de inserción de orificio antes de montarse en un orificio de cojinete; y,

50 la figura 3(b) muestra el elemento de inserción de orificio montado en el orificio de cojinete;

la figura 4 muestra una vista en despiece ordenado del elemento de inserción de orificio de las figuras 3(a) y 3(b);

55 la figura 5 muestra las etapas de un método para reparar el orificio de cojinete usando el elemento de inserción del orificio en las figuras 3(a) y 3(b); y,

las figuras 6(a) y 6(b) muestran vistas en perspectiva y lateral de un elemento de inserción de orificio según otro ejemplo de la invención.

### 60 **Descripción detallada**

La figura 1 muestra una turbina eólica 10 que incluye una torre 12, una góndola 14 acoplada de manera rotatoria a la parte superior de la torre 12, un rotor que incluye un buje de rotor 16 montado en la góndola 14, y una pluralidad de palas de rotor de turbina eólica 18 (en el ejemplo descrito, tres palas de rotor) que están acopladas al buje de rotor 16.

65 La góndola 14 y las palas de rotor 18 se giran y se dirigen a la dirección del viento mediante un sistema de guíñada. La góndola 14 aloja componentes de generación (no mostrados) de la turbina eólica 10, incluyendo un generador,

conjunto de caja de engranajes, conjunto de tren de transmisión y freno, así como equipos convertidores para convertir la energía cinética del viento en energía eléctrica para su provisión a la red. La turbina eólica 10 se muestra en su forma completamente instalada adecuada para el funcionamiento; en particular, el buje de rotor 16 está montado en la góndola 14 y cada una de las palas 18 está montada en el buje de rotor 16.

5 La figura 2 ilustra un alojamiento de cojinete 20 (o un alojamiento de caja de engranajes) del conjunto de caja de engranajes alojado en la góndola 14 de la turbina eólica 10. El alojamiento 20 soporta o aloja un número de componentes del conjunto de caja de engranajes. La caja de engranajes se usa para aumentar la velocidad de rotación del árbol principal accionado por la rotación del buje de rotor 16 y las palas del rotor 18 a la velocidad de rotación del árbol de generador que acciona el generador de turbina eólica.

10 El alojamiento 20 define un número de orificios de cojinete; en particular, en el ejemplo descrito, un primer orificio 22 y un segundo orificio 24 están formados por el alojamiento 20. Es decir, el alojamiento tiene una superficie interior 26 que define el primer orificio 22 y una superficie interior 28 que define el segundo orificio 24. Por "superficie interior" se entiende la superficie interior circunferencial que define los orificios. Los orificios 22, 24 están dispuestos para recibir o alojar cojinetes para facilitar la rotación de los árboles de rotación. Específicamente, el primer orificio 22 es para recibir un árbol de entrada y el segundo orificio 24 es para recibir un árbol de salida. En una caja de engranajes de una sola etapa, este sería el árbol principal y el árbol de generador. En una caja de engranajes de múltiples etapas, esto podría ser una etapa de engranaje vecina en uno o ambos lados. Cada cojinete incluye un anillo exterior y un anillo interior que puede rotar con respecto al anillo exterior con medios adecuados para permitir esta rotación relativa dependiendo de qué tipo de cojinete se use. Algunos ejemplos de cojinetes bien conocidos por el experto son los cojinetes de bolas, cojinetes de rodillos, y cojinetes lisos. El anillo exterior está fijado a la superficie interior respectiva 26, 28 del alojamiento 20, y el anillo interior está fijado al componente/árbol que puede rotar dentro del orificio 22, 24.

15 25 Con referencia adicional a las figuras 3(a) y 3(b), el alojamiento 20 es un alojamiento dividido que tiene partes de mitad superior e inferior. En las figuras 3(a) y 3(b), solo se muestra la parte de mitad inferior 30. La parte de mitad inferior 30 define una mitad inferior de cada uno de los orificios 22, 24, es decir, una forma de orificio semicircular. Es decir, la superficie interior de la parte de mitad inferior 30 tiene forma semicircular. De manera similar, la parte de mitad superior define una mitad superior correspondiente de cada uno de los orificios 22, 24. La parte de mitad superior del alojamiento 20 se une a la parte de mitad inferior (por ejemplo, mediante el uso de pernos de unión) para completar el alojamiento 20 y definir de ese modo los orificios completos 22, 24 como se muestra en la figura 2.

20 30 35 Durante el funcionamiento de la turbina eólica 10, el anillo exterior de cojinete puede en ciertos escenarios no deseados rotar o moverse de otro modo con respecto a la superficie interior 26, 28 de los orificios 22, 24. Esto puede provocar el desgaste de las superficies interiores de orificio 26, 28 de tal manera que puede cambiar la forma de los orificios 22, 24. En particular, el radio de los orificios 22, 24 puede cambiar de tal manera que los cojinetes respectivos ya no se coloquen correctamente en los orificios 22, 24, lo que puede provocar daños o incluso fallos en los componentes de caja de engranajes. Específicamente, puede formarse un espacio entre el anillo de cojinete exterior y la superficie interior 26, 28 de los orificios de cojinete 22, 24, lo que puede aumentar la probabilidad de un movimiento relativo adicional entre el anillo exterior de cojinete y el orificio 22, 24.

40 45 Ahora se describe un método para reparar el orificio 22 que ha experimentado desgaste como se describió anteriormente, junto con un elemento de inserción o pieza de molde que se usa como parte del método de reparación. Continuando con referencia a las figuras 3(a) y 3(b), y con referencia adicional a la figura 4, se proporciona un elemento de inserción de orificio o pieza de molde 40 para su uso en la reparación del orificio de cojinete 22. El elemento de inserción de orificio 40 incluye una parte arqueada o curvada 42 y una parte de brida 44. En el ejemplo descrito, la parte arqueada 42 está formada de politetrafluoroetileno (PTFE); sin embargo, puede usarse cualquier material adecuado. La parte arqueada 42 tiene en este ejemplo una forma semicircular que tiene un borde arqueado o semicircular 46 que define la parte semicircular y un borde recto 48 que es sustancialmente plano. En el ejemplo descrito, la parte arqueada 42 se forma mediante un proceso de moldeo para obtener una pieza generalmente sólida. Obtener la parte arqueada 42 mediante un proceso de moldeo puede ser ventajoso porque puede proporcionar fácilmente una pieza de forma y tamaño precisos, según se deseé.

50 55 60 La parte arqueada 42 está dimensionada para ajustarse al orificio de cojinete 22. En particular, una profundidad de la parte arqueada 42 es igual a la profundidad del orificio 22 en una dirección longitudinal del orificio 22, es decir, a lo largo de un eje de rotación del árbol que está alojado en el orificio 22. En cada uno de los lados delantero y trasero 50, 52 de la parte arqueada 42, el borde arqueado 46 tiene un reborde o nervio 54, 56 que se extiende a lo largo del borde arqueado 46, donde cada reborde o nervio 54, 56 va a recibirse en una hendidura correspondiente 58, 60 en la superficie interior 26 del alojamiento de cojinete 20.

