(19) OFICINA ESPAÑOLA DE PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

(11) Número de publicación: **2 543 208**

(51) Int. CI.:

F03D 1/00 (2006.01)
F03D 1/06 (2006.01)

(12) TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA T3

(96) Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **05.03.2010 E 10155598 (5)**

(97) Fecha y número de publicación de la concesión europea: **13.05.2015 EP 2228533**

(54) Título: **Procedimiento y disposición para transportar componentes de una instalación de energía eólica, así como plataforma de montaje**

(30) Prioridad:

10.03.2009 DE 102009011915

(45) Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
17.08.2015

(73) Titular/es:

SENVION GMBH (100.0%)
Überseering 10
22297 Hamburg, DE

(72) Inventor/es:

GÜSLOFF-BELOW, RAINER

(74) Agente/Representante:

BOTELLA REYNA, Antonio

Aviso: En el plazo de nueve meses a contar desde la fecha de publicación en el Boletín europeo de patentes, de la mención de concesión de la patente europea, cualquier persona podrá oponerse ante la Oficina Europea de Patentes a la patente concedida. La oposición deberá formularse por escrito y estar motivada; sólo se considerará como formulada una vez que se haya realizado el pago de la tasa de oposición (art. 99.1 del Convenio sobre concesión de Patentes Europeas).

DESCRIPCIÓN

Procedimiento y disposición para transportar componentes de una instalación de energía eólica, así como plataforma de montaje

La invención se refiere a un procedimiento para el montaje de un rotor de una instalación de energía eólica en mar abierto. Además, la invención se refiere a una disposición de al menos dos palas de rotor de una instalación de energía eólica y a un cuerpo flotante, que está previsto para el transporte de las palas de rotor a un lugar de montaje de la instalación de energía eólica en mar abierto.

Para erigir instalaciones de energía eólica en mar abierto, es decir, offshore, es conocido transportar los componentes de las instalaciones de energía eólica mediante barcazas Jack-up de forma al menos parcialmente premontada al lugar de montaje de la instalación de energía eólica y erigirlos allí de la forma usual. Para ello, al menos el rotor se monta previamente en tierra y se carga de forma montada a la barcaza Jack-up, por razones económicas y porque un montaje previo en tierra no supone los grandes problemas que plantea un montaje en el agua.

Esto se conoce, por ejemplo, por el manual de Erich HAU, Wind Turbines, 2ª edición, editorial Springer Berlín Heidelberg 2006, páginas 646 649.

Por el documento EP 1 356 205 B1 se conoce un procedimiento para la colocación de al menos un molino de viento en mar abierto, montándose el molino de viento al menos en su mayor parte en tierra o cerca de la tierra y manteniéndose en un armazón, colocándose el molino de viento con el armazón en un cuerpo flotante y siendo transportado con el cuerpo flotante a un lugar de montaje, retirándose el molino de viento mediante un dispositivo de elevación del cuerpo flotante y colocándose el mismo en un fundamento dispuesto en el agua. En particular, se conoce por este documento transportar varias instalaciones de energía eólica acabadas de montar en una barcaza Jack-up y erigirlas en mar abierto o agua abierta.

El documento US 2005/0163616 A1 describe el transporte de partes de una instalación de energía eólica a un lugar de montaje en el mar.

El documento DE 10 2007 012 848 A1 da a conocer un procedimiento para transportar, erigir y cambiar una góndola incluido el rotor de una instalación de energía eólica offshore y un vehículo acuático para la realización de este procedimiento.

La presente invención tiene el objetivo de indicar un procedimiento eficiente para el montaje de un rotor de una instalación de energía eólica en mar abierto. Además, la presente invención tiene el objetivo de indicar una disposición de al menos dos palas de rotor de una instalación de energía eólica y de un cuerpo flotante que ocupe poco espacio y sea segura.

Un procedimiento para transportar componentes de una instalación de energía eólica a un lugar de montaje en mar abierto presenta las siguientes etapas de procedimiento:

- disponer al menos dos palas de rotor en un cuerpo flotante, presentando cada pala de rotor un eje longitudinal, disponiéndose los ejes longitudinales de las palas de rotor sustancialmente en paralelo o en antiparalelo unos respecto a los otros, y

- mover el cuerpo flotante en dirección al lugar de montaje.

Gracias a este procedimiento y el uso de cuerpos flotantes correspondientes, que son comparativamente pequeños en comparación con los cuerpos flotantes que se usan en el estado de la técnica y por el alojamiento según la invención que ocupa muy poco espacio, los cuerpos flotantes caben con las al menos dos palas de rotor fijadas o dispuestas en los mismos también en esclusas convencionales. Un remolcador puede remolcar por ejemplo varios cuerpos flotantes de este tipo al lugar de montaje, de modo que también para el transporte de los componentes de la instalación de energía eólica se necesita poco tiempo. In situ, es decir, en el lugar de montaje es posible retirar de forma eficiente los componentes de la instalación de energía eólica del cuerpo flotante y erigir la instalación de energía eólica.

Si están dispuestas o se disponen tres palas de rotor en el cuerpo flotante de tal modo que sus ejes longitudinales

están dispuestos en paralelo o en antiparalelo unos respecto a los otros, estando orientadas en particular las palas de rotor en la dirección transversal respecto a su eje longitudinal unas al lado de las otras y preferiblemente en la dirección horizontal, es posible un transporte que ocupa muy poco espacio. Gracias a este posicionamiento de las palas de rotor, además, es posible un montaje eficiente de las palas de rotor en mar abierto para obtener un rotor. Preferiblemente, está montado o se monta correspondientemente un cubo del rotor en una pala de rotor, en particular la pala de rotor que está dispuesta en el centro del cuerpo flotante. En caso de un montaje previo del cubo del rotor en una pala de rotor, se acorta mucho el tiempo en el montaje en mar abierto. Como alternativa, el cubo del rotor aún no está montado en una pala de rotor. El cubo del rotor puede estar previsto en este caso preferiblemente en la zona de la raiz de una pala de rotor, en particular de la pala de rotor dispuesta en el centro, en particular en caso de una disposición en paralelo o en antiparalelo de las tres palas de rotor.

Además, puede disponerse o está dispuesta una sala de máquinas y/o al menos un segmento de la torre en el cuerpo flotante. De este modo es posible alojar todos los componentes de una instalación de energia eólica en un solo cuerpo flotante, con excepción de los cimientos. Preferiblemente, sólo están dispuestos los componentes de una sola instalación de energía eólica en el cuerpo flotante.

El objetivo se consigue mediante un procedimiento para el montaje de un rotor de una instalación de energia eólica en mar abierto, estando dispuestas al menos dos palas de rotor en un cuerpo flotante en primer lugar sustancialmente en paralelo y/o en antiparalelo, desplazándose a continuación a nivel del agua o por encima del nivel del agua del mar abierto las al menos dos palas de rotor en el cuerpo flotante unas respecto a las otras o en un movimiento relativo unas respecto a las otras, de modo que las raices de las palas de rotor están orientadas unas hacia las otras y/o en dirección a un centro común, siendo el centro común un punto de intersección de los ejes longitudinales prolongados de las palas de rotor más allá de la raiz de pala y el montaje de al menos una pala de rotor en un cubo del rotor, que está dispuesto en la zona del centro, estando premontado o premontándose el cubo del rotor en una pala de rotor, realizándose el desplazamiento de las palas de rotor en un movimiento relativo de unas respecto a las otras en un plano sustancialmente horizontal. Aqui, las palas de rotor están dispuestas en primer lugar preferiblemente en una dirección transversal respecto a sus ejes longitudinales, antes de desplazarse unas respecto a las otras en un movimiento relativo.

Durante el transporte, las palas de rotor están dispuestas preferiblemente en primer lugar sustancialmente a la misma altura en la dirección transversal respecto a su eje longitudinal, unas en paralelo a las otras. Por la misma altura se entiende en este contexto que las palas de rotor están alineadas con sus extremos unas con las otras visto en la dirección horizontal.

Gracias al procedimiento según la invención es posible un montaje muy eficiente y rápido de un rotor en mar abierto. El montaje se realiza preferiblemente cuando el cuerpo flotante está fijado en una plataforma de montaje, p.ej. una plataforma Jack-up, y se ha elevado correspondientemente con la plataforma Jack-up por encima del nivel del agua. Como alternativa, la plataforma de montaje también puede ser una plataforma semisumergible, que antes o después de la fijación del cuerpo flotante se hace pasar o se ha hecho pasar al estado semisumergido mediante la inundación de al menos un tanque de lastre.

