

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 897 956**

51 Int. Cl.:

F03D 1/06

(2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **05.09.2016** **PCT/ES2016/070622**

87 Fecha y número de publicación internacional: **08.03.2018** **WO18042063**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **05.09.2016** **E 16802120 (2)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **25.08.2021** **EP 3508718**

54 Título: **Procedimiento y equipo para la reparación de raíces de palas de aerogeneradores**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la
traducción de la patente:
03.03.2022

73 Titular/es:

EMPRENDING BUSINESS, S.L.L. (100.0%)
C/ Río Urbi 53
31620 Gorraiz (Navarra), ES

72 Inventor/es:

GARCIA DE LA PEÑA RAZQUIN, EMMANUEL

74 Agente/Representante:

GONZÁLEZ PECES, Gustavo Adolfo

ES 2 897 956 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

Procedimiento y equipo para la reparación de raíces de palas de aerogeneradores

Campo de la invención

5 La presente invención se refiere a un procedimiento de reparación de palas de aerogeneradores, y más concretamente para la reparación de raíces de palas de aerogeneradores que incluyen un anillo como medio de unión de la pala al buje del aerogenerador, y tiene por objeto solucionar el problema generado por la aparición de grietas en dicho anillo.

Estado de la técnica

10 En las palas que incluyen en la raíz un anillo de refuerzo, los pernos de anclaje al buje del aerogenerador se fijan sobre orificios axiales ciegos roscados practicados en el anillo en todo su perímetro. Debido a defectos en el mecanizado de estos orificios axiales ciegos roscados se originan grietas en el anillo que, con el tiempo, se propagan debido a las sollicitaciones y fatigas a que se ve sometido el anillo.

La propagación de estas grietas llega a causar en ocasiones la rotura del anillo, con lo cual la pala es despedida debido a la fuerza centrífuga generada por el giro del rotor.

15 Estas circunstancias han obligado a las compañías explotadoras de los parques eólicos a implantar medidas preventivas y correctivas, tal como monitorización por ultrasonidos o rayos X del estado de las grietas para, en el caso que superen la longitud crítica definida por el fabricante de la pala, proceder a su sustitución por una nueva, que no presente los defectos de mecanizado mencionados.

20 El documento de patente US2014356176 desvela una unión particular en la que se incorporan unos casquillos huecos ("insertos") en los orificios axiales para después introducir los pernos de unión al buje por dentro de esos casquillos huecos con el objetivo de que dichos casquillos huecos soporten la precarga generada en la unión.

La pala descrita en el documento de patente US 2014356176 no incluye anillo de refuerzo en la raíz, ni tampoco orificios ciegos axiales roscados en la pared de la raíz de la pala, sino orificios pasantes axiales de pared lisa, en cada uno de los cuales se aloja un manguito a través del que pasa libremente un perno, siendo ese manguito el que soportará la compresión debida a la precarga del perno durante el funcionamiento del aerogenerador.

25 Con respecto al problema en cuestión, la presencia de dicho manguito impediría que se produzca la compresión necesaria en el anillo de refuerzo, y por tanto no se lograría el efecto de impedir la propagación de grietas. En otras palabras, la solución descrita en la patente mencionada no resuelve el problema en cuestión. Otro ejemplo de antecedente de la técnica se puede encontrar en el documento EP2920457A1, que describe un procedimiento de fabricación de un elemento de pala que comprende al menos la mitad de una raíz de pala, comprendiendo dicho procedimiento insertos de anclaje en dicha al menos la mitad de una raíz de pala. Se utiliza un miembro rigidizador para un cojinete de paso para determinar la ubicación de los insertos y se fija al elemento de pala. En el procedimiento descrito, el miembro rigidizador comprende orificios y se utiliza como plantilla para perforar orificios en el elemento de la pala.

Descripción de la invención

35 La presente invención es aplicable en palas de aerogeneradores que presentan en la raíz, como elemento de unión al buje, un anillo de refuerzo, generalmente de aluminio, forjado, mecanizado y embutido entre las telas de fibra de vidrio y resina de la raíz de la pala. Dicho anillo incorpora una serie de orificios axiales ciegos roscados que reciben a los pernos de unión al rodamiento del buje, constituyéndose como interfaz entre la pala y el buje del aerogenerador.

40 La presente invención tiene por objeto resolver el problema anteriormente expuesto, mediante un procedimiento de reparación que permite la recuperación del anillo de la raíz de palas de aerogeneradores, cuando en las mismas aparecen grietas que pueden llegar a provocar su rotura, sin necesidad de tener que recurrir a su sustitución.

La invención tiene también por objeto el equipo mediante el cual se lleva a cabo el procedimiento citado.

45 De acuerdo con el procedimiento de la invención, con el fin de prevenir la aparición y/o propagación de grietas en el anillo de la raíz de una pala de aerogenerador, se procede a practicar en el anillo, a través de la pared de la raíz de la pala, una serie de taladros radiales, preferentemente en número igual al de orificios ciegos roscados del anillo, cuyos ejes están situados en un mismo plano, perpendicular al eje de la pala y localizado axialmente entre el fondo de dichos orificios axiales ciegos roscados y el borde de menor sección del anillo y son coplanarios y perpendiculares con los ejes de los orificios axiales ciegos roscados coincidentes.

