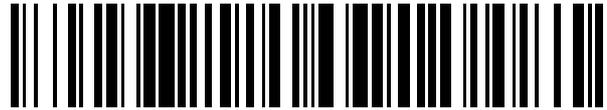


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 446 921**

51 Int. Cl.:

F03D 11/00 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **02.08.2006 E 06016158 (5)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **11.12.2013 EP 1816346**

54 Título: **Actuador para ajustar el ángulo de incidencia de una pala del rotor**

30 Prioridad:

07.10.2005 DE 202005015774 U

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

10.03.2014

73 Titular/es:

**LIEBHERR-COMPONENTS BIBERACH GMBH
(100.0%)**

**Hans-Liebherr-Strasse 45
88400 Biberach/Riss , DE**

72 Inventor/es:

MOLLHAGEN, KLAUS-PETER

74 Agente/Representante:

CARVAJAL Y URQUIJO, Isabel

ES 2 446 921 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

Actuador para ajustar el ángulo de incidencia de una pala del rotor

5 La presente invención hace referencia a un actuador para ajustar el ángulo de incidencia de una pala del rotor de una turbina eólica que se encuentra montada de forma giratoria en un cubo del rotor, con un primer elemento de accionamiento que puede conectarse a la pala del rotor, un segundo elemento de accionamiento que engrana con el primer elemento de accionamiento, así como con un dispositivo de lubricación para lubricar los dos elementos de accionamiento. La invención hace referencia además a un rotor con un cubo del rotor, en donde al menos una pala del rotor se encuentra montada de forma giratoria, el cual puede ser ajustado en cuanto a su ángulo de incidencia a través de un actuador de la clase mencionada. Finalmente, la invención hace referencia a una turbina eólica con un rotor de ese tipo, así como con a un actuador de ese tipo.

10 En las instalaciones de energía eólica usualmente se utilizan rotores, cuyas palas del rotor se encuentran montadas de forma giratoria en el cubo del rotor, de manera que puede regularse el ángulo de incidencia de las palas del rotor. Las palas del rotor pueden estar fijadas en el cubo del rotor de forma giratoria alrededor de su eje longitudinal a través de coronas giratorias, de manera que un actuador que se encuentra alojado en el interior del cubo del rotor puede modificar el ángulo de incidencia de las palas del rotor. Para ello se emplean, por ejemplo, los así llamados accionamientos de paso, como se muestra por ejemplo en la solicitud DE 200 17 994 U1. Preferentemente, el movimiento de accionamiento de un motor de regulación es transmitido a la pala del rotor mediante una etapa del mecanismo de transmisión. De manera ventajosa, la pala del rotor puede estar abridada directamente en el anillo interno de la corona giratoria, que se encuentra diseñada como una corona de giro y que presenta un dentado interno con el cual engrana un piñón de accionamiento que se encuentra dispuesto en el interior de la corona de giro, donde dicho piñón se asienta sobre un árbol de accionamiento.

15 Naturalmente, los actuadores en los rotores de esta clase, en instalaciones de energía eólica, deben ser lubricados. Por ejemplo, en la solicitud DE 200 21 026 U1 se muestra un dispositivo de lubricación en el rotor de una turbina eólica. Durante la lubricación se presenta el problema de que el ángulo de incidencia de las palas del rotor no se modifica con frecuencia, puesto que a lo largo de un sector amplio de viento hay un ángulo de incidencia óptimo para las palas del rotor, de manera que las palas del rotor sólo rotan de forma propiamente dicha cuando el viento es muy intenso o cuando la instalación debe detenerse debido a tareas de mantenimiento. Esto implica que los actuadores permanecen en la misma posición durante una gran parte del tiempo de funcionamiento y, en la etapa del mecanismo de transmisión del actuador, siempre engrana entre sí el mismo par de dientes de los elementos de accionamiento de engrane. Con ello, el lubricante puede ser desplazado, produciéndose por tanto un mayor desgaste en ese par de dientes. El par de dientes de la corona de giro y del piñón de accionamiento que engranan uno con otro en la posición de incidencia óptima de las palas del rotor se denomina también a menudo como par de dientes a cero o diente a cero. Estos dientes a cero de los elementos de accionamiento en los rotores de una turbina eólica experimentan poco a poco roturas, y después de un largo tiempo presentan un gran desgaste. Los momentos de torsión que se producen debido a la exposición al viento deben soportarse siempre en los mismo puntos de contacto, donde se añaden también vibraciones y oscilaciones que sufre igualmente el punto de engrane.

20 Para evitar este problema se ha sugerido anteriormente desplazar uno con respecto a otro los elementos de accionamiento que engranan entre sí después de un tiempo, de manera que, en la posición de trabajo de la pala del rotor, engranen con otros dientes. No obstante, en las instalaciones de energía eólica, debido a las enormes dimensiones de la instalación, esto no puede realizarse de forma sencilla. Desmontar la pala del rotor es extremadamente costoso. El actuador tampoco puede ser trasladado con facilidad en el interior del cubo del rotor. Por tanto, se ha sugerido asignar un engranaje de lubricación a los elementos de accionamiento que engranan entre sí, el cual engrane con uno de los elementos de accionamiento transmitiéndole lubricante. De vez en cuando el actuador se pone en marcha para asegurar, de este modo, la lubricación. Sin embargo, un diseño de este tipo del dispositivo de lubricación es muy costoso. Además, el ángulo de incidencia de las palas del rotor debe modificarse en momentos no deseados.

25 En la solicitud DE 201 09 586 U1 se propone un engranaje dentado con un dispositivo de lubricación que comprende un piñón de transmisión de lubricante, el cual presenta canales para lubricante que desembocan en los flancos de sus dientes, donde dicho piñón, al engranar con otro piñón de engranaje, puede liberar lubricante. La solicitud FR 15 41 597 A muestra igualmente un piñón de engranaje con canales para lubricante que desembocan en los flancos de sus dientes. La solicitud DE 103 21 535 B3 muestra un actuador para el ángulo de incidencia de una pala del rotor que se encuentra montada de forma giratoria en un cubo del rotor, donde se proporciona un piñón lubricador que pivota en el cubo del rotor, el cual engrana con la corona dentada o con un engranaje de accionamiento, donde a través de dicho piñón, ajustando la pala del rotor en una posición de lubricación, puede liberarse lubricante sobre un engranaje de accionamiento.

30 Asimismo, la solicitud JP 2005/233055 A muestra una etapa de mecanismo de transmisión para un molino de viento, en donde uno de los engranajes dentados se encuentra pretensado axialmente a modo de un resorte para reducir el desgaste a través del juego axial.

Por consiguiente, es objeto de la presente invención crear un actuador mejorado, un rotor mejorado y una turbina eólica mejorada del tipo mencionado en la introducción, que evite las desventajas del estado del arte, perfeccionándolo de manera ventajosa. De manera preferente, el dispositivo de lubricación debe mejorarse a este respecto, de manera que los dientes de grado cero puedan lubricarse con facilidad de forma suficiente en la etapa del mecanismo de transmisión del actuador.

Conforme a la invención, este objeto se alcanzará a través de un actuador según la reivindicación 1, un rotor según la reivindicación 16, así como a través de una turbina eólica según la reivindicación 18. En las reivindicaciones dependientes se indican diseños ventajosos de la presente invención.