La plataforma semisumergible está en el estado semisumergido cuando el cuerpo flotante se introduce en el dispositivo de alojamiento. A continuación, la plataforma semisumergible puede hacerse descender más, por ejemplo inundando más tanques de lastre en la plataforma semisumergible o inundando tanques de lastre en el cuerpo flotante.

En la plataforma semisumergible también puede estar dispuesta una grúa, mediante la cual pueden retirarse los componentes de la instalación de energía eólica del cuerpo flotante y montarse correspondientemente en el lugar de montaje de la instalación de energia eólica. Para que el cuerpo flotante pueda introducirse de forma segura en el dispositivo de alojamiento o, en particular, en la escotadura de la plataforma de montaje, también con oleaje, el cuerpo flotante también puede hacerse descender correspondientemente cargándolo, por ejemplo mediante inundación de al menos un tanque de lastre, de modo que éste también puede estar realizado como plataforma semisumergible. De este modo, también el cuerpo flotante está expuesto a menores tambaleos por el oleaje que se encuentra en la superficie del agua.

En caso de que la plataforma de montaje realizada como plataforma semisumergible presente un dispositivo de alojamiento que tiene una superficie de apoyo para el cuerpo flotante, es recomendable achicar los tanques de lastre del cuerpo flotante completamente para acoplar el cuerpo flotante a la plataforma de montaje, hacerlo entrar flotando en el dispositivo de alojamiento de la plataforma semisumergible que se ha hecho descender e inundar a

continuación lo más rápidamente posible los tanques de lastre del cuerpo flotante para conseguir un apoyo estable en el dispositivo de alojamiento.

El procedimiento es especialmente eficiente y simple cuando las palas de rotor se montan respectivamente en un vehiculo de transporte, en particular un vehiculo sobre carriles y/o un dispositivo de alojamiento fijado en particular de forma amovible en el cuerpo flotante. Aquí, las palas de rotor están fijadas preferiblemente de forma amovible en el vehiculo de transporte correspondiente, estando asignada cada pala de rotor a al menos un vehiculo de transporte o descansando cada pala de rotor en al menos un vehiculo de transporte previsto para esta pala de rotor. El vehiculo de transporte está posicionado preferiblemente de tal modo respecto a la pala de rotor que el centro de gravedad de la pala de rotor queda dispuesto por encima del vehiculo de transporte. En la pala de rotor, en la que está montado o premontado el cubo del rotor, es correspondientemente relevante el punto de gravedad de la combinación de la pala de rotor y del cubo del rotor, de modo que el vehiculo de transporte está dispuesto correspondientemente por debajo del punto de gravedad de la combinación en conjunto.

Para el montaje de las palas de rotor en un cubo del rotor puede girarse al menos una pala de rotor exclusivamente, por ejemplo, alrededor del punto de gravedad de la misma, para llegar con la raiz de la pala del rotor a la zona del cubo del rotor. A continuación, puede ser posible un ajuste exacto para el montaje con movimientos lineales más pequeños en el eje longitudinal de la pala de rotor o en la dirección transversal respecto a su eje longitudinal en el plano horizontal o en el plano vertical. Otra pala de rotor puede haberse montado o premontado ya anteriormente en un cubo del rotor pudiendo mantenerse la posición del transporte o pudiendo moverse exclusivamente en la dirección longitudinal respecto al eje.

Como alternativa es posible posicionar desde una disposición en primer lugar paralela de las palas de rotor, unas al lado de las otras, al menos una pala de rotor en un recorrido de desplazamiento relativamente corto con posterior giro o giro simultáneo de tal modo que la raíz de pala llega a la zona del cubo del rotor, para permitir un montaje en el cubo del rotor.

En lugar de apoyarse en un vehiculo de transporte, una pala de rotor o varias palas de rotor pueden apoyarse preferiblemente en un dispositivo de alojamiento. El dispositivo de alojamiento está unido preferiblemente de forma fija o puede unirse de forma amovible al cuerpo flotante. El dispositivo de alojamiento tiene preferiblemente un mecanismo de giro, mediante el cual la pala de rotor que se apoya respectivamente puede girarse en un plano horizontal. Preferiblemente está previsto un dispositivo de ajuste encima o en el dispositivo de alojamiento, mediante el cual las palas de rotor se ajustan en la dirección lateral y/o vertical, para permitir un montaje en un cubo del rotor. Preferiblemente, los dispositivos de alojamiento pueden disponerse en distintos lugares en el cuerpo flotante, para permitir asi el uso del cuerpo flotante para palas de rotor de distintos tamaños o para rotores de distintos tamaños, en los que los puntos de gravedad están dispuestos en distintos lugares respecto al centro del rotor.

Al salir del puerto o antes de la descarga del cuerpo flotante, una zona de giro de al menos una pala de rotor está ocupada con otros componentes de la instalación de energia eólica, por ejemplo un segmento de torre, varios segmentos de torre y/o una sala de máquinas.

El objetivo se consigue, además, mediante una disposición de al menos dos palas de rotor de una instalación de energia eólica y un cuerpo flotante, estando previsto el cuerpo flotante para el transporte de las palas de rotor a un lugar de montaje de la instalación de energía eólica en mar abierto, estando dispuestas las palas de rotor en el cuerpo flotante unas al lado de las otras, de modo que los ejes longitudinales de las palas de rotor están orientados en paralelo y/o en antiparalelo, estando previsto para cada pala de rotor un vehiculo de transporte que puede fijarse de forma amovible en el cuerpo flotante o estando previsto un dispositivo de alojamiento, en el que la pala de rotor correspondiente se coloca, en particular se coloca de forma fijada de forma amovible, presentando al menos un dispositivo de alojamiento un mecanismo de giro para girar una pala de rotor apoyada en el dispositivo de alojamiento en un plano horizontal.

Los ejes longitudinales de las palas de rotor están dispuestos con preferencia sustancialmente en la dirección horizontal. Las palas de rotor están dispuestas preferiblemente unas al lado de las otras en la dirección transversal respecto al eje, es decir, en particular en la dirección transversal respecto a los ejes longitudinales, unas al lado de las otras, con ejes longitudinales dispuestos sustancialmente en paralelo y/o en antiparalelo.

Preferiblemente el centro de gravedad de la pala de rotor o de una combinación de la pala de rotor con un cubo del rotor está dispuesto por encima del vehiculo de transporte o del dispositivo de alojamiento. Preferiblemente están dispuestas exactamente tres palas de rotor, que están previstas para una sola instalación de energia eólica en el

cuerpo flotante. Además, está premontado preferiblemente un cubo en una pala de rotor y está dispuesto en el cuerpo flotante. Además, también están dispuestos en el cuerpo flotante una sala de máquinas de la instalación de energía eólica o uno o varios segmentos de torre de la instalación de energía eólica.

El vehículo de transporte es preferiblemente un vehículo de transporte sobre carriles, de modo que está determinado un posicionamiento teórico del vehículo de transporte en un recorrido de desplazamiento para el montaje de un rotor a partir de dos o tres palas de rotor. Los carriles pueden ser carriles para trenes habituales o pueden ser carriles provistos de dientes, que pueden engranar con respectivamente al menos una rueda dentada del vehículo de transporte. El dispositivo de alojamiento está fijado preferiblemente de forma amovible en el dispositivo de alojamiento. Los vehículos de transporte también pueden estar realizados como carros, que se mueven encima de una vía predeterminada o en el interior de una vía predeterminada. La vía podría estar provista por ejemplo de rodillos, en los que se mueve el vehículo de transporte realizado como carro. Preferiblemente está previsto un mecanismo de giro en el vehículo de transporte, mediante el cual la pala de rotor respectivamente apoyada en el vehículo de transporte puede girar en un plano horizontal.

Además, está previsto de forma ventajosa un dispositivo de ajuste, para permitir un ajuste lateral y/o vertical de la pala de rotor para el montaje en el cubo.

