

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 673 006**

51 Int. Cl.:

E04H 12/12 (2006.01)

E04H 12/34 (2006.01)

F03D 13/20 (2006.01)

F03D 13/10 (2006.01)

E02D 27/42 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **16.01.2014** **PCT/ES2014/070021**

87 Fecha y número de publicación internacional: **23.07.2015** **WO15107232**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **16.01.2014** **E 14713145 (2)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **07.03.2018** **EP 3095921**

54 Título: **Cimentación para torre de aerogenerador y método de premontaje de torre de aerogenerador**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la
traducción de la patente:
19.06.2018

73 Titular/es:

PACADAR S.A.U. (100.0%)
Paseo de la Castellana 259-D 6ª planta Torre
Espacio
28046 Madrid, ES

72 Inventor/es:

MARTÍNEZ DE CASTAÑEDA, FRANCISCO
JAVIER y
CIDONCHA ESCOBAR, MANUEL

74 Agente/Representante:

ELZABURU, S.L.P

ES 2 673 006 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

Cimentación para torre de aerogenerador y método de premontaje de torre de aerogenerador

Campo de la invención

La invención está dirigida a una cimentación y al método de premontaje de una torre de aerogenerador donde la base para dicho premontaje se monta sobre la cimentación de la torre.

5 Antecedentes de la invención

Las torres de hormigón para aerogeneradores pueden estar divididas en secciones que son tramos huecos y a su vez dichas secciones pueden estar divididas en dovelas o sectores, de modo que estas dovelas o sectores puedan ser transportados por carretera sobre vehículos rodados. Las secciones se premontan en las proximidades de la ubicación final de la torre mediante la unión de las dovelas que las componen en una fase denominada de premontaje. Posteriormente las secciones premontadas se elevan mediante una grúa apilándose unas sobre otras y formando la torre, conocidas por ejemplo en el documento US2004/0131428A1.

El premontaje se realiza normalmente sobre unas bases de montaje sobre las que se van situando las dovelas en posición vertical hasta conformar la sección. El premontaje de las secciones tiene, entre otros inconvenientes, que es necesario tener un terreno horizontal sobre el que realizar dicho premontaje y, además, debido a las dimensiones de dichas dovelas, el viento actúa sobre su superficie dificultando el montaje y sometiendo a la base de premontaje a esfuerzos de compresión y/o tracción elevados. Otro inconveniente es que las dovelas pueden entrar en resonancia con la frecuencia del viento.

Para soportar las cargas de la torre y de la nacelle, así como las cargas derivadas del viento, es necesario construir una cimentación bajo dicha torre.

Las cimentaciones conocidas son estructuras unidas por su parte superior a la sección inferior de la torre del aerogenerador mientras que su parte inferior puede estar apoyada o enterrada en el terreno. Su función es la de transmitir las cargas al suelo garantizando la estabilidad de la torre y repartir la carga sobre un elemento de terreno más amplio.

Son conocidas las cimentaciones de canto constante y variable. Ejemplos de cimentaciones de canto constante serían aquellas que poseen una planta por ejemplo cuadrada u ovalada cuya sección se mantiene constante en todo el elemento. Sin embargo las de geometría variable o canto variable, por ejemplo con forma troncocónica, tienen la ventaja de que permiten reducir la cantidad de material necesario para su construcción. La base de mayor diámetro se localiza normalmente en la parte inferior mientras que la base de menor diámetro se localiza en la parte superior. Esta situación de la cimentación tiene el inconveniente de que la superficie inclinada lateral que se extiende entre las bases superior e inferior no es plana ya que el área lateral posee las paredes inclinadas. Esto impide que dicha porción de la cimentación pueda ser utilizada como base de premontaje de las dovelas ya que, según lo comentado, es necesaria una superficie horizontal.

Para resolver el problema anterior es conocido situar la cimentación al revés, es decir, la base de menor diámetro en la parte inferior y la de mayor diámetro en la parte superior en contacto con la sección inferior de la torre, de modo que esta superficie es utilizada como superficie horizontal sobre la que realizar el premontaje de las secciones. El inconveniente principal de esta solución es que es necesario un diámetro mayor en la zapata así como un mayor consumo de acero y/u hormigón para resistir los mismo esfuerzos. Esto es debido a que:

- el comportamiento del terreno es peor debido a la geometría de la zapata puesto que el terreno tiene menos resistencia al giro.