50 En otras palabras, que los taladros radiales quedan situados en posiciones radiales coincidentes con los orificios axiales ciegos roscados, con sus ejes en un plano perpendicular al eje de la pala que está axialmente situado entre otros dos planos, también perpendiculares al eje de la plana, un primer plano coincidente con el fondo de los orificios axiales ciegos roscados y un segundo plano coincidente con el borde de menor sección del anillo de refuerzo.

Seguidamente se procede a rectificar y prolongar axialmente los orificios axiales ciegos roscados, para conseguir la

eliminación del fileteado, al menos parcialmente, y la prolongación de los orificios axiales rectificados hasta desembocar en el taladro radial coincidente, previamente practicado.

5 En cada taladro radial se introduce un pasador de diámetro aproximadamente igual al de dicho taladro radial, que puede ir dotado de un paso diametral roscado, de diámetro igual o ligeramente menor que el de dicho orificio axial rectificado, posicionándose el paso diametral en alineación con el orificio axial rectificado. Los pasadores pueden carecer de paso diametral, en cuyo caso tal paso y su rosca se llevan a cabo después de montado el pasador en el taladro radial, tal y como se expone más adelante.

10 Por último, se introducen, a través de los orificios axiales rectificados y prolongados, pernos de métrica coincidente con la de los pasos diametrales roscados de los pasadores, y su enroscado en dichos pasajes diametrales roscados, para servir como medio de anclaje de la pala al buje del aerogenerador.

En caso necesario puede aplicarse un adhesivo y/o sellante entre la superficie de los taladros radiales y pasadores.

15 Cuando el procedimiento de la invención se aplica en anillos con grietas, para prevenir su propagación, los taladros radiales se practican en dicho anillo desplazados hacia el borde de menor sección de dicho anillo, respecto de la posición de la grieta o grietas, de tal modo que, una vez montados los pernos roscados, dichas grietas queden comprimidas.

20 De acuerdo con otro aspecto de la invención, los taladros radiales en el anillo y el rectificado y prolongación de los orificios axiales ciegos roscados se lleva a cabo con un equipo que comprende un soporte configurado para ser fijado sobre el anillo de refuerzo, y un cabezal que va montado en el soporte, en posición seleccionable. El cabezal es portador de medios para practicar taladros radiales en el anillo de refuerzo, a través de la pared de la raíz, que están destinados a recibir un pasador cada uno.

El cabezal es además portador de medios para rectificar y taladrar axialmente los orificios axiales ciegos roscados, eliminando el fileteado de dichos taladros axiales ciegos roscados y la prolongación de los orificios axiales ciegos rectificados, hasta desembocar en los taladros radiales coincidentes.

25 Cuando los pasadores montados en los taladros radiales del anillo de refuerzo carecen de paso diametral, el cabezal puede ser portador de medios para efectuar en cada pasador, a través del orificio axial rectificado coincidente, un paso diametral cilíndrico y el roscado de dicho paso.

30 El cabezal va montado en el soporte en posición seleccionable y es además portador de medios para practicar rectificadores y prolongar axialmente los orificios axiales ciegos roscados, eliminando el fileteado, al menos parcialmente, y prolongando los orificios axiales rectificados hasta desembocar en los taladros radiales coincidentes. El cabezal puede ser también portador de medios para efectuar en cada pasador un paso diametral cilíndrico y el roscado de dicho paso diametral, para el caso de que los pasadores montados carecieran de dicho paso diametral.

El soporte consiste en una estructura en forma de estrella compuesta por un núcleo central, del que va suspendido el cabezal con facultad de giro y regulación en altura, respecto de dicho anillo, y una serie de perfiles radiales que apoyan y se anclan por su extremo en orificios axiales ciegos roscados del anillo de refuerzo.

35 Por su parte, el cabezal comprende un cuerpo central, a través del que dicho cabezal va suspendido del núcleo central del soporte. De este cuerpo central parten brazos radiales, que son radial y axialmente posicionables respecto de los orificios axiales ciegos roscados del anillo y son portadores de los medios para practicar los taladros y rectificadores comentados y que consisten en herramientas de taladrado radial y axial, las primeras para practicar taladros radiales en la pared del anillo, atravesando la pared de la raíz, con sus ejes en posición coplanaria con los ejes de los orificios axiales ciegos roscados, y las segundas para rectificar los orificios axiales ciegos roscados y prolongarlos hasta desembocar en los taladros radiales coincidentes.

