

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 537 736**

51 Int. Cl.:

H02G 13/00

(2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **07.12.2011** **E 11805764 (5)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **11.03.2015** **EP 2649691**

54 Título: **Pala de rotor con un paso para cables de protección contra rayos.**

30 Prioridad:

10.12.2010 DE 102010062819

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

11.06.2015

73 Titular/es:

**SENVION SE (100.0%)
Überseering 10 (Oval Office)
22297 Hamburg, DE**

72 Inventor/es:

**FLACH, CHRISTIAN;
ZELLER, LENZ, SIMON;
BECKER, CLAAS;
KROGMANN, TIMM y
BARTSCH, TOBIAS**

74 Agente/Representante:

BOTELLA REYNA, Antonio

ES 2 537 736 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

Pala de rotor con un paso para cables de protección contra rayos.

5 La invención se refiere a una pala de rotor de una instalación de energía eólica con un paso para cables de protección contra rayos por un alma de una pala de rotor de una instalación de energía eólica para la unión electroconductiva de un cable receptor unido a un receptor de rayos en un lado del alma a al menos un cable de protección contra rayos dispuesto en el lado opuesto del alma, comprendiendo un cuerpo de unión electroconductivo que penetra el alma. La invención se refiere además a una instalación de energía eólica.

10 Las palas de rotor modernas de instalaciones de energía eólica, fabricadas en modo de construcción de semicarcasas a partir de laminados de materias sintéticas reforzadas con fibras, presentan generalmente en la punta de pala así como en algunos puntos a lo largo del canto trasero del perfil de pala receptores de rayos que forman parte de un sistema de protección contra rayos de la instalación de energía eólica. A través de un cable de
15 protección contra rayos que se extiende en el sentido longitudinal de la pala de rotor, los receptores de rayos están unidos entre ellos y al sistema pararrayos en la góndola y en la torre de la instalación de energía eólica. Las palas de rotor fabricadas en modo de construcción de semicarcasas presentan una o dos almas que se extienden en el sentido longitudinal de la pala de rotor y que unen la semicarcasa superior a la semicarcasa inferior y que absorben fuerzas de tracción y de cizallamiento entre las semicarcasas. Las almas se fabrican en moldes y, habitualmente, los
20 cables de protección contra rayos que se extienden en o cerca de una cuerda cero de la pala de rotor, en algunos casos se incorporan en el alma por laminación durante la fabricación del alma, por ejemplo mediante una capa de laminado con la que se recubre el cable de protección contra rayos.

Por razones técnicas de fabricación, en algunos casos, el cable de protección contra rayos se extiende en el lado del
25 alma que está orientado hacia el canto delantero del perfil. Por lo tanto, para receptores de rayos distribuidos a lo largo del canto trasero del perfil, el cable receptor correspondiente que igualmente es un cable de protección contra rayos en el sentido de la presente invención, se debe hacer pasar por el paso, para que el receptor de rayos correspondiente se una en el canto trasero del perfil al cable de protección contra rayos que se extiende en el lado delantero del alma en el sentido longitudinal de la pala de rotor.

30 En un procedimiento convencional empleado por la solicitante, en un punto de paso se inserta una pieza de materia sintética en el alma que está realizada en una estructura estratificada formada por una estructura central de material esponjoso con capas de laminado exteriores, reforzadas con fibras. En el lugar del componente de materia sintética se realiza un taladro por el que se hace pasar un perno de metal con una pieza de cabeza y una pieza de rosca. En
35 ambos lados del alma se colocan sendas arandelas sobre el taladro que distribuyen a una amplia superficie de las capas de laminado situadas por debajo la fuerza generada al apretar una tuerca sobre la pieza de rosca. El cable receptor se une por soldadura a la arandela en el lado trasero del alma para establecer una buena unión eléctrica. En el lado delantero del alma se usan terminales de cable con agujeros por los que se hace pasar el perno y con los que se unen entre ellas varias secciones del cable de protección contra rayos que se extiende longitudinalmente
40 dentro de la pala de rotor. Después de enroscar la tuerca y de apretar las uniones eléctricas mediante el perno y la tuerca se coloca en ambos lados respectivamente otra capa de laminado sobre el paso.