- al no existir terreno por encima de la zapata tampoco se puede contar con el peso extra del terreno para conseguir una mayor estabilidad en la base de la torre.

Descripción de la invención

La cimentación objeto de la invención y el método de premontaje resuelve las anteriores desventajas.

5 Según lo comentado en el estado de la técnica la torre de aerogenerador comprende secciones divididas en dovelas y la cimentación comprende un encepado con una base superior, una base inferior y una superficie inclinada siendo la base superior de menor área que la base inferior y extendiéndose la superficie inclinada entre la base superior y la base inferior. En un ejemplo de realización este encepado puede ser un tronco de cono con bases circulares.

La cimentación se caracteriza porque comprende además los siguientes elementos:

- 10 - Un conjunto de elementos de apoyo que sobresalen de la superficie inclinada del encepado y en conexión con la misma configurados de modo que las superficies libres de dichos elementos de apoyo configuran una superficie de apoyo de las dovelas para el premontaje de una sección.
- 15 - Un conjunto de elementos filiformes de unión que se disponen en conexión con el encepado y cuyo extremo libre está destinado a unirse a las dovelas de una sección que se premonta sobre los elementos de apoyo. Dichos elementos de unión en una realización preferente pueden ser cables o barras metálicas cuya función es unir las dovelas a la cimentación. Al estar rígidamente unidas las dovelas a la cimentación es posible soportar tanto esfuerzos de compresión como de tracción. Esta solución es por tanto ideal para soportar fuertes vientos o fenómenos de resonancia por despredimiento de vórtices.

De este modo, esta cimentación define una superficie de apoyo a la vez que dispone unos elementos de unión, resistiendo los apoyos la compresión derivada de las dovelas y los elementos de unión la tracción de las mismas.

Según lo anterior el método de premontaje objeto de la invención comprende los siguientes pasos:

- 20 - localización de una primera dovela sobre el conjunto de elementos de apoyo que sobresalen de la superficie inclinada del encepado y en conexión con la misma configurados de modo que las superficies libres de dichos elementos de apoyo se disponen de modo que configuran unas superficies de apoyo de las dovelas para el premontaje de una sección, y
- 25 - unión de la primera dovela al extremo libre de los elementos filiformes de unión que se disponen en conexión con el encepado.

Estos pasos se repetirían con la totalidad de dovelas hasta formar la sección.

Descripción de las figuras

30 Para completar la descripción y con el fin de proporcionar una mejor comprensión de la invención, se proporciona un conjunto de dibujos. Dichos dibujos forman una parte integral de la descripción e ilustran realizaciones preferidas de la invención. Los dibujos comprenden las siguientes figuras.

La figura 1A es una vista esquemática en planta de una cimentación de una torre sobre la que se dispone una torre y sendas secciones en premontaje con dos dovelas.

La figura 2A es una vista esquemática frontal de un ejemplo de realización de una cimentación sobre la que se dispone una torre y una sección en premontaje situada sobre los elementos de apoyo de una sección con dos dovelas.

35 La figura 1B es una vista esquemática en planta de una cimentación de una torre sobre la que se dispone una torre y sendas secciones en premontaje con tres dovelas.

La figura 2B es una vista esquemática frontal de un ejemplo de realización de una cimentación sobre la que se dispone una torre y una sección de tres dovelas en premontaje situada una dovela sobre los elementos de apoyo.

La figura 3 representa una vista esquemática de tres ejemplos de realización de elementos de apoyo y elementos de unión.

5 La figura 4 representa una vista esquemática de un ejemplo de realización de un elemento de apoyo.

La figura 5 respresenta una vista esquemática de un ejemplo de realización de un elemento de apoyo.

