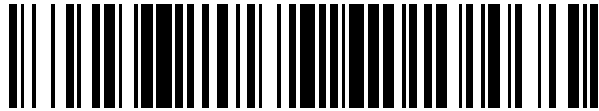


19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 668 919**

51 Int. Cl.:

**F03D 13/20** (2006.01)

**E04H 12/08** (2006.01)

**E04H 12/12** (2006.01)

**E04H 12/20** (2006.01)

**E04H 12/34** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **06.09.2013** **E 13183394 (9)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **21.03.2018** **EP 2846040**

54 Título: **Conjunto de torre para una instalación de turbina eólica**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:  
**23.05.2018**

73 Titular/es:

**YOUWINENERGY GMBH (100.0%)**  
**Rudolf-Diesel-Str. 9**  
**26135 Oldenburg, DE**

72 Inventor/es:

**ROHDEN, ROLF**

74 Agente/Representante:

**LEHMANN NOVO, María Isabel**

ES 2 668 919 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**

Conjunto de torre para una instalación de turbina eólica

5 Antecedentes

La presente invención se refiere en general a un conjunto de torre para soportar una turbina eólica y a una instalación de turbina eólica que comprende un conjunto de torre de este tipo.

10 Las turbinas eólicas modernas se han desarrollado en cuanto a la energía que pueden generar lo que ha dado como resultado un aumento del tamaño de tales turbinas eólicas. Por consiguiente, se desea una estructura de soporte adecuada para manejar turbinas eólicas con una mayor capacidad, y de manera correspondiente un mayor tamaño. Uno de los factores considerables para definir la capacidad de las turbinas eólicas es la altura de tal estructura de soporte. Estructuras de soporte más altas, tales como torres, permiten que la turbina eólica capte más energía eólica a una mayor altitud dando como resultado más generación de energía.

15 Sin embargo, a medida que aumenta la altura de la turbina eólica, también aumenta la experiencia de carga por parte de las torres de soporte. Durante el funcionamiento, además de las cargas estáticas como el peso bruto de la turbina eólica también surten efecto diversas cargas operacionales. Los ejemplos de tales cargas incluyen momentos de flexión que se producen debido a la resistencia que ofrece la instalación al flujo del viento entrante, o a los momentos de flexión que se producen debido a la rotación de las palas de la turbina eólica. Las cargas estáticas y dinámicas que incluyen momentos de flexión experimentados por la torre de una turbina eólica operacional son acumulativas en mayor medida en la parte inferior comparado con la parte superior. Para resistir las cargas aumentadas, estas torres más altas tienen convencionalmente una sección decreciente, es decir, los diámetros de 20 tales torres de soporte aumentan hacia la base y por tanto, estas torres tienen una base tubular mayor. Además, la parte de base de estas torres también puede ser más gruesa con el fin de resistir los esfuerzos experimentados en la parte inferior de la torre, debido a los movimientos de flexión. Aunque estas torres de soporte con base de sección decreciente proporcionan resistencia adicional a la estructura, también puede imponer determinados inconvenientes.

25 Por ejemplo, los costes asociados con la fabricación de estas torres de sección decreciente son elevados porque la parte inferior particularmente tiene que ser más gruesa, y por tanto, requiere más material para la fabricación. Como resultado, aumentará el coste de la instalación de turbina eólica. El tamaño de estas torres también puede resultar ser un factor limitante en otros aspectos relacionados con el levantamiento de la torre eólica, tal como la selección del sitio y el transporte. El transporte puede ser un aspecto importante en jurisdicciones que imponen uno o varios 30 límites superiores para carga, tamaños y pesos de artículos que pueden transportarse por carreteras presentes en tal jurisdicción. El transporte de torres que tienen un área de sección transversal grande también puede resultar ser un reto porque las dimensiones de tales estructuras de torre pueden no adaptarse a las alturas de paso para puentes o túneles que pueden utilizarse para el transporte. Como estas torres son de sección decreciente, diversos segmentos fabricados para su uso en el ensamblaje de la torre también variarían de tamaño. Además, el ensamblaje 35 de los segmentos de torre de diferentes secciones transversales en el sitio lleva a retos operacionales adicionales, molestias y un coste adicional. El documento DE102011010417A1 da a conocer una torre para una turbina eólica que comprende medios de soporte y segmentos de torre de hormigón.

40 El documento WO2014/033332A1 es una publicación tardía que da a conocer una construcción de torre para una turbina eólica.

Sumario

45 Según el concepto básico del presente contenido, se proporciona un conjunto de torre para soportar una turbina eólica. El conjunto de torre comprende una parte de torre de hormigón que tiene dos o más segmentos de torre de hormigón dispuestos uno sobre otro, en el que cada uno de dichos dos o más segmentos de torre es un segmento hueco que tiene preferiblemente un diámetro externo constante en su dirección longitudinal. Sin embargo, como apreciará un experto en la técnica, los segmentos que tienen un diámetro externo variable también estarían dentro del alcance del presente contenido. El conjunto de torre comprende además uno o varios medios de soporte que 50 pueden recibir cargas de flexión desde dicha parte de torre de hormigón, estando conectados dichos uno o varios medios de soporte a dicha parte de torre de hormigón en el otro extremo a una altura predeterminada en un extremo, y estando fijados al suelo a una distancia predeterminada con respecto a la parte de torre de hormigón. A este respecto, los medios de soporte se entenderán como cualquier medio que pueda recibir cargas de flexión o aplicar una fuerza complementaria que actúe contra las cargas de flexión. Por consiguiente, cualquier medio adecuado que establezca el conjunto de torre entrará dentro del término de medios de soporte. Por consiguiente, es posible reducir las cargas de flexión que actúan sobre la parte de torre de hormigón del conjunto de torre. Por tanto, se mejora la estabilidad y rigidez de la parte de torre de hormigón. Como las cargas de flexión se transfieren desde 55 la torre a través de los medios de tensado, hacia el suelo, las partes inferiores de las partes de torre de hormigón son por tanto menos susceptibles a tales cargas de flexión. Como los momentos de flexión se reducen a lo largo de la dirección longitudinal hacia la base de torre, los segmentos de torre pueden configurarse de tal modo que el

grosor de pared promedio un segmento de torre de hormigón de dichos dos o más segmentos de torre de hormigón sea menor que el grosor de pared promedio de un segmento de torre de hormigón superior adyacente.

5 Según el presente contenido, cada uno de los dos o más segmentos de torre de hormigón es preferiblemente un segmento hueco que ventajosamente tiene un diámetro externo constante en su dirección longitudinal. Por tanto, los dos o más segmentos de torre de hormigón tienen una construcción sencilla y pueden fabricarse fácilmente.

10 Para conseguir tal efecto beneficioso, los uno o varios medios de soporte están conectados a la parte de torre de hormigón a una altura predeterminada y están fijados al suelo a una distancia predeterminada con respecto a la parte de torre de hormigón. La altura predeterminada y la distancia predeterminada se establecen preferiblemente de tal modo que los uno o varios medios de soporte puedan transferir de manera adecuada las cargas de flexión recibidas desde la parte de torre de hormigón al suelo. Por consiguiente, se mejora adicionalmente la rigidez del conjunto de torre.

15 El conjunto de torre según el presente contenido comprende dos o más segmentos de torre de hormigón dispuestos uno sobre otro y que forman una parte de torre de hormigón, teniendo cada uno de los segmentos de torre de hormigón un diámetro externo constante en su dirección longitudinal. Utilizando dos o más segmentos de torre de hormigón, es posible formar una parte de torre de hormigón con segmentos de torre de hormigón que están diseñados conforme a los límites superiores para carga, tamaños y pesos impuestos por las diferentes  
20 jurisdicciones. Por consiguiente, se mejora la transportabilidad.