Es preferible que al menos un vehículo de transporte presente un mecanismo de giro, para girar una pala de rotor apoyada en el vehículo de transporte en un plano horizontal. También es preferible que al menos un vehículo de transporte y/o un dispositivo de alojamiento presente un dispositivo de ajuste para el ajuste horizontal y/o vertical de una pala de rotor apoyada en el vehículo de transporte y/o el dispositivo de alojamiento para el montaje en un cubo. De este modo, en particular es posible un movimiento lineal en la dirección vertical y/o horizontal transversalmente respecto al eje longitudinal de una pala de rotor, para permitir un ajuste fino para el montaje en un cubo del rotor. Además, también puede ser posible un movimiento lineal corto en el eje longitudinal de la pala de rotor. El dispositivo de alojamiento puede estar unido de modo que pueda fijarse de forma amovible al cuerpo flotante. Preferiblemente, en el cuerpo flotante están previstos varios lugares en los que pueden montarse o son montables el dispositivo de alojamiento o varios dispositivos de alojamiento. Las posibilidades de montaje del dispositivo de alojamiento correspondiente pueden estar previstas en lugares discretos en el cuerpo flotante o también puede estar previsto un posicionamiento continuo por zonas.

Preferiblemente están previstos para las tres palas de rotor tres vehículos de transporte o dos vehículos de transporte con un dispositivo de alojamiento que puede fijarse en particular de forma amovible o un vehículo de transporte con dos dispositivos de alojamiento que pueden fijarse en particular de forma amovible o tres dispositivos de alojamiento que pueden fijarse en particular de forma amovible. Es preferible que los dispositivos de alojamientos puedan fijarse de forma amovible en el cuerpo flotante.

Se indica un plataforma de montaje para el montaje de instalaciones de energía eólica, estando previsto un dispositivo de alojamiento que está previsto para el alojamiento de al menos una parte de un cuerpo flotante, estando realizado el dispositivo de alojamiento, en particular la escotadura, con una forma complementaria respecto a la parte del cuerpo flotante que ha de ser alojada, estando dispuesto el dispositivo de alojamiento, en particular la escotadura, lateralmente en la plataforma de montaje, en particular la plataforma Jack-up, siendo el dispositivo de alojamiento o la escotadura una concavidad en la plataforma de montaje, en particular la plataforma Jack-up. Preferiblemente, la plataforma de montaje es una plataforma Jack-up. Gracias a la plataforma Jack-up preferible, el cuerpo flotante puede alojarse al menos en parte de tal modo que puede fijarse de forma fija pero amovible en la plataforma Jack-up, de modo que el cuerpo flotante puede elevarse junto con la plataforma Jack-up por encima de la superficie del agua. Para ello, la plataforma Jack-up presenta las patas usuales, que pueden desplazarse apoyándose en el fondo del mar y a continuación, desplazándose más las patas de apoyo respecto a la plataforma Jack-up, la misma se eleva.

Al menos una tercera parte, preferiblemente la mitad hasta el cuerpo flotante entero queda alojado en el dispositivo de alojamiento o en la escotadura.

Por forma complementaria ha de entenderse en el marco de la invención en particular una forma complementaria desde el punto de vista funcional. Por ello se entiende que al menos un parte del cuerpo flotante cabe por su forma en el dispositivo de alojamiento o la escotadura, siendo perfectamente admisible un margen de tolerancia del 5 % en cuanto a las medidas, de modo que si bien es deseable un contacto de las delimitaciones de la parte del cuerpo flotante con el dispositivo de alojamiento o la escotadura, también puede tolerarse una pequeña distancia a las paredes del dispositivo de alojamiento o a las paredes de la escotadura.

El dispositivo de alojamiento o la escotadura se extiende preferiblemente en la dirección transversal y por completo por la plataforma de montaje o la plataforma Jack-up o se extiende por ejemplo a lo largo de toda la anchura de la plataforma de montaje o de la plataforma Jack-up. El dispositivo de alojamiento o la escotadura presentan preferiblemente una superficie inferior o elementos de soporte, que apoya/n el cuerpo flotante desde abajo al introducirse la parte del cuerpo flotante.

Están previstos medios de unión amovibles para una unión en particular rigida entre la plataforma de montaje o la plataforma Jack-up y el cuerpo flotante. Aqui puede tratarse de bulones suficientemente estables, que tras la introducción de la parte del cuerpo flotante pueden introducirse en escotaduras correspondientes en el cuerpo flotante, concretamente partiendo desde los lados de la escotadura o también desde debajo de la escotadura hacia arriba al interior del cuerpo flotante. Los bulones correspondientes pueden estar pretensados por resorte y/o pueden moverse hidráulicamente. Además, los bulones pueden estar correspondientemente achaflanados, para apartarlos automáticamente por presión en caso de un contacto con el cuerpo flotante, de modo que los mismos pueden moverse al interior de la escotadura al alcanzar la escotadura en el cuerpo flotante. Esto se realiza preferiblemente también de forma automática.

Delante del dispositivo de alojamiento o de la escotadura de la plataforma de montaje o de la plataforma Jack-up está dispuesto un dispositivo para aplanar las olas. Se trata por ejemplo de una valla rompeolas, que se posiciona en el agua para minimizar los problemas provocados por el oleaje.

A continuación, la invención se describirá sin limitar la idea inventiva general con ayuda de ejemplos de realización, haciéndose referencia a los dibujos, remitiéndose respecto a todos los detalles según la invención no explicados detalladamente en el texto expresamente a los dibujos. Muestran:

la figura 1, una vista en planta esquemática desde arriba de una plataforma Jack-up, en cuya escotadura se ha introducido un cuerpo flotante;

la figura 2, una vista en planta esquemática desde arriba de la combinación de la plataforma Jack-up con el cuerpo flotante, habiéndose retirado partes que están representadas en la figura 1 y habiéndose posicionado en parte en otros lugares;

la figura 3, una vista en planta esquemática desde arriba de la combinación de la plataforma Jack-up con el cuerpo flotante en un estado de montaje avanzado de un rotor;

la figura 4, una vista en planta esquemática desde arriba de una combinación de la plataforma Jack-up con el cuerpo flotante en un estado de montaje aún más avanzado del rotor;

la figura 5, una vista en planta esquemática desde arriba de una combinación de la plataforma Jack-up con un cuerpo flotante, habiéndose avanzado aún más con la retirada de elementos de una instalación de energia eólica;

la figura 6, una vista lateral esquemática de una plataforma Jack-up;

la figura 7, una vista en planta esquemática desde arriba de la plataforma Jack-up de la figura 6;

la figura 8, una vista lateral esquemática de otra plataforma Jack-up;

la figura 9, una vista en planta esquemática desde arriba de la plataforma Jack-up de la figura 8;

la figura 10, una vista en planta esquemática desde arriba de un cuerpo flotante y;

la figura 11, otra vista en planta esquemática desde arriba de un cuerpo flotante.

En las siguientes figuras, los elementos iguales o del mismo tipo o partes correspondientes están provistos de los mismos signos de referencia, de tal forma que se prescinde de una nueva presentación correspondiente.

En la figura 1 está representada una vista en planta esquemática desde arriba de una combinación de una plataforma Jack-up, que está realizada como barcaza Jack-up 40, con un cuerpo flotante 19, que puede ser por ejemplo un pontón flotante. En lugar de un pontón flotante también puede estar previsto un barco con accionamiento

propio.

En el cuerpo flotante 19 están dispuestos partes o componentes de una instalación de energia eólica, que deben montarse en unos cimientos 17. En particular, pueden verse dos segmentos de torre 10, 11, tres palas de rotor 12, 13, 14, un cubo del rotor 15, que ya está fijado o premontado en la pala de rotor 13, y una sala de máquinas 16. Por el concepto sala de máquinas 16 se entiende también el concepto góndola. Los cimientos 17 se encuentran en mar abierto 18, es decir, offshore. La barcaza Jack-up 40 presenta patas de apoyo 50, 51, 52, 53, que pueden desplazarse respecto a la plataforma 40 o respecto a la barcaza Jack-up 40. De este modo, la barcaza Jack-up 40 sirve para ser desplazada en el agua, concretamente al lugar de montaje de una instalación de energía eólica, para erigir a continuación allí mediante la grúa 48 dispuesta en la barcaza Jack-up 40 la instalación de energía eólica. Para ello se necesita un apoyo firme en el fondo del mar. Para un apoyo firme en el fondo del mar, las patas de apoyo 50, 51, 52, 53 se desplazan hacia abajo, de modo que entran en contacto con el fondo del mar, que no está representado. Tras el contacto, la barcaza Jack-up se eleva hacia arriba, es decir se desplaza hacia arriba, de modo que la plataforma o la barcaza 40 quedan dispuestas por encima del nivel del mar.

