

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 978 608**

51 Int. Cl.:

F03D 13/10 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **19.05.2020 PCT/DK2020/050143**

87 Fecha y número de publicación internacional: **26.11.2020 WO20233762**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **19.05.2020 E 20728667 (5)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **24.04.2024 EP 3973178**

54 Título: **Un método para erigir una torre de aerogenerador usando espárragos**

30 Prioridad:

21.05.2019 DK PA201970317

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

16.09.2024

73 Titular/es:

**VESTAS WIND SYSTEMS A/S (100.0%)
Hedeager 42
8200 Aarhus N, DK**

72 Inventor/es:

**SØRENSEN, JAKOB ANDERS;
BROE, CHRISTINE y
JOHANSEN, RASMUS SANDERHOFF**

74 Agente/Representante:

ARIAS SANZ, Juan

ES 2 978 608 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

Un método para erigir una torre de aerogenerador usando espárragos

Campo de la invención

5 La presente invención se refiere a un método para erigir una torre de aerogenerador, en el que al menos dos secciones de torre se unen entre sí a través de pestañas formadas en las secciones de torre. La invención se refiere además a una herramienta de copa para atornillar tuercas roscadas en espárragos durante la erección de una torre de aerogenerador.

Antecedentes de la invención

10 Las torres de aerogeneradores se ensamblan a menudo a partir de una serie de secciones de torre cilíndricas o cónicas que se disponen una encima de otra. Con el fin de unir dos secciones de torre adyacentes entre sí, las secciones de torre normalmente están dotadas con pestañas que tienen agujeros de perno formados en las mismas en sus partes extremas. Las pestañas de dos secciones de torre adyacentes están dispuestas en apoyo y se unen entre sí por medio de una pluralidad de pernos insertados en los agujeros de perno. Los pernos usados para esto normalmente están dotados con una cabeza de perno integrada formada en un extremo de un eje alargado, y una parte roscada, dispuesta para recibir una tuerca, formada en un extremo opuesto del eje alargado.

15 Los pernos se pueden elevar por separado a la posición de las pestañas de apoyo después de que la sección de torre más superior se haya elevado a su posición. Esto requiere al menos una operación de elevación adicional mediante una grúa, que se añade al tiempo requerido para erigir la torre de aerogenerador. Los pernos entonces se pueden insertar en los agujeros de perno en esta posición elevada, es decir, tiene lugar en la posición elevada una cantidad significativa de manipulación de los pernos pesados. Además, dado que se prefiere tensar los pernos desde arriba, los pernos necesitan ser insertados desde abajo con el fin de colocar la cabeza de perno bajo la combinación de pestañas y la tuerca por encima de la combinación de pestañas. Esto complica la manipulación del perno.

20 Con el fin de evitar las operaciones de elevación adicionales, los pernos se pueden colocar en los agujeros de perno de la pestaña inferior de la sección de torre que se coloca en la parte superior de otra sección de torre mientras que esta sección de torre todavía está colocada en el suelo. Por ello, los pernos se pueden elevar a la posición elevada junto con la sección de torre. No obstante, con el fin de retener los pernos en los agujeros de perno durante la elevación, los pernos se deben colocar con las cabezas de perno por encima de la pestaña. Por consiguiente, cada perno necesita ser retirado de su agujero de perno y reinsertado en el agujero de perno de una manera inversa, es decir, con la cabeza de perno por debajo de la combinación de pestañas y la parte roscada por encima de la combinación de pestañas, con el fin de permitir que los pernos se tensen desde arriba. Esto es engorroso y requiere una manipulación significativa de los pernos pesados en la posición elevada.

25 Los documentos EP 2 798 134 A1, US 2010/325986 A1 y US 2017/314285 A1 describen conexiones de pestaña con espárragos.

35 Descripción de la invención

Un objeto de las realizaciones de la invención es proporcionar un método para erigir una torre de aerogenerador, en el que la manipulación de objetos pesados en posiciones elevadas se reduce en comparación con los métodos de la técnica anterior.

40 Otro objeto de las realizaciones de la invención es proporcionar un método para erigir una torre de aerogenerador, en el que el número de operaciones de elevación se reduce en comparación con los métodos de la técnica anterior.

Incluso un objeto más de las realizaciones de la invención es proporcionar un método para erigir una torre de aerogenerador, en el que el tiempo requerido para erigir la torre de aerogenerador se reduce en comparación con los métodos de la técnica anterior.

45 Según un primer aspecto, la invención proporciona un método para erigir una torre de aerogenerador, el método que comprende los pasos de:

- proporcionar una sección de torre que comprende una pestaña inferior y una pestaña superior, cada pestaña que está dotada con una pluralidad de agujeros de perno pasantes,

- proporcionar una pluralidad de espárragos y un par de tuercas para cada espárrago,

- montar una tuerca en un extremo de cada espárrago,

50 - orientar la sección de torre en una posición vertical con la pestaña inferior por debajo de la pestaña superior,

- colocar los espárragos en la pluralidad de agujeros de perno en la pestaña inferior con las tuercas dispuestas en un lado superior de la pestaña inferior,

- elevar la sección de torre a una posición de montaje en la parte superior de otra sección de torre,

5 - formar una combinación de pestañas alineando los agujeros de perno pasantes formados en la pestaña inferior de la sección de torre con los agujeros de perno pasantes formados en una pestaña superior de la otra sección de torre, al tiempo que se hacen avanzar los espárragos a través de los agujeros de perno,

- montar una tuerca en una parte inferior de cada uno de los espárragos, y

- tensar los espárragos, asegurando por ello la sección de torre a la otra sección de torre.

10 De este modo, según el primer aspecto, la invención proporciona un método para erigir una torre de aerogenerador. La torre de aerogenerador que se erige por medio del método es del tipo que comprende dos o más secciones de torre dispuestas una en la parte superior de otra y unidas entre sí a través de pestañas.

15 Según el método, se proporciona inicialmente una sección de torre. La sección de torre comprende una pestaña inferior y una pestaña superior, es decir, pestañas dispuestas en extremos opuestos de una sección de torre sustancialmente cilíndrica o cónica. Las pestañas están dotadas, cada una, con una pluralidad de agujeros de perno pasantes, es decir, agujeros que se extienden a través de las pestañas respectivas, y que están dispuestos para recibir pernos dentro de los mismos.

20 Además, se proporciona una pluralidad de espárragos y un par de tuercas para cada espárrago. En el presente contexto, el término 'espárrago' se debería interpretar que significa un perno que, a diferencia de los pernos tradicionales, no está dotado con una cabeza de perno integrada. En su lugar, el espárrago está dotado con partes roscadas en ambos extremos del eje alargado, y por ello el espárrago está dispuesto para tener una tuerca montada en cada extremo del eje alargado. Luego se monta una tuerca en un extremo de cada uno de los espárragos.

A continuación, la sección de torre se orienta en una posición vertical con la pestaña inferior por debajo de la pestaña superior. De este modo, la sección de torre se orienta sustancialmente en la manera que estará cuando finalmente forme parte de la torre de aerogenerador erigida.

25 Luego se colocan espárragos en la pluralidad de agujeros de perno en la pestaña inferior. Los espárragos se colocan de tal manera que las tuercas, que previamente estaban montadas en un extremo de cada espárrago, se dispongan en un lado superior de la pestaña inferior. De este modo, las tuercas descansan sobre el lado superior de la pestaña inferior y evitan por ello que los espárragos pasen por completo a través de los agujeros de perno, es decir, las tuercas retienen los espárragos en los agujeros de perno.

30 A continuación, la sección de torre, junto con los espárragos colocados en los agujeros de perno de la pestaña inferior, se eleva a una posición de montaje en la parte superior de otra sección de torre. Dado que los espárragos se colocan con las tuercas en el lado superior de la pestaña inferior, como se describió anteriormente, se retienen con relación a la pestaña inferior durante esta operación de elevación. Por consiguiente, la sección de torre y todos los pernos requeridos para unir la sección de torre a otra sección de torre se elevan en una operación de elevación.

35 Una vez que la sección de torre se ha elevado a la posición de montaje como se describió anteriormente, se forma una combinación de pestañas a partir de la pestaña inferior de la sección de torre y la pestaña superior de la otra sección de torre que ya está en posición. La combinación de pestañas se forma además alineando los agujeros de perno pasantes formados en las dos pestañas y haciendo avanzar los espárragos a través de los agujeros de perno alineados. La alineación de los agujeros de perno se puede realizar usando pasadores de alineación o equipos similares.

40 De este modo, en este punto la pestaña inferior de la sección de torre y la pestaña superior de la otra sección de torre se disponen en apoyo una con otra, y una pluralidad de espárragos se colocan, cada uno, con el eje alargado extendiéndose a través de un par de agujeros de perno alineados formados en las dos pestañas de apoyo.