Los documentos EP1568883A2 y DE102004022299A1 se refieren a un dispositivo de protección contra rayos para instalaciones de energía eólica, en el que un circuito de rayo discurre desde las palas de rotor y el cubo, pasando
45 por la góndola, a la torre, y que presenta al menos un transmisor de rayos para la transmisión entre dos componentes móviles uno respecto a otro de la instalación de energía eólica. Está previsto prever en un lado del transmisor de rayos una vía de rodadura y en el otro lado un rodillo de contacto que rueda sobre esta. El rodillo de contacto puede estar unido de forma electroconductiva a un cuerpo de rozamiento que está en contacto electroconductivo con una escobilla de toma de tierra. Además, se describe un perno de soporte que pasa por dos
50 placas de sujeción y que es parte de la ruta de rayo.

El documento EP2003757A1 se refiere a un paso de conductor a tierra con una pieza aislante que se ha de insertar en una pared y que presenta un paso y un conductor a tierra metálico que después de la inserción en la pared se puede hacer pasar para establecer la unión metálica del paso de conductor a tierra.

55 Partiendo de este estado de la técnica, la presente invención tiene el objetivo de proporcionar un paso fácil de realizar para cables de protección contra rayos por un alma de una pala de rotor de una instalación de energía eólica, reduciendo especialmente la cantidad de puntos de unión.

Este objetivo se consigue mediante una pala de rotor de una instalación de energía eólica con un paso para cables de protección contra rayos por un alma de la pala de rotor para la unión electroconductiva de un cable receptor unido al receptor de rayos en un lado del alma a al menos un cable de protección contra rayos dispuesto en el lado opuesto del alma, que comprende un cuerpo de unión electroconductivo que penetra el alma, y que está perfeccionada de tal forma que el cuerpo de unión está unido de forma electroconductiva al al menos un cable de protección contra rayos por unión roscada y/o por apriete y unido de forma electroconductiva al cable receptor por unión roscada, y en la que el cuerpo de unión electroconductivo está realizado como perno de unión metálico que penetra el alma, y en la que el perno de unión presenta en un extremo un gancho para sujetar y envolver en parte un cable de protección contra rayos y, en el otro extremo, una rosca sobre la que está enroscada o se puede enroscar una tuerca.

Mediante la unión enroscada o por apriete, por ambos lados, se suprime la necesidad de unir el cable receptor por soldadura a una arandela, lo que simplifica notablemente la fabricación del paso. No obstante, un paso según la invención es conforme a la directiva IEC61400-24 para la protección contra rayos en instalaciones de energía eólica.

Un paso de este tipo también se puede sobrelaminar o estar sobrelaminado por un lado o por ambos lados en un paso de fabricación subsiguiente.

En una forma de realización ventajosa, el cuerpo de unión electroconductivo está encastrado en el alma, especialmente por laminación, presentando el cuerpo de unión hacia cada lado del alma respectivamente al menos un taladro con rosca interior para enroscar un tornillo para una fijación roscada de un cable de protección contra rayos o cable receptor.

En caso de usar una serie de cables de protección contra rayos en el lado delantero, en el lado delantero del alma también puede estar previsto que el cuerpo de unión presente varios taladros con rosca interior para enroscar un tornillo para una fijación roscada de un cable de protección contra rayos. El cuerpo de unión electroconductivo constituye un paso de superficie muy grande y voluminoso y, por tanto, con una buena conductividad. La fabricación se puede realizar de tal forma que, en primer lugar, el cuerpo de unión se introduce en el molde en el que se fabrica el alma, dado el caso, sobre una capa de laminado situada ya en el molde, y después, el cuerpo de unión se pone en contacto por ambos lados con un material de relleno, por ejemplo un material esponjoso, madera de balsa o similares, en el sentido longitudinal de la pala de rotor, y finalmente se colocan por encima las capas de laminado delanteras. El cuerpo de unión puede presentar ya los taladros, o bien, después de fabricar el alma se pueden realizar los taladros y la rosca interior en el cuerpo de unión.

Según la invención, está previsto que el cuerpo de unión electroconductivo está realizado como perno de unión metálico que penetra el alma, presentando el perno de unión en un extremo un gancho para sujetar y en parte envolver un cable de protección contra rayos y, en el otro extremo, una rosca sobre la que está enroscada o se puede enroscar una tuerca.

Esto ofrece la ventaja de que el gancho que preferentemente está dispuesto en el lado delantero del alma está realizado para agarrar y enganchar un cable de protección contra rayos continuo que preferentemente discurre a lo largo de la longitud completa de la pala de rotor y que preferentemente está aislado en el punto del paso o del gancho. De esta manera, se reduce fuertemente la cantidad de los puntos de unión del cable de protección contra rayos que pasa, en comparación con una versión convencional en la que un cable de protección contra rayos está previsto respectivamente entre dos pasos y está unido al cable de protección contra rayos siguiente tan sólo a través del contacto con un terminal de cables. Con esta unión roscada y por apriete se sigue mejorando la protección contra rayos.

