

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 381 783**

51 Int. Cl.:
F03D 11/00 (2006.01)
F03D 1/06 (2006.01)
H02G 13/00 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

- 96 Número de solicitud europea: **04027646 .1**
96 Fecha de presentación: **02.03.2001**
97 Número de publicación de la solicitud: **1522725**
97 Fecha de publicación de la solicitud: **13.04.2005**

54 Título: **Instalación de energía eólica**

30 Prioridad:
06.05.2000 DE 10022128

45 Fecha de publicación de la mención BOPI:
31.05.2012

45 Fecha de la publicación del folleto de la patente:
31.05.2012

73 Titular/es:
**WOBEN, ALOYS
ARGESTRASSE 19
26607 AURICH, DE**

72 Inventor/es:
Wobben, Aloys

74 Agente/Representante:
Roeb Díaz-Álvarez, María

ES 2 381 783 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

Instalación de energía eólica.

La invención se refiere a una instalación de energía eólica. Este tipo de instalaciones de energía eólica de tipo moderno, por ejemplo, una del tipo E-40 o E-66 de la empresa Enercon, están equipadas normalmente con un sistema pararrayos, que se conoce, por ejemplo, de los documentos DE 4436290, DE 19826086, DE 19501267, DE 4445899, WO 00/14405 o WO 96/07825. De acuerdo con el estado de la técnica más próximo, por el documento DE 4436197 se conoce una instalación de energía eólica según el preámbulo de la reivindicación 1 con un dispositivo pararrayos.

En este tipo de sistemas pararrayos conocidos descritos anteriormente, la hoja del rotor correspondiente se puede cargar estáticamente cuando la hoja del rotor esté separada del cubo. Esta carga electrostática de una hoja del rotor se origina por medio de la fricción del aire con las hojas del rotor rotatorias del rotor de una instalación de energía eólica. Dependiendo de la humedad del aire o bien de otras influencias meteorológicas desfavorables, las hojas del rotor (o bien sus sistemas pararrayos) se cargan más rápida o más lentamente. La carga estática se produce hasta que se alcanza la tensión disruptiva de la distancia disruptiva. Entonces se realiza la descarga eléctrica, y todo el sistema o bien las hojas del rotor se descargan. Una descarga eléctrica de este tipo genera ondas electromagnéticas (EMV) con un ancho de banda extremadamente alto, ya que la descarga eléctrica se produce prácticamente en forma de un impulso, que idealmente dispone de un ancho de banda extremadamente alto (idealmente dispone de un ancho de banda infinito). Estas descargas repentinas, que no están provocadas por el impacto de un rayo debido a una tormenta, sino por la carga electrostática de los rotores, interfieren en todo el sistema electrónico de la instalación de energía eólica que se encuentra en el entorno de la descarga eléctrica, como por ejemplo los ordenadores o los microprocesadores que controlan y regulan una hoja individual del rotor. Sin embargo, también resultan afectados otros dispositivos electrónicos de la instalación de energía eólica que se encuentran en la barquilla o cerca de la distancia disruptiva. Por medio de la carga de las hojas del rotor que están rotando, se produce normalmente una descarga eléctrica en la distancia disruptiva, con una interferencia igualmente regular del sistema electrónico, que no se desea por lo que respecta a la protección de todos los dispositivos electrónicos de la instalación.

El objetivo de la presente invención es evitar las desventajas mencionadas anteriormente y, en particular, minimizar el número de interferencias en el sistema electrónico debidas a las descargas eléctricas en la distancia de disrupción.

El objetivo se consigue por medio de una instalación de energía eólica con las características según la reivindicación 1 ó 21. En las reivindicaciones subordinadas se describen variantes ventajosas.