65 El radio de la parte semicircular 42 es igual a un radio nominal o requerido del orificio de cojinete 22, es decir, un radio del orificio de cojinete 22 antes de que experimente desgaste. Obsérvese que el radio del borde arqueado 46 es, por lo tanto, menor que el radio del orificio de cojinete 22 después de que haya experimentado desgaste, al menos a lo largo de parte de la superficie interior 26 del orificio 22. Por lo tanto, el radio de la parte arqueada 42 corresponde al radio del anillo exterior de cojinete que va a soportarse en el orificio 22.

La parte arqueada 42 tiene un número de agujeros 62 (por ejemplo, agujeros roscados 62) a lo largo de su borde recto 48 para su uso en la unión de la parte arqueada 40 a la parte de brida 44, como se describirá a continuación. La parte arqueada 42 también tiene un agujero que se extiende a su través entre sus lados delantero y trasero. Esto permite un fácil movimiento de la parte arqueada 40 fuera del orificio, por ejemplo, usando una eslinga que se extiende a través del agujero y que se une a una grúa de elevación.

La parte de brida 44 del elemento de inserción de orificio 40 es para la unión a la parte arqueada 42 y, en particular, para fijar la parte arqueada 42 en una posición requerida en el orificio 22. La parte de brida 44 es alargada, que tiene una longitud mayor que la longitud del borde recto 48 de la parte arqueada 42 (que también es el diámetro de la parte arqueada 42).

La parte de brida 44 tiene un número de agujeros que se extienden a través de la misma. En particular, la parte de brida 44 tiene un número de agujeros roscados 64 correspondientes a los agujeros roscados 62 en el borde recto 48 de la parte arqueada 42. Por lo tanto, la parte de brida 44 puede unirse a la parte arqueada 42 usando tornillos 66 insertados a través de los respectivos agujeros roscados 62, 64 de las partes arqueada y de brida 42, 44. Cuando se unen entre sí, la parte de brida 44 se asienta adyacente a, y al ras con, el borde recto 48 de la parte arqueada 42.

La parte de brida 44 puede estar formada de un material relativamente rígido para que pueda fijar la parte arqueada 42 en posición en el orificio de cojinete. Alternativamente, o además, puede usarse un elemento de rigidización separado (no mostrado) para garantizar que el elemento de inserción de orificio se fija en su lugar cuando se monta en el orificio. Por ejemplo, un elemento de rigidización separado (formado a partir de un material más rígido que el elemento de inserción de orificio 40) puede ser un elemento alargado unido a un lado de la parte de brida 44 opuesto a un lado que entra en contacto con el alojamiento de cojinete 20 cuando el elemento de inserción de orificio 40 está montado en el orificio 22.

Hacia cualquier borde 68, 70 de la parte de brida 44 son un número de agujeros de perno 72. En particular, los agujeros de perno 72 están ubicados en las partes de la parte de brida 44 que se extienden más allá del diámetro del borde recto 48 de la parte arqueada 42 cuando las partes arqueada y de brida 42, 44 están unidas entre sí. Específicamente,

la parte de brida 44 puede unirse al alojamiento 20 usando pernos 74 que se extienden a través de los agujeros de perno 72 en la parte de brida 44 y los agujeros de perno 76 correspondientes en el alojamiento 20. Los agujeros de perno 76 en la parte de mitad inferior 30 del alojamiento 20 pueden ser convenientemente los agujeros de perno 76 usados para unir las partes de mitad superior e inferior del alojamiento 20 entre sí, también usando pernos. Además, la parte de brida 44 tiene cuatro agujeros de desbordamiento 65 para la resina líquida en exceso. Estos agujeros de desbordamiento 65 son para drenar la resina líquida en exceso en combinación con el drenaje de la resina líquida en exceso a través de los rebordes 54, 56. En particular, si se aplica una cantidad de resina mucho mayor de la necesaria, es preferible tener múltiples posiciones de drenaje, es decir, tanto a través de los rebordes 54, 56 como por medio de estos cuatro agujeros adicionales ubicados en la parte de brida 44 donde el borde arqueado 46 se encuentra con la parte de brida 44.

La figura 5 describe las etapas de un método 80 de reparación del orificio de cojinete 22. En el ejemplo descrito, el orificio que va a repararse es parte de un conjunto de caja de engranajes de turbina eólica. Por lo tanto, el conjunto de caja de engranajes debe desensamblarse al menos parcialmente desde su configuración operativa. En particular, la parte de mitad superior del alojamiento dividido 20 es necesario que se separe de la parte de mitad inferior 30. Esto puede implicar retirar los pernos de unión de los agujeros de perno 76 en la parte de mitad inferior 30 y los agujeros de perno correspondientes en la parte de mitad superior que unen las partes superior e inferior del alojamiento dividido 20 entre sí, y luego retirar la parte de mitad superior desde la parte de mitad inferior 30. El desmontaje de la caja de engranajes también puede incluir retirar el árbol de generador del orificio 22 y/o retirar o desensamblar uno o más de los componentes de caja de engranajes del alojamiento 20.

En la etapa 82 del método 80, se aplica una resina líquida a al menos parte de la superficie interior 26 del orificio 22, en particular a al menos parte de la superficie interior 26 definida por la parte de mitad inferior 30. Por ejemplo, la aplicación de resina puede restringirse a partes específicas de la superficie interior 26 que han experimentado desgaste, o puede ser con respecto a toda la superficie interior 26 definida por la parte de mitad inferior 30. La resina líquida es en particular un pegamento epoxi o pegamento metálico. La cantidad de pegamento que se aplica es de grosor suficiente en cada parte del orificio 22 para llenar el espacio formado entre la superficie de orificio 26 desgastada y el anillo exterior de cojinete cuando la caja de engranajes está en su estado ensamblado. De manera crucial, sin embargo, la cantidad exacta de pegamento que se aplica no es crítica.

Antes de la aplicación de la resina líquida, la superficie interior 26 puede limpiarse para retirar cualquier suciedad o impureza del orificio 22. Además, papel de lija, o algún otro abrasivo recubierto, puede usarse para pulir la superficie interior 26 para hacer más rugosa la superficie antes de aplicar el adhesivo líquido, lo que puede ayudar a garantizar que la resina se adhiera o se fije a la superficie interior 26.

En la etapa 84, el elemento de inserción de orificio 40 está montado en el orificio de cojinete 22, en particular, el elemento de inserción de orificio 40 está montado en la parte de mitad inferior 30 del alojamiento dividido 20 y en el orificio abierto semicircular 22 definido por la parte de mitad inferior 30. Específicamente, la parte de brida 44 se une a la parte arqueada 42 alineando los agujeros roscados 64 de la parte de brida 44 con los agujeros roscados correspondientes 62 de la parte arqueada 42 y fijándolos entre sí usando los tornillos 66. El elemento de inserción de orificio 40 se monta luego en el alojamiento 20 colocando la parte arqueada 42 en el orificio 22 y alineando los agujeros

de perno 72 de la parte de brida 44 con los agujeros de perno 76 del alojamiento 20 y fijándolos entre sí usando los pernos 74. El montaje del elemento de inserción de orificio 40 en el orificio 22 también incluye los rebordes 54, 56 a lo largo del borde 46 de la parte arqueada 42 que se recibe en el interior de las hendiduras 58, 60 de la superficie interior 26 del alojamiento 20, lo que ayuda a colocar el elemento de inserción de orificio 40 correctamente en el orificio 22.

5 La figura 3(a) muestra las partes arqueada y de brida 42, 44 del elemento de inserción de orificio 40 antes de montarse en el alojamiento 20, la figura 3(b) muestra el elemento de inserción de orificio 40 montado en el orificio 22.

