

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 980 678**

51 Int. Cl.:

F03D 7/02 (2006.01)

F03D 13/10 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **21.06.2021** **PCT/EP2021/025216**

87 Fecha y número de publicación internacional: **30.12.2021** **WO21259518**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **21.06.2021** **E 21735154 (3)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **01.05.2024** **EP 4172495**

54 Título: **Suspensión reversible para un amortiguador de vibraciones durante la construcción y el desmontaje de una turbina eólica**

30 Prioridad:

24.06.2020 EP 20000224

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

02.10.2024

73 Titular/es:

FM ENERGIE GMBH & CO. KG (100.0%)

Im Rosengarten 16

64646 Heppenheim, DE

72 Inventor/es:

MITSCH, FRANZ

74 Agente/Representante:

ILLESCAS TABOADA, Manuel

ES 2 980 678 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

Suspensión reversible para un amortiguador de vibraciones durante la construcción y el desmontaje de una turbina eólica

- 5 La invención se refiere a un nuevo dispositivo de suspensión reversible y fácil de usar, mediante el cual se puede unir en el exterior un amortiguador de vibraciones a partes de una turbina eólica, en particular a la torre, a segmentos de torre y a la unidad de góndola-rotor. La invención se refiere en particular a una suspensión de un amortiguador de vibraciones, que es necesaria durante la construcción y el desmontaje de una turbina eólica para evitar o suavizar las vibraciones que aparecen en esta fase de construcción.
- 10 En los últimos años, las turbinas eólicas modernas se han vuelto cada vez más eficientes en términos de su capacidad para generar energía a partir de energía eólica. Esto requirió rotores más grandes; se utilizarán góndolas y generadores, así como torres más altas y resistentes, que deben soportar mayores cargas de la superestructura pero también deben soportar mayores fuerzas del viento y vibraciones. Sin embargo, las torres más altas, por razones de producción, peso y transporte, se componen de varios segmentos de torre individuales, que deben ensamblarse y montarse in situ mediante grúas o dispositivos similares.
- 15 Mientras que una turbina eólica completamente instalada se puede ajustar a las fuerzas de vibración que se producen durante el funcionamiento mediante el uso de un amortiguador de vibraciones que se adapta específicamente a la frecuencia natural de todo el sistema terminado, que generalmente está instalado permanentemente dentro de la turbina y, por lo tanto, puede ser en gran medida protegido de vibraciones no deseadas, durante o mientras dura la construcción de la turbina eólica que consta de varios segmentos de torre, la góndola y los rotores, surge el problema de vibraciones repentinas, incluyendo las provocadas por los vórtices de Karman. Además, un rotor unido contribuye a la amortiguación de la turbina eólica terminada. Dado que se monta en último lugar, la turbina sin terminar se encuentra en un estado menos amortiguado durante la construcción, lo que puede resultar problemático en determinadas condiciones.
- 20 Para solucionar este problema se ha hecho necesario, en particular en turbinas muy altas, utilizar amortiguadores de vibraciones especialmente adecuados para estos fines durante el montaje, que a menudo requiere mucho tiempo, que se unen convenientemente temporalmente en el lado exterior del componente en cuestión, por ejemplo en un segmento de torre, y se retiran nuevamente después de la construcción del respectivo componente.
- 25 El documento WO 2020/001720 A1 describe un procedimiento para la construcción de una turbina eólica usando al menos dos amortiguadores de vibraciones unidos temporalmente al exterior de la pared de torre.
- 30 En las solicitudes internacionales WO 2015/062608 A1 y WO 2014/040598 A1 se describe un mismo amortiguador de vibraciones pendular para una turbina eólica, que está suspendido de un sujetador mediante un gancho desmontable, en la que el sujetador puede unirse a diferentes alturas en la pared interior de la torre mediante un montaje y desmontaje correspondientemente complejo.
- 35 El documento EP 1 008 747 A2 divulga un amortiguador de vibraciones pendular de una turbina eólica, que está fijado mediante una junta elástica a una estructura de soporte que está unida de forma irreversible en el interior de la torre en el segmento superior.
- 40 La colocación y retirada temporal pero repetida de amortiguadores de vibraciones en el exterior del respectivo componente de la turbina requiere un esfuerzo relativamente alto por parte de numerosos trabajadores en el componente individual y en la estructura de torre parcialmente construida. En particular, los amortiguadores de vibraciones deben atornillarse varias veces en el segmento de torre respectivo y aflojarse nuevamente. Esto generalmente se hace perforando agujeros en la pared de torre desde el interior. Básicamente, se debe aplicar el mismo esfuerzo al retirar los amortiguadores de vibraciones de los distintos segmentos de torre. Esto no sólo requiere mucho tiempo, sino que también aumenta los costes de construcción o desmontaje de una turbina.
- 45 El objetivo consistía en reducir significativamente el tiempo, el esfuerzo y los costes relacionados con la instalación de un amortiguador de vibraciones durante la construcción o el desmontaje de una turbina eólica. Esto se puede conseguir mediante un nuevo dispositivo de suspensión, caracterizado más detalladamente a continuación y en las reivindicaciones, para un amortiguador de vibraciones que se puede utilizar para estos fines.
- 50 Por lo tanto, la materia objeto de la invención es una suspensión de uso reversible con al menos un punto de suspensión, preferentemente tres puntos de suspensión, para un amortiguador de vibraciones de una turbina eólica, adecuado para la construcción y/o el desmontaje de la torre, de los distintos segmentos de la torre y de la unidad de góndola/rotor o partes de la misma, en la que la fijación o extracción de dicho amortiguador de vibraciones en o desde la torre o segmento de torre o la unidad de góndola/rotor se realiza en el exterior y no requiere ningún medio de fijación adicional.
- La suspensión o el dispositivo de suspensión comprende:
- 55 - al menos un primer elemento de sujeción unido de forma permanente y

- al menos un segundo elemento de sujeción unido de forma permanente, en el que

(i) al menos dicho primer elemento de sujeción y al menos dicho segundo elemento de sujeción forman un punto de suspensión para el amortiguador de vibraciones en el componente correspondiente de la turbina en horizontal o vertical, y un elemento de sujeción está unido en el lado de la torre y el otro en el lado del amortiguador,

(ii) el al menos primer elemento de sujeción (3) está diseñado y equipado de tal manera que él o una parte del mismo puede insertarse en una abertura (2.10) del al menos segundo elemento de sujeción (2), dimensionada de forma correspondiente y apropiadamente alineada con el primer elemento de sujeción, y puede hundirse deslizando o resbalando hasta un punto extremo de apoyo fijo (2.5) en el otro extremo de la abertura (2.10) del al menos segundo elemento de sujeción, y

(iii) de este modo, el amortiguador de vibraciones (4) está firmemente conectado a la torre o al segmento de torre (1), tanto en la posición vertical como en la posición horizontal de la torre, el segmento de torre o la unidad de góndola/rotor en dicho punto extremo de apoyo únicamente por su gravedad efectiva, y se puede separar de la torre, segmento de torre o unidad góndola-rotor simplemente levantándolo y sacándolo del sujetador.

Dicho primer elemento de sujeción (3) se compone sustancialmente de un perno de sujeción (3.2) o pasador de sujeción, que es guiado y sujeto lateralmente, por ejemplo, por dos láminas de sujeción (3.3). El perno de sujeción o pasador de sujeción (3.2) es preferentemente redondo y tiene un diámetro que permite empujarlo dentro o fuera de dicha abertura (2.10) del segundo elemento de sujeción (2).

El diámetro del perno de sujeción (3.2) oscila entre 10 y 50 mm, dependiendo del peso del amortiguador y de la turbina eólica.

En un modo de realización preferido de la invención, el perno de sujeción (3.2) está delimitado en ambos lados por discos guía o placas guía (3.1) dispuestas perpendicularmente al eje del perno, que preferentemente están curvadas de forma redonda o cónica hacia fuera. Estos discos o placas facilitan la introducción del perno (3.2) en la abertura (2.10) del segundo elemento de sujeción (2).

El primer elemento de sujeción (3) se puede fijar tanto al amortiguador de vibraciones (4) como al componente de la turbina a conectar (torre, góndola).

Por lo tanto, el segundo elemento de sujeción (2) está previsto para recibir y fijar de forma reversible el elemento de sujeción (3) o su perno de sujeción (2). Como ya se ha mencionado, de acuerdo con la invención el elemento de sujeción (2) presenta una abertura (2.10) configurada al menos en parte como ranura (2.8) con un extremo frontal abierto, que sirve para introducir el elemento de sujeción (2), y un extremo trasero cerrado que actúa como punto extremo de bloqueo o apoyo (2.5) para el perno de sujeción (3.2). El diámetro de la ranura se selecciona de modo que pueda alojar dicho perno de sujeción (3.2), en la que el perno de sujeción se introduce en la ranura de modo que el eje del perno de sujeción quede dispuesto perpendicular al eje longitudinal de la ranura (2.8). El extremo trasero cerrado de la ranura (2.8) está diseñado de forma y tamaño adecuados para que represente el punto extremo de apoyo (2.5) para el perno de sujeción (3.2).