Descripción detallada de la invención

10 En las figuras 1A y 1B se representa una vista en planta de una cimentación, una torre (8) y sendas secciones (4) que están siendo montadas sobre la cimentación. Más específicamente las figuras 2A y 2B representan un ejemplo de realización de un encepado (1) con sendas bases superior (12) e inferior (10) circulares de modo que junto con la superficie inclinada (13) definen un tronco de cono.

En la figuras 1A y 2A se representa un ejemplo de realización en el que la sección (4) tiene dos dovelas (5) y en las figuras 2A y 2B la sección tiene tres dovelas (5).

15 Las figuras 2A y 2B muestran también un conjunto de elementos de apoyo que sobresalen de la superficie inclinada (13) del encepado (1) y que se disponen en conexión con la misma (13). Las superficies libres (24) de dichos elementos de apoyo se disponen a la misma altura para definir unos puntos de apoyo horizontales para el premontaje de la sección (4). Más específicamente el conjunto de elementos de apoyo comprende unos pilares (2).

20 En el ejemplo de realización mostrado en las figuras 1A y 2A la cimentación comprende cuatro pilares (21, 22, 23) donde dos pilares se sitúan en la cota inferior (21) y superior (22) y están destinados a recibir la parte central de sendas dovelas (5) de una sección (4) y otros dos pilares (2) se sitúan en la misma cota (23) para recibir cada uno los extremos de dichas dovelas (4). De este modo los pilares inferior (21) y superior (22) soportan la parte central de las dovelas (5), mientras que los pilares que se sitúan en la misma cota (23) soportan los extremos de ambas dovelas (5).

25 En otra realización sería también posible contar con un número de pilares (2) que fuera el doble que el número de dovelas (4), de modo que cada dovela (4) apoyaría en dos pilares, como se muestra en el ejemplo de realización de las figuras 1B y 2B, donde hay seis pilares donde dos pilares se sitúan en la cota inferior (21), otros dos en la cota superior (22) y otros dos pilares se sitúan en la una cota intermdia (23).

30 Al actuar el viento sobre la dovela (5) el pilar (2) que soporte la parte central de la dovela (5) estará sometido normalmente a compresión, mientras que el pilar (2) que soporte los extremos de la dovela (5) estará sometido a compresión o a tracción según la dirección del viento. Esta tracción obliga a que dichos pilares (2) estén fuertemente unidos al encepado (1). Es por ello que la disposición preferida sería que el pilar (2) de cota inferior (21) soporte únicamente compresiones, es decir, soporte la parte central de la dovela (5) ya que es la parte del encepado (1) que posee un menor espesor y donde por lo tanto los anclajes del pilar (2) al encepado (1) tendrían menor longitud.

35 En la figura 3 se muestran tres ejemplos de realización de los pilares (2) y de los elementos de unión (3). Las figuras 3B y 3C representan unos pilares (2) realizados en el mismo material que el encepado (1) y que forman un elemento continuo con dicho encepado (1). La figura 3A representa un pilar (2) realizado en distinto material que el encepado (1) , por ejemplo, en material metálico y se disponen unidos al mismo (1), mediante unas barras de unión (71) embebidas en el encepado (1).

40 Igualmente se representan distintas realizaciones de elementos filiformes (3). Los elementos filiformes (3) pueden ser cables o barras metálicas. Dichos elementos filiformes (3) pueden estar unidos a los elementos de apoyo, como se muestra en las figuras 3A y 3B, o bien, directamente al encepado (1) según muestra la figura 3C.

En la figura 4 se muestra un ejemplo de realización de un pilar (2) metálico unido al encepado (1). El pilar (2) comprende una superficie superior de apoyo (24) y un elemento unión (3) unido por uno de sus extremos al pilar (2) y por el extremo opuesto destinado a estar unido y tesado a la dovela (5). En un ejemplo de realización este pilar (2) podría tener una altura de 2 m.