El extremo contrario del perno que sobresale por el lado trasero del alma presenta una rosca sobre la que se puede enroscar una tuerca. En este punto se puede realizar de manera sencilla una unión roscada con un terminal de cables y, dado el caso, con una arandela por la que pasa el perno, estando montado el terminal de cables sobre un cable receptor que está unido a un receptor de rayos en el canto trasero de la pala de rotor.

En el marco de la invención, el término "unión roscada" se entiende de tal forma que incluye también el agarre por el gancho de un cable de protección contra rayos aislado, ya que la unión se produce enroscando por ejemplo una tuerca sobre la rosca del perno en el lado opuesto del alma.

Preferentemente, un cable de protección contra rayos está aislado en un punto en el que se sujeta por el gancho.

Para no dañar el laminado del alma y no aplastar un material de relleno blando del alma está previsto preferentemente que está previsto un cuerpo de apoyo, especialmente no electroconductor, dentro del alma que presenta un orificio de paso para el perno de unión, presentando el cuerpo de apoyo un material de apoyo, especialmente madera, madera de balsa, PVC o PET.

5

El material de apoyo presenta una rigidez y resistencia a la presión que superan las del material de relleno normal del alma. Por lo tanto, dicho cuerpo de apoyo absorbe las fuerzas de presión producidas por el tensado del perno durante la fabricación del paso eléctrico.

10 Preferentemente, el cuerpo de apoyo está incorporado en el alma por laminación. El orificio de paso se puede realizar después de la fabricación del alma. La fabricación del alma se realiza de la manera mencionada en relación con un cuerpo de unión electroconductor que está encastrado en el alma.

15 Para obtener una buena unión electroconductiva y un buen paso y para proteger el laminado contra daños, preferentemente está previsto que está prevista al menos una arandela metálica electroconductiva para una unión roscada de un cable de protección contra rayos y/o de un cable receptor, dispuesta entre una superficie exterior del alma por una parte y el cable de protección contra rayos o el cable receptor por otra parte.

20 Preferentemente, al menos un cable de protección contra rayos y/o al menos un cable receptor presenta un terminal de cables con un orificio para hacer pasar un tornillo o un perno para una unión roscada.

En una variante ventajosa del paso según la invención está previsto un perfil en C que en una zona central está fijado con una unión roscada a un cuerpo de unión electroconductor dentro de un alma, mediante el cual bloques de alojamiento de receptor se presionan contra carcasas de pala de una pala de rotor.

25

Debido a la longitud de las semicarcasas que puede medir varias decenas de metros existen tolerancias de fabricación por las que no es posible sin problemas un posicionamiento exacto para los receptores de rayos en el canto trasero. Por lo tanto, durante la fabricación de la pala de rotor a partir de dos semicarcasas, en primer lugar se inserta el alma en una de las dos semicarcasas y se montan los perfiles en C en los pasos. En los extremos de los brazos del perfil en C se encuentran bloques de alojamiento de receptor metálicos macizos que posteriormente constituyen la base para receptores de rayos. La disposición sobre el perfil en C hace que al ensamblar las dos semicarcasas, los bloques de receptor quedan pretensados en la semicarcasa superior y en la semicarcasa inferior en la zona del canto trasero del perfil y presionados con un pretensado contra la semicarcasa superior y la semicarcasa inferior. Además, los bloques de receptor están provistos de un medio de unión, por ejemplo una resina, en su superficie superior, de modo que al ensamblar las semicarcasas establecen también una unión adhesiva con las semicarcasas allí donde están en contacto con las semicarcasas. Después de fabricar la pala de rotor y rejuntar las semicarcasas entre ellas se detecta con el detector de metal la posición de los bloques de alojamiento de receptor. En el lugar de los bloques de alojamiento de receptor se taladra un agujero en las semicarcasas y se realiza un agujero ciego con rosca interior en el bloque de alojamiento de receptor, en el que se enrosca entonces un receptor de rayos.

30

35

40

El perfil en C mismo puede ser electroconductor o no electroconductor. En este último caso, está previsto un cable receptor como cable de protección contra rayos, que une el receptor o el bloque de alojamiento de receptor al paso correspondiente a través del alma.

