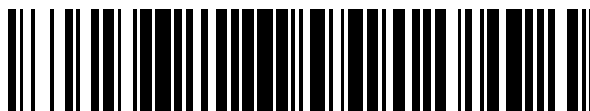


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 377 841**

51 Int. Cl.:
F03D 11/00 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

- 96 Número de solicitud europea: **07764462 .3**
- 96 Fecha de presentación: **03.07.2007**
- 97 Número de publicación de la solicitud: **2044327**
- 97 Fecha de publicación de la solicitud: **08.04.2009**

54 Título: **Banco de pruebas que comprende un medio de ajuste de ángulo y procedimientos para someter a prueba un equipo de turbina eólica**

30 Prioridad:
03.07.2006 DK 200600912

45 Fecha de publicación de la mención BOPI:
02.04.2012

45 Fecha de la publicación del folleto de la patente:
02.04.2012

73 Titular/es:
**Vestas Wind Systems A/S
Hedeager 44
8200 Aarhus N, DK**

72 Inventor/es:
JENSENS, Jan Bisgaard

74 Agente/Representante:
Arias Sanz, Juan

ES 2 377 841 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

Banco de pruebas que comprende un medio de ajuste de ángulo y procedimientos para someter a prueba un equipo de turbina eólica

Antecedentes de la invención

5 La invención se refiere a un banco de pruebas para someter a prueba un equipo de turbina eólica y procedimientos para someter a prueba un equipo de turbina eólica.

Descripción de la técnica relacionada

10 Una turbina eólica conocida en la técnica comprende una torre de turbina eólica cónica y una góndola de turbina eólica situada en la parte superior de la torre. Un rotor de turbina eólica con varias aspas de turbina eólica se conecta a la góndola a través de un árbol de baja velocidad, que se extiende fuera de la parte frontal de la góndola, tal como se ilustra en la figura 1.

15 Las turbinas eólicas modernas grandes aumentan de tamaño constantemente y los distintos componentes de la turbina eólica, tales como la caja de engranajes, el generador, el sistema de frenado, etc., también aumentan de tamaño. Además, el desarrollo tecnológico produce componentes y una interacción entre los componentes, lo que cada vez es más especializado y complejo. De hecho, esto es ventajoso con respecto a la eficiencia y a la producción de la turbina eólica, pero ya que estas turbinas eólicas grandes son caras y las averías pueden ser muy costosas, es importante garantizar que la vida, durabilidad, calidad, capacidad, etc., de los componentes de la turbina eólica están bien documentadas.

20 Una forma de hacer esto sería la de recabar información sobre turbinas eólicas interesantes y después basar el programa de mantenimiento, la elección de los componentes, y demás, en un análisis estadístico de estos datos. Pero este procedimiento es bastante ineficaz ya que si los datos revelan que un componente con una vida útil de veinte años sólo dura una media de 7 años, los turbinas eólicas similares producidas en esos siete años también contendrán el mismo componente defectuoso, y los datos con mayor frecuencia pueden no dar a conocer si el componente se avería debido a una baja calidad, si se ha instalado o usado mal o si varios factores que interactúan provocan la reducción de la vida.

30 Otra forma de resolver este problema se da a conocer en la solicitud de patente europea N.º EP 1 564 405 A1. Esta solicitud da a conocer un banco de pruebas para llevar a cabo pruebas de fatiga y de carga sobre los miembros estructurales fundamentalmente de la góndola y de los componentes de la góndola. Pero someter a prueba la resistencia de los miembros de la góndola tiene el principal objetivo de reducir el uso de material o de optimizar el diseño de estos miembros estructurales, reduciendo de este modo el coste y el peso de los miembros y garantizando que pueden soportar las cargas, por las que se ven afectados durante el funcionamiento normal de la turbina eólica. No se proporcionará información útil con respecto a la selección de componentes, la interacción de componentes y otros que podría evitar averías y reducir el coste de los componentes.

35 Por lo tanto, es un objeto de la invención proporcionar una técnica ventajosa y eficaz para someter a prueba un equipo de turbina eólica.

En especial, es un objeto de la invención proporcionar una técnica para someter a prueba un equipo de turbina eólica que ofrece más tipos de carga realistas.

La invención

40 La invención proporciona un banco de pruebas para someter a prueba un equipo de turbina eólica. El banco de pruebas comprende uno o más medios de aplicación de carga que aplican directa o indirectamente carga al equipo durante dicha prueba y en el que el banco de pruebas comprende medios de ajuste de ángulo para ajustar un ángulo de elevación del equipo en relación con un plano horizontal.

45 El rotor en una turbina eólica moderna grande se inclina por distintas razones de modo que el plano del rotor no sea perpendicular al suelo. Esto provoca que el tren de accionamiento en la mayoría de las turbinas eólicas se sitúe en un ángulo no paralelo al plano horizontal del suelo, ya que el tren de accionamiento es perpendicular al plano del rotor. Debido a que el tren de accionamiento y los componentes del tren de accionamiento son un componente muy esencial de una turbina eólica sería ventajoso someter a prueba estos componentes en un banco de pruebas y, en particular, en un banco de pruebas que pueda someter a prueba el equipo en un ángulo de elevación distinto de 0º en relación a un plano horizontal.

50 En un aspecto de la invención, este ángulo de elevación se puede ajustar de forma fija o dinámica durante dicha prueba.

De este modo, se logra una realización ventajosa de la invención.

En un aspecto de la invención, estos medios de ajuste de ángulo comprenden medios para ajustar dicho ángulo de elevación para corresponder sustancialmente con un ángulo de funcionamiento normal de dicho equipo, por ejemplo, el ángulo de un tren de accionamiento en una góndola en relación con una torre.

5 Esto es ventajoso, ya que de este modo es posible proporcionar un banco de pruebas que puede realizar una prueba más eficaz y/o realista.

En un aspecto de la invención, el medio de accionamiento de dicho banco de pruebas gira un árbol de entrada de dichos equipo durante la prueba.

10 Por la rotación del árbol de entrada en el equipo durante la prueba y aplicando al mismo tiempo carga al equipo, es posible simular las cargas que actúan sobre el equipo durante el funcionamiento normal de una turbina eólica, así como situaciones extremas, haciendo posible de este modo comparar diferentes equipos bajo las mismas condiciones de carga normal, así como realizar pruebas de vida acelerada. Esto es ventajoso, ya que de este modo es posible realizar una prueba más eficaz del equipo, lo que permite que los tipos y tamaños de carga se ajusten de forma dinámica, por ejemplo, para que sean sustancialmente realistas si se necesita o para aplicar una sobrecarga si se necesita.

15 Hay que destacar que por el término "árbol", se entiende cualquier tipo de barra, varilla, tubería, tubo, anillo, acoplamiento, manguito, mango u otros que pueden transmitir una rotación. El árbol no se limita de ningún modo a ser sólido sino que también puede ser, por ejemplo, un anillo o manguito hueco que forma o unido al soporte planetario o engranaje anular de la caja de engranajes de la turbina eólica.

En un aspecto de la invención, dicho medio de accionamiento es un motor eléctrico.

20 La velocidad de rotación y en particular el par de un motor eléctrico se controlan fácilmente de forma muy precisa, lo que es ventajoso ya que de este modo es posible llevar a cabo una prueba más eficaz, precisa y/o realista del equipo de turbina eólica.

25 En un aspecto de la invención, dicho equipo son componentes tren de accionamiento de la turbina eólica, tales como cojinete principal, caja de engranajes y generador, y en los que dicho generador está conectado a una red de suministro o a un medio de simulación de red de suministro.

30 Los componentes del tren de accionamiento de la turbina eólica comprenden todas partes situadas en la góndola en un ángulo de funcionamiento normal, que es diferente de 0° en relación a un plano horizontal. El hecho de que los componentes del tren de accionamiento se sitúen a menudo en la góndola hace que resulte muy difícil y costoso repararlos y reemplazarlos. Por lo tanto, es ventajoso que, en particular, los componentes del tren de accionamiento se sometan a prueba en un banco de pruebas que comprenda medios de ajuste de ángulo para ajustar un ángulo de elevación del equipo y los medios de aplicación de carga para aplicar una carga a los componentes.