El cuerpo flotante 19, que puede estar realizado como barcaza o pontón, se carga en un puerto con una góndola o una sala de máquinas 16, dos secciones de torre o segmentos de torre 10, 11, un cubo del rotor 15, con la pala de rotor 13 acabada de montar, asi como otras dos palas de rotor 12, 14. Las palas de rotor están dispuestas aqui sustancialmente unas en paralelo a las otras. Más exactamente, esto es el caso para las palas de rotor 12, 14. La pala de rotor 13 está dispuesta en antiparalelo, es decir, girada 180° en el cuerpo flotante 19 respecto a los ejes longitudinales de las otras palas de rotor 12 y 14. Las palas de rotor 12, 13 y 14 están dispuestas preferiblemente en un plano que es preferiblemente paralelo a una superficie del cuerpo flotante y en particular horizontal.

El cuerpo flotante 19 acabado de cargar se remolca por ejemplo con un remolcador a la zona destino, es decir, en dirección a los cimientos 17. La barcaza Jack-up 40 ya puede estar en este lugar o se transporta allí con las patas de apoyo 50, 51, 52 53 "retiradas". En esta fase, el cuerpo flotante 10 se mete a presión en la escotadura 41, 42 o en el vaciado previsto en la barcaza Jack-up, por ejemplo mediante un remolcador. Para minimizar el oleaje, para ello puede estar prevista una valla rompeolas 46 o 47. Respecto a ello, se ofrecerán más explicaciones en las siguientes figuras. Después de la introducción o el acoplamiento realizado con éxito del cuerpo flotante 19 en las escotaduras 41, 42, que están representadas en las figuras 4 y 6 a 9, los tanques de lastre del cuerpo flotante 19 se achican de la forma más rápida posible. A continuación, la barcaza Jack-up se eleva con el cuerpo flotante 19.

Al usarse una plataforma semisumergible como plataforma de montaje, de forma alternativa, los tanques de lastre pueden inundarse de la forma más rápidamente posible, después de haberse achicado antes del acoplamiento por completo habiendo podido entrar flotando el cuerpo flotante, por consiguiente, en el interior del dispositivo de alojamiento de la plataforma semisumergible que se ha hecho descender.

En las figuras 1 a 5 está representado de forma esquemático el montaje de la instalación de energia eólica y, en particular, el montaje del rotor formado por las tres palas de rotor 12, 13, 14, asi como del cubo del rotor 15. Después de unir el cuerpo flotante 19 a la barcaza Jack-up 40 y elevar la combinación formada por la barcaza Jack-up 40 y el cuerpo flotante 19, se retiran en primer lugar los segmentos de torre 10, 11 mediante la grúa 48 del cuerpo flotante 19 y se colocan en los cimientos 17. Después de retirar los segmentos de torre 10 o durante este proceso, se comienza con el posicionamiento de la pala de rotor 13, como se indica en la figura 2. La pala de rotor 13 se desplaza a popa en un sistema de carriles no representado en la figura 2, pero si representado en la figura 3, formado por los carriles 34. A popa es en la figura 2 hacia abajo en la dirección de la flecha.

En la figura 3 está representado de forma esquemática el posterior proceso de ensamblaje del rotor. Entretanto, la pala de rotor 12 se ha desplazado con el vehiculo de transporte 28, en el que está fijada la pala de rotor por ejemplo mediante una cinta de fijación 31, en un sistema de carriles 35 de tal modo que la raíz de la pala de rotor está orientada en dirección al centro 26. La raiz de la pala de rotor puede unirse a continuación al cubo del rotor 15. A continuación, también se produce un desplazamiento de la pala de rotor 14 en un sistema de carriles 36, en un vehiculo de transporte 30 correspondiente, en el que la pala de rotor 14 está fijada mediante una cinta de fijación 33. La posición final está representada esquemáticamente en la figura 4. En esta posición, en la que la raiz de la pala de rotor 14 está orientada hacia el centro 26, la pala de rotor 14 puede unirse al cubo del rotor 15. A continuación, se realiza también la descarga o el montaje de la sala de máquinas 16, como se indica en la transición de la figura 4 a la figura 5. Finalmente, el rotor se eleva de la forma usual mediante la grúa 48 y se fija en la sala de máquinas. También es posible que la pala de rotor correspondiente pueda girarse sustancialmente en la dirección horizontal respecto al vehiculo de transporte. De este modo, las palas de rotor no colisionan entre si durante el desplazamiento. El vehiculo de transporte correspondiente puede presentar para ello un dispositivo de rotación, en

el que está fijada la pala de rotor o en el que se apoya la misma, y que es giratorio respecto a una parte inferior del vehiculo de transporte. El vehiculo de transporte presenta preferiblemente un dispositivo de ajuste, con el que puede ajustarse la pala de rotor en la dirección lateral y/o vertical, para permitir un montaje con precisión de ajuste en el cubo del rotor 15.

En la figura 4 se indica aún la escotadura 41 en la barcaza Jack-up 40 y la parte 43 alojada del cuerpo flotante 19 se representada rayada. Puede verse que está alojada la mitad del cuerpo flotante 19 en la escotadura 41. La escotadura está representada de forma aún más clara en la figura 6. Aqui puede verse que la altura de la escotadura corresponde aproximadamente a media altura de la barcaza Jack-up 40 y que presenta también un fondo, en el que puede apoyarse el cuerpo flotante 19. E la figura 6, la barcaza Jack-up 40 se ha desplazado hacia arriba y se encuentra por encima del agua del mar abierto 18.

La figura 7 muestra una vista en planta esquemática desde arriba de la barcaza Jack-up 40 de la figura 6, indicándose aqui en particular, al igual que en la figura 5, una valla rompeolas 46. Como está representado en la figura 5, la valla rompeolas 46 puede estar cerrada en el momento en el que el cuerpo flotante 19 está alojado en la escotadura 41. Antes de introducirse el cuerpo flotante, la valla rompeolas debe haberse abierto, como se indica en la figura 7.

En la figura 7 están representados dispositivos de enclavamiento 45, que pueden enclavar en escotaduras en el cuerpo flotante 19, que no están representadas.

La figura 8 muestra otra barcaza Jack-up 41' en una vista lateral esquemática. Esta barcaza Jack-up 41' tiene una escotadura 42 continua, es decir, una escotadura que se extiende a lo largo de toda la barcaza Jack-up 40'. El cuerpo flotante 19 queda alojado por completo en la escotadura 41 o, en caso de que el cuerpo flotante 19 sea más largo que la anchura de la barcaza Jack-up, el cuerpo flotante 19 puede sobresalir en un lado y/o en el otro lado. Una disposición de este tipo mostrada en la figura 9 ofrece la ventaja de que se cargan uniformemente las patas de la barcaza Jack-up 41'.

En la figura 8 y en la figura 9 se indican además también dispositivos de enclavamiento 45 y 45', que pueden entrar en unión funcional con el cuerpo flotante 19. Los dispositivos de enclavamiento 45 han de introducirse lateralmente en el cuerpo flotante 19 y los dispositivos de enclavamiento 45' desde abajo.

En esta configuración de la barcaza Jack-up 41' son razonables dos vallas rompeolas 46 y 47. El cuerpo flotante 19 puede transportar con preferencia aproximadamente 1.000 t. En este caso, tiene una masa sin carga de 250 t a 300 t y medidas de 50 m a 90 m x 20 m a 30 m.

En la figura 11 está representada una vista en planta esquemática desde arriba de un cuerpo flotante 19, en el que solo están representadas las palas de rotor 12-14 correspondientes con un cubo del rotor 15. Las posiciones de transporte de las palas de rotor 12 y 14 están representadas con una linea de trazo interrumpido. La posición de transporte de la pala de rotor 13 corresponde a la posición representada de la pala de rotor 13 en la Figura 10. El otro espacio del cuerpo flotante 19 estaba ocupado con otros elementos de la instalación de energía eólica, por ejemplo segmentos de torre y la sala de máquinas, aunque éstos ya están descargados en la representación de la figura 10.