De acuerdo con la invención, la abertura (2.10) o la ranura (2.8) del segundo elemento de sujeción (2) presenta con su punto extremo de apoyo (2.5) un ángulo de inclinación (5') con respecto a una superficie de la parte de la turbina al que se fija el elemento de sujeción (2). Esto facilita, por un lado, la inserción del elemento de sujeción (3) con su perno de sujeción (3.2), pero, por otro lado, garantiza que el amortiguador de vibraciones (4) quede montado de forma segura una vez que se haya erigido el componente correspondiente de la turbina.

La abertura (2.10) no sólo comprende, como se describe, la ranura (2.8) con el punto extremo de apoyo (2.5), sino también al menos una superficie deslizante o resbaladiza (2.4)(2.6) para el elemento de sujeción (2) en el extremo abierto opuesto. Preferentemente, la ranura (2.8) presenta en el extremo abierto dos superficies deslizantes/resbaladizas opuestas, lo que hace posible, de acuerdo con la invención, que el componente que está conectado de forma permanente con el elemento de sujeción (3) (amortiguador de vibraciones o segmento de torre/góndola) tanto para estar tumbado como para estar de pie, se pueda montar o desmontar (ver más abajo). En este caso, las dos superficies deslizantes/resbaladizas (2.4)(2.6) presentan entre sí un ángulo.

En general, de acuerdo con la invención es necesario y está previsto un ángulo de inclinación de las superficies deslizantes/resbaladizas (2.4)(2.6) o de la ranura (2.8), cuyo valor puede deducirse de las correspondientes propiedades del material (preferentemente acero sobre acero) y la fricción por deslizamiento que se deriva de ello y está determinado por la capacidad requerida del primer elemento de sujeción (3) para deslizarse de forma independiente sobre la superficie respectiva, es decir, sólo por gravedad, y para resbalar a lo largo de la ranura hasta la punto extremo de apoyo (2.5). El factor de fricción efectivo se puede reducir usando lubricantes, de modo que sean posibles ángulos de inclinación más pequeños. Incluso a determinados ángulos se puede mejorar el comportamiento de deslizamiento mediante lubricación.

- En un primer modo de realización de la invención, la primera superficie deslizante/resbaladiza (2.4) presenta un ángulo de inclinación (5) con respecto a una superficie de esa parte de la turbina a la que está fijado el elemento de sujeción (2). Este ángulo de inclinación es preferentemente idéntico en valor y orientación al ángulo de inclinación (5') de la ranura (2.8) o de la abertura (2.10) en el elemento de sujeción (2). Esto significa que la primera superficie deslizante/resbaladiza (2.4) se puede unir al extremo abierto de la abertura (2.10) en una extensión recta de la ranura (2.8).
- En otro modo de realización de la invención, el elemento de sujeción (2) presenta una segunda superficie deslizante/resbaladiza (2.6), que preferentemente está dispuesta en una extensión de la ranura (2.8) frente a la primera superficie deslizante/resbaladiza (2.4). La segunda superficie deslizante/resbaladiza (2.6) presenta un ángulo de inclinación (6), pero aquí opuesto a una línea vertical imaginaria en la superficie de esa parte de la turbina a la que está fijado el elemento de sujeción (2). El valor del ángulo de inclinación (6) requerido de acuerdo con la invención corresponde al del ángulo de inclinación (5) o (5'). Debido a la geometría, la segunda superficie deslizante/resbaladiza (2.6) pasa a través de un punto de flexión (2.7) a la guía a través de la ranura (2.8). Así, mientras que la superficie deslizante/resbaladiza (2.4) está en una conexión recta con la ranura (2.8), que también es generalmente recta, la superficie deslizante/resbaladiza (2.6) está en ángulo con respecto a la ranura (2.8).
- De acuerdo con la invención, dichos ángulos de inclinación (5)(5')(6) requeridos de acuerdo con la invención y definidos anteriormente para los materiales comunes utilizados aquí son al menos 20°, preferentemente al menos 25° - 26°, de modo que quede garantizado el deslizamiento/resbalamiento independiente de las partes relevantes de los elementos de sujeción (2)(3). Esto es particularmente cierto para el acero.
- Sin embargo, los ángulos en cuestión no deben ser demasiado grandes, de lo contrario la abertura (2.10) será demasiado pequeña para conectar los elementos de sujeción entre sí. De acuerdo con la invención, los ángulos de inclinación (5)(6), tal como se definen anteriormente, deberían presentar valores entre 20° - 40°, preferentemente 25 - 35°, y en particular 26 - 32°.
- En un modo de realización preferido, el elemento de sujeción (2) está previsto de tal manera que la ranura oblicua (8) presenta en su extremo abierto tanto la superficie deslizante (2.4 como en el lado opuesto la (superficie deslizante (2.6), posiblemente con el punto de flexión (2.7). La superficie deslizante (2.4) sólo es necesaria para el montaje del amortiguador de vibraciones (4) en partes horizontales de la turbina (segmentos de torre), mientras que la superficie deslizante (2.6) es necesaria para el montaje en partes de la turbina ya erigidas y en vertical, así como para el desmontaje.
- Preferentemente, el primer elemento de sujeción (3) está unido al exterior del amortiguador (4) a fijar y el segundo elemento de sujeción (2 al exterior del segmento de torre o de la unidad de góndola-rotor.
- Sin embargo, también es posible unir el elemento de sujeción (3) en el lado de la torre y el elemento de sujeción (2) en el amortiguador de vibraciones (4).
- De acuerdo con la invención, la suspensión descrita anteriormente representa un llamado punto de suspensión. De acuerdo con la invención, un punto de suspensión de esta suspensión se compone sustancialmente de un par de elementos de sujeción (2) y (3), en el que preferentemente un elemento de sujeción está premontado en el lado del amortiguador y el otro elemento de sujeción en el lado de la torre o de la turbina. Para la suspensión del amortiguador de vibraciones (4) en una parte de la turbina eólica (torre, góndola), por lo general son necesarios al menos dos, pero preferentemente al menos tres o cuatro puntos de suspensión, cada uno con tres o cuatro pares de elementos de sujeción (2)(3).
- Los puntos de fijación individuales en la torre de una turbina eólica introducen momentos de flexión y fuerzas de cizallamiento en el revestimiento relativamente delgado de la torre. Debido al peso y a las cargas dinámicas del amortiguador de vibraciones, esto puede provocar daños en la torre, especialmente si los elementos individuales no son relativamente grandes para distribuir las cargas aplicadas en una superficie grande. Por lo tanto, en otro modo de realización de la invención se propone una estructura de soporte que conecta entre sí los puntos de aplicación de carga necesarios para formar un bastidor cerrado (20)(21)(22)(23). Esto significa que en los puntos de fijación sólo se aplican fuerzas de cizallamiento y y pequeñas cargas de flexión (fig. 10).
- La suspensión de acuerdo con la invención permite montar o desmontar un amortiguador de vibraciones de forma especialmente ligera, con ahorro de trabajo y, por tanto, económica, lo que se requiere durante la construcción o el desmontaje de una turbina eólica para minimizar las vibraciones no deseadas.
- Por lo tanto, la invención tiene como materia objeto también el uso de una correspondiente suspensión reversible, en particular al montar un amortiguador de vibraciones en la torre en horizontal o en vertical, en un segmento de torre o en la unidad de góndola-rotor durante la construcción de una turbina eólica.
- Por lo tanto, la materia objeto es también un procedimiento para unir un amortiguador de vibraciones a un segmento de torre en horizontal o en vertical o a una góndola mediante la suspensión descrita de acuerdo con la invención.
- Este procedimiento se describe en detalle a continuación.

De acuerdo con la invención, la fijación debe cumplir los siguientes objetivos:

(i) Montaje en torre en horizontal:

Antes de erigir la torre, el amortiguador debe fijarse a la torre en horizontal de modo que la torre y el amortiguador de la posición horizontal a la posición vertical;

5 se puedan configurar. La fijación debe garantizarse de forma segura durante la fase de construcción de toda la turbina.

(ii) Montaje en torre en vertical:

para tareas de reparación, el amortiguador debe poder fijarse a la turbina ya construida sin necesidad de personal adicional en el lugar

10 (iii) Desmontaje de la torre en vertical:

una vez construida la turbina eólica, el amortiguador debe poder retirarse de la torre sin necesidad de personal adicional en el lugar.