Breve descripción de los dibujos

En los dibujos adjuntos se muestra una posible realización, dada a título de ejemplo no limitativo, en los que:

45 La figura 1 muestra una vista frontal de la raíz de una pala de aerogenerador.
La figura 2 muestra una sección de la raíz de la pala y anillo contenido en la misma, tomada según la línea de corte II-II de la figura 1, a mayor escala.
La figura 3 muestra una vista similar a la figura 2, con un taladro radial que atraviesa la pared de la raíz y el anillo.
La figura 4 muestra una vista similar a la figura 3, con los orificios axiales ciegos rectificados y prolongados.
La figura 5 muestra una vista similar a la figura 4, con un pasador alojado en el taladro radial.
50 La figura 6 muestra una vista en perspectiva el pasador con su paso diametral roscado incluido en el taladro radial de la figura 5.
La figura 7 muestra una vista en perspectiva del anillo con un equipo de reparación montado en el mismo.
La figura 8 muestra una sección del anillo, mostrando la realización de los taladros radiales, mediante el equipo de la figura 1.
55 La figura 9 muestra una sección similar a la figura 8, mostrando la ejecución del rectificado y prolongación de los

orificios axiales ciegos roscados.

Descripción detallada de una realización

En la figura 1 se muestra en planta la raíz de una pala que incorpora un anillo (1) dotado de numerosos orificios axiales ciegos roscados (2), en los que se enroscan los pernos roscados (3), figura 2, para fijación al rodamiento del buje del aerogenerador.

En la sección de la figura 2 se muestra una grieta (4), aparecida en el anillo, cuya propagación puede provocar la rotura y caída de la pala.

Para eliminar este problema, de acuerdo con la invención, se practica en la raíz de la pala una serie de taladros radiales (5), figura 3, que atraviesan el anillo (1) y están situados en posiciones axiales coincidentes con al menos parte de los orificios axiales ciegos roscados (2) y preferentemente con la totalidad de dichos orificios axiales ciegos roscados.

Los ejes de todos los taladros radiales están situados en un mismo plano, perpendicular al eje de la pala, dicho plano queda situado entre el fondo de los orificios axiales ciegos roscados (2) y el borde (6) de menor sección del anillo (1). Además, estos ejes son coplanarios y perpendiculares con los ejes de los orificios axiales ciegos roscados (2) coincidentes.

Según se muestra en la figura 4, mediante la correspondiente herramienta se procede al rectificado y prolongación de los orificios axiales ciegos roscados (2), con el fin de eliminar el fileteado, al menos parcialmente, y prolongar dicho orificio hasta desembocar en el taladro radial (5) coincidente, obteniéndose un orificio axial ciego rectificado (2') de mayor profundidad.

Como se ve mejor en la figura 6, un pasador (7) que está provisto de un paso diametral (8) con una rosca interior está dispuesto en cada taladro radial (5), figura 5. Los pasadores (7) se disponen de tal modo que los pasos diametrales (8) roscados queden alineados con los orificios axiales rectificados (2').

Los taladros radiales se practican de tal manera que están desplazados hacia el borde (6) de menor sección del anillo, respecto de la posición de la grieta (4).

A través de los orificios axiales rectificados (2'), se introducen pernos roscados (3'), de mayor longitud que los pernos originales (3), con igual métrica que la de los pasos (8) roscados de los pasadores (7), figura 5, que se enroscan en dichos pasos, para servir como medio de anclaje de la pala al buje del aerogenerador.

Los pasadores (7) serán de diámetro aproximadamente igual al de los taladros radiales (5) y entre los mismos puede aplicarse un adhesivo y/o un sellante para asegurar la unión del pasador en el taladro radial y evitar el giro o desplazamiento del pasador, respecto del paso en el que se aloja, en caso de desmontaje de la pala, dotando al mismo tiempo al conjunto de mayor robustez.

Cuando los pasadores (7) carecen del paso diametral (8) roscado, es necesario practicar dicho taladro, una vez montado el pasador en el taladro radial (5), operación que se efectuará mediante la correspondiente herramienta de taladrado y roscado introducida a través del orificio axial rectificado (2').

Con el fin de la ejecución de las diferentes operaciones de rectificado, taladrado y roscado puede utilizarse un equipo tal como el mostrado en la figura 7, el cual está compuesto por un soporte (9), configurado para ser montado y fijado en el anillo de refuerzo (1) a través de sus orificios axiales ciegos roscados (2), y por un cabezal (10) que va montado en el soporte (9) en posición seleccionable.

El cabezal (10) comprende un cuerpo central (11) del que parten brazos radiales (12), cada uno de los cuales es portador de taladradoras radiales (13) y axiales (14) que constituyen los medios para practicar los taladros radiales (5), rectificado y prolongación de los orificios axiales ciegos roscados (2), y ejecución, en su caso, de los pasos diametrales (8) roscados.

El soporte (9) consiste en una estructura en forma de estrella, compuesta por un núcleo central (15) y perfiles radiales (16). Del núcleo central (15) va suspendido el cuerpo central (11) del cabezal (10), con facultad de giro y regulación en altura. Los perfiles radiales (16) se atornillan sobre los orificios axiales ciegos roscados (2) y los brazos radiales (12) se posicionan por su extremo en los orificios axiales ciegos roscados (2) del anillo, a través de elementos de posicionamiento, constituidos por ejemplo por bulones o bolas retráctiles (12').