- 5 Aunque la cimentación definida por la invención tiene resistencia a tracción y compresión según lo explicado anteriormente, en un ejemplo de realización, ésta podría también comprender al menos un puntal (9) de sujeción de la dovela (5) unido por uno de sus extremos a un pilar (2) y configurado para apoyar el otro extremo en la dovela (5). De este modo al realizar el premontaje de la sección, por ejemplo, la primera dovela (5) posicionada sobre los pilares (2) tendría una sujeción auxiliar con dicho puntal (9), según se representa por ejemplo en la figuras 2A y 2B.
- 10 Alternativamente a los puntales (9), también sería posible la localización de cortavientos o tirantes de arriostramiento, por ejemplo cables unidos a las dovelas (5) con la misma función que los puntales (9).

De forma también adicional, la cimentación puede también comprender un arriostramiento auxiliar (6) uno de cuyos extremos está unido al encepado (1) y el otro a un elemento de apoyo.

- 15 En la figura 5 se representa un pilar (23) de los que sirven de apoyo para dos dovelas (5) que comprende sendos elementos filiformes (3) cada uno destinado a una de las dovelas (5). Este pilar (23) es compartido para ambas dovelas (5) y cuando ambas dovelas (5) están situadas sobre el apoyo desaparecen los efectos de la tracción.

- 20 Finalmente en la figura 6 se representa un ejemplo de realización de cimentación que comprende un marco (7) localizado entre el encepado (1) y el elemento de apoyo que comprende unas barras de unión (71) embebidas en el encepado (1) y unos elementos de anclaje (72) para la unión con el elemento de apoyo (2). El marco (7) posee una superficie superior (73) esencialmente horizontal para el apoyo del elemento de apoyo (2).

De este modo la cimentación podría comprender en obra embebidas las barras de unión (71) en conexión con el marco (7) sobre el que se localizarían los pilares (2) de sustentación que a su vez comprendería los elementos de anclaje (72) a la dovela (5).

REIVINDICACIONES

- 1.- Cimentación para torre de aerogenerador, donde la torre comprende secciones (4) divididas en dovelas (5) y donde la cimentación comprende un encepado (1) con una base superior (12), una base inferior (10) y una superficie inclinada (13) que se extiende entre la base superior (12) y la base inferior (10), siendo la base superior (12) de menor área que la base inferior (10) caracterizada por que la cimentación comprende:
5
 - un conjunto de elementos de apoyo que sobresalen de la superficie inclinada (13) del encepado (1) y en conexión con la misma (13) configurados de modo que las superficies libres (24) de dichos elementos de apoyo configuran unas superficies de apoyo de las dovelas (5) para el premontaje de una sección (4).
 - un conjunto de elementos filiformes de unión (3) que se disponen en conexión con el encepado (1) y cuyo extremo libre (31) está destinado a unirse a las dovelas (5) de una sección (4) que se premonta sobre los elementos de apoyo.10
- 2.- Cimentación para torre de aerogenerador, según la reivindicación 1, caracterizado porque las superficies libres (24) de los elementos de apoyo se disponen a la misma altura.
- 3.- Cimentación para torre de aerogenerador, según cualquiera de las reivindicaciones 1 o 2, caracterizada por que el conjunto de los elementos de apoyo comprende unos pilares (2).
15
- 4.- Cimentación para torre de aerogenerador, según la reivindicación 3, caracterizada por que los pilares (2) son del mismo material que el encepado (1) y forman un elemento continuo con dicho encepado (1).
- 5.- Cimentación para torre de aerogenerador, según la reivindicación 3, caracterizada por que los pilares (2) son de distinto material que el encepado (1) y se disponen unidos al mismo (1).
- 6.- Cimentación para torre de aerogenerador, según la reivindicación 5, caracterizada por que los pilares (2) son metálicos.
20
- 7.- Cimentación para torre de aerogenerador, según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, caracterizada por que los elementos filiformes de unión (3) están unidos a los elementos de apoyo.
- 8.- Cimentación para torre de aerogenerador, según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, caracterizada por que los elementos filiformes de unión (3) están unidos al encepado (1).
25
- 9.- Cimentación para torre de aerogenerador, según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, caracterizada por que los elementos filiformes de unión (3) son cables o barras metálicas.
- 10.- Cimentación para torre de aerogenerador, según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, caracterizada por que comprende cuatro pilares (2) donde dos pilares se sitúan respectivamente en la cota inferior (21) y superior (22) y están destinados a recibir la parte central de sendas dovelas (5) de una sección (4) y otros dos pilares (2) se sitúan en la misma cota (23, 24) para recibir cada uno los extremos de dichas dovelas (5).
30
- 11.- Cimentación para torre de aerogenerador, según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 9, caracterizada por que comprende el doble de pilares (2) que de dovelas (4) de modo que cada dovela (4) apoya en sendos pilares (2).
- 12.- Cimentación para torre de aerogenerador, según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, caracterizada por que comprende al menos un puntal (9) de sujeción de la dovela (5) unido por uno de sus extremos a un pilar (2) y configurado para apoyar el otro extremo en la dovela (5).
35