La pala de rotor 13 se apoya en un dispositivo de alojamiento 63, que está fijado de forma amovible en el cuerpo flotante 19. La pala de rotor 13 tiene, por consiguiente, la posición de montaje deseada. Preferiblemente, el cubo del rotor 15 ya está montado o premontado en la pala de rotor 13. Para montar ahora también las palas de rotor 12 y 14 en el cubo del rotor 15, éstas se desplazan en un recorrido de desplazamiento corto en el vehiculo de transporte 28 y 29. Los recorridos de desplazamiento están representados con los signos de referencia 62 y 62'. Durante el desplazamiento lineal de las palas de rotor a lo largo de los recorridos de desplazamiento 62 y 62' o durante el movimiento de desplazamiento 62, 62', las palas de rotor 12 y 14 también pueden girarse, como está representado mediante el movimiento de giro 61, 61'. Las mismas son giradas respectivamente 120°. Los puntos de gravedad de las palas de rotor están dispuestos aproximadamente en el circulo de puntos de gravedad 60 representado. A continuación, mediante los dispositivos de ajuste previstos en los distintos vehiculos de transporte 28 y 29 puede realizarse el montaje de las palas en el cubo del rotor 15. El giro de las palas de rotor también puede realizarse tras el movimiento de desplazamiento 62 o 62'.

La Figura 11 muestra otras vista en planta desde arriba de un cuerpo flotante 19, con la que debe representarse otra variante del montaje de las palas de rotor 12-14 en un cubo del rotor 15. Aqui, las palas de rotor 12 y 14 están

colocadas en dispositivos de alojamiento 63 y 63'. Los dispositivos de alojamiento 63 y 63' están fijados de forma amovible en el cuerpo flotante 19. También está representada en primer lugar la posición de transporte de las palas de rotor 12 y 14 con una linea de trazo interrumpido. Desde esta posición de transporte, las palas de rotor 12 y 14 ya solo deben ser giradas, concretamente respectivamente 120° a lo largo del movimiento de giro 61 o 61'.

La pala de rotor 13, que está dispuesta en el centro, puede estar dispuesta durante el transporte como está representado en la figura 11. En este caso, la pala de rotor 13 no puede apoyarse en un vehiculo de transporte 28, como está representado en la figura 11, sino también en un dispositivo de alojamiento, que está unido de forma amovible al cuerpo flotante 19. En este caso, la pala de rotor 13 ya no tiene que moverse sustancialmente. En caso de que el cubo de rotor 15 esté montado o premontado en la pala de rotor 13, ni siquiera es necesario un dispositivo de ajuste en el dispositivo de alojamiento 28 para una posibilidad de ajuste lineal, horizontal y/o vertical.

No obstante, en la figura 11 está representado como ejemplo la pala de rotor 13 apoyándose en un vehiculo de transporte 28. Durante el transporte, la pala de rotor 13 también puede estar dispuesta a una altura algo mayor, para quedar dispuesta en la dirección transversal respecto al eje longitudinal de la pala de rotor 13 aproximadamente a la misma altura que las palas de rotor 12 y 14, concretamente en el plano horizontal, es decir, en la vista en planta desde arriba del cuerpo flotante 19. Para prever ahora un montaje del rotor, se desplaza en primer lugar la pala de rotor 13 en la figura 11 hacia abajo, concretamente según el movimiento de desplazamiento 62, girándose a continuación las palas de rotor 12 y 14 respectivamente 120° a lo largo del movimiento de desplazamiento 61 o 61'. Mediante un dispositivo de ajuste previsto respectivamente en los dispositivos de alojamiento 63 y 63', las palas de rotor 12 o 14 pueden ajustarse correspondientemente para el montaje en el cubo del rotor 15.

Durante el transporte de las palas de rotor en el cuerpo flotante 19 al lugar de montaje en alta mar, el espacio libre entre las palas de rotor 12, 13 y 14 puede ocuparse con segmentos de torre y/o una sala de máquinas.

En caso de un diseño correspondientemente óptimo y un tamaño correspondiente del cuerpo flotante 19, existe una posibilidad de montaje y una posibilidad de transporte, como ya se ha explicado anteriormente, en la que ninguna pala de rotor está dispuesta en un vehiculo de transporte, sino que cada pala de rotor está dispuesta en un dispositivo de alojamiento. Para ello, la pala de rotor 13 ya queda dispuesta en la posición de montaje para el transporte. Es ventajoso que los puntos de gravedad de las palas de rotor queden dispuestos en el circulo de puntos de gravedad 60 indicado.

Al usar un cuerpo flotante 19 para rotores de distintos tamaños o palas de rotor de distintas longitudes, son posibles distintas posiciones de montaje de los dispositivos de alojamiento 63 o 63' y, dado el caso, de otro dispositivo de alojamiento que sustituya el vehiculo de transporte 28.

El alcance de la protección de la patente queda definido por las reivindicaciones.

Lista de signos de referencia

10. Segmento de torre

11. Segmento de torre

12. Pala de rotor

13. Pala de rotor

14. Pala de rotor

15. Cubo del rotor

16. Sala de máquinas

17. Cimientos

18. Agua

19. Cuerpo flotante

20. Eje longitudinal

21. Eje longitudinal

22. Eje longitudinal

23. Raiz de pala

24. Raiz de pala

25. Raiz de pala

26. Centro

28. Vehiculo de transporte

29. Vehiculo de transporte

30. Vehiculo de transporte

31. Cinta de fijación

32. Cinta de fijación

33. Cinta de fijación

34. Carriles

35. Carriles

36. Carriles

40, 40'. Barcaza Jack-up

41. Escotadura

42. Escotadura

43. Parte alojada del cuerpo flotante

44. Parte alojada del cuerpo flotante

45, 45'. Dispositivo de enclavamiento

46. Forma de ola

47. Forma de ola

48. Grúa

50. Pata de apoyo

51. Pata de apoyo

52. Pata de apoyo

53. Pata de apoyo

60. Circulo de puntos de gravedad

61, 61'. Movimiento de giro

62, 62'. Movimiento de desplazamiento

63, 63'. Dispositivo de alojamiento

REIVINDICACIONES

1. Procedimiento para el montaje de un rotor (12-15) de una instalación de energia eólica en mar abierto (18), estando dispuestas al menos dos palas de rotor (12-14) en un cuerpo flotante (19) en primer lugar sustancialmente en paralelo y/o en antiparalelo, desplazándose a continuación a nivel del agua o por encima del nivel del agua del mar abierto (18) las al menos dos palas de rotor (12-14) en el cuerpo flotante (19) unas respecto a las otras o en un movimiento relativo unas respecto a las otras, de modo que las raices (23-25) de las palas de rotor (12-14) están orientadas unas hacia las otras y/o en dirección a un centro común (26), siendo el centro común (26) un punto de intersección de los ejes longitudinales (20-22) prolongados de las palas de rotor (12-14) más allá de las raices (23-25) correspondientes de cada pala y el montaje de al menos una pala de rotor (12-14) en un cubo del rotor (15), que está dispuesto en la zona del centro (26), estando premontado o premontándose el cubo del rotor (15) en una pala de rotor (13), realizándose el desplazamiento de las palas de rotor (12-14) en un movimiento relativo de unas respecto a las otras en un plano sustancialmente horizontal.

2. Procedimiento según la reivindicación 1, **caracterizado porque** las palas de rotor se montan respectivamente en un vehiculo de transporte (28-30), en particular sobre carriles y/o un dispositivo de alojamiento (63, 63'), fijado en particular de forma amovible en el cuerpo flotante (19).

3. Disposición de al menos dos palas de rotor (12-14) de una instalación de energia eólica y un cuerpo flotante (19), que está previsto para el transporte de las palas de rotor (12-14) a un lugar de montaje (17) de la instalación de energia eólica en mar abierto (18), estando dispuestas las palas de rotor (12-14) unas al lado de las otras en el cuerpo flotante (19), de modo que los ejes longitudinales (20-22) de las palas de rotor (12-14) están orientados en paralelo y/o en antiparalelo, estando previsto para cada pala de rotor (12-14) un vehiculo de transporte (28-30) que puede fijarse de forma amovible en el cuerpo flotante o estando previsto un dispositivo de alojamiento (63, 63'), en el que la pala de rotor (12-14) correspondiente se coloca, en particular se coloca de forma fijada de forma amovible, presentando al menos un dispositivo de alojamiento (63, 63') un mecanismo de giro para girar una pala de rotor (12-14) apoyada en el dispositivo de alojamiento (63, 63') en un plano horizontal.

