

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 732 016**

51 Int. Cl.:

**E04H 12/08** (2006.01)

**E04H 12/12** (2006.01)

**E04H 12/20** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **28.10.2016** **E 16382492 (3)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **27.03.2019** **EP 3168390**

54 Título: **Estructura para torre de turbina eólica**

30 Prioridad:

**03.11.2015 ES 201531572**

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

**20.11.2019**

73 Titular/es:

**GRI RENEWABLE INDUSTRIES, S.L. (100.0%)**  
**Calle Ombu, nº 3 planta 12**  
**28014 Madrid, ES**

72 Inventor/es:

**GALLARDO HERNANDEZ, RODRIGO**

74 Agente/Representante:

**CARPINTERO LÓPEZ, Mario**

**ES 2 732 016 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**

Estructura para torre de turbina eólica

**Campo técnico de la invención**

5 La presente invención se refiere a una estructura para una torre de turbina eólica, que tiene aplicación en la industria energética y, más concretamente, en el ámbito de los aerogeneradores de gran altura, es decir aquellos en los que la altura del buje del aerogenerador es de hasta 200 m, los cuales se encuentran sometidos a condiciones de carga particulares que se diferencian de aquellas a las que se encuentran sometidos los aerogeneradores convencionales.

**Antecedentes de la invención**

10 En la industria de los aerogeneradores, resultan conocidas múltiples soluciones estructurales enfocadas en permitir un aprovechamiento óptimo de las cargas eólicas para la obtención de energía eléctrica.

En la mayoría de los casos, los elementos estructurales de soporte de las góndolas de los aerogeneradores se dimensionan para resistir las exigencias habituales, considerando su ubicación en emplazamientos elevados y las condiciones de viento en las diferentes épocas del año.

15 Sin embargo, existen aplicaciones en las que para conseguir un aprovechamiento óptimo de la energía eólica es necesario ubicar las góndolas en alturas superiores a las estándar, siendo conocido este ámbito particular de aplicación como aerogeneradores de gran altura.

20 Obviamente, al encontrarse tanto la góndola como la hélice a una altura superior a la estándar, las exigencias a las que se encuentran sometidos los elementos estructurales, incluyendo el mástil del aerogenerador, también denominado torre, y su cimentación, son sustancialmente superiores a aquellas aplicaciones estándar, por lo que dichos elementos estructurales requieren presentar una sobredimensión adecuada, o bien estar reforzados.

Teniendo en cuenta estos condicionantes, las torres para aerogeneradores utilizadas en la actualidad son de acero con diámetros en su base no inferiores a los 5 m, o bien son estructuras mixtas de acero y hormigón en las que la cimentación de la torre es considerable, con el objeto de resistir un elevado momento de giro.

25 Además de lo anterior, estas soluciones incluyen a menudo la disposición de una pluralidad tirantes de refuerzo alrededor del mástil, lo que permite que, en función de la dirección de la que provenga la carga eólica, los correspondientes tirantes trabajen a tracción, colaborando en incrementar la resistencia de toda la estructura.

30 Algunas soluciones de este tipo, que comprenden la disposición de los tirantes alrededor de la torre, se encuentran descritas en la solicitud del modelo de utilidad alemán n.º DE-202012100446-U1 y las solicitudes de patente europea n.º EP-2525093-A2 y EP-2444663-A2. Los documentos US2014/237914A1, JPS6160927A, WO2014/117231A1 y JP2004143920A divulgan otras estructuras según el estado de la técnica que se pueden utilizar para portar turbinas eólicas.

35 Por lo tanto, habida cuenta del sobredimensionamiento que requieren en la actualidad los elementos estructurales de los aerogeneradores para aplicaciones de gran altura, con el sobre coste que ello conlleva, en comparación con los aerogeneradores para aplicaciones convencionales, se llega a la conclusión de que este tipo de estructuras son susceptibles de ser mejoradas y optimizadas.

**Descripción de la invención**

40 La presente invención se refiere a una estructura para torre eólica según la reivindicación 1, en particular, para aplicaciones de gran altura, que permite reducir las dimensiones del cuerpo central a nivel de suelo, manteniendo la altura de la torre, y reducir la cimentación necesaria, permitiendo además una ejecución en obra de manera modular, repercutiendo todo ello en una mayor flexibilidad productiva, una reducción de tiempos de ejecución en obra y, por lo tanto, una reducción de los costes de ejecución de toda la estructura.