13.- Cimentación para torre de aerogenerador, según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, caracterizada por que comprende un arriostramiento auxiliar (6) uno de cuyos extremos está unido al encepado (1) y el otro unido a un elemento de apoyo.

5 14.- Cimentación para torre de aerogenerador, según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, caracterizada por que comprende un marco (7) localizado entre el encepado (1) y el elemento de apoyo que comprende unas barras (71) embebidas en el encepado (1) y unos elementos de anclaje (72) para la unión con el elemento de apoyo, donde el marco (7) posee una superficie superior (73) esencialmente horizontal para el apoyo del elemento de apoyo.

10 15.- Método de premontaje de torre de aerogenerador, donde la torre comprende secciones (4) divididas en dovelas (5) y donde la cimentación comprende un encepado (1) con una base superior (12), una base inferior (10) y una superficie inclinada (13) siendo la base superior (12) de menor área que la base inferior (10) y extendiéndose la superficie inclinada (13) entre la base superior (12) y la base inferior (11), caracterizado por que comprende los siguientes pasos:

- 15
- localización de una primera dovela (5) sobre un conjunto de elementos de apoyo que sobresalen de la superficie inclinada (13) del encepado (1) y en conexión con la misma (13) configurados de modo que las superficies libres (24) de dichos elementos de apoyo se disponen de modo que configuran unas superficies de apoyo de las dovelas (5) para el premontaje de una sección (4),
 - unión de la primera dovela (5) al extremo libre (31) de unos elementos filiformes de unión (3) que se disponen en conexión con el encepado (1),
 - repetición de los pasos anteriores con la totalidad de dovelas (5) de la sección (4).