En un aspecto de la invención, dicha red de suministro o medio de simulación de red de suministro es un medio de aplicación de carga indirecto de dicho banco de pruebas.

35 Esto es ventajoso, ya que aplicando indirectamente carga al equipo conectando el generador a una red de suministro o medio de simulación de red de suministro, es posible simular con más precisión las situaciones de carga de una turbina eólica real o realizar pruebas de vida acelerada, por ejemplo, estableciendo una situación de sobrecarga permanente o situaciones de carga variables.

En un aspecto de la invención, dichos medios de simulación de red de suministro comprenden medios para ajustar de forma dinámica el voltaje de la red y la frecuencia de la red.

40 Al permitir un ajuste de forma dinámica del voltaje de la red y de la frecuencia de la red durante la prueba, es posible tanto simular condiciones de funcionamiento normal del equipo, así como situaciones extremas o de fallo de la red, facilitando de este modo una prueba más eficaz y/o realista.

En un aspecto de la invención, dichos medios de simulación de red de suministro comprenden un transformador.

45 Es ventajoso que los medios de simulación de red de suministro comprendan un transformador, ya que un transformador proporciona medios para ajustar de forma dinámica los distintos parámetros de red permitiendo de este modo una prueba más eficaz.

En un aspecto de la invención, al menos uno de dichos uno o más medios de aplicación de carga comprenden medios para aplicar carga axial y/o radial a un árbol de entrada de dicho equipo.

50 El árbol de entrada de cualquier equipo de turbina eólica siempre estará influenciado (al menos en cierta medida) por las fuerzas dirigidas axial y/o radialmente durante el funcionamiento normal del equipo en una turbina eólica real. Por lo tanto, es ventajoso aplicar dichas cargas durante la prueba para producir una prueba más eficaz y/o realista.

En un aspecto de la invención, dicho equipo es un generador de turbina eólica.

La función del generador de un turbina eólica es esencial para la eficacia de la turbina eólica y dado que el generador es muy complejo y caro y puesto que a menudo está situado inclinado en la góndola de la turbina eólica, donde es difícil de reparar y reemplazar, es ventajoso proporcionar un banco de pruebas que pueda ajustar un ángulo de elevación del generador y al mismo tiempo que pueda aplicar carga al generador durante una prueba.

5 En un aspecto de la invención, dicho banco de pruebas es fijo.

Un banco de pruebas de turbina eólica para someter a prueba un equipo tal como generadores de turbina eólica podría pesar fácilmente hasta 50 toneladas métricas y, por lo tanto, es ventajoso que el banco de pruebas sea fijo.

10 En un aspecto de la invención, dicho banco de pruebas comprende medios de control climático para controlar sustancialmente uno o más parámetros climáticos, tales como la temperatura, la humedad y la presión de aire del entorno de al menos una parte de dicho equipo.

15 Los parámetros climáticos son factores de tensión muy importantes de una turbina eólica en funcionamiento y en particular, temperaturas muy altas o bajas o variaciones constantes en la temperatura pueden ser potencialmente muy perjudiciales para el equipo de turbina eólica. Al proporcionar el banco de pruebas con medios de control climático es posible controlar sustancialmente uno o más de los parámetros climáticos permitiendo de este modo una prueba más eficaz y/o realista del equipo. Entre otras cosas, esto permitiría la HALT (prueba de vida altamente acelerada) del equipo, que es una forma muy conocida y muy eficaz de someter a prueba y/o estimar la vida y/o los límites de carga del equipo en un periodo de tiempo relativamente corto, en comparación con la vida deseada del equipo.

En un aspecto de la invención, dicho medio de control climático es al menos una cámara climática que encierra dicho equipo o al menos una parte de dicho equipo.

20 Al encerrar sustancialmente el equipo o al menos una parte del equipo por una cámara climática se proporciona una forma relativamente sencilla y económica de establecer un entorno controlado alrededor del equipo. Además, una cámara climática que encierra sustancialmente el equipo también tendría el efecto secundario de absorber el sonido, reduciendo de este modo el ruido emitido por el banco de pruebas.

25 En un aspecto de la invención, dicho banco de pruebas comprende un sistema de monitorización que monitoriza dicho equipo y/o dicho banco de pruebas durante dicha prueba.

El equipo se somete a prueba, entre otras razones, para extraer información importante del equipo, tal como la vida, la durabilidad, la eficacia del equipo y la capacidad y calidad general. Por lo tanto, es ventajoso proporcionar el banco de pruebas con un sistema de monitorización para recoger ésta u otra información que se va a usar para el análisis del equipo sometido a prueba.

30 En un aspecto de la invención, dichos medios de ajuste de ángulo comprenden uno o más accionadores lineales para situar dicho banco de pruebas o una parte de dicho banco de pruebas que comprende dicho equipo en dicho ángulo de elevación.

Es ventajoso el uso de accionadores lineales para situar el equipo en un ángulo de elevación, ya que los accionadores lineales son una forma sencilla y económica de inclinar la parte del banco de pruebas sobre el que se coloca el equipo.

35 En un aspecto de la invención, dicho uno o más accionadores lineales son cilindros hidráulicos.

Un cilindro hidráulico puede levantar una carga relativamente grande en comparación con su tamaño, lo que es ventajoso, ya que permite un diseño más ventajoso de un banco de pruebas.

En un aspecto de la invención, dichos medios de aplicación de carga comprenden medios para aplicar una carga axial a un árbol de entrada de dicho equipo.

40 Aparte del par, normalmente el generador sólo experimenta fuerzas axiales en el árbol de entrada (si los componentes del tren de accionamiento están alineados correctamente durante el montaje) durante el funcionamiento normal de la turbina eólica y por lo tanto, es ventajoso para permitir que el banco de pruebas pueda aplicar una carga axial sobre el árbol de entrada del equipo sometido a prueba.

45 En un aspecto de la invención, dicho medio para aplicar una carga axial comprende medios para ajustar de forma dinámica dicha carga axial.

El tamaño de una carga axial sobre el equipo en una turbina eólica en funcionamiento podría variar con la velocidad del viento, la producción de potencia u otros para permitir una prueba realista o acelerada, podría ser ventajoso para permitir que la carga axial se pueda variar y/o ajustar con el tiempo.

50 La invención proporciona además un procedimiento para someter a prueba un equipo de turbina eólica. El procedimiento comprende las etapas de

- situar el equipo en un banco de pruebas,

- establecer el equipo en un ángulo de elevación por medio de medios de ajuste de ángulo del banco de pruebas, y
- aplicar directa o indirectamente una carga al equipo por medio de medios de aplicación de carga del banco de pruebas.

5 Es ventajoso situar el equipo en un ángulo de elevación mientras se tensa el equipo aplicando al mismo tiempo una carga al equipo, ya que de este modo es posible realizar una prueba más eficaz y/o realista.

Hay que destacar que la expresión "situar dicho equipo en un banco de pruebas", no debe entenderse únicamente como el banco de pruebas alrededor del equipo durante la prueba. "En" es sólo una preposición entre muchas que se pueden usar en este sentido, tales como "a" o "sobre".

10 Además, la invención proporciona un procedimiento adicional para someter a prueba un equipo de turbina eólica. El procedimiento comprende las etapas de

- establecer un banco de pruebas en un ángulo de elevación por medio de medios de ajuste de ángulo del banco de pruebas, y
- situar el equipo en el banco de pruebas, y
- aplicar directa o indirectamente una carga al equipo por medio de medios de aplicación de carga del banco de pruebas.

15

Por ejemplo, si se fueran a someter a prueba sucesivamente muchos generadores con el mismo ángulo de elevación podría ser ventajoso establecer el banco de pruebas en el ángulo de elevación deseado y, posteriormente, someter a prueba el equipo sin cambiar el ángulo de elevación entre reemplazos del equipo de prueba, por ejemplo, para ganar tiempo.

20 En un aspecto de la invención, este ángulo de elevación se puede ajustar de forma fija o dinámica durante dicha prueba.