45

El objetivo de la invención se consigue además mediante una instalación de energía eólica con una correspondiente pala de rotor según la invención. Esta presenta las mismas ventajas y características en cuanto a la protección contra rayos que la pala de rotor según la invención con el paso según la invención descrito anteriormente.

50 A continuación, la invención se describe, sin quedar limitada a la teoría general de la invención, con la ayuda de ejemplos de realización haciendo referencia a los dibujos, y en cuanto a cualquier detalle según la invención que no se describa en detalle en el texto se remite expresamente a los dibujos. Muestran:

la figura 1 una representación esquemática en sección a través de un paso conocido,

55

la figura 2 una representación esquemática en sección a través de un paso,

la figura 3 una representación esquemática en sección a través de una forma de realización de un paso según la invención y

la figura 4 una representación esquemática en sección a través de otra forma de realización de un paso según la invención.

- 5 En las siguientes figuras, los elementos idénticos o iguales o las piezas correspondientes llevan respectivamente las mismas cifras de referencia, por lo que no se vuelven a describir.

En la figura 1 se muestra una representación esquemática en sección a través de un paso conocido para cables de protección contra rayos por un alma de una pala de rotor de una pala de rotor de una instalación de energía eólica según el estado de la técnica.

El paso 1 está encastrado en un alma 2 que presenta una estructura estratificada simétrica, formada por dos capas de laminado exteriores en un lado delantero 3 y un lado trasero 4 y, entre estos, un material de relleno 5 blando. El lado delantero 3 es aquel que está orientado hacia el canto delantero del perfil de pala de rotor no representado, mientras que el lado trasero 4 está dispuesto en el lado del canto trasero del perfil de pala. El laminado 6 comprende una materia sintética reforzada con fibras. Esta capa sirve principalmente para absorber fuerzas de cizallamiento y de tracción entre la mitad de carcasa de pala superior y la mitad de carcasa de pala inferior. El material de relleno 5 se compone de un material más blando, por ejemplo un material esponjoso polímero. En el marco de la invención es irrelevante si el perfil de pala de rotor se compone de dos mitades de carcasa de pala o de más piezas de carcasa.

En el lugar de un paso eléctrico 1 para cables de protección contra rayos está incorporado por laminación en el alma 2 un cuerpo de apoyo 7 en lugar del material de relleno 5. El cuerpo de apoyo 7 se compone de un material que presenta una mayor dureza que el material de relleno 5. Los cuerpos de apoyo ligeros, pero no obstante duros, puede componerse por ejemplo de madera, madera de balsa, PVC o PET. El cuerpo de apoyo 7 presenta un taladro 8 continuo por el que pasa un perno 9. El perno presenta en el lado delantero 3 del alma 2 una cabeza de perno 10 con un perfil hexagonal. Hacia el lado trasero 4, el perno 9 presenta una rosca de perno 11 que está realizada como rosca exterior. Sobre esta rosca de perno 11 está enroscada una tuerca 12.

A ambos lados del alma 2 están dispuestas sendas arandelas 13 y 16 metálicas y electroconductoras que distribuyen por una superficie más grande la presión ejercida por la unión roscada del perno 11 sobre el alma 2 y la capa de laminado 6 y, por tanto, evitan daños en el laminado 6. Además, mediante las arandelas 13, 16 se mejora una unión eléctrica.

En el lado delantero 3 del alma 2 discurre un cable de protección contra rayos no representado, en varias secciones en sentido longitudinal de la pala de rotor. En la figura 1 está representada de las dos secciones del cable de protección contra rayos respectivamente una sección transversal a través de la parte plana de un terminal de cables 14, 15. Los dos terminales de cables 14, 15 están dispuestos uno encima de otro sobre el perno y de esta manera están puestos en contacto eléctrico mutuamente. Por la cabeza de perno 10 ensanchada quedan unidos por compresión y presionados sobre la arandela 13.

En el lado trasero 4 opuesto se encuentra en lugar del perno 9 la arandela 16. Esta está ensanchada hacia un lado. En la zona ensanchada de la arandela 16 está unido por soldadura sobre la arandela 16 con un cordón de soldadura 18 un cable receptor 17 que igualmente es un cable de protección contra rayos. De esta manera resulta una buena unión electroconductiva.

En ambos lados del alma 2, el paso está cubierto y encapsulado respectivamente mediante otra capa de laminado 6'.