Respecto a (i) montaje en torre en horizontal: (fig. 2 y 3):

15 El amortiguador se coloca desde arriba sobre la torre en horizontal mediante una grúa. En las ranuras abiertas hacia arriba (2.8) de los tres o cuatro sujetadores (2) correspondientes del lado de la torre se introducen varios sujetadores (3), preferentemente tres o cuatro, unidos al amortiguador. Las ranuras (2.8) dirigen su ángulo de inclinación (5') hacia la parte inferior de la torre y se cierran en esta dirección en el punto extremo de apoyo inferior (2.5).

20 Para poder alcanzar mejor la posición se utilizan los dispositivos de guía (3.1) en el elemento de sujeción (3). Estos pueden consistir en elementos cónicos o, como se muestra en la figura 7, formar una unidad con el elemento de sujeción (3).

De forma alternativa, los introductores (3.1) también se pueden fijar en el sujetador (2) en el lado de la torre.

25 En primer lugar se eleva el amortiguador de vibraciones (4), en el que estaban montados previamente los elementos de sujeción (3), mediante un dispositivo de elevación adecuado (grúa) hasta la posición prevista. A continuación se bajan los elementos de sujeción (3) con el perno de sujeción (3.2) sobre la superficie deslizante (2.4) del elemento de sujeción (2). Los elementos de sujeción (2) con la ranura (2.8) y la superficie deslizante (2.4) se montaron previamente de forma permanente en el segmento de torre (o góndola) seleccionado. La superficie deslizante (2.4) tiene un ángulo de inclinación (5) con respecto a la parte de la turbina en horizontal, que es tan pronunciado que el perno de sujeción (3.2) se desliza a lo largo de la pista de deslizamiento (2.3) hasta la posición final del punto extremo de apoyo (2.5) debido a la gravedad efectiva.

30 Este ángulo (5) depende de la fricción por deslizamiento de los materiales funcionalmente eficaces (aquí acero sobre acero), por lo que su valor debe ser lo suficientemente grande como para que la fricción estática y por deslizamiento sea superada únicamente por la gravedad efectiva. Por ejemplo, para un coeficiente de fricción $\mu > 0,5$, el ángulo de inclinación requerido es superior a 28°. A partir de este ángulo es posible un deslizamiento seguro de acero en acero sin problemas. En el caso concreto de la Fig. 2, el ángulo de inclinación (5) es de aproximadamente 30° (acero sobre acero).

40 Después de asegurarse de que los tres o cuatro pares de sujeción (2)(3) estén conectados entre sí, se eleva verticalmente el segmento de torre correspondiente (1) mediante el amortiguador de vibraciones (4) colocado en la parte superior. Durante este movimiento, la fuerza de gravedad efectiva ahora aumentada presiona cada vez más el perno de sujeción (2) en la posición extrema (2.5) de la ranura (2.8), de modo que el amortiguador de vibraciones (4) no pueda caerse o soltarse del sujetador (2) durante el movimiento.

El peso del amortiguador de vibraciones (4) por sí solo es ahora suficiente para "fijarlo" a la torre o al segmento de torre, de modo que las vibraciones de la torre o de la parte de torre puedan ser absorbidas y reducidas directamente por el amortiguador de vibraciones adjunto durante la construcción de la turbina.

45 Respecto a (ii): Montaje en torre en vertical (fig. 4 y 5)

Para ello, el amortiguador de vibraciones (4) con el perno de sujeción (3.2) de su respectivo elemento de sujeción (3) se coloca sobre la superficie deslizante inclinada (2.6) del respectivo elemento de sujeción (2), desde donde, debido a su fuerza de gravedad efectiva, se desliza hacia abajo sobre un punto de flexión (2.7) hacia la ranura inclinada (8) aún más pronunciada y se desliza hasta el fondo hasta el punto extremo de apoyo (2.5).

50 La superficie deslizante (2.6) presenta (análoga a la superficie deslizante (2.5)) un ángulo de inclinación (6) cuyo valor corresponde al valor del ángulo de inclinación (5) (5'), pero está fijo con respecto a la horizontal en lugar de

la vertical. Con respecto al valor del ángulo de inclinación, se puede decir lo mismo que se describe en detalle anteriormente.

Respecto a (iii): Desmontaje desde torre en vertical

5 Para el desmontaje desde torre en vertical, por ejemplo, el amortiguador de vibraciones (4), que está equipado con tres elementos de sujeción (3), simplemente se saca hacia arriba de las ranuras (2.8) del sujetador (2) con ayuda de una grúa o un dispositivo de elevación adecuado. Para ello, aparte del conductor de la grúa, no son necesarios otros trabajadores ni acciones.

10 Durante el desmontaje, el amortiguador de vibraciones suele estar conectado a un gancho de grúa. Para ello se puede utilizar una cuerda larga, preferentemente una cuerda de carga, de la que se tira con una cuerda auxiliar hasta el siguiente nivel más alto de la torre o hasta la góndola para fijarla allí al gancho de grúa. De forma alternativa, se podría utilizar un dispositivo de enganche automático.

Las figuras mostradas se describen brevemente a continuación:

Fig. 1:

15 (A) muestra el acoplamiento del amortiguador de vibraciones (4) a la torre (1) en vista superior y en perspectiva. El amortiguador de vibraciones (4) se sujeta aquí mediante tres suspensiones, como se muestra en la imagen. Aquí sólo se muestra el bastidor de soporte del amortiguador de vibraciones para permitir una vista de los puntos de suspensión y su estructura. Cada una de las tres suspensiones en los tres puntos de suspensión comprende un elemento de sujeción (2) y un elemento de sujeción (3). El elemento de sujeción (2) con su ranura (2.8) está fijado al segmento de torre, mientras que el elemento de sujeción (3) está montado en el amortiguador de vibraciones o en su bastidor.

20 (B) muestra dos representaciones detalladas de la conexión entre los elementos de sujeción (2) y (3) de (A) desde arriba. (3.1) representa un introductor (3.1), que permite al dispositivo de elevación (grúa) transportar el amortiguador de vibraciones (4) para posicionar su elemento de sujeción (3) de forma más sencilla y precisa sobre el elemento de sujeción (2) premontado en la torre.

25 Fig. 2 describe a mayor escala (A) y en detalle (B) la instalación en la torre en horizontal. El amortiguador (4) se lleva a la posición de montaje colgado de la grúa y a continuación se inserta el sujetador (3) en el sujetador (2) del lado de la torre. Cuando sobre él se coloca el amortiguador (4), este se desliza sobre la superficie deslizando (2.4) hasta su posición definitiva en el punto extremo de apoyo (2.5). La superficie deslizando/resbaladiza (2.4) presenta un ángulo (5) con respecto a la superficie horizontal de la pared de la torre (1). (2.3) describe la trayectoria de deslizamiento como tal, (2.8) representa la ranura real. El elemento de sujeción (2) presenta además una superficie deslizando (2.6) con un codo (2.7) opuesto a la superficie deslizando/resbaladiza (2.4). Esta superficie deslizando es necesaria durante el montaje en una torre en vertical.

30 Fig. 3 muestra en etapas individuales (A - D, dos vistas cada una) el montaje detallado de un amortiguador de vibraciones (aquí solo se representa el elemento de sujeción (3) preinstalado en el amortiguador) en la torre en horizontal (1)

35 (A) el amortiguador se lleva a la posición de montaje. Además de los ángulos de inclinación (5)(6), también se muestran las fuerzas efectivas: Fuerza de peso (7), fuerza de fricción (8), fuerza normal (9).

40 (B) El amortiguador se coloca en la posición correcta con el introductor (3.1) y se coloca sobre la superficie deslizando (2.4). También se puede ver la posición del perno de sujeción (3.2).

(C) Debido a las propiedades de deslizamiento, el amortiguador con los pernos de sujeción (3.2) se desliza sobre la superficie deslizando (2.4) hasta la posición final (2.5). La dirección de la fuerza de peso del amortiguador de vibraciones está representada por (7).

45 (D) la torre se coloca en posición vertical. Se ve claramente que a medida que aumenta el ángulo de montaje (18), el perno de sujeción (3.2) se presiona con más fuerza en la fijación (2.5).

50 Fig. 4 y fig. 5: muestran el montaje de un amortiguador de vibraciones (4) en la torre en vertical (1) (fig. 4, vista general arriba (A), y abajo en detalle (B), y en etapas individuales fig. 5 A - C). Aquí el amortiguador se coloca con el perno (3.2) del elemento de sujeción (3) premontado, sobre la superficie deslizando (2.6) del elemento de sujeción (2) premontado en la torre y se desliza sobre esta superficie deslizando (2.6) sobre el punto de flexión (2.7) y a lo largo de esta ranura más inclinada (2.8) hasta la posición final en el punto extremo de apoyo (2.5).