En un aspecto de la invención, dicho ángulo de elevación se establece para corresponder sustancialmente con un ángulo de funcionamiento normal de dicho equipo, por ejemplo, el ángulo de un tren de accionamiento en una góndola en relación con una torre.

25 En un aspecto de la invención, un árbol de entrada de dicho equipo gira por medios de accionamiento de dicho banco de pruebas durante la prueba.

En un aspecto de la invención, la carga se aplica a dicho equipo conectando un generador de dicho equipo a una red de suministro o medio de simulación de red de suministro.

30 En un aspecto de la invención, dichos medios de simulación de red de suministro comprenden medios para ajustar de forma dinámica el voltaje de la red y la frecuencia de red.

En un aspecto de la invención, se aplica carga axial y/o radial a un árbol de entrada de dicho equipo durante la prueba.

En un aspecto de la invención, uno o más parámetros climáticos, tales como la temperatura, la humedad y la presión de aire del entorno de al menos una parte de dicho equipo se controlan durante la prueba.

35 En un aspecto de la invención, dicho equipo y/o dicho banco de pruebas se monitoriza por un sistema de monitorización durante la prueba.

Figuras

La invención se describirá a continuación con referencia a figuras, en las que

la figura 1 ilustra una turbina eólica moderna grande conocida en la técnica, vista desde el frente,

40 la figura 2 ilustra una sección transversal de una realización de góndola simplificada conocida en la técnica, vista de lado,

la figura 3 ilustra una realización de un banco de pruebas que somete a prueba un generador de turbina eólica, vista de lado,

la figura 4 ilustra un banco de pruebas durante el montaje del generador de turbina eólica, visto en perspectiva,

la figura 5 ilustra un banco de pruebas durante la prueba de un equipo de turbina eólica, visto en perspectiva, y

45 la figura 6 ilustra una disposición de una realización de un banco de pruebas, vista en perspectiva.

Descripción detallada

La figura 1 ilustra una turbina eólica moderna 1, que comprende una torre 2 colocada sobre una base y una góndola de turbina eólica 3 situada en la parte superior de la torre 2. El rotor de turbina eólica 4, que comprende tres aspas 5 de turbina eólica, está conectado a la góndola 3 a través del árbol de baja velocidad que se extiende fuera de la parte frontal de la góndola 3.

La figura 2 ilustra una sección transversal simplificada de una góndola 3, vista de lado,

Las góndolas 3 se presentan en múltiples variaciones y configuraciones, pero en la mayoría de los casos, el tren de accionamiento 14 en la góndola 3 casi siempre comprende uno o más de los componentes siguientes: una caja de engranajes 6, un acoplamiento (no mostrado), algún tipo de sistema de frenado 7 y un generador 8. Una góndola 3 de una turbina eólica moderna 1 también puede incluir un transformador 9, un inversor (no mostrado) y equipo periférico adicional, tal como equipo de manejo de potencia adicional, armarios de control, sistemas hidráulicos, sistemas de refrigeración y más.

El peso de toda la góndola 3 incluyendo los componentes de góndola 6, 7, 8, 9 se sostiene por una estructura de soporte de carga 10. Los componentes de 6, 7, 8, 9 se colocan normalmente sobre y/o se conectan a esta estructura de soporte de carga común 10. En esta realización simplificada, la estructura de soporte de carga 10 sólo se extiende a lo largo del fondo de la góndola 3, por ejemplo, en forma de un armazón de base al que se conectan algunos o todos los componentes 6, 7, 8, 9. En otra realización, la estructura de soporte de carga 10 podría comprender una campana de engranajes que transfiere la carga del rotor 4 a la torre 2, o la estructura de soporte de carga 10 podría comprender varias partes interconectadas, tales como un enrejado.

En esta realización de la invención, el tren de accionamiento 14 se establece en un ángulo de funcionamiento normal NA de 8° en relación a un plano perpendicular a la torre 2, un eje central a través de la torre 2 y un plano horizontal. El tren de accionamiento 14 se inclina, entre otras razones, para permitir que el rotor 4 se pueda inclinar de forma correspondiente, por ejemplo, para garantizar que las aspas 5 no toquen la torre 2, para compensar las diferencias en la velocidad del viento en la parte superior e inferior del rotor 4 y otras.

La figura 3 ilustra una realización de un banco de pruebas 12 que somete a prueba un generador de turbina eólica 8, vista de lado.

En esta realización, el banco de pruebas 12 está configurado para someter a prueba un generador de turbina eólica 8. Ya que se usa un generador 6 para producir potencia de forma óptima sustancialmente a la misma velocidad de rotación que la velocidad de rotación nominal de la mayoría de los motores eléctricos 15, el medio de accionamiento 13 de este banco de pruebas 12 no comprende una caja de engranajes, haciendo que el árbol de salida del motor del banco de pruebas 15 se acople más o menos directamente al árbol de entrada 21 del generador 8 a través de un acoplamiento 18, un adaptador de árbol 24 y un sistema de frenado 17 del banco de pruebas 12. En otra realización, el medio de accionamiento 13 podría comprender además una caja de engranajes.

Ya que se somete a prueba el generador 8 sin la estructura de soporte de carga 10 que podría definir su orientación en una góndola 3, el banco de pruebas 12 en esta realización está provisto de un medio de ajuste de ángulo 16 en forma de dos accionadores lineales 32 y dos juntas rotativas 20, permitiendo que el generador 8 se pueda someter a prueba en un ángulo de elevación A siendo un ángulo de prueba del banco de pruebas 12.

El ángulo de elevación A correspondería durante la prueba al ángulo de funcionamiento normal NA en relación a un plano horizontal cuando el generador 8 se monta en una turbina eólica de funcionamiento 1.

En esta realización, el generador 8 se conecta a medios de simulación de red aplicando una carga indirecta al árbol de entrada 21 del generador 8, ya que cuando se conectan a estos medios de simulación de red, es posible simular distintas situaciones en las que el generador produce potencia haciendo que la parte del rotor del generador 8 resista la rotación y, aplica de este modo carga al árbol de entrada 21.

En esta realización de la invención, el banco de pruebas 12 comprende medios de reducción de ruido 28 en forma de una cámara de absorción de sonido 28 que encierra sustancialmente una parte del medio de accionamiento 13 del banco de pruebas 12 (a saber, el motor eléctrico (15) que proporciona una rotación del árbol de entrada 21 del generador permitiendo de este modo que el ruido producido en particular por el motor eléctrico 15 se absorba por la cámara 28, reduciendo de este modo la emisión de sonido del banco de pruebas 12.

En esta realización de la invención, el banco de pruebas 12 comprende además medios de control climático 29 en forma de una cámara climática 29 que encierra sustancialmente el generador de turbina eólica 8 que se somete a prueba en el banco 12.

La figura 4 ilustra un banco de pruebas 12 durante el montaje del generador de turbina eólica 8, visto en perspectiva.

En esta realización, el banco de pruebas 12 está en posición sustancialmente horizontal cuando el generador de turbina eólica 8 se levanta sobre y se conecta rígidamente al banco 12. Antes de que comience la prueba, el medio de

ajuste de ángulo 16 del banco de pruebas 12 inclinaría el equipo 22 en un ángulo de elevación A y cuando finaliza la prueba, el banco 12 se desciende hasta una posición sustancialmente horizontal de nuevo, mientras que se retira el equipo sometido a prueba. Se pueden aplicar varios pasadores de soporte móviles manualmente 27 en el aguilón 30 del banco de pruebas 12 lo que fijaría perfectamente el banco de pruebas en una posición deseada.

5 En otra realización de la invención, el banco de pruebas 12 se establecería en un ángulo de elevación A deseado antes de que el equipo 22 se sitúe sobre el banco de pruebas 12. Aunque esta situación podría complicar el procedimiento de montaje y desmontaje del equipo 22 podría ser ventajoso, por ejemplo, si se van a someter a prueba un número elevado de generadores sucesivos 8 en el mismo ángulo de elevación A. Al no tener que inclinar el banco de pruebas 12 adelante y atrás entre el ángulo horizontal y el de elevación de prueba A para cada nuevo generador 8 se podría
10 ganar tiempo.