La estructura que la invención propone comprende un cuerpo central alargado que se extiende según una primera dirección desde el nivel del suelo hasta un extremo final.

45 Según la invención, la estructura comprende al menos tres cuerpos satélite, preferentemente de menor sección que la del cuerpo central, donde cada cuerpo satélite se extiende desde el nivel del suelo, separados del cuerpo central, según una dirección sustancialmente paralela a la primera dirección, hasta una altura inferior a la del extremo final del cuerpo central. Dichos satélites están unidos al cuerpo central a no más de 3/5 de la altura total de torre.

50 Dichos, al menos tres, cuerpos satélite están distribuidos radialmente alrededor del cuerpo central con respecto a la primera dirección, de manera que cada cuerpo satélite está vinculado al cuerpo central mediante una conexión superior que discurre entre dicho cuerpo central y un extremo superior de dicho cuerpo satélite.

De este modo, el cuerpo central se constituye como una columna o mástil de la torre, y de acuerdo con la invención

puede llegar a tener unas dimensiones de diámetro en su base, a nivel del suelo, que son inferiores a 5 m, incluso de 3,5 m. Al cuerpo central se adosan los cuerpos satélite de menor diámetro, separados del cuerpo central, pero unidos a dicho cuerpo central por uniones o conexiones superiores

5 Por lo tanto, a diferencia de las soluciones con tirantes del estado de la técnica, la estructura de la invención no tiene tirantes. Los tirantes solo trabajan a tracción y, ya que son cables, no ejercen resistencia compresiva. Sin embargo, los cuerpos satélite de la estructura de la invención trabajan bajo tracción y compresión, por lo que permiten una transmisión del esfuerzo axial que soporta el cuerpo central, lo cual no es posible en el caso de las soluciones con tirantes.

10 Asimismo, no se requiere dimensionar la cimentación para un momento de giro tan elevado como en el caso de las soluciones con tirantes, habida cuenta del mejor reparto de las cargas y de la reducción del peso de la estructura con respecto a las soluciones del estado de la técnica. Además, no se requiere que la torre sea de hormigón para que pueda resistir las exigencias a las que se encuentran sometidas las soluciones con tirantes.

15 Por otra parte, la invención presenta ventajas desde el punto de vista de la producción, dado que, considerando la reducción de las dimensiones requeridas, no se rompen los flujos actuales de producción, puesto que se pueden producir diámetros reducidos del orden de 4,6 m, mientras que en el caso de las torres actuales, los diámetros requeridos son de 6 o 7 m.

Se contempla la posibilidad de que adicionalmente, cada cuerpo satélite esté vinculado al cuerpo central mediante al menos una conexión intermedia que discurra entre dicho cuerpo central y dicho cuerpo satélite y que está situada entre el nivel de suelo y la conexión superior, con lo que se consigue así un mejor reparto de las cargas.

20 Asimismo se contempla que la sección transversal del cuerpo central pueda incluso decrecer desde la zona de conexión superior con los extremos superiores de los cuerpos satélite tanto hacia el extremo final como hacia el nivel del suelo.

25 Se puede llegar a esta configuración, dado el diagrama de momentos, en lo que podría definirse como conicidad invertida desde la zona de nivel de suelo hasta la zona correspondiente a las conexiones superiores. También se contempla que la sección de los cuerpos satélite sea decreciente, es decir, tenga conicidad invertida.

La estructura de la invención puede ensamblarse en campo de forma modular, haciendo que el montaje del cuerpo central sea independiente de los cuerpos satélite. De este modo, se puede premontar la totalidad de cada uno de los cuerpos satélite a nivel de suelo, para su posterior izado y acoplamiento con el cuerpo central, ya sea mediante soldadura o uniones atornilladas.

### 30 **Descripción de los dibujos**

Para complementar la descripción que se está realizando y con objeto de ayudar a entender mejor las características del invento, de acuerdo con una realización práctica del mismo, se adjunta como parte integrante de dicha descripción un juego de dibujos, en donde con carácter ilustrativo y no limitativo, se ha representado lo siguiente:

35 La figura 1 muestra una vista esquemática en perspectiva de una realización preferente de una torre eólica de gran altura de acuerdo con la invención, la cual comprende cuatro cuerpos satélite.

La figura 2 muestra una vista pormenorizada en perspectiva de la zona a nivel de suelo y de los cuerpos satélite de realización representada en las figuras anteriores.