45 A continuación, se monta una tuerca en una parte inferior de cada uno de los espárragos. Por consiguiente, cada espárrago está ahora dotado con dos tuercas, una dispuesta por encima de las pestañas de apoyo y otra dispuesta por debajo de las pestañas de apoyo.

50 Finalmente, se tensan los espárragos, asegurando por ello la sección de torre a la otra sección de torre, a través de la combinación de pestañas. Los espárragos se pueden tensar acoplando un tensor de perno a un extremo libre del espárrago para estirar el espárrago. Alternativamente, se puede acoplar una herramienta dinamométrica a la tuerca para girar la tuerca hasta que se logre un nivel de par deseado correspondiente a una tensión de perno deseada. Dado que las tuercas se disponen por encima de las pestañas de apoyo así como por debajo de las pestañas de apoyo, los pernos se pueden tensar desde arriba así como desde abajo de la combinación de pestañas. De este modo, se puede evitar la operación de tener que recuperar los pernos de los agujeros de perno y reinsertarlos en los agujeros de perno desde abajo. Por ello, se reduce considerablemente la cantidad de trabajo que necesita ser

realizada en el nivel de montaje elevado, y se evita una cantidad significativa de manipulación de los pernos de torre pesados. Además, esto se logra mientras que se permite que los pernos se eleven a la posición de montaje junto con la sección de torre, minimizando por ello el número de elevaciones requerido. De este modo, se requiere una manipulación manual significativamente menor y se reduce el tiempo requerido para erigir la torre, reduciendo por ello los costes de erigir la torre.

El paso de montar una tuerca en una parte inferior de cada uno de los espárragos puede comprender los pasos de:

- montar una herramienta de copa en una parte extrema de uno de los espárragos,
- ajustar una posición del espárrago con relación a la combinación de pestañas, usando la herramienta de copa, de manera que una parte predeterminada del espárrago se coloque por encima de la pestaña inferior, y
- montar una tuerca en la parte inferior del espárrago y mover la tuerca hacia el apoyo con la pestaña superior de la otra sección de torre.

Según esta realización, la posición del espárrago con relación a las pestañas de apoyo se ajusta antes de que se tensen los espárragos. Por ello se asegura que el espárrago y las tuercas se coloquen con relación a las pestañas de apoyo de una manera que permita la tensión correcta de los espárragos usando una herramienta de tensión.

El ajuste de la posición del espárrago se realiza usando una herramienta de copa que se monta en una parte extrema de uno de los espárragos, preferiblemente una parte extrema que está colocada por encima de la combinación de pestañas. La posición del espárrago se ajusta hasta que una parte predeterminada del espárrago se coloque por encima de la pestaña inferior, asegurando por ello la colocación apropiada del espárrago con relación a la combinación de pestañas. Ajustar la posición del espárrago por medio de tal herramienta de copa permite que un ajuste preciso del espárrago se obtenga de una manera fácil.

Además, una tuerca se monta en la parte inferior del espárrago, y esta tuerca se mueve hacia el apoyo con la pestaña superior de la otra sección de torre. Cada una de las dos tuercas que se montan en el espárrago se dispone por ello en apoyo con una de las pestañas que forman la combinación de pestañas, y el espárrago está listo para ser tensado girando una o ambas de las tuercas.

El paso de ajustar la posición del espárrago se puede realizar antes de montar la tuerca en la parte inferior del espárrago. Alternativamente, la tuerca se puede montar en la parte inferior del espárrago antes de que se ajuste la posición del espárrago, siempre que la tuerca se monte de tal manera que sea posible ajustar apropiadamente la posición del espárrago con relación a la combinación de pestañas, es decir, la tuerca no se debería colocar en apoyo con la pestaña superior de la otra sección de torre antes de que se realice el paso de ajustar la posición del espárrago.

La herramienta de copa puede comprender una parte de enganche de perno que comprende un cuerpo que tiene una cavidad interior dispuesta para recibir una parte extrema de un espárrago, una disposición de enganche de espárrago configurada para enganchar positivamente el espárrago y transferir movimientos de una herramienta al espárrago, y un ajustador de longitud configurado para ajustar una longitud libre de la parte extrema del espárrago, y el paso de ajustar una posición del espárrago se puede realizar operando el ajustador de longitud.

Según esta realización, la herramienta de copa se monta en la parte extrema del espárrago de tal manera que la parte extrema se reciba en la cavidad interior del cuerpo de la herramienta de copa, y de tal manera que la disposición de enganche de espárrago se enganche al espárrago. Esto podría incluir, por ejemplo, disponer una parte roscada de la herramienta de copa en conexión roscada con una parte roscada del espárrago. Los movimientos de una herramienta se transfieren entonces al espárrago a través de la disposición de enganche de espárrago, por ejemplo, por medio de una conexión roscada como se describió anteriormente. Por ello, se ajusta la posición del espárrago con relación a la combinación de pestañas, mientras que la posición precisa del espárrago se controla por medio del ajustador de longitud.

De este modo, la cavidad interior del cuerpo de la herramienta de copa se puede dotar con una rosca interior correspondiente a una parte roscada del espárrago y con una parte extrema en un extremo abierto de la cavidad interior, el ajustador de longitud de la herramienta de copa puede comprender una parte interior dispuesta en una parte de la cavidad interior y que está dotada con una la rosca exterior que se dispone en enganche roscado con la rosca interior de la cavidad interior, la parte interior que está dotada con una parte extrema, y el paso de ajustar una posición del espárrago puede comprender operar el ajustador de longitud hasta que la parte extrema del cuerpo se apoye en una tuerca dispuesta en la parte superior del espárrago y la parte extrema de la parte interior se apoye en un extremo superior del espárrago.

Según esta realización, la rosca interior de la cavidad se dispone en enganche roscado con la rosca de la parte extrema del espárrago.

Además, la parte interior del ajustador de longitud se dispone en la cavidad interior, también en enganche roscado con la rosca interior. El ajustador de longitud se opera entonces de tal manera que tiene lugar un movimiento relativo

entre el espárrago y el cuerpo de la herramienta de copa hasta que la parte extrema del cuerpo se apoya en la tuerca dispuesta en la parte superior del espárrago y la parte extrema de la parte interior se apoya en un extremo superior del espárrago. Por ello, la parte del espárrago que se extiende por encima de la tuerca corresponde exactamente a una distancia fija entre la parte extrema del cuerpo y la parte extrema de la parte interior montada en el interior de la cavidad interior. Por consiguiente, la colocación precisa del espárrago con relación a la tuerca y, por ello, con relación a la pestaña en la que se apoya la tuerca, se obtiene de una manera fácil.

La disposición de enganche de espárrago de la herramienta de copa puede comprender una parte de enganche de herramienta, y el paso de operar el ajustador de longitud puede comprender operar una herramienta de accionamiento que engancha la parte de enganche de herramienta. Según esta realización, una herramienta de accionamiento separada, por ejemplo, una herramienta de accionamiento giratoria, se aplica a la parte de enganche de herramienta del casquillo, y los movimientos de la herramienta de accionamiento se transfieren entonces al espárrago a través de la disposición de enganche de espárrago cuando se opera la herramienta de accionamiento, operando por ello el ajustador de longitud, por ejemplo, como se describió anteriormente.

El método puede comprender además el paso de extraer la herramienta de copa de la parte superior del espárrago. Posteriormente, la herramienta de copa se puede montar en una parte extrema de uno de los otros espárragos, y se pueden repetir los pasos descritos anteriormente con el fin de ajustar la posición de ese espárrago con relación a la combinación de pestañas. Esto se puede repetir hasta que se hayan ajustado las posiciones de todos los espárragos.

El paso de extraer la herramienta de copa de la parte superior del espárrago podría incluir, por ejemplo, girar la herramienta de copa fuera de enganche con la parte roscada del espárrago.

En el caso de que la herramienta de copa comprenda un cuerpo y una parte interior conectados entre sí a través de roscas respectivas, como se describió anteriormente, el cuerpo se puede dotar con surcos que tienen partes sobresalientes correspondientes de la parte interior dispuestas dentro de los mismos. Por ello, la parte interior puede realizar movimientos de rotación con relación al cuerpo a lo largo de un intervalo angular restringido, que está definido por las dimensiones de los surcos. Esto puede tener el siguiente efecto. Cuando la parte extrema en el extremo abierto de la cavidad interior se mueve en apoyo con la tuerca, completando por ello el ajuste de la posición del espárrago, se evita que el cuerpo gire más. Luego se invierte el sentido de rotación. Por consiguiente, la parte interior girará con relación al cuerpo a lo largo del intervalo angular restringido. Esto es suficiente para mover la parte interior ligeramente hacia atrás de modo que ya no haya contacto directo entre la parte interior y el extremo del espárrago. La herramienta de copa se extrae del espárrago continuando la rotación en el sentido inverso a medida que el cuerpo gira con relación a las roscas del espárrago. Por consiguiente, el ajuste de todos los espárragos se puede realizar de manera rápida y fiable.