Fig. 5A el amortiguador se coloca en la posición correcta,

Fig. 5B el perno de sujeción (3.2) se coloca sobre la superficie deslizante (2.6) y se desliza sobre el codo (2.7) en la posición final (2.5) de la ranura (2.8),

Fig. 5C, el amortiguador está ahora en la posición final.

Fig. 6 muestra las relaciones de fuerza en el estado instalado/fijo de un amortiguador de vibraciones. La flecha de fuerza (7) muestra la fuerza de gravedad provocada por el propio peso del amortiguador. Esta fuerza de gravedad se divide en una fuerza (12) en dirección a la superficie deslizante (2.6) y una fuerza normal (11) perpendicular a ella, que se dirige perpendicularmente a la superficie deslizante (2.6). Las fuerzas resultantes de la fuerza de gravedad se muestran con líneas discontinuas. La flecha de fuerza (13) es la fuerza de tracción en dirección transversal provocada por el amortiguador. Esta fuerza también se divide en una fuerza (14) en la dirección de la superficie deslizante y la fuerza normal (15), que es perpendicular a la superficie deslizante. Debido al ángulo (5) formado ahora, ignorando la fuerza de gravedad, el coeficiente de fricción del acero es superior a 0,5, de modo que ya no es posible que el sujetador (3) del amortiguador de vibraciones se salga de la fijación. Teniendo en cuenta la fuerza de gravedad, la fuerza (12) se opone a la fuerza de deslizamiento de la fuerza transversal (14). Dado que la fuerza (12) es claramente mayor que la fuerza (14), se puede conectar de forma segura un amortiguador de vibraciones mediante el método descrito.

Fig. 7 Aquí se representa de nuevo en diferentes vistas la conexión con la torre (1) con tres puntos de suspensión. En esta imagen se muestra el sujetador (3) con introductor (3.1) integrado en comparación con las ilustraciones anteriores.

Fig. 8 Se muestran dos elementos de sujeción (2) que están unidos a la torre de una turbina eólica. Es ventajoso que el fabricante de la torre ya pueda unir la fijación en el lado de la torre. Sin embargo, éste debe diseñarse de modo que durante el transporte no sobresalga más allá del perfil de transporte máximo (16). Por lo tanto, es ventajoso disponer los elementos a lo ancho de modo que no sobresalgan hacia arriba más allá del radio de la torre.

Fig. 9 Si solo se requiere el montaje en torre en horizontal, el sujetador (2) del lado de la torre se puede simplificar, es decir, sin la superficie deslizante/resbaladiza (2.6).

Fig. 10: muestra un bastidor de soporte para el amortiguador de vibraciones, que está unido en el lado exterior de la pared de torre. La estructura comprende un bastidor (20) del lado de la torre con los correspondientes elementos de fijación (22) en la torre y un bastidor (21) del lado del amortiguador. El bastidor del lado de la torre presenta puntos de fijación (23) para conectar el amortiguador a la torre a través del bastidor (21).

REIVINDICACIONES

1. Suspensión reversible con al menos un punto de suspensión para un amortiguador de vibraciones de una turbina eólica, adecuada para la construcción y/o el desmontaje de la torre, segmentos individuales de la torre y la unidad de góndola/rotor o partes de la misma, en la que la fijación o eliminación del amortiguador de vibraciones en o desde la torre o segmento de torre o la unidad de góndola/rotor se realiza en el exterior y no requiere ningún medio de fijación adicional, que comprende al menos un primer elemento de sujeción (3) unido firmemente y al menos un segundo elemento de sujeción (2) unido de forma permanente, en la que
 - (i) dicho primer elemento de sujeción y dicho segundo elemento de sujeción forman un punto de suspensión, y uno de los dos elementos de sujeción de un punto de suspensión está unido al lado de la torre y el otro al lado del amortiguador, y
 - (ii) el al menos primer elemento de sujeción (3) está diseñado y equipado de modo que él o una parte del mismo puede insertarse en una abertura (2.10) del al menos segundo elemento de sujeción (2), dimensionada de forma correspondiente y apropiadamente alineada con el primer elemento de sujeción, y puede hundirse deslizando o resbalando hasta un punto extremo de apoyo fijo (2.5) en el otro extremo de la abertura (2.10) del al menos segundo elemento de sujeción, de modo que el amortiguador de vibraciones (4) esté firmemente conectado a la torre o al segmento de torre (1), tanto en la posición vertical como en la posición horizontal de la torre, el segmento de torre o la unidad de góndola/rotor en dicho punto extremo de apoyo únicamente por su gravedad efectiva, y se puede separar de la torre, segmento de torre o unidad góndola-rotor simplemente levantándolo y sacándolo del sujetador,
- caracterizada por que** la abertura (2.10) presenta una primera superficie deslizando o resbaladiza (2.4) en su extremo abierto opuesto al punto extremo de apoyo (2.5), que tiene un ángulo de inclinación (5) con respecto a una superficie de aquella parte de la turbina a la que está fijado un segundo elemento de sujeción (2), cuyo valor se selecciona de modo que se garantice un deslizamiento o resbalamiento independiente del primer elemento de sujeción (3) sobre dicha superficie deslizando/resbaladiza (2.4) del segundo elemento de sujeción (2).
- Suspensión reversible de acuerdo con la reivindicación 1, **caracterizada por que** la primera superficie deslizando/resbaladiza (2.4) está formada en una extensión recta de la ranura (2.8) de la abertura (2.10).
- Suspensión reversible de acuerdo con la reivindicación 1 o 2, **caracterizada por que** la abertura (2.10) presenta una segunda superficie deslizando o resbaladiza (2.6) en su extremo abierto opuesto al punto extremo de apoyo (2.5), que tiene un ángulo de inclinación (6) perpendicular a una superficie de aquella parte de la turbina a la que está fijado un segundo elemento de sujeción (2), cuyo valor se selecciona de modo que se garantice un deslizamiento o resbalamiento independiente del primer elemento de sujeción (3) sobre dicha superficie de deslizamiento/resbalamiento (2.6) del segundo elemento de sujeción (2).
- Suspensión reversible de acuerdo con la reivindicación 3, **caracterizada por que** la segunda superficie deslizando/resbaladiza (2.6) está formada por un punto de flexión (2.7) en ángulo con respecto a la ranura (2.8) de la abertura (2.10).
- Suspensión reversible de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 - 4, **caracterizada por que** presenta al menos tres puntos de suspensión.
- Suspensión reversible de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 - 5, **caracterizada por que** el primer elemento de sujeción (3) presenta un perno de sujeción o pasador de sujeción (3.2) sustancialmente redondo, que se puede empujar hacia dentro o fuera de la abertura (2.10) del segundo elemento de sujeción (2), en la que la abertura (2.10) está configurada como una ranura (2.8) con un extremo redondeado en el punto extremo de apoyo (2.5) y está dimensionada de modo que el perno de sujeción o el pasador de sujeción (3.2) esté recibido y montado de manera adecuada.
- Suspensión reversible de acuerdo con la reivindicación 6, **caracterizada por que** el primer elemento de sujeción (3) y/o el segundo elemento de sujeción (2) presenta un dispositivo de inserción (3.1) para el perno de sujeción/pasador de sujeción (3.2).
- Suspensión reversible de acuerdo con la reivindicación 7, **caracterizada por que** el dispositivo de inserción (3.1) presenta discos, placas o láminas (3.3) redondeadas hacia fuera o de forma cónica.
- Suspensión reversible de acuerdo con una de las reivindicaciones 6 - 8, **caracterizada por que** la ranura (2.8) del segundo elemento de sujeción (2) presenta un ángulo de inclinación (5') con respecto a una superficie de esa parte de la turbina a la que está fijado el segundo elemento de sujeción (2), cuyo valor se selecciona de modo que se garantice un deslizamiento o resbalamiento independiente del primer elemento de sujeción (3) en la abertura (2.10) o en la ranura (2.8).

- 10. Suspensión reversible de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 - 9, **caracterizada por que** dicho ángulo de inclinación respectivo (5)(6) es de 20 - 40°.
- 11. Uso de una suspensión reversible de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 - 10, para la construcción o el desmontaje de una turbina eólica.
- 5 12. Uso de una suspensión reversible de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 a 10, durante el montaje o desmontaje de un amortiguador de vibraciones (4), proporcionado sustancialmente para la construcción o el desmontaje de una turbina eólica, en una torre vertical u horizontal, un segmento de torre o en un unidad de góndola-rotor.
- 10 13. Turbina eólica, **caracterizada por que** durante la construcción o el desmontaje de la torre, ésta presenta al menos una suspensión reversible de acuerdo con las reivindicaciones 1 - 12, así como un amortiguador de vibraciones (4) provisto sustancialmente para la construcción o el desmontaje de una turbina eólica.