La invención se basa en la propuesta de descargar de un modo continuo las cargas electrostáticas de las hojas del rotor. En este caso hay que prestar atención al hecho de que la tensión en las distancias disruptivas poco antes de una descarga de tensión puede alcanzar fácilmente, dependiendo de la humedad, entre 20 y 30 kV. Debido a esto, el dispositivo para la descarga continua (conexión de descarga) de las hojas del rotor ha de cumplir fundamentalmente con dos condiciones, en concreto, en primer lugar, la distancia de descarga continua ha de tener una impedancia tan baja que se evite una carga estática de las hojas del rotor, y en segundo lugar, ha de ser capaz de resistir a una tensión de choque con un valor de 30 kV y de más (este tipo de tensiones de choque se generan en impactos de rayos).

La invención se explica a continuación con más detalle a partir de dibujos representativos. En los dibujos se representa:

Fig. 1 una conexión en serie de una resistencia óhmica y de una inductividad;

Fig. 2 una realización de la invención con cinco resistores de hilo bobinado enrollados y conectados en serie;

Fig. 3 una vista/ una sección transversal parcial a través de una instalación de energía eólica conforme a la invención;

Fig. 4 una representación aumentada de la sección III a partir de la Fig. 3;

Fig. 5 otra vista detallada aumentada a partir de la Fig. 3; y

Fig. 6 una vista detallada a partir de la región V de la Fig. 3.

Es especialmente adecuado que el dispositivo para la descarga continua de carga electrostática de las hojas del rotor esté formado por una conexión de descarga que presenta una conexión en serie de una resistencia óhmica de derivación 1 y una inductividad 2. Esto está representado en la Figura 1. En este caso, la resistencia de derivación presenta preferentemente un valor de aproximadamente 50 kΩ, y la inductividad presenta preferentemente un valor de 10 μH o más.

Durante la descarga estática de las hojas del rotor, la inductividad 2 no está en funcionamiento, ya que las corrientes de derivación representan una corriente continua con una amplitud muy pequeña. Con ello, cada hoja del rotor está unida para la descarga estática con una resistencia de 50 kΩ con el potencial de tierra, cuando la conexión representada en la Figura 1 une una hoja del rotor con la conexión de tierra del potencial de tierra.

- 10 En caso del impacto de un rayo (como consecuencia de una tormenta), la tensión en la distancia disruptiva (la conexión de descarga según la Figura 1) se eleva de un modo considerable. El nivel de la tensión depende de la distancia, del radio de curvatura de los picos de contacto y de la humedad del aire. La inductividad 2 limita ahora la subida de la corriente que fluye a través del derivador (R+L) estático. Con ello se proporciona una protección pasiva suficiente para la resistencia de derivación.
- 15 Es especialmente ventajoso que la resistencia 1 óhmica esté conformada por medio de un resistor de hilo bobinado 1a y cuando éste está enrollado al mismo tiempo, tanto la resistencia 1 óhmica como la inductividad 2 se pueden conformar ahorrando mucho espacio. Esto se muestra en la Figura 2 de la solicitud en una vista. En este caso están representados cinco resistores de hilo bobinado 1a enrollados conectados en serie que disponen de líneas de alimentación correspondientes.
- 20 La realización de un resistor de hilo bobinado enrollado tiene la ventaja de que se da una distribución igual de tensión a lo largo de toda la longitud de la resistencia.

Otra ventaja de la conformación conforme a la invención reside en lo muy sencilla que es la solución, que igualmente garantiza una protección muy efectiva de todo el sistema electrónico de la instalación de energía eólica, y hace posible una descarga instantánea (de golpe) de cargas electrostáticas con la ayuda del derivador estático descrito.

- 25 El derivador estático (32) (el dispositivo para la descarga continua de la carga electrostática) está formado finalmente por una sencilla impedancia eléctrica con una componente óhmica y una componente inductiva, y el derivador estático (32) está dispuesto paralelamente respecto a la distancia disruptiva.

La Fig. 3 muestra la disposición del derivador estático conforme a la invención en una instalación de energía eólica.