El paso de colocar espárragos en la pluralidad de agujeros de perno en la pestaña inferior se puede realizar usando una herramienta de agarre de perno. Según esta realización, la manipulación de los espárragos en el suelo está asistida por la herramienta de agarre de perno, en lugar de que se realice de una manera puramente manual.

La herramienta de agarre de perno puede comprender una parte de agarre dispuesta para agarrar un espárrago y una parte móvil dispuesta para mover la parte de agarre, y el paso de colocar los espárragos en la pluralidad de agujeros de perno puede comprender los pasos de:

- mover la parte de agarre a una posición de un espárrago por medio de la parte móvil,
- agarrar el espárrago por medio de la parte de agarre,
- mover la parte de agarre y el espárrago a un agujero de perno por medio de la parte móvil,
- colocar el espárrago en el agujero de perno, y
- liberar el espárrago de la parte de agarre.

Según esta realización, los espárragos se agarran por medio de la parte de agarre y se mueven a su posición moviendo la parte de agarre, sujetando los pernos, por medio de la parte móvil.

El paso de agarrar el perno por medio de la parte de agarre se puede realizar por medio de un imán que forma parte de la parte de agarre. Según esta realización, la parte de agarre está dotada con un imán que interactúa con el espárrago que está hecho de un material magnetizable, tal como hierro o acero, con el fin de retener el espárrago en la parte de agarre durante el movimiento. Esta es una manera muy fácil de retener el espárrago.

El imán puede ser preferiblemente un electroimán con el fin de permitir que los pernos se liberen fácilmente de la parte de agarre sin riesgo de que se caigan involuntariamente durante el movimiento de la parte de agarre y el espárrago.

Como alternativa, la parte de agarre se puede dotar con una parte roscada dispuesta para engancharse a una parte roscada formada en el espárrago. Como otra alternativa, la parte de agarre se puede configurar para agarrar el

espárrago por medio de succión de aire. En este caso, la parte de agarre se puede dotar con una serie de aberturas de aire conectadas a un aparato de succión, y el agarre o liberación de un espárrago se puede obtener encendiendo o apagando el aparato de succión. Como otra alternativa, los espárragos se pueden agarrar por la parte de agarre de cualquier otra manera adecuada.

5 Los pasos de mover la parte de agarre pueden comprender elevar y/o hacer oscilar la parte de agarre. Por ejemplo, la parte de agarre se puede disponer en un extremo de un brazo que puede ser capaz de realizar movimientos oscilantes y/o movimientos de elevación. En el caso de que el movimiento de la parte de agarre incluya elevación así como oscilación, es posible mover la parte de agarre y, por ello, un espárrago que está sujeto por la parte de agarre, en tres dimensiones, y entre dos posiciones dadas cualesquiera.

10 Alternativamente o además, los pasos de mover la parte de agarre pueden comprender mover la parte de agarre de una manera en traslación.

15 El paso de orientar la sección de torre en una posición vertical puede comprender colocar la sección de torre en al menos dos soportes de torre, disponiendo por ello la pestaña inferior en un nivel por encima del suelo. Por ello, los espárragos que se colocan posteriormente en los agujeros de perno de la pestaña inferior pueden extenderse por debajo de la pestaña inferior sin tocar el suelo. Por consiguiente, los espárragos se colgarán libremente en los agujeros de perno, retenidos solamente por la tuerca que se apoya en la pestaña inferior de la manera descrita anteriormente.

20 El paso de tensar los espárragos se puede realizar usando una herramienta de tensión hidráulica. Por ello, se puede aplicar fácilmente una tensión predefinida a cada uno de los espárragos. Alternativamente, los espárragos se pueden tensar de cualquier otra manera adecuada, por ejemplo, por medio de una herramienta de tensión accionada eléctricamente o manualmente.

Según un segundo ejemplo no reivindicado se proporciona una herramienta de copa para atornillar tuercas roscadas en espárragos, la herramienta de copa que comprende:

- un cuerpo formado con una cavidad interior dispuesta para recibir en la misma una parte extrema de un espárrago,
- 25 - una disposición de enganche de espárrago configurada para engancharse de manera positiva al espárrago y transferir un par desde una herramienta de accionamiento al espárrago, y
- un ajustador de longitud configurado para ajustar una longitud libre de la parte extrema del espárrago.

30 Se debería señalar que una persona experta en la técnica reconocerá fácilmente que cualquier característica descrita en combinación con el primer aspecto de la invención se podría combinar también con el segundo ejemplo no reivindicado, y viceversa. Por consiguiente, las observaciones expuestas anteriormente con referencia al primer aspecto de la invención son igualmente aplicables aquí.

La herramienta de encaje según el ejemplo no reivindicado se puede usar, por ejemplo, para montar tuercas en espárragos como parte del método según el primer aspecto de la invención.

35 La herramienta de encaje comprende un cuerpo formado con una cavidad interior dispuesta para recibir una parte extrema de un espárrago. La cavidad interior se puede dotar, por ejemplo, con una rosca interior dispuesta para engancharse a una rosca exterior formada en un espárrago. Esto se ha descrito anteriormente con referencia al primer aspecto de la invención.

40 La herramienta de copa comprende además una disposición de enganche de espárrago configurada para engancharse positivamente al espárrago y transferir un par desde una herramienta de accionamiento al espárrago. Por ello, un espárrago que tiene la herramienta de copa montada en el mismo se puede girar operando una herramienta de accionamiento y transfiriendo un par desde la herramienta de accionamiento al espárrago a través de la disposición de enganche de espárrago.

45 El par transferido por la disposición de enganche de espárrago al espárrago gira el espárrago de manera que una tuerca que se mantiene estacionaria en un extremo opuesto a la una herramienta de copa se pueda montar en el espárrago.

Los más comunes son los espárragos con rosca a derechas. En este caso, el sentido del par transferido por la disposición de enganche de espárrago es en el sentido de las agujas del reloj para montar la tuerca. La transferencia de par se efectúa mediante rotación en el sentido de las agujas del reloj de la herramienta de copa.

50 Con el fin de liberar la disposición de enganche de espárrago en el ejemplo anterior, la herramienta de copa se gira en el sentido contrario a las agujas del reloj. La disposición de enganche de espárrago está configurada para liberar el enganche con el espárrago con el fin de liberar la herramienta de copa. Es decir, la fricción entre la disposición de enganche de espárrago será tan baja que el espárrago permanezca en su lugar de manera que se mantenga la longitud libre de la parte extrema del espárrago ajustado por el ajustador de longitud.

Para una rosca a izquierdas se aplica lo contrario.

5 Finalmente, la herramienta de copa comprende un ajustador de longitud configurado para ajustar una longitud libre de la parte extrema del espárrago. Por consiguiente, una posición del espárrago con relación a otro componente, por ejemplo, una combinación de pestañas como se describió anteriormente con referencia al primer aspecto de la invención, se puede ajustar por medio de la herramienta de copa. De este modo, la posición del espárrago se puede ajustar con mucha precisión de una manera fácil.

10 La cavidad interior del cuerpo se puede dotar con una rosca interior correspondiente a una parte roscada del espárrago. Por ello, la herramienta de copa se puede conectar a la parte extrema del espárrago a través de una conexión roscada entre la rosca interior de la cavidad y una rosca exterior formada en la parte extrema del espárrago.

El ajustador de longitud puede comprender:

- una parte interior dispuesta en una parte de la cavidad interior y que está dotada con una rosca exterior que se dispone en enganche roscado con la rosca interior de la cavidad interior, la parte interior que está dotada con una parte extrema.

15 Según esta realización, la parte extrema de la parte interior se puede disponer en apoyo con un extremo del espárrago durante el ajuste de la longitud libre de la parte extrema del espárrago y, por ello, la posición de la parte extrema de la parte interior se usa para definir la longitud libre de la parte extrema del espárrago.

El cuerpo se puede dotar con una parte extrema en un extremo abierto de la cavidad interior, y la parte extrema de la parte interior se puede disponer en el interior de la cavidad interior a una distancia de la parte extrema del cuerpo.

20 Según esta realización, la longitud libre de la parte extrema del espárrago se puede ajustar a una longitud definida por la distancia entre la parte extrema de la cavidad interior y la parte extrema de la parte interior. Por ello, se puede ajustar con mucha precisión la longitud libre de la parte extrema del espárrago.

25 La rosca interior del cuerpo puede extenderse sobre solamente una parte de una superficie interior de la cavidad interior, y la parte de la superficie interior de la cavidad interior sin la rosca interior se puede disponer en una región adyacente a la parte extrema del cuerpo.

Según esta realización, la parte de la cavidad que está dispuesta más cerca de la parte extrema del cuerpo se puede montar en la parte extrema del espárrago con un movimiento deslizante. Introducir más la parte extrema del espárrago en la cavidad requiere formar una conexión roscada entre las roscas formadas en la cavidad interior y el espárrago, respectivamente.

