

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 580 332**

21 Número de solicitud: 201530080

51 Int. Cl.:

**E04H 12/12** (2006.01)

12

## SOLICITUD DE PATENTE

A1

22 Fecha de presentación:

**22.01.2015**

43 Fecha de publicación de la solicitud:

**23.08.2016**

56 Se remite a la solicitud internacional:

**PCT/ES2016/070015**

71 Solicitantes:

**INGECID INVESTIGACIÓN Y DESARROLLO DE  
PROYECTOS, S.L. (100.0%)**

**Bº RUBÓ S/N**

**39478 BOO DE PIÉLAGOS (Cantabria) ES**

72 Inventor/es:

**BALLESTER MUÑOZ, Francisco y**

**RICO ARENAL, Jokin**

74 Agente/Representante:

**GARCÍA GÓMEZ, José Donato**

54 Título: **Torre de hormigón**

57 Resumen:

La torre de hormigón comprende: un fuste (1) y una cimentación (2). El fuste (1) está formado por dos tramos diferenciados: - un tramo superior (11) comprendido entre una sección intermedia (13) y una sección superior (14) del fuste (1); disponiendo dicho tramo superior (11) de unos tendones interiores (3) de postesado, tensados entre la sección intermedia (13) y la sección superior (14); y - un tramo inferior (12) de hormigón comprendido entre la sección intermedia (13) y una cimentación (2); disponiendo dicho tramo inferior (12) de unos tendones exteriores (4) de postesado y de arriostamiento, que divergen hacia la zona inferior y que están fijados por unos extremos opuestos a la sección intermedia (13) del fuste (1) y a la cimentación (2) de dicho tramo inferior. La cimentación (2) comprende un anillo de hormigón (21) provisto de unos nervios radiales (22) de canto variable.

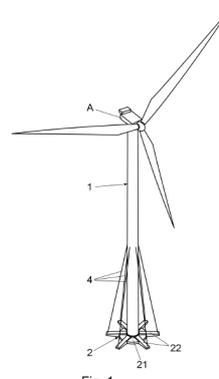


Fig. 1

ES 2 580 332 A1

## DESCRIPCIÓN

Torre de hormigón

### **Objeto de la invención.**

5

El objeto de la presente invención es una torre de hormigón que comprende un fuste y una cimentación, presentando la particularidad de que dicho fuste comprende un tramo superior con unos tendones interiores de postesado y un tramo inferior que dispone de unos tendones exteriores de postesado y de arriostramiento de la torre, fijados a una sección intermedia del fuste y a la cimentación de la torre.

10

### **Campo de aplicación de la invención.**

Este sistema de doble función de postesado es aplicable en torres de hormigón destinadas principalmente, aunque no de forma limitativa, a la instalación de aerogeneradores eólicos.

15

### **Estado de la técnica.**

Son conocidas las antenas de gran altura formadas por estructuras metálicas esbeltas que disponen de anclajes, a distintas alturas, mediante tendones a modo de "vientos". Estos tendones tienen una función esencial de arriostramiento, dado que en estructuras tan esbeltas no es conveniente un aumento excesivo de la compresión por el riesgo de pandeo. Y este es el motivo por el que el ángulo de los tendones con respecto a la vertical es relativamente elevado.

20

También son conocidos los puentes atirantados en donde los tendones no tienen como función esencial el arriostramiento de la pila, su función es la de recoger las cargas de los tableros que conforman el puente y transmitir las a las torres comprimiéndolas para llevar las cargas al terreno.

25

Los mini-aerogeneradores, aerogeneradores esbeltos de pequeñas dimensiones, utilizan los tendones o tensores como arriostramiento de la torre. Al igual que en el caso de las antenas de comunicación las tensiones no son muy elevadas y los ángulos con respecto a la vertical son relativamente grandes para evitar el riesgo de pandeo.

30

Algunos aerogeneradores metálicos de tamaño medio disponen de tendones de sujeción en el fuste de la torre. La función de los tendones es la de arriostrar en algún punto de la torre para minimizar esfuerzos en la misma. La inclinación de los tendones con respecto a la vertical es muy elevada no tanto para no comprimir en exceso las secciones metálicas como para maximizar la función de arriostramiento de los mismos.