- La instalación de energía eólica representada en este caso tiene un soporte para la maquinaria que aloja tanto a un cubo del rotor (30), en el que están dispuestas las hojas del rotor, como a un generador acoplado al cubo del rotor (30). El soporte para maquinaria 14 está dispuesto sobre una torre 3 de modo giratorio alrededor de un eje perpendicular. La torre 3 está anclada en una base 4. Está representada una hoja del rotor 5 para su vista general. La punta de la hoja del rotor 5 está conformada como una pieza preformada de aluminio 6. En la raíz de la hoja del rotor 24 está dispuesto un anillo de aluminio 8 que rodea totalmente a la raíz de la hoja del rotor 24. Elementos conductores 7 en forma de varilla que discurren en el borde delantero y en el borde trasero de la hoja del rotor unen la pieza preformada de aluminio 6 de la punta, de modo que conduce eléctricamente, con el anillo de aluminio 8 dispuesto en la raíz de la hoja del rotor 24.
- 30
- 35

En la región de la raíz de la hoja del rotor 24 está dispuesta a la altura del anillo de aluminio 8 una varilla de seguridad 9 como órgano de derivación del rayo. La varilla de seguridad 9 se aproxima a través de un saliente de transmisión 11 a un anillo de derivación que conduce eléctricamente hasta una determinada distancia, por ejemplo 3 mm. Con su extremo libre opuesto al saliente de transmisión 11, la varilla de seguridad 9 está aproximada al anillo de aluminio 8 hasta una distancia predeterminada, aproximadamente igual.

- 40 El anillo derivador 10 puesto a tierra está dispuesto de modo coaxial respecto al eje del rotor. Con ello se garantiza la aproximación del saliente de transmisión 11 durante el giro completo de la hoja del rotor 5.
- 45 Del dispositivo de giro de la maquinaria 14 sobresale una varilla de seguridad 12 adicional que está conectada al soporte para maquinaria 14 con una unión 13 conductora eléctricamente.

Entre el anillo de aluminio 8 y el adaptador de la hoja (31) está dispuesto el derivador estático (32) de modo conductor. A través de él se puede realizar la derivación estática de las hojas del rotor como se ha descrito anteriormente.

La vista representada en la Fig. 3 se muestra de nuevo en la Fig. 4 de una forma ampliada.

En este caso, el anillo de aluminio 8 está guiado de modo que rodea sólo por secciones alrededor de la raíz de la hoja del rotor. El extremo inferior del elemento conductor 7 del dispositivo de soporte representado está unido con el anillo de aluminio 8 de modo que conduce eléctricamente.

- 5 El recorrido de derivación del rayo que conduce eléctricamente entre el anillo de aluminio 8 y el anillo de derivación 10 se construye por medio de la varilla de seguridad 9, que está fijada horizontalmente con abrazaderas o similares al recubrimiento del cubo del rotor 15 hecho de material que no conduce eléctricamente, y con ello gira conjuntamente con la hoja del rotor 5. En el extremo opuesto a la hoja del rotor 5 de la varilla de seguridad 9 está dispuesta una unión en cruz 16 que une la varilla de seguridad 9 con el saliente de transmisión 11. El saliente de transmisión 11 se aproxima perpendicularmente a través del recubrimiento del cubo del rotor 15 al anillo de derivación 10 hasta una distancia determinada.

- 15 La representación de la Fig. 5 también pone de manifiesto que el anillo de derivación 10 en la región de la aproximación del saliente de transmisión 11 presenta a la altura de la unión en cruz 16 un recorrido de derivación del rayo 17 predeterminado en forma de un pequeño grosor de la capa de barnizado. La Fig. 5 también muestra que el anillo de aluminio 8 está guiado alrededor de la raíz de la hoja del rotor 24 en forma semicircular para unir los dos elementos conductores 7 entre ellos y para garantizar con los posibles ajustes angulares de la hoja del rotor una unión efectiva con la varilla de seguridad 9. La varilla de seguridad 9 presenta en su extremo 25 libre aproximado al anillo de aluminio 8 hasta una distancia predeterminada una punta cuneiforme que incrementa la intensidad de campo en comparación con su entorno.