Además, se reducen las cargas de flexión que actúan sobre la parte inferior de la parte de torre de hormigón. Por tanto, según el presente contenido, el grosor de pared del inferior de los dos segmentos de torre de hormigón adyacentes es diferente del grosor de pared del superior de los dos segmentos de torre de hormigón adyacentes.  
25 Dicho de otro modo, puede reducirse el grosor de pared de la parte superior a la inferior de la parte de torre de hormigón.

Según la invención, el grosor de pared promedio de un segmento de torre de hormigón de dichos dos o más segmentos de torre de hormigón es menor que el grosor de pared promedio de un segmento de torre de hormigón superior adyacente. Como ya se describió anteriormente, es posible reducir el grosor de pared debido a la previsión de los medios de soporte que reducen los momentos de flexión que actúan sobre determinadas partes de la torre. A este respecto, el grosor de pared promedio también englobará construcciones en las que el grosor de pared no es constante en la dirección longitudinal de un segmento de torre de hormigón. Por ejemplo, las partes de extremo de los respectivos segmentos de torre de hormigón pueden comprender un grosor de pared diferente que permita una mejor distribución de carga entre dos segmentos de torre de hormigón adyacentes o una mejor posibilidad de montaje en otro segmento de torre.  
30  
35

Según una forma de realización del presente contenido, los dos o más segmentos de torre de hormigón tienen diámetros externos idénticos. El uso de dos o más segmentos de torre de hormigón que tienen diámetros externos idénticos tiene la ventaja de que la parte de torre de hormigón tiene una forma uniforme.  
40

Según otra forma de realización más del presente contenido, el conjunto de torre comprende uno o varios primeros segmentos de transición para conectar uno de dichos dos o más segmentos de torre de hormigón con otro de dichos dos o más segmentos de torre de hormigón. Utilizando un primer segmento de transición para conectar dos segmentos de torre de hormigón, es posible proporcionar una conexión fiable y sencilla. El primer segmento de transición está adaptado para conectarse de manera adecuada a dos segmentos de torre de hormigón adyacentes. Tal conexión no es sólo beneficiosa desde el punto de vista de una conexión fiable entre dos segmentos de torre de hormigón, sino también desde el punto de vista de una conexión fácil de conseguir y económica entre los diversos segmentos de torre de hormigón.  
45  
50

Según otra forma de realización más, dichos uno o varios primeros segmentos de transición comprenden una ranura en forma de U para albergar un extremo axial del superior de dos segmentos de torre de hormigón adyacentes y una brida en forma de L que puede conectarse al inferior de los dos segmentos de torre de hormigón adyacentes. Utilizando una ranura en forma de U para albergar un extremo axial del superior de dos segmentos de torre de hormigón adyacentes, se mejora la posibilidad de montaje del superior de dos segmentos de torre de hormigón adyacentes porque el superior de los dos segmentos de torre de hormigón adyacentes simplemente tiene que insertarse en la ranura en forma de U. Por consiguiente, la ranura en forma de U también sirve de guía de montaje. La brida en forma de L está construida preferiblemente de tal modo que una rama de la forma de L sobresale en una dirección descendente cuando el primer segmento de transición está montado en un segmento de torre de hormigón. Preferiblemente, el extremo libre de la rama sobresaliente de la brida en forma de L está en contacto con el inferior de los dos segmentos de torre de hormigón adyacentes. Por consiguiente, es posible proporcionar un aumento escalonado del diámetro interno de un segmento de torre de hormigón al otro.  
55  
60

Según otra forma de realización más del presente contenido, el conjunto de torre comprende además una parte de torre de acero que comprende uno o varios segmentos de torre de acero colocados sobre la parte de torre de hormigón. Por consiguiente, se consigue un conjunto de torre híbrido que comprende una parte de torre de hormigón  
65

y una parte de torre de acero. Con tal construcción, se proporciona un conjunto de torre que tiene una elevada integridad estructural y una construcción sencilla.

5 Según otra forma de realización más del presente contenido, dichos uno o varios segmentos de torre de acero tienen una sección transversal circular y tienen un diámetro externo constante en la dirección longitudinal. Por consiguiente, se proporciona un conjunto de torre híbrido con al menos un segmento de torre de acero que tiene una forma externa en forma de cilindro recto. Por tanto, se utiliza un segmento de torre de acero que tiene una construcción simplificada y que puede fabricarse fácilmente para la construcción de la parte superior del conjunto de torre. Por tanto, se reducen los costes para el conjunto de torre.

10 Según otra forma de realización más del presente contenido, dicho diámetro externo de dichos uno o varios segmentos de torre de acero es idéntico al diámetro externo de dicho segmento más superior de dichos dos o más segmentos de torre de hormigón. Por consiguiente, el diámetro externo de los uno o varios segmentos de torre de acero es el mismo que el diámetro externo del segmento más superior de los dos o más segmentos de torre de hormigón. Además, en caso de que todos los segmentos de torre tengan el mismo diámetro externo, se consigue un conjunto de torre uniforme.

15 Según otra forma de realización más del presente contenido, dicho diámetro externo de dichos uno o varios segmentos de torre de acero es menor que el diámetro externo de dicho segmento más superior de dichos dos o más segmentos de torre de hormigón. Con tal disposición, es posible reducir el diámetro externo del conjunto de torre hacia la parte superior de manera escalonada.

20 Según otra forma de realización más del presente contenido, el conjunto de torre comprende además un segundo segmento de transición para conectar el segmento de torre de hormigón más superior con el segmento de torre de acero más inferior de la parte de torre de acero. Utilizando tal segundo segmento de transición para conectar el segmento de torre de hormigón con un segmento de torre de acero, es posible establecer una conexión fiable entre la parte de torre de hormigón y la parte de torre de acero.

25 Según otra forma de realización más del presente contenido, el segundo segmento de transición comprende una ranura en forma de U para albergar un extremo axial del segmento de torre de hormigón más superior y una brida en forma de T o en forma de L que puede conectarse a dicha parte de torre de acero. Proporcionando una ranura en forma de U, es posible albergar de manera fiable el extremo axial del segmento de torre de hormigón más superior. Además, se mejora la posibilidad de montaje del segundo segmento de transición en el segmento de torre de hormigón. Utilizando una brida en forma de T como conexión a la parte de torre de acero, es posible conectar un segmento de torre de acero que tenga un diámetro externo reducido comparado con el segmento de torre de hormigón más superior en la parte de torre de hormigón. En caso de que el segmento de torre de acero que está conectado al segmento de torre de hormigón más superior tenga un diámetro externo idéntico al diámetro externo del segmento de torre de hormigón, será beneficioso utilizar la brida en forma de L construida de tal modo que una rama de la forma de L sobresalga del segundo segmento de transición hacia un extremo axial del segmento de torre de acero más inferior. Por consiguiente, un segundo segmento de transición proporciona una conexión sencilla y fiable entre el segmento de torre de hormigón más superior y el segmento de torre de acero más inferior.

30 Según otra forma de realización más del presente contenido, el conjunto de torre comprende además uno o varios medios de conexión previstos en la superficie periférica externa de uno o varios de dichos segmentos de transición para conectar dichos uno o varios medios de soporte a dichos uno o varios de dichos segmentos de transición. Proporcionando uno o varios medios de conexión en la superficie periférica externa de uno o varios de dichos segmentos de transición, es posible conectar uno o varios medios de soporte a uno o varios de los segmentos de transición para mejorar la rigidez de la parte de torre de hormigón del conjunto de torre. Preferiblemente, al menos el segundo segmento de transición para conectar el segmento de torre de hormigón más superior con el segmento de torre de acero más inferior comprende dichos medios de conexión para mejorar la rigidez de una parte de torre de hormigón. Proporcionar los medios de conexión en la superficie periférica externa de uno o varios de dichos segmentos de transición tiene la ventaja de que tales medios de conexión no tienen que preverse en la superficie periférica externa de los segmentos de torre de hormigón. Por tanto, se mantiene la integridad estructural de los segmentos de torre de hormigón. Además, al contrario que las construcciones de torres de hormigón en las que la rigidez se mejora mediante cables pretensados que discurren dentro de la pared de torre, también se evita la necesidad de cables pretensados puesto que puede conseguirse el mismo efecto con los medios de soporte.