En lo que se refiere a las torres de hormigón cabe mencionar que en la actualidad no existe una técnica como tal de atirantamiento de torres eólicas de hormigón. La opción que se utiliza para arriostrar es la de disponer contrafuertes que rigidizan la torre, siendo ésta una técnica incorporada de la edificación.

Para conseguir esta compresión en las torres de hormigón se utiliza normalmente para las soluciones de hormigón prefabricadas, un pretensado interno embebido y, para las soluciones de hormigón "in situ", se realiza con un extradosado interior con una inclinación prácticamente nula respecto a la vertical.

El pretensado, en estos dos casos carece de función de arriostramiento, siendo su única función la de precomprimir la torre para evitar o disminuir las tensiones de tracción sobre la estructura.

### **Descripción de la invención.**

La torre de la invención, comprendiendo un fuste y una cimentación, presenta la particularidad de incorporar una solución diseñada para que la optimización estructural conlleve una simplicidad constructiva y logística, que facilite reducir los costes y que permita la construcción "in situ" de torres de hormigón postesado de mayor altura y consiguientemente, con una mayor capacidad de aprovechamiento del recurso eólico.

La torre de la invención comprende un fuste con dos tramos diferenciados: un tramo superior de sección constante o variable, de hormigón u otro material, y un tramo inferior de hormigón, construido "in situ", que se encuentra conectado a una cimentación nervada, y que presenta un sistema de postesado conformado por unos tendones extradosados que van situados y

anclados desde la parte superior de este tramo inferior del fuste hasta la cimentación nervada, de forma que la cimentación tiene la doble función de soportar las cargas provenientes de la torre y servir de anclaje de los tendones de postesado.

- 5 El sistema de postesado, formado por los tendones anclados en la parte superior del tramo inferior del fuste y en la cimentación, también tiene una doble función: por una parte sirve para arriostrar la torre a cierta altura, de forma que los movimientos y los esfuerzos de la torre sean menores, y por otra parte para comprimir la torre en todo su tramo inferior, de forma que todas las secciones del tramo inferior del fuste de la torre se encuentran sometidas a un esfuerzo axil
- 10 que limita la apertura de fisuras en el hormigón.

Este último punto es importante dado que los requerimientos de certificación obligan a que los elementos de hormigón estén comprimidos bajo unos determinados umbrales de carga. Superado este umbral de carga las secciones de hormigón armado empezarían a trabajar a

15 tracción, siendo las armaduras pasivas del postesado, es decir, los tendones, las responsables de resistir los esfuerzos derivados de dichas cargas en las zonas traccionadas y evitando la fisuración del hormigón.

Según la invención el tramo superior del fuste puede disponer de unos tendones interiores de

20 postesado que se extienden a lo largo del mismo.

El tramo inferior del fuste de hormigón, una vez construido "in situ" se verá sometido a unos esfuerzos de compresión producidos por los tendones exteriores anclados al hormigón por una parte a la parte superior de este tramo inferior y por otra a la cimentación y tensados antes de

25 la puesta en servicio se la torre.

Los tendones de postesado interior que se encuentran situados en el tramo superior pueden, si así lo requieren los esfuerzos a soportar, prolongarse en este tramo inferior también por su interior hasta la cimentación complementando este postesado interior de la torre.

30 La cimentación nervada consta de un anillo de hormigón provisto de unos nervios radiales de canto variable, a cuyos nervios radiales se encuentran fijados y anclados los respectivos tendones exteriores de arriostramiento y de postesado de la torre. Estos nervios radiales, si es

necesario, pueden ir postesados en dirección radial, para absorber las tracciones por flexión que introducen los tendones exteriores de la torre en dichos nervios radiales.

5 A nivel estructural el conjunto formado por sistema de postesado exterior y la cimentación constituye un conjunto innovador con respecto al resto de torres de hormigón "in situ".

10 Por un lado, los tendones interiores del tramo superior del fuste enlazan en la sección intermedia reforzada con los tendones exteriores del tramo inferior del fuste y que se abren hacia la zona inferior fijándose en los nervios de la cimentación, realizando dichos tendones exteriores divergentes una doble función: postensar y arriostrar la torre.