En la figura 8 se muestra la ejecución de los taladros radiales (5) mediante taladradora radial (13), mientras que en la figura 9 se muestra la operación de rectificado y prolongación de los orificios axiales ciegos roscados (2), hasta alcanzar los taladros radiales (5), mediante taladradora axial (14), que será sustituida, en caso necesario, por la herramienta necesaria para ejecutar los pasos diametrales (8) y su roscado.

Una vez finalizadas las diferentes operaciones descritas en una primera posición del equipo, se procede a girar el cabezal (10) para acometer la misma operación en una siguiente posición, en la que se obtiene un nuevo grupo de

taladros radiales (5), orificios axiales rectificados (2'), etc. Continuando de este modo hasta finalizar las operaciones necesarias.

Para mecanizar la posición correspondiente a la posición de partida de los perfiles radiales (16), se gira la estructura en forma de estrella y se fija a orificios colindantes que permitan acceso a brazos radiales (12) con sus herramientas.

- 5 Con el fin de facilitar el posicionado de los pasadores (7) en los taladros radiales, con el fin de que el paso diametral (8) de dichos pasadores quede alineado con el orificio axial ciego rectificado (2') correspondiente, dichos pasadores presentarán en una de sus caras una huella (7'), figura 5, por ejemplo, un alojamiento para una llave de Allen, que permita su giro fácilmente hasta alcanzar la posición de alineación antes mencionada. Del mismo modo y para facilitar su colocación, los pernos roscados (3') pueden disponer de un rebaje, huella o cajeado (3''), por ejemplo, para una llave de Allen, que permita su giro y enroscado en los pasos diametrales (8) roscados de los pasadores (7), sin dañar su rosca.
- 10

La dimensión y el alineamiento de los orificios axiales ciegos roscados (2) con los pasos diametrales (8) se garantiza aprovechando los orificios axiales ciegos roscados del anillo (1) ya existente, así como la geometría de la raíz, para posicionar el equipo descrito.

- 15 Preferentemente los pasos diametrales (8) se practicarán en coincidencia con todos los orificios axiales ciegos roscados (2) del anillo (1), o al menos en un número suficiente de ellos para eliminar el efecto las grietas (4) existentes, el riesgo de aparición de grietas nuevas y asegurar una unión robusta de la pala al buje del aerogenerador.

REIVINDICACIONES

1. Un procedimiento de reparación de palas de aerogeneradores, que incluyen un anillo (1) de refuerzo embutido en la raíz de la pala, dotado de orificios axiales ciegos roscados (2) para recibir los pernos roscados (3) de fijación al buje del aerogenerador a través del rodamiento, procedimiento que está especialmente concebido para evitar la aparición y/o propagación de grietas (4) en dicho anillo de refuerzo, **caracterizado porque** comprende:

 - a) Practicar en el anillo (1) de refuerzo, a través de la pared de la raíz de la pala, una serie de taladros radiales (5), cuyos ejes están situados en un mismo plano perpendicular al eje de la pala, que son coplanarios y perpendiculares con los ejes de los orificios axiales ciegos roscados, y situados axialmente entre el plano que contiene el fondo de dichos orificios axiales ciegos roscados y el plano que contiene el borde distal (6) del anillo de refuerzo (1) embutido en la raíz de la pala;
 - b) Proceder al rectificado y taladrado de los orificios axiales ciegos roscados (2), para la eliminación del fileteado, y para conseguir la prolongación de dichos orificios axiales rectificadas hasta desembocar en el taladro radial (5) coincidente;
 - c) Insertar en cada taladro radial (5) un pasador (7), de diámetro aproximadamente igual al del taladro radial, dotado de un paso diametral (8) roscado, de diámetro ligeramente menor que el de dicho orificio axial rectificado (2'), y posicionado en alineación con el orificio axial rectificado y prolongado;
 - d) Insertar a través de los orificios axiales rectificadas y prolongados (2') pernos (3') de métrica coincidente con la del paso diametral (8) roscado de los pasadores y enroscarlos en dichos pasos diametrales roscados, para el anclaje de la pala al buje del aerogenerador.
2. Un equipo para la reparación de palas de aerogeneradores, cuyas palas incluyen un anillo de refuerzo (1) embutido en la raíz de la pala, dotado de orificios axiales ciegos roscados (2) para recibir los pernos (3) de fijación al buje del aerogenerador, **caracterizado porque** comprende un soporte (9) configurado para ser fijado al anillo (1) de refuerzo, y un cabezal (10) que va montado en el soporte en posición seleccionable, cabezal que es portador de medios para practicar taladros radiales en el anillo de refuerzo, a través de la pared de la raíz, y de medios para rectificar y taladrar axialmente los orificios axiales ciegos roscados (2), eliminando el fileteado de dichos orificios y la prolongación de los mismos hasta desembocar en los taladros radiales (5) coincidentes.
3. El equipo de acuerdo con la reivindicación 2, **caracterizado porque** el cabezal (10) comprende además medios para efectuar un paso diametral cilíndrico y el roscado de dicho paso.
4. El equipo de acuerdo con la reivindicación 2, **caracterizado porque** el soporte (9) para fijación al anillo (1) de refuerzo consiste en una estructura en forma de estrella, que comprende un núcleo central (15), del que va suspendido el cabezal (10) con facultad de giro y regulación en altura, y una serie de perfiles radiales (16) que se apoyan y se anclan por su extremo en los orificios axiales ciegos roscados (2) del anillo de refuerzo.
5. El equipo de acuerdo con la reivindicación 2, **caracterizado porque** el cabezal (10) comprende un cuerpo central (11), a través del cual dicho cabezal va suspendido del núcleo central del soporte, de cuyo cuerpo central parte una serie de brazos radiales (12), cada uno de los cuales tiene elementos de posicionamiento sobre los orificios axiales ciegos roscados (2) y es portador de al menos dos herramientas taladradoras, una herramienta taladradora radial (13) y una herramienta taladradora axial (14), para la realización de los taladros radiales (5) para los pasadores (7) y para la rectificación de los taladros axiales ciegos roscados (2) y su prolongación hasta los taladros radiales coincidentes, respectivamente.
6. El equipo de acuerdo con la reivindicación 4, **caracterizado porque** los elementos de posicionamiento para el posicionamiento en los orificios axiales ciegos roscados consisten en bulones o bolas retráctiles (12').