- 20 La Fig. 6 muestra una unión conductora eléctricamente entre el soporte para maquinaria 14 y la región superior de la torre 3. En esta región de la torre 3 está dispuesto un disco de fricción 20 que descansa horizontalmente de modo coaxial respecto al eje de giro del soporte para maquinaria 14. El soporte para maquinaria 14 tiene en una región opuesta a la torre 3 un elemento de derivación del rayo que está conformado como un empujador 19 solicitado con una presión de contacto. Este empujador 19 está dispuesto perpendicularmente en esta región en el soporte para maquinaria 14 de tal manera que presiona sobre el disco de fricción 20 y con ello construye una unión conductora eléctricamente. Incluso en el caso de giros del soporte para maquinaria 14, esta unión se mantiene debido a la unión arrastrante.

Un rayo que impacte en la instalación de energía eólica se deriva de la siguiente manera:

- 30 Un rayo que impacte en una hoja del rotor 5 se deriva en primer lugar al soporte para maquinaria 14. Partiendo de la pieza preformada de aluminio 6 o de un elemento conductor 7, se deriva el rayo a través del elemento conductor 7 al anillo de aluminio 8. Independientemente del ángulo momentáneo de la hoja del rotor, el rayo se transmite entonces desde el anillo de aluminio 8 a través de la varilla de seguridad 9 al anillo de derivación 10. A través del recorrido de derivación del rayo 17 predeterminado del anillo de derivación 10 se introduce el rayo a través de uniones conductoras no representadas en el soporte para maquinaria 14.

- 35 Un rayo que impacte en la varilla de seguridad 12 adicional se introduce a través de la unión 13 igualmente en el soporte para maquinaria 14.

La derivación del rayo desde el soporte para maquinaria 14 a la torre 3 se realiza a través del empujador 19 que se encuentra en unión arrastrante y a través del disco de fricción 20. Con ello, la derivación del rayo también es independiente de la posición de giro momentánea del soporte para maquinaria 14.

- 40 El resto de la derivación del rayo se realiza a través de la torre 3, de la base 4 y del anillo de puesta a tierra 27 que discurre por la tierra.

Tal y como se ha descrito, la invención muestra cómo, por un lado, de un modo excelente, se puede llevar a cabo una descarga continua de cargas electrostáticas de una hoja del rotor y cómo a pesar de eso, por otro lado, también se pueden descargar los impactos de rayos en la hoja del rotor sin causar daños en la instalación de energía eólica.

- 45 Mientras que las cargas electrostáticas son descargadas a través del derivador estático y directamente a través del cubo, las cargas provocadas por un impacto de un rayo se descargan sin pasar por el cubo, en particular sin pasar por el alojamiento del cubo. Las líneas tanto para las cargas electrostáticas como para las corrientes de los rayos desde la punta de la hoja del rotor hasta la región de la raíz de la hoja pueden ser las mismas. Para proteger la instalación de energía eólica también se ha de procurar que los impactos de los rayos no sean guiados a través del cubo o bien a través del alojamiento del cubo.

La división de los diferentes recorridos de carga para la carga electrostática, por un lado, y la corriente de los rayos, por otro lado, es extraordinariamente efectiva, y se ha podido probar en instalaciones de energía eólica de una manera muy satisfactoria. El coste, en su conjunto, es reducido.

5 Con la invención es posible que las interferencias que, por un lado, puedan estar provocadas por la carga electrostática de las hojas del rotor, o también por el impacto de un rayo, se puedan reducir de un modo considerable. La combinación especial formada por la derivación de corrientes electrostáticas y de corrientes de rayos a través de diferentes recorridos de líneas se ha comprobado en varias instalaciones como algo extraordinariamente satisfactorio.