15 Por otro lado, la cimentación, de la cual salen unos nervios que aportan estabilidad a la torre, hace de sujeción de los tendones exteriores de postesado y arriostramiento, evitando la necesidad de utilizar elementos externos a la torre, como bloques de hormigón de grandes dimensiones para el anclaje de los mencionados tendones exteriores.

20 Los nervios de la cimentación pueden disponer de medios para equilibrar total o parcialmente la carga de los tendones exteriores que pueden consistir en un pilote o micropilote, por ejemplo metálico o de hormigón armado, o bien en tendones dirigidos al terreno desde el extremo de los nervios

25 El cambio de dirección con la vertical de los tendones exteriores, respecto a los tendones interiores, origina una componente horizontal necesaria para conseguir el arriostramiento de la torre, pero también produce una pérdida efectiva de tensión de compresión en la zona inferior de la torre. Debido a esto, los tendones exteriores deben reunir unas características mecánicas y geométricas tales que la carga de compresión sea suficiente, teniendo en cuenta que las sollicitaciones en la zona inferior se han reducido debido al arriostramiento de la torre.

30 Estas cargas de compresión originadas por los tendones en la torre, junto el peso propio de la torre, permiten que en situación de carga cuasi-permanente, ninguna sección de la torre se descomprima.

La solución propuesta es un concepto similar a un postesado convencional que recorriese la torre, y a mitad de altura de la torre se abriera hacia la zona inferior para, además de comprimir, arriostrar horizontalmente a la torre.

- 5 La unión entre los tendones exteriores del tramo inferior y los tendones interiores del tramo superior se resuelve con la sección intermedia reforzada del fuste que está constituida por un aumento de espesor del fuste. Esta sección intermedia reforzada, puede necesitar unos elementos de postesado circunferencial.
- 10 Con las características descritas anteriormente, la invención proporciona una serie de ventajas entre las que mencionar:
- El postesado mediante tendones externos que además arriostren la torre, permite reducir los esfuerzos en la torre considerablemente.
- 15
- La reducción de esfuerzos permite ir a una solución de diámetro constante relativamente pequeña, dado que la sección de arriostramiento y la de base de torre presentan esfuerzos similares, optimizando la solución desde el punto de vista estructural.
- 20
- La solución de diámetro constante simplifica de manera muy importante la fase constructiva, en lo que a logística, plazos, etc., se refiere, con su correspondiente importante reducción de costes.
  - La solución de cimentación mixta entre cimentación anular y nervada optimiza la disposición
- 25 de material aumentando la estabilidad frente a cargas horizontales.
- El anclaje de los tendones exteriores a la propia cimentación, desde los nervios radiales, elimina la disposición de grandes bloques de hormigón (o similares) para absorber las reacciones de tracción de la torre provocadas por esfuerzos horizontales en cabeza.

30

### **Descripción de las figuras.**

Para complementar la descripción que se está realizando y con objeto de facilitar la

comprensión de las características de la invención, se acompaña a la presente memoria descriptiva un juego de dibujos en los que, con carácter ilustrativo y no limitativo, se ha representado lo siguiente:

- 5 - La figura 1 muestra una vista en perspectiva de un ejemplo de realización de la torre de hormigón de la invención.
- La figura 2 muestra una vista esquemática en perspectiva de un ejemplo de realización de la torre de hormigón según la invención en una posición de uso soportando un generador eólico.
- 10 - La figura 3 corresponde a una vista en planta superior de la torre de la figura 2 soportando un aerogenerador.
- La figura 4 muestra una vista en alzado de la torre de hormigón según la invención seccionada por un plano vertical y en la que se pueden observar los tendones interiores del tramo superior del fuste y los tendones exteriores del tramo inferior del mismo.
- 15 - La figura 5 muestra un detalle en perspectiva de una porción superior de la torre seccionada por un plano vertical, en la que se puede observar la fijación de los tendones interiores y de los tendones exteriores al fuste de la torre de hormigón.
- 20 - La figura 6 muestra un detalle en perspectiva de una porción inferior de la torre de hormigón en la que se puede observar la cimentación y la fijación de los tendones exteriores a dicha cimentación.
- 25 - La figura 7 muestra una vista en perspectiva de una porción inferior de la torre, en la que los nervios de la cimentación comprenden unos tendones de anclaje al suelo.
- La figura 8 muestra una vista en perspectiva de la porción inferior de la torre de la figura 7, seccionada por un plano vertical, en la que los nervios de la cimentación comprenden interiormente unos tendones de postesado
- 30

**Realización preferida de la invención.**

En la figura 1 se puede observar un ejemplo de realización de la torre de hormigón según la invención, que comprende: un fuste (1) formado por un cilindro hueco de hormigón "in situ" postesado, de diámetro exterior constante, y una cimentación (2) de fijación al suelo.