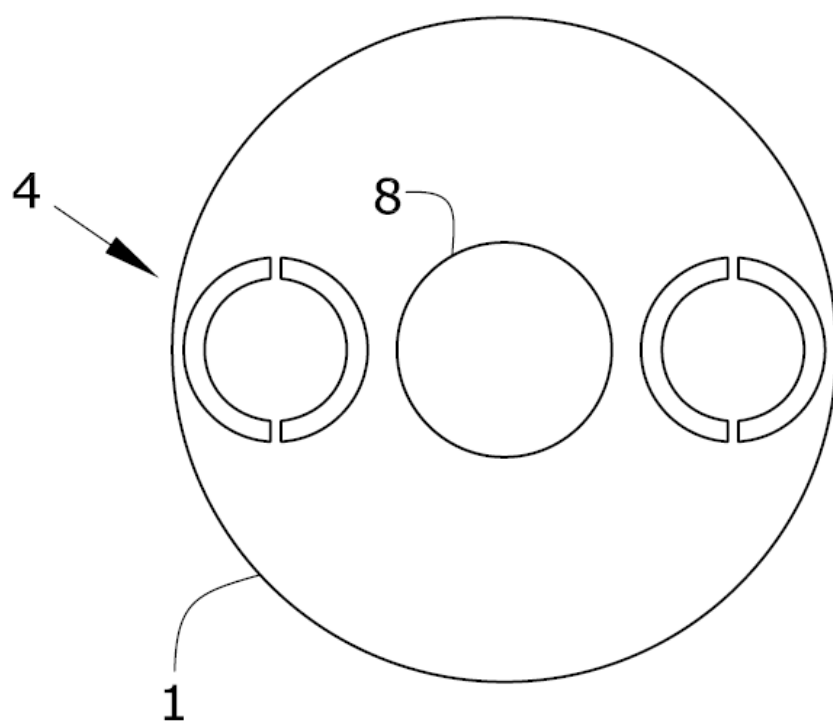


FIG. 1A

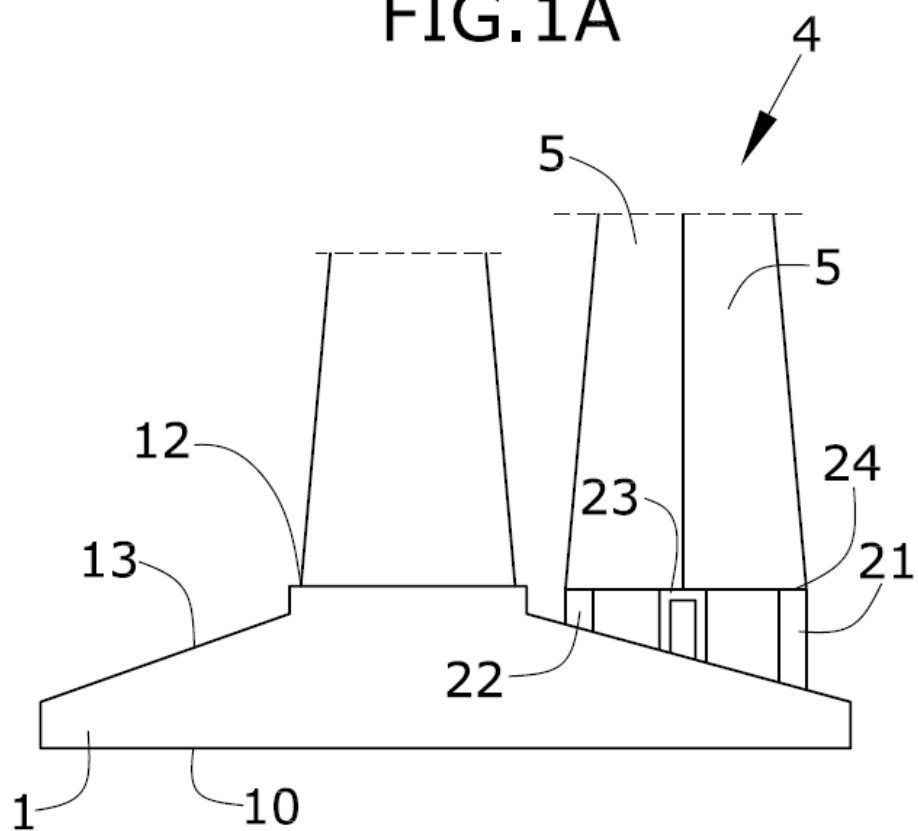


FIG. 2A