En la figura 2 está representado en una representación esquemática en sección un paso 21. Se trata de un cuerpo de unión 22 metálico conductor que está insertado en el alma 2, en el lugar del material de relleno 5 de la figura 1. Presenta en ambos lados, es decir en el lado delantero 3 y en el lado trasero 4, respectivamente al menos un agujero ciego 23, 24 con una rosca interior en la que está enroscado respectivamente un tornillo 25, 26. En el lado delantero está apretado y enroscado en el agujero ciego 23 un terminal de cables 15 de una sección de un cable de protección contra rayos que pasa longitudinalmente por el interior de una pala de rotor. Se mira frontalmente al lado delantero del terminal de cables 15.

En el lado trasero igualmente un terminal de cables 14 representado en alzado lateral está unido mediante el tornillo 26 al paso 21 o al cuerpo de unión 22, estando unido el terminal de cables 14 a un cable receptor 17 que conduce hacia un bloque de receptor no representado.

En la figura 2 se puede ver bien la forma de un alma 2 en sección transversal. Un alma 2 correspondiente se fabrica en un molde, con dos superficies laterales que salen una de otra en un ángulo, sirviendo las superficies laterales para rejuntable a la semicarcasa superior o la semicarcasa inferior de la pala de rotor. Dado que por razones técnicas de fabricación, el molde está abierto hacia arriba para que el alma 2 se pueda soltar del molde después de su fabricación, en un alma 2 tal como está representada en la figura 2, el cable de protección contra rayos 19 que se extiende en sentido longitudinal está dispuesto en el lado delantero del alma 2.

En la figura 3 está representada esquemáticamente en sección una forma de realización de un paso 31 según la invención. El alma 2 está realizada tal como se describe en la figura 1. En caso de que el material de relleno 5 no resista una sollicitación a presión por unión roscada, está insertado en este lugar un cuerpo de apoyo 7 de un material resistente, por ejemplo madera de balsa, PVC o PET. Está previsto un taladro 8 continuo a través del alma, por el que pasa un perno 32. Si el material de relleno 5 ya es suficientemente estable, por ejemplo madera de balsa, se suprime el cuerpo de apoyo 7, y el cuerpo 8 se realiza atravesando directamente el material de relleno 5.

El perno 32 presenta en el lado delantero 3 un gancho 33, cuya forma corresponde en sección transversal sustancialmente a medio cilindro hueco. Con dicho gancho 33 se agarra un cable de protección contra rayos 19 continuo, que está aislado en este punto, y se presiona o se aprieta contra una arandela 13 metálica. La unión roscada se realiza mediante una tuerca que en el lado opuesto, es decir, el lado trasero 4 del alma, se enrosca sobre una rosca de perno 34 del perno 32. Sobre dicho lado trasero 4 se encuentran además una arandela 16 así como un terminal de cables 14 por el que pasa el perno 32. El terminal de cables 14 está unido a un cable receptor 17.

La forma de realización de un paso 31 representada en la figura 3 se puede realizar fácilmente. Durante la fabricación del alma 2, el cable de protección contra rayos 19 se puede incorporar en una gran superficie por laminación, preferentemente en o cerca de la cuerda cero de la pala de rotor. En el lugar del paso se puede remover a continuación la capa de laminado que recubre el cable de protección contra rayos 19. Si esto se realiza a lo largo de una longitud del cable de protección contra rayos 19 de varios centímetros, por ejemplo de 10 a 20 centímetros, el cable de protección contra rayos queda presionado hacia el lado de tal forma que se puede agarrar mediante el gancho 33 del perno 32 que se hace pasar por el taladro 8 desde el otro lado. Alternativamente, el punto correspondiente se puede escotar al sobrelaminar.

En la figura 4 está representada esquemáticamente en sección una variante del paso 31 según la figura 3. En cuanto a la realización del perno 32 con el gancho 33 y a la realización del alma 2, el paso 31 corresponde totalmente a las de la figura 3. Sobre el lado trasero del alma que en la figura 4 igualmente está representado a la derecha, en lugar de un terminal de cables 14 está dispuesto sin embargo un perfil en C 38 que en el presente ejemplo de realización es electroconductor y por tanto realiza la función de un cable receptor. En los extremos de los dos brazos del perfil en C 38 se encuentra respectivamente un bloque de receptor 39 que está unido a una capa no representada de adhesivos, por ejemplo resina, y que durante la fabricación de la pala de rotor queda presionado contra el lado interior de las mitades de carcasa de pala cuando dichas mitades de carcasa de pala se colocan una sobre otra.