Cuando el elemento de inserción de orificio 40 está montado en el orificio 22, el borde 46 de la parte arqueada 42 está colocado a lo largo de una línea del radio requerido del orificio de cojinete 22. En particular, el borde arqueado 46 se coloca a lo largo de una línea que define la superficie interior requerida del orificio 22, es decir, la superficie interior 26 antes de que esté experimentándose desgaste. Los agujeros roscados 62, 64 y los agujeros de perno 72 del elemento de inserción de orificio 40 están diseñados y colocados de tal manera que cuando las partes arqueada y de brida 42, 44 están unidas entre sí, y la parte de brida 44 está unida al alojamiento 20, la parte arqueada 42 está en la posición correcta en el orificio 22 de tal manera que el borde arqueado 46 se coloca a lo largo de la superficie de orificio nominal.

10  
15 Antes de montar el elemento de inserción de orificio 40 en el orificio de cojinete 22, puede aplicarse un recubrimiento resistente a resina líquida a al menos parte del elemento de inserción de orificio 40. En particular, el recubrimiento puede ser un recubrimiento de cera. El recubrimiento se aplica al menos a aquellas partes del elemento de inserción de orificio 40 que entrarán en contacto con la resina cuando el elemento de inserción de orificio 40 esté montado en el orificio 22. Por lo tanto, el recubrimiento se aplica al menos al borde arqueado 46 de la parte arqueada 42; sin embargo, el recubrimiento puede aplicarse igualmente a otras partes de la parte arqueada 42, por ejemplo, toda la parte arqueada 42. De hecho, en ciertos ejemplos, el recubrimiento también puede aplicarse a la parte de brida 44. El recubrimiento resistente a resina garantiza ventajosamente que la resina líquida aplicada a la superficie interior del orificio 22 no se adhiera al elemento de inserción de orificio 40 cuando el elemento de inserción de orificio 40 está montado en el orificio 22.

20  
25  
30  
35 Cuando el elemento de inserción de orificio 40 se monta en el orificio 22, la resina líquida llena el espacio definido entre la superficie interior (desgastada) 26 del alojamiento de cojinete 20 y el borde 46 de la parte arqueada 42 del elemento de inserción de orificio 40. Como el elemento de inserción de orificio 40 está montado en el orificio 22 de tal manera que el borde 46 de la parte arqueada 42 se coloca a lo largo del radio requerido del orificio 22, es decir, antes del desgaste de la superficie de orificio, la resina se comprime en el espacio de manera que ocupa solo el espacio formado por el desgaste a la superficie de orificio. Los rebordes 54, 56 ayudan a garantizar que la resina líquida en el espacio sea del grosor deseado y al mismo tiempo permitir que la resina líquida en exceso pueda escapar a través de las hendiduras 58, 60. En realizaciones preferidas, los rebordes 54, 56 son axialmente y/o radialmente más pequeños que las hendiduras 58, 60 facilitando de este modo que la resina líquida puede fluir hacia fuera (axial y radialmente en relación con el orificio 22). El elemento de inserción de orificio 40 permanece montado y colocado en el orificio 22 hasta que la resina 35 se haya solidificado o secado. Por ejemplo, el elemento de inserción de orificio 40 puede montarse en el orificio 22 durante varias horas, tal como al menos 2 horas o, por ejemplo, aproximadamente 12 horas.

40 En la etapa 86 después de que la resina líquida se haya solidificado o secado, el elemento de inserción de orificio 40 se retira del orificio de cojinete 22 para dejar un orificio de cojinete reparado 22 que tiene el radio requerido, es decir, el radio antes del desgaste. Es decir, las partes de la superficie interior de orificio que se desgastaron se han reemplazado por pegamento epoxi solidificado o seco. Además, el uso del elemento de inserción de orificio 40 colocado con precisión en el orificio 22 garantiza que la cantidad correcta de resina solidificada en las ubicaciones correctas en el orificio 22 para restaurar el radio correcto o requerido del orificio 22 se deja en el orificio 22 después de que se retire el elemento de inserción de orificio 40. El recubrimiento de cera en el elemento de inserción de orificio 40 ayuda a garantizar que el pegamento no se retire del orificio 22 cuando se retira el elemento de inserción de orificio 40.

50 Cuando la resina líquida se aplica a la superficie interior de orificio (en la etapa 82), puede usarse una cantidad en exceso de resina líquida, es decir, más resina líquida de la que se necesita para llenar el espacio formado por el desgaste de orificio. Como tal, cuando el elemento de inserción de orificio 40 está montado en el orificio 22 (en la etapa 84) la resina líquida en exceso puede comprimirse fuera del espacio formado entre la superficie interior de orificio 26 y el borde arqueado 46 del elemento de inserción de orificio 40, por ejemplo, hacia el lado delantero y trasero del orificio 22 a través de los agujeros de desbordamiento 65, o hacia los lados izquierdo/derecho a través de los rebordes 54, 56. Esta resina líquida en exceso puede retirarse, por ejemplo, limpiarse, antes de la solidificación de la resina. Alternativamente, una vez que el elemento de inserción de orificio 40 se ha retirado del orificio 22 después de que la resina se haya solidificado (etapa 86), la resina en exceso solidificada puede entonces retirarse, por ejemplo, usando una lámina de abrasivo recubierto, por ejemplo, papel de lija.

55  
60  
65 El método para reparar el orificio 22 puede incluir además medir las dimensiones del orificio una vez que el elemento de inserción de orificio 40 se ha retirado del orificio 22. Esto es para garantizar que el orificio 22 (definido por la superficie interior de alojamiento 26 y la resina epoxi solidificada) tiene el radio requerido para garantizar el correcto funcionamiento de la caja de engranajes y sus componentes. Por ejemplo, el radio de orificio reparado puede verificarse para garantizar que esté dentro de una tolerancia prescrita.

Lo anterior describe cómo se repara la parte del orificio de cojinete 22 definido por la parte de mitad inferior 30 del alojamiento dividido 20. Puede ser necesario un proceso o método similar para reparar la parte del orificio de cojinete 22 definida por la parte de mitad superior del alojamiento dividido 20, si es necesario. Como cada parte del alojamiento dividido 20 define la mitad del orificio 22, es decir, un semicírculo, entonces la misma parte arqueada 42 usada para reparar la parte de mitad inferior 30 puede usarse para reparar la parte de mitad superior del alojamiento dividido 20. También puede usarse la misma parte de brida 44, aunque esto dependerá de la ubicación de los puntos/agujeros de unión en la parte de mitad superior, ya que la parte de brida debe unirse al alojamiento 20 de tal manera que la parte arqueada del elemento de inserción de orificio se coloque correctamente en el orificio.

10 El orificio de cojinete 24 definido por el alojamiento 20 puede repararse de manera similar al orificio de cojinete 22 descrito anteriormente. Se observa que el orificio de 'árbol de entrada' 24 es mayor que el orificio de 'árbol de salida' 22, en particular, el radio del orificio de árbol de entrada 24 es mayor que el del orificio de árbol de salida 24. Como tal, se necesita un elemento de inserción de orificio diferente, que tenga partes arqueada y de brida de diferentes tamaños, para reparar el orificio 24 del elemento de inserción de orificio 40 usado para reparar el orificio 22.