40 La figura 3 muestra un detalle en perspectiva de la zona correspondiente a la pieza de desvío y las conexiones superiores entre los cuerpos satélite y el cuerpo central de la realización representada en las figuras anteriores.

La figura 4 muestra un detalle en perspectiva de la zona correspondiente a las conexiones intermedias entre los cuerpos satélite y el cuerpo central de la realización representada en las figuras anteriores.

45 La figura 5 muestra tres vistas esquemáticas en planta de tres realizaciones diferentes de la estructura de la invención, en donde, en la vista A, se ha representado una estructura con cuatro cuerpos satélite, como la representada en las figuras anteriores, en la vista B, una estructura con ocho cuerpos satélite situados a una distinta distancia radial del centro del cuerpo central, mientras que en la vista C se ha representado una estructura con tres cuerpos satélite uniformemente distribuidos.

50 La figura 6 muestra un diagrama de momentos flectores de la estructura de la invención, en el que puede apreciarse cómo dicho diagrama queda dividido en dos partes definidas en función de las conexiones superiores de los cuerpos satélite, lo que permite reducir la cimentación dado que el momento de giro es significativamente inferior en comparación con las soluciones convencionales, en las que el diagrama no se dividiría en dos, o a las soluciones con tirantes, en las que los tirantes trabajan únicamente bajo tracción y no bajo tracción y compresión, como en el caso de los cuerpos satélite de la invención.

### **Realización preferente de la invención**

55 A la vista de las figuras reseñadas, puede observarse cómo en una de las posibles realizaciones de la invención la estructura que la invención propone comprende un cuerpo central (1) alargado que se extiende según una primera

dirección desde el nivel del suelo (2) hasta un extremo final (3).

5 La estructura representada en las figuras 1-4 y en la vista A de la figura 5 comprende cuatro cuerpos satélite (4), de menor sección que la del cuerpo central (1), donde cada cuerpo satélite (4) se extiende desde el nivel de suelo (2), separados del cuerpo central (1), según una dirección sustancialmente paralela a la primera dirección, hasta una altura inferior a la del extremo final (3) del cuerpo central (1).

Dichos cuerpos satélites (4) están distribuidos radialmente alrededor del cuerpo central (1) con respecto a la primera dirección, de manera que cada cuerpo satélite (4) está vinculado con el cuerpo central (1) mediante una conexión superior (5) que discurre entre dicho cuerpo central (1) y un extremo superior (7) de dicho cuerpo satélite (4).

10 Las conexiones superiores (5) se unen al cuerpo central (1) en una pieza de desvío (8); asimismo, en la realización representada, se dispone por cada cuerpo satélite (4) una conexión superior auxiliar (5') que redundante en una mejora del reparto de las cargas.

A su vez, cada cuerpo satélite (4) está vinculado al cuerpo central (1) mediante una conexión intermedia (6) que discurre entre dicho cuerpo central (1) y dicho cuerpo satélite (4), y está situada entre el nivel de suelo (2) y la conexión superior (5), con lo que se consigue un mejor reparto de las cargas.

15 De acuerdo con una realización preferente, al menos un cuerpo (2, 4), preferentemente todos, comprende acero. Es decir, se conforman con acero. Los cuerpos satélite (4) se pueden fabricar mediante técnicas de fabricación de tuberías en espiral, siendo esta una tecnología de fabricación mucho más barata que la del cuerpo central (1), que se obtiene por procesos de calderería.

No obstante, también se contempla que al menos un cuerpo (2, 4) comprenda hormigón.

20 Asimismo, se contempla que al menos una conexión (5, 6) comprenda soldadura; preferentemente soldadura con arco eléctrico con protección frente al gas.

En el caso de que los cuerpos (2, 4) sean de hormigón, se contempla que al menos una conexión (5, 6) comprenda elementos seleccionados entre elementos de pretensado, elementos de postensado y pernos de montaje, o una combinación de los mismos, así como bridas.

25 En la realización representada en las figuras 1 a 4, los cuerpos (2, 4) comprenden una pluralidad de componentes o piezas metálicas unidas o acopladas entre sí mediante una alineación de agujeros a través de los cuales se montan pernos de montaje, permitiendo ser desmontados y montados.

30 En el caso de que los cuerpos (2, 4) sean de hormigón, se contempla que los cuerpos (2, 4) comprendan una pluralidad de componentes o piezas unidas o acopladas entre sí mediante agujeros, a través de los cuales se montan elementos de tensado inyectados con mortero.

