

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 559 837**

51 Int. Cl.:

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 15152947 (6)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **04.11.2015 EP 2868915**

54 Título: **Plataforma de montaje para instalaciones de energía eólica**

30 Prioridad:

10.03.2009 DE 102009011915

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

16.02.2016

73 Titular/es:

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

72 Inventor/es:

GÜSLOFF-BELOW, RAINER

74 Agente/Representante:

LEHMANN NOVO, María Isabel

ES 2 559 837 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

Plataforma de montaje para instalaciones de energía eólica.

La invención concierne a una plataforma de montaje, especialmente una plataforma autoelevadora, para el montaje de instalaciones de energía eólica.

5 Para la construcción de instalaciones de energía eólica en mar abierto, es decir, lejos de la costa, es conocido el recurso de llevar los componentes de las instalaciones de energía eólica, al menos parcialmente premontados, por medio de barcas autoelevadoras hasta el lugar de erección de la instalación de energía eólica y erigirlos entonces allí de la manera usual. A este fin, por motivos de costes y debido a que un premontaje en tierra no plantea los grandes problemas que plantea un montaje en agua, se premonta al menos el rotor en tierra y se le carga montado sobre la barcaza autoelevadora.

10 Esto es conocido, por ejemplo, por el libro de texto de Erich HAU, Wind Turbines, 2ª edición, Springer-Verlag Berlin Heidelberg 2006, páginas 646 a 649.

15 Se conoce por el documento EP 1 356 205 B1 un procedimiento para colocar al menos un molino de viento en mar abierto, en el que se construye el molino de viento al menos en su mayor parte en tierra o cerca de ésta y se le sujeta en un almacén, se coloca el molino de viento con el almacén sobre un cuerpo flotante y se le transporta con el cuerpo flotante hasta el lugar de erección, retirándose el molino de viento del cuerpo flotante por medio de un dispositivo elevador y colocándolo sobre un fundamento dispuesto en el agua. En particular, es conocido por este documento el recurso de transportar instalaciones de energía eólica terminadas de montar sobre una barcaza autoelevadora y erigirlas en mar abierto o en agua abierta.

20 El documento US 2005/0163616 A1 describe el transporte de piezas de una instalación de energía eólica hasta un lugar de erección en el mar.

El documento DE 10 2007 012 848 A1 revela un procedimiento para el transporte, la erección y el cambio de una góndola, incluido el rotor, de una instalación de energía eólica alejada de la costa y un vehículo acuático para realizar este procedimiento.

25 El problema de la presente invención consiste en indicar una plataforma de montaje nueva y eficientemente utilizable, especialmente una plataforma autoelevadora, para el montaje de instalaciones de energía eólica.

Un procedimiento para transportar componentes de una instalación de energía eólica hasta un lugar de erección en mar abierto presenta los pasos de actuación siguientes:

- 30 - disponer al menos dos palas de rotor sobre 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 de uno con respecto a otro, y
- mover el cuerpo flotante en dirección al lugar de erección.

35 Mediante este procedimiento y el uso de cuerpos flotantes correspondientes que son relativamente pequeños en comparación con los cuerpos flotantes que se emplean en el estado de la técnica, y mediante el almacenamiento muy economizador de espacio según la invención los cuerpos flotantes con las al menos dos palas de rotor aplicadas o dispuestas sobre ellos pasan también por las esclusas corrientes. Se pueden remolcar, por ejemplo, por medio de un remolcador varios cuerpos flotantes de esta clase hasta el lugar de erección, con lo que se necesita también poco tiempo para el transporte de los componentes de la instalación de energía eólica. A pie de obra, es decir, en el lugar de erección, es entonces eficientemente posible retirar los componentes de la instalación de energía eólica separándolos del cuerpo flotante y erigir la instalación de energía eólica.

40 Si están dispuestas o se disponen tres palas de rotor sobre el cuerpo flotante de tal modo que sus ejes longitudinales sean paralelos y/o antiparalelos uno respecto de otro, estando especialmente las palas de rotor yuxtapuestas transversalmente a su eje longitudinal y orientadas de preferencia horizontalmente una respecto de otra, es posible un transporte muy economizador de espacio. Gracias a este posicionamiento de las palas de rotor es posible, además, un montaje eficiente de dichas palas de rotor en mar abierto para obtener un rotor. Preferiblemente, un cubo de rotor está montado o se monta de manera correspondiente en una pala de rotor, especialmente la pala de rotor que está dispuesta en el centro del cuerpo flotante. En caso de un premontaje del cubo de rotor en una pala de rotor se ahorra mucho tiempo durante el montaje en mar abierto. Como alternativa, el cubo de rotor no está todavía montado en una pala de rotor. El cubo de rotor puede estar previsto entonces preferiblemente en la zona de la raíz de una pala de rotor, especialmente de la pala de rotor dispuesta en el centro, particularmente con una disposición paralela o antiparalela de las tres palas de rotor.

Además, pueden disponerse una sala de máquinas y/o al menos un segmento de torre sobre el cuerpo flotante o bien éstos ya están dispuestos sobre el cuerpo flotante. Es posible así que, exceptuando la cimentación, todos los

componentes de una instalación de energía eólica se alojen sobre un único cuerpo flotante. De preferencia, también solamente los componentes de una única instalación de energía eólica están dispuestos sobre el cuerpo flotante.

5 Un procedimiento para el montaje de un rotor de una instalación de energía eólica en mar abierto prevé que al menos dos palas de rotor estén dispuestas de momento sustancialmente paralelas y/o antiparalelas sobre un cuerpo flotante, trasladándose a continuación sobre o a través del agua del mar abierto las al menos dos palas de rotor sobre el cuerpo flotante una hacia otra o una con relación a otra, de modo que las raíces de las palas de rotor estén dirigidas una hacia otra 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 raíz de éstas, y que se monte al menos una pala de rotor en un cubo de rotor que está dispuesto en la zona del centro, estando premontado o premontándose el cubo de rotor en una pala de rotor, teniendo lugar la traslación de las palas de rotor una con relación a otra en un plano sustancialmente horizontal. En este caso, las palas de rotor están de momento en particular transversalmente yuxtapuestas a sus ejes longitudinales antes de que sean trasladadas una en relación a otra.

15 Las palas de rotor pueden estar de momento durante el transporte en posiciones paralelas una a otra sustancialmente a la misma altura en sentido transversal a su eje longitudinal. Con la misma altura se quiere dar a entender en este contexto que las palas de rotor están alineadas orientalmente una con otra en los extremos.

20 Gracias a este procedimiento es posible un montaje muy eficiente y rápido de un rotor en mar abierto. El montaje se efectúa preferiblemente cuando el cuerpo flotante está dispuesto en una plataforma de montaje, por ejemplo una plataforma autoelevadora, y se le ha elevado de manera correspondiente con la plataforma autoelevadora por encima del nivel del agua. Como alternativa, la plataforma de montaje puede consistir también en un semibuzo que, antes o después de la colocación del cuerpo flotante, es puesto o está puesto en el estado semisumergido por inundación de al menos un tanque de lastre.

El semibuzo está en el estado semisumergido cuando el cuerpo flotante se introduce en el dispositivo de alojamiento. A continuación, se puede bajar aún más el semibuzo, por ejemplo mediante una inundación adicional del tanque de lastre del semibuzo o mediante una inundación del tanque de lastre del cuerpo flotante.