5

En las figuras 2 y 3 se puede observar la torre de hormigón de la figura 1, en posición de uso soportando un aerogenerador (A) montado sobre la torre en cuestión.

Como se puede observar en la figura 4, el fuste (1) comprende un tramo superior (11) comprendido entre una sección intermedia (13) reforzada y una sección superior (14) también reforzada, constituidas por un aumento de espesor del fuste (1) de hormigón; y un tramo inferior (12) comprendido entre la sección intermedia (13) y una cimentación (2) dispuesta en su extremo inferior.

En las figuras 5 y 6 el tramo superior (11) dispone de unos tendones interiores (3) de postesado orientados verticalmente y dispuestos con una distribución circular en el interior de dicho tramo superior (11), encontrándose tensados dichos tendones interiores entre una sección intermedia (13) reforzada y una sección superior (14) también reforzada, constituidas por un aumento de espesor del fuste (1) de hormigón, tal como se puede observar con mayor claridad en la figura 4.

20

Los mencionados tendones interiores (3) establecen el postesado del hormigón conformante del tramo superior (11) del fuste (1) de la torre.

El tramo inferior (12) del fuste está provista de unos tendones exteriores (4) de postesado y arriostramiento de la torre, fijados por sus extremos a la sección intermedia (13) reforzada del fuste y a la cimentación (2), concretamente al extremo de unos nervios (22) radiales que parten de un anillo de hormigón (21) y que constituyen conjuntamente con dicho anillo de hormigón la cimentación (2).

30

En la realización mostrada en las figuras 7 y 8 los nervios radiales (22) de la cimentación (2) incorporan unos tendones de postesado (23) orientados en dirección radial, para absorber las

tracciones que introducen los tendones exteriores (4) de la torre en dichos nervios radiales (22).

5 En la sección mostrada en la figura 8, los nervios radiales (22) de la cimentación (2) disponen en su extremo de unos tendones (5) de anclaje al terreno.

10 Una vez descrita suficientemente la naturaleza de la invención, así como un ejemplo de realización preferente, se hace constar a los efectos oportunos que los materiales, forma, tamaño y disposición de los elementos descritos podrán ser modificados, siempre y cuando ello no suponga una alteración de las características esenciales de la invención que se reivindican a continuación.

## REIVINDICACIONES

1.- Torre de hormigón; comprendiendo un fuste (1) y una cimentación (2).  
**caracterizado** porque:

5

- el fuste (1) está formado por dos tramos diferenciados: - un tramo superior (11) comprendido entre una sección intermedia (13) y una sección superior (14) del fuste (1); disponiendo dicho tramo superior (11) de unos tendones interiores (3) de postesado, tensados entre la sección intermedia (13) y la sección superior (14); y - un tramo inferior (12) de  
10 hormigón comprendido entre la sección intermedia (13) y una cimentación (2); disponiendo dicho tramo inferior (12) de unos tendones exteriores (4) de postesado y de arriostramiento, que divergen hacia la zona inferior y que están fijados por unos extremos opuestos a la sección intermedia (13) del fuste (1) y a la cimentación (2) de dicho tramo inferior y;

15 - la cimentación (2) comprende un anillo de hormigón (21) provisto de unos nervios radiales (22) de canto variable.

2.- Torre de hormigón; según la reivindicación 1, **caracterizada** porque los tendones exteriores (4) de arriostramiento y de postesado del tramo inferior (12) del fuste (1), que parten  
20 de la sección intermedia (13) del fuste (1), se encuentran fijados a respectivos nervios radiales (22) de la cimentación (2).