35 Según otra forma de realización más del presente contenido, tres o más medios de conexión se proporcionan de manera equidistante en uno o varios de dichos segmentos de transición primero y segundo. Proporcionando de manera equidistante tres o más medios de conexión en uno o varios de los segmentos de transición primero y segundo se aumenta la estabilidad del conjunto de torre. Preferiblemente, los tres o más medios de conexión se proporcionan en la circunferencia externa de los uno o varios de dichos segmentos de transición primero y segundo y de manera equidistante en la dirección circunferencial.

40 Según otra forma de realización más del presente contenido, dichos uno o varios medios de soporte son un cable de retención o un tubo de retención o una combinación de los mismos. Utilizando un cable de retención o un tubo de

retención o una combinación de los mismos como medios de soporte se implementan unos medios de soporte económicos y fáciles de manejar.

5 Según otra forma de realización del presente contenido, se proporciona una instalación de turbina eólica que comprende un conjunto de torre como se ha descrito hasta ahora, y un conjunto de turbina eólica montado sobre dicha torre, donde dicho conjunto de turbina eólica comprende al menos una góndola que alberga un generador de potencia acoplado a un cubo de rotor que lleva un conjunto de pala. Por consiguiente, se consigue una instalación de turbina eólica mejorada.

10 Breve descripción de los dibujos

La figura 1 muestra un conjunto de torre para soportar una turbina eólica según una forma de realización del presente contenido en una vista lateral.

15 La figura 2 muestra una instalación de turbina eólica según una forma de realización del presente contenido en una vista lateral.

20 La figura 3 muestra el conjunto de torre mostrado en la figura 1 y un diagrama de momentos correspondiente que muestra una distribución de momentos a lo largo del conjunto de torre.

La figura 4 muestra un segmento de transición según la forma de realización del presente contenido en una vista en sección transversal.

25 La figura 5 muestra un segmento de transición adicional según una forma de realización del presente contenido en una vista en sección transversal.

La figura 6 muestra una vista desde arriba del conjunto de torre mostrado en la figura 1.

30 La figura 7 muestra partes de extremo de dos segmentos de torre de hormigón según una modificación de la forma de realización del presente contenido en una vista en sección transversal.

La figura 8 muestra un conjunto de torre según una modificación de la forma de realización del presente contenido en una vista lateral.

35 La figura 9 muestra un segmento de transición adicional según una modificación de la forma de realización del presente contenido en una vista en sección transversal.

40 A continuación, se explicará una forma de realización del presente contenido basándose en los dibujos. En la siguiente descripción también se especifican modificaciones alternativas adicionales de las formas de realización que al menos en parte no se ilustran.

Descripción de la forma de realización

45 La figura 1 muestra un conjunto de torre para soportar una turbina eólica según una forma de realización del presente contenido. A continuación, se explicarán primero los elementos que forman el conjunto de torre.

50 El conjunto de torre mostrado en la figura 1 comprende múltiples segmentos de torre dispuestos uno sobre otro. Con mayor precisión, el conjunto de torre comprende tres segmentos de torre de hormigón dispuestos en una parte inferior del conjunto de torre y múltiples segmentos de torre de acero dispuestos en la parte superior del conjunto de torre. La parte de torre inferior que comprende los segmentos de torre de hormigón también se denomina parte de torre de hormigón 104, mientras que la parte superior del conjunto de torre que comprende los segmentos de torre de acero también se denomina parte de torre de acero 102 a continuación.

55 Como se muestra en la figura 1, el segmento de torre de hormigón más superior de la parte de torre de hormigón 104 se designa con el número de referencia 110-n que significa que puede seleccionarse cualquier número de segmentos de torre de hormigón 110-1 a 110-n. En la presente forma de realización tal como se muestra en la figura 1, se muestran tres segmentos de torre de hormigón 110-1, 110-2, 110-n. Los segmentos de torre de hormigón 110-1, 110-2, 110-n están dispuestos uno sobre otro para formar la parte de torre de hormigón 104. Como también resulta obvio por la figura 1, el diámetro externo de los segmentos de torre de hormigón 110-1, 110-2, 110-n es constante en la dirección longitudinal de cada segmento de torre de hormigón. Además, los diámetros externos de los segmentos de torre de hormigón 110-1, 110-2, 110-n son iguales. Por tanto, los segmentos de torre de hormigón 110-1, 110-2, 110-n forman una parte de torre de hormigón 104 que tiene un diámetro externo sustancialmente constante.

65 Según la presente forma de realización, los segmentos de torre de hormigón 110-1, 110-2, 110-n tienen una forma tubular. Además, los segmentos de torre de hormigón 110-1, 110-2, 110-n tienen grosores de pared diferentes. Con

mayor precisión, según la presente forma de realización, el grosor de pared de los segmentos de torre de hormigón 110-1, 110-2, 110-n se reduce de un segmento de torre de hormigón a otro segmento de torre de hormigón desde la parte superior de la parte de torre de hormigón 104 hasta la inferior. Según la presente forma de realización, los segmentos de torre de hormigón 110-1, 110-2, 110-n tienen cada uno un grosor de pared diferente pero constante lo que lleva a una construcción en la que los segmentos de torre de hormigón 110-1, 110-2, 110-n tienen cada uno un diámetro interno constante en la dirección longitudinal. Sin embargo, como ya se describió anteriormente, el grosor de pared de los segmentos de torre de hormigón 110-1, 110-2, 110-n disminuye desde la punta de la parte de torre de hormigón 104 hasta la parte inferior. Es decir, según la presente forma de realización, el segmento de torre de hormigón más superior 110-n tiene el grosor de pared mayor, mientras que el segmento de torre de hormigón más inferior 110-1 tiene el grosor de pared menor. Como los diámetros externos de las partes de torre de hormigón 110-1, 110-2, 110-n son idénticos, los diámetros internos de los segmentos de torre de hormigón 110-1, 110-2, 110-n aumentan desde el segmento de torre de hormigón más superior 110-n hasta el segmento de torre de hormigón más inferior 110-1 para conseguir una reducción correspondiente en el grosor de pared.

Como se muestra adicionalmente en la figura 1, los segmentos de torre de hormigón 110-1, 110-2, 110-n están conectados entre sí por medio de segmentos de transición. En detalle, según la presente forma de realización, el segmento de torre de hormigón más inferior 110-1 está conectado al segmento de torre de hormigón intermedio 110-2 por medio de un primer segmento de transición 114-2 y el segmento de torre de hormigón intermedio 110-2 está conectado al segmento de torre de hormigón más superior 110-n por medio de otro primer segmento de transición 114-2. Por consiguiente, montando los tres segmentos de torre de hormigón 110-1, 110-2, 110-n uno sobre otro utilizando los segmentos de transición 114-1, 114-2, se proporciona la parte de torre de hormigón 104.

Como se muestra adicionalmente en la figura 1, el conjunto de torre comprende múltiples segmentos de torre de acero 108-1 a 108-n que en combinación forman la parte de torre de acero 102. Como se indica mediante las líneas discontinuas entre la parte de torre de acero más superior 108-n y la parte de torre de acero más inferior 108-1 y también mediante el número de referencia 108-n, puede proporcionarse cualquier número de segmentos de torre de acero entre el segmento de torre de acero más superior 108-n y el segmento de torre de acero más inferior 108-1. También es posible montar directamente el segmento de torre de acero más superior 108-n en el segmento de torre de acero más inferior 108-1 dando como resultado una parte de torre de acero 102 que tiene sólo dos segmentos de torre de acero. Además, alternativamente, también es posible proporcionar una parte de torre de acero que comprenda sólo un segmento de torre de acero.