25 Puede estar dispuesta también una grúa en el semibuzo, por medio de la cual se pueden retirar los componentes de la instalación de energía eólica separándolos del cuerpo flotante y se les puede montar de manera correspondiente en el lugar de emplazamiento de la instalación de energía eólica. Para que, incluso con oleaje, el cuerpo flotante pueda ser introducido con seguridad en el dispositivo de alojamiento o especialmente en un hueco de la plataforma de montaje, el cuerpo flotante puede ser hundido también en medida correspondiente por aplicación de carga, por ejemplo por inundación de al menos un tanque de lastre, de modo que éste puede estar configurado también como un semibuzo. El cuerpo flotante es expuesto así a menores fluctuaciones debido al estado del mar reinante en la superficie del agua.

30 Siempre que la plataforma de montaje configurada como semibuzo presente un dispositivo de alojamiento que tenga una superficie de apoyo para el cuerpo flotante, tiene sentido achicar completamente los tanques de lastre del cuerpo flotante para amarrar este cuerpo flotante a la plataforma de montaje, hacer que este cuerpo flotante flote hacia dentro del dispositivo de alojamiento del semibuzo hundido e inundar después lo más rápidamente posible los tanques de lastre del cuerpo flotante para lograr así un apoyo estable sobre el dispositivo de alojamiento.

35 El procedimiento es especialmente eficiente y sencillo cuando las palas de rotor están colocadas cada una de ellas sobre un carro de transporte, especialmente montado sobre carriles, y/o un dispositivo de alojamiento inmovilizado de forma soltable especialmente sobre el cuerpo flotante. En este caso, las palas de rotor se pueden fijar preferiblemente de manera inmovilizable y soltable sobre el respectivo carro de transporte, estando asociado a cada pala de rotor al menos un carro de transporte o estando situada cada pala de rotor sobre al menos un carro de transporte previsto para esta pala de rotor. El carro de transporte está posicionado preferiblemente con relación a la pala de rotor de modo que el centro de gravedad de la pala de rotor esté por encima del carro de transporte. En la pala de rotor en la que está montado o premontado el cubo de rotor es correspondientemente relevante el centro de gravedad de la combinación de pala de rotor y cubo de rotor, de modo que el carro de transporte está dispuesto de manera correspondiente por debajo del centro de gravedad de la combinación completa.

40 Para el montaje de las palas de rotor en un cubo de rotor se puede hacer bascular al menos una pala de rotor exclusivamente alrededor de, por ejemplo, su centro de gravedad para hacerla llegar con su raíz a la zona del cubo del rotor. Se puede posibilitar entonces un ajuste exacto para el montaje con pequeños movimientos lineales en el eje longitudinal de la pala del rotor o transversalmente al eje longitudinal en un plano horizontal o en un plano vertical. Otra pala de rotor puede estar ya antes montada o premontada en un cubo de rotor y puede conservar la posición del transporte o moverse exclusivamente en dirección longitudinal axial.

45 Como alternativa, es posible que, partiendo de una disposición inicialmente paralela de las palas de rotor colocadas una al lado de otra, se posicione al menos una pala de rotor sobre un recorrido de traslación relativamente corto con basculación subsiguiente o basculación simultánea de modo que la raíz de la pala llegue a la zona del cubo del rotor

para hacer posible un montaje en el cubo del rotor.

5 Preferiblemente, una pala de rotor o varias palas de rotor pueden descansar sobre un dispositivo de alojamiento en vez de descansar sobre un carro de transporte. El dispositivo de alojamiento está unido con el cuerpo flotante de manera preferiblemente inmovilizable en forma fija o soltable. Preferiblemente, el dispositivo de alojamiento tiene un mecanismo de giro por medio del cual se puede hacer que la respectiva pala de rotor asentada bascule en un plano horizontal. Preferiblemente, está previsto un dispositivo de ajuste sobre o en el dispositivo de alojamiento por medio del cual se ajustan lateral y/o verticalmente las palas del rotor para hacer posible un montaje en un cubo de rotor. Preferiblemente, los dispositivos de alojamiento pueden disponerse en sitios diferentes sobre el cuerpo flotante para hacer posible así el empleo del cuerpo flotante para palas de rotor de diferente tamaño o rotores de diferente tamaño, en los que los centros de gravedad están situados en lugares diferentes con relación al centro del rotor.

10 Preferiblemente, al salir del puerto o antes de descargar el cuerpo flotante, una zona de basculación de al menos una pala de rotor está ocupada con otros componentes de la instalación de energía eólica, por ejemplo un segmento de torre, varios segmentos de torre y/o una sala de máquinas.

15 Asimismo, se muestra una disposición de al menos dos palas de rotor de una instalación de energía eólica y un cuerpo flotante, estando previsto el cuerpo flotante para el transporte de las palas de rotor hasta un lugar de erección de la instalación de energía eólica en mar abierto, estando dispuestas las palas de rotor una al lado de otra sobre el cuerpo flotante de modo que los ejes longitudinales de las palas de rotor sean paralelos y/o antiparalelos entre ellos, estando previsto para cada pala de rotor un carro de transporte inmovilizable de forma soltable sobre el cuerpo flotante o un dispositivo de alojamiento, en los cuales está colocada la respectiva pala de rotor, especialmente colocada de manera inmovilizada en forma soltable, presentando al menos un dispositivo de alojamiento un mecanismo de giro para hacer que una pala de rotor situada sobre el dispositivo de alojamiento bascule en un plano horizontal.

20 En particular, los ejes longitudinales de las palas de rotor son sustancialmente horizontales. Preferiblemente, las palas de rotor están situadas una al lado de otra en sentido transversal axial, es decir que están situadas una al lado de otra particularmente en sentido transversal a los ejes longitudinales, siendo los ejes longitudinales sustancialmente paralelos y/o antiparalelos.

25 En particular, el centro de gravedad de la pala de rotor o de una combinación de la pala de rotor con un cubo de rotor está dispuesto por encima del carro de transporte o del dispositivo de alojamiento. En particular, están dispuestas sobre el cuerpo flotante exactamente tres palas de rotor que están previstas para una única instalación de energía eólica. En particular, un cubo está también premontado en una pala de rotor y dispuesto sobre el cuerpo flotante. Asimismo, una sala de máquinas de la instalación de energía eólica o uno o varios segmentos de torre de la instalación de energía eólica están dispuestos sobre el cuerpo flotante.

30 En particular, el carro de transporte es un carro de transporte montado sobre carriles, de modo que se proporciona un posicionamiento nominal del carro de transporte sobre un recorrido de traslación para el montaje de un rotor constituido por dos o tres palas de rotor. Los carriles pueden ser en este caso carriles de ferrocarril usuales o bien carriles provistos de dientes que pueden engranar con al menos una respectiva rueda dentada del carro de transporte. Preferiblemente, el dispositivo de alojamiento está inmovilizado de forma soltable sobre el cuerpo flotante. Los carros de transporte pueden construirse también como trineos que se mueven sobre una vía prefijada o en una vía prefijada. La vía podría estar equipada, por ejemplo, con rodillos sobre los cuales se mueve el carro de transporte construido como un trineo. Preferiblemente, está previsto en el carro de transporte un mecanismo de giro por medio del cual se puede hacer que la respectiva pala de rotor asentada bascule en un plano horizontal.

35 Asimismo, está previsto ventajosamente un dispositivo de ajuste para hacer posible un ajuste lateral y/o vertical de la pala de rotor para su montaje en el cubo.