30 Permitiendo que la primera parte del movimiento de montaje se realice mediante deslizamiento, el montaje se realiza rápido. Por ejemplo, el número de rotaciones requeridas antes de que la parte interior se apoye en la parte extrema del espárrago se reduce en comparación con una situación en la que la parte roscada de la cavidad se extiende hasta la parte extrema del cuerpo.

35 Además, la conexión roscada entre la cavidad y la parte interior introduce fricción, y la fricción aumenta a medida que aumenta la longitud de la conexión roscada. Esto puede hacer que el espárrago gire, ajustando por ello la posición del espárrago, antes de que la parte interior se apoye en la parte extrema del espárrago. Esto puede dar como resultado un ajuste incorrecto o impreciso de la posición del espárrago. Por lo tanto, la longitud de la conexión roscada debería ser suficiente solamente para establecer una buena conexión entre el espárrago y la herramienta de copa.

40 La disposición de enganche de espárrago puede comprender una parte de enganche de herramienta. Por ello, se puede disponer una herramienta de accionamiento en la parte de enganche de herramienta. Cuando la herramienta se opera, el torque se transfiere desde la herramienta de accionamiento al espárrago a través de la disposición de enganche de espárrago. La parte de enganche de herramienta puede estar formada, por ejemplo, en la parte interior.

45 **Breve descripción de los dibujos**

La invención se describirá ahora con más detalle con referencia a los dibujos que se acompañan en los que

las Figs. 1-14 ilustran un método para erigir una torre de aerogenerador de acuerdo con una realización de la invención,

50 las Figs. 15 y 16 ilustran el ajuste de una posición de un espárrago con relación a una conexión de pestaña, usando una herramienta de copa según un ejemplo no reivindicado, y

las Figs. 17 y 18 son vistas en perspectiva de un cuerpo y una parte interior, respectivamente, de una herramienta de copa según un ejemplo no reivindicado.

Descripción detallada de los dibujos

Las Figs. 1-14 ilustran un método para erigir una torre de aerogenerador de acuerdo con una realización de la invención.

5 En la Fig. 1 se han colocado una herramienta de agarre de perno 1 y tres soportes de torre 2 en un emplazamiento donde se está erigiendo la torre de aerogenerador.

La Fig. 2 muestra la herramienta de agarre de perno 1 con más detalle. Se puede ver que la herramienta de agarre de perno 1 comprende tres partes de agarre 3, en forma de imanes, y tres partes móviles 4, en forma de cabestrantes de cable eléctrico. Cada parte de agarre 3 está conectada a una parte móvil 4 separada, permitiendo por ello que cada parte de agarre 3 se mueva independientemente de cualquiera de las otras partes de agarre 3.

10 En la Fig. 3 se ha colocado un contenedor 5 con una pluralidad de espárragos 6 junto a la herramienta de agarre de perno 1. Una tuerca 7 se monta en un extremo de cada uno de los espárragos 6.

15 En la Fig. 4, una sección de torre 8 está en el proceso de ser orientada en una posición vertical. La sección de torre 8 comprende una pestaña inferior 9 y una pestaña superior 10, dispuestas en extremos opuestos de la sección de torre 8. Antes del movimiento de la sección de torre 8 que se ilustra en la Fig. 4, la sección de torre 8 normalmente se tumbará sobre el suelo con su eje longitudinal dispuesto paralelo al suelo, es decir, a lo largo de una dirección sustancialmente horizontal. El movimiento hacia la posición vertical se realiza entonces elevando la parte de la sección de torre 8 que contiene la pestaña superior 10, como se ilustra por la flecha 11. Cuando se haya completado este movimiento, la sección de torre 8 estará en la posición vertical, es decir, la dirección longitudinal de la sección de torre 8 estará dispuesta en una dirección sustancialmente vertical, con la pestaña inferior 9 dispuesta por debajo de la pestaña superior 10.

20 En la Fig. 5, la sección de torre 8 se ha orientado en posición vertical y está en el proceso de ser descendida sobre los tres soportes de torre 2. Cuando se ha completado este movimiento, la pestaña inferior 9 de la sección de torre 8 descansará sobre los tres soportes de torre 2.

25 La sección de torre 8 se está colocando además de tal manera que la herramienta de agarre de perno 1 y el contenedor 5 con espárragos 6 se dispongan en el interior de la sección de torre 8, es decir, dentro de la pared de la sección de torre 8.

30 La Fig. 6 ilustra que un espárrago 6 del contenedor 5, con una tuerca 7 montada en el mismo, se ha agarrado por una parte de agarre 3 de la herramienta de agarre de perno 1, y está en el proceso de ser alejada del contenedor 5 mediante la operación de una parte móvil 4 de la herramienta de agarre de perno 1. Se puede ver que la herramienta de agarre de perno 1 está dispuesta al lado de la pestaña inferior 9 de la sección de torre.

35 La Fig. 7 es una vista desde arriba que ilustra que los espárragos 6 se están agarrando por medio de las partes de agarre 3 de la herramienta de agarre 1 y moviendo por medio de las partes móviles 4 de la herramienta de agarre 1 desde el contenedor 5 hasta los agujeros de perno pasantes 12 formados en la pestaña inferior 9 de la sección de torre 8. El uso de la herramienta de agarre de perno 1 para este propósito minimiza la cantidad de trabajo manual requerido. Se puede ver desde el inserto que los espárragos 6 están colocados en los agujeros de perno pasantes 12 de la pestaña inferior 9 de tal manera que las tuercas 7 se dispongan por encima de la pestaña inferior 9 y, por ello, descansen sobre la pestaña inferior 9. Por consiguiente, las tuercas 7 evitan que los espárragos 6 pasen todo el camino a través de los agujeros de perno pasantes 12, es decir, retienen los espárragos 6 con relación a la pestaña inferior 9.

40 La Fig. 8 muestra una parte de la pestaña inferior 9 con espárragos 6 dispuestos en cada uno de los agujeros de perno pasantes 12. Se puede ver que los espárragos 6 dispuestos en los agujeros de perno pasantes 12 formados en una región de la pestaña inferior 9 que descansa sobre un soporte de torre 2 no se han hecho avanzar a través de los agujeros de perno pasantes 12 hasta el punto de que las tuercas 7 descansen sobre la pestaña inferior 9. En su lugar, los extremos de estos espárragos 6 descansan sobre el soporte de torre 2.

45 En la Fig. 9, la sección de torre se ha elevado de los soportes de torre 2. Por ello, los espárragos 6 que previamente descansaban sobre el soportes de torre 2, como se ilustra en la Fig. 8, se han hecho avanzar más a través de los agujeros de perno pasantes 12 hasta el punto de que las tuercas 7 ahora descansen sobre la pestaña inferior 9.

50 En la Fig. 10, la sección de torre 8 se ha elevado a una posición inmediatamente por encima de otra sección de torre 13. Los espárragos 6 colocados en cada uno de los agujeros de perno pasantes 12 de la pestaña inferior 9 de la sección de torre 8 se han elevado junto con la sección de torre 8. Por consiguiente, la sección de torre 8 y todos los pernos 6 requeridos para montar la sección de torre 8 en la otra sección de torre 13 se elevan a la posición de montaje en una única operación de elevación.

55 La sección de torre 8 está en el proceso de ser descendida hacia una posición de montaje en la otra sección de torre 13 con el fin de disponer la pestaña inferior 9 de la sección de torre 8 en apoyo con una pestaña superior 14 de la otra sección de torre 13. También se dota la pestaña superior 14 de la otra sección de torre 13 con una pluralidad de

agujeros de perno pasantes 15. A medida que se baja la sección de torre 8 hacia la otra sección de torre 13, los espárragos 6, que ya están dispuestos en los agujeros de perno pasantes 12 de la sección de torre 8, se hacen avanzar a través de los agujeros de perno pasantes 15 de la pestaña superior 14 de la otra sección de torre 13. Por ello, se forma una combinación de pestañas.

5 La Fig. 11 muestra una parte de la combinación de pestañas formada de la manera descrita anteriormente. Se puede ver que la pestaña inferior 9 de la sección de torre y la pestaña superior 14 de la otra sección de torre se disponen en apoyo una con otra, y que cada uno de los espárragos 6 se extiende a través de un par de agujeros de perno pasantes 12, 15 formados en la pestaña inferior 9 de la sección de torre y la pestaña superior 14 de la otra sección de torre, respectivamente, y con las tuercas 7 respectivas descansando sobre la pestaña inferior 9 de la sección de torre, es decir, las tuercas 7 se disponen por encima de la combinación de pestañas, y retienen los espárragos 6 con relación a la pestaña inferior 9 de la sección de torre, y por ello con relación a la combinación de pestañas.