De manera similar a los segmentos de torre de hormigón 110-1, 110-2, 110-n, cada segmento de torre de acero 108-1, 108-n tiene un diámetro externo constante en la dirección longitudinal, por todas sus respectivas longitudes. Además, los segmentos de torre de acero 108-1, 108-n tienen diámetros externos idénticos. Esto da como resultado una construcción en la que la parte de torre de acero 102 tiene un diámetro externo constante en la dirección longitudinal. Como puede observarse por la figura 1, los diámetros externos de los segmentos de torre de acero 108-1, 108-n son menores que los diámetros externos de los segmentos de torre de hormigón 110-1, 110-2, 110-n dando como resultado un conjunto de torre que tiene una parte de torre de acero 102 con un diámetro externo menor que el diámetro de la parte de torre de hormigón 104. Dicho de otro modo, el diámetro del conjunto de torre se reduce desde la parte de torre de hormigón 104 hasta la parte de torre de acero 102. Esta construcción se ha elegido por el hecho de que la carga sobre el conjunto de torre disminuye a medida que aumenta en altura. Por consiguiente, es posible utilizar una parte de torre de acero como parte superior del conjunto de torre porque no es necesario utilizar segmentos de torre de hormigón que puedan soportar cargas mayores hasta el final del conjunto de torre.

Los segmentos de torre de acero 108-1, 108-n tienen diámetros internos sustancialmente constantes por toda la longitud de cada segmento de torre de acero 108-1, 108-n. Por consiguiente, el grosor de pared de cada segmento de torre de acero 108-1, 108-n también es sustancialmente constante por toda la longitud del respectivo segmento de torre de acero 108-1, 108-n. Por tanto, se proporciona una parte de torre de acero 102 que tiene un grosor de pared constante. Sin embargo, también es posible utilizar segmentos de torre de acero que tengan grosores de pared diferentes. Por ejemplo, es posible elegir el grosor de pared de los segmentos de torre de acero de modo que el segmento de torre de acero más superior tenga el grosor de pared menor y el segmento de torre de acero más inferior tenga el grosor de pared mayor. Evidentemente, tal cambio en el grosor de pared de un segmento de torre de acero al otro puede combinarse con una reducción en el diámetro externo de los segmentos de torre de acero desde la parte superior de la parte de torre de acero hasta su parte inferior.

Como se muestra en la figura 1, la parte de torre de hormigón 104 está conectada a la parte de torre de acero 102 por medio de un segundo segmento de transición 114-1. El segmento de transición 114-1 está adaptado de manera adecuada para conectarse a partes de torre con diferentes diámetros externos e internos.

El conjunto de torre está fijado al suelo 106. Para este fin, se proporciona un elemento de base en el suelo 106, que está adaptado para proporcionar un soporte suficiente para el conjunto de torre.

Una góndola puede montarse en la parte superior del conjunto de torre, es decir, en la parte superior de la parte de energía de acero 102, que comprende un cubo de rotor que lleva un conjunto de pala y un generador de potencia al

que está conectado el conjunto de pala. En la figura 2, por ejemplo se muestra un conjunto de torre 100 en el que está montada una góndola 101 de este tipo.

5 Como se muestra en las figuras 1, 2 y 3, múltiples medios de soporte 112 están conectados al conjunto de torre 100 en los segmentos de transición 114-1, 114-2. Además, los demás extremos de los medios de soporte 112 están conectados al suelo 106. Los medios de soporte 112 pueden ser un cable de retención o un tubo de retención o una combinación de los mismos, por ejemplo. Según la presente forma de realización, el conjunto de torre 100 está dotado de tres medios de soporte 112 en cada segmento de transición para estabilizar adicionalmente el conjunto de torre 100. Según la forma de realización, se fijan tres cables de retención 112 en cada segmento de transición 114-1, 114-2. Los demás extremos de los cables de retención 112 están fijados al suelo 106 por medio de un anclaje, por ejemplo. Como puede observarse por la figura 6, que es una vista desde arriba del conjunto de torre 100 mostrado en las figuras 1 y 3, los cables de retención 112 están previstos en los segmentos de transición 114-1, 114-2 a una misma distancia en la dirección circunferencial.

15 Como se muestra en la figura 3, los cables de retención 112 pueden recibir cargas de flexión procedentes del conjunto de torre 100 y transferir estas cargas hacia el suelo. Por consiguiente, como se muestra en el diagrama de momentos de la figura 3, pueden reducirse los momentos de flexión que actúan sobre la torre. Como se muestra en el diagrama de la figura 3, una carga aplicada a la parte superior del conjunto de torre 100 en la dirección horizontal provoca un momento de flexión en el conjunto de torre 100. Este momento de flexión aumenta con un aumento de una distancia con respecto al punto de aplicación de carga, es decir, el extremo superior del conjunto de torre 100. Por consiguiente, en el presente caso, el momento de flexión aumenta con un aumento de una distancia con respecto a la parte superior del conjunto de torre 100. Como se muestra en el diagrama, el aumento de los momentos de flexión se contrarresta mediante los cables de retención 112 conectados a los segmentos de transición 114-1, 114-2. Por tanto, en el diagrama mostrado en la figura 3, los momentos de flexión aumentan hasta un punto en el que los cables de retención están fijados en los segmentos de transición. En detalle, yendo de la parte superior a la inferior del conjunto de torre 100, los momentos de flexión aumentan primero con un aumento de la distancia con respecto a la parte superior de la parte de torre de acero 102. Los momentos de flexión aumentan de manera lineal. El valor máximo de los momentos de flexión se alcanza a una altura del conjunto de torre 100 a la que se proporciona el segmento de transición 114-1 que conecta la parte de torre de acero 102 y la parte de torre de hormigón 104. Debido a las cargas de flexión recibidas por los cables de retención 112 a esta altura, los momentos de flexión se reducen a un valor mínimo intermedio. Después de haber alcanzado el valor mínimo intermedio, los momentos de flexión siguen aumentando hasta la altura del conjunto de torre 100 a la que se proporciona el segmento de transición 114-2 que se conecta a cables de retención adicionales 112. De manera similar a los cables de retención 112 conectados a los segmentos de transición más superiores 114-1, los cables de retención 112 conectados al segmento de transición intermedio 114-2 reciben cargas de flexión procedentes del conjunto de torre 100 que llevan a una reducción de los momentos de flexión como se muestra en el diagrama de momentos. A medida que se sigue descendiendo por el conjunto de torre 100, está presente un aumento adicional de los momentos de flexión hasta que se alcanza la altura del elemento de transición más inferior. Como se describe con respecto a los demás elementos de transición, tres cables de retención 112 también están conectados al segmento de transición más inferior que lleva a una reducción adicional de los momentos de flexión. Por consiguiente, se estabiliza el conjunto de torre 100.

45 Como ya se describió anteriormente, la parte de torre de hormigón 104 y la parte de torre de acero 102 están conectadas entre sí por medio del segmento de transición 114-1. En el conjunto de torre 100, este segmento de transición 114-1 conecta el segmento de torre de hormigón más superior 110-n con el segmento de torre de acero más inferior 108-1 de la parte de torre de acero 102. A continuación, este segmento de transición 114-1 también se denomina segundo segmento de transición 114-1.