3.- Torre de hormigón; según la reivindicación 1, **caracterizada** porque los nervios radiales (22) de la cimentación (2) disponen en su extremo de unos medios de anclaje al  
25 terreno constituidos por unos tendones (5), o por un pilote o micropilote metálico o de hormigón armado.

30

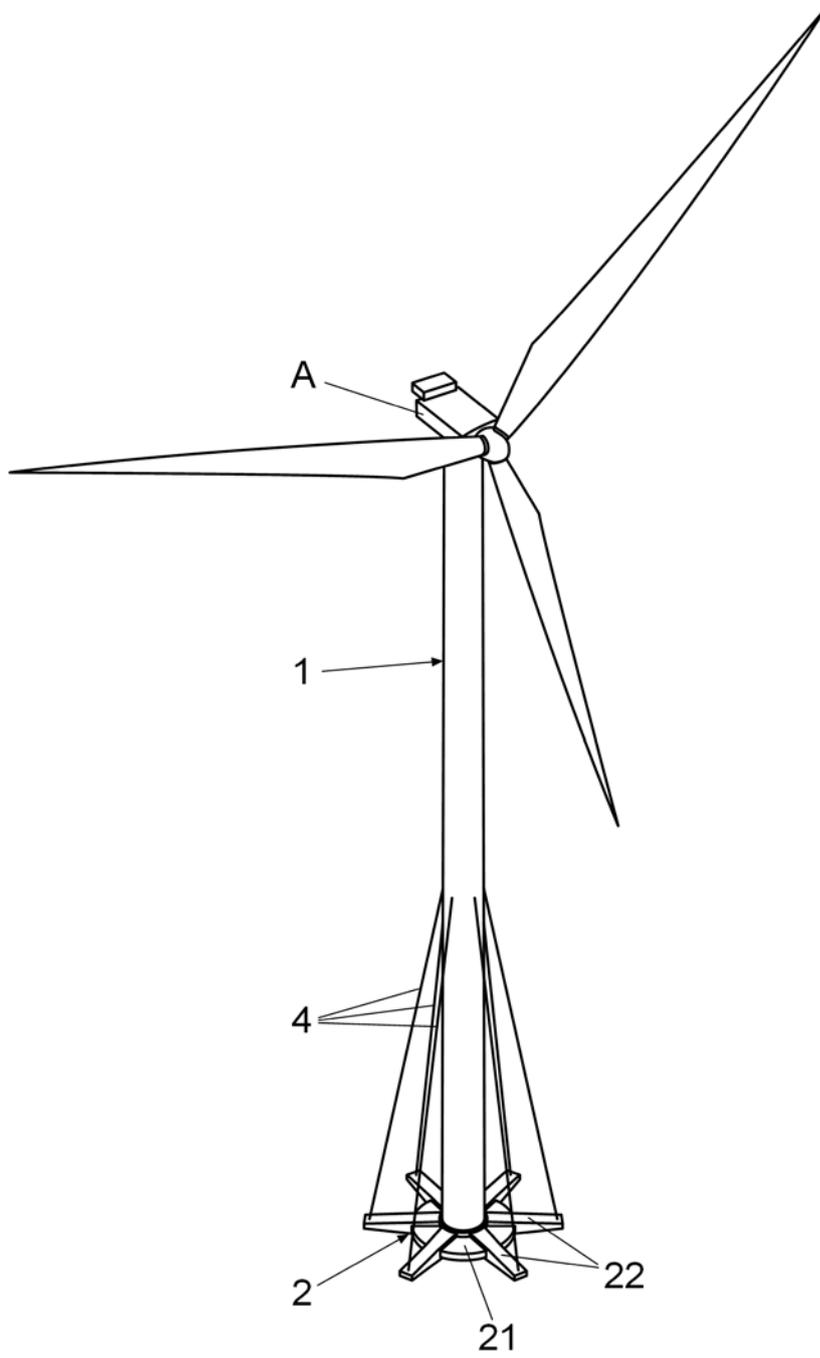


Fig. 1