REIVINDICACIONES

1. Instalación de energía eólica con un soporte para maquinaria que está dispuesto de modo giratorio sobre una subestructura, con un eje del rotor alojado en el soporte para maquinaria (14) con un cubo del rotor (30) y con al menos una hoja del rotor y caracterizada por un dispositivo (32) para la descarga continua de carga electrostática de al menos una hoja del rotor (5) de la instalación de energía eólica.
2. Instalación de energía eólica según la reivindicación 1 caracterizada porque en la que el dispositivo (32) para la descarga continua está formado por una conexión en serie de una resistencia óhmica y una inductividad, y la conexión une de modo eléctrico la hoja del rotor (5) con una conexión a tierra.
3. Instalación de energía eólica según la reivindicación 1 ó 2, caracterizada porque el dispositivo (32) para la descarga continua está conectado de modo paralelo respecto a una distancia disruptiva de un sistema pararrayos de la instalación de energía eólica.
4. Instalación de energía eólica según una de las reivindicaciones anteriores, caracterizada porque la resistencia óhmica presenta una resistencia de al menos 10 k Ω , preferentemente de 50 k Ω .
5. Instalación de energía eólica según una de las reivindicaciones anteriores, caracterizada porque la inductividad es de al menos 2 μ H, preferentemente mayor que 10 μ H.
6. Instalación de energía eólica según una de las reivindicaciones anteriores, caracterizada porque la inductividad está formada por un resistor de hilo bobinado enrollado.
7. Instalación de energía eólica según una de las reivindicaciones anteriores, caracterizada porque la resistencia óhmica está formada por un resistor de hilo bobinado.
8. Instalación de energía eólica según una de las reivindicaciones anteriores, caracterizada porque el dispositivo (32) para la descarga continua de carga electrostática está unido de modo eléctrico, por un lado, con la conexión eléctrica del derivador de rayos (8) de la hoja del rotor (5) y, por otro lado, con la conexión al adaptador de la hoja (31) de la hoja del rotor (5).
9. Instalación de energía eólica según la reivindicación 8, caracterizada porque las cargas que se descargan a través del dispositivo (32) para la descarga continua de carga electrostática se descargan a través del cubo (30) de la instalación de energía eólica.
10. Instalación de energía eólica según una de las reivindicaciones anteriores, caracterizada por una transmisión del pararrayos desde las hojas del rotor (5) hasta un componente fijo conductor eléctricamente del soporte para maquinaria (14) que está puesto a tierra, en la que la transmisión del pararrayos está conformada como un órgano de derivación de los rayos que están en unión efectiva eléctrica con la raíz de la hoja del rotor (24) dispuesto en la región de la raíz de la hoja de rotor (24) a una distancia de aislamiento respecto al cubo del rotor (30), que presenta un saliente de transmisión (11), que se aproxima al componente fijo conductor eléctricamente del soporte para maquinaria (14) hasta una distancia predeterminada.
11. Instalación de energía eólica según la reivindicación 10, caracterizada porque el órgano de derivación del rayo es una varilla de seguridad (9).
12. Instalación de energía eólica según la reivindicación 10 u 11, caracterizada porque el componente fijo que conduce eléctricamente del soporte para maquinaria (14) es un anillo de derivación (10) dispuesto de modo coaxial respecto al eje del rotor, y porque éste presenta en su región opuesta al saliente de transmisión (11) un recorrido de derivación del rayo (17) predeterminado.
13. Instalación de energía eólica según la reivindicación 11, caracterizada porque la varilla de seguridad (9) se aproxima con su extremo (25) libre opuesto al saliente de transmisión (11) a un elemento conductor eléctrico dispuesto en la raíz de la hoja del rotor (24) hasta una distancia predeterminada.
14. Instalación de energía eólica según una de las reivindicaciones anteriores, caracterizada porque cada hoja del rotor (5) presenta en su punta y a una distancia de aislamiento respecto al cubo de rotor (30) elementos conductores eléctricamente dispuestos en su raíz de la hoja del rotor (24), que están unidos entre ellos de modo conductor eléctricamente.
15. Instalación de energía eólica según la reivindicación 14, caracterizada porque el elemento conductor

dispuesto en la punta de la hoja del rotor (5) está conformado como una pieza preformada de aluminio (6).