50 Como se muestra en la figura 4, el segundo segmento de transición 114-1 que conecta la parte de torre de acero más inferior 108-1 con la parte de torre de hormigón más superior 110-n tiene forma de anillo y preferiblemente se realiza mediante fundición de metal o acero. Según la presente forma de realización, el segundo segmento de transición 114-1 incluye una brida en forma de U 202. Dicho de otro modo, se proporciona una ranura que puede recibir un extremo de la parte de torre de hormigón más superior 110-n. Para este fin, la brida en forma de U 202 está orientada en la dirección descendente cuando se monta el segundo segmento de transición 114-1. Además, el segundo segmento de transición 114-1 también incluye una brida en forma de T 204 para soportar la parte de torre de acero 102. El segmento de energía de acero más inferior 108-1 está colocado en la brida en forma de T 204. El segmento de torre de acero 108-1 está fijado en la brida en forma de T con medios conocidos normalmente en la técnica. Utilizando una combinación de una brida en forma de U y una brida en forma de T, es posible proporcionar una transición de un grosor de pared específico y/u otro diámetro de pared del segmento de torre de hormigón 110-n a otro grosor de pared y/u otro diámetro de pared del segmento de torre de acero 108-1. Por tanto, en caso de que el diámetro externo del segmento de torre de acero 108-1 sea menor que el diámetro externo del segmento de torre de hormigón más superior 110-n, esta disposición es adecuada para tales diferencias en los diámetros externos. Por consiguiente, se consigue un conjunto de torre 100 que tiene un perfil externo uniforme por toda su parte de hormigón inferior 104 y la parte de torre de acero superior 102, siendo el diámetro externo de la parte de torre de acero 102 menor que el diámetro externo de la parte de torre de hormigón 104.

A continuación se describirá la construcción de un segmento de transición 114-2 que conecta dos segmentos de torre de hormigón adyacentes según la forma de realización del presente contenido. El segmento de transición 114-2 que se conecta a segmentos de torre de hormigón adyacentes también se denominará primer segmento de transición a continuación. El primer segmento de transición está construido como una combinación de una brida en forma de L y una brida en forma de U.

La brida en forma de U está adaptada para albergar una parte de extremo del superior de los dos segmentos de torre de hormigón adyacentes. Por consiguiente, cuando se monta el segmento de transición en el conjunto de torre 100, la brida en forma de U está dispuesta para dirigirse en la dirección superior vertical. Como es obvio además por la figura 5, la brida en forma de L se proporciona en un lado del primer segmento de transición 114-2 que es opuesto al lado en el que se proporciona una brida en forma de U. La brida en forma de L está adaptada para conectarse con un segmento inferior de los dos segmentos de torre de hormigón adyacentes.

Además, la brida en forma de L se proporciona de tal modo que una rama sobresale del segmento de transición 114-2 en la dirección descendente. Cuando se coloca sobre el segmento de torre de hormigón inferior de los dos segmentos de torre de hormigón adyacentes, el extremo libre de la rama de la brida en forma de L está en contacto con un extremo superior de la parte de torre de hormigón inferior de las dos partes de torre de hormigón adyacentes. La brida en forma de L puede fijarse en el extremo superior de la parte de torre de hormigón inferior de las dos partes de torre adyacentes con cualquier medio adecuado conocido en la técnica.

En la presente forma de realización, la brida en forma de L y la brida en forma de U están adaptadas de manera adecuada de modo que los segmentos de torre de hormigón con los mismos diámetros externos puedan conectarse entre sí.

Además, en la superficie periférica externa del segundo segmento de transición 114-2 se proporcionan tres conectores 208 a la misma distancia en la dirección circunferencial. Sólo se muestra un conector 208 en la figura 5. Un cable de retención 112 está conectado de manera fija al conector 208. Por consiguiente, se consigue un conjunto de torre que tiene una rigidez mejorada.

### 30 Modificaciones

Como se describió anteriormente con respecto a la figura 1, los segmentos de torre de hormigón 110-1, 110-2, 110-n están conectados entre sí por medio de segmentos de transición en la forma de realización descrita anteriormente. Sin embargo, cabe mencionar que no todos los segmentos tienen que conectarse mediante un segmento de transición. Es posible proporcionar tales segmentos de transición sólo donde los medios de soporte, cables de retención por ejemplo, van a unirse en la parte de torre de hormigón. A este respecto, en la figura 7 se muestra una modificación adicional de la presente forma de realización. En este caso, se muestra una conexión específica entre los dos segmentos de torre de hormigón adyacentes 110-1, 110-2 que no implica segmentos de transición. Según la modificación, cada uno de los segmentos de torre de hormigón puede dotarse de salientes en el extremo inferior y una cavidad en el extremo superior. La forma de los salientes y la cavidad puede ser complementaria. Como resultado de la forma complementaria, los segmentos de torre de hormigón pueden ensamblarse más fácilmente porque se mejora la colocación de los segmentos de torre de hormigón. Además, como el saliente de un segmento de torre de hormigón superior se alberga en la cavidad del segmento de torre de hormigón inferior, se consigue un ajuste apropiado de los dos segmentos de torre de hormigón. Preferiblemente, los salientes y las cavidades pueden tener una sección decreciente para permitir un mejor manejo de las cargas laterales mediante los respectivos segmentos de torre de hormigón.

Según la forma de realización, el conjunto de torre nuevo 100 comprende segmentos de torre de hormigón que tienen el mismo diámetro externo. Sin embargo, también es posible utilizar segmentos de torre de hormigón con un diámetro externo diferente.

La figura 5 muestra una modificación del primer segmento de transición 114-2 que está adaptado para conectar dos segmentos de torre de hormigón que tienen un grosor de pared diferente y diámetros externos diferentes. Con mayor precisión, según la modificación, el diámetro externo del segmento de torre de hormigón superior 110-n es ligeramente menor que el diámetro externo del segmento de torre de hormigón inferior 110-(n-1). El diámetro externo de la brida en forma de L 204 y el diámetro externo de la brida en forma de U son idénticos. Además, el diámetro externo de la brida en forma de L 204 también es idéntico al diámetro externo del segmento de torre de hormigón inferior de los dos segmentos de torre de hormigón adyacentes. Por consiguiente, la transición de la superficie externa del segmento de torre de hormigón inferior a la superficie periférica externa del primer segmento de transición 114-2 es uniforme.

Como se muestra adicionalmente en la figura 5, el grosor de pared del segmento de torre de hormigón inferior 110-(n-1) corresponde al grosor de la rama de la brida en forma de L 204. Por consiguiente, cuando el segmento de transición 114-2 se monta en el segmento de torre de hormigón inferior 110-(n-1) se consigue una transición suave del segmento de torre de hormigón inferior al segmento de transición 114-2. Además, el extremo inferior del



segmento de torre de hormigón superior 110-n se alberga en la brida en forma de U y se fija a la misma por medio de un perno 206.

5 Según la forma de realización descrita anteriormente, el grosor de pared de los segmentos de torre de hormigón 110-1, 110-2, 110-n se reduce de un segmento de torre de hormigón a otro desde la parte superior de la parte de torre de hormigón 104 hasta su parte inferior. Sin embargo, es posible una disposición diferente con respecto al grosor de pared. En general, sólo la parte inferior de la parte de torre de hormigón puede disponerse con un diámetro sucesivamente reducido. Por ejemplo, cuando se va de la parte superior a la inferior de la parte de torre de hormigón, es posible que el grosor de pared aumente primero desde la parte superior de la parte de torre de hormigón hacia una parte en el centro de la parte de torre de hormigón y luego se reduzca sucesivamente de la parte central a la parte más inferior de la parte de torre de hormigón. Además, el grosor de pared no tiene que cambiar de cada segmento a un segmento adyacente. También es posible proporcionar una parte de torre con una o varias secciones cerca de una posición de cambio de grosor de pared, en las que segmentos de torre de hormigón adyacentes tienen el mismo grosor de pared y, preferiblemente, el mismo diámetro externo. Por ejemplo, es posible una disposición en la que se cambia el grosor de pared, preferiblemente se reduce, de un segmento de torre de hormigón superior a un segmento de torre de hormigón inferior adyacente cada dos o más segmentos. Además, incluso un solo cambio en el grosor de pared en la parte de torre de hormigón de un segmento de torre de hormigón a otro, preferiblemente una reducción de un segmento de torre de hormigón superior a un segmento de torre de hormigón inferior adyacente, entra dentro del alcance o el presente contenido.