En esta realización, el equipo sometido a prueba 22 se conecta rígidamente a una parte superior 23 del banco de prueba 12 y el medio de ajuste de ángulo 16 inclina toda la parte superior 23 del banco de pruebas 12 (incluyendo el equipo 22 y el medio de accionamiento 13) en relación con una parte inferior fija 15, que está conectada rígidamente al suelo. En otra realización, el medio de ajuste de ángulo 16 puede comprender además medios para separar la
15 inclinación de la parte de la parte superior 23 a la que se unió el equipo sometido a prueba 22, haciendo que los medios de accionamiento 13 o la mayoría de los medios de accionamiento 13 mantengan una posición fija en un ángulo fijo en relación con la parte superior 23 en todo momento.

En otra realización, la parte superior sólo comprendería sustancialmente la parte sobre la que se une el equipo sometido a prueba, haciendo que el resto del banco de pruebas 12, incluyendo el medio de accionamiento 13 o la mayoría de los medios de accionamiento 13 mantenga una posición fija en un ángulo fijo en relación con un plano horizontal en todo momento. Esta configuración exigiría que la rotación del medios de accionamiento 13 se pueda transferir al árbol de entrada 21 del equipo sin importar sustancialmente las diferencias de ángulos, que se podrían permitir, por ejemplo, compensando el medio de accionamiento 13 de un lado y después conectando el medio de accionamiento 13 al árbol de entrada 21 del equipo 22 por medio de un accionamiento por correas, un accionamiento
20 por cadenas o similares (no mostrado), permitiendo de este modo un movimiento vertical sustancialmente libre del equipo, mientras que el medio de accionamiento permanece en una posición fija.

La transferencia de rotación desde el medio de accionamiento 13 al equipo 22, lo que permite un movimiento relativo entre el equipo 22 y el medio de accionamiento 13, también se puede activar mediante varios cardanes o juntas universales (no mostrado).

30 Ambas configuraciones mencionadas anteriormente, entre otras cosas, permitirían que el medio de aplicación de carga 19 pueda comprender medios de inducción de vibración (no mostrado), lo que puede inducir vibraciones en el equipo sometido a prueba sustancialmente sin que vibre el medio de accionamiento 13.

Naturalmente, esto exigiría un acoplamiento muy flexible 18 entre el medio de accionamiento 13 y el equipo de 22 para garantizar que las vibraciones no se transfirieron al medio de accionamiento 13, lo que podría dañar el medio de
35 accionamiento 13 o al menos reducir su vida.

En esta realización de la invención, el banco de pruebas 12 no comprende otros medios de aplicación de carga 19 distintos de la red de suministro o el medio de simulación de red de suministro del banco de pruebas 12 proporcionando una carga indirecta al equipo, pero en otra realización, el banco 12 podría estar dotado de medios de aplicación de carga, 19, que aplican una carga axial que se puede ajustar de forma dinámica 26 al árbol de entrada 21 del equipo 22 como se indica por las flechas en la figura. Esto se podría realizar para simular una carga axial inducida en el equipo en la vida real. En otra realización, el banco 12 también podría estar provisto de otros medios de aplicación de carga 19, tales como medios que aplican carga sustancialmente radial al árbol de entrada 21 del equipo
40 22.

En otra realización de la invención, las bridas de conexión del banco de pruebas 12 (a las que se une el equipo 22 durante la prueba) también podrían comprender medios para proporcionar carga al equipo 22, por ejemplo, algún tipo de medio de aplicación de de carga 19 que aplique una carga simulando un mecanismo de oscilación (no mostrado) de una turbina eólica 1 o el banco de pruebas 12 podría aplicar carga a otra parte del equipo sometido a prueba 22, tal como una estructura de soporte de carga 10 de una góndola 3 o un árbol de salida del equipo sometido a prueba 22, o de cualquier otra forma aplicar carga al equipo sometido a prueba 22, por ejemplo, para incrementar la eficacia y/o el
45 realismo de la prueba.

La figura 5 ilustra un banco de pruebas 12 durante la prueba del equipo de turbina eólica 22, visto en perspectiva.

En esta realización de la invención, la parte superior 23 del banco de pruebas 12 se inclina hasta un ángulo de elevación A de aproximadamente 8° en relación con la parte inferior fija 25. La junta rotativa 20 entre la parte superior 23 y la parte inferior 25 en esta realización se forma por partes de placa de la parte superior 23 y la parte inferior 25 unidas entre sí y conectadas a un pasador rotativo común 31, pero en otra realización, la junta rotativa 20 se podría activar por medio de cojinetes (cojinetes de bolas, agujas, rodillos, deslizantes o bien cualquier combinación de los mismos) o por medio de la colocación de la parte superior 23 en la plataforma de la parte inferior 25 o de cualquier otra forma que permita un movimiento rotativo sustancialmente libre entre las partes 23, 25.
55

Los medios de ajuste de ángulo 16 comprenden además dos accionadores lineales 32 (en este caso, en forma de dos cilindros hidráulicos), pero en otra realización, los accionadores lineales 32 podrían ser cilindros neumáticos, ejes accionados por motor u otros o los medios de ajuste de ángulo 16 pueden comprender una polea, un torno, un motor de engranaje que actúe directa o indirectamente (por ejemplo, a través de una cadena) sobre un árbol rotativo del banco 12 o la adaptación se podría realizar simplemente por el uso de una grúa.

En esta realización, la parte superior 23 se mantiene fija durante la prueba, pero en otra realización, el medio de ajuste de ángulo 16 u otros podrían inducir oscilaciones o vibraciones al equipo sometido a prueba 22 durante la prueba, por ejemplo, para simular oscilaciones de la torre 2, vibraciones de las aspas 5, de otro equipo de turbina de viento u otros para establecer un escenario de carga realista.

En esta realización de la invención, el banco 12 somete a prueba un generador 8, que 3 está conectado a un medio de simulación de red, permitiendo que el generador 8 durante la prueba pueda actuar indirectamente como un medio de aplicación de carga del banco de pruebas 12, ya que es posible simular diferentes situaciones de red, tales como situaciones de sobrecarga extremas, situaciones de fallo, cortocircuitos y otros. Las diferentes situaciones de la red aplicarán, de este modo a través del generador 8, indirectamente diferentes situaciones de carga sobre el equipo sometido a prueba 22.

En otra realización, el generador 8 se podría conectar simplemente a red de suministro del mismo modo que estaría en una turbina eólica en funcionamiento 1.

En esta realización de la invención, una parte principal del medio de accionamiento 13 está encerrada en una cámara de absorción de sonido 28 para reducir el ruido emitido por el banco de pruebas 12. En otra realización, la totalidad del banco de pruebas 12 podría estar encerrado en una cámara de absorción de sonido 28 o las partes individuales que producen sonido del banco de pruebas 12 se podrían equipar individualmente con medios de reducción de ruido 28. En esta realización, los medios de reducción de ruido 28 son pasivos, pero en otra realización, los medios 28 podrían ser activos, por ejemplo, proporcionando ruido en antifase u otros.

En esta realización, el equipo sometido a prueba 22 se encierra sustancialmente por una cámara climatizada 29, lo que permite que la temperatura dentro de la cámara 29 se pueda ajustar y controlar libremente entre -45° y +55° Celsius cuando el equipo 22 está inactivo y no está funcionando y entre -40° y +90° Celsius durante el funcionamiento del equipo 22. Estos intervalos de temperatura son suficientes, en la presente realización de la invención, para proporcionar un entorno eficaz y/o realista del equipo sometido a prueba 22, pero en otra realización, el banco 12 podría comprender medios para controlar la temperatura ambiente del equipo 22 dentro de diferentes intervalos y los medios de control climático 29 podrían comprender además medios para controlar otros parámetros climáticos, tales como la humedad y/o la presión de aire.

La figura 6 ilustra una disposición de una realización de un banco de pruebas 12, vista en perspectiva.