15 Una tuerca 7 está en el proceso de ser montada en una parte inferior de uno de los espárragos 6. Esta tuerca 7 se dispone por debajo de la pestaña superior 14 de la otra sección de torre y, por ello, por debajo de la combinación de pestañas.

La Fig. 12 muestra la tuerca 7 en su posición en la parte inferior del espárrago 6.

20 La Fig. 13 ilustra el ajuste de la posición de uno de los espárragos 6 con relación a la combinación de pestañas, usando una herramienta de copa 16 según una realización según la invención. La herramienta de copa 16 comprende un cuerpo 17 formado con una cavidad interior (no visible) en la cual se puede recibir una parte de un espárrago 6. La herramienta de copa 16 está dotada además con una parte de enganche de herramienta 18 en la cual se dispone la herramienta de accionamiento 19. La operación de la herramienta de accionamiento 19 hace que la posición del espárrago 6 con relación a la combinación de pestañas se ajuste de una manera que se describirá con más detalle a continuación con referencia a las Figs. 15 y 16.

25 Como resultado, el espárrago 6 se colocará con relación a la combinación de pestañas de tal manera que el extremo superior del espárrago 6 se disponga con una distancia especificada a la pestaña inferior 9 de la sección de torre. Posteriormente, la herramienta de copa 16 y la herramienta de accionamiento 19 se pueden mover ventajosamente a uno de los otros espárragos 6 con el fin de ajustar la posición de ese espárrago 6 con relación a la combinación de pestañas. Esto se puede repetir hasta que se haya ajustado la posición de cada uno de los espárragos 6.

30 Cuando la posición de un espárrago 6 dado se haya ajustado como se describió anteriormente, la tuerca 7 montada en la parte inferior del espárrago 6 se puede mover ventajosamente en apoyo con la pestaña superior 14 de la otra sección de torre.

La Fig. 14 muestra el tensado de uno de los espárragos 6 girando la tuerca 7 montada sobre el mismo, usando una herramienta de tensión hidráulica 20.

35 Las Figs. 15 y 16 ilustran diversos pasos durante el ajuste de la posición de un espárrago 6 con relación a una combinación de pestañas, usando una herramienta de copa 16 según un ejemplo no reivindicado. Cada uno de los espárragos 6 ilustrados representa un paso del proceso, en una secuencia de izquierda a derecha. La Fig. 15 es una vista en sección transversal de la combinación de pestañas y los espárragos 6, y la Fig. 16 es una vista en perspectiva en sección transversal.

40 Inicialmente, el espárrago 6, con una tuerca 7a montada en el mismo, se dispone en los agujeros de perno pasantes 12, 15 formados en la pestaña inferior 9 de la sección de torre y la pestaña superior 14 de la otra sección de torre, respectivamente, de la manera descrita anteriormente con referencia a las Figs. 1-14. Por consiguiente, la tuerca 7a descansa sobre la pestaña inferior 9 de la sección de torre. Además, una tuerca 7b adicional se monta por encima de la tuerca 7a que descansa sobre la pestaña inferior 9. Esta tuerca 7b se montará sobre la parte inferior del espárrago 6 en un punto posterior en el tiempo, pero montándola sobre la parte superior del espárrago 6, como se ilustra, la permite que se eleve a la posición de montaje junto con la sección de torre y los espárragos 6, de la manera descrita anteriormente, es decir, no se requiere una operación de elevación separada para elevar las tuercas 7b adicionales a la posición de montaje.

45 De este modo, en el siguiente paso, la tuerca 7b se ha extraído de la parte superior del espárrago 6 y en su lugar se ha montado sobre la parte inferior del espárrago 6. La tuerca 7b se ha montado de tal manera que no esté dispuesta en apoyo con la pestaña superior 14 de la otra sección de torre, permitiendo por ello que el espárrago 6 se mueva en una dirección hacia arriba si esto se requiere.

55 En el siguiente paso se ha montado una herramienta de copa 16 en el extremo superior del espárrago 6. La herramienta de copa 16 comprende un cuerpo 17 con una cavidad interior 21. La cavidad interior 21 tiene una parte roscada y una parte no roscada, dispuestas adyacentes a un extremo abierto de la cavidad interior 21. La herramienta de copa 16 se ha montado en el espárrago 6 deslizando la parte no roscada de la cavidad interior 21 sobre el extremo superior del espárrago 6.

La herramienta de copa 16 comprende además una parte interior 22 con una rosca exterior. La parte interior 22 se dispone en el interior de la cavidad interior 21 de tal manera que la rosca exterior de la parte interior 22 se disponga en enganche roscado con la parte roscada de la cavidad interior 21. La parte interior 22 está dotada además con una parte de enganche de herramienta 18 dispuesta para recibir una herramienta, por ejemplo, como se ilustra en la Fig. 13.

En el siguiente paso, la herramienta de copa 16 se ha avanzado aún más sobre el espárrago 6. Esto se obtiene girando la parte interior 22 operando una herramienta de accionamiento (no mostrada) montada en la parte de enganche de herramienta 18. Debido a la roscada conectada entre la parte interior 22 y la cavidad interior 21, esto hace que el cuerpo 17 gire, formando por ello una conexión roscada entre la parte roscada de la cavidad interior 21 y la rosca exterior del espárrago 6. Por consiguiente, la herramienta de copa 16 se atornilla sobre el extremo superior del espárrago 6, hasta que el extremo de la parte interior 22 se apoya en el extremo del espárrago 6, como se muestra.

En el siguiente paso se continúa la rotación de la parte interior 22 como se describió anteriormente. No obstante, dado que el extremo de la parte interior 22 ahora se apoya en el extremo superior del espárrago 6, esto hace que el espárrago 6 se mueva en dirección hacia abajo, debido a la conexión roscada entre la parte roscada de la cavidad interior 21 y el espárrago 6. Esto continúa hasta que la herramienta de copa 16 se apoya en la tuerca 7a. En este punto de tiempo, el extremo superior del espárrago 6 se dispone a una distancia específica por encima de la pestaña inferior 9 de la sección de torre. Esta distancia específica está definida por la distancia entre el extremo de la parte interior 22 y el extremo libre del cuerpo 17, que está dispuesto en apoyo con la tuerca 7a, y el tamaño de la tuerca 7a. Por consiguiente, la posición del espárrago 6 se ha ajustado con mucha precisión.

Además, cuando la herramienta de copa 16 se ha movido en apoyo con la tuerca 7a, se evita que el cuerpo 17 gire con relación al espárrago 6.

En el siguiente paso, la tuerca 7b se mueve en apoyo con la pestaña superior de la otra sección de torre.

Finalmente, en el último paso se extrae la herramienta de copa 16 del espárrago 6.

La rotación inversa de la parte interior 22 hace que la parte interior 22 gire con relación al cuerpo 17 a lo largo de un intervalo angular especificado que está definido por surcos formados en el cuerpo 17, en los cuales se reciben partes sobresalientes formadas en la parte interior 22. Esto se describirá con más detalle a continuación con referencia a las Figs. 17 y 18. Esto mueve la parte interior 22 ligeramente hacia arriba con relación al cuerpo 17, suficientemente para mover la parte interior 22 fuera del apoyo con el espárrago 6. La rotación inversa de la herramienta de copa 16 continúa hasta que la herramienta de copa esté libre del espárrago 6. Por ello, se minimiza el tiempo total requerido para ajustar la posición de todos los espárragos 6 y la posición se ajusta de manera fiable.

Las Figs. 17 y 18 son vistas en perspectiva de un cuerpo 17 y una parte interior 22, respectivamente, de una herramienta de copa según un ejemplo no reivindicado. La parte interior 22 de la Fig. 18 está configurada para ser insertada en el cuerpo 17 de la Fig. 17, formando por ello una herramienta de copa. La herramienta de copa formada de esta manera podría ser, por ejemplo, la herramienta de copa ilustrada en las Figs. 15 y 16.

El cuerpo 17 de la Fig. 17 tiene una forma cilíndrica que define una cavidad interior 21. El cuerpo 17 está dotado además con dos surcos pasantes 23 formados en la pared cilíndrica del cuerpo 17. Cada surco 23 se extiende a lo largo de una distancia angular de sustancialmente 90° a lo largo de la circunferencia del cuerpo 17, y los dos surcos 23 están dispuestos sustancialmente opuestos entre sí.

La parte interior 22 de la Fig. 18 también tiene una forma cilíndrica que está dimensionada para encajar en el interior de la cavidad interior 21 del cuerpo 17 ilustrado en la Fig. 17. La parte interior 22 está dotada con una parte de enganche de herramienta 18 y dos partes sobresalientes 24 que sobresalen hacia fuera de la superficie en lados opuestos de la parte interior cilíndrica 22.