4. Disposición según la reivindicación 3, **caracterizada porque** al menos un vehiculo de transporte (28-30) presenta un mecanismo de giro para girar una pala de rotor (12-14) apoyada en el vehiculo de transporte (28-30) en un plano horizontal.

5. Disposición según la reivindicación 3 o 4, **caracterizada porque** al menos un vehículo de transporte (28-30) y/o un dispositivo de alojamiento (63, 63') presenta un dispositivo de ajuste para el ajuste horizontal y/o vertical de una pala de rotor (12-14) apoyada en el vehiculo de transporte (28-30) y/o el dispositivo de alojamiento (63, 63') para el montaje en un cubo del rotor (15).

6. Disposición según una de las reivindicaciones 3 a 5, **caracterizada porque** están dispuestas exactamente tres palas de rotor (12-14) en el cuerpo flotante, que están previstas para una sola instalación de energía eólica.

7. Disposición según la reivindicación 6, **caracterizada porque** para las tres palas de rotor (12-14) están previstos tres vehiculos de transporte (28-30) o dos vehiculos de transporte (28-30) con un dispositivo de alojamiento (63, 63') que puede fijarse en particular de forma amovible o un vehiculo de transporte (28-30) con dos dispositivos de alojamiento (63, 63') que pueden fijarse en particular de forma amovible o tres dispositivos de alojamiento (63, 63') que pueden fijarse en particular de forma amovible.

8. Disposición según una de las reivindicaciones 3 a 7, **caracterizada porque** el vehículo de transporte (28-30) es un vehiculo de transporte sobre carriles y/o el dispositivo de alojamiento (63, 63') está fijado de forma amovible en el cuerpo flotante (19).