20 En la figura 8 se muestra otra modificación de la presente forma de realización. Al contrario que el conjunto de torre mostrado en la figura 1, el conjunto de torre mostrado en la figura 8 tiene una parte de torre de acero 102 que tiene un diámetro externo que es casi idéntico al diámetro externo de la parte de torre de hormigón 104. Con mayor precisión, el diámetro externo de la parte de torre de acero 108-1 es ligeramente mayor que el diámetro externo de la parte de torre de hormigón 110-n. Por consiguiente, el conjunto de torre construido tal como se muestra en la figura 8 tiene una forma externa más uniforme.

30 Para conectar la parte de torre de acero 102 y la parte de torre de hormigón 104, se construye un segmento de transición 114-1 tal como se muestra en la figura 9. El segmento de transición 114-1 según la presente modificación de la forma de realización comprende básicamente una brida en forma de L 204 y una brida en forma de U 202. La construcción del segmento de transición mostrado en la figura 9 corresponde básicamente a la construcción del segmento de transición mostrado en la figura 5 con la diferencia de que se invierte la disposición de las bridas 202 y 204. Además, al contrario que la construcción mostrada en la figura 5, un segmento de torre de hormigón está montado en la brida en forma de U 202 y la parte de torre de acero está montada en la brida en forma de L 204.

35 Utilizando el conjunto de torre mejorado descrito anteriormente, es posible colocar la turbina eólica a una mayor altura para extraer una energía cinética máxima del flujo de viento entrante. Además, los componentes de torre pueden fabricarse de manera económica y también se mejora el levantamiento del conjunto de torre en el sitio de ensamblaje. Construyendo el conjunto de torre a partir de segmentos de torre, el transporte de las partes para el conjunto de torre es conveniente porque pueden elegirse las dimensiones según las regulaciones en diferentes jurisdicciones.

40 Con la parte de torre de acero sobre una parte de torre de hormigón, se reducen los costes de la torre. Utilizando medios de soporte, se consigue un mejor manejo de los momentos de flexión de la torre de modo que la torre es estructuralmente más resistente. Como los medios de soporte, cables de retención por ejemplo, se proporcionan fuera de la parte de torre de hormigón, se requiere una menor magnitud de pretensión en comparación con las construcciones en las que se incorporan cables tensores en la torre de hormigón.

**REIVINDICACIONES**

1. Conjunto de torre (100) para soportar una turbina eólica que comprende:
  - 5 una parte de torre de hormigón (104) que tiene dos o más segmentos de torre de hormigón (110-1,...,110-n) dispuestos uno sobre otro, siendo cada uno de dichos dos o más segmentos de torre de hormigón (110-1,...,110-n) un segmento hueco, y
    - 10 un medio de soporte (112) que puede recibir cargas de flexión desde dicha parte de torre de hormigón (104), estando conectados dichos medios de soporte a dicha parte de torre de hormigón (104) a una altura predeterminada en un extremo, y estando fijados al suelo (106) en el otro extremo a una distancia predeterminada con respecto a la parte de torre de hormigón (104),
      - 15 caracterizado por que
        - el grosor de pared promedio de un segmento de torre de hormigón de dichos dos o más segmentos de torre de hormigón (110-1,..., 110-n) es diferente del grosor de pared promedio de un segmento de torre de hormigón superior adyacente (... ,110-n), y por que
        - 20 el grosor de pared promedio de un segmento de torre de hormigón de dichos dos o más segmentos de torre de hormigón (110-1,..., 110-n) es menor que el grosor de pared promedio de un segmento de torre de hormigón superior adyacente (... ,110-n).
  2. Conjunto de torre (100) según la reivindicación 1, en el que cada uno de dichos dos o más segmentos de torre de hormigón (110-1,...,110-n) tiene un diámetro externo constante en su dirección longitudinal.
  3. El conjunto de torre (100) según una de las reivindicaciones anteriores, que comprende además uno o varios primeros segmentos de transición (114-2) para conectar uno de dichos dos o más segmentos de torre de hormigón (110-1,...,110-n) con otro de dichos dos o más segmentos de torre de hormigón (110-1,...,110-n).
  - 30 4. El conjunto de torre (100) según la reivindicación 3, en el que dichos uno o varios primeros segmentos de transición (114-2) comprenden una brida en forma de U (202) para albergar un extremo axial del superior de dos segmentos de torre de hormigón adyacentes (110-1,...,110-n) y una brida en forma de L (204) que puede conectarse al inferior de los dos segmentos de torre de hormigón adyacentes (110-1,...,110-n).
  - 35 5. Conjunto de torre (100) según una de las reivindicaciones anteriores, que comprende además una parte de torre de acero (102) que comprende uno o varios segmentos de torre de acero (108-1,...,108-n).
  6. El conjunto de torre (100) según la reivindicación 5, en el que dichos uno o varios segmentos de torre de acero (108-1,...,108-n) tienen una sección transversal circular y tienen un diámetro externo constante en la dirección longitudinal.
  - 40 7. El conjunto de torre (100) según una de las reivindicaciones 5 y 6, en el que dicho diámetro externo de dichos uno o varios segmentos de torre de acero (108-1,...,108-n) es idéntico al diámetro externo del segmento de torre de hormigón más superior (110-n) de dichos dos o más segmentos de torre de hormigón (110-1,...,110-n).
  - 45 8. El conjunto de torre (100) según una de las reivindicaciones 5 y 6, en el que dicho diámetro externo de dichos uno o varios segmentos de torre de acero (108-1,...,108-n) es menor que el diámetro externo del segmento de torre de hormigón más superior (110-n) de dichos dos o más segmentos de torre de hormigón (110-1,...,110-n).
  - 50 9. El conjunto de torre (100) según una de las reivindicaciones 5 a 7, que comprende además un segundo segmento de transición (114-1) para conectar el segmento de torre de hormigón más superior (110-n) con el segmento de torre de acero más inferior (108-1) de dicha parte de torre de acero (102).
  - 55 10. El conjunto de torre (100) según la reivindicación 9, en el que dicho segundo segmento de transición (114-1) comprende una brida en forma de U (202) para albergar un extremo axial del segmento de torre de hormigón más superior (110-n) y una brida en forma de T o en forma de L (204) que puede conectarse a dicho segmento de torre de acero más inferior (108-1) de dicha parte de torre de acero (102).
  - 60 11. El conjunto de torre (100) según una de las reivindicaciones 3, 4, 9 y 10, que comprende además uno o varios medios de conexión (208) previstos en la superficie periférica externa de uno o varios de dichos segmentos de transición (114-1, 114-2) para conectar dichos uno o varios medios de soporte (112) a uno o varios de dichos segmentos de transición (114-1, 114-2).
  - 65 12. El conjunto de torre (100) según la reivindicación 11, en el que tres o más medios de conexión (208) se proporcionan de manera equidistante en uno o varios de dichos segmentos de transición (114-1, 114-2).

13. El conjunto de torre (100) según una de las reivindicaciones anteriores, en el que dichos uno o varios medios de soporte (112) son un cable de retención o tubo de retención o una combinación de los mismos.

5 14. Instalación de turbina eólica que comprende

un conjunto de torre (100) según una de las reivindicaciones anteriores, y

10 un conjunto de turbina eólica montado en dicho conjunto de torre (100), en la que dicho conjunto de turbina eólica comprende al menos una góndola (101) que alberga un generador de potencia acoplado a un cubo de rotor que lleva un conjunto de pala.