15 Una vez que uno o ambos orificios de cojinete 22, 24 se ha reparado que la caja de engranajes puede volver a ensamblarse para su funcionamiento. Además del tiempo permitido para que la resina líquida aplicada se solidifique o se cure mientras el elemento de inserción de orificio está montado en el orificio, puede haber una cantidad adicional de tiempo de espera antes de que la caja de engranajes, y de hecho la turbina eólica, se ponga en marcha y se reanude el funcionamiento. Por ejemplo, este tiempo de secado adicional para la resina puede ser de varias horas, por ejemplo, aproximadamente 72 horas en total, incluido el tiempo que el elemento de inserción de orificio está montado en el orificio.

25 Pueden hacerse muchas modificaciones al ejemplo descrito anteriormente sin apartarse del alcance de las reivindicaciones adjuntas.

30 En el ejemplo descrito anteriormente, las partes arqueada y de brida del elemento de inserción de orificio están formadas como partes o piezas separadas; sin embargo, en diferentes ejemplos, las partes arqueada y de brida pueden formarse de manera integral. Por ejemplo, las figuras 6(a) y 6(b) muestran vistas en perspectiva y lateral de un elemento de inserción de orificio 400 según otro ejemplo de la invención en el que una parte arqueada 420 y una parte de brida 440 están formadas de manera integral. Como las partes arqueada y de brida 420, 440 están formadas de manera integral, entonces no hay necesidad de agujeros roscados para unir estas partes entre sí; sin embargo, la parte de brida 440 incluye agujeros de perno 720 para fijar el elemento de inserción de orificio 400 al alojamiento de orificio de modo que la parte arqueada 420 se monte y se coloque correctamente en el orificio de cojinete. La parte arqueada 420 en las figuras 6(a) y 6(b) puede ser de otro modo la misma que la parte arqueada 42 de la figura 4, que tiene un borde arqueado 46 con los rebordes 54, 56. La formación de las partes arqueada y de brida como partes separadas puede dar como resultado ventajosamente un proceso de fabricación más simple, es decir, el proceso de moldeo puede ser más simple ya que las partes separadas tienen una forma más simple. Sin embargo, la formación del elemento de inserción de orificio como una pieza singular puede ser preferible ya que reduce el número de piezas que va a fabricarse, y reduce el número de puntos de unión necesarios, por ejemplo, agujeros roscados para unir las partes arqueada y de brida.

45 En el ejemplo descrito anteriormente, la parte arqueada del elemento de inserción de orificio tiene forma semicircular para montarse en un orificio de mitad semicircular definido por la mitad de un alojamiento dividido. En diferentes ejemplos, sin embargo, la parte arqueada puede definir una parte más grande o más pequeña de un círculo que un semicírculo. Por ejemplo, la parte arqueada puede formar una parte más pequeña de un círculo si solo es necesario que se repare una cierta parte de un orificio.

50 El ejemplo descrito anteriormente describe un elemento de inserción de orificio que está fijado a una mitad de un alojamiento dividido. En diferentes ejemplos, sin embargo, se prevé un elemento de inserción de orificio para montar en un orificio no definido por un alojamiento dividido. Por ejemplo, el elemento de inserción de orificio puede montarse en un orificio circular, donde la parte arqueada forma un círculo completo o parte de un círculo.

55 En el ejemplo descrito anteriormente, una parte de brida del elemento de inserción de orificio se fija al alojamiento de orificio para montar la parte arqueada del elemento de inserción de orificio en una posición correcta en el orificio. En diferentes ejemplos, sin embargo, el elemento de inserción de orificio puede no incluir una parte de brida y, en cambio, la parte arqueada puede montarse en el orificio por otros medios. Este puede ser particularmente el caso cuando se monta el elemento de inserción de orificio en un orificio no definido por un alojamiento dividido.

60 El ejemplo descrito anteriormente se refiere a la reparación de un orificio definido por un alojamiento de caja de engranajes de una turbina eólica. El método descrito también es aplicable, sin embargo, a cualquier tipo de orificio de cojinete en una turbina eólica que puede experimentar desgaste como se describe. Por ejemplo, tales orificios de cojinete pueden incluir un cojinete de mecanismo de control de guiñada o un cojinete de mecanismo de control de paso de pala.

65 Aunque en los ejemplos a modo de ejemplo descritos anteriormente, la invención se describe con referencia a un

orificio de cojinete en una turbina eólica, la invención también es aplicable a un orificio de cojinete definido por la superficie interior de un alojamiento de cojinete que es parte de una disposición mecánica distinta de una turbina eólica. En particular, muchos tipos diferentes de componentes mecánicos o máquinas incluyen orificios de cojinete que pueden dañarse o desgastarse como se describió anteriormente, y el método y el elemento de inserción de orificio

5 descritos son, por lo tanto, igualmente aplicables a tales disposiciones. Por ejemplo, disposiciones mecánicas en compresores/expansores industriales, en vehículos automotrices tales como coches o camiones, o en aeronaves pueden comprender orificios de cojinete que experimentan desgaste como se describe.

10 Ejemplos de la invención son ventajosos porque proporcionan un método relativamente simple para reparar un orificio de cojinete de turbina eólica que ha experimentado desgaste. En particular, se proporciona un método en el que la resina líquida, tal como pegamento epoxi, para reparar el orificio desgastado se aplica con precisión (es decir, una cantidad correcta en la posición correcta) sin la necesidad de la aplicación cuidadosa y cualificada por un técnico. Esto garantiza que un cojinete que está soportado en el orificio reparado se coloque y se alinee correctamente para evitar provocar daños a componentes de turbina eólica asociados, por ejemplo, componentes de caja de engranajes tales como ruedas dentadas o piñones.

15 Ejemplos de la invención son ventajosos porque proporcionan un método relativamente económico y un elemento de inserción (temporal) para reparar un orificio de cojinete de turbina eólica. En particular, se proporciona un método que evita la necesidad de la fabricación de un elemento de inserción de reemplazo a medida, por ejemplo, un elemento de inserción de metal, para su inserción permanente en el interior del orificio de cojinete para reparar el orificio. Un elemento de inserción de reemplazo de este tipo sería necesario que se fabrique para ser de un tamaño preciso para llenar un espacio particular formado por el desgaste de orificio de cojinete, y sería necesario que sean a medida con respecto al espacio particular. Por el contrario, ejemplos de la invención son ventajosos porque el mismo método y el elemento de inserción temporal pueden usarse para reparar diferentes espacios de diferente tamaño y posición en un orificio de cojinete.

20 Ejemplos de la invención son ventajosos porque proporcionan un método para reparar un orificio de cojinete desgastado de una turbina eólica en el sitio sin necesidad de retirar las partes desgastadas de la turbina eólica, o bien para reemplazarse o bien para realizar una reparación fuera del sitio. Esto reduce los costes implicados con el 25 transporte y/o el reemplazo de componentes de turbina eólica, y también reduce los costes minimizando la cantidad de tiempo que una turbina eólica está fuera de funcionamiento.