16. Instalación de energía eólica según la reivindicación 14 ó 15, caracterizada porque en el borde delantero y en el borde trasero de cada hoja del rotor (5) están dispuestos elementos conductores (7) que unen de modo conductor eléctricamente los elementos conductores dispuestos en la punta de la hoja del rotor (5) y en su raíz de la hora del rotor (24).

17. Instalación de energía eólica según una de las reivindicaciones 13 a 16, caracterizada porque el elemento conductor dispuesto en la raíz de la hoja del rotor (24) es un anillo de aluminio (8) que la rodea horizontalmente al menos por secciones en la superficie de la raíz de la hoja del rotor (24).

10 18. Instalación de energía eólica según una de las reivindicaciones anteriores, caracterizada porque en la región del soporte para maquinaria (14) que está opuesta a la subestructura está dispuesto un elemento de derivación del rayo que se encuentra en unión arrastrante con un componente conductor eléctricamente.

19. Instalación de energía eólica según la reivindicación 18, caracterizado porque el elemento de derivación de rayos está conformado como un empujador (19) solicitado con una presión de contacto.

15 20. Instalación de energía eólica según la reivindicación 18 ó 19, caracterizada porque el componente conductor eléctricamente de la subestructura es un disco de fricción (20), que está dispuesto horizontalmente en la región superior de la subestructura en un plano horizontal y de modo coaxial respecto al eje de giro del soporte para maquinaria (14).

20 21. Instalación de energía eólica según una de las reivindicaciones anteriores, caracterizada porque la hoja del rotor (5) está formada por un material que no conduce eléctricamente como, por ejemplo, plástico reforzado con fibra de carbono.

22. Instalación de energía eólica según una de las reivindicaciones anteriores, caracterizada porque presenta un dispositivo pararrayo con un órgano de derivación de rayos y porque en la región del cubo de la hoja del rotor (30) las cargas electrostáticas se descargan a través de otro recorrido que las cargas causadas por un rayo, en la que las cargas electrostáticas se descargan a través del cubo (30), y las cargas ocasionadas por un rayo se 25 descargan sin pasar por el cubo (30).