En esta realización de la invención, la estructura de soporte de la parte superior 23 y la parte inferior 25 del banco de pruebas 12 está fabricada de un enrejado fijado mayoritariamente por soldadura de tubos de acero o vigas en los que entre un número de miembros de refuerzo en forma de placas de perfil trapezoidal se fijan por soldadura. Las placas de perfil trapezoidal son placas formadas como una parte recta seguida por dos, por ejemplo, dobladas 45° en direcciones opuestas y después otra parte recta desplazada de la primera, después de dos de 45° de nuevo y así sucesivamente. Al proporcionar las zonas abiertas del enrejado con estas placas perfiladas, la estructura de soporte del banco de pruebas 12 se vuelve muy fuerte y rígida.

En otra realización de la invención, la estructura de soporte del banco de pruebas 12 se podría fabricar de una multitud de formas diferentes, tales como una estructura principalmente conectada por medios de fijación tales como pernos, tornillos o remaches, se podría moldear parcial o completamente en hierro fundido o cemento, podría ser cualquier combinación de las técnicas mencionadas anteriormente o cualquier otra técnica que garantice que el banco de pruebas 12 sea lo suficientemente rígido para transferir las cargas deseadas en las cantidades deseadas en las ubicaciones deseadas de forma satisfactoria para garantizar que los resultados de la prueba son tan seguros como sea posible.

En esta realización de la invención, la estructura de soporte del banco de pruebas 12 comprende además varios medios de amortiguación de vibración en forma de placas de caucho estratégicamente colocadas entre los tubos de acero de la estructura de soporte del banco de pruebas 12 y proporcionando los puntos de conexión o puntos de soporte con el suelo con medios de amortiguación de vibración que evitan que se transmita sustancialmente cualquier vibración del banco de pruebas 12 al suelo.

En otra realización de la invención, el banco de pruebas 12 podría comprender otros tipos de medios de amortiguación de vibración, tales como medios de amortiguación activos, proporcionando el banco de pruebas 12 con depósitos de líquido de amortiguación de vibración proporcionado el banco 12 con absorbentes de choque estratégicamente colocados u otros.

En esta realización, todo el banco de pruebas 12 está rodeado por un andamiaje 11, que permite el acceso al banco 12 desde todos los lados.

La invención se ha ejemplificado anteriormente con referencia a ejemplos específicos de bancos de prueba 12, equipo de turbina eólica 22, medios de aplicación de carga 19, medios de ajuste de ángulo 16 y otros. Sin embargo, debe entenderse que la invención no está limitada a los ejemplos particulares descritos anteriormente, sino que se puede diseñar y alterar en una multitud de variedades dentro del alcance de la invención, como se especifica en las reivindicaciones.

5

Lista

1. Turbina eólica
2. TOC
3. Caja de engranajes
- 10 4. Rotor
5. Aspas
6. Caja de engranajes
7. Sistema de frenado
8. Generador
- 15 9. Transformador
10. Estructura de soporte de carga
11. Andamiaje
12. Banco de pruebas
13. Medio de accionamiento
- 20 14. Tren de accionamiento
15. Motor eléctrico
16. Medio de ajuste de ángulo
17. Sistema de frenado del banco de pruebas
18. Acoplamiento del banco de pruebas
- 25 19. Medios de aplicación de carga
20. Junta rotativa
21. Árbol de entrada
22. Equipo de turbina eólica
23. Brida de conexión de torre
- 30 24. Adaptador de árbol
25. Parte inferior del banco de pruebas
26. Carga axial
27. Pasador de soporte
28. Medio de reducción de ruido
- 35 29. Medio de control climático

- 30. Aguilón
- 31. Pasador rotativo
- 32. Accionador lineal
- A. Ángulo de prueba de equipo
- 5 NA. Ángulo de funcionamiento normal de equipo

REIVINDICACIONES

1. Un banco de pruebas (12) para someter a prueba un equipo de turbina eólica (22), comprendiendo dicho banco de pruebas (12)

5 uno o más medios de aplicación de carga (19) que aplican directa o indirectamente carga a dicho equipo (22) durante dicha prueba,

caracterizado porque dicho banco de pruebas (12) comprende medios de ajuste de ángulo (16) para ajustar un ángulo de elevación (A) de dicho equipo (22) en relación con un plano horizontal.
2. Un banco de pruebas (12) de acuerdo con la reivindicación 1, en el que dichos medios de ajuste (16) comprenden medios para ajustar dicho ángulo de elevación (A) para corresponder sustancialmente con un ángulo de funcionamiento normal (NA) de dicho equipo (22), por ejemplo, el ángulo de un tren de accionamiento (14) en una góndola (3) en relación con una torre (2).

10
3. Un banco de pruebas (12) de acuerdo con la reivindicación 1 ó 2, en el que el medio de accionamiento (13) de dicho banco de pruebas (12) gira un árbol de entrada (21) de dicho equipo (22) durante la prueba.
4. Un banco de pruebas (12) de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones precedentes, en el que dicho equipo (22) son componentes del tren de accionamiento de la turbina eólica (14) tales como cojinete principal, caja de engranajes (6) y generador (8), y en el que dicho generador (8) está conectado a una red de suministro o un medio de simulación de red de suministro.

15
5. Un banco de pruebas (12) de acuerdo con la reivindicación 4, en el que dicha red de suministro o medio de simulación de red de suministro es un medio de aplicación de carga indirecto (19) de dicho banco de pruebas (12).

20
6. Un banco de pruebas (12) de acuerdo con la reivindicación 4 ó 5, en el que dichos medios de simulación de red de suministro comprenden medios para ajustar de forma dinámica el voltaje de red y la frecuencia de red.
7. Un banco de pruebas (12) de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones precedentes, en el que al menos uno de dichos uno o más medios de aplicación de carga (19) comprenden medios para aplicar carga axial y/o radial (26) a un árbol de entrada (21) de dicho equipo (22).

25
8. Un banco de pruebas (12) de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones precedentes, en el que dicho equipo (22) es un generador de turbina eólica (8).
9. Un banco de pruebas (12) de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones precedentes, en el que dicho banco de pruebas (12) comprende medios de control climático (29) para controlar sustancialmente uno o más parámetros climáticos tales como la temperatura, la humedad y la presión de aire del entorno de al menos una parte de dicho equipo (22).

30
10. Un banco de pruebas (12) de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones precedentes, en el que dichos medios de ajuste de ángulo (16) comprenden uno o más accionadores lineales (32) para posicionar dicho banco de pruebas (12) o una parte de dicho banco de pruebas (12) que comprende dicho equipo (22) en dicho ángulo de elevación (A).

35
11. Un banco de pruebas (12) de acuerdo con la reivindicación 10, en el que dicho uno o más accionadores lineales (32) son cilindros hidráulicos.
12. Un banco de pruebas (12) de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones precedentes, en el que dichos medios de aplicación de carga (19) comprenden medios para aplicar una carga axial (26) a un árbol de entrada (21) de dicho equipo (22).

40
13. Un procedimiento para someter a prueba un equipo de turbina eólica (22), comprendiendo dicho procedimiento las etapas de
 - situar dicho equipo (22) en un banco de pruebas (12),
 - establecer dicho equipo (22) en un ángulo de elevación (A) en relación con un plano horizontal por medio de un medio de ajuste de ángulo (16) de dicho banco de pruebas (12), y
 - aplicar directa o indirectamente una carga a dicho equipo (22) por medio de medios de aplicación de carga (19) de dicho banco de pruebas (12).