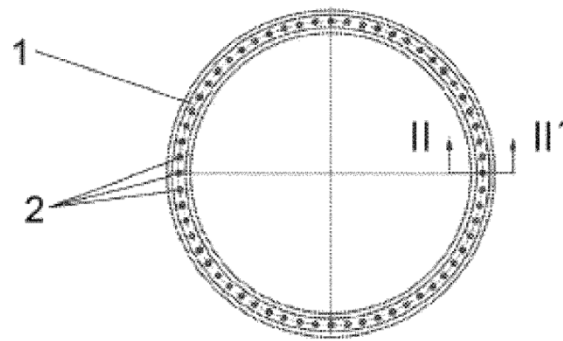


Fig. 1

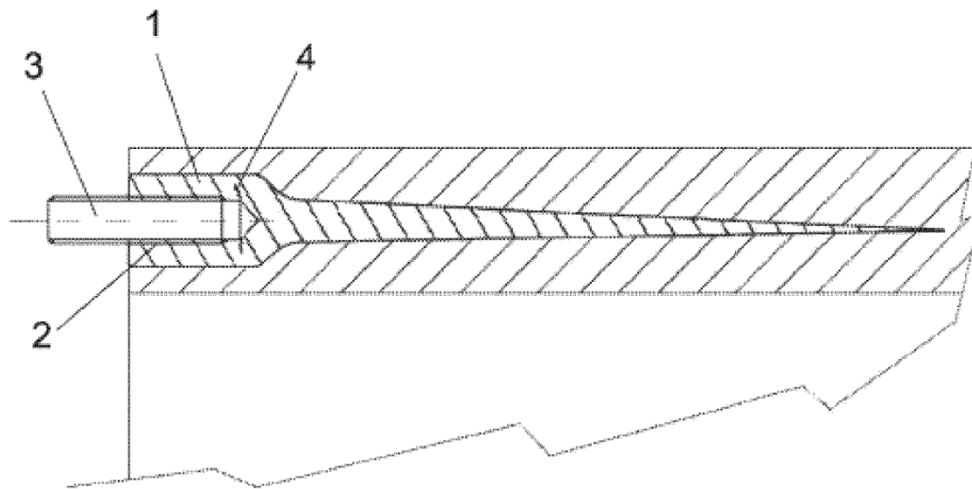


Fig. 2