Se sugiere, por tanto, una lubricación selectiva de los dientes a cero de la etapa del mecanismo de transmisión del actuador, que de manera ventajosa considere una posición de rotación de los elementos de accionamiento de la etapa del mecanismo de transmisión, unos con respecto a otros. El diente a cero contiene al menos una sección de engrane del elemento de accionamiento. De acuerdo con la invención, el dispositivo de lubricación posee un canal para lubricante para un suministro selectivo de lubricante sobre la sección del primer elemento de accionamiento y/o sobre la sección del segundo elemento de accionamiento a ser engranado, donde dichos elementos engranan unos con otros en la posición de trabajo de la pala del rotor, así como un dispositivo de control de suministro para controlar el suministro de lubricante a través del canal para lubricante mencionado, en función de la posición de engrane de los dos elementos de accionamiento, así como de la posición de rotación de la pala del rotor. El dispositivo de control de suministro se encarga de que el diente a cero del primer elemento de accionamiento y/o del segundo elemento de accionamiento sólo sea lubricado cuando los dos elementos de accionamiento, uno con respecto al otro, se encuentran en la posición correcta para ello. En particular, el dispositivo de control de suministro puede prever que sólo tenga lugar una lubricación cuando los dos dientes a cero de los dos elementos de accionamiento se encuentren efectivamente engranados, y que no tenga lugar una lubricación por ejemplo cuando, en caso de un viento demasiado fuerte, las palas del rotor roten debido al viento.

Para ello, el dispositivo de control de suministro puede poseer un interruptor de desbloqueo que libera el suministro de lubricante cuando los dos elementos de accionamiento mencionados engranan uno con el otro con sus secciones, en las cuales engranan entre sí en la posición de trabajo de la pala del rotor, y que bloquea el suministro de lubricante cuando estos dos elementos de accionamiento no engranan el uno con el otro. El dispositivo de control de suministro, por así decirlo, enfoca el suministro de lubricante, lo cual no significa que cuando las palas del rotor se encuentran en su posición de trabajo y los dientes a cero engranan uno con otro, el lubricante deba suministrarse de manera continua. Al desbloqueo principal del suministro de lubricante puede superponerse también un controlador de ciclos de reloj, un controlador de secuencias de tiempo o un elemento similar, de manera que por ejemplo, a intervalos predeterminados, se realice un seguimiento del lubricante, esto solamente cuando los dientes a cero efectivamente engranen uno con otro.

De acuerdo con la invención, para controlar el suministro de lubricante se proporciona una válvula en el canal para lubricante mencionado, la cual puede disponerse, en particular, en el área de la abertura del canal para lubricante. La válvula se encuentra diseñada de manera que puede ser accionada en función de la posición de engrane de los dos elementos de accionamiento a ser lubricados, donde en particular se encuentra abierta cuando las secciones de los elementos de accionamiento a ser lubricados engranan una con otra, y se encuentra cerrada cuando esas dos secciones de los elementos de accionamiento no engranan una con otra.

De acuerdo con la invención, la válvula presenta un elemento de apertura de válvula mecánico que puede desplazarse entre una posición de apertura y una posición de cierre, y que sobresale en el área de la abertura del canal para lubricante, de manera que abre la válvula al presionar dentro del mismo. El elemento de apertura de válvula se encuentra dispuesto en un elemento de accionamiento, de manera que es accionado por el otro elemento de accionamiento cuando este otro elemento de accionamiento engrana con el elemento de accionamiento antes mencionado en la sección correspondiente.

El diseño mencionado anteriormente de la válvula con un elemento de apertura de válvula mecánico puede utilizarse con facilidad y funciona sin dificultades, puesto que la válvula se acciona forzosamente cuando los elementos de accionamiento engranan uno con otro con sus dientes a cero. De manera preferente, el elemento de apertura de válvula es accionado a través de uno de los dientes a cero de los elementos de accionamiento.

De acuerdo con una forma de ejecución ventajosa de la invención, en el canal para lubricante se proporciona una válvula de cierre en forma de una válvula de no retorno, de manera que se cierra debido a la presión del lubricante que existe en el canal para lubricante. El elemento de apertura de válvula se proporciona en el cuerpo de cierre y se extiende desde la abertura del canal para lubricante, de manera que el cuerpo de cierre se abre en contra de la presión del lubricante debido al empuje a presión del elemento de apertura de válvula.

En principio, el canal para lubricante puede ser conducido por diferentes vías hacia las secciones o sectores de los elementos de accionamiento a ser lubricados. Si la etapa del mecanismo de transmisión a ser lubricada se encuentra conformada por un piñón de accionamiento y una corona de giro que puede conectarse al rotor, se

obtiene como resultado entonces un diseño particularmente ventajoso de la invención, gracias a que el canal para lubricante puede ser conducido a través del piñón de accionamiento, desembocando en su diente a cero, donde la abertura puede proporcionarse en un área de la base del diente, pero también en un área de la cabeza del diente. Se considera preferente una abertura en el área de la base del diente, puesto que de este modo el propio diente no se debilita debido a la perforación para el lubricante.

De manera preferente, el canal para lubricante se extiende en el piñón de accionamiento de forma radial hacia el exterior, y desemboca en el área de la base del diente, donde en la posición de trabajo de la pala del rotor dicho diente engrana con un diente de la corona de giro. El canal para lubricante es alimentado mediante una toma para lubricante, la cual se encuentra conectada con el canal para lubricante mediante una unión de rotación central en el interior del piñón de accionamiento. Preferentemente, la toma para lubricante puede estar dispuesta del lado frontal sobre el piñón de accionamiento. De forma alternativa, el canal para lubricante puede realizarse también en el árbol de accionamiento sobre el que se asienta el piñón de accionamiento. En este caso, de manera ventajosa, la toma para lubricante puede asentarse sobre una carcasa de rodamiento del árbol de accionamiento, de manera que la lubricación se efectúa a través de un área de soporte para el árbol de accionamiento. El lubricante es presionado hacia el interior en el rodamiento de apoyo, y puede desde allí lubricar el rodamiento del árbol de accionamiento, entrando en el árbol de accionamiento, en donde el lubricante es conducido de forma selectiva hacia el diente a cero a ser lubricado a través del canal para lubricante antes mencionado.

De forma alternativa o adicional con respecto a un suministro del lubricante a través del piñón de accionamiento, el suministro puede tener lugar también a través de la corona de giro. En este caso, el canal para lubricante, preferentemente, se extiende de forma radial a través de la corona de giro y desemboca en el área del diente a cero del dentado de la corona de giro que, en la posición de trabajo preferente de la pala del rotor, engrana con el piñón de accionamiento. También en este caso el área de la abertura del canal para lubricante puede disponerse tanto en la base del diente como en el área de la cabeza del diente, donde, sin embargo, en este caso también se considera preferente una abertura en el área de la base debido a los motivos mencionados.

Si de acuerdo con una forma de ejecución ventajosa de la invención, la corona de giro conforma un anillo de rodamiento de una corona giratoria, mediante el cual la pala del rotor se encuentra soportada en el cubo del rotor, entonces el canal para lubricante atraviesa también, preferentemente, el segundo anillo de rodamiento de la corona giratoria, en donde se encuentra soportada la corona de giro. El suministro de lubricante puede ser conducido a través de la jaula del elemento de rodamiento, de manera que al mismo tiempo se lubrica el elemento de rodamiento de la corona giratoria. En una forma de ejecución especial, el canal para lubricante puede atravesar los dos anillos de rodamiento, de manera que las dos secciones del canal sólo se encuentran comunicadas entre sí cuando se superponen la una con la otra en una posición determinada de los anillos de rodamiento. Eventualmente, puede prescindirse de este modo de la válvula antes descrita. Si el canal para lubricante es conducido a través del anillo de rodamiento externo, de manera que éste se comunica con la sección del canal para lubricante en el anillo de rodamiento interno únicamente cuando la pala del rotor se encuentra en la posición de trabajo preferente, entonces el suministro de lubricante se controla por sí solo.