45
14. Un procedimiento para someter a prueba un equipo de turbina eólica (22), comprendiendo dicho procedimiento las etapas de

- establecer un banco de pruebas (12) en un ángulo de elevación (A) en relación con un plano horizontal por medio de un medio de ajuste de ángulo (16) de dicho banco de pruebas (12),
 - situar dicho equipo (22) en dicho banco de pruebas (12), y
 - de forma directa o indirectamente aplicar una carga a dicho equipo (22) por medios de aplicación de carga (19) de dicho banco de pruebas (12).
- 5
15. Un procedimiento de acuerdo con la reivindicación 13 ó 14, en el que dicho ángulo de elevación (A) se puede ajustar de forma fija o dinámica durante dicha prueba.
16. Un procedimiento de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 13 a 15, en el que un árbol de entrada (21) de dicho equipo (22) se gira por medios de accionamiento (13) de dicho banco de pruebas (12) durante la prueba.
- 10
17. Un procedimiento de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 13 a 16, en el que se aplica carga a dicho equipo (22) conectando un generador (8) de dicho equipo (22) a una red de suministro o un medio de simulación de red de suministro.
18. Un procedimiento de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 13 a 17, en el que se aplica (26) una carga axial y/o radial a un árbol de entrada (21) de dicho equipo (22) durante la prueba.
- 15
19. Un procedimiento de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 13 a 18, en el que uno o más parámetros climáticos, tales como la temperatura, la humedad y la presión de aire del entorno de al menos una parte de dicho equipo (22) se controlan durante la prueba.