## REIVINDICACIONES

1. Un método (80) para reparar un orificio de cojinete (22, 24) definido por una superficie interior (26, 28) de un alojamiento de cojinete (20), comprendiendo el método (80):

5 aplicar (82) una resina líquida a al menos parte de la superficie interior (26, 28) del alojamiento de cojinete (20);

10 montar (84) un elemento de inserción de orificio (40, 400) en el orificio de cojinete (22, 24), incluyendo el elemento de inserción de orificio (40, 400) una parte arqueada (42, 420) que tiene un borde (46) colocado a lo largo de una línea de radio requerido del orificio de cojinete (22, 24), de modo que la resina líquida llena un espacio entre la superficie interior (26, 28) del alojamiento de cojinete (20) y el borde (46) de la parte arqueada (42, 420) del elemento de inserción de orificio (40, 400); y,

15 retirar (86) el elemento de inserción de orificio (40, 400) del orificio de cojinete (22, 24) después de que la resina líquida se haya solidificado para reparar el orificio de cojinete (22, 24) para dar el radio requerido.

2. Un método (80) según la reivindicación 1, en el que el elemento de inserción de orificio (40, 400) comprende al menos un agujero de desbordamiento (65) para permitir que la resina líquida en exceso escape de dicho espacio entre la superficie interior (26, 28) del alojamiento de cojinete (20) y dicho borde (46) de la parte arqueada (42, 420) del elemento de inserción de orificio (40, 400), estando ubicado preferiblemente dicho al menos un agujero de desbordamiento (65) en dicha parte de brida (44) donde el borde (46) de la parte arqueada (42, 420) del elemento de inserción de orificio (40, 400) se encuentra con la parte de brida (44), y/o en el que el método comprende aplicar un recubrimiento resistente a resina líquida al borde (46) del elemento de inserción de orificio (40, 400) antes de montar el elemento de inserción de orificio (40, 400) en el orificio de cojinete (22, 24), comprendiendo el recubrimiento resistente a resina líquida preferiblemente un recubrimiento de cera.

3. Un método (80) según cualquier reivindicación anterior, en el que el elemento de inserción de orificio (40, 400) comprende una parte de brida (44, 440), y en el que montar el elemento de inserción de orificio (40, 400) en el orificio de cojinete (22, 24) comprende unir la parte de brida (44, 440) al alojamiento de cojinete (22, 24).

4. Un método (80) según la reivindicación 3, en el que la parte arqueada (42, 420) del elemento de inserción de orificio (40, 400) forma sustancialmente una parte arqueada semicircular, y en el que la parte de brida (44, 440) se une a una primera parte de mitad (30) del alojamiento de cojinete (20) que define sustancialmente la mitad del orificio de cojinete (22, 24).

5. Un método (80) según la reivindicación 4, en el que la parte de brida (44, 440) se une a la primera parte de mitad (30) del alojamiento de cojinete (20) insertando medios de unión (74) a través de agujeros respectivos (72, 720, 76) en la parte de brida (44, 440) y la primera parte de mitad (30) del alojamiento de cojinete (20), y/o en el que la parte de brida (44, 440) se asienta al ras con la primera parte de mitad (30) del alojamiento de cojinete (22, 24) cuando se une a la misma.

6. Un método (80) según cualquier reivindicación anterior, en el que el elemento de inserción de orificio (40, 400) comprende un reborde (54, 56) a lo largo del borde (46) de la parte arqueada (42), recibiendo el reborde (54, 56) en una hendidura correspondiente (58, 60) en la superficie interior (26, 28) del alojamiento de cojinete (20) cuando el elemento de inserción de orificio (40, 400) está montado en el orificio de cojinete (22, 24).

7. Un método (80) según la reivindicación 6, en el que dichos rebordes (54, 56) están adaptados para permitir que la resina líquida en exceso escape de dicho espacio entre la superficie interior (26, 28) del alojamiento de cojinete (20) y dicho borde (46) de la parte arqueada (42, 420) del elemento de inserción de orificio (40, 400) a través de dichas hendiduras (58, 60).

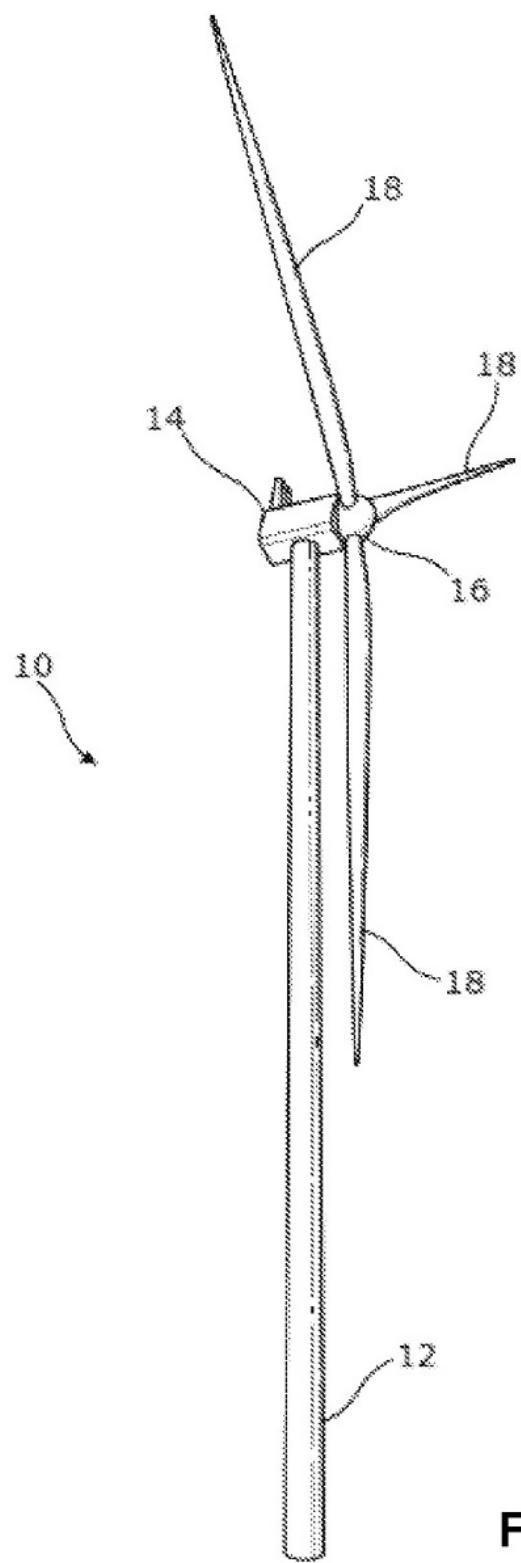
8. Un método (80) según cualquier reivindicación anterior, que comprende retirar una cantidad en exceso de la resina líquida solidificada después de retirar el elemento de inserción de orificio (40, 400) del orificio de cojinete (22, 24) de modo que el orificio de cojinete (22, 24) tiene el radio requerido.

9. Un método (80) según cualquier reivindicación anterior, en el que el alojamiento de cojinete (20) es parte de una turbina eólica (10).