40 Además, al menos un carro de transporte presenta un mecanismo de giro para hacer que una pala de rotor asentada sobre el carro de transporte bascule en un plano horizontal. Preferiblemente, al menos un carro de transporte y/o un dispositivo de alojamiento presentan también un dispositivo de ajuste para realizar un ajuste horizontal y/o vertical de una pala de rotor asentada sobre el carro de transporte y/o el dispositivo de alojamiento con miras al montaje de la misma en un cubo. De este modo, es posible especialmente un movimiento lineal en dirección vertical y/o en dirección horizontal transversalmente al eje longitudinal de una pala de rotor para posibilitar un ajuste fino para el montaje en un cubo de rotor. Además, puede posibilitarse también un corto movimiento lineal en el eje longitudinal de la pala del rotor. El dispositivo de alojamiento puede estar unido en este caso con el cuerpo flotante de manera inmovilizable en forma soltable. En particular, están previstos sobre el cuerpo flotante varios lugares en los que pueden montarse o son susceptibles de ser montados el dispositivo de alojamiento o varios dispositivos de alojamiento. Las posibilidades de montaje del respectivo dispositivo de alojamiento pueden estar en lugares discretos sobre el cuerpo flotante o bien puede estar previsto igualmente un posicionamiento zonalmente continuo.

45 En particular, para las tres palas de rotor están previstos tres carros de transporte o dos carros de transporte con un dispositivo de alojamiento, inmovilizable especialmente de manera soltable, o un carro de transporte con dos

dispositivos de alojamiento, inmovilizables especialmente de manera soltable, o tres dispositivos de alojamiento inmovilizables especialmente de manera soltable. Los dispositivos de alojamiento son preferiblemente inmovilizables de manera soltable sobre el cuerpo flotante.

5 El problema se resuelve por medio de una plataforma de montaje destinada al montaje de instalaciones de energía eólica, estando previsto un dispositivo de alojamiento que está destinado a recibir al menos una parte de un cuerpo flotante, siendo el dispositivo de alojamiento, especialmente el hueco, de forma complementaria de la forma de la parte a alojar del cuerpo flotante, estando dispuesto el dispositivo de alojamiento, especialmente el hueco, en una posición lateral en la plataforma de montaje, especialmente la plataforma autoelevadora, siendo el dispositivo de alojamiento o el hueco una cavidad de la plataforma de montaje, especialmente la plataforma autoelevadora.

10 Preferiblemente, la plataforma de montaje es una plataforma autoelevadora. Mediante la plataforma autoelevadora preferida se puede recibir al menos parcialmente el cuerpo flotante de modo que éste pueda unirse fijamente de manera soltable con la plataforma autoelevadora, con lo que el cuerpo flotante juntamente con la plataforma autoelevadora puede ser elevado por encima de la superficie del agua. A este fin, la plataforma autoelevadora presenta unas patas usuales que pueden trasladarse descansando sobre el fondo del mar, y mediante una
15 traslación adicional de las patas de sustentación con respecto a la plataforma elevadora ésta puede ser elevada después en medida correspondiente.

El cuerpo flotante es recibido en el dispositivo de alojamiento preferiblemente en al menos un tercio, preferiblemente en la mitad hasta la totalidad del cuerpo flotante, es decir que es recibido completamente en el dispositivo de alojamiento o el hueco.

20 Complementario de forma es en particular funcionalmente complementario de forma en el marco de la invención. Se entiende por esto que al menos una parte del cuerpo flotante encaja ajustadamente por su forma en el dispositivo de alojamiento o el hueco, siendo enteramente admisible por las dimensiones un rango de tolerancia del 5%, de modo que, aun cuando es ciertamente deseable un contacto de las limitaciones de la parte del cuerpo flotante con el dispositivo de alojamiento o con el hueco, se puede tolerar en todo caso una distancia insignificante con respecto a
25 las paredes del dispositivo de alojamiento o las paredes del hueco.

El dispositivo de alojamiento o el hueco se proyecta entonces de preferencia transversal y enteramente hasta más allá de la plataforma de montaje o la plataforma autoelevadora y se extiende completamente sobre, por ejemplo, la anchura de la plataforma de montaje o la plataforma autoelevadora. Preferiblemente, el dispositivo de alojamiento o el hueco presenta una superficie inferior o elementos de soporte que soportan el cuerpo flotante desde abajo al
30 introducir la parte del cuerpo flotante.

Preferiblemente, están previstos unos medios de unión soltables para una unión especialmente rígida entre la plataforma de montaje o la plataforma autoelevadora y el cuerpo flotante. En este caso, puede tratarse de pernos suficientemente robustos que, después de la introducción de la parte del cuerpo flotante, puedan introducirse en huecos correspondientes del cuerpo flotante, concretamente penetrando hacia arriba en el cuerpo flotante desde los
35 lados del hueco y también desde debajo del hueco. Los pernos correspondientes pueden estar pretensados por muelle y/o pueden ser movidos hidráulicamente. Asimismo, los pernos pueden estar correspondientemente achaflanados para que sean expulsados automáticamente al producirse un contacto con el cuerpo flotante, de modo que estos pernos puedan ser movidos hacia dentro del hueco del cuerpo flotante al alcanzar este hueco. Esto se efectúa de preferencia también automáticamente.

40 Preferiblemente, un dispositivo de alisado de las olas está instalado delante del dispositivo de alojamiento o del hueco de la plataforma de montaje o de la plataforma autoelevadora. En este caso, puede tratarse, por ejemplo, de una valla antiolas que se posiciona en el agua para minimizar los problemas originados por el oleaje.

A continuación, se describe la invención sin restricción de la idea general de la misma ayudándose de ejemplos de realización y haciendo referencia a los dibujos, remitiéndose expresamente a los dibujos respecto de todos los
45 detalles según la invención no explicados con detenimiento en el texto. Muestran:

La figura 1, una vista en planta esquemática de una plataforma autoelevadora según la invención, en cuyo hueco está introducido un cuerpo flotante,

50 La figura 2, una vista en planta esquemática de la combinación de la plataforma autoelevadora con el cuerpo flotante, habiéndose retirado y parcialmente cambiado de posición algunas partes que estaban representadas en la figura 1,

La figura 3, una vista en planta esquemática de la combinación de la plataforma autoelevadora con el cuerpo flotante en estado de montaje avanzado de un rotor,

La figura 4, una vista en planta esquemática de una combinación de una plataforma autoelevadora con un cuerpo

flotante en estado aún más avanzado del montaje del rotor,

La figura 5, una vista en planta esquemática de una combinación de la plataforma autoelevadora según la invención con un cuerpo flotante durante el avance adicional de la retirada de elementos de una instalación de energía eólica,

La figura 6, una vista lateral esquemática de una plataforma autoelevadora según la invención,

5 La figura 7, una vista en planta esquemática de la plataforma autoelevadora de la figura 6 según la invención,

La figura 8, una vista lateral esquemática de otra plataforma autoelevadora según la invención,

La figura 9, una vista en planta esquemática de la plataforma autoelevadora de la figura 8,

La figura 10, una vista en planta esquemática de un cuerpo flotante y

La figura 11, otra vista en planta esquemática de un cuerpo flotante.

10 En las figuras siguientes los respectivos elementos iguales o equivalentes o las partes correspondientes están provistos de los mismos símbolos de referencia, de modo que se prescinde de una nueva presentación correspondiente.