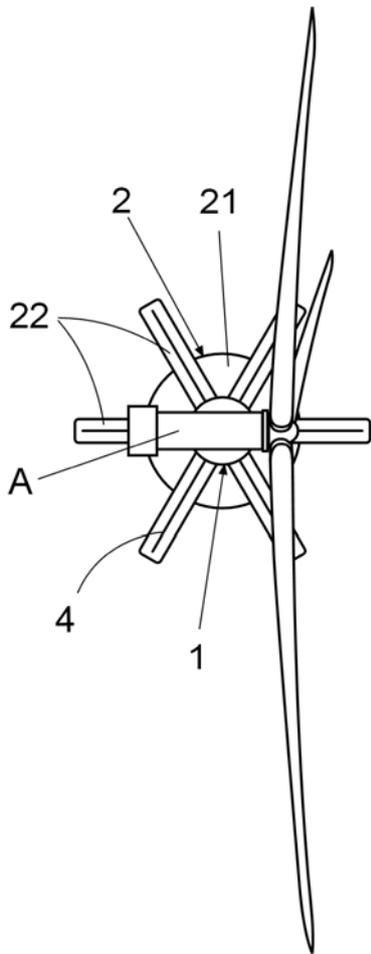


Fig. 2

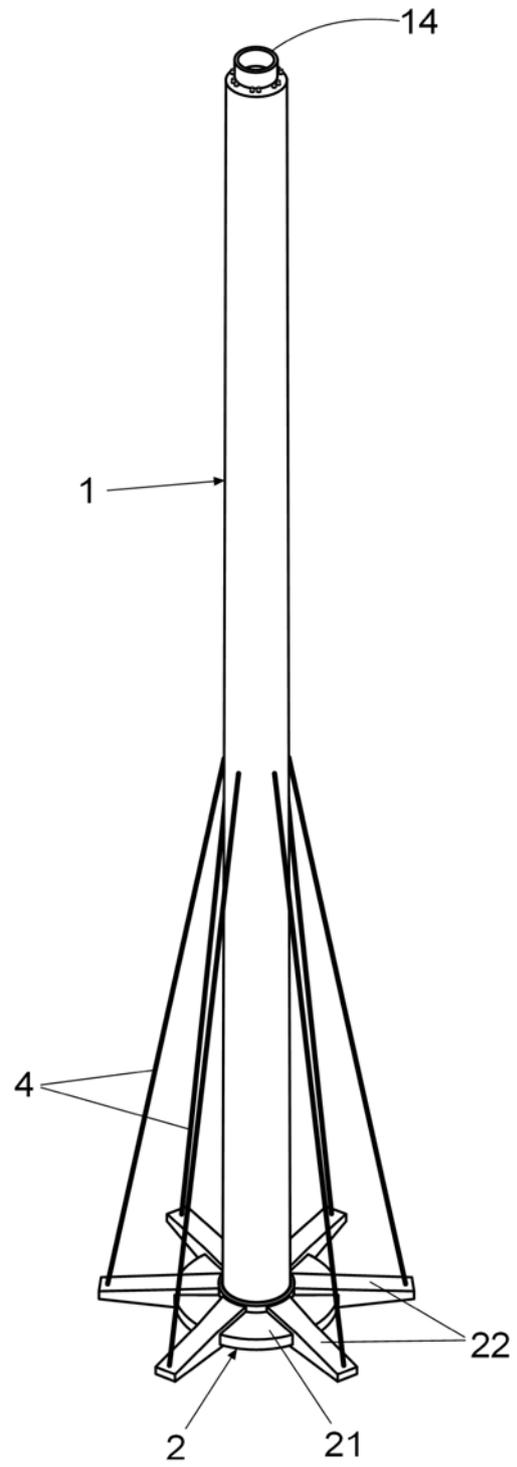


Fig. 3

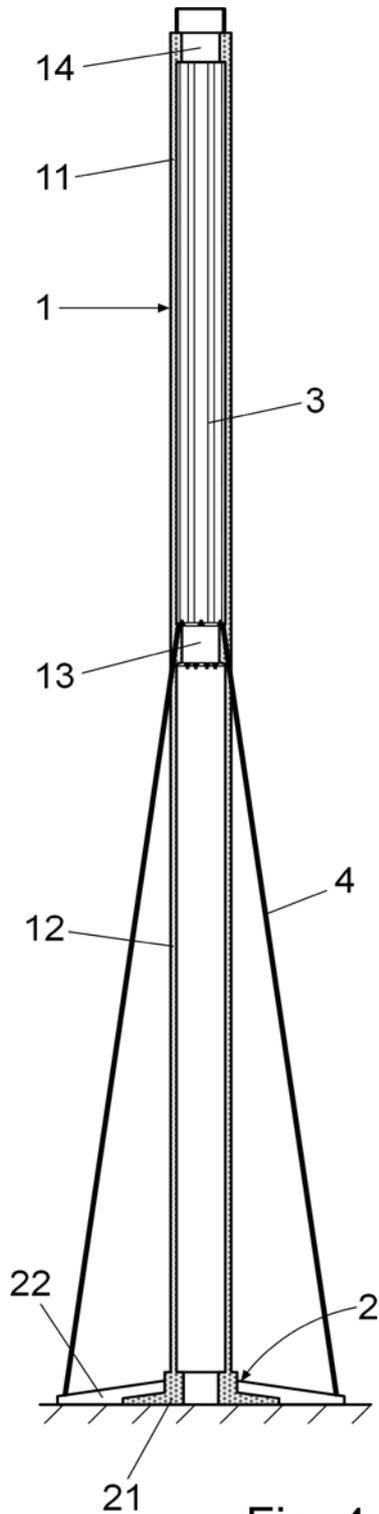


Fig. 4

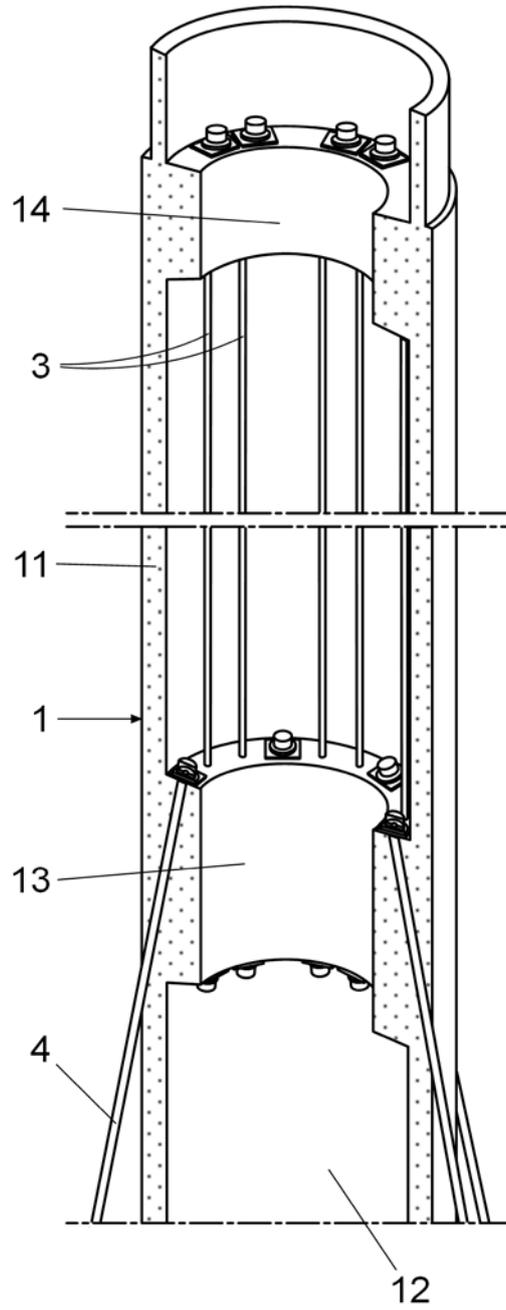