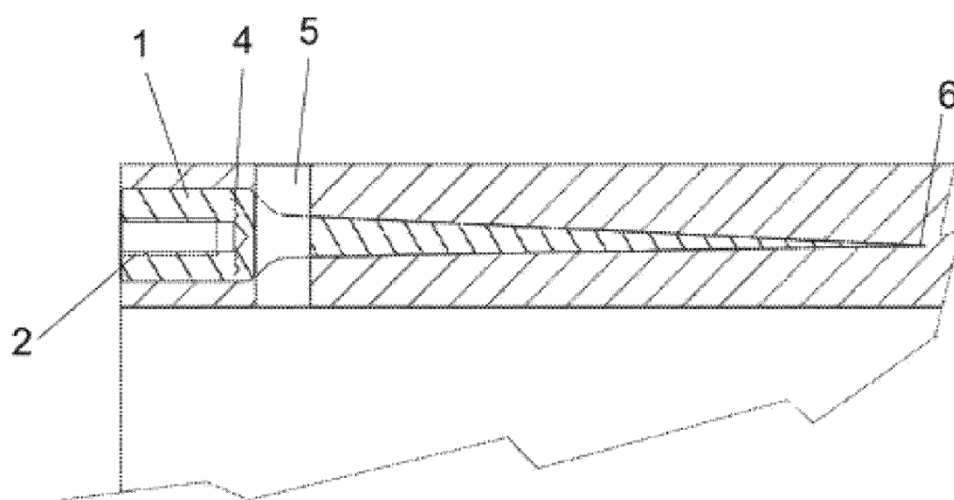


Fig.3

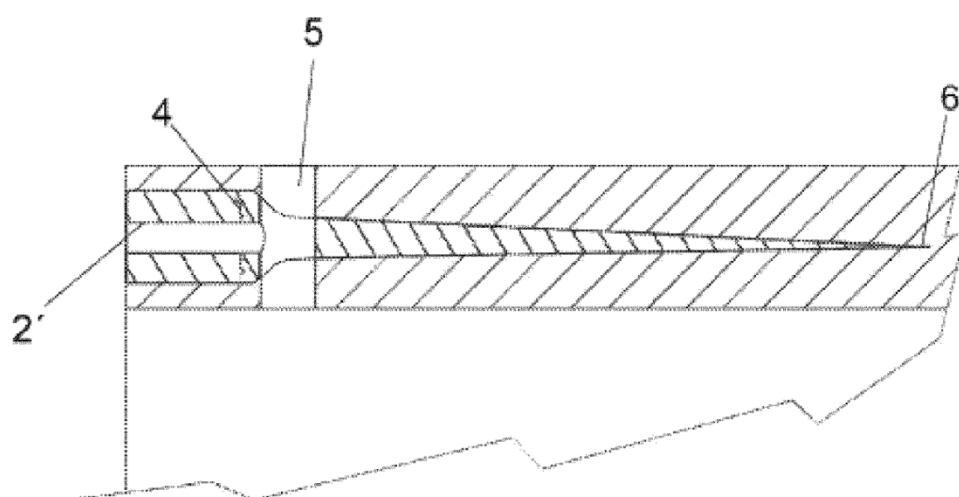


Fig.4

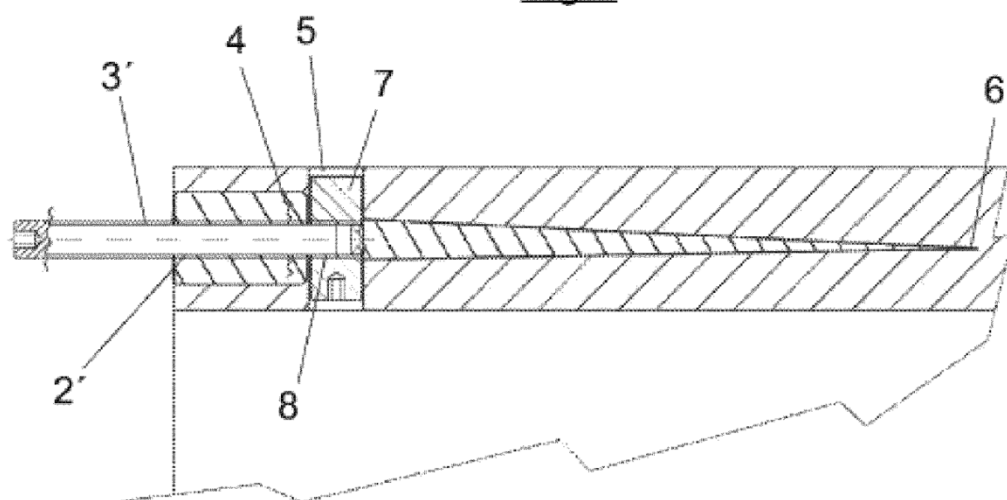