De forma alternativa o adicional con respecto a un suministro de lubricante de este tipo, el lubricante puede ser conducido, a través del rodamiento de la pala del rotor, también lateralmente o del lado frontal sobre el par de elementos de accionamiento que se encuentran engranados. Por ejemplo, el canal para lubricante puede extenderse a través de una pared del cubo del rotor, o en particular a través de la carcasa de rodamiento del árbol de accionamiento, y poseer una abertura situada en el lado frontal del área de engrane de los dos elementos de accionamiento que se engranan en la etapa del mecanismo de transmisión. Si en el modo descrito anteriormente se proporciona una válvula con un elemento de apertura de válvula sobresaliente en el canal para lubricante, entonces en el diente a cero a ser lubricado de un piñón o del otro piñón de accionamiento, se proporciona un accionamiento en forma de leva de accionamiento sobresaliente que presiona hacia abajo el elemento de apertura de válvula, desbloqueando con ello el suministro de lubricante cuando se encuentra presente la posición de engrane de los dientes a cero de los dos elementos de accionamiento.

A continuación, la presente invención se explicará en detalle mediante un ejemplo de ejecución preferente y haciendo referencia a los dibujos correspondientes. Los dibujos muestran:

Figura 1: una vista parcial en perspectiva de una turbina eólica, en donde la góndola de una turbina eólica que se encuentra soportada sobre una torre se muestra en una sección parcial, y donde el rotor representado en la misma se muestra con las palas del rotor,

Figura 2: un corte a través del actuador dispuesto en el cubo del rotor de la turbina eólica de la figura 1, para ajustar el ángulo de incidencia de las palas del rotor de la turbina eólica de la figura 1, donde a través de los dientes a cero de la etapa del mecanismo de transmisión tiene lugar un suministro de lubricante a través del piñón de accionamiento,

Figura 3: una representación ampliada del canal para lubricante y de la válvula que se encuentra dispuesta en el mismo, en el piñón de accionamiento del actuador de la figura 2,

Figura 4: un corte a través de un actuador para ajustar el ángulo de incidencia de las palas del rotor según otra ejecución de la invención, donde un canal para lubricante en el piñón de accionamiento es alimentado mediante un canal para lubricante en el árbol de accionamiento, atravesando una carcasa de rodamiento del árbol de accionamiento,

Figura 5: una vista en sección ampliada del árbol de accionamiento y de la carcasa de rodamiento del árbol de accionamiento de la figura 4, en donde se muestra el suministro de lubricante mediante el árbol de accionamiento,

Figura 6: una sección de un actuador para ajustar el ángulo de incidencia de las palas del rotor según otra forma de ejecución preferente de la invención, donde los dientes a cero de la etapa del mecanismo de transmisión a ser lubricada, son lubricados mediante un canal para lubricante en la carcasa de rodamiento del árbol de accionamiento, donde el lubricante es suministrado del lado frontal sobre el piñón de accionamiento y sobre la corona de giro a engranar con el mismo,

Figura 7: una vista en sección ampliada del canal para lubricante y de la válvula que se encuentra dispuesta en el mismo, en la carcasa de rodamiento del árbol de accionamiento de la figura 6,

Figura 8: una sección de un actuador para ajustar el ángulo de incidencia de las palas del rotor según otra ejecución de la invención, donde la lubricación se efectúa a través de los dientes a cero de la etapa del mecanismo de transmisión a ser lubricada, mediante un canal para lubricante, a través de la corona giratoria que soporta la pala del rotor,

Figura 9: una vista en sección ampliada del canal para lubricante a través de los anillos de rodamiento del rodamiento de rodillos de la figura 8, y

Figura 10: un corte transversal a través del piñón de accionamiento con el canal para lubricante colocado dentro, por ejemplo según la figura 2, donde la abertura del canal para lubricante se representa en la base del diente.

La turbina eólica 3 que se representa esquemáticamente en la figura 1, de modo conocido, comprende una góndola 25 que se encuentra sobre un poste o una torre 24, dispuesta de forma giratoria alrededor de un eje recto, en donde el rotor 23 se encuentra montado de forma giratoria alrededor de un eje situado de forma horizontal para accionar un generador. El rotor 23, de manera conocida, comprende un cubo del rotor 1 que se encuentra montado de forma giratoria alrededor del eje horizontal mencionado y que porta varias palas del rotor 2, en la ejecución mostrada tres, que se encuentran montadas de manera que se distancian axialmente en el cubo del rotor 1. Las palas del rotor 2 pueden rotar relativamente con respecto al cubo del rotor 1 alrededor de su eje longitudinal para poder modificar el ángulo de incidencia de las palas del rotor 2. Para ello, para cada una de las palas del rotor 2, se proporciona en el interior del cubo del rotor 1 un actuador 22, como se muestra en la figura 2. El actuador 22 comprende un motor del actuador 21 que puede estar diseñado como un motor eléctrico y que se encuentra abridado en una pared del cubo del rotor 1 (véase la figura 2). El motor del actuador 21, mediante un árbol de accionamiento 16, acciona un piñón de accionamiento 5 que se asienta del lado frontal sobre el árbol de accionamiento 16, donde el eje de rotación del árbol de accionamiento 16 y del piñón de accionamiento 5 se encuentra dispuesto de forma paralela con respecto al eje de ajuste de las palas del rotor.

La respectiva pala del rotor 2 se encuentra fijada en el cubo del rotor 1 mediante una corona giratoria 20. Como puede observarse en la figura 2, en la ejecución mostrada el anillo de rodamiento externo 19 del rodamiento de rodillos 20 se encuentra abridado en el cubo del rotor 1 y sujetado al mismo mediante tornillos. El anillo de rodamiento interno y giratorio del rodamiento de rodillos 20 porta la pala del rotor 2 que se encuentra abridada del lado frontal en el anillo de rodamiento y se encuentra igualmente sujetada allí mediante tornillos.

El anillo de rodamiento mencionado del rodamiento 20 forma una corona de giro 4 con un dentado interno 26 que engrana con el piñón de accionamiento 5 antes mencionado. Si el piñón de accionamiento 5 es rotado por el motor del actuador 21, esto se transforma en una modificación correspondiente del ángulo de incidencia de la pala del rotor 2.

Del modo ilustrado además en la figura 2, el árbol de accionamiento 16 del actuador 22 se encuentra apoyado en el cubo del rotor 1 mediante una carcasa de rodamiento del árbol de accionamiento 17. Como puede observarse en la figura 2, el árbol de accionamiento 16 se encuentra apoyado de forma adecuada en la carcasa de rodamiento del árbol de accionamiento 17 mediante rodamientos de rodillos.

Para lubricar la etapa del mecanismo de transmisión 27 conformada por el piñón de accionamiento 5 y la corona de giro 4 se proporciona un dispositivo de lubricación 6, a través del cual puede conducirse el lubricante de forma

selectiva sobre los dientes a cero del piñón de accionamiento 5 y de la corona de giro 4. Estos así llamados dientes a cero 8 y 9 son los dientes del piñón de accionamiento 5 o de la corona de giro 4, los cuales engranan unos con otros cuando la pala del rotor 2 se encuentra rotada en su posición óptima del ángulo de incidencia en caso de condiciones de viento normales.

5 En la ejecución según las figuras 2 y 3, el dispositivo de lubricación 6 comprende una toma para lubricante 15 que se proporciona en el lado frontal del piñón de accionamiento 5, donde dicha toma, mediante una unión de rotación 28 que se extiende coaxialmente hacia el interior del piñón de accionamiento 5, se comunica con un canal para lubricante 7 que en el interior del piñón de accionamiento 5 se extiende radialmente hacia el exterior. Del modo representado en la figura 10, el canal para lubricante 7 desemboca en el área de la base del pie del diente cero antes mencionado.