El cuerpo central (1) puede ser de sección circular, como en la realización representada, o de sección trapezoidal comprendida, a nivel del suelo (2) en la base, en una circunferencia de diámetro no superior a 7 m.

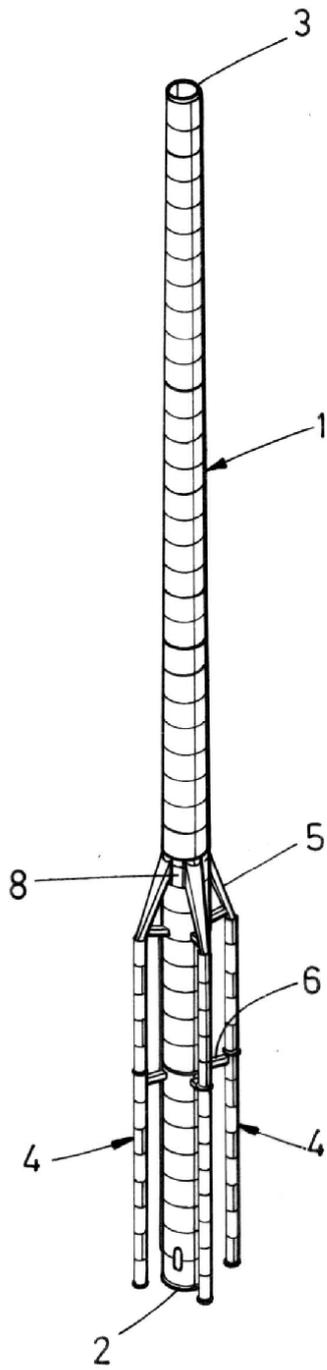
35 Asimismo, los cuerpos satélite (4) son de sección circular, trapezoidal o una combinación de ambas, y están preferentemente distribuidos de forma uniforme y radial alrededor del cuerpo central (1) con respecto a la primera dirección.

De acuerdo con la invención, la sección transversal de cada cuerpo satélite (4) es inferior a la sección transversal del cuerpo central (1).

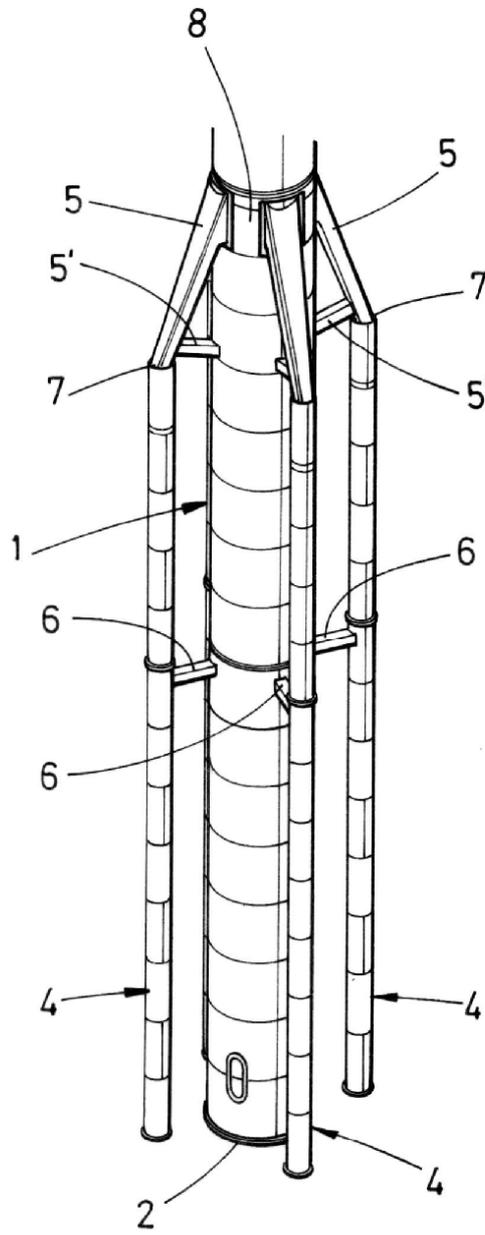
40 A la vista de esta descripción y juego de dibujos, el experto en la materia podrá entender que las realizaciones de la invención que se han descrito pueden combinarse de múltiples maneras dentro del ámbito de la invención. La invención se ha descrito según varias realizaciones preferentes de la misma, pero para el experto en la materia resultará evidente que se pueden introducir múltiples variaciones en dichas realizaciones preferentes sin sobrepasar el alcance de la invención reivindicada, como se adjunta en las reivindicaciones.