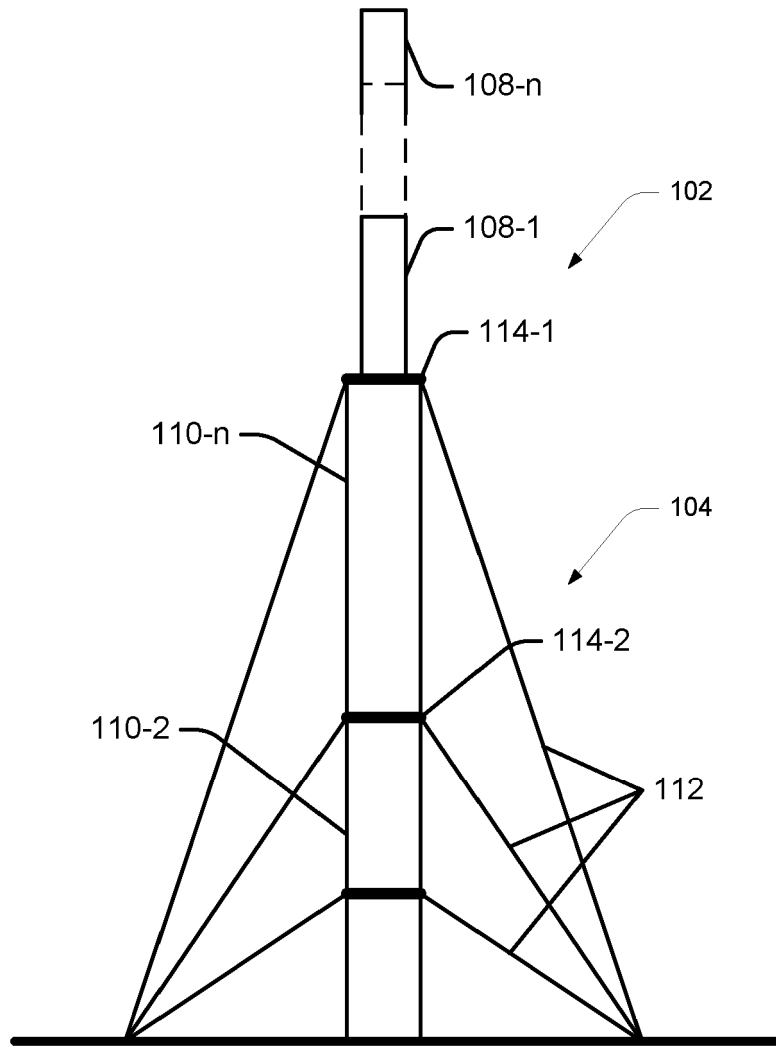
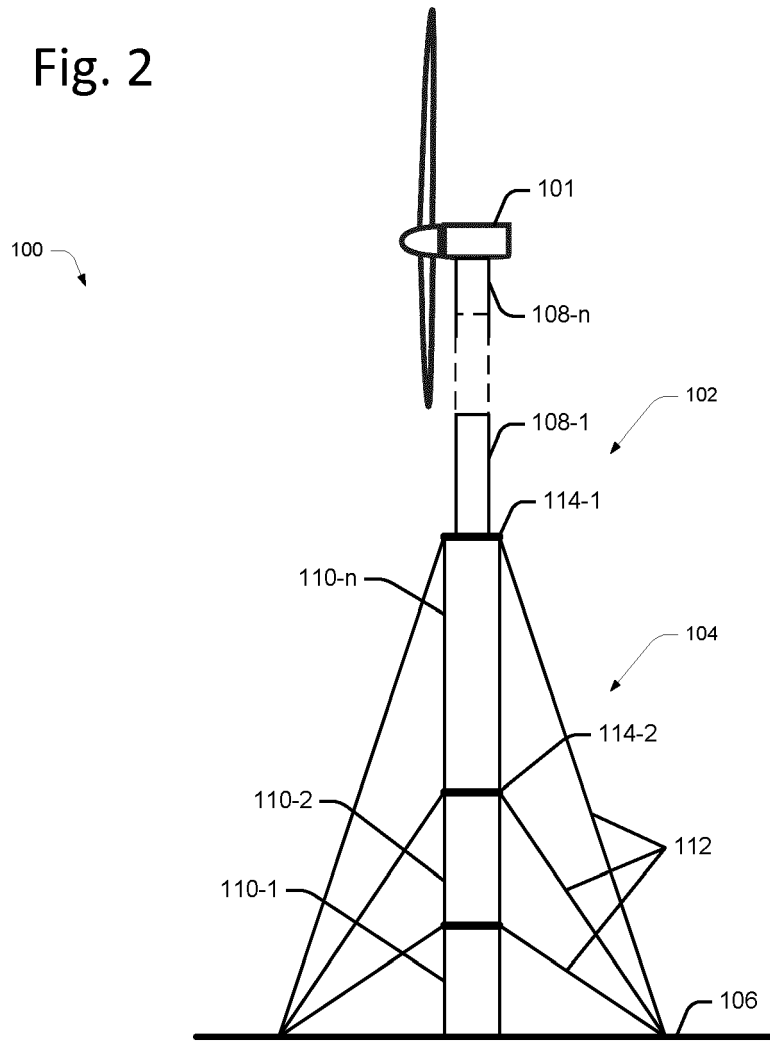