En la figura 1 se representa una vista en planta esquemática de una combinación de una plataforma autoelevadora, que está configurada como una barcaza autoelevadora 40, con un cuerpo flotante 19 que puede ser, por ejemplo, un pontón flotante. En lugar de un pontón flotante puede estar previsto también un barco con accionamiento propio.

15 Sobre el cuerpo flotante 19 están dispuestas partes o componentes de una instalación de energía eólica que deben montarse sobre una cimentación 17. Se pueden apreciar especialmente dos segmentos de torre 10, 11, tres palas de rotor 12, 13, 14, un cubo de rotor 15, que está ya fijado o premontado en la pala de rotor 13, y una sala de máquinas 16. Por el término sala de máquinas 16 se entiende también el término góndola. La cimentación 17 se encuentra en mar abierto 18, es decir, lejos de la costa. La barcaza autoelevadora 40 presenta unas patas de sustentación 50, 51, 52, 53 que pueden trasladarse con respecto a la plataforma 40 o la barcaza autoelevadora 40. Así, la barcaza autoelevadora 40 sirve para trasladarse sobre el agua, concretamente hasta el lugar de erección de una instalación de energía eólica, para construir entonces allí la instalación de energía eólica por medio de la grúa 48 dispuesta sobre la barcaza autoelevadora 40. A este fin, se necesita un emplazamiento firme sobre el fondo del mar. Para alcanzar un emplazamiento firme sobre el fondo del mar se trasladan las patas de sustentación 50, 51, 52, 53 hacia abajo, de modo que éstas entran en contacto con el fondo del mar, que no está representado. Después del contacto se "iza" la barcaza autoelevadora, es decir que se traslada ésta hacia arriba, con lo que la plataforma o la barcaza 40 queda dispuesta por encima del nivel del mar.

20 El cuerpo flotante 19, que puede estar configurado como una barcaza o un pontón, es cargado en un puerto con una góndola o una sala de máquinas 16, dos secciones de torre o segmentos de torre 10, 11, un cubo de rotor 15 con pala de rotor 13 terminada de montar y dos palas de rotor adicionales 12, 14. Las palas de rotor están dispuestas en este caso en posiciones sustancialmente paralelas una a otra. Expresado exactamente, esto es lo que ocurre para las palas de rotor 12, 14. La pala de rotor 13 está dispuesta en antiparalelo, es decir, girada en 180° sobre el cuerpo flotante 19 con 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 que especialmente es horizontal.

30 El cuerpo flotante 19 terminado de cargar es arrastrado, por ejemplo, con un remolcador hasta el área de destino, es decir, en dirección a la cimentación 17. La barcaza autoelevadora 40 puede estar ya entonces en este lugar o es halada hacia allí con las patas de sustentación 50, 51, 52, 53 "retraídas". En esta fase se presiona el cuerpo flotante 19 hacia dentro del hueco previsto 41, 42 o el vaciado previsto de la barcaza autoelevadora por medio de, por ejemplo, un remolcador. Para minimizar el efecto del estado del mar puede estar prevista para ello una valla antiolas 46 o 47. A este fin, se ofrecen más explicaciones en las figuras siguientes. Después de la introducción o amarre exitosos del cuerpo flotante 19 en el hueco 41, 42, lo que está representado en las figuras 4 y 6 a 9, se achican lo más rápidamente posible los tanques de lastre del cuerpo flotante 19. Seguidamente, se iza la barcaza autoelevadora con el cuerpo flotante 19.

40 En caso de que se emplee un semibuzo como plataforma de montaje, se pueden inundar alternativamente los tanques de lastre con la mayor rapidez posible una vez que previamente se hayan achicado por completo para el amarre y así se haya podido introducir flotando el cuerpo flotante en el dispositivo de alojamiento del semibuzo hundido.

50 En las figuras 1 a 5 se representa esquemáticamente el montaje de la instalación de energía eólica y especialmente el montaje del rotor constituido por las tres palas de rotor 12, 13, 14 y el cubo de rotor 15. Después de unir el cuerpo flotante 19 con la barcaza autoelevadora 40 y de elevar la combinación constituida por la barcaza autoelevadora 40 y el cuerpo flotante 19 se retiran primeramente los segmentos de torre 10, 11 del cuerpo flotante 19 por medio de la

grúa 18 y se les deposita sobre la cimentación 17. Después de la retirada de los segmentos de torre 10 o durante ésta se comienza con el posicionamiento de la pala de rotor 13, tal como se insinúa en la figura 2. La pala de rotor 13 se traslada hacia popa sobre un sistema de carriles no representado en la figura 2, pero representado en la figura 3, constituido por los carriles 34. La posición a proa está en la figura 2 hacia abajo en la dirección de la flecha.

5 En la figura 3 se representa esquemáticamente el avance adicional del ensamble del rotor. Mientras tanto, se ha trasladado la pala de rotor 12 sobre un sistema de carriles 35 por medio del carro de transporte 28, sobre el cual está fijada la pala de rotor a través de, por ejemplo, una banda de inmovilización 31, de modo que la raíz de la pala de rotor mire en dirección al centro 26. La raíz de la pala de rotor puede unirse entonces con el cubo de rotor 15. Se efectúa entonces también una traslación de la pala de rotor 14 sobre un sistema de carriles 36 por medio de un carro de transporte correspondiente 30 sobre el cual está fijada la pala de rotor 14 por medio de una banda de inmovilización 33. En la figura 4 se representa esquemática la posición final. En esta posición, en la que la raíz de la pala de rotor 14 mira hacia el centro 26, se puede unir la pala de rotor 14 con el cubo de rotor 15. Se efectúa seguidamente también la descarga o el montaje de la sala de máquinas 16, tal como se ha insinuado en la transición de la figura 4 a la figura 5. Por último, se eleva el rotor de la manera usual por medio de la grúa 48 y se le fija a la sala de máquinas. Es posible también que la respectiva pala de rotor pueda hacerse bascular de manera sustancialmente horizontal con relación al carro de transporte. De este modo, las palas de rotor no colisionan una con otra durante su traslación. El respectivo carro de transporte puede presentar para ello un dispositivo de rotación en el que está fijada o colocada la pala de rotor y que es basculable con respecto a una parte inferior del carro de transporte. Preferiblemente, el carro de transporte presenta un dispositivo de ajuste con el que se puede ajustar la pala de rotor en dirección lateral y/o vertical para hacer posible un montaje exactamente ajustado en el cubo de rotor 15.

En la figura 4 se insinúa también el hueco 41 de la barcaza autoelevadora 40 y se representa en forma rayada la parte recibida 43 del cuerpo flotante 19. Puede apreciarse que la mitad del cuerpo flotante 19 está recibido en el hueco 41. El hueco se representa una vez más con mayor claridad en la figura 6. Se puede apreciar aquí que el hueco supone en altura aproximadamente la mitad de la altura de la barcaza autoelevadora 40 y presenta también un fondo sobre el cual puede descansar el cuerpo flotante 19. En la figura 6 la barcaza autoelevadora 40 ha sido elevada y se encuentra por encima del agua del mar abierto 18.

La figura 7 muestra esquemáticamente una vista en planta de la barcaza autoelevadora 40 de la figura 6, estando insinuada especialmente aquí, como también en la figura 5, una valla antiolas 46. Como se representa en la figura 5, la valla antiolas 46 puede estar cerrada en el momento en que el cuerpo flotante 19 es recibido en el hueco 41. Antes de que se introduzca el cuerpo flotante, se tiene que abrir la valla antiolas 46, tal como se insinúa en la figura 7.