**REIVINDICACIONES**

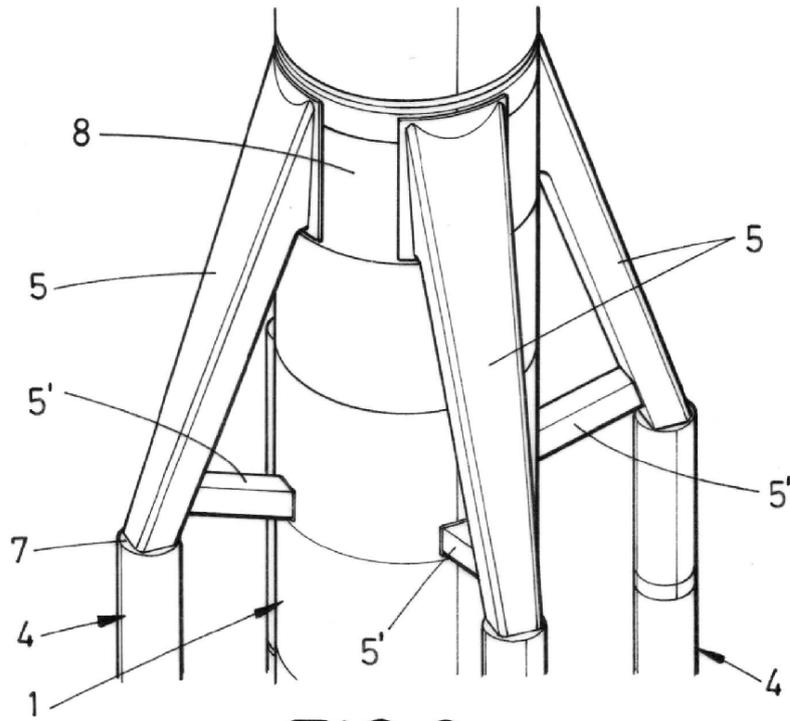
- 5 1. Estructura para una torre de turbina eólica que comprende un cuerpo central (1) alargado que se extiende según una primera dirección desde el nivel del suelo (2) hasta un extremo final (3), comprendiendo la estructura al menos tres cuerpos satélite (4), cada uno de los cuales se extiende desde el nivel del suelo (2), separados del cuerpo central (1), según una dirección paralela a la primera dirección, hasta una altura inferior a la del extremo final (3) del cuerpo central (1), donde dichos, al menos tres, cuerpos satélite (4) están distribuidos radialmente alrededor del cuerpo central (1) respecto de la primera dirección, y donde cada cuerpo satélite (4) está vinculado al cuerpo central (1) mediante una conexión superior (5) que discurre entre dicho cuerpo central (1) y un extremo superior (7) de dicho cuerpo satélite (4), en la que la sección transversal de cada cuerpo satélite (4) es inferior a la sección transversal del cuerpo central (1), **caracterizada porque** la sección transversal del cuerpo central (1) disminuye desde la zona de conexión superior (5) con ambos extremos superiores (7) de los cuerpos satélite (4) hacia el extremo final (3) y hacia el nivel del suelo (2).
- 10
- 15 2. Estructura según la reivindicación 1, en la que adicionalmente cada cuerpo satélite (4) está vinculado al cuerpo central (1) mediante al menos una conexión intermedia (6) que discurre entre dicho cuerpo central (1) y dicho cuerpo satélite (4).
3. Estructura según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en la que al menos un cuerpo (2, 4) comprende acero.
4. Estructura según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en la que al menos un cuerpo (2, 4) comprende hormigón.
- 20 5. Estructura según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en la que al menos una conexión (5, 6) comprende soldadura.
6. Estructura según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en la que al menos una conexión (5, 6) comprende elementos seleccionados entre elementos de pretensado, elementos de postensado y pernos de montaje, o una combinación de los mismos.
- 25 7. Estructura según cualquiera de las reivindicaciones 3 a 6, en la que los cuerpos (2, 4) comprenden una pluralidad de piezas metálicas unidas entre sí mediante una alineación de agujeros a través de los cuales se montan pernos de montaje.
- 30 8. Estructura según cualquiera de las reivindicaciones 4 a 7, en la que los cuerpos (2, 4) comprenden una pluralidad de piezas unidas entre sí mediante agujeros a través de los cuales se montan elementos de tensado inyectados con mortero.
9. Estructura según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en la que el cuerpo central (1) es de sección circular o trapezoidal comprendida, a nivel de suelo (2), en una circunferencia de un diámetro no superior a 7 m.
- 35 10. Estructura según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en la que los cuerpos satélite (4) son de sección circular, trapezoidal o una combinación de ambas, y están uniformemente distribuidos radialmente alrededor del cuerpo central (1) con respecto a la primera dirección.
11. Estructura según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en la que el cuerpo central (1) y los cuerpos satélite (4) tienen una configuración modular, siendo independiente el cuerpo central (1) de los cuerpos satélite (4).