15 El suministro de lubricante mediante el canal para lubricante 7 es controlado por un dispositivo de control de suministro 10 que, mediante un dispositivo de desbloqueo 11, libera el suministro de lubricante cada vez que los dientes a cero del piñón de accionamiento 5 y de la corona de giro 4 engranan unos con otros, así como cuando la pala del rotor 2 adopta su posición óptima del ángulo de incidencia. Para ello, en el canal para lubricante 7 se dispone una válvula 12 que, a modo de una válvula de no retorno, comprende un cuerpo de cierre 14 que se encuentra pretensado en su posición de cierre mediante un resorte 29 (véase la figura 3), donde el cuerpo de la válvula 14 cierra la válvula cuando es desplazado hacia la abertura 30 del canal para lubricante 7.

20 Para poder abrir la válvula 12 se proporciona un empujador de válvula como elemento de apertura de válvula 13 que está diseñado en forma de una barra, y que se extiende distanciándose desde el cuerpo de la válvula 14 a través del canal para lubricante 7 hasta su abertura 30. Como se muestra en la figura 3, el empujador de válvula 13 sobresale levemente sobre la abertura 30 del canal para lubricante 7 en el área de la base del diente del piñón de accionamiento 5, de manera que la válvula 12 se abre al presionar el empujador de válvula 13, es decir que el cuerpo de la válvula 14 es presionado hacia la abertura desde su posición de cierre en contra de la fuerza elástica. Esto se produce cada vez que el diente a cero 8 de la corona de giro 4 engrana con el diente a cero 9 del piñón de accionamiento 5, es decir en el área correspondiente de la base del diente del piñón de accionamiento 5, del modo que se ilustra en la figura 10.

30 Las figuras 4 y 5 muestran en principio un diseño similar del dispositivo de lubricación 6. También aquí el suministro de lubricante se efectúa a través del piñón de accionamiento 5 mediante un canal para lubricante 7 diseñado en este caso de forma radial. Por tanto, para los mismos componentes se utilizan los mismos símbolos de referencia correspondientes. Sin embargo, a diferencia de la ejecución antes descrita, aquí el suministro de lubricante no se efectúa desde el lado frontal del piñón de accionamiento 5, sino a través del árbol de accionamiento 16, desde una toma para lubricante 15 que se proporciona en la carcasa de rodamiento del árbol de accionamiento 17. Del modo ilustrado en las figuras 4 y 5, el canal para lubricante radial 7 se encuentra comunicado con una perforación para lubricante axial 31 en el interior del árbol de accionamiento 16 que, en su extremo que se distancia del piñón de accionamiento 5, es conducido hacia el exterior del árbol de accionamiento a través de la perforación radial 32, desembocando allí en un espacio interior de la carcasa de rodamiento del árbol de accionamiento 33. A través de la toma para lubricante 15, desde el lado externo de la carcasa de rodamiento del árbol de accionamiento 17, el lubricante puede ser empujado hacia el espacio interior 33 mencionado, de manera que al mismo tiempo se lubrican los rodamientos del árbol de accionamiento 16. En el espacio interior 33 se encuentran dispuestos también los rodamientos para el árbol de accionamiento 16. La perforación radial 32 se encuentra comunicada con ese espacio interno, permitiendo con ello la conducción del lubricante hasta el canal para lubricante 7 y, mediante éste, hacia los dientes a cero 8 y 9.

Del modo ilustrado en la figura 5, la perforación para lubricante 31 puede extenderse desde el lado frontal del árbol de accionamiento 16, siendo cerrada allí con un tapón.

45 En lugar del suministro de lubricante a través del piñón de accionamiento 5, indicado en las figuras precedentes, el lubricante puede ser conducido también desde el exterior del lado frontal sobre los dientes a cero 8 y 9 que engranan entre sí de la corona de giro 4, así como del piñón de accionamiento 5. En las figuras 6 y 7 se muestra un diseño de este tipo. El canal para lubricante 7, en la ejecución representada, se extiende aquí en la carcasa de rodamiento del árbol de accionamiento 17, en donde se encuentra alojado el árbol de accionamiento 16. El canal para lubricante 7 se extiende esencialmente de forma paralela con respecto al eje de rotación del piñón de accionamiento 5, así como del árbol de accionamiento 16 y desemboca en la sección de engrane, en donde el piñón de accionamiento 5 engrana con la corona de giro 4. La abertura 30 se proporciona en el lado frontal de la carcasa de rodamiento del árbol de accionamiento 17 y es recubierta por los dientes del piñón de accionamiento 5.

55 En la ejecución según la figura 6 se proporciona en el canal para lubricante 7 también la disposición de la válvula antes descrita con el empujador de válvula 13 sobresaliente. No obstante, para poder abrir la válvula 12 cuando los dientes a cero 8 y 9 antes descritos del piñón de accionamiento 5 y de la corona de giro 4 engranan uno con otro, el diente a cero 9 del piñón de accionamiento 5 porta un saliente del lado frontal que conforma una leva de accionamiento 18, a través de la cual el empujador de válvula 13 es presionado abriendo la válvula 12. Los otros

dientes del piñón de accionamiento 5 no portan una leva de accionamiento 18 de este tipo, de manera que la válvula 12 sólo se abre cuando los dientes a cero 8 y 9 engranan uno con otro, situándose de este modo en la abertura del canal para lubricante 7.

5 En las figuras 8 y 9 se muestra otra ejecución del dispositivo de lubricación 6, donde aquí, como en las ejecuciones precedentes, se utilizan los mismos símbolos de referencia para los mismos componentes. El suministro de lubricante se efectúa aquí a través del rodamiento de pivote 20 y en particular a través de la corona de giro 4. El canal para lubricante 7 se extiende aquí radialmente a través de los dos anillos de rodamiento 19 y 4 y desemboca en la base del diente a cero 8 de la corona de giro 4, donde también en este caso, de forma correspondiente, la válvula 12 se encuentra provista del elemento de apertura de válvula 13 sobresaliente. Es interesante observar aquí
10 que el canal para lubricante 7 se encuentra dividido en las secciones 7a y 7b que, por una parte, se encuentran conformadas en la corona de giro 4 y, por otra parte, en el anillo de rodamiento 19 que se encuentra situado de manera vertical. Por consiguiente, el suministro de lubricante sólo es posible cuando las secciones 7a y 7b del canal para lubricante se superponen alineándose una con otra, lo que siempre tiene lugar cuando la corona de giro 4 adopta la posición en la cual su diente a cero 8 engrana con el diente a cero 9 del piñón de accionamiento 5, es decir, cuando la pala del rotor 2 se encuentra en su posición óptima del ángulo de incidencia. Eventualmente, en esta ejecución podría incluso prescindirse de la válvula 12, ya que en otras posiciones las dos secciones del canal 7a y 7b no se alinean una con otra, de manera que no puede tener lugar un suministro de lubricante. Solamente, el
15 pasaje desde la corona de giro 4 hacia el anillo de rodamiento 19 en el área de las secciones del canal 7a y 7b deberían encontrarse selladas del modo correspondiente. Por otra parte, el área de paso mencionada, de manera ventajosa, se encuentra en el área del cuerpo de rodamiento 34 del rodamiento 20, de modo que es posible una
20 lubricación del cuerpo de rodamiento 34 mediante la abertura de rodamiento entre los dos anillos de rodamiento.