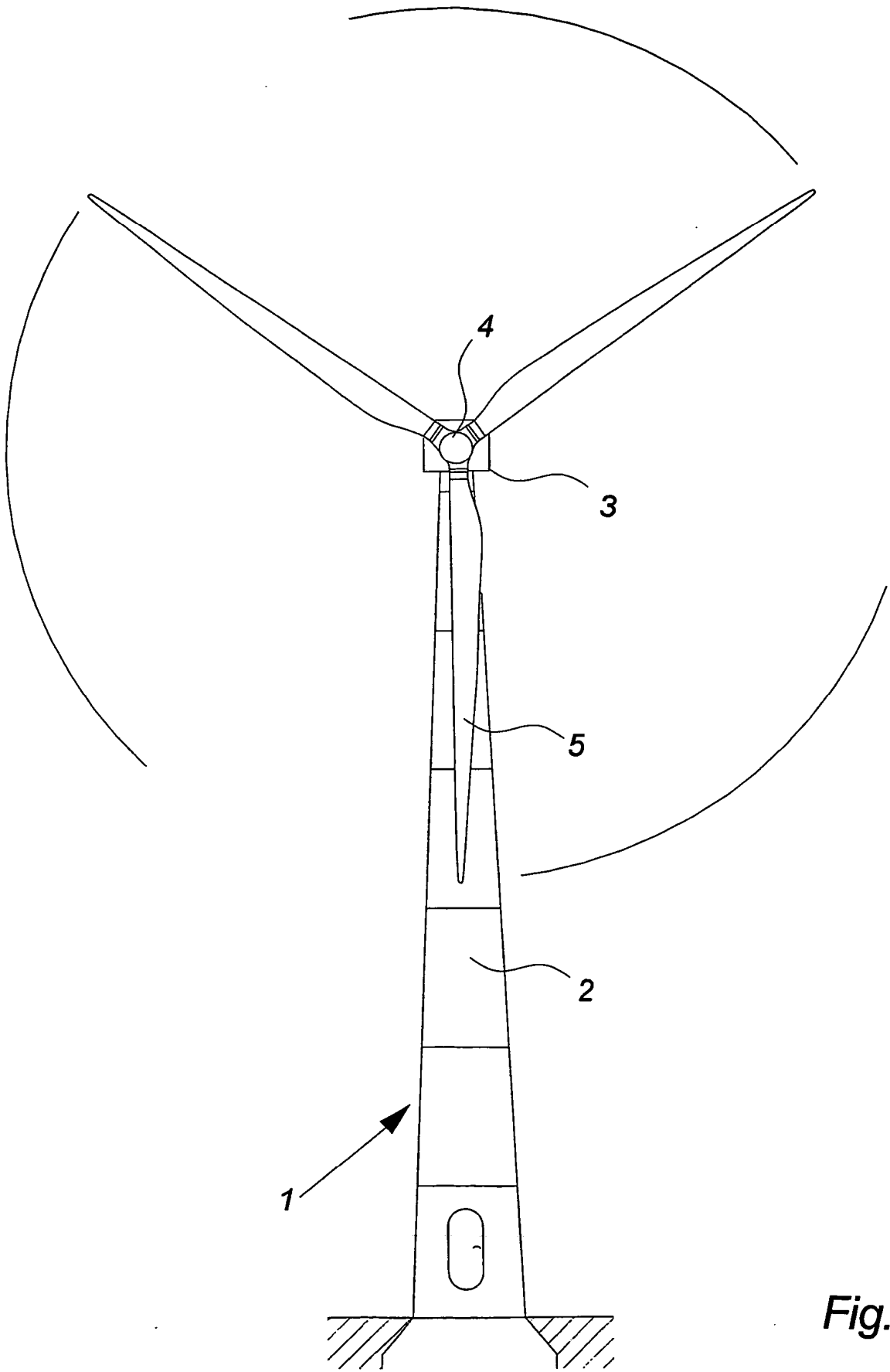


Fig. 1

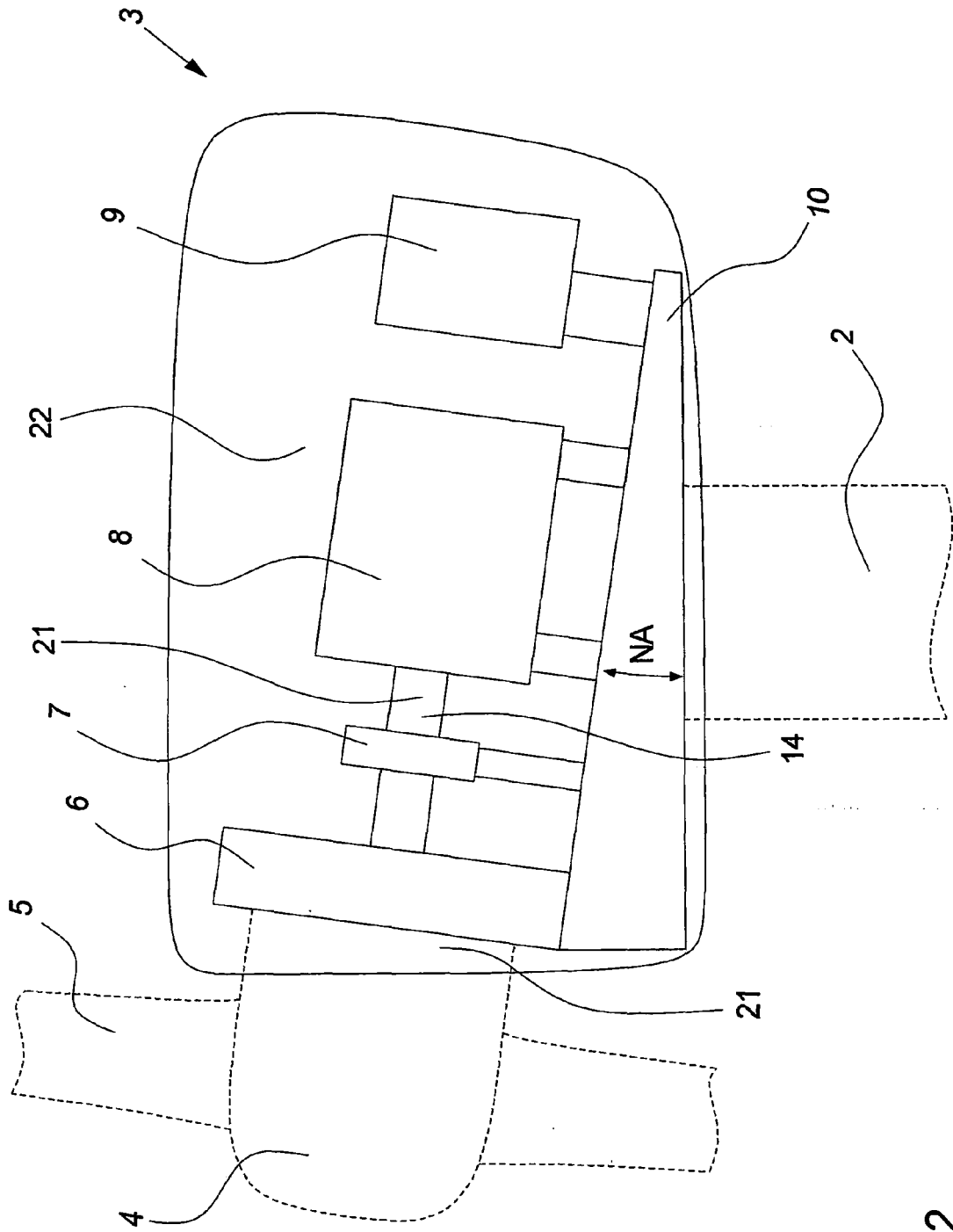


Fig. 2

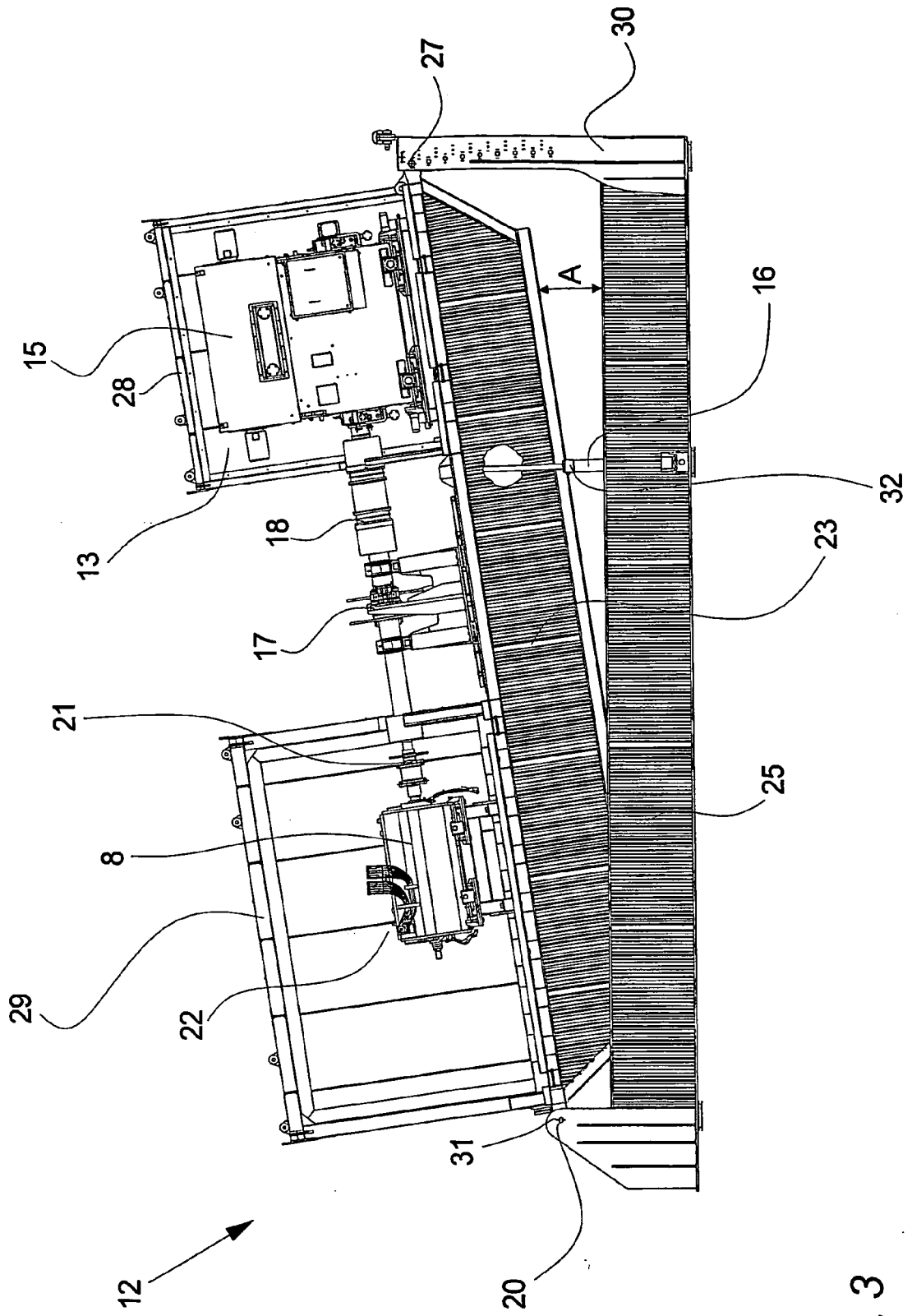


Fig. 3