En la figura 7 se representan también dispositivos de encastre 45 que pueden encastrarse en escotaduras del cuerpo flotante 19, que no están representadas.

35 La figura 8 muestra otra barcaza autoelevadora 41' en vista lateral esquemática. Esta barcaza autoelevadora 41' tiene un hueco continuo 42, es decir, un hueco que se extiende por toda la barcaza autoelevadora 40'. El cuerpo flotante 19 es recibido entonces completamente en el hueco 41, o bien, cuando el cuerpo flotante 19 es más largo que la anchura de la barcaza autoelevadora, el cuerpo flotante 19 puede sobresalir y/o por el otro lado. Esta disposición mostrada en la figura 9 ofrece la ventaja de que se cargan uniformemente las patas de la barcaza autoelevadora 41'.

En la figura 8 y la figura 9 se insinúan también unos dispositivos de encastre 45 y 45' que pueden ponerse en unión operativa con el cuerpo flotante 19. Los dispositivos de encastre 45 pueden introducirse lateralmente en el cuerpo flotante 19 y los dispositivos de encastre 45' pueden introducirse desde abajo.

45 En esta ejecución de la barcaza autoelevadora 41' son convenientes dos vallas antiolas 46 y 47. El cuerpo flotante 19 puede transportar preferiblemente alrededor de 1.000 t. Éste tiene entonces una masa en vacío de 250 t a 300 t y unas dimensiones de 50 m a 90 m x 20 m a 30 m.

En la figura 11 se representa esquemáticamente una vista en planta de un cuerpo flotante 19 sobre el cual solamente están representadas las palas de rotor correspondientes 12-14 con un cubo de rotor 15. La posición de transporte de las palas de rotor 12 y 14 está representada con línea de trazos. 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 espacio adicional del cuerpo flotante 19 ha sido ocupado con otros elementos de la instalación de energía eólica, por ejemplo segmentos de torre o la sala de máquinas, si bien éstos se han descargado ya en la representación de la figura 10.

55 La pala de rotor 13 descansa sobre un dispositivo de alojamiento 63 que está inmovilizado de manera soltable con el cuerpo flotante 19. Por tanto, la pala de rotor 13 tiene la posición de montaje deseada. Preferiblemente, el cubo de rotor 15 está ya montado o premontado en la pala de rotor 13. Para montar ahora también las palas de rotor 12 y 14 en el cubo de rotor 15 se trasladan éstas sobre un corto recorrido de traslación sobre los carros de transporte 28 y 29. Los recorridos de traslación están representados con los símbolos de referencia 62 y 62'. Durante la traslación

lineal de las palas de rotor a lo largo de los recorridos de traslación 62 o 62' o durante el movimiento de traslación 62, 62' se puede hacer que basculen también las palas de rotor 12 y 14, tal como esto está representado por el movimiento de basculación 61, 61'. Éstas se hacen bascular o pivotar en una medida correspondiente a 120° en cada caso. Los centros de gravedad de las palas de rotor están aproximadamente sobre el círculo de centro de gravedad representado 60. A continuación, se puede efectuar el montaje de las palas en el cubo de rotor 15 por medio de los dispositivos de ajuste previstos en los distintos carros de transporte 28 y 29. La basculación de las palas de rotor puede efectuarse también después del movimiento de traslación 62 o 62'.

La figura 11 muestra una vista en planta adicional de un cuerpo flotante 19 con la que se pretende representar otra variante del montaje de las palas de rotor 12-14 en un cubo de rotor 15. En este caso, las palas de rotor 12 y 14 están depositadas sobre unos dispositivos de alojamiento 63 y 63'. Los dispositivos de alojamiento 63 y 63' están inmovilizados de manera soltable sobre el cuerpo flotante 19. Se representa también aquí de momento en líneas de trazos la posición de transporte de las palas de rotor 12 y 14. Las palas de rotor 12 y 14 pueden hacerse bascular solamente todavía desde esta posición de transporte, concretamente en 120° cada vez a lo largo del movimiento de basculación 61 o 61'.

La pala de rotor 13, que está dispuesta en el centro, puede estar dispuesta durante el transporte tal como se representa en la figura 11. En este caso, la pala de rotor 13 no puede descansar sobre un carro de transporte 28 como se representa en la figura 11, sino que puede descansar también sobre un dispositivo de alojamiento que está unido de manera soltable con el cuerpo flotante 19. En este caso, ya no tiene que moverse entonces sensiblemente la pala de rotor 13. Siempre que el cubo de rotor 15 esté montado o premontado sobre la pala de rotor 13, no es en absoluto 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 se representa ahora como ejemplo la pala de rotor 13 descansando sobre un carro de transporte 28. Durante el transporte la pala de rotor 13 puede estar dispuesta entonces también a una altura un poco mayor para venir a quedar situada transversalmente 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 del cuerpo flotante 19. Para prever ahora un montaje del rotor se traslada primero la pala de rotor 13 en la figura 11 hacia abajo, concretamente según el movimiento de traslación 62, y a continuación se basculan las palas de rotor 12 y 14 en 120° cada una a lo largo del movimiento de basculación 61 o 61'. Por medio de un respectivo dispositivo de ajuste existente en los dispositivos de alojamiento 63 y 63' se pueden ajustar correspondientemente las palas de rotor 12 o 14 para su montaje en el cubo de rotor 15.

Durante el transporte de las palas de rotor sobre el cuerpo flotante 19 hasta el emplazamiento de erección en alta mar se puede ocupar el espacio libre entre las palas de rotor 12, 13 y 14 con segmentos de torre y/o una sala de máquinas.

Con un diseño correspondientemente óptimo y con un tamaño correspondiente del cuerpo flotante 19 se proporciona, como ya se ha explicado más arriba, una posibilidad de montaje y una posibilidad de transporte en las que ninguna pala de rotor está dispuesta sobre un carro de transporte, sino que cada pala de rotor está dispuesta sobre un dispositivo de alojamiento. A este fin, la pala de rotor 13 se dispone ya entonces en la posición de montaje para el transporte. Es ventajoso el hecho de que los centros de gravedad de las palas de rotor estén situados sobre el círculo de centro de gravedad insinuado 60.

Cuando se emplea un cuerpo flotante 19 para rotores de diferente tamaño o palas de rotor de diferente longitud, son posibles diferentes posiciones de montaje de los dispositivos de alojamiento 63 o 63' y eventualmente también un dispositivo de alojamiento adicional que sustituya al carro de transporte 28.

Todas las características citadas, también las características a deducir solamente de los dibujos e igualmente las características individuales que se hayan revelado en combinación con otras características, se consideran como esenciales para la invención tanto en solitario como en combinación. Las formas de realización según la invención pueden materializarse por medio de características individuales o una combinación de varias características.