Fig. 1

Fig. 2



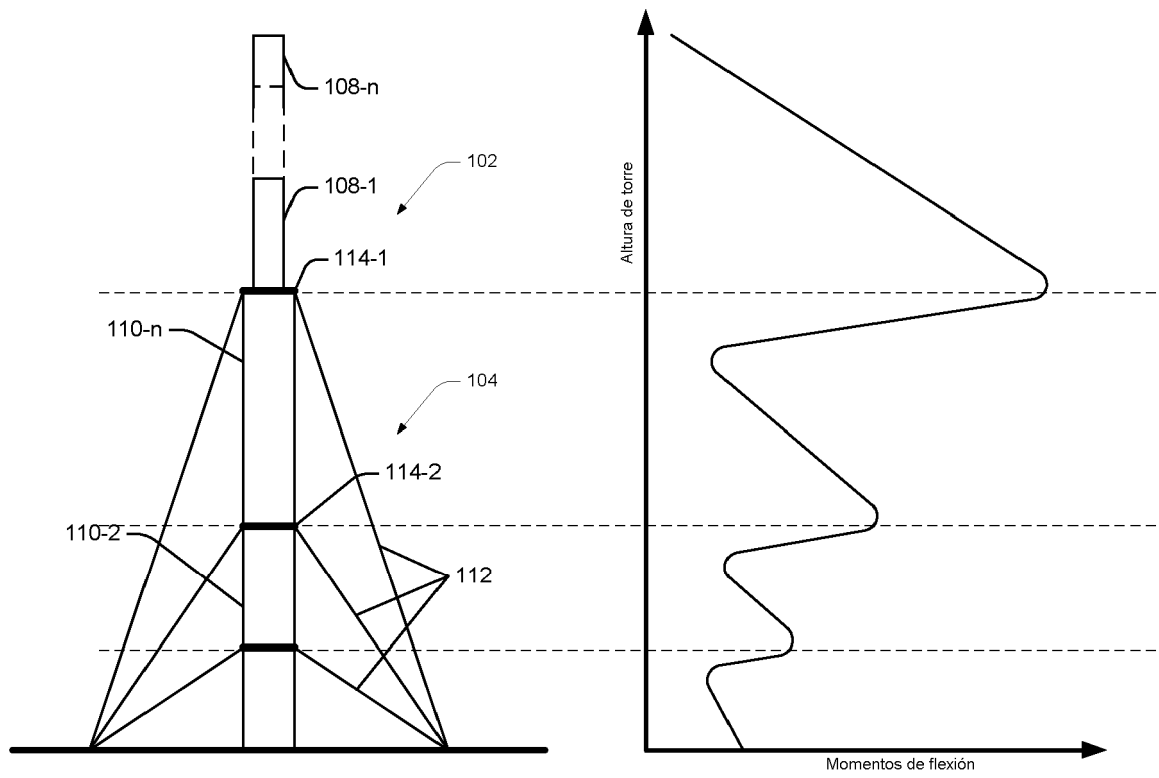


Fig. 3

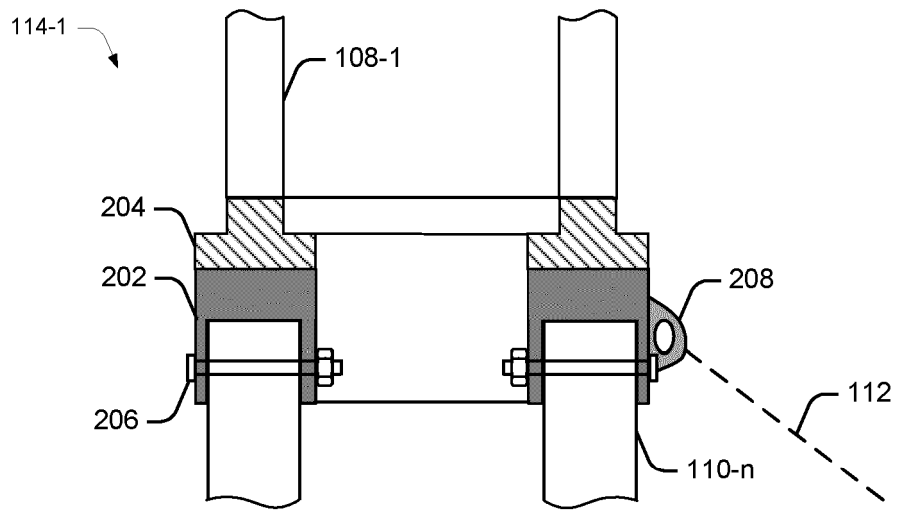


Fig. 4

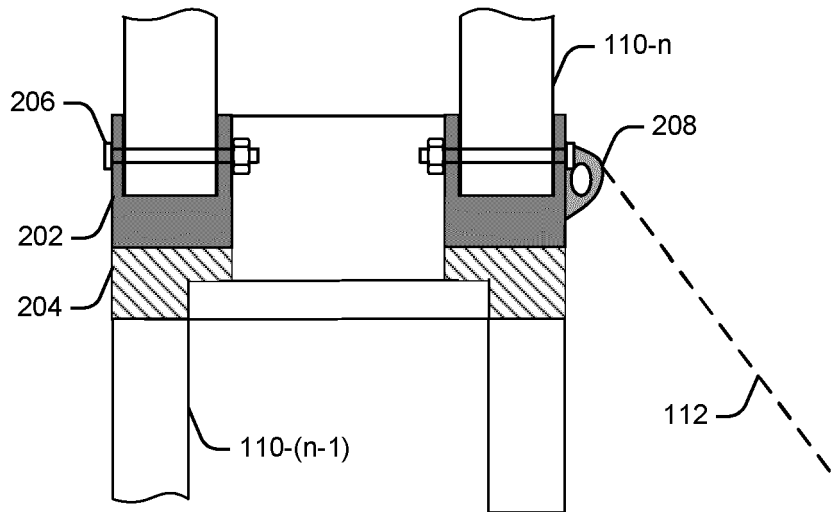


Fig. 5

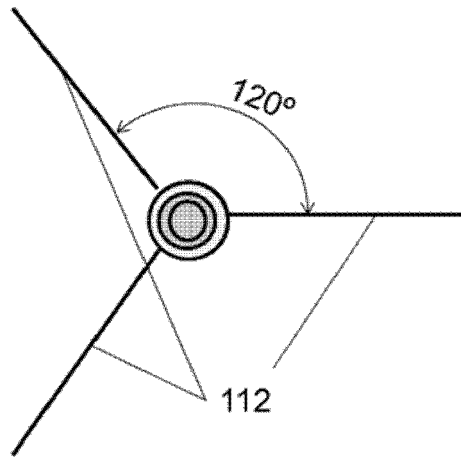


Fig. 6

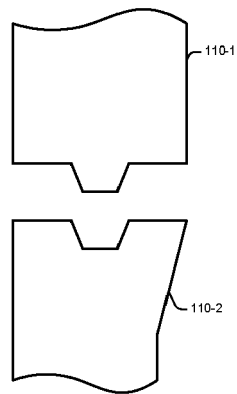


Fig. 7



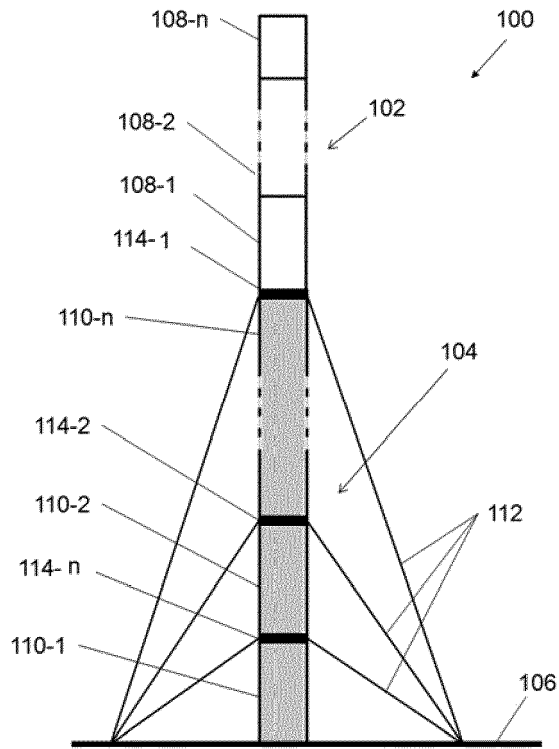


Fig. 8

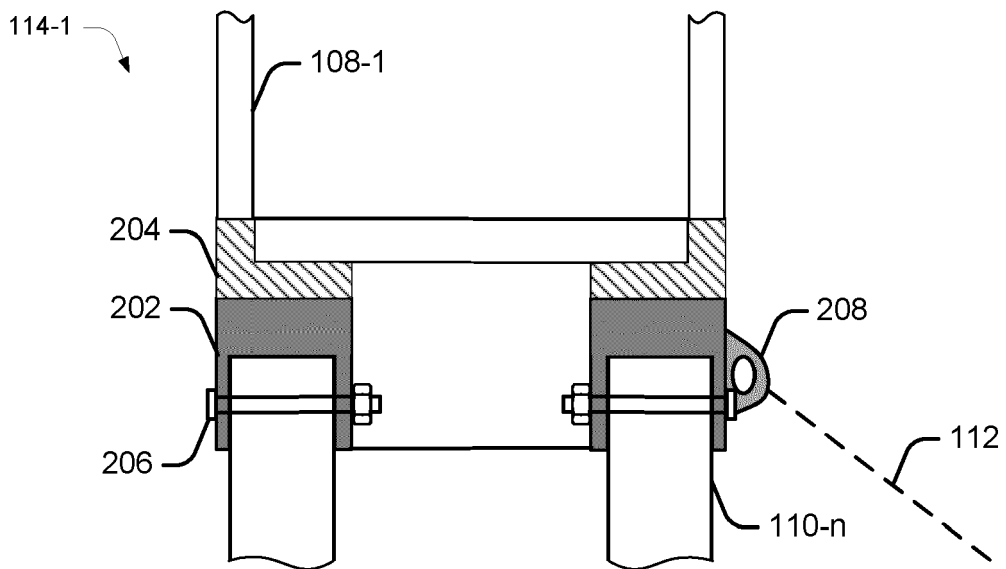


Fig. 9