El perfil en C 38 está fijado sobre el perno 32 mediante un tornillo 12. Si el perfil en C 38 es un cuerpo no conductor, en este lugar está previsto un cable receptor separado que une los bloques de receptor 39 de forma electroconductiva al perno 32 y por tanto al paso 31 y que igualmente está enroscado sobre el perno 32 por ejemplo mediante un terminal de cables tal como está representado en la figura 3.

Todas las características, también las que resulten sólo de los dibujos así como características individuales que se describen en combinación con otras características se consideran como esenciales para la invención por sí solas y en combinación. Las formas de realización según la invención pueden cumplirse por características individuales o una combinación de varias características.

Lista de signos de referencia

1	Paso
2	Alma
3	Lado delantero
4	Lado trasero
5	Material de relleno

6, 6'	Laminado
7	Cuerpo de apoyo
8	Taladro
9	Perno
5 10	Cabeza de perno
11	Rosca de perno
12	Tuerca
13	Arandela
14, 15	Terminal de cables
10 16	Arandela
17	Cable receptor
18	Cordón de soldadura
19	Cable de protección contra rayos continuo
21	Paso
15 22	Cuerpo de unión
23, 24	Agujero ciego con rosca interior
25, 26	Tornillo
31	Paso
32	Perno
20 33	Gancho
34	Rosca de perno
38	Perfil en C
39	Bloque de receptor

REIVINDICACIONES

1. Pala de rotor de una instalación de energía eólica con un paso (21, 31) para cables de protección contra rayos (17, 19) por un alma (2) de la pala de rotor para la unión electroconductiva de un cable receptor (17) unido al receptor de rayos (39) en un lado (4) del alma (2) a al menos un cable de protección contra rayos (19) dispuesto en el lado (3) opuesto del alma (2), comprendiendo un cuerpo de unión (22, 32) electroconductivo que penetra el alma (2), **caracterizada porque** el cuerpo de unión (22, 32) está unido de forma electroconductiva al al menos un cable de protección contra rayos (19) por unión roscada y/o por apriete y unido de forma electroconductiva al cable receptor (17) por unión roscada, y el cuerpo de unión (32) electroconductivo está realizado como perno de unión (32) metálico que penetra el alma (2), y el perno de unión (32) presenta en un extremo un gancho (33) para sujetar y envolver en parte un cable de protección contra rayos (19) y, en el otro extremo, una rosca (34) sobre la que está enroscada o se puede enroscar una tuerca (12).
2. Pala de rotor según la reivindicación 1, **caracterizada porque** el cuerpo de unión (22) electroconductivo está encastrado en el alma (2), especialmente por laminación, y el cuerpo de unión (22) presenta hacia cada lado (3, 4) del alma (2) al menos un taladro (23, 24) con rosca interior para enroscar un tornillo (25, 26) para una fijación roscada de un cable de protección contra rayos (19) o cable receptor (17).
3. Pala de rotor según la reivindicación 1 o 2, **caracterizada porque** un cable de protección contra rayos (19) está aislado en un punto en el que está sujeto por el gancho (33).
4. Pala de rotor según una de las reivindicaciones 1 a 3, **caracterizada porque** está previsto un cuerpo de apoyo (7), especialmente no electroconductivo, dentro del alma (2) que presenta un orificio de paso (8) para el perno de unión (32), presentando el cuerpo de apoyo (7) un material de apoyo, especialmente madera, madera de balsa, PVC o PET.
5. Pala de rotor según la reivindicación 4, **caracterizada porque** el cuerpo de apoyo (7) está encastrado por laminación en el alma (2).
6. Pala de rotor según una de las reivindicaciones 1 a 5, **caracterizada porque** está prevista al menos una arandela (13, 16) metálica electroconductiva para una unión roscada de un cable de protección contra rayos (19) y/o de un cable receptor (17), que está dispuesta entre una superficie exterior del alma (2) por una parte y el cable de protección contra rayos (19) o el cable receptor (17) por otra parte.
7. Pala de rotor según una de las reivindicaciones 1 a 6, **caracterizada porque** al menos un cable de protección contra rayos (19) y/o al menos un cable receptor (17) presenta un terminal de cables (14, 15) con un orificio para hacer pasar un tornillo (25, 26) o un perno (32) para una unión roscada.
8. Pala de rotor según una de las reivindicaciones 1 a 7, **caracterizada porque** está previsto un perfil en C (38) que en una zona central está fijado mediante una unión roscada a un cuerpo de unión (22, 32) electroconductivo dentro de un alma (2), mediante el cual bloques de alojamiento de receptor (39) se presionan contra carcasas de pala de una pala de rotor.
9. Instalación de energía eólica con una pala de rotor según una de las reivindicaciones 1 a 8.