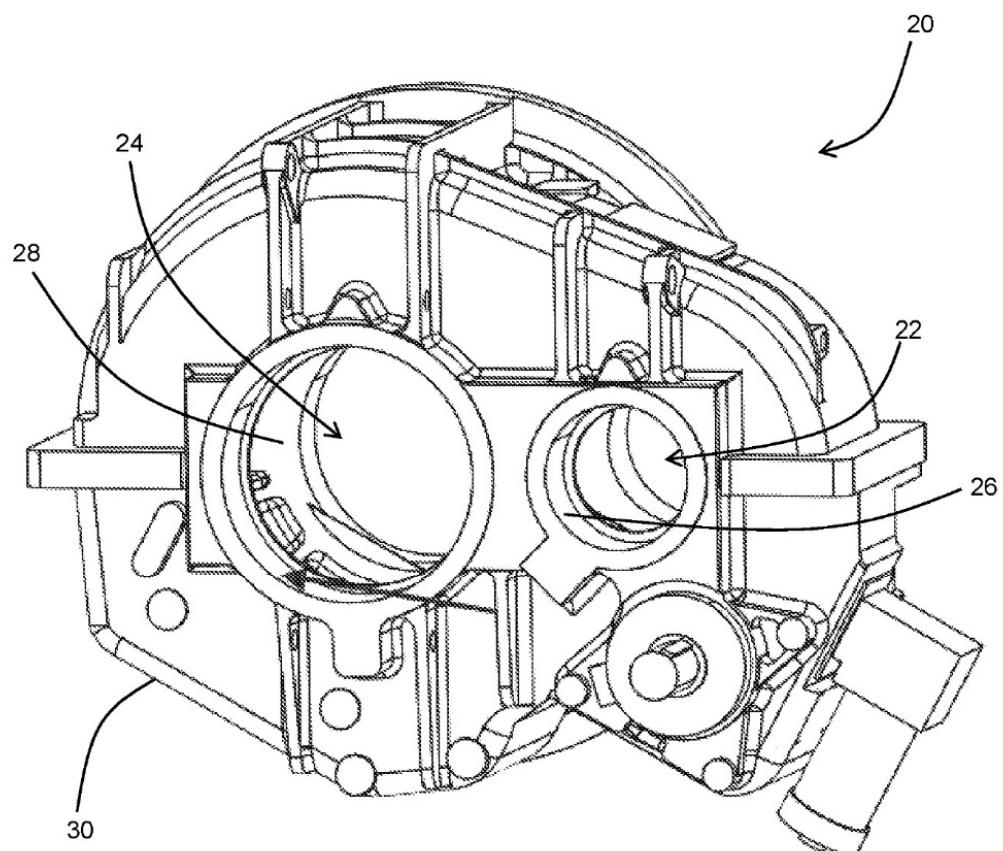
10. Un elemento de inserción de orificio (40, 400) para reparar las mitades primera y segunda de un orificio de cojinete (22, 24) definido por las respectivas superficies interiores (26, 28) de un alojamiento de cojinete dividido (20) que tiene partes de mitad primera y segunda, comprendiendo el elemento de inserción de orificio (40, 400):

una parte arqueada sustancialmente semicircular (42, 420) que tiene un radio correspondiente a un radio requerido de la respectiva (30) de las mitades primera y segunda del orificio de cojinete (22, 24); y

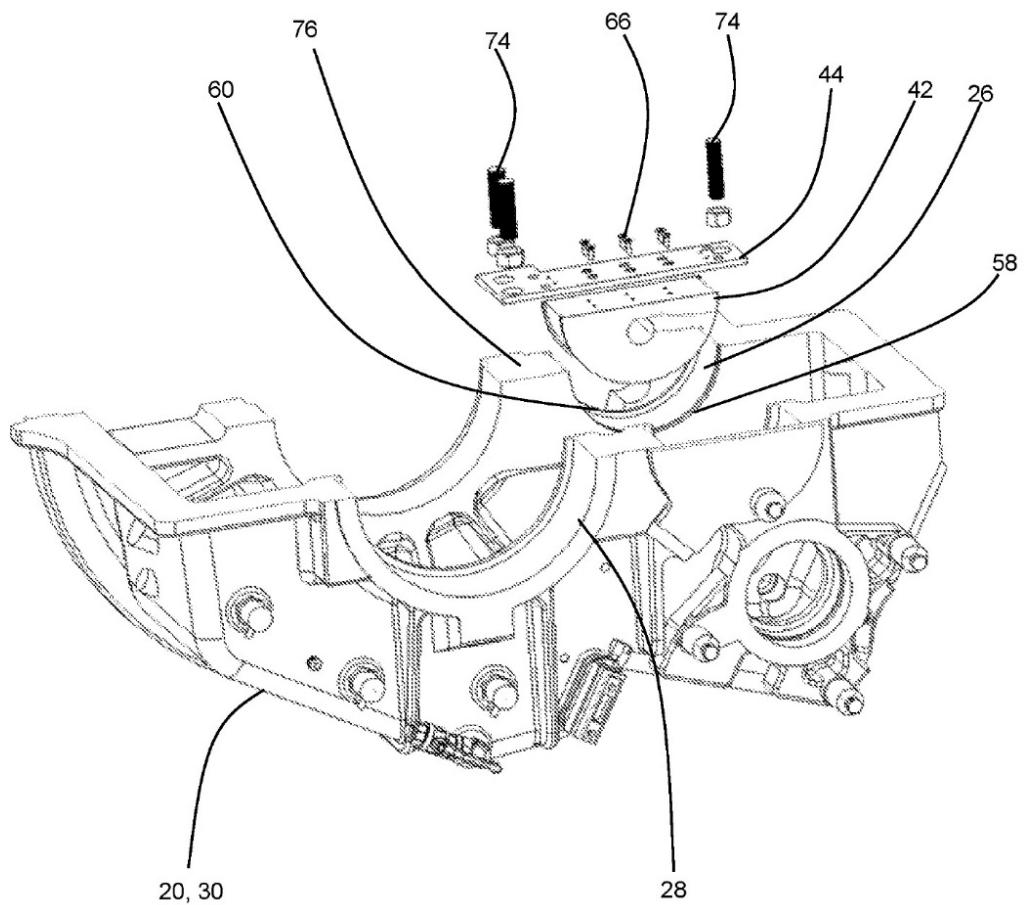
- 5        una parte de brida (44, 440) para la unión a la respectiva (30) de las partes de mitad primera y segunda del alojamiento de cojinete (20) para montar el elemento de inserción de orificio (40, 400) en la respectiva de las mitades primera y segunda del orificio de cojinete (22, 24) de modo que un borde (46) de la parte arqueada (42, 420) se coloca a lo largo de una línea del radio requerido de la respectiva de las mitades primera y segunda del orificio de cojinete (22, 24).
- 10      11. Un elemento de inserción de orificio (40) según la reivindicación 10, en el que la parte de brida (44) se forma como una parte separada con respecto a la parte arqueada (42) del elemento de inserción de orificio (40).
- 15      12. Un elemento de inserción de orificio (40, 400) según la reivindicación 10 o la reivindicación 11, en el que la parte arqueada (42, 420) del elemento de inserción de orificio (40, 400) se forma mediante un proceso de moldeo.
- 20      13. Un elemento de inserción de orificio (40, 400) según cualquiera de las reivindicaciones 10 a 12, en el que la parte de brida (44, 440) comprende uno o más agujeros (72, 720) para recibir medios de unión (74) para unir la parte de brida (44, 440) a la respectiva (30) de las partes de mitad primera y segunda del alojamiento de cojinete (20).
- 25      14. Un elemento de inserción de orificio (40, 400) según cualquiera de las reivindicaciones 10 a 13, en el que el elemento de inserción de orificio (40, 400) comprende un reborde (54, 56) a lo largo del borde (46) de la parte arqueada (42, 420) para recibirse en el interior de una hendidura correspondiente (58, 60) de la respectiva de las mitades primera y segunda del orificio de cojinete (22, 24) cuando el elemento de inserción de orificio (40, 400) está montado en el orificio de cojinete (22, 24).
- 30      15. Un elemento de inserción de orificio (40, 400) según cualquiera de las reivindicaciones 10 a 14, en el que dicho elemento de inserción de orificio (40, 400) comprende al menos un agujero de desbordamiento (65) para permitir que escape la resina líquida en exceso, preferiblemente dicho al menos un agujero de desbordamiento (65) está ubicado en dicha parte de brida (44) donde el borde (46) de la parte arqueada (42, 420) del elemento de inserción de orificio (40, 400) se encuentra con la parte de brida (44).