FIG: 1

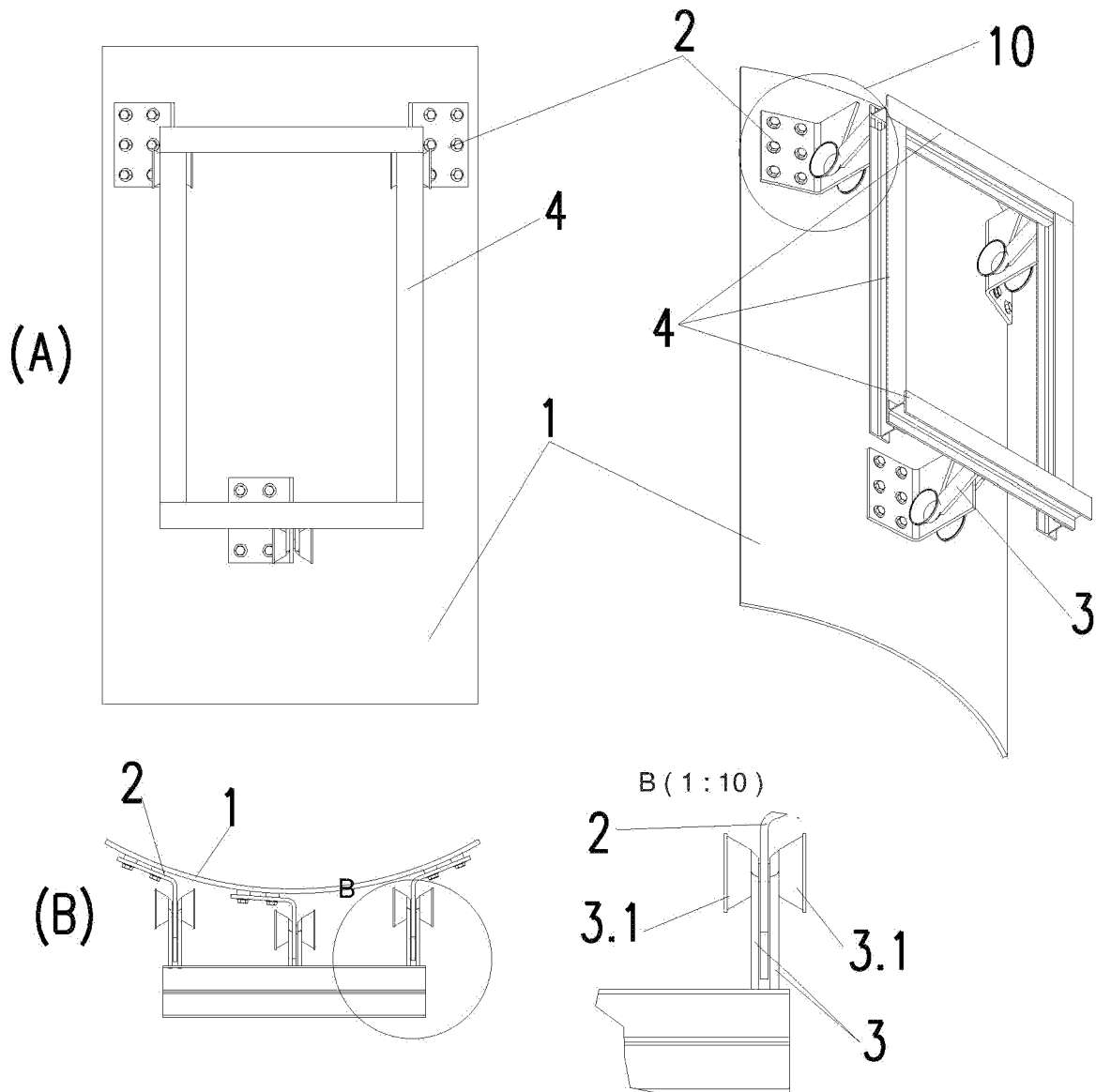


FIG: 2

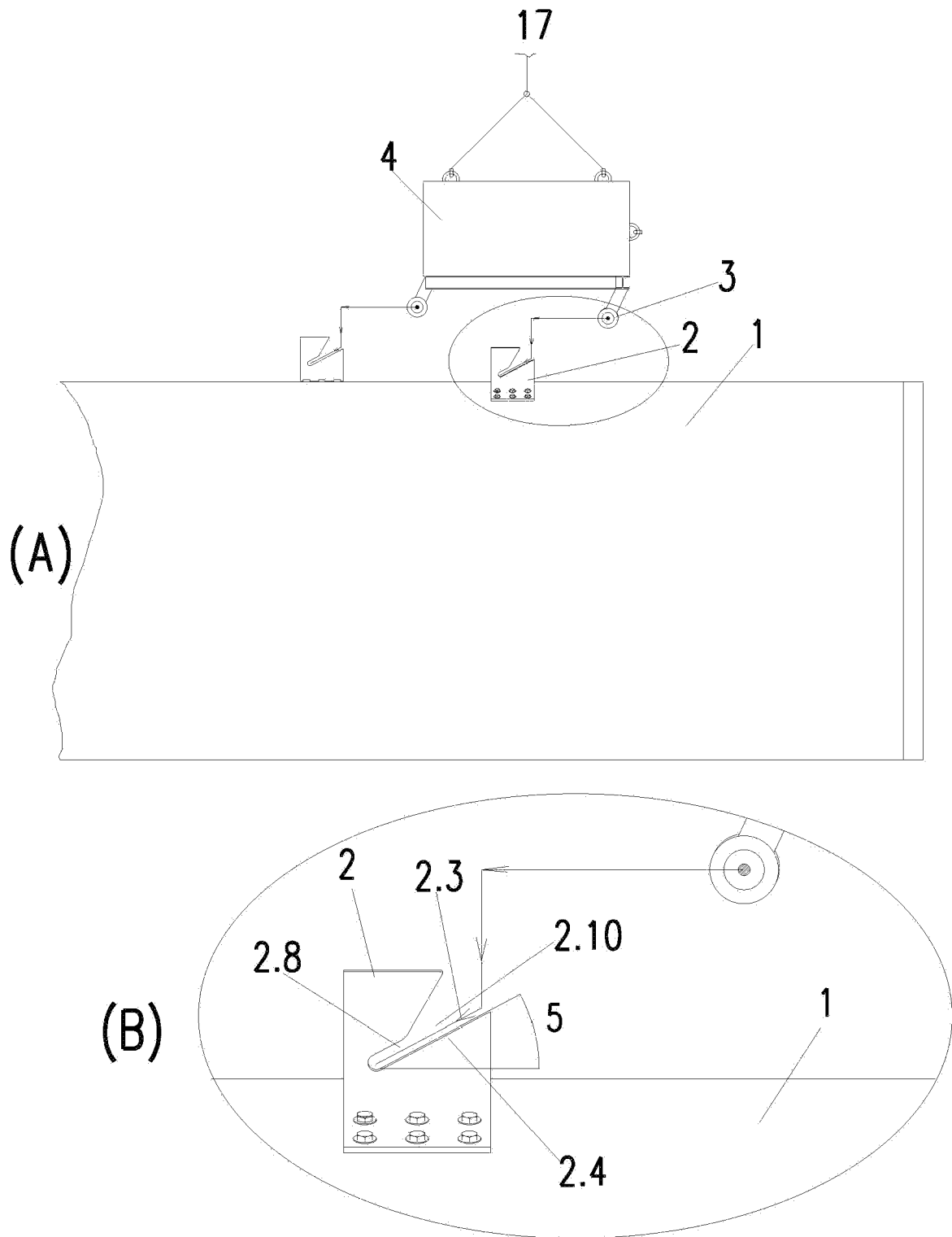


FIG: 3

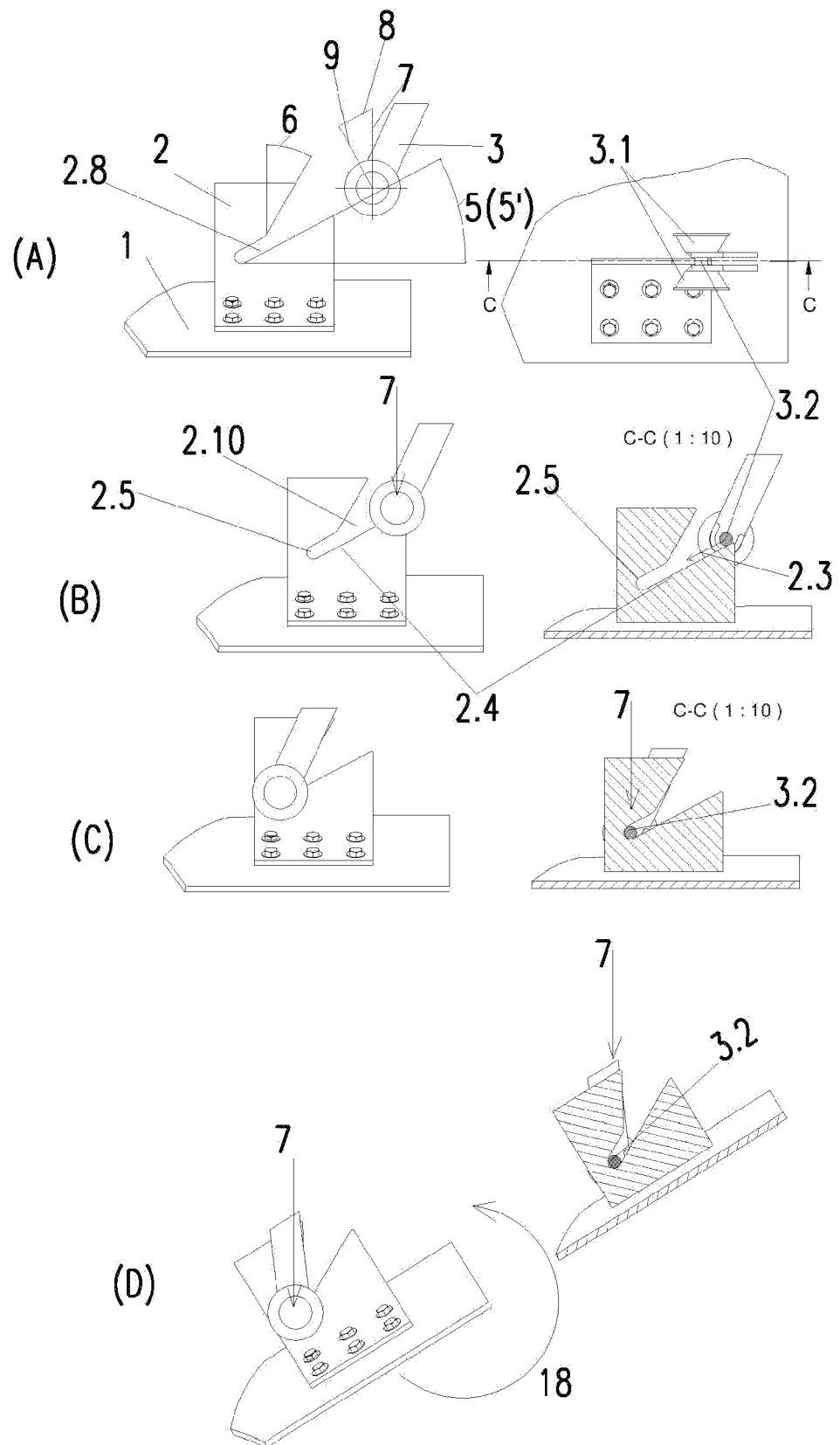


FIG: 4

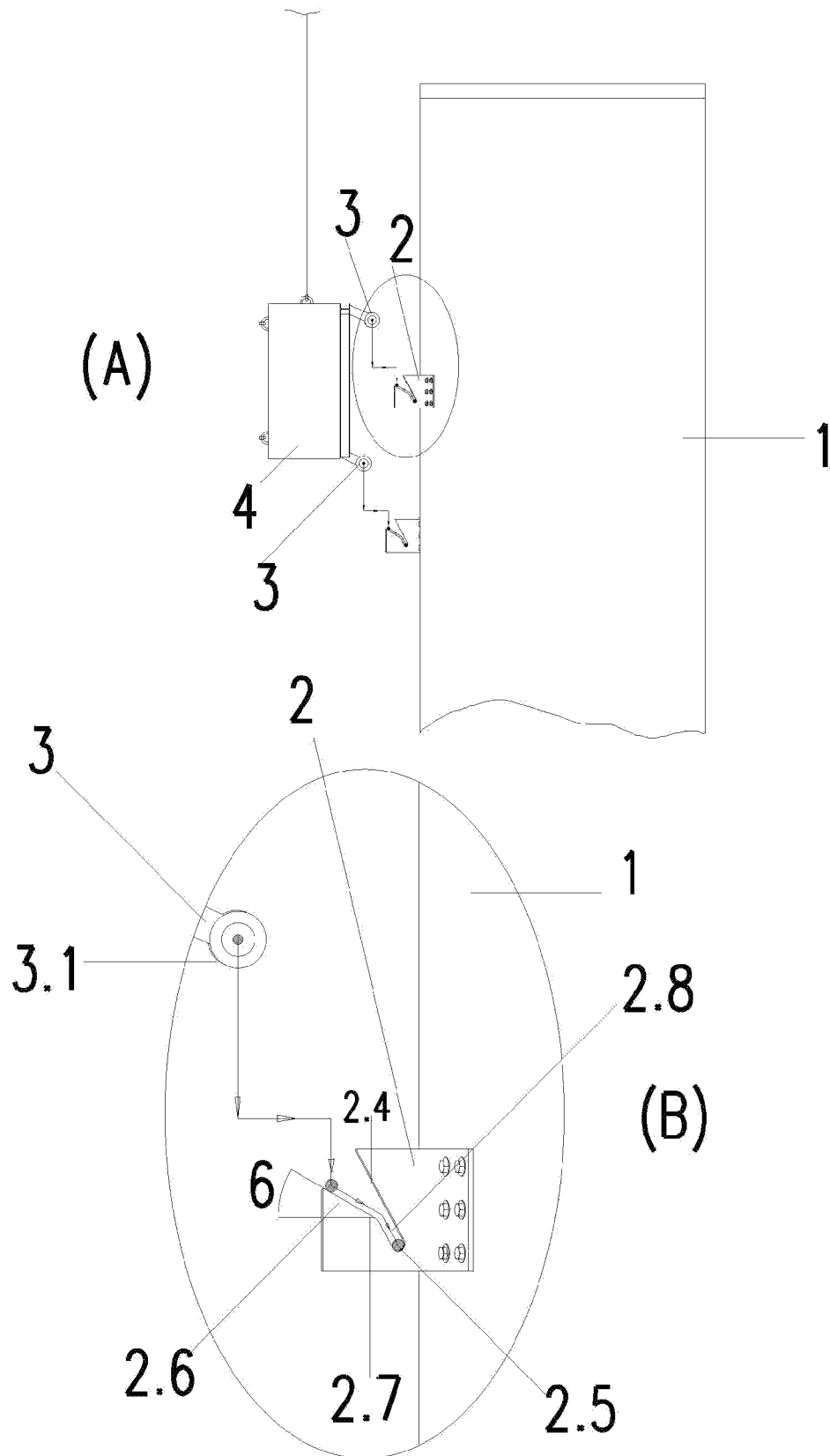


FIG: 5

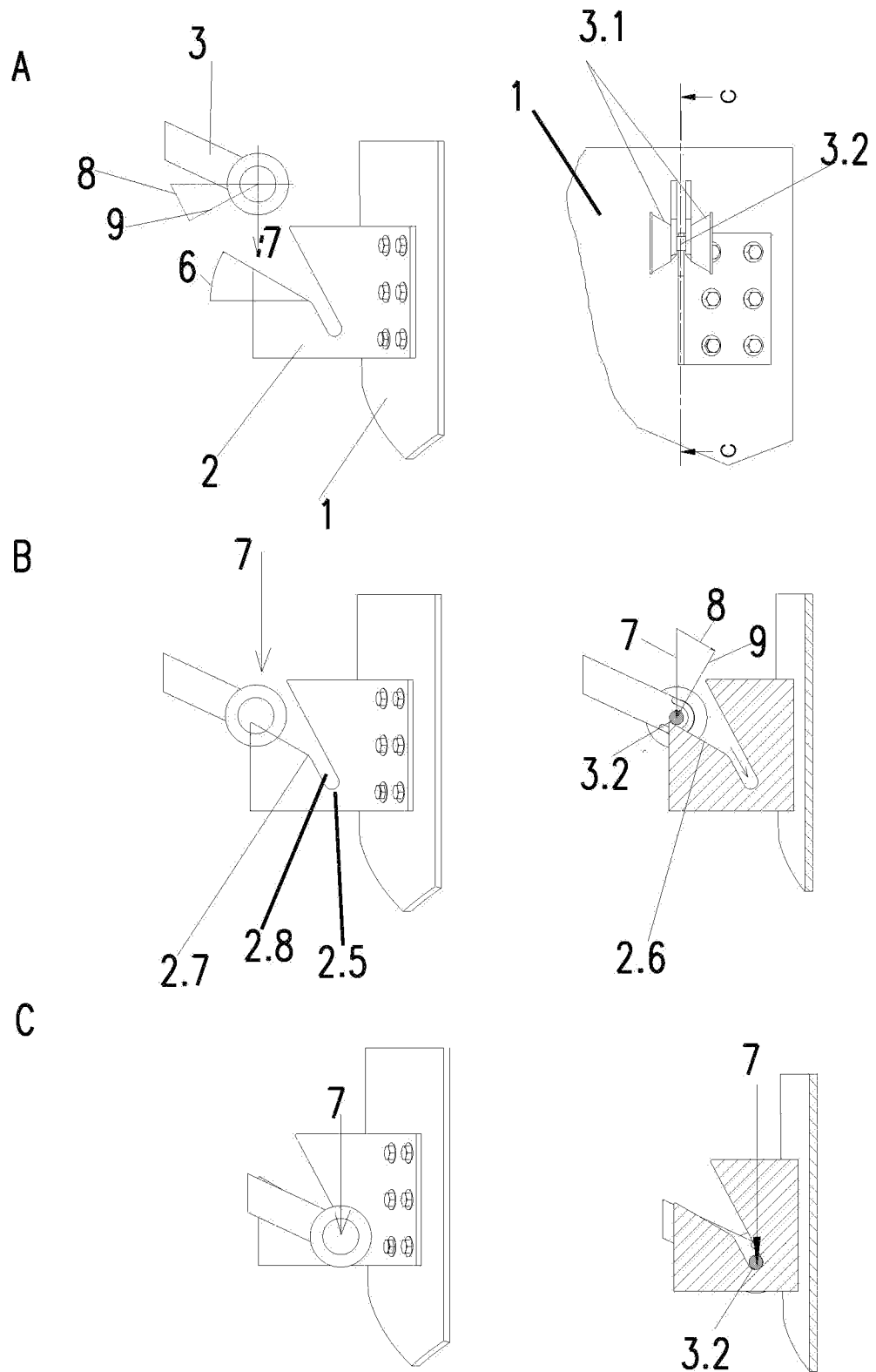