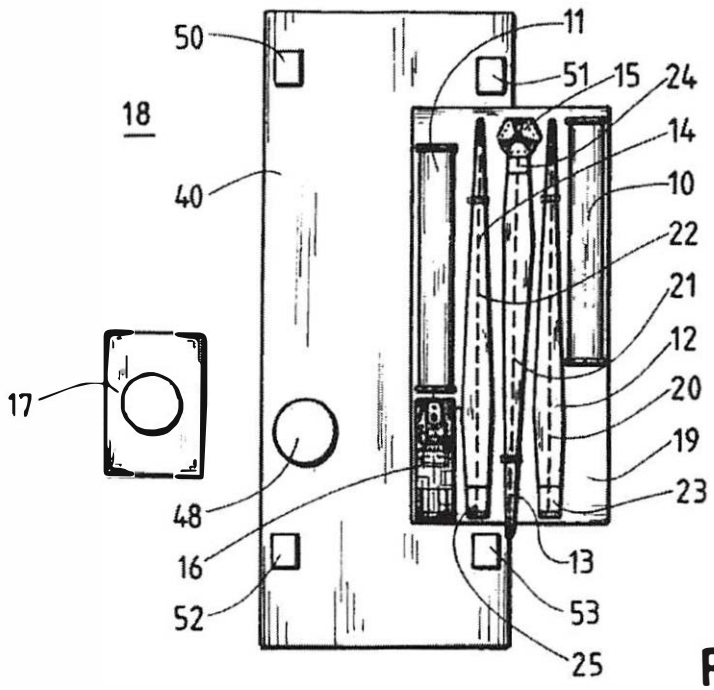


Fig.1

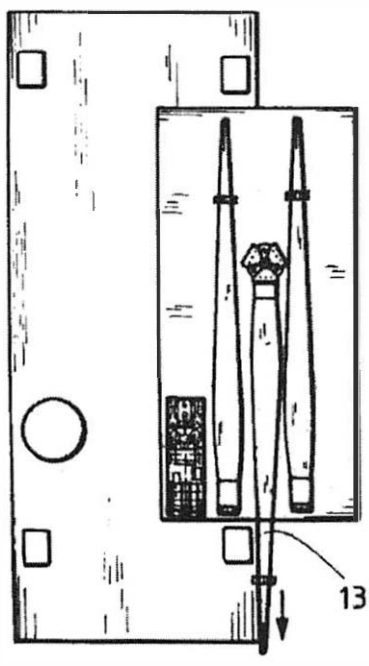


Fig. 2

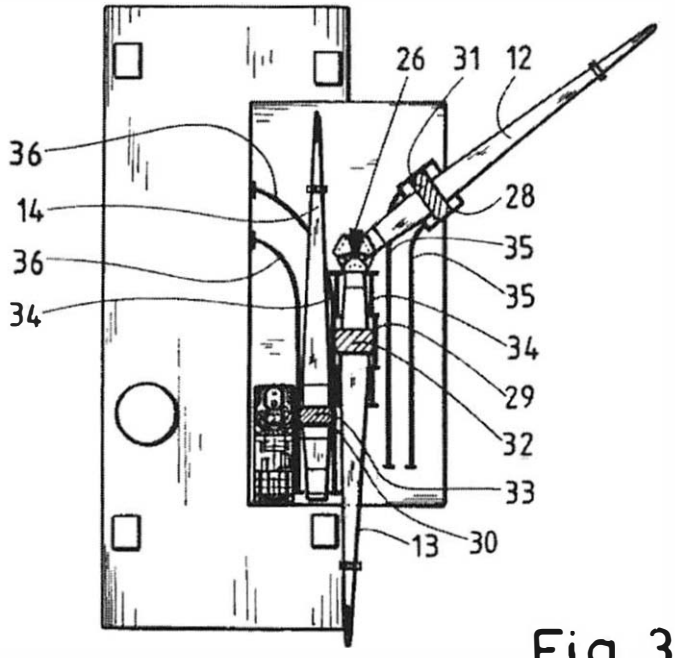


Fig. 3

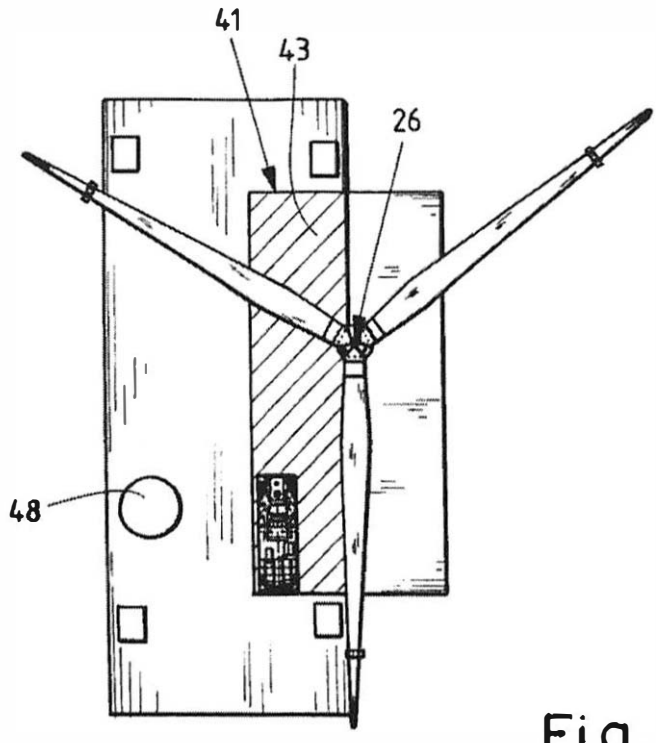


Fig. 4

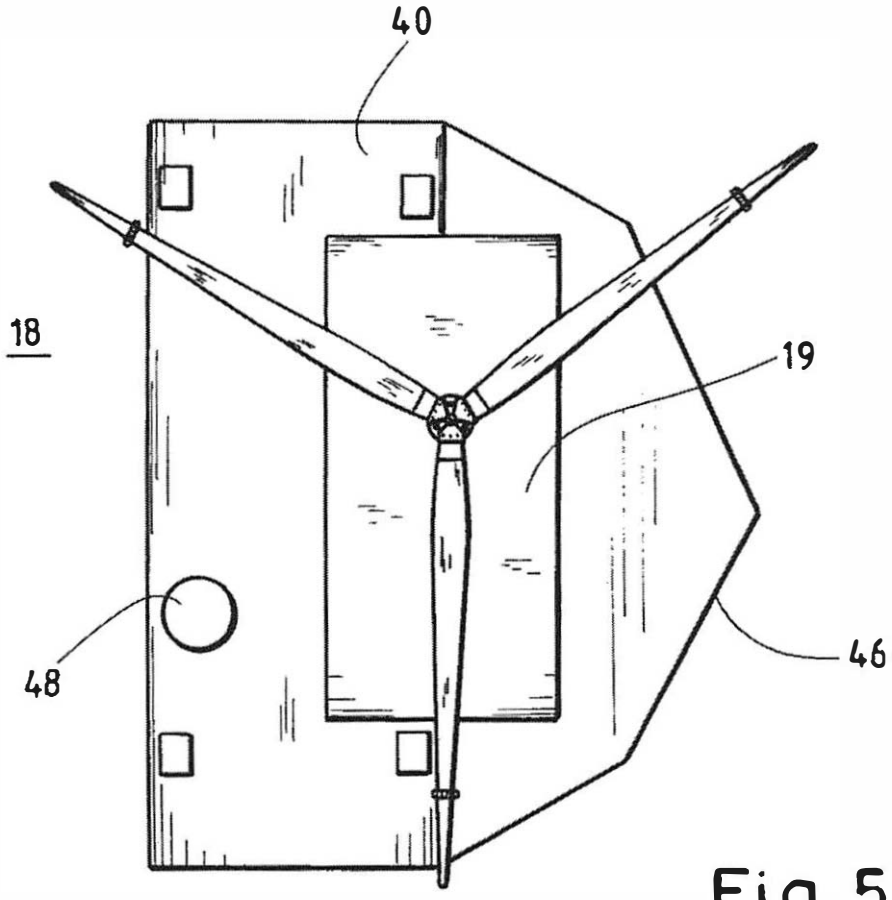


Fig. 5

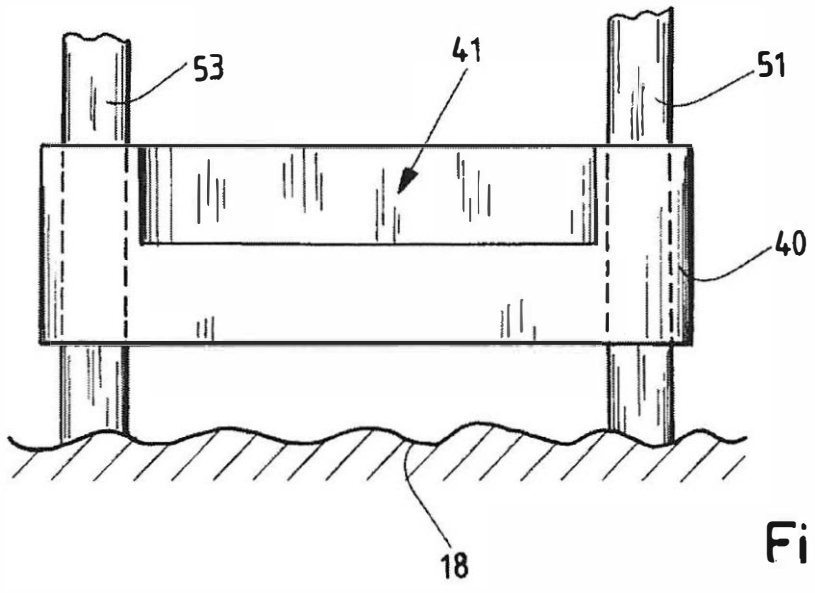