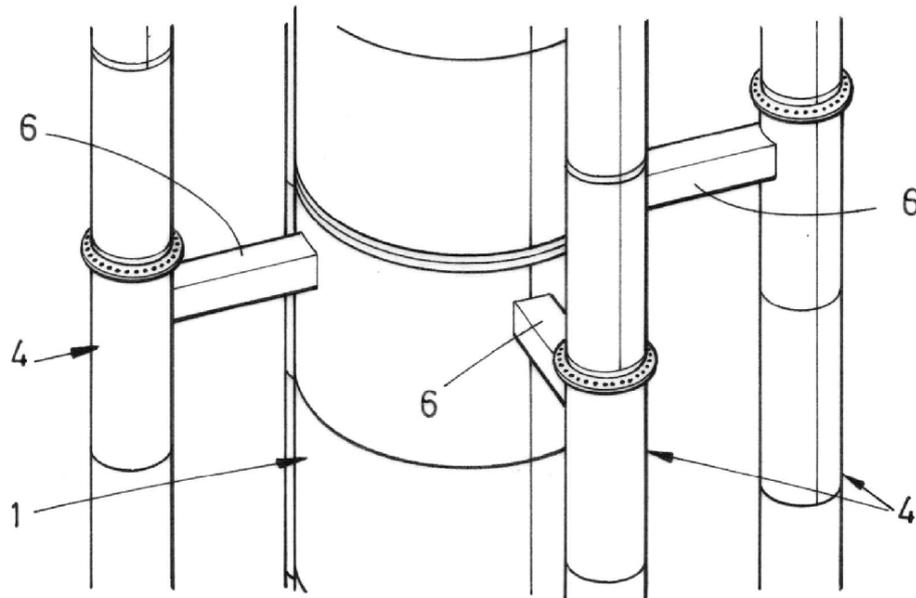
**FIG. 1**



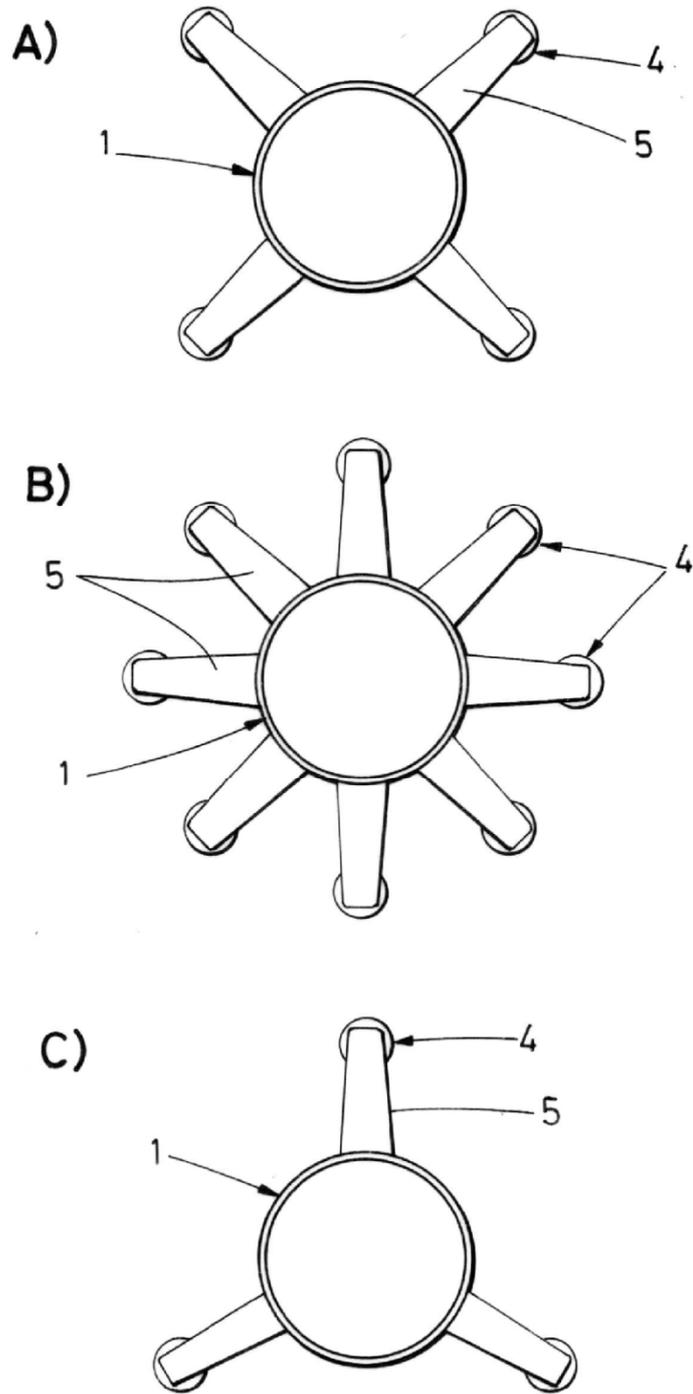