FIG: 6

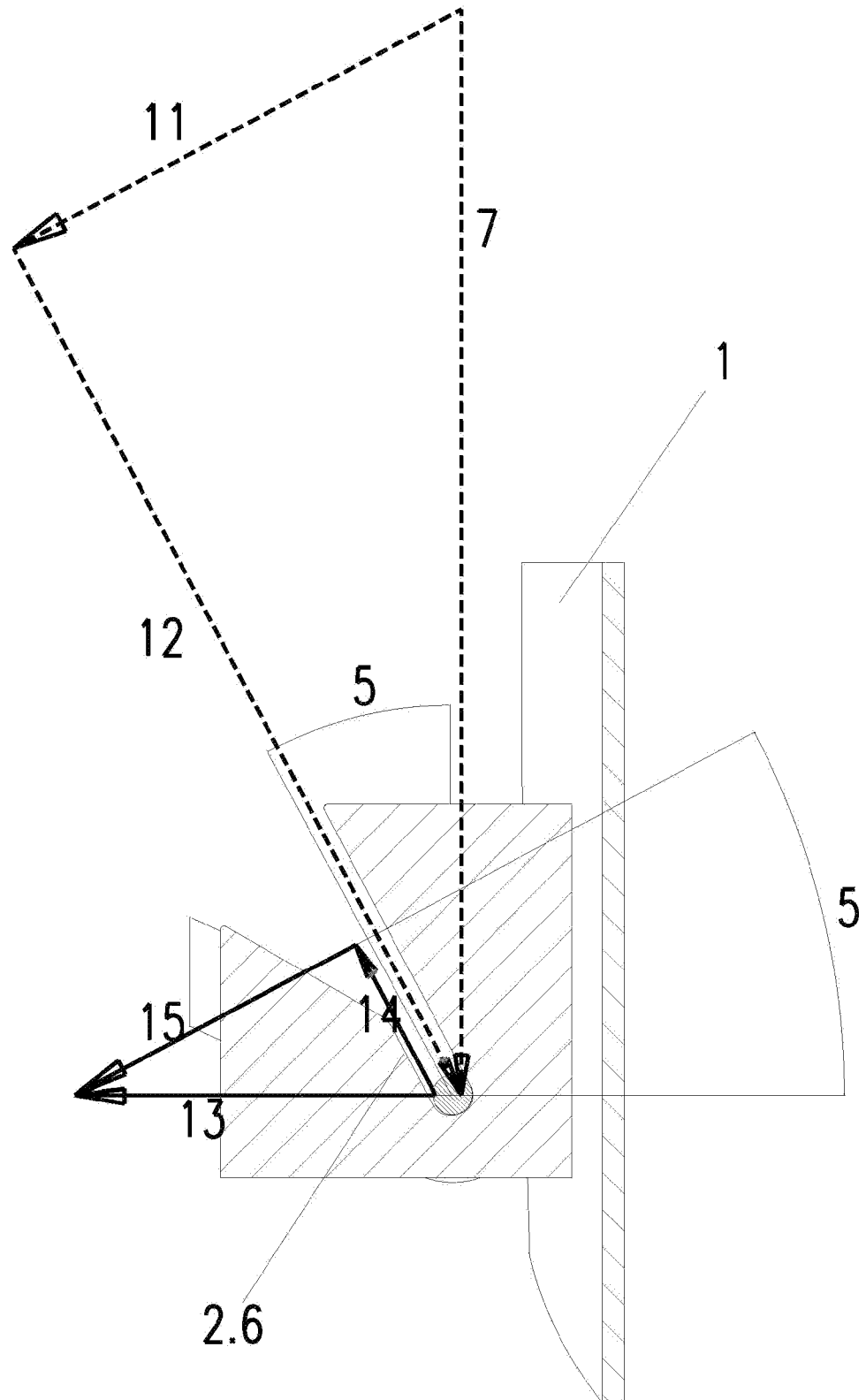


FIG: 7

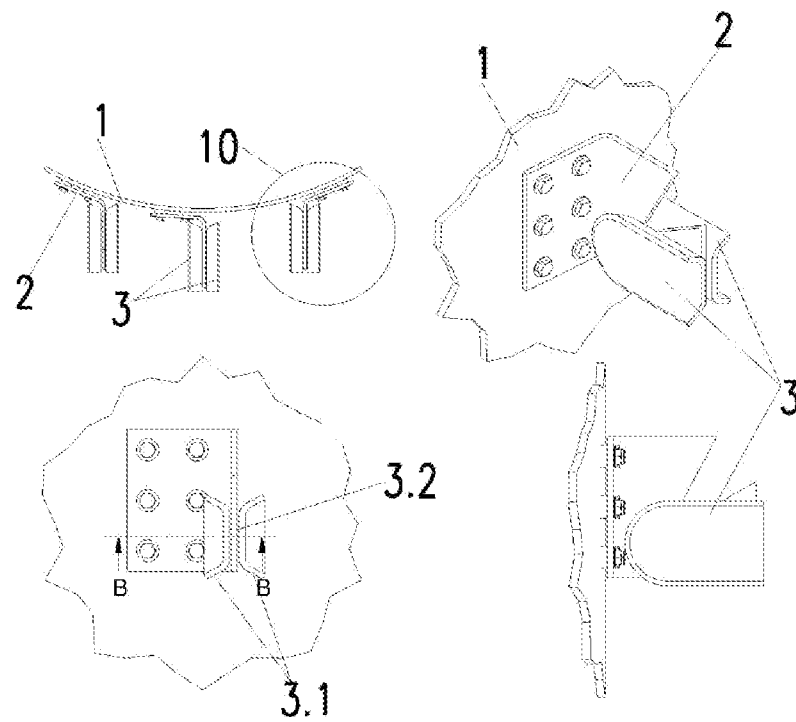


FIG: 8

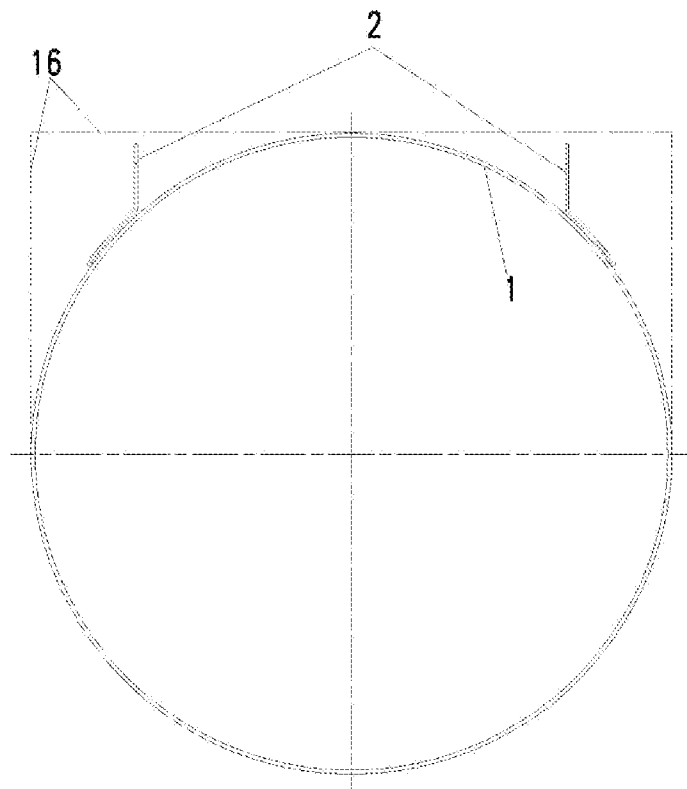


FIG: 9

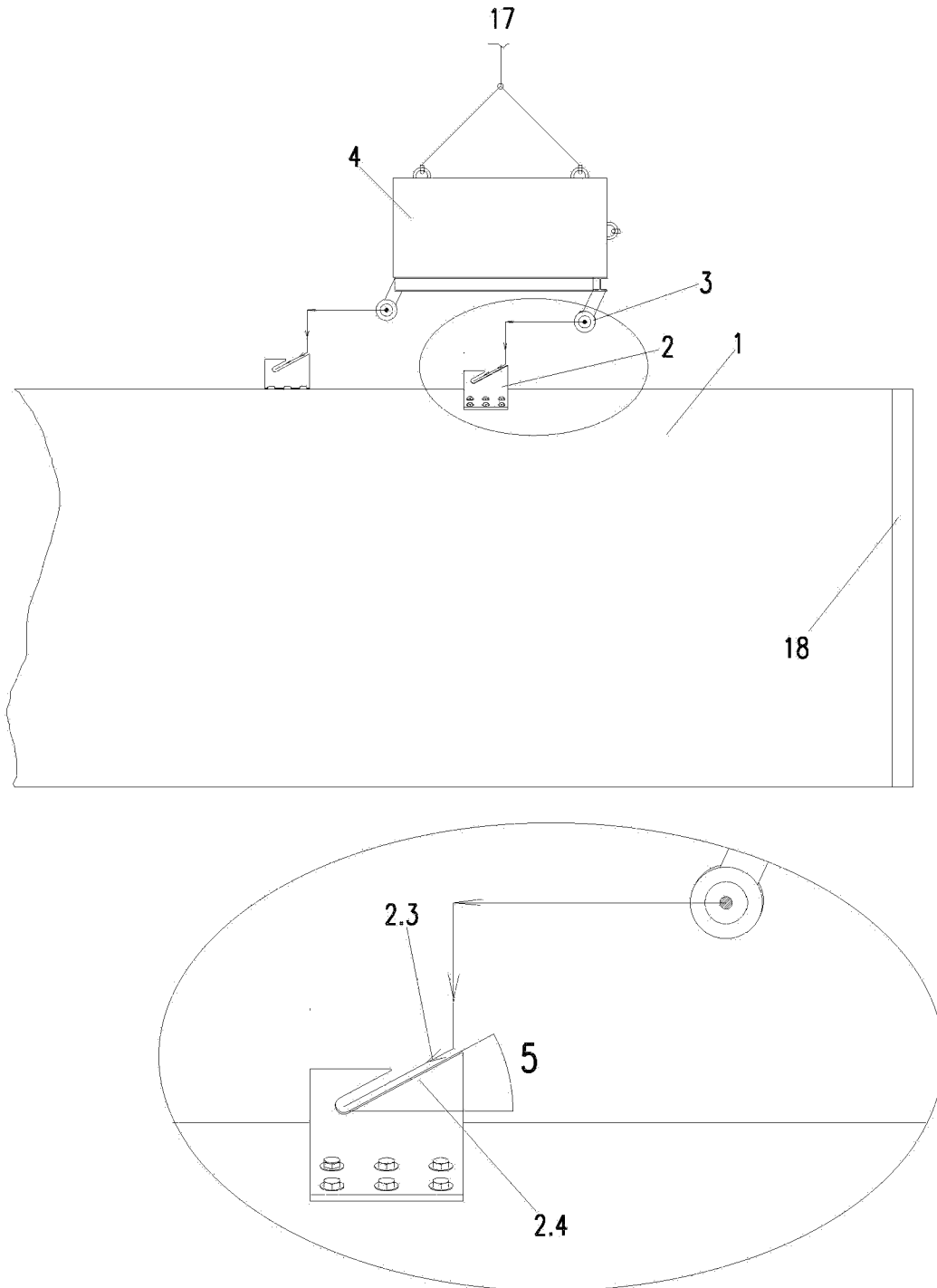
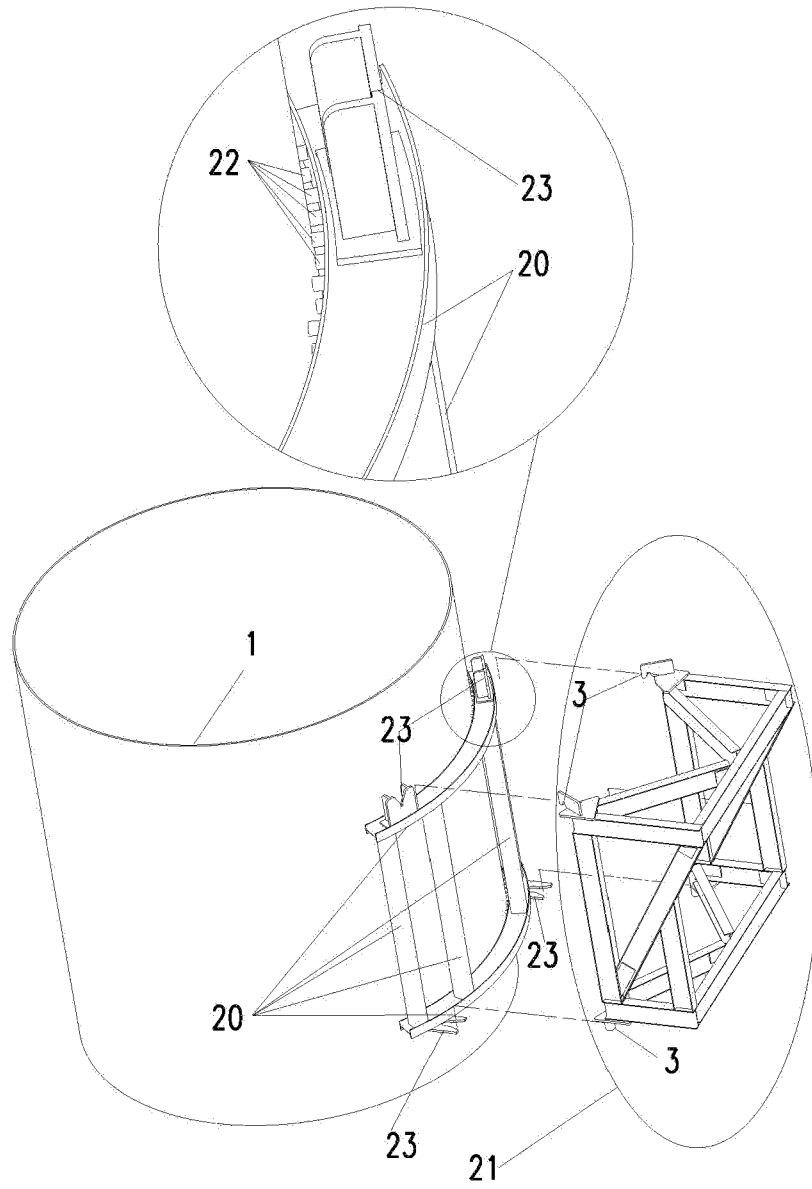


FIG: 10



REFERENCIAS CITADAS EN LA DESCRIPCION

La lista de referencias citadas por el solicitante es, únicamente, para conveniencia del lector. No forma parte del documento de patente europea. Si bien se ha tenido gran cuidado al recopilar las referencias, no pueden excluirse errores u omisiones y la OEP declina toda responsabilidad a este respecto.

Literatura no patente citada en la descripción

- WO 2003001720 A1 [0005]
- WO 2015062808 A1 [0006]
- WO 2014040598 A1 [0006]
- EP 1008747 A2 [0007]