REIVINDICACIONES

1. Actuador para ajustar el ángulo de incidencia de una pala del rotor (2) de una turbina eólica (3) que se encuentra montada de forma giratoria en un cubo del rotor (1), con un primer elemento de accionamiento (4) que puede conectarse a la pala del rotor (2), un segundo elemento de accionamiento (5) que engrana con el primer elemento de accionamiento (4), así como con un dispositivo de lubricación (6) para lubricar los dos elementos de accionamiento (4, 5), donde el dispositivo de lubricación (6) presenta un canal para lubricante (7) para el suministro selectivo de lubricante hacia un diente a cero (8) del primer elemento de accionamiento (4), y/o hacia un diente a cero (9) del segundo elemento de accionamiento (5), los cuales engranan el uno con el otro cuando la pala del rotor (2) se encuentra en su posición de trabajo preferente, y un dispositivo de control de suministro (10) con una válvula (12) en el canal para lubricante (7) para controlar el suministro de lubricante a través del canal para lubricante (7) en función de la posición de engrane de los dos elementos de accionamiento (4, 5), **caracterizado porque** la válvula (12) presenta un elemento de apertura de válvula (13) que puede desplazarse entre una posición de apertura y una posición de cierre, y que sobresale en el área de la abertura del canal para lubricante (7), donde al menos en uno de los dos dientes a cero (8, 9) mencionados de los dos elementos de accionamiento (4, 5) se proporciona una leva de accionamiento (18) para abrir la válvula (12).
2. Actuador según la reivindicación precedente, donde el dispositivo de control de suministro (10) presenta un interruptor de desbloqueo (11) que libera el suministro de lubricante a través del canal para lubricante (7) cuando los dos elementos de accionamiento (4, 5) engranan uno con el otro con sus dientes a cero (8, 9), y bloquea el suministro a través del canal para lubricante (7) cuando los dos dientes a cero (8, 9) mencionados no engranan el uno con el otro.
3. Actuador según una de las reivindicaciones precedentes, donde el elemento de apertura de válvula (13) presenta un empujador de válvula que se extiende en el canal para lubricante (7), sobresaliendo del mismo, y que abre la válvula (12) al presionar dentro del canal para lubricante (7).
4. Actuador según una de las reivindicaciones precedentes, donde la válvula (12) se encuentra diseñada como una válvula de no retorno, cuyo cuerpo de cierre (14) se encuentra sometido a la presión del lubricante en el canal para lubricante (7) para la posición de cierre de la válvula.
5. Actuador según una de las reivindicaciones precedentes, donde el canal para lubricante (7) desemboca en una base del diente del primer y/o del segundo elemento de accionamiento (4, 5).
6. Actuador según una de las reivindicaciones precedentes, donde el canal para lubricante (7) atraviesa el segundo elemento de accionamiento (5) y/o el dispositivo de control de suministro (10, 12) se encuentra dispuesto en el segundo elemento de accionamiento (5).
7. Actuador según una de las reivindicaciones precedentes, donde el canal para lubricante (7) puede situarse en forma fluido-comunicante con la toma para lubricante (15) que se encuentra dispuesta del lado frontal en el segundo elemento de accionamiento (5).
8. Actuador según una de las reivindicaciones precedentes, donde el canal para lubricante (7) puede situarse en forma fluido-comunicante con una toma para lubricante (15) que se proporciona en un árbol de accionamiento (16) y/o en una carcasa del árbol de accionamiento (17).
9. Actuador según una de las reivindicaciones precedentes, donde el canal para lubricante (7) atraviesa un árbol de accionamiento (16) y se encuentra comunicado con un espacio interior de la carcasa del árbol de accionamiento, en donde se alojan rodamientos para soportar el árbol de accionamiento (16).
10. Actuador según una de las reivindicaciones precedentes, donde el canal para lubricante (7) atraviesa una carcasa de rodamiento del árbol de accionamiento (17) o el cubo del rotor (1) y/o desemboca del lado frontal sobre el dentado de los dos elementos de accionamiento (4,5).
11. Actuador según una de las reivindicaciones precedentes, donde el canal para lubricante (7) atraviesa el primer elemento de accionamiento (4) y/o una pieza de rodamiento (19) que soporta el primer elemento de accionamiento (4).
12. Actuador según una de las reivindicaciones precedentes, donde el canal para lubricante (7) atraviesa el primer elemento de accionamiento (4) y el anillo de rodamiento (19) de manera que las secciones (7a, 7b) correspondientes del canal para lubricante sólo se encuentran en forma fluido-comunicante una con otra en una posición de rotación del primer elemento de accionamiento (4) con respecto a la pieza de rodamiento (19).

13. Actuador según una de las reivindicaciones precedentes, donde el primer elemento de accionamiento (4) consiste en una corona de giro y el segundo elemento de accionamiento (5) en un piñón de accionamiento que se extiende dentro de la corona de giro.
- 5 14. Actuador según una de las reivindicaciones precedentes, donde el primer elemento de accionamiento (4) conforma un anillo de rodamiento de un rodamiento de pivote (20) a través del cual la pala del rotor (2) puede ser soportada en el cubo del rotor (1), donde en particular el primer elemento de accionamiento (4) conforma el anillo interno del rodamiento de pivote (20) y presenta un dentado interno con el cual engrana el segundo elemento de accionamiento (5).
- 10 15. Actuador según una de las reivindicaciones precedentes, donde el segundo elemento de accionamiento (5) se asienta sobre un árbol de accionamiento que puede conectarse a un motor del actuador (21) y/o conforma su árbol del motor.
16. Rotor para una turbina eólica (3) con un actuador (22) según una de las reivindicaciones precedentes.
- 15 17. Rotor según la reivindicación precedente, donde la pala del rotor (2) se asienta sobre una corona de giro (5) con dentado interno de un rodamiento de rodillos (20) que se encuentra apoyado en el cubo del rotor (1), y que puede ser accionado por un piñón de accionamiento (5) que se encuentra dispuesto coaxialmente con el rodamiento de rodillos (20), donde éste se asienta sobre un árbol de accionamiento (16) que se encuentra apoyado en el cubo del rotor (1) mediante una carcasa de rodamiento del árbol de accionamiento (17).
18. Turbina eólica con un rotor (23) según una de las reivindicaciones precedentes.