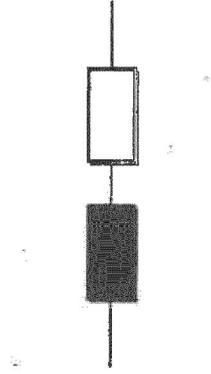


Fig. 1

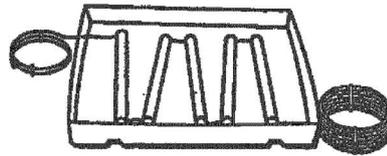


Fig. 2

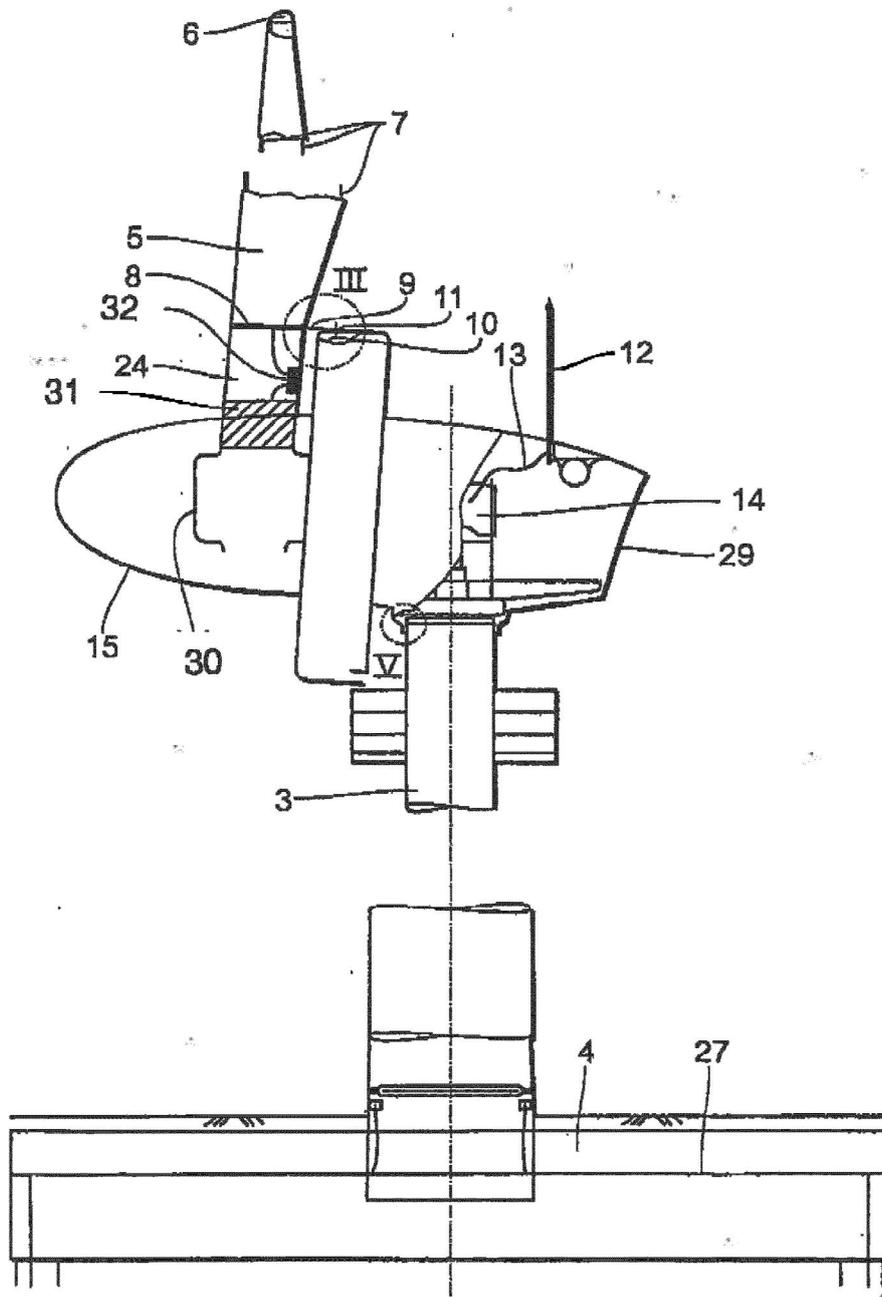


Fig. 3