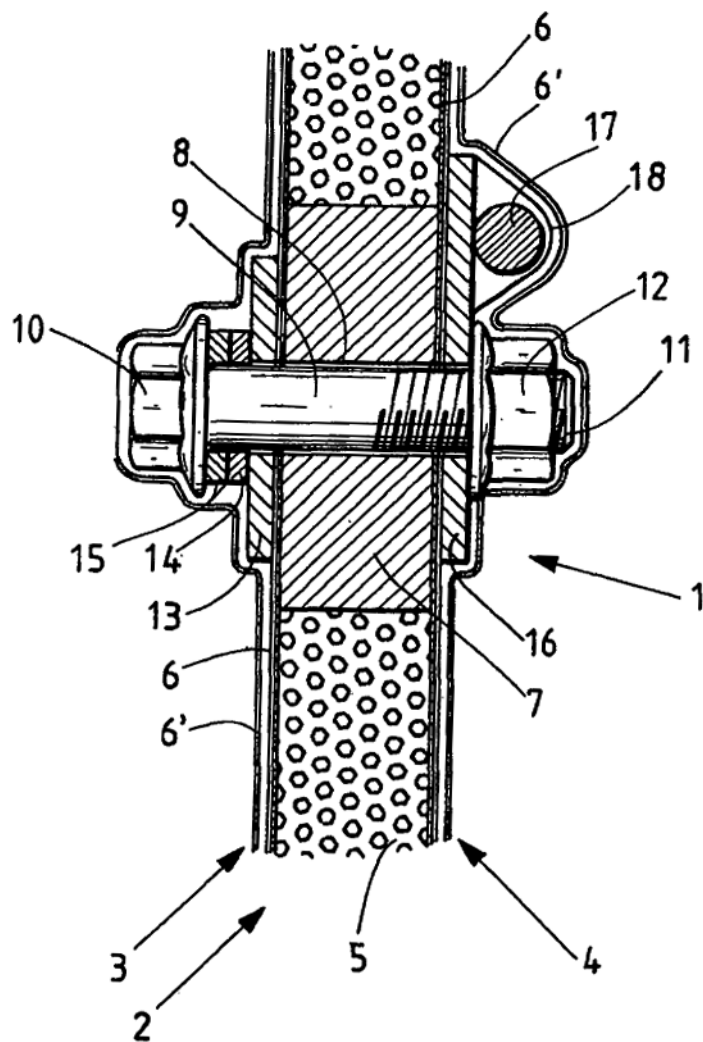


Fig. 1

(Estado de la técnica)

Fig. 2

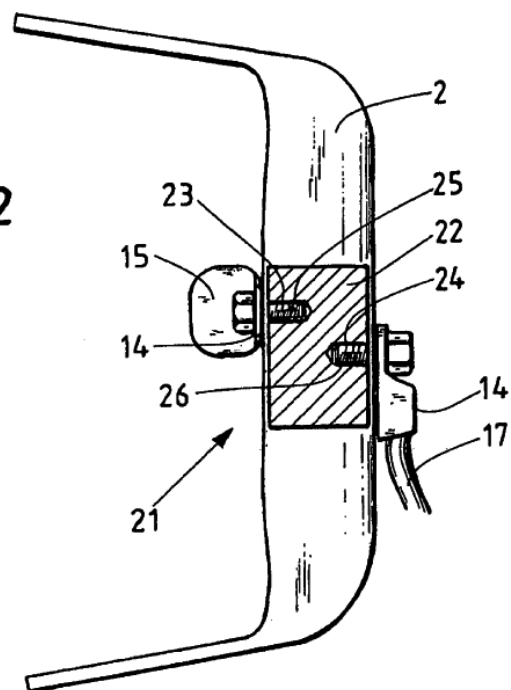
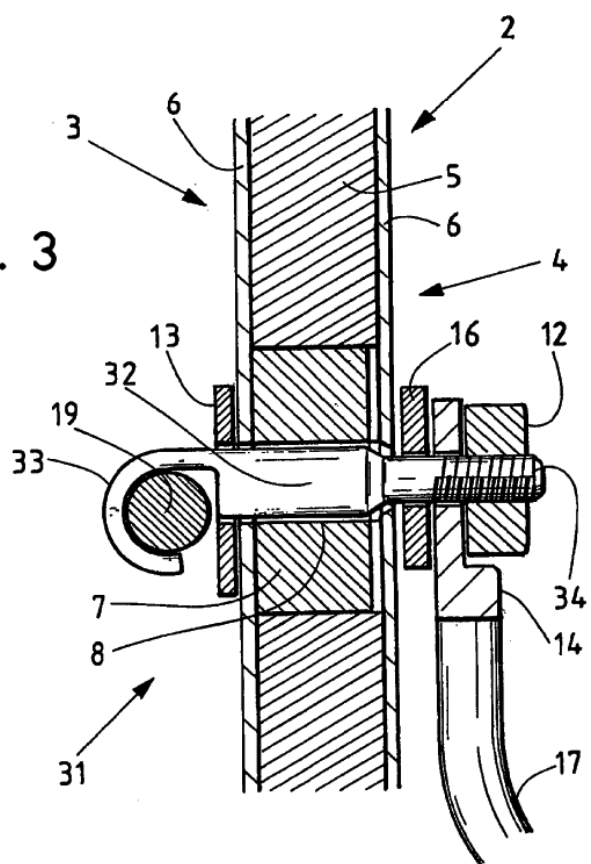