Fig. 1

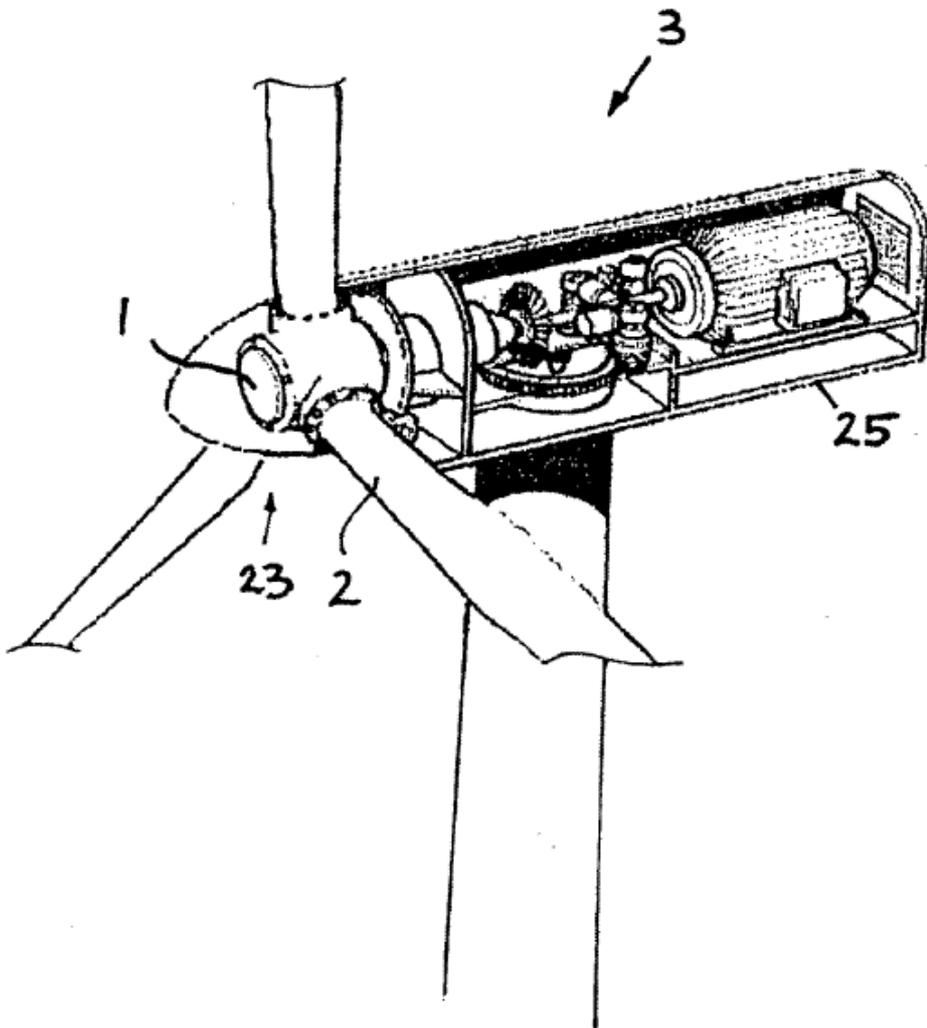


Fig. 3

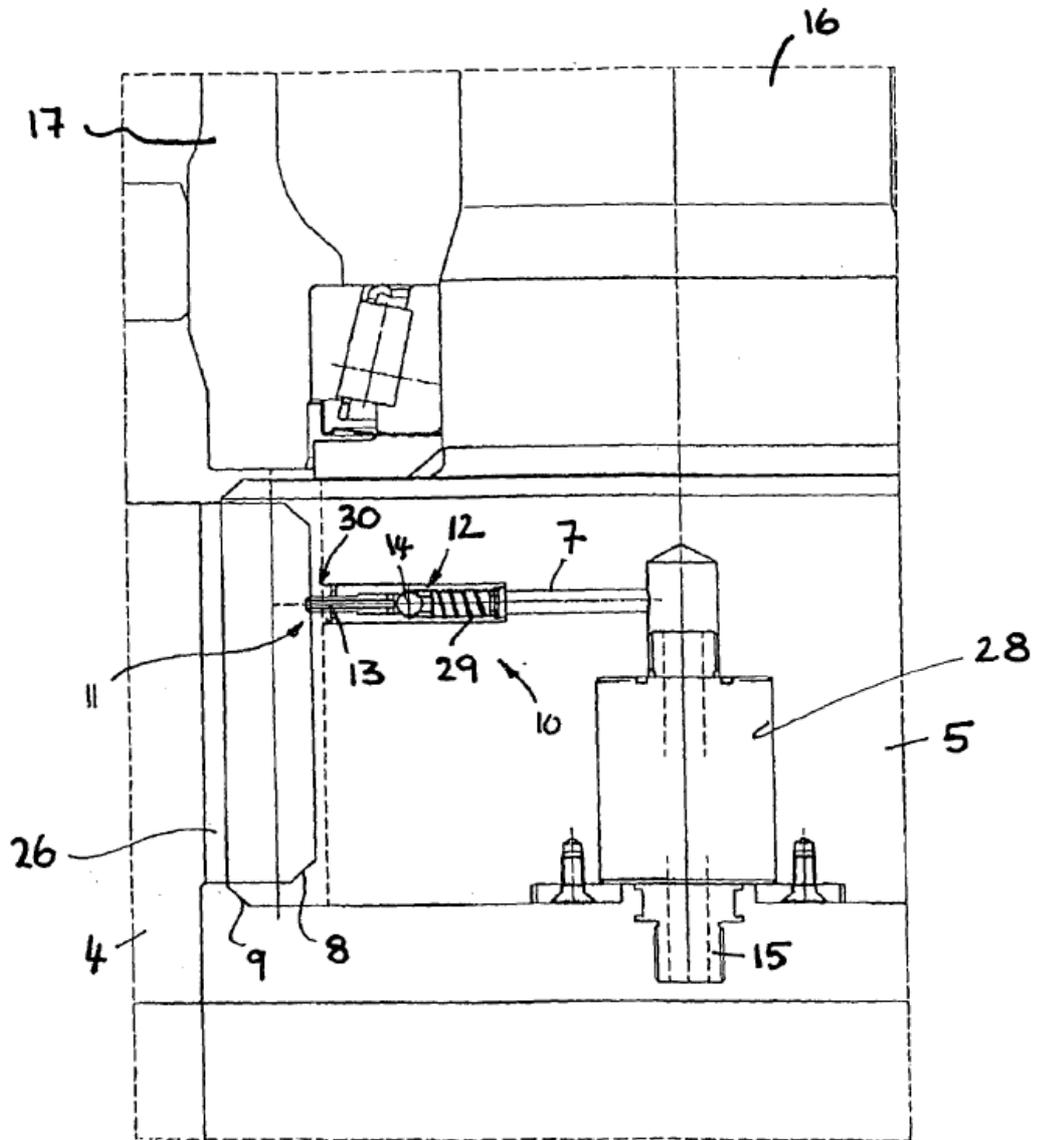


Fig. 4