Fig.5

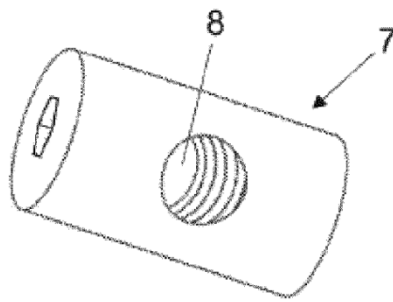


Fig. 6

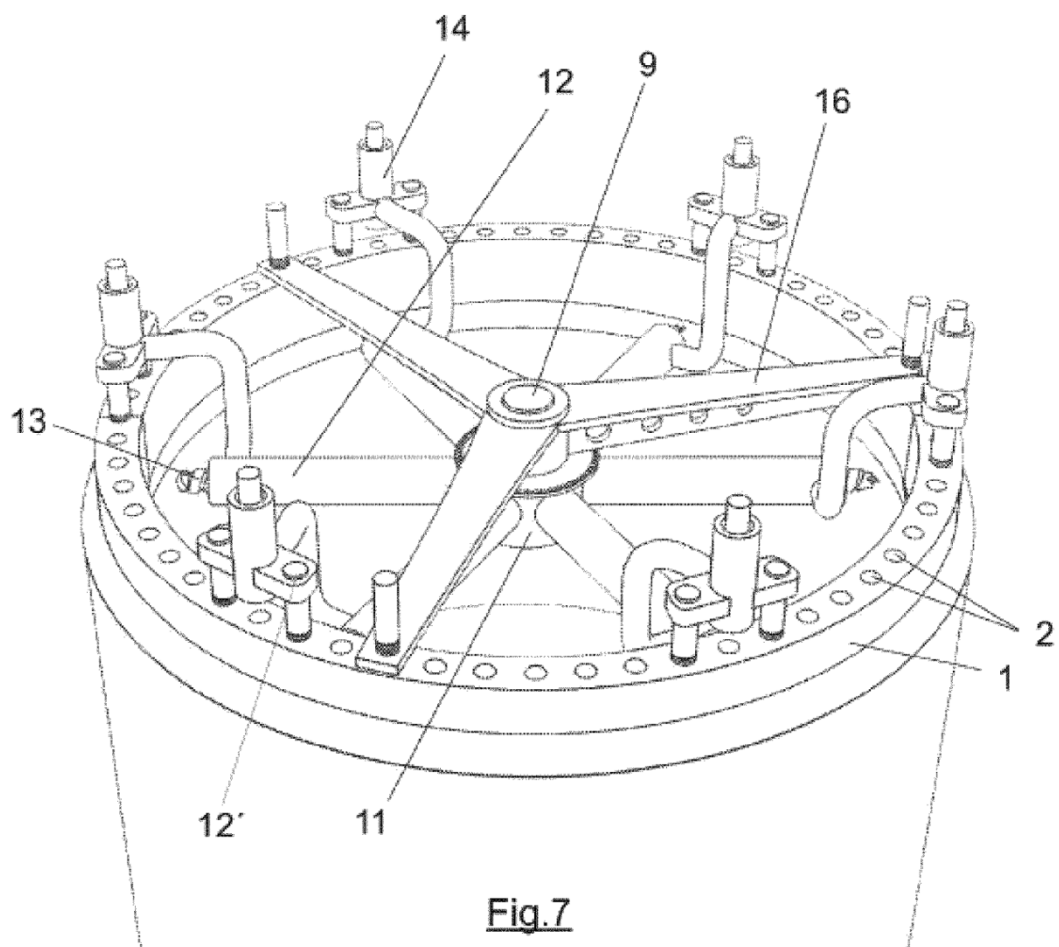