Cuando la parte interior 22 de la Fig. 18 está dispuesta en el interior de la cavidad interior 21 del cuerpo 17 de la Fig. 17, cada una de las partes sobresalientes 24 se recibe en uno de los surcos pasantes 23. Por ello, se permite que la parte interior 22 gire con relación al cuerpo 17 a lo largo de un tramo angular definido por los surcos 23, es decir aproximadamente 90°, correspondiente a que las partes sobresalientes 24 se mueven desde un extremo del surco 23 respectivo hasta el extremo opuesto.

La rotación en sentido de las agujas del reloj o en el sentido contrario a las agujas del reloj de la parte interior 22 causará una rotación correspondiente del cuerpo 17 cuando las dos partes sobresalientes 24 estén en sus posiciones extremas en los surcos 23, mientras que la parte interior 22 y el cuerpo 17 puede girar uno con relación a otro entre las posiciones extremas de las dos partes sobresalientes 24.

REIVINDICACIONES

1. Un método para erigir una torre de aerogenerador, el método que comprende los pasos de:
- proporcionar una sección de torre (8) que comprende una pestaña inferior (9) y una pestaña superior (10), cada pestaña (9, 10) que está dotada con una pluralidad de agujeros de perno pasantes (12),
- 5
- proporcionar una pluralidad de espárragos (6) y un par de tuercas (7) para cada espárrago (6),
 - montar una tuerca (7) en un extremo de cada espárrago (6),
 - orientar la sección de torre (8) en una posición vertical con la pestaña inferior (9) por debajo de la pestaña superior (10),
- 10
- colocar los espárragos (6) en la pluralidad de agujeros de perno (12) en la pestaña inferior (9) con las tuercas (7) dispuestas sobre un lado superior de la pestaña inferior (9),
 - elevar la sección de torre (8) a una posición de montaje en la parte superior de otra sección de torre (13),
 - formar una combinación de pestañas alineando los agujeros de perno pasantes (12) formados en la pestaña inferior (9) de la sección de torre (8) con agujeros de perno pasantes (15) formados en una pestaña superior (14) de la otra sección de torre (13), mientras que se hacen avanzar los espárragos (6) a través de los agujeros de perno (12, 15),
- 15
- montar una tuerca (7) sobre una parte inferior de cada uno de los espárragos (6), y
 - tensar los espárragos (6), asegurando por ello la sección de torre (8) a la otra sección de torre (13).
2. Un método según la reivindicación 1, en donde el paso de montar una tuerca (7) en una parte inferior de cada uno de los espárragos (6) comprende los pasos de:
- 20
- montar una herramienta de copa (16) en una parte extrema de uno de los espárragos (6),
 - ajustar una posición del espárrago (6) con relación a la combinación de pestañas, usando la herramienta de copa (16), de manera que una parte predeterminada del espárrago (6) se coloque por encima de la pestaña inferior (9), y
 - montar una tuerca (7) en la parte inferior del espárrago (6) y mover la tuerca (7) en apoyo con la pestaña superior (14) de la otra sección de torre (13).
- 25
3. Un método según la reivindicación 2, en donde la herramienta de copa (16) comprende una parte de enganche de perno que comprende un cuerpo (17) que tiene una cavidad interior (21) dispuesta para recibir una parte extrema de un espárrago (6), una disposición de enganche de espárrago configurada para enganchar positivamente el espárrago (6) y transferir movimientos de una herramienta (19) al espárrago (6), y un ajustador de longitud configurado para ajustar una longitud libre de la parte extrema del espárrago (6), y en donde el paso de ajustar una posición del espárrago (6) se realiza operando el ajustador de longitud.
- 30
4. Un método según la reivindicación 3, en donde la cavidad interior (21) del cuerpo (17) de la herramienta de copa (16) está dotada con una rosca interior correspondiente a una parte roscada del espárrago (6) y con una parte extrema en un extremo abierto de la cavidad interior (21), en donde el ajustador de longitud de la herramienta de copa (17) comprende una parte interior (22) dispuesta en una parte de la cavidad interior (21) y que está dotada con una rosca exterior que está dispuesta en enganche roscado con la rosca interior de la cavidad interior (21), la parte interior (22) que está dotada con una parte extrema, y en donde el paso de ajustar una posición del espárrago (6) comprende operar el ajustador de longitud hasta que la parte extrema del cuerpo (17) se apoye en una tuerca (7) dispuesta en la parte superior del espárrago (6) y la parte extrema de la parte interior (22) se apoye en un extremo superior del espárrago (6).
- 35
- 40
5. Un método según la reivindicación 4, en donde la disposición de enganche de espárrago de la herramienta de copa (16) comprende una parte de enganche de herramienta (18), y en donde el paso de operar el ajustador de longitud comprende operar una herramienta de accionamiento (19) que engancha la parte de enganche de herramienta (18).
- 45
6. Un método según cualquiera de las reivindicaciones 2-5, que comprende además el paso de extraer la herramienta de copa (16) de la parte superior del espárrago (6).
7. Un método según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en donde el paso de colocar espárragos (6) en la pluralidad de agujeros de perno (12) en la pestaña inferior (9) se realiza usando una herramienta de agarre de perno (1).
- 50
8. Un método según la reivindicación 7, en donde la herramienta de agarre de perno (1) comprende una parte de agarre (3) dispuesta para agarrar un espárrago (6) y una parte móvil (4) dispuesta para mover la parte de agarre (3),

y en donde el paso de colocar los espárragos (6) en la pluralidad de agujeros de perno (12) comprende los pasos de:

- mover la parte de agarre (3) a una posición de un espárrago (6) por medio de la parte móvil (4),
 - agarrar el espárrago (6) por medio de la parte de agarre (3),
- 5
- mover la parte de agarre (3) y el espárrago (6) a un agujero de perno (12) por medio de la parte móvil (4),
 - colocar el espárrago (6) en el agujero de perno (12), y
 - liberar el espárrago (6) de la parte de agarre (3).
9. Un método según la reivindicación 8, en donde el paso de agarrar el espárrago (6) por medio de la parte de agarre (3) se realiza por medio de un imán que forma parte de la parte de agarre (3).
- 10
10. Un método según la reivindicación 8 o 9, en donde los pasos de mover la parte de agarre (3) comprenden elevar y/o hacer oscilar la parte de agarre (3).
11. Un método según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en donde el paso de orientar la sección de torre (8) en una posición vertical comprende colocar la sección de torre (8) en al menos dos soportes de torre (2), disponiendo por ello la pestaña inferior (9) en un nivel por encima del suelo.
- 15
12. Un método según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en donde el paso de tensar los espárragos (6) se realiza usando una herramienta de tensión hidráulica (20).