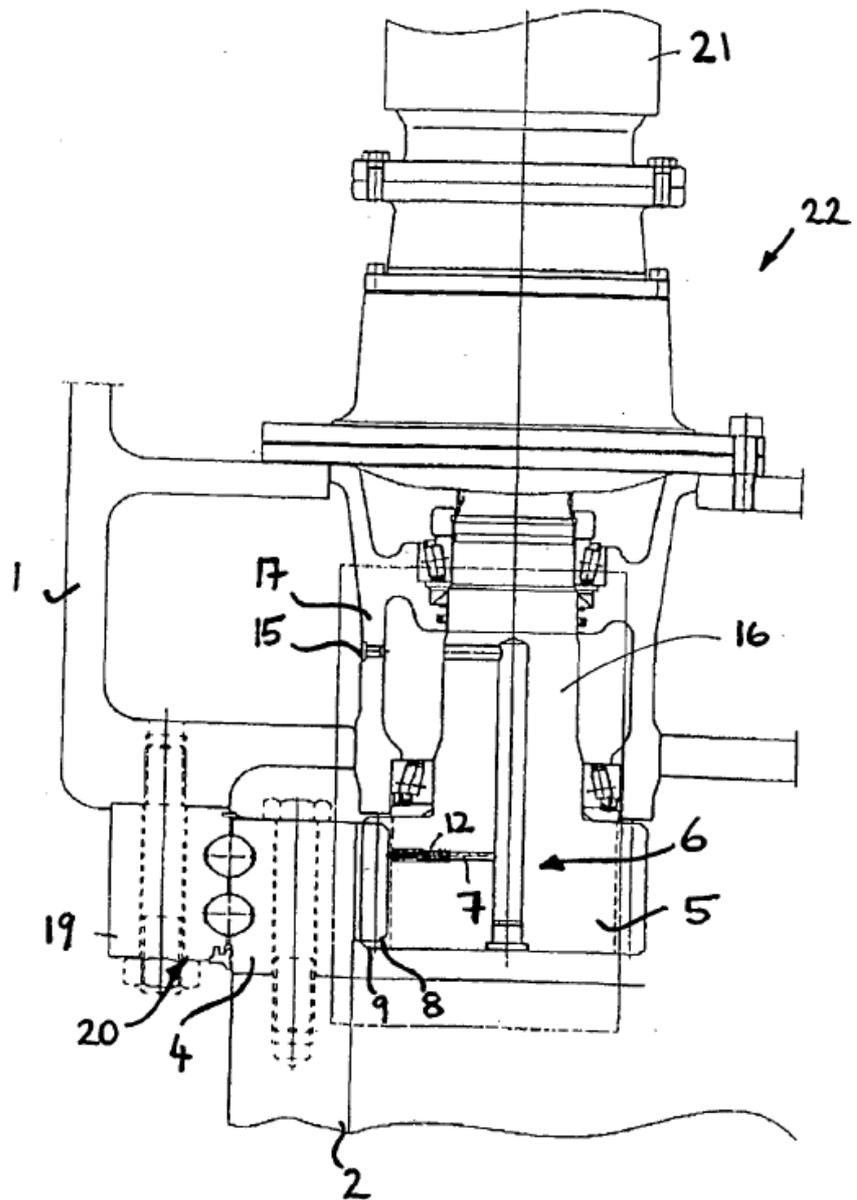


Fig. 5

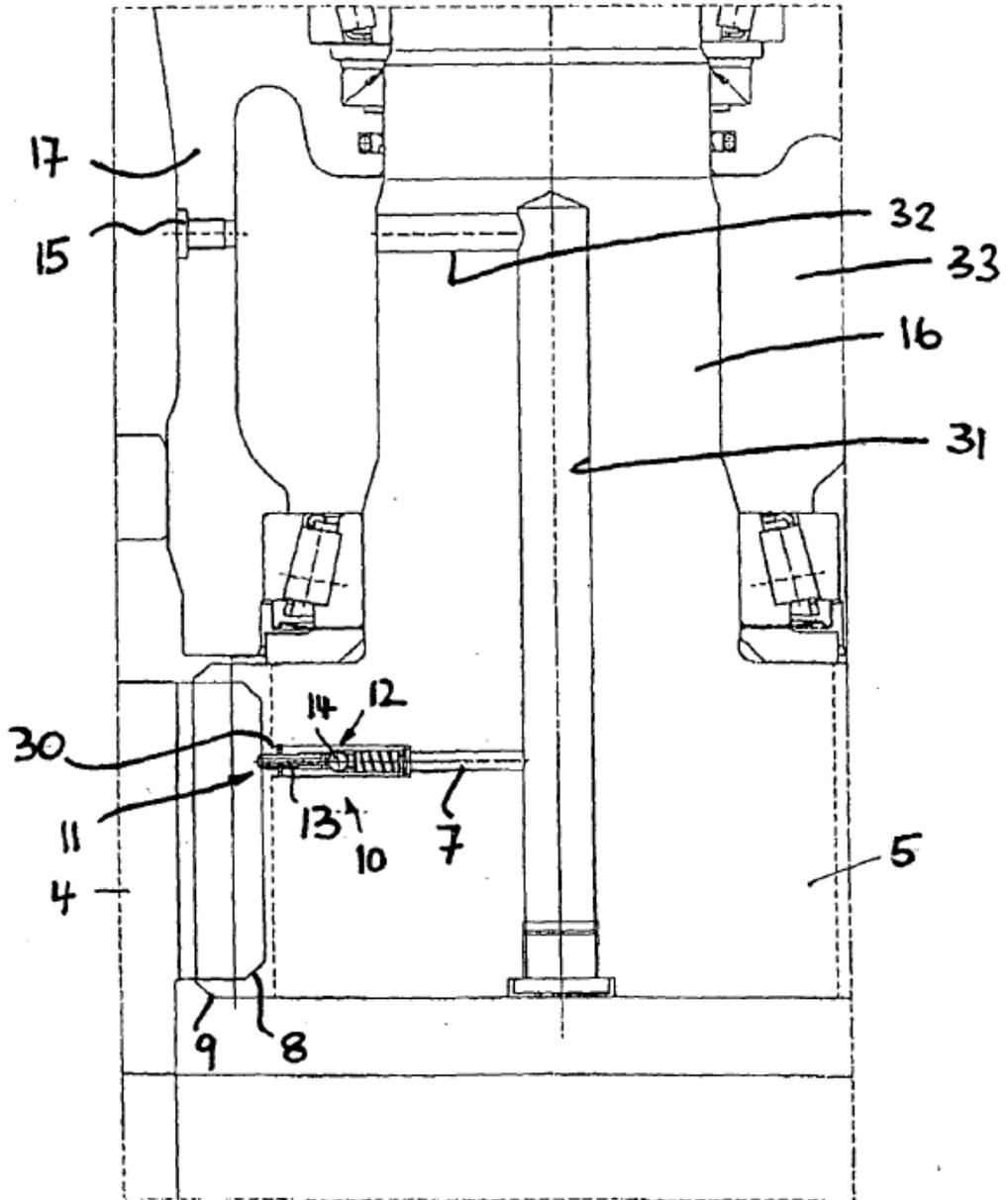


Fig. 6

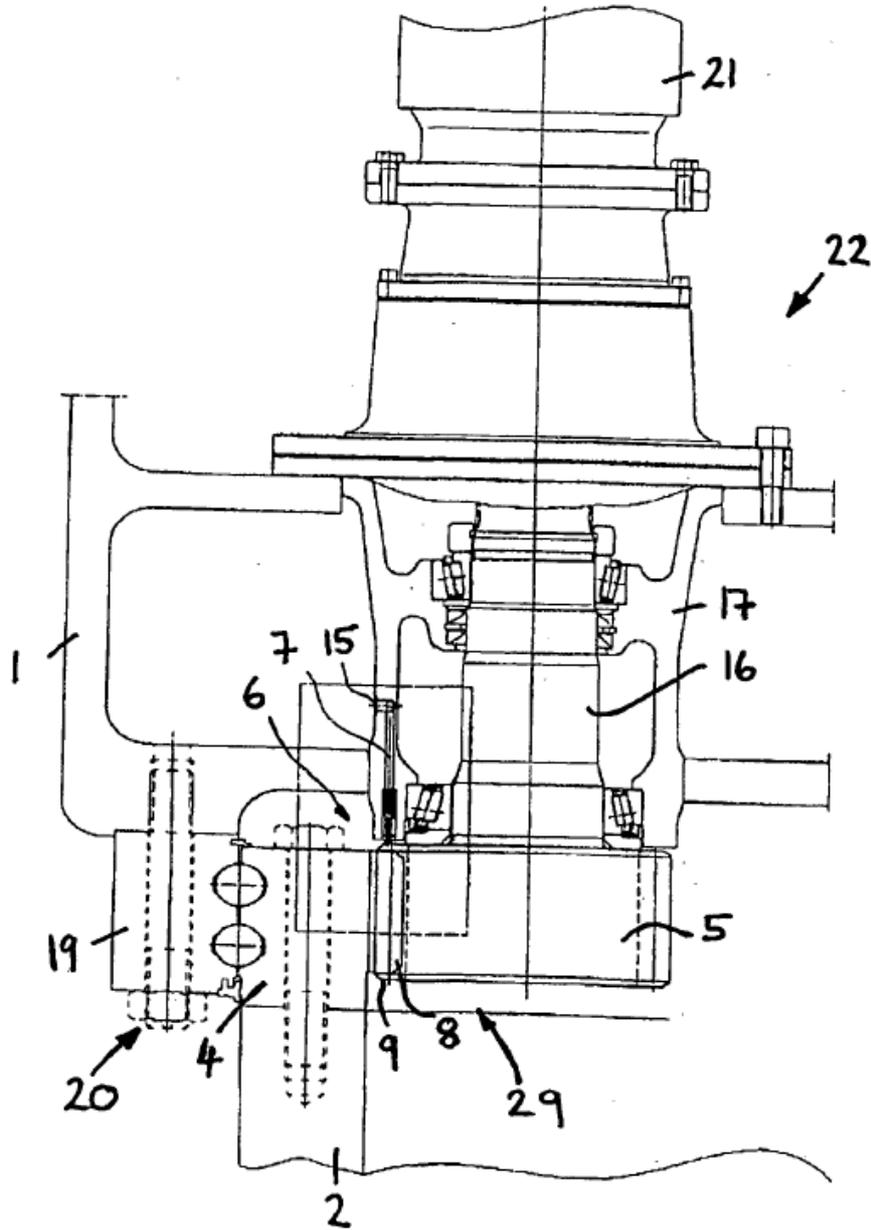