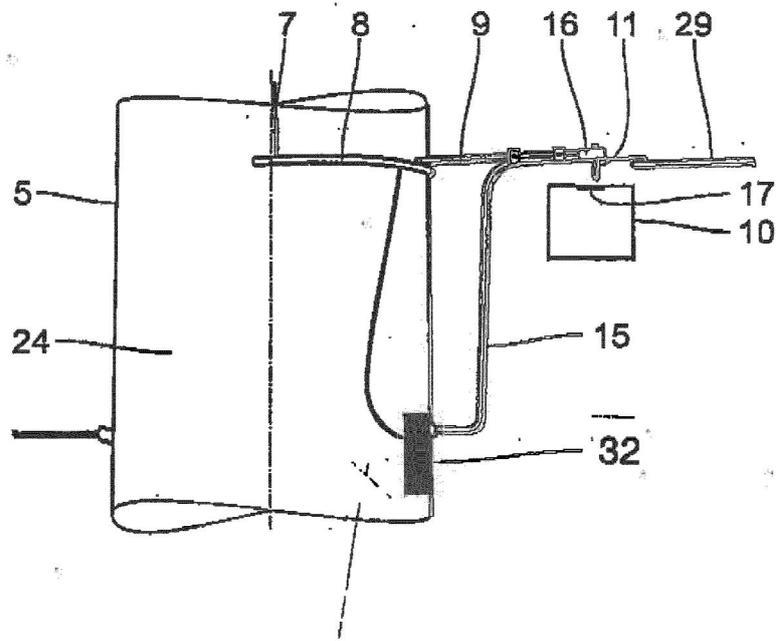


Fig. 4

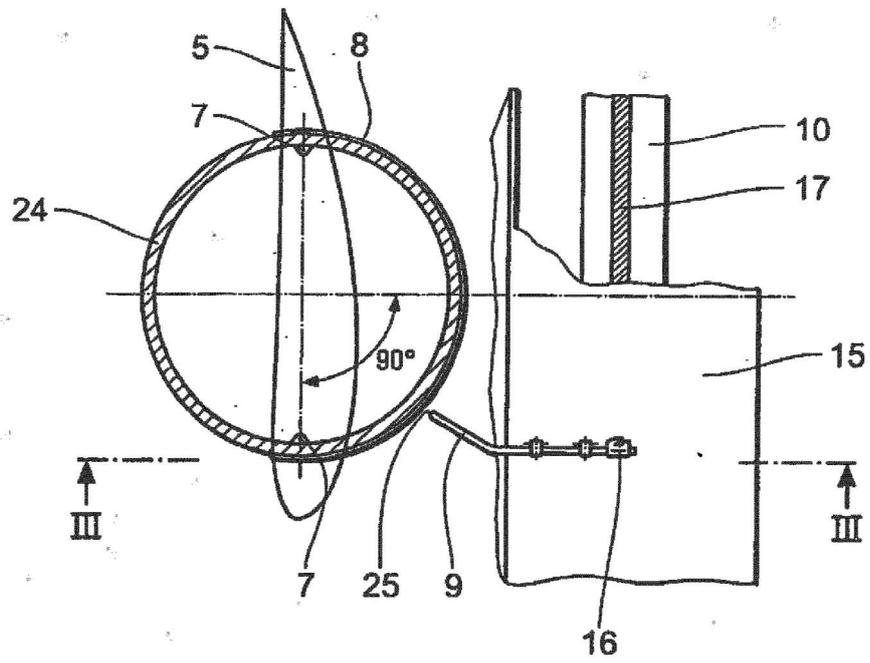


Fig. 5

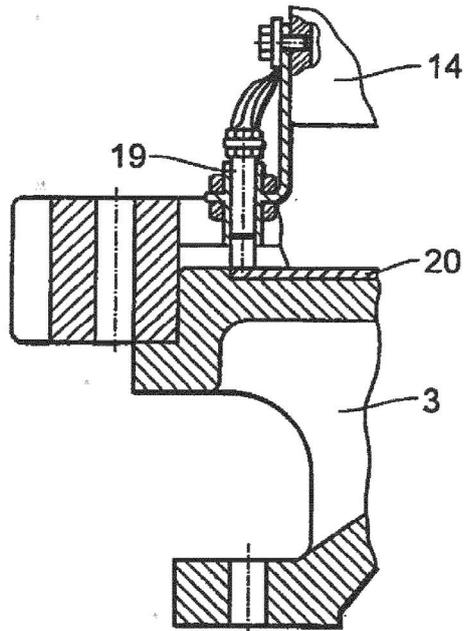


Fig. 6