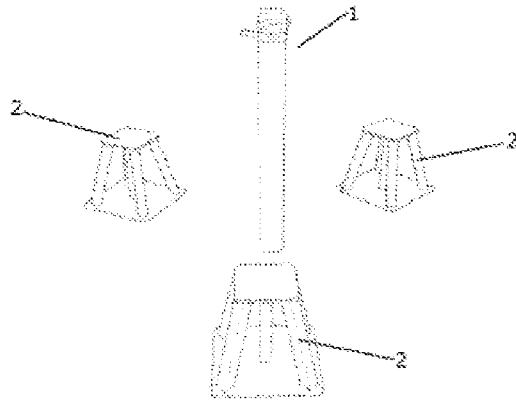


Fig. 1

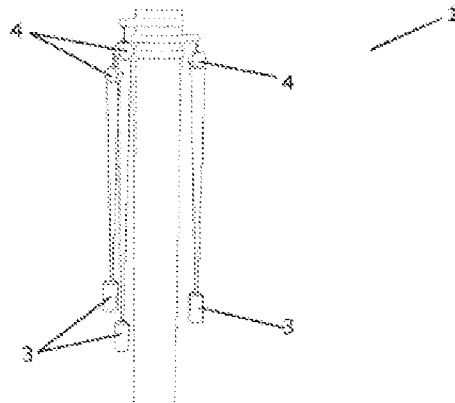


Fig. 2

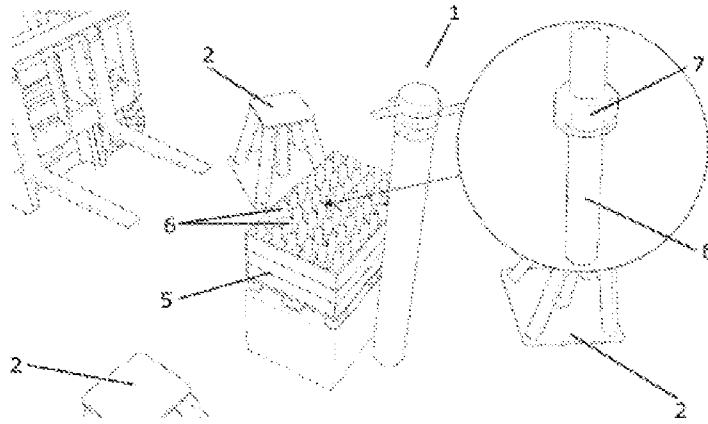


Fig. 3

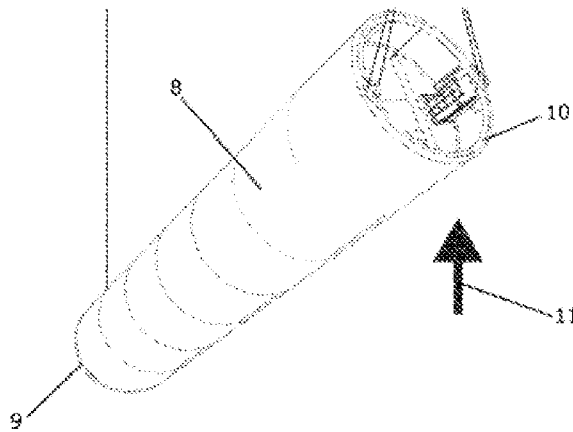


Fig. 4

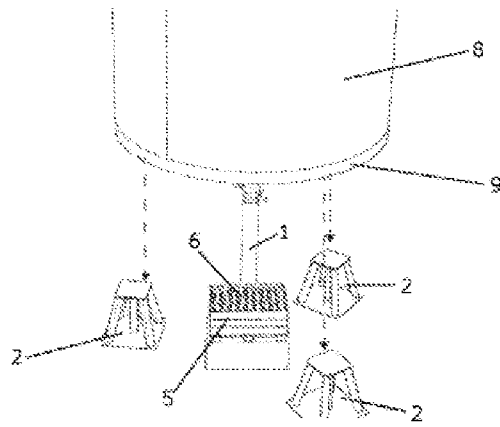


Fig. 5

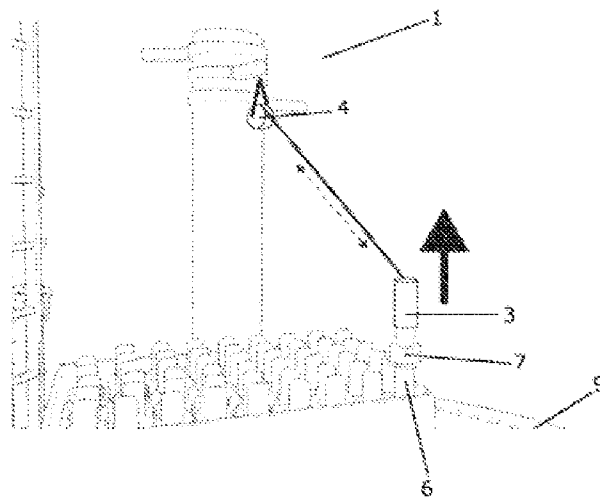


Fig. 6

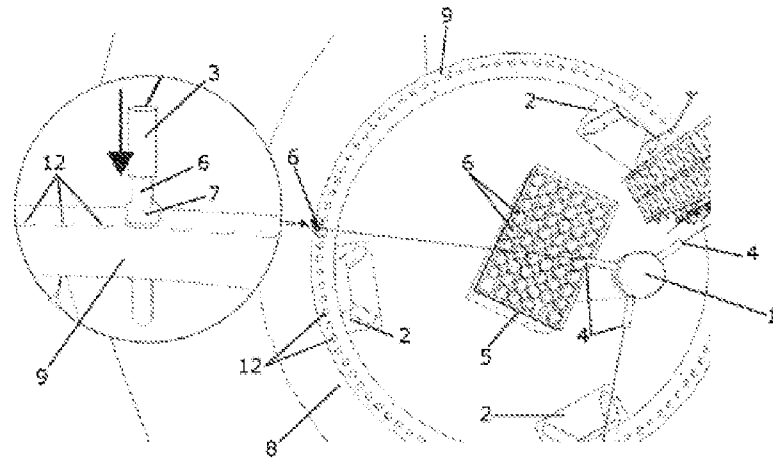


Fig. 7

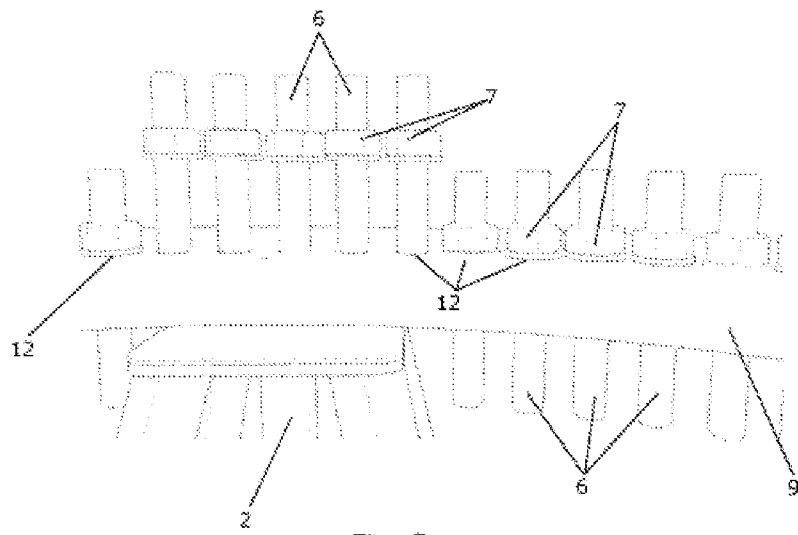
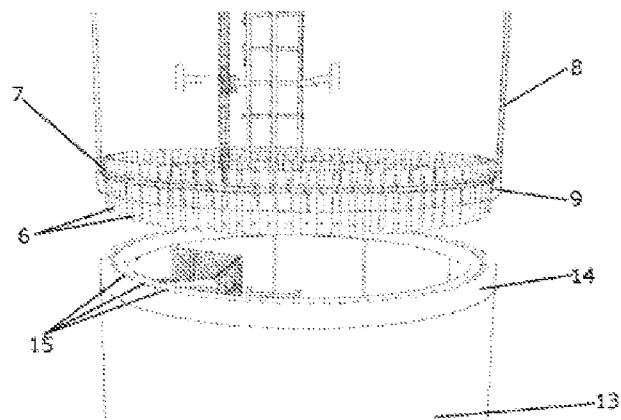
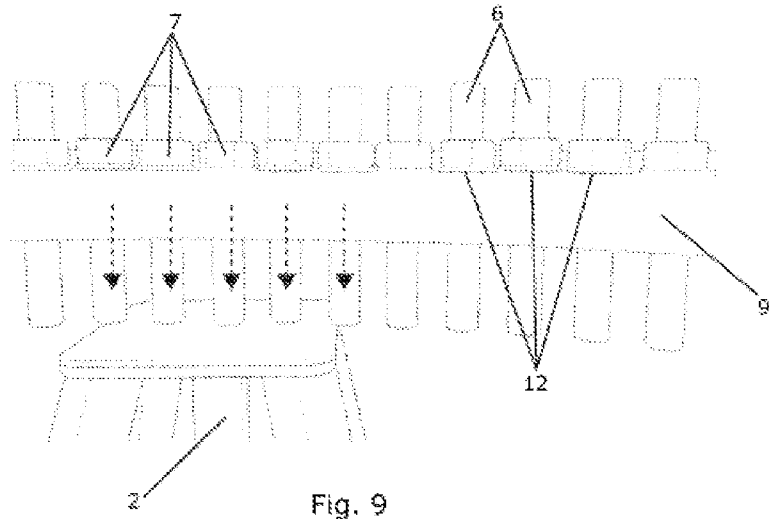