**FIG. 2**



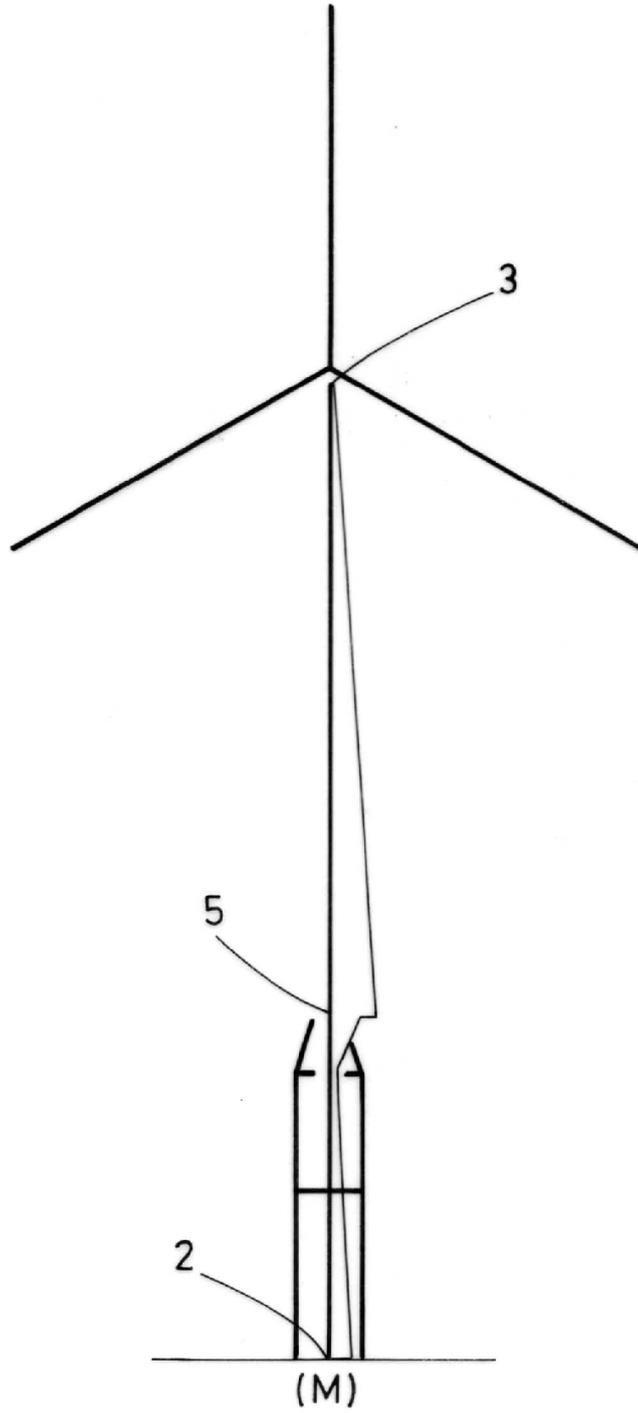
**FIG. 3**



**FIG. 4**



**FIG.5**



**FIG.6**