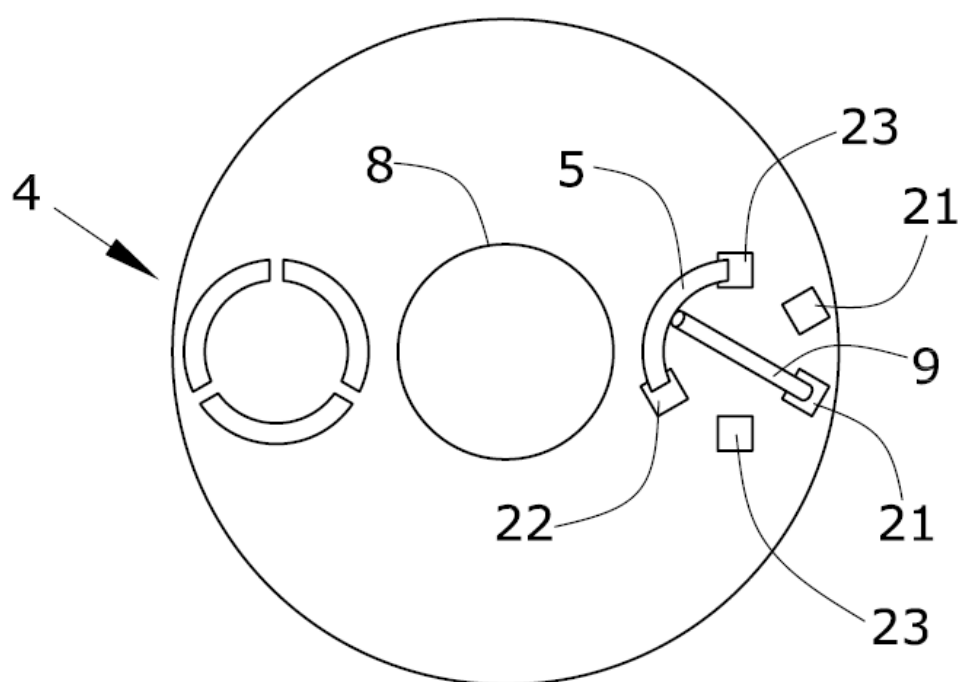


FIG. 1B

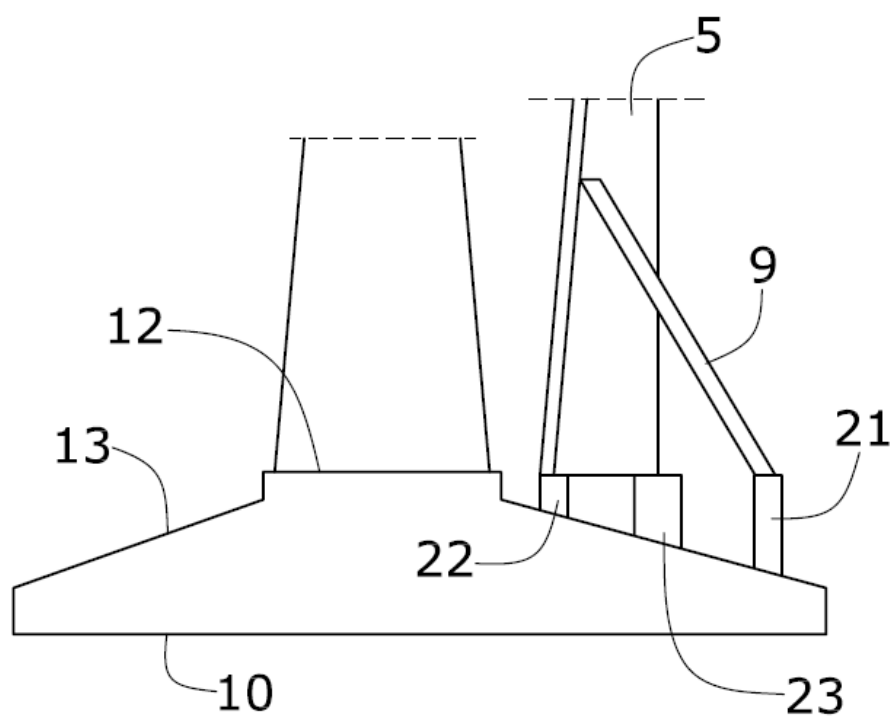


FIG. 2B