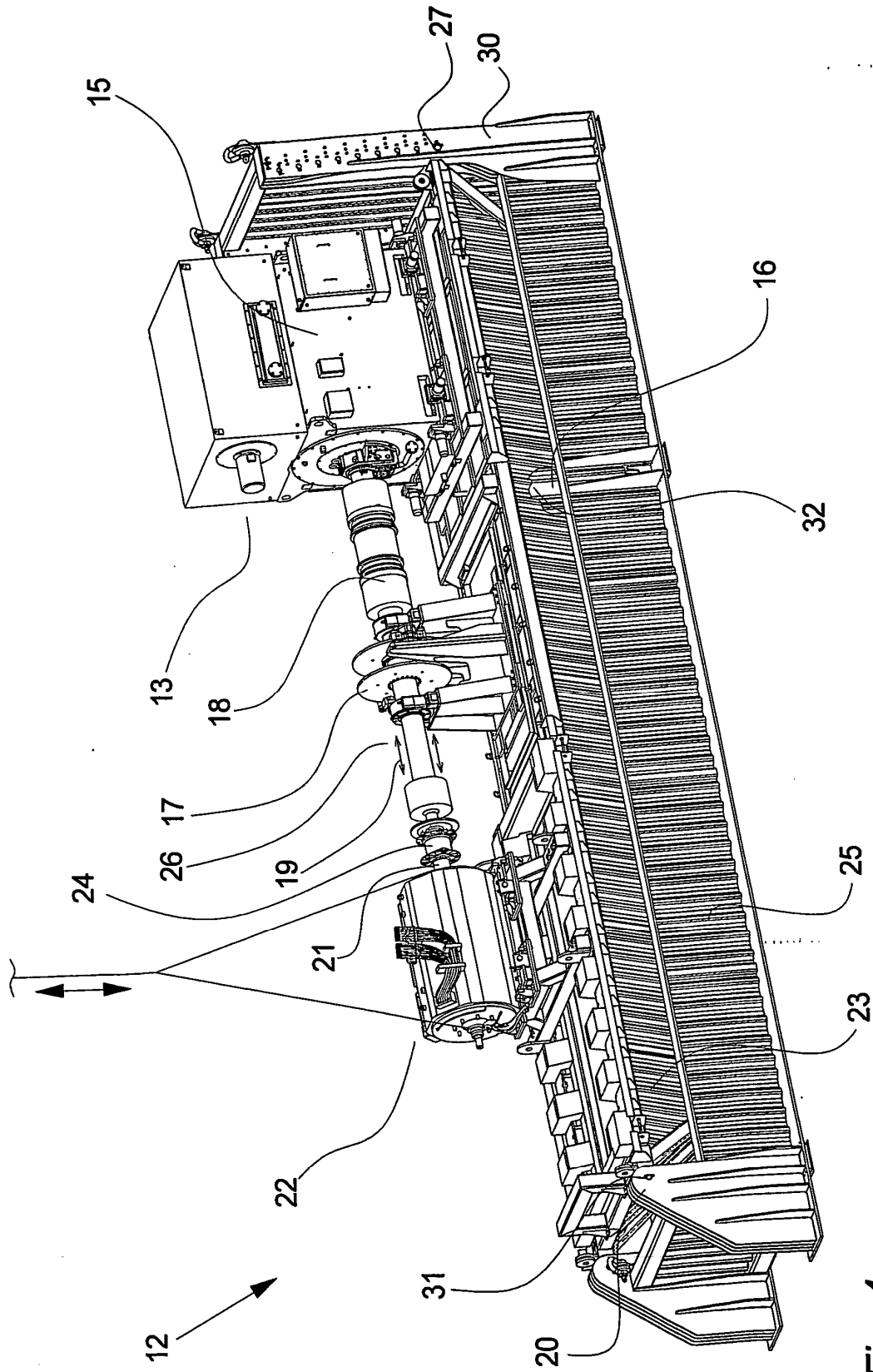


Fig. 4

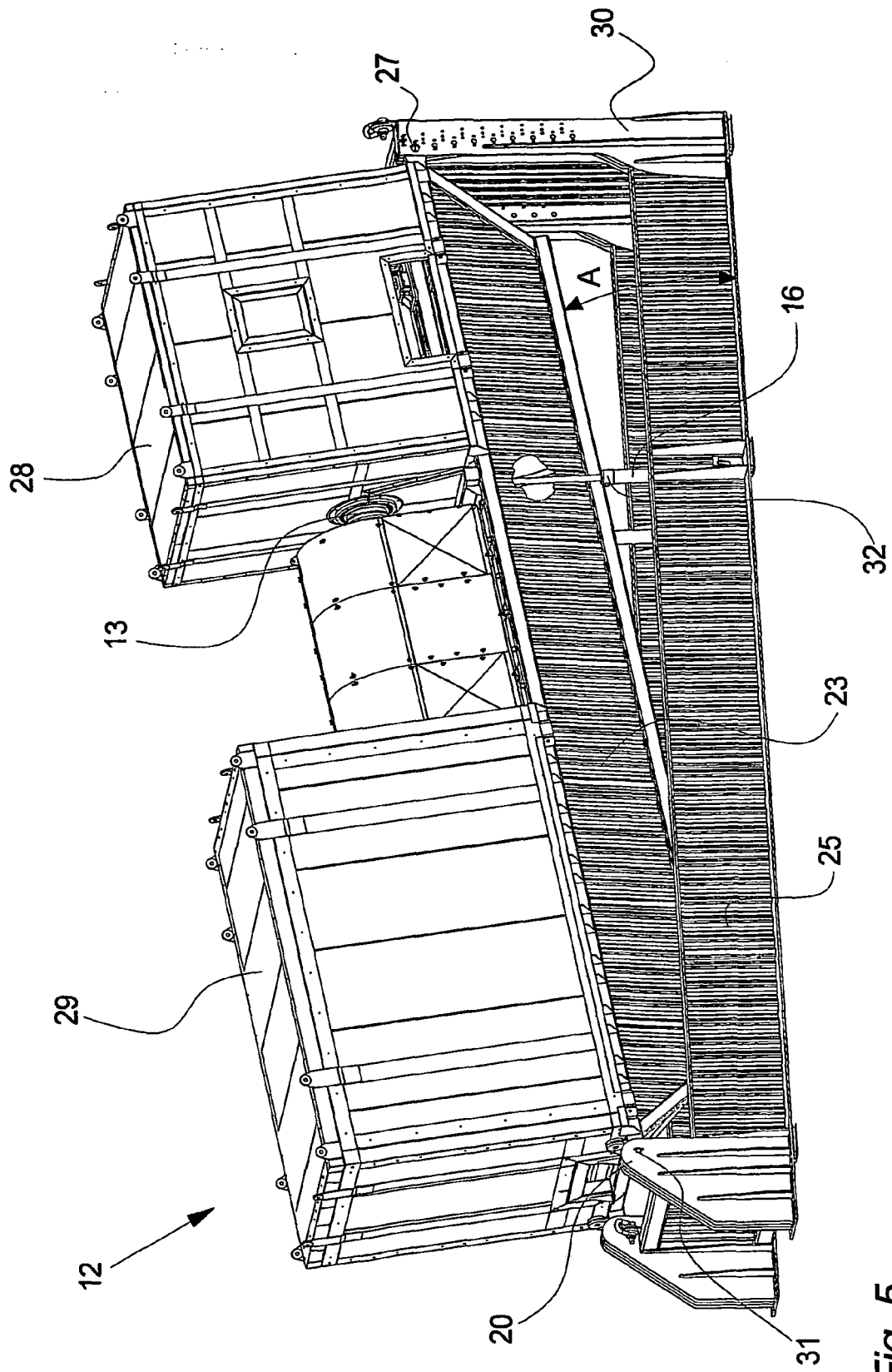


Fig. 5

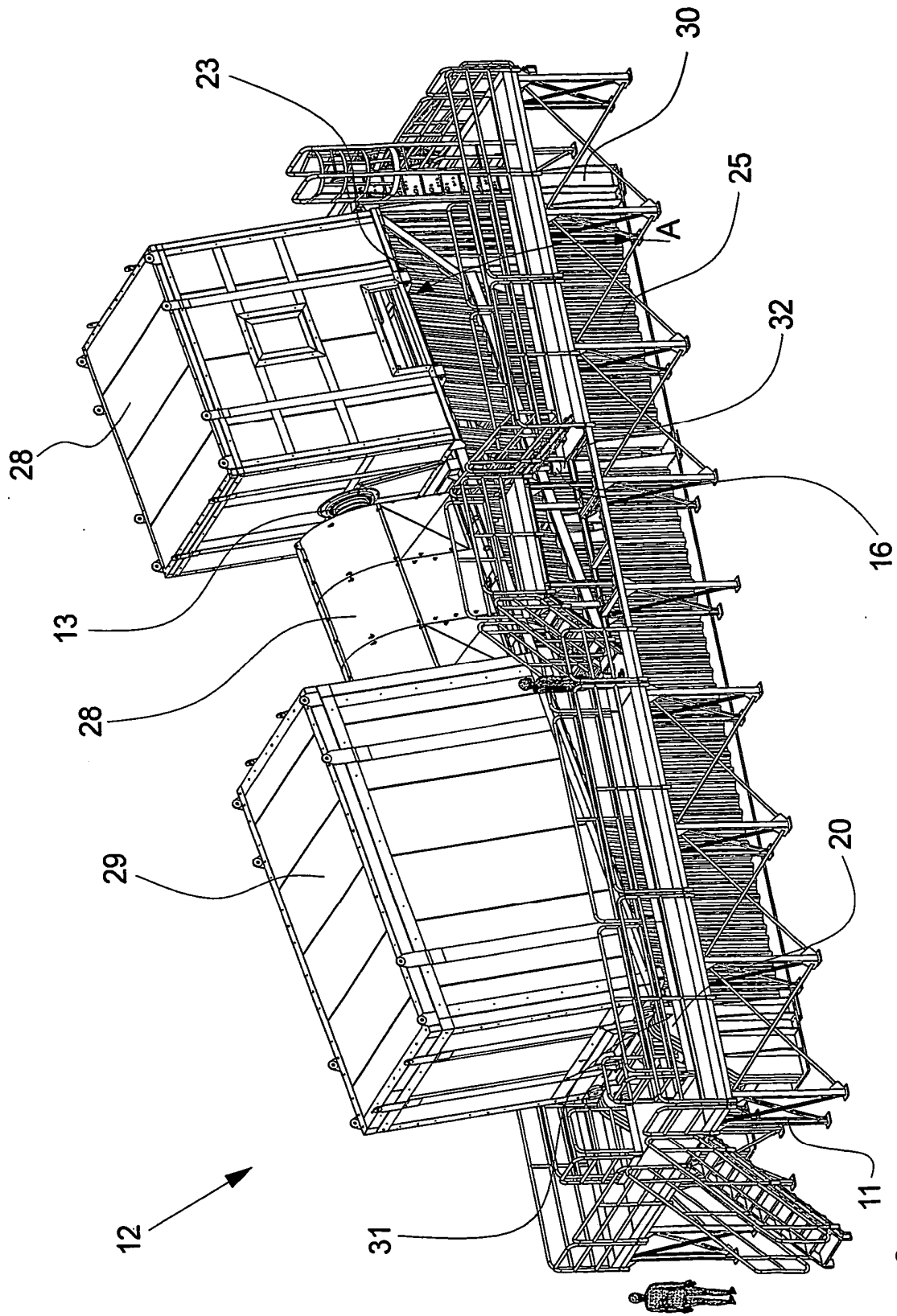


Fig. 6