Fig. 7

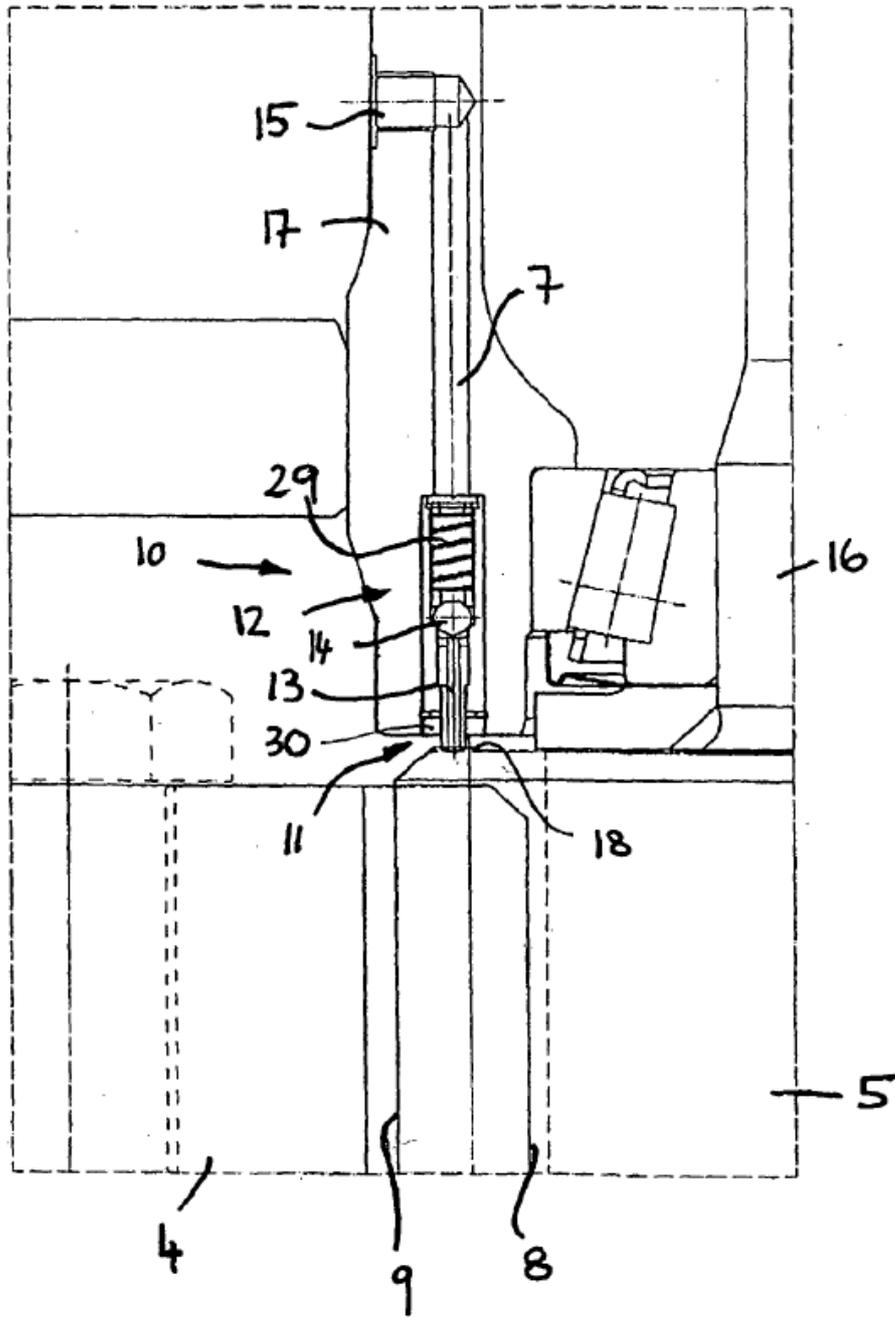


Fig. 8

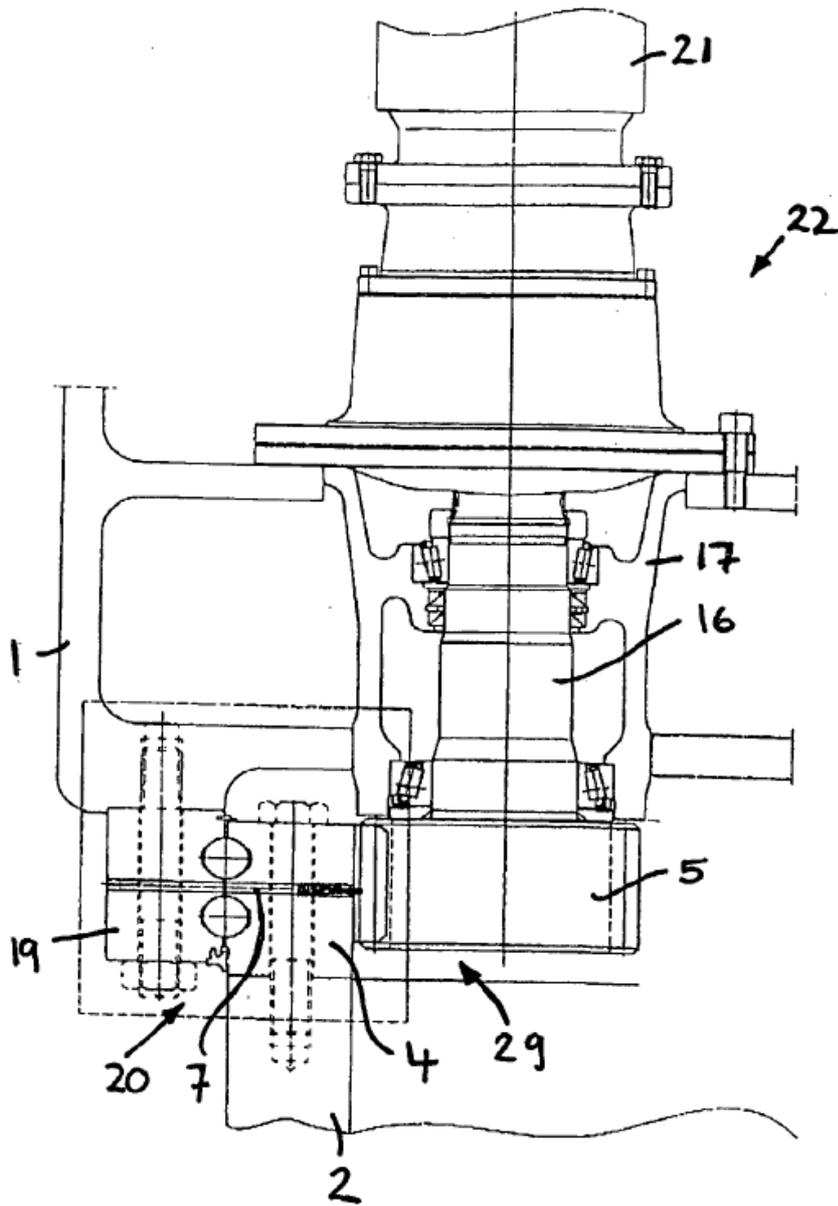


Fig. 10