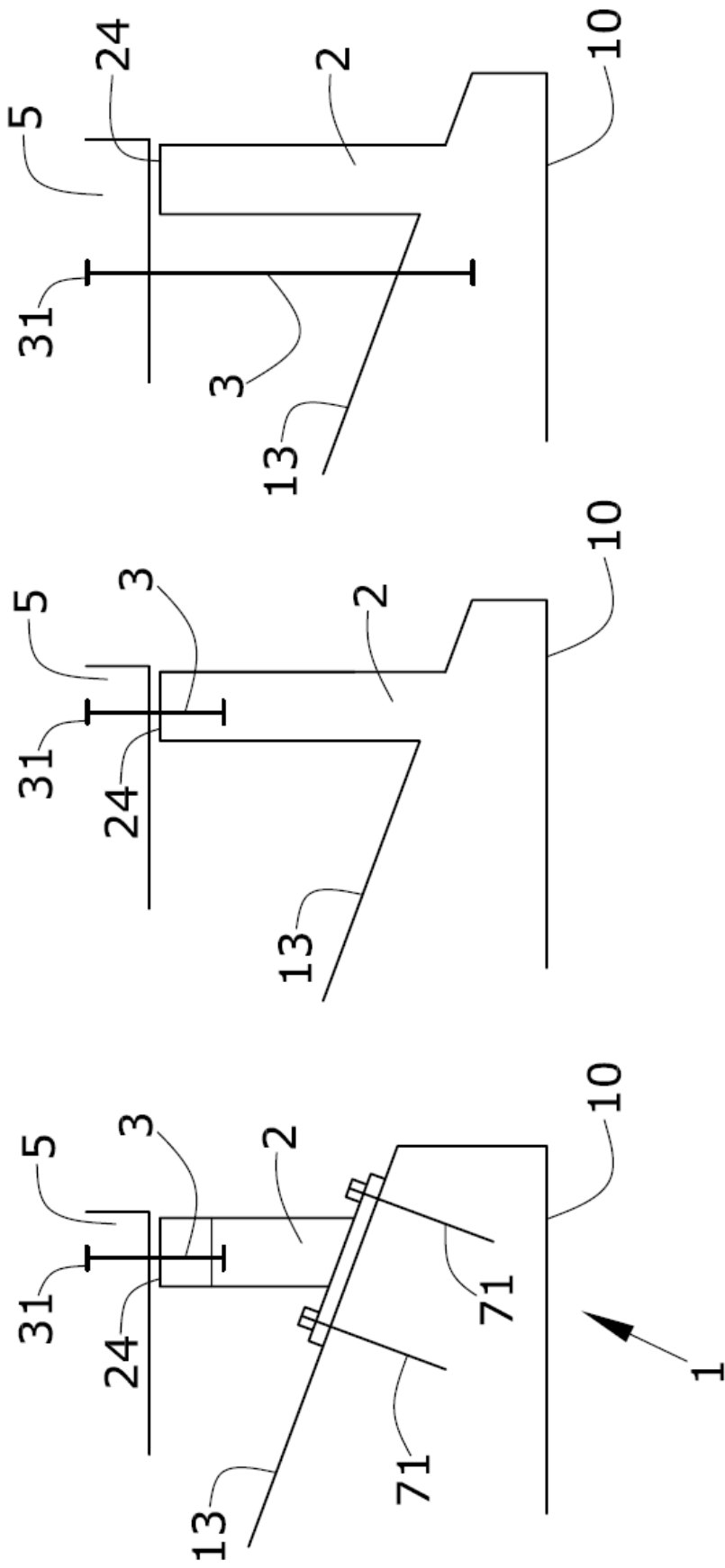


FIG.3A

FIG.3B

FIG.3C

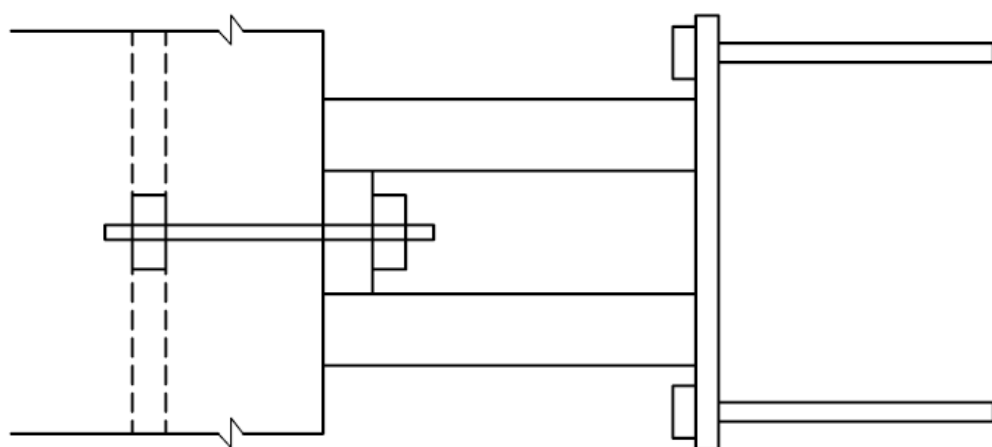


FIG. 4