Lista de símbolos de referencia

| | |
|-------|-------------------|
| 10 | Segmento de torre |
| 11 | Segmento de torre |
| 50 12 | Pala de rotor |
| 13 | Pala de rotor |
| 14 | Pala de rotor |
| 15 | Cubo de rotor |
| 16 | Sala de máquinas |
| 55 17 | Cimentación |
| 18 | Agua |

ES 2 559 837 T3

| | | |
|----|---------|------------------------------------|
| | 19 | Cuerpo flotante |
| | 20 | Eje longitudinal |
| | 21 | Eje longitudinal |
| | 22 | Eje longitudinal |
| 5 | 23 | Raíz de pala |
| | 24 | Raíz de pala |
| | 25 | Raíz de pala |
| | 26 | Centro |
| | 28 | Carro de transporte |
| 10 | 29 | Carro de transporte |
| | 30 | Carro de transporte |
| | 31 | Banda de inmovilización |
| | 32 | Banda de inmovilización |
| | 33 | Banda de inmovilización |
| 15 | 34 | Carriles |
| | 35 | Carriles |
| | 36 | Carriles |
| | 40, 40' | Barcaza autoelevadora |
| | 41 | Hueco |
| 20 | 42 | Escotadura |
| | 43 | Parte recibida del cuerpo flotante |
| | 44 | Parte recibida del cuerpo flotante |
| | 45, 45' | Dispositivo de encastre |
| | 46 | Forma antiolas |
| 25 | 47 | Forma antiolas |
| | 48 | Grúa |
| | 50 | Pata de sustentación |
| | 51 | Pata de sustentación |
| | 52 | Pata de sustentación |
| 30 | 53 | Pata de sustentación |
| | 60 | Círculo de centro de gravedad |
| | 61, 61' | Movimiento de basculación |
| | 62, 62' | Movimiento de traslación |
| | 63, 63' | Dispositivo de alojamiento |
| 35 | | |

REIVINDICACIONES

- 5 1. Plataforma de montaje (40, 40') para el montaje de instalaciones de energía eólica, en la que está previsto un dispositivo de alojamiento (41, 42) que está destinado a recibir al menos una parte (43) de un cuerpo flotante (19), en la que el dispositivo de alojamiento (41, 42) es de una forma complementaria de la forma de la parte (43, 44) a recibir del cuerpo flotante (19), en la que el dispositivo de alojamiento (41) está dispuesto lateralmente en la plataforma de montaje (40) y en la que el dispositivo de alojamiento (42) es una cavidad de la plataforma de montaje (40').
- 10 2. Plataforma de montaje (40, 40') según la reivindicación 1, **caracterizada** por que están previstos unos medios de unión soltable (45, 45') para establecer una unión especialmente rígida entre la plataforma de montaje (40, 40') y el cuerpo flotante (19).
3. Plataforma de montaje (40, 40') según la reivindicación 1 o 2, **caracterizada** por que un dispositivo (46, 47) para el alisado de las olas está montado delante del dispositivo de alojamiento (41, 42).
4. Plataforma de montaje (40, 40') según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 3, **caracterizada** por que la plataforma de montaje (40, 40') es una plataforma autoelevadora.
- 15 5. Plataforma de montaje (40, 40') según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 4, **caracterizada** por que el dispositivo de alojamiento es una cavidad que se extiende por toda la anchura de la plataforma de montaje (40').