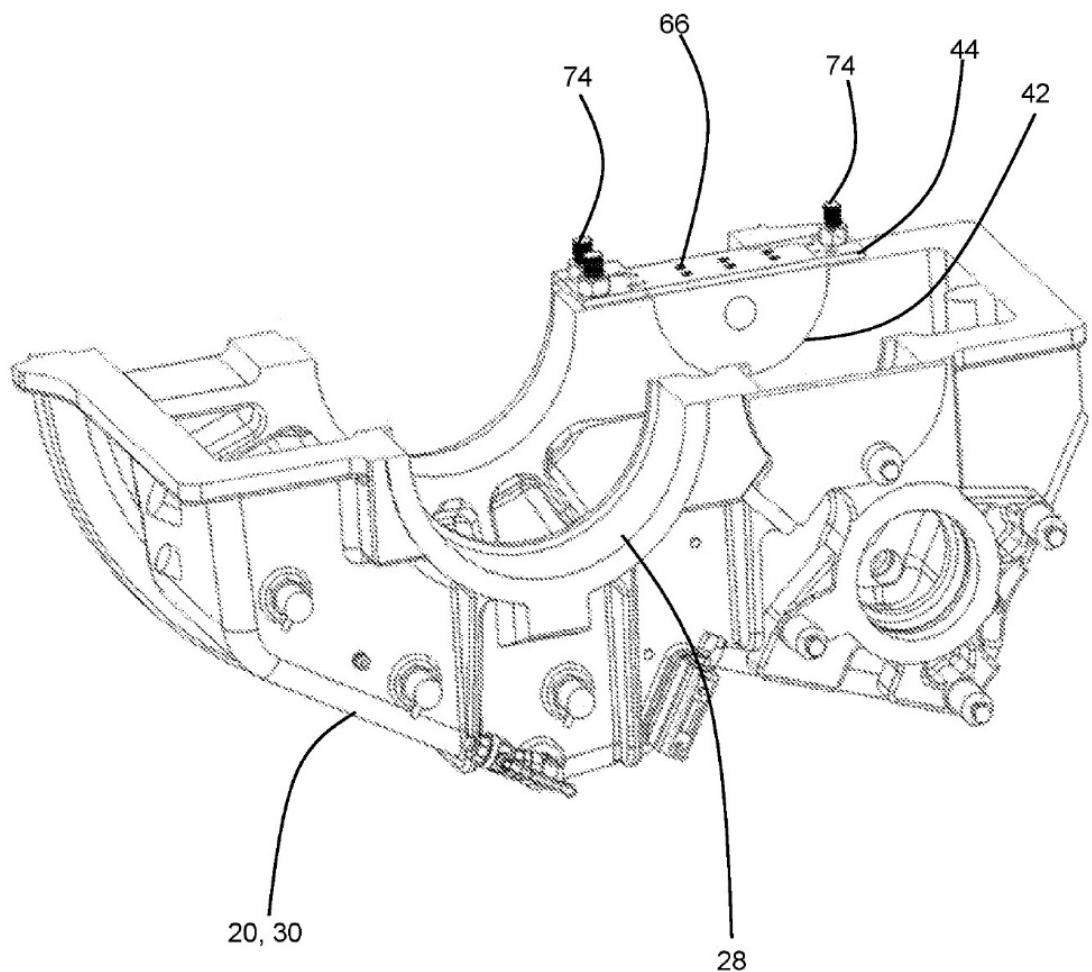
**Figura 1**



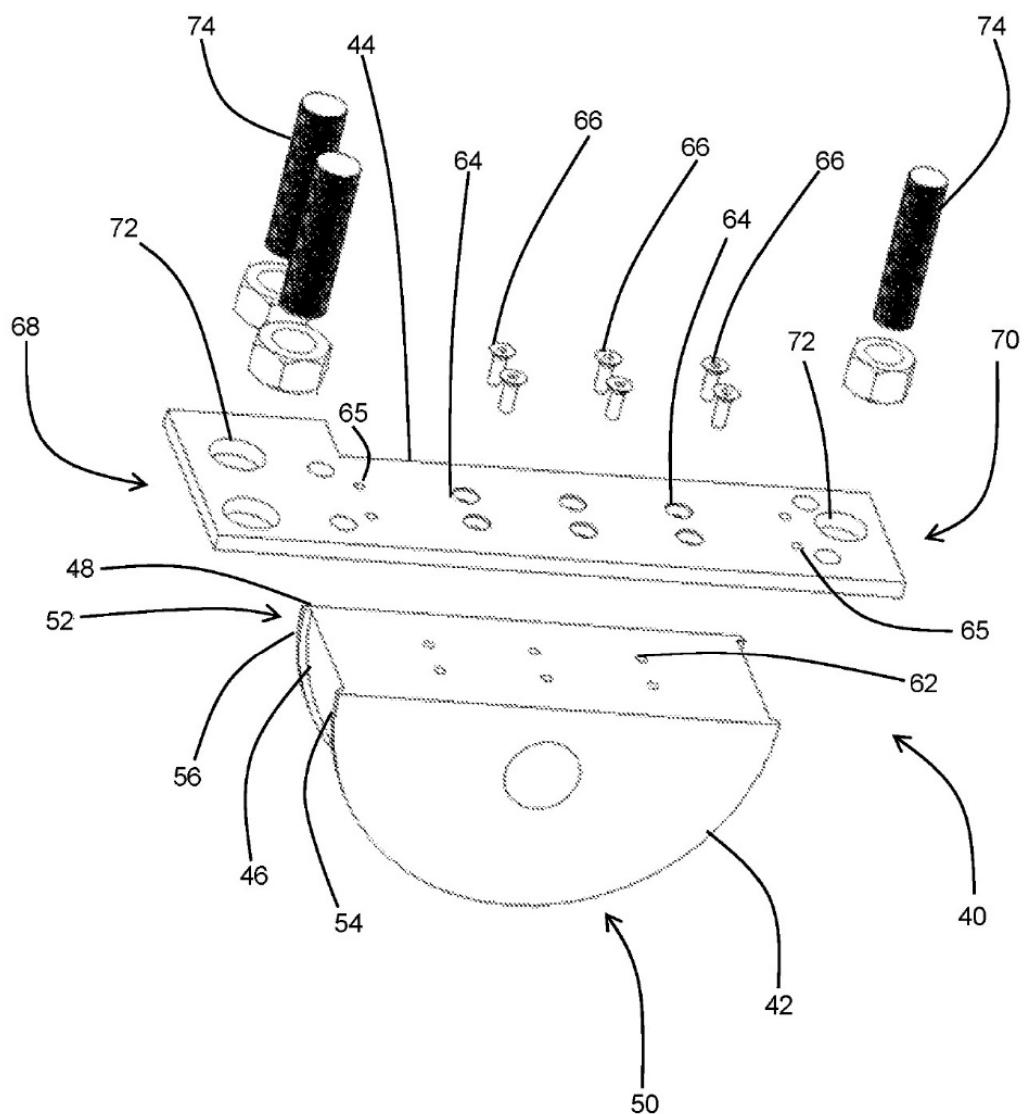
**Figura 2**



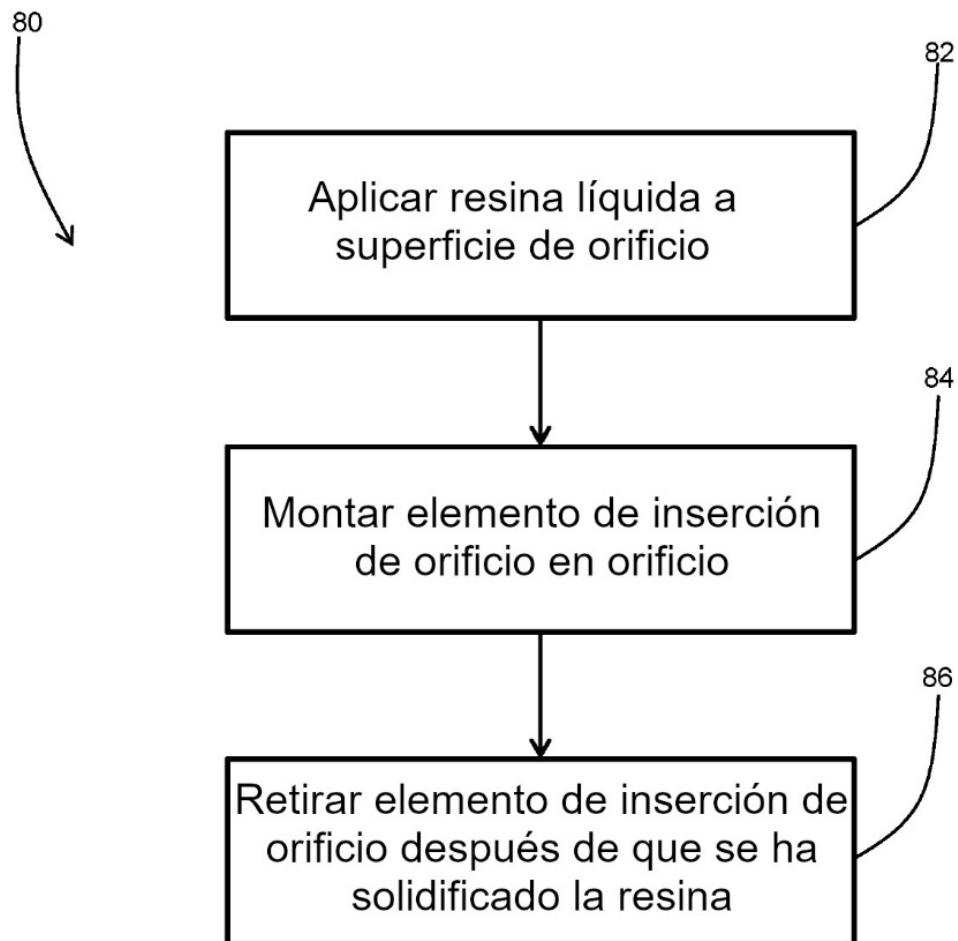