Fig. 3



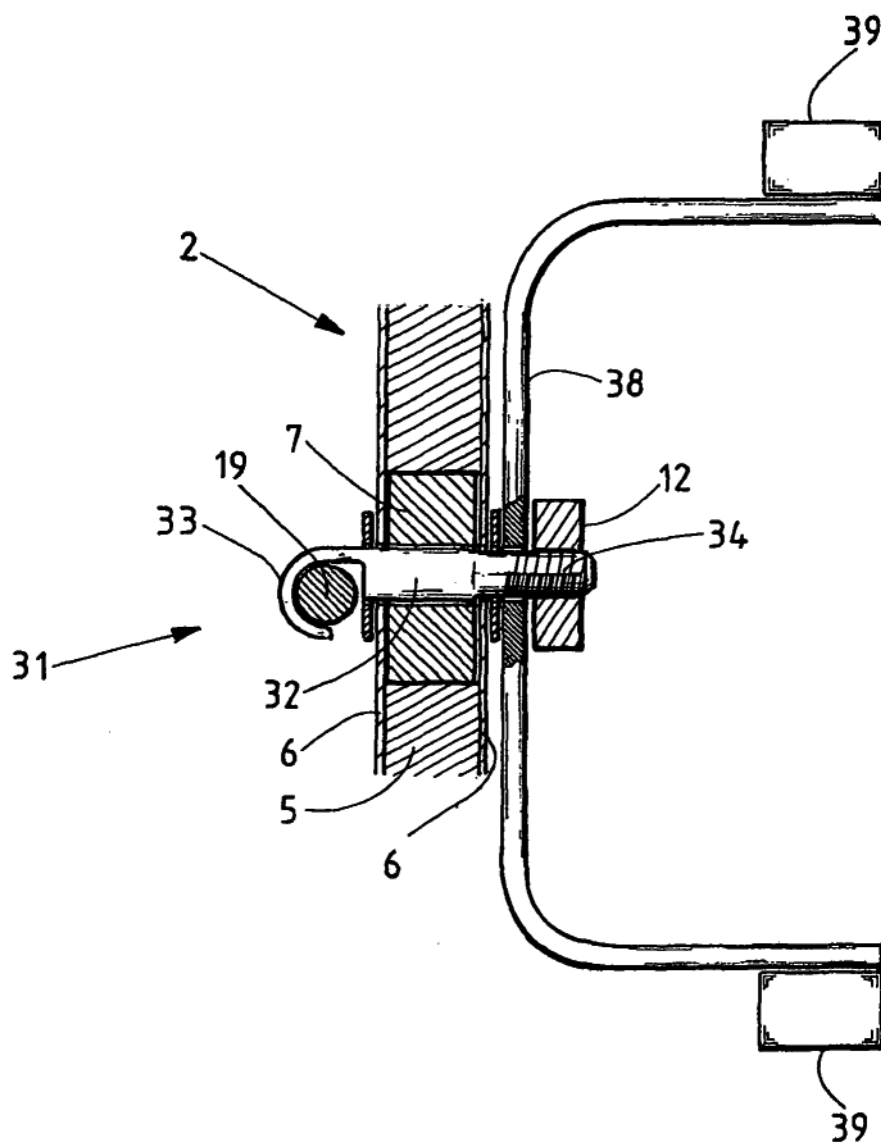


Fig. 4