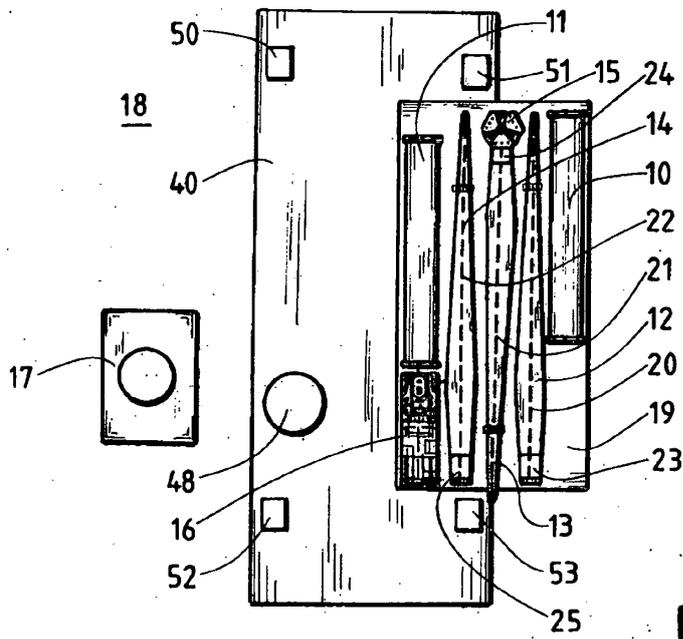


Fig. 1

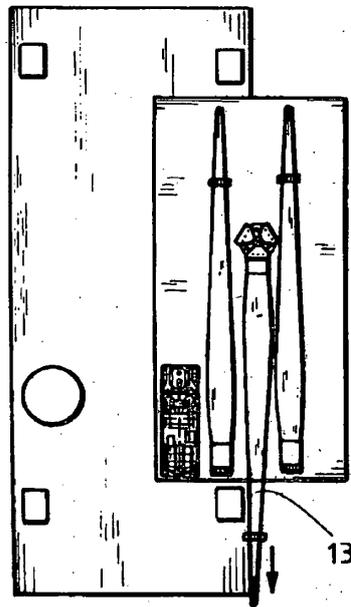


Fig. 2

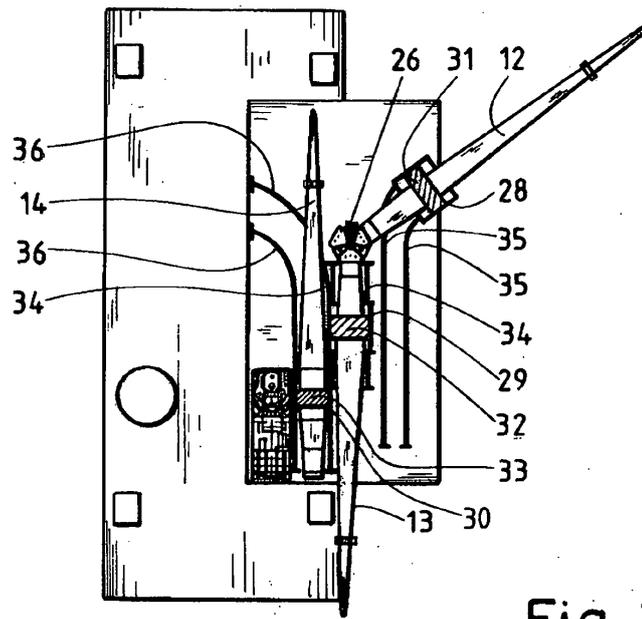


Fig. 3

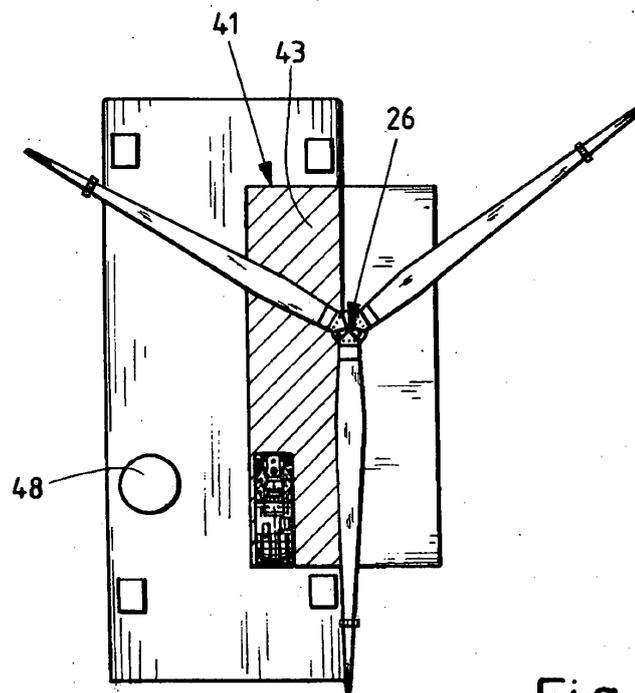


Fig. 4

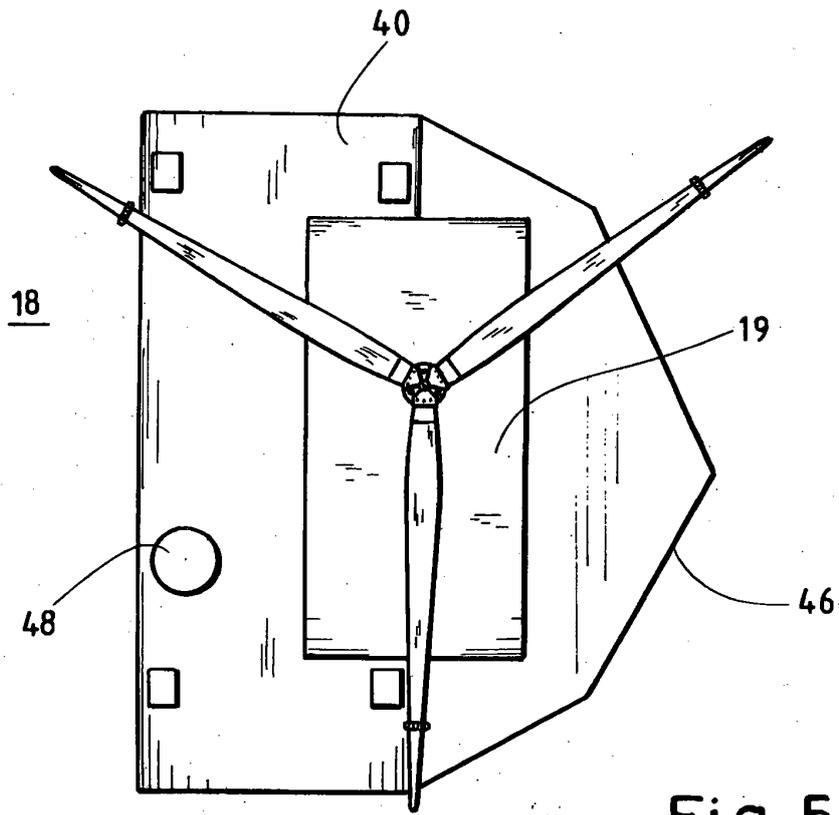


Fig. 5

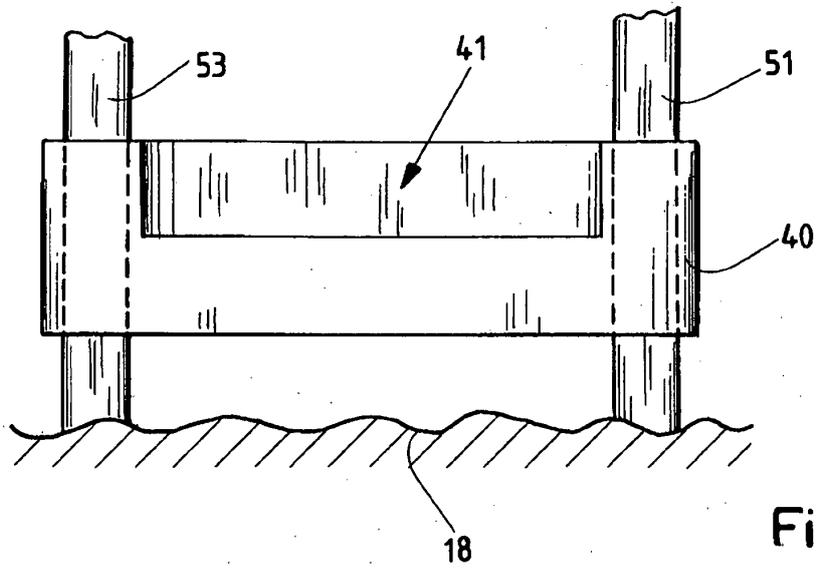


