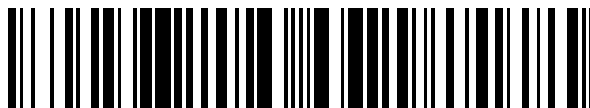


19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 662 926**

21 Número de solicitud: 201631296

51 Int. Cl.:

**E04H 12/22** (2006.01)

**E02D 27/42** (2006.01)

12

SOLICITUD DE PATENTE

A1

22 Fecha de presentación:

**06.10.2016**

43 Fecha de publicación de la solicitud:

**10.04.2018**

71 Solicitantes:

**DELTACORE ESTUDIOS Y PROYECTOS, S.L.**

**(100.0%)**

**C/ Españolito, 3  
28010 Madrid ES**

72 Inventor/es:

**DE LA TORRE CALVO, Juan Francisco**

74 Agente/Representante:

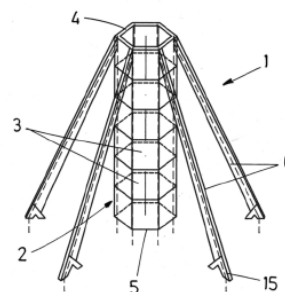
**PONS ARIÑO, Ángel**

54 Título: **PEDESTAL DE TORRE EÓLICA**

57 Resumen:

Pedestal de torre eólica.

Pedestal (1) de torre eólica que se instala entre una cimentación y una torre eólica de acero previamente diseñada para aumentar la altura de dicha torre eólica sin variar su diseño. Queda dispuesto por encima del nivel del terreno y permite ajustar las características dinámicas del sistema de manera que no varíe el régimen de cargas dinámicas calculado para las torres metálicas existentes. Comprende un fuste (2) con una pluralidad de elementos estructurales horizontales (3) unidos entre sí formando divisiones horizontales y unos moduladores dinámicos (6) unidos por un extremo a la superficie base superior (4) o a un elemento estructural horizontal (3) del fuste y por el otro extremo están unidos a la superficie base inferior (5) o a la cimentación. Dichos moduladores dinámicos están configurados para ajustar las propiedades dinámicas del sistema a los requisitos del proyecto.



**FIG.2a**

## **PEDESTAL DE TORRE EÓLICA**

### **DESCRIPCIÓN**

#### **5 OBJETO DE LA INVENCION**

La presente invención se refiere a un pedestal de torre eólica que permite elevar la altura de arranque, y con ello la de coronación, de la torre eólica que se instala sobre él sin necesidad de realizar modificaciones en el diseño de dicha torre eólica.

10

El fundamento de la invención es poder aprovechar la tecnología existente de la torres para aerogeneradores aplicándolo a alturas superiores a las que las dichas torres por sí mismas no pueden llegar, pero sin necesidad de alterar el diseño de la torre ni el régimen de funcionamiento del aerogenerador.

15

Esto supone una ampliación del campo de explotación de la tecnología existente y permite aumentar su aprovechamiento sin necesidad de diseñar nuevos modelos de torres eólicas. Es decir, el pedestal propuesto es universal y es capaz de suplir lo necesario para que la tecnología existente siga siendo válida a cotas superiores a las que hasta ahora han sido las máximas de explotación.

20

#### **ANTECEDENTES DE LA INVENCION**

25

Actualmente existen en el mercado torres para aerogeneradores de acero, y de hormigón armado, y una versión mixta híbrida de acero y hormigón. Cada uno de los tipos tiene sus ventajas e inconvenientes. En todos los casos, las posibilidades de fabricación, de transporte y de montaje imponen límites claros a las alturas de explotación.

30

Las torres de acero se fabrican para alturas entre 80 y 100 m, pues son las más competitivas en dicho rango de alturas. Estas torres pueden ser cilíndricas o troncocónicas huecas, como de celosía de barras. Sin embargo, para alturas mayores es imposible el empleo de acero ya que las dimensiones en espesor del acero necesario para soportar más altura elevan el coste enormemente. Por otra parte, si se recurre a aumentos del diámetro de base, las dimensiones necesarias hacen inviable el transporte

desde la fábrica hasta el parque eólico, por las dimensiones de ancho de las vías y de los gálibos de pasos superiores de carretera.

5 Por tanto, no es posible con dicho modelo recurrir a alturas mayores de explotación de manera económica. La ventaja de las torres eólicas de acero es que se trata de una tecnología versátil, industrializada y eficiente. Además esta tecnología se ha venido utilizando desde hace años y existe un amplio y valioso desarrollo técnico contrastado por miles de torres instaladas.

10 Como se ha descrito previamente, el problema técnico de esta solución es que no puede aplicarse a grandes alturas de por sí, debido al límite tecnológico insalvable del acero referido a las dimensiones de las piezas de dicho material. Por otra parte existen las torres de hormigón, que en nada se benefician de la tecnología ligada al acero, y requieren de una tecnología totalmente ad hoc, aun cuando puedan llegar a alturas  
15 mayores que las de acero. Presentan además el inconveniente de que sus diseños han de ser específicos para cada aerogenerador, cancelando cualquier posibilidad de universalidad de la solución.

El principal inconveniente de estas torres recae en su ejecución, en especial en la  
20 realización de divisiones entre secciones. Además, son de ejecución y montaje costosos, tanto que, a pesar de poder alcanzar mayores alturas, no han sustituido a las de acero. Y así pues, la necesidad de montaje en muchas piezas, de peso elevado, la cantidad enorme de divisiones a rematar in situ y la cantidad enorme de medios auxiliares necesarios para el montaje -sobre todo en forma de grúas- las hacen de construcción  
25 compleja, laboriosa, lenta y costosa.

Tampoco están exentas de mantenimiento, si bien no tanto por la agresión ambiental como por el repaso y control del correcto comportamiento de las divisiones entre piezas. Todo ello justifica que se empleen básicamente en el rango de alturas inaccesibles para  
30 las soluciones de acero, es decir, a partir de unos 100 m de altura.

Las torres híbridas son una opción intermedia que sigue sin ser una alternativa viable para grandes alturas. Estas soluciones no son versátiles pues siguen siendo diseños específicos para cada aerogenerador. Exigen además conjuntar la construcción de

elementos de acero con hormigón, dificultando el montaje, y también requiere de una tecnología especial que no se nutre plenamente ni de la de acero ni de la de hormigón. La parte de acero de estos aerogeneradores es completamente nueva, no emplea diseños ya realizados.

5

Se trata de una tecnología poco desarrollada que no tiene visos de ser la mejor solución para torres de gran altura ni con aerogeneradores cualesquiera. A los problemas planteados de ejecución de la parte de hormigón se añade que el desarrollo actual del acero no es aplicable directamente a este tipo de solución. Requieren de un cálculo de cargas completamente nuevo porque el comportamiento dinámico de la torre híbrida es diferente al de las torres de acero actualmente desarrolladas.

10

Además requiere, por un lado del diseño, cálculo y certificación de la parte de hormigón, y por el otro del diseño, cálculo y