Fig. 6

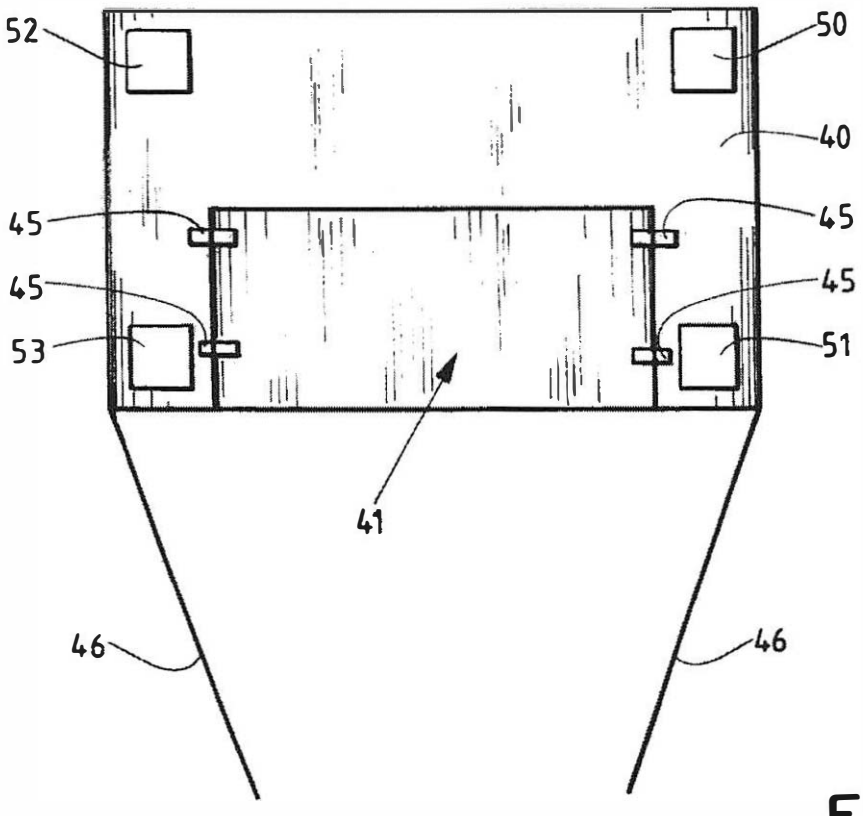


Fig. 7

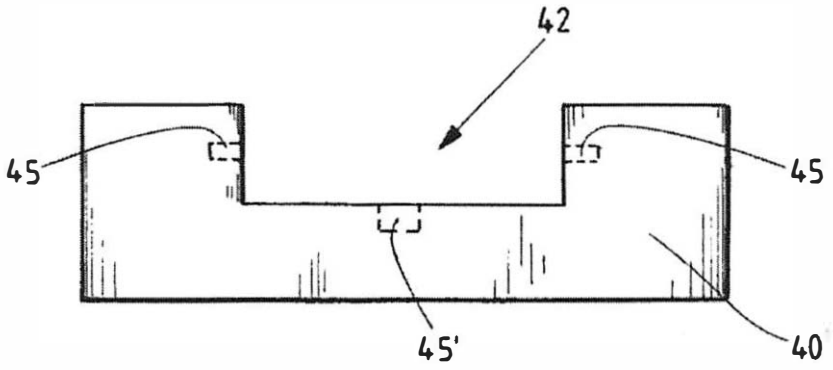


Fig. 8

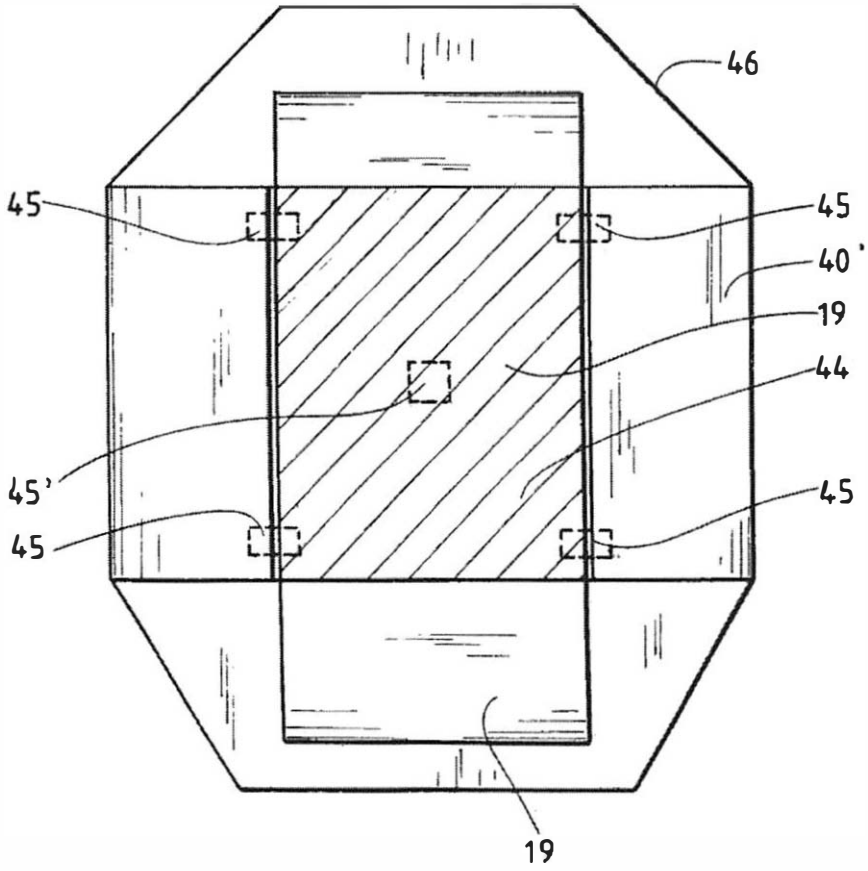


Fig. 9

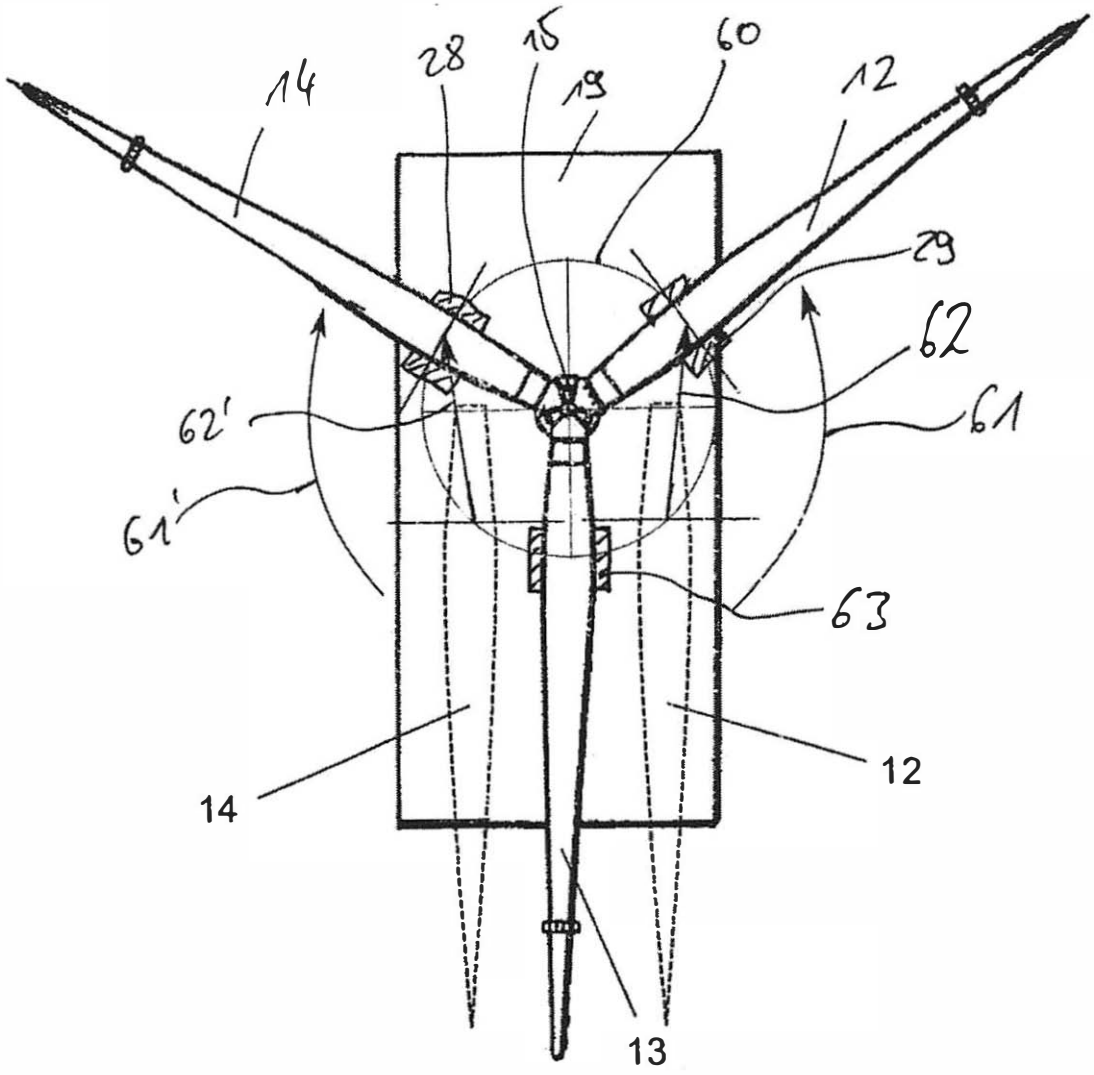


Fig. 10

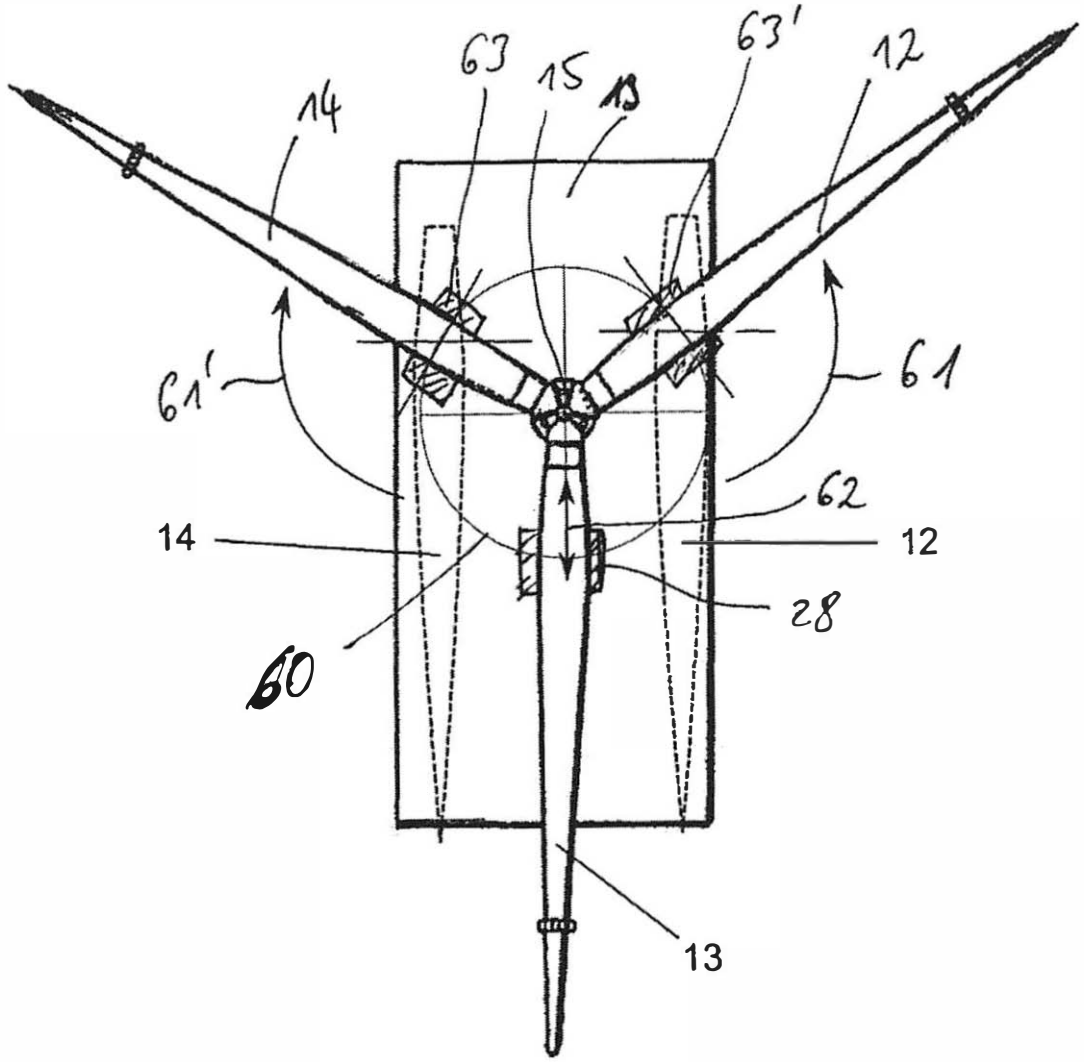


Fig. 11