Fig. 6

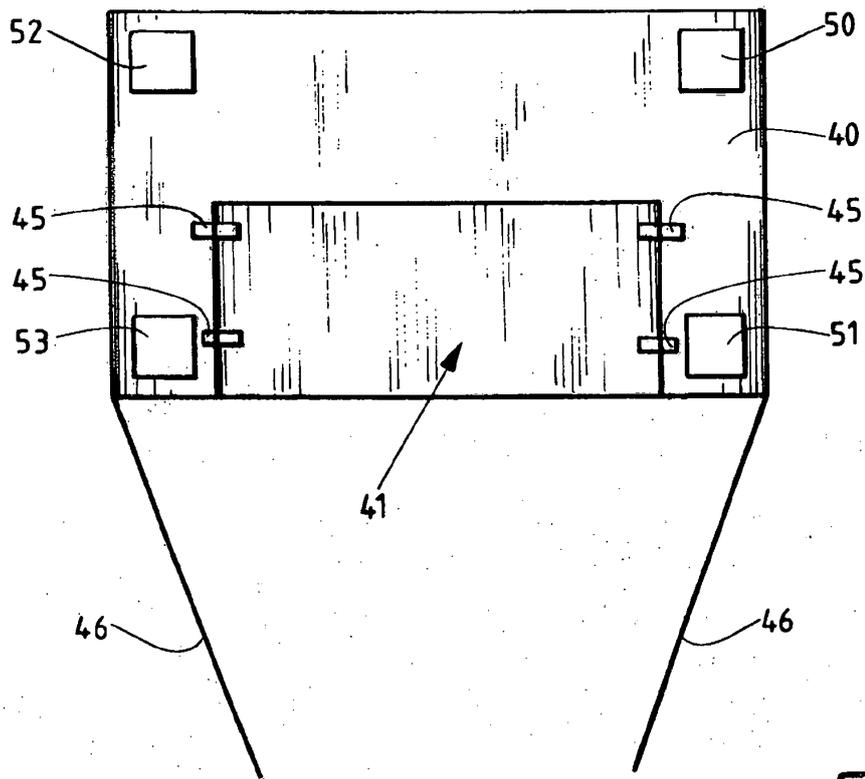


Fig. 7

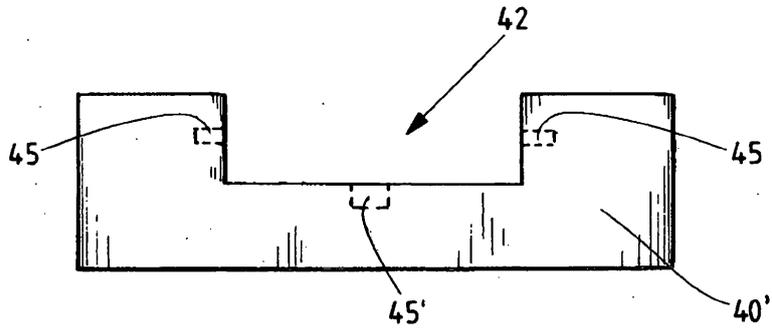


Fig. 8

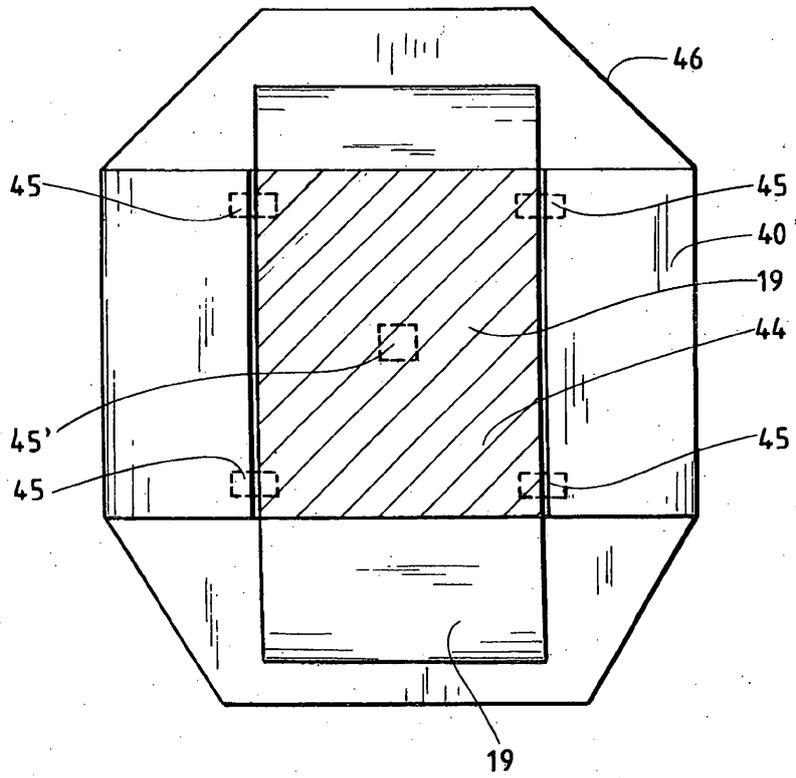


Fig. 9

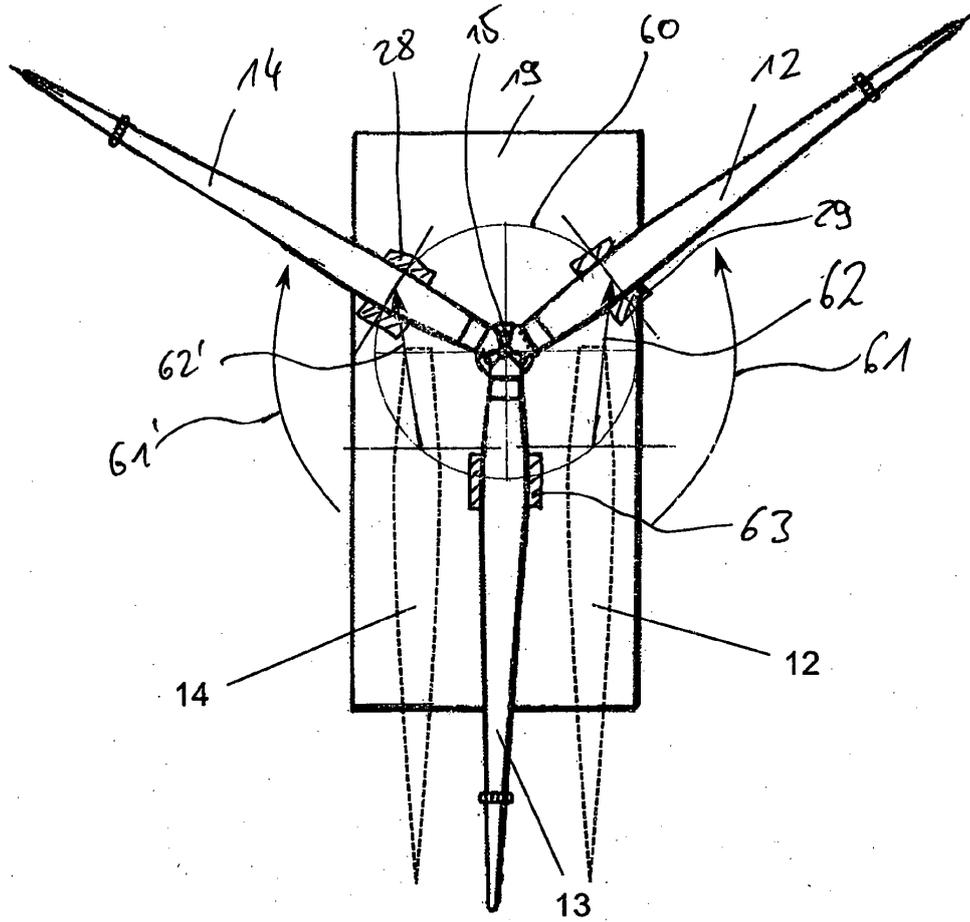


Fig. 10

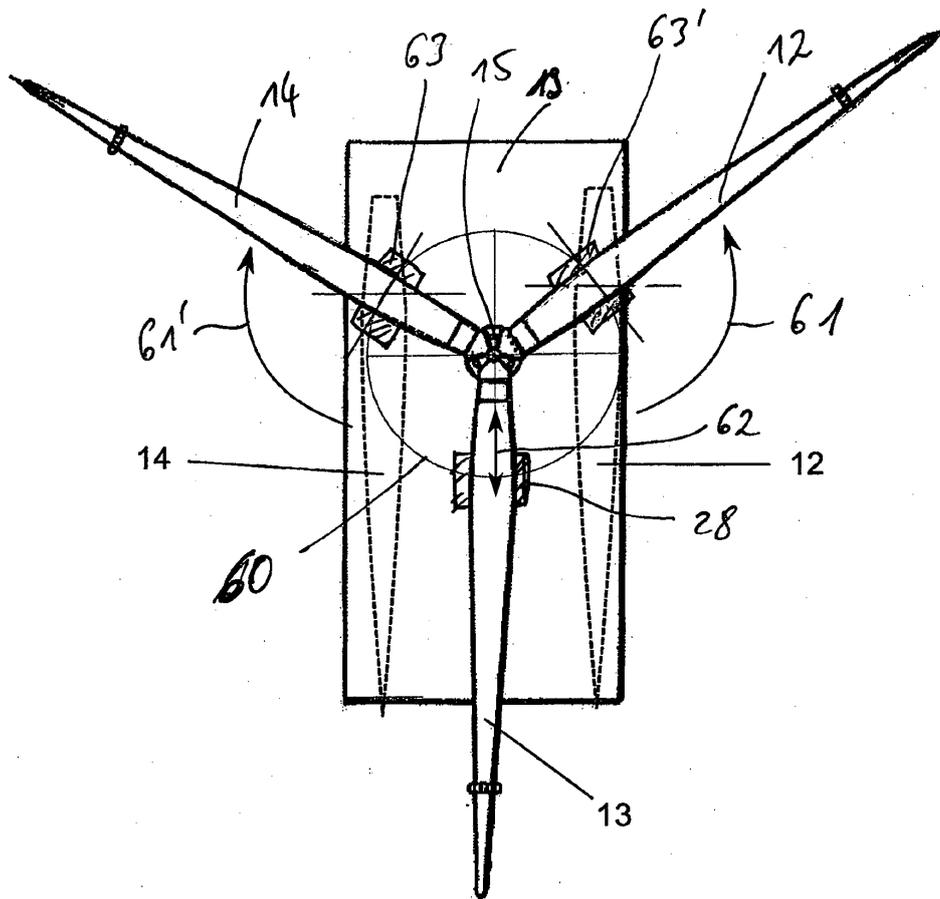


Fig. 11