Fig. 7

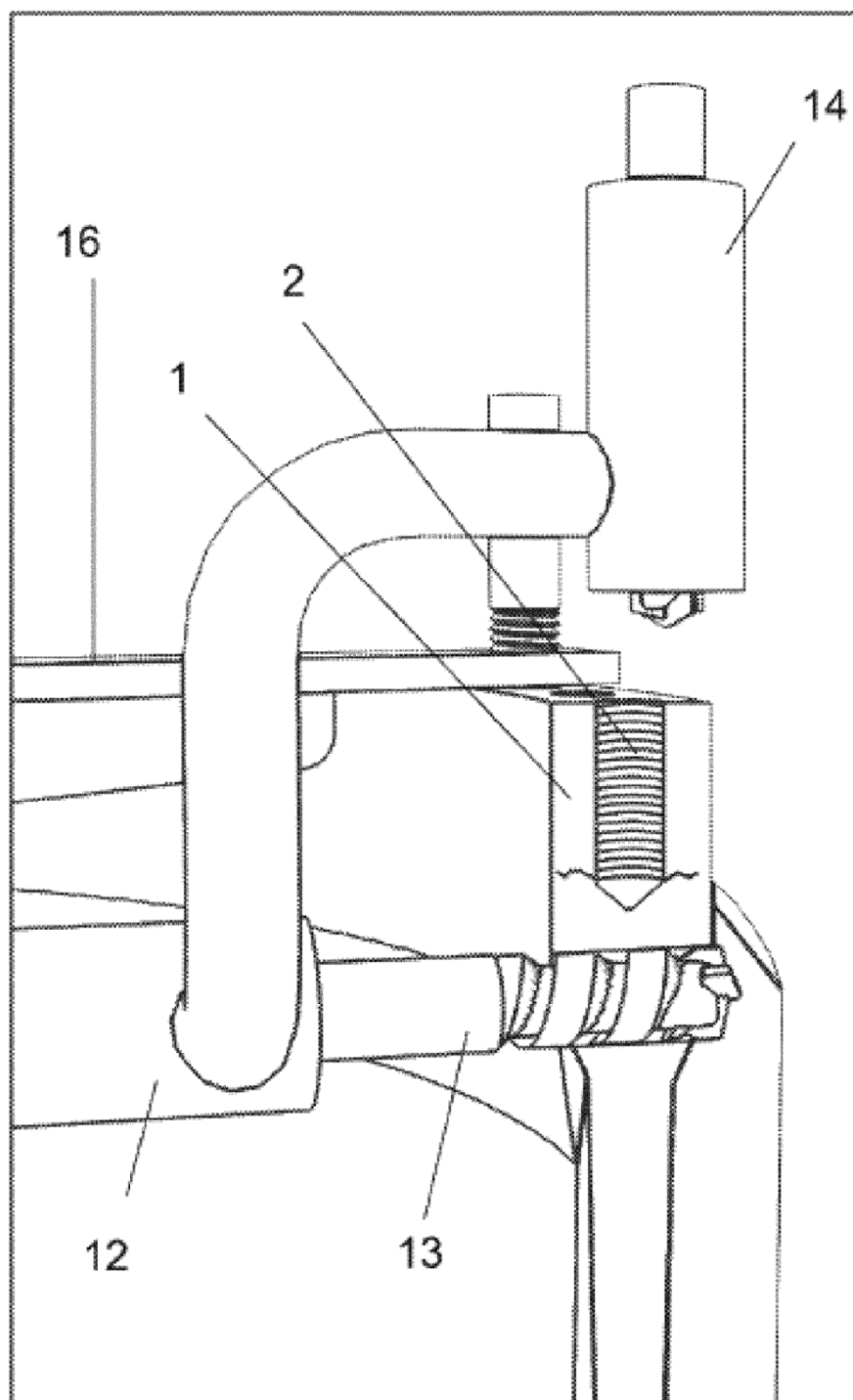


Fig.8

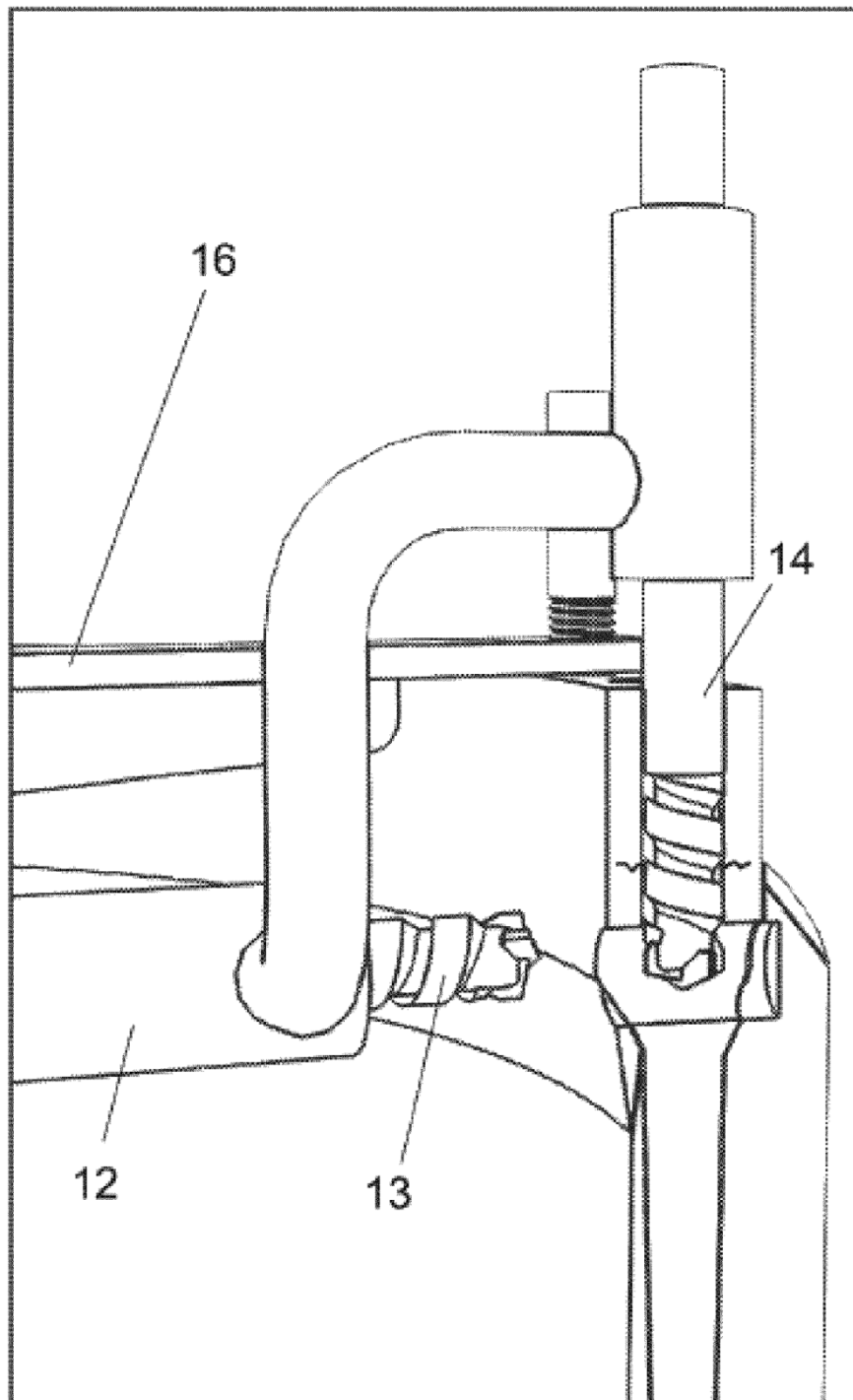


Fig.9