Fig. 5

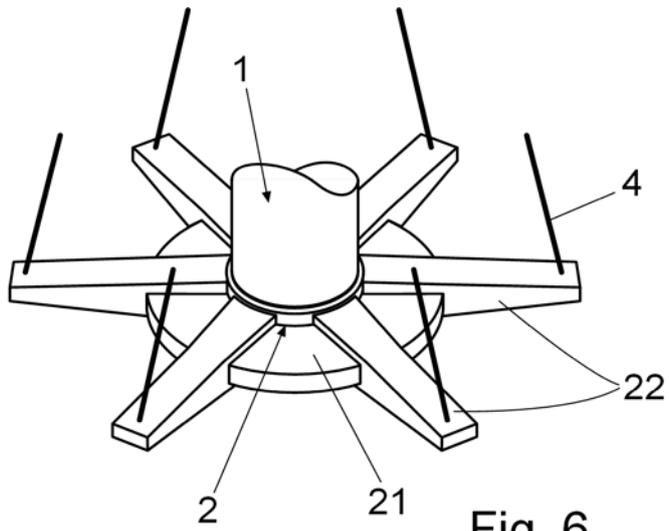


Fig. 6

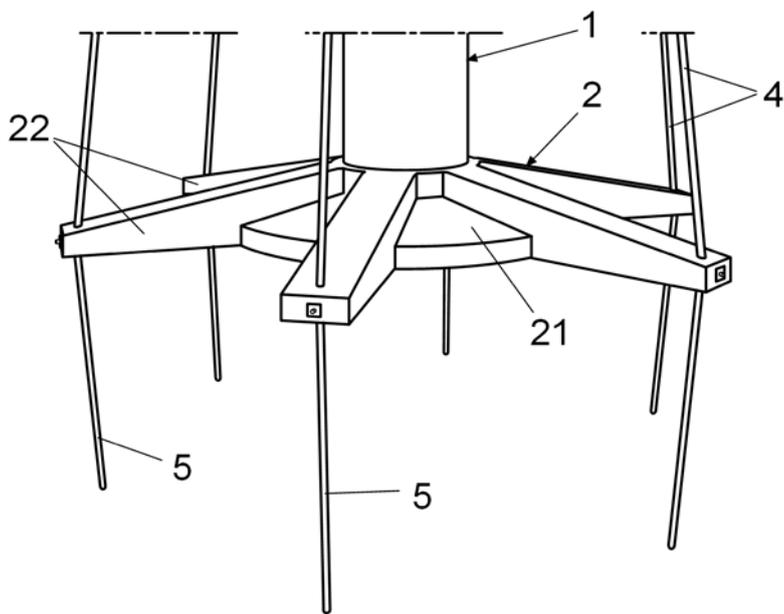


Fig. 7

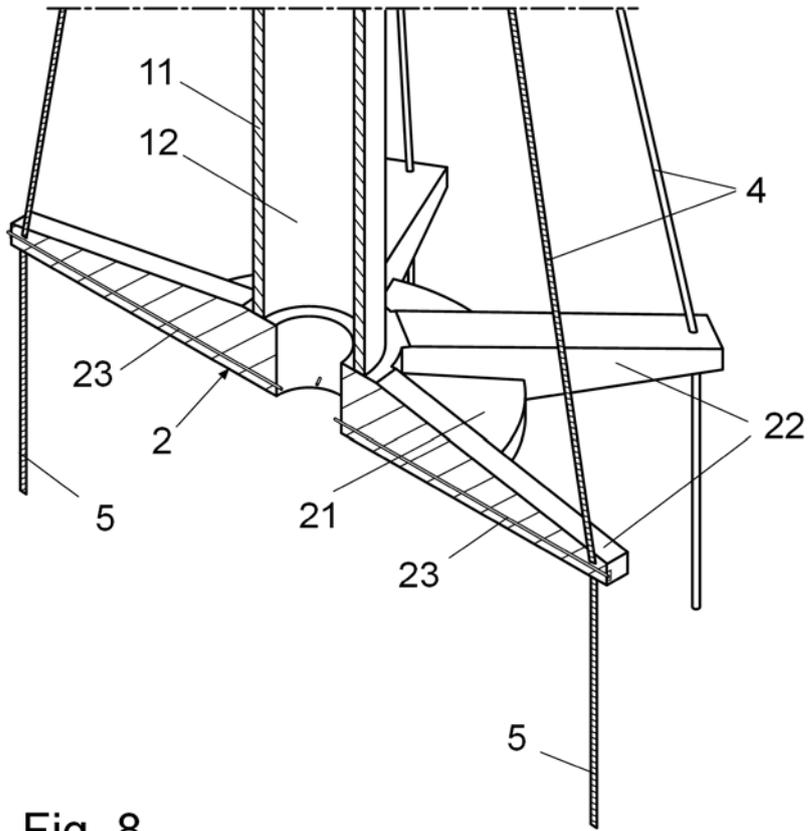


Fig. 8