Fig. 8



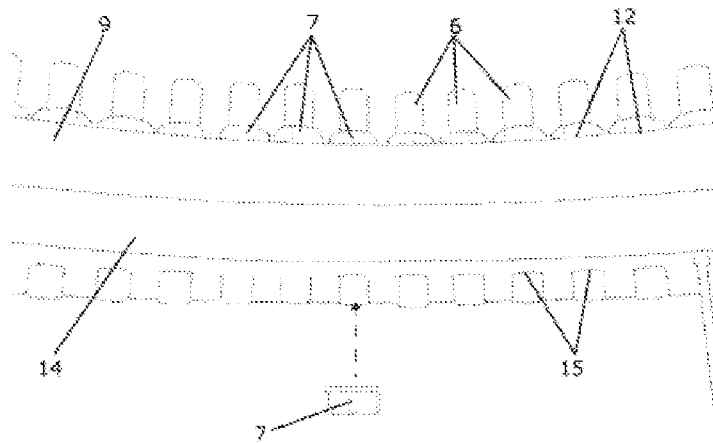


Fig. 11

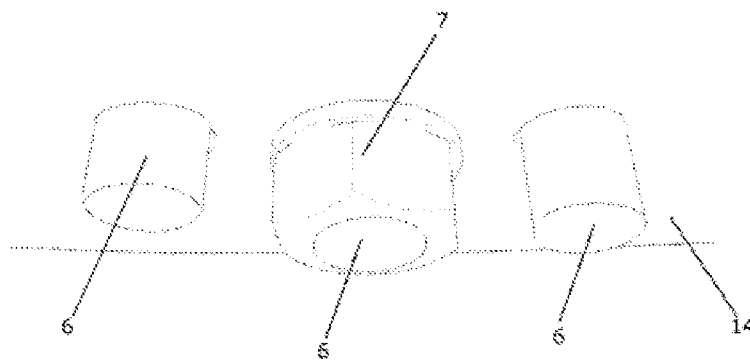
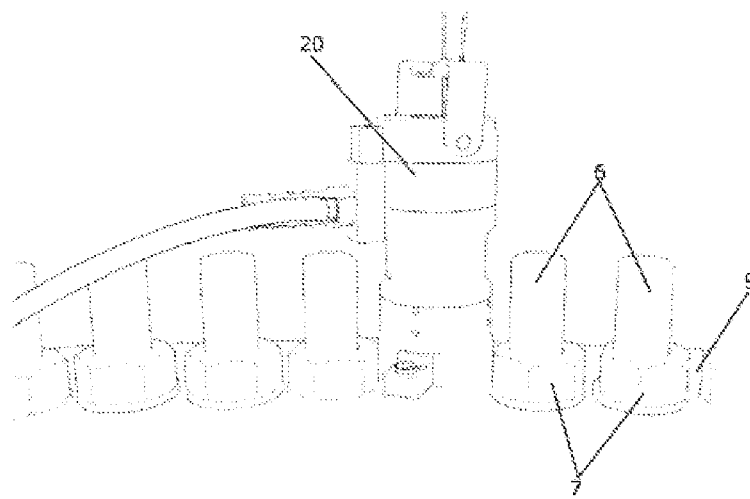
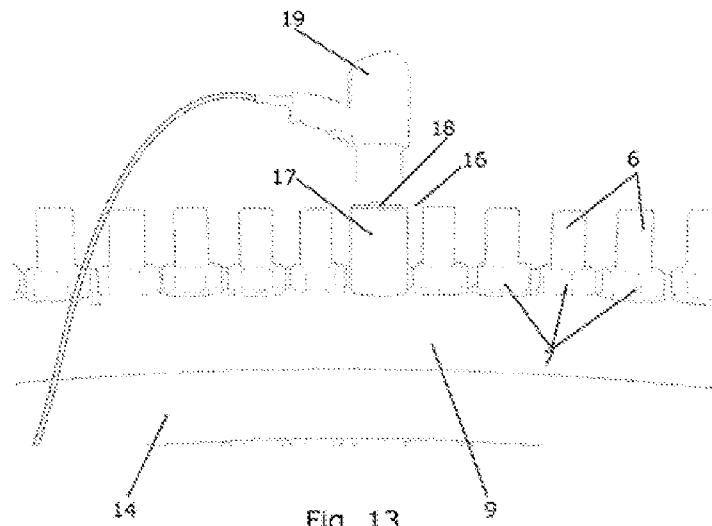


Fig. 12



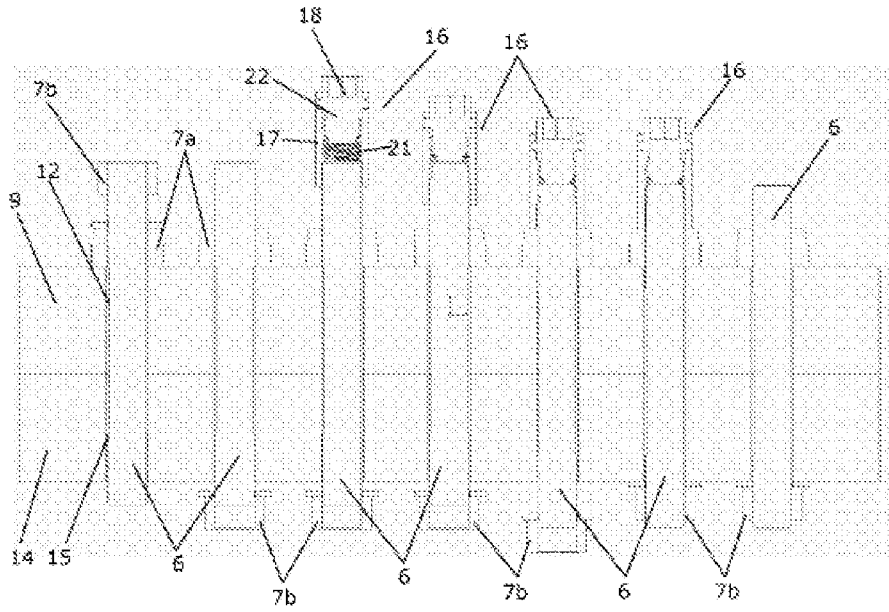


Fig. 15

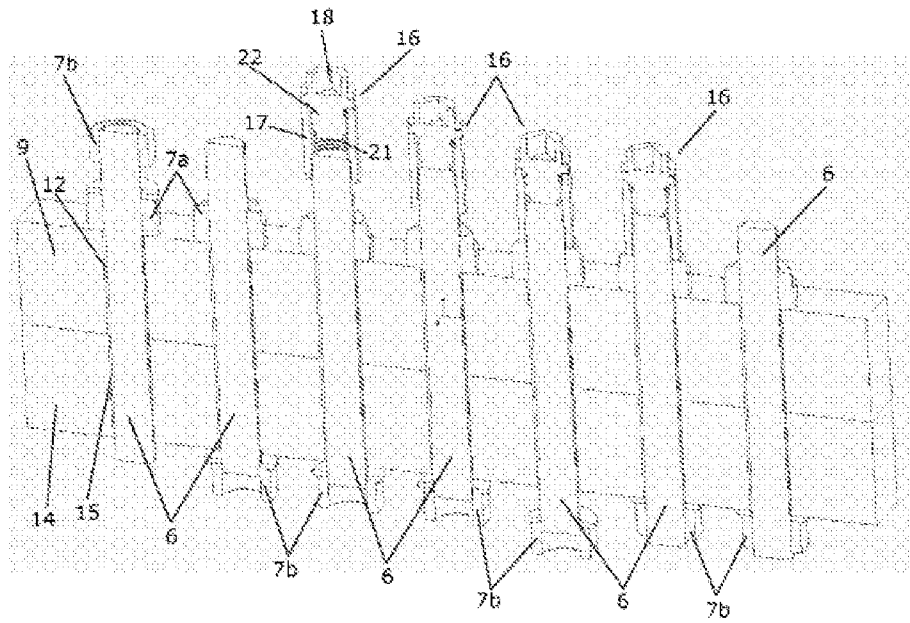


Fig. 16

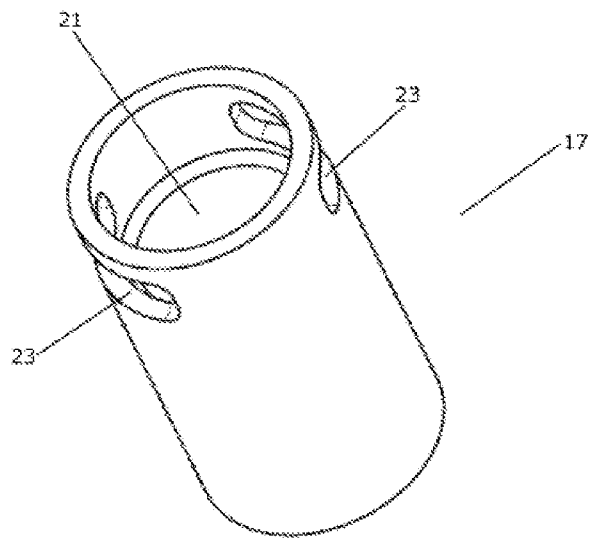


Fig. 17

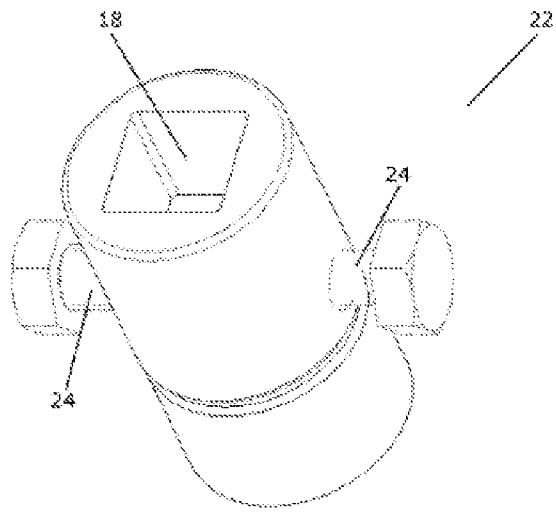


Fig. 18