**Figura 3(a)**



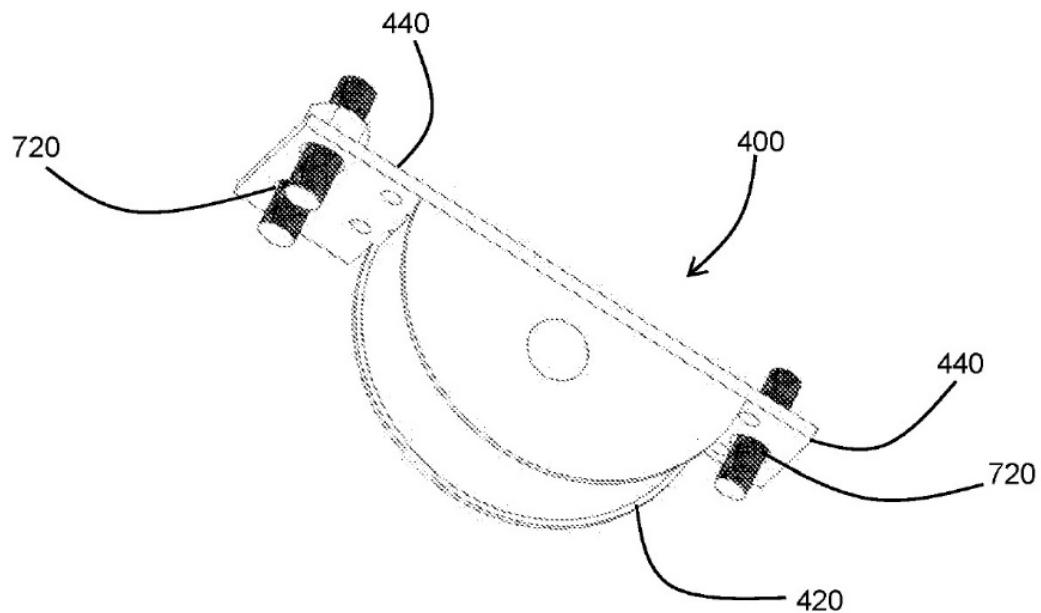
**Figura 3(b)**



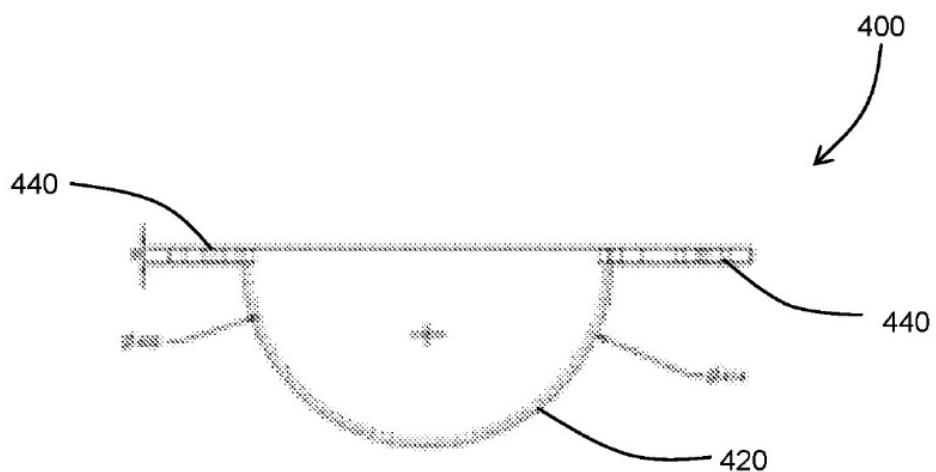
**Figura 4**



**Figura 5**



**Figura 6(a)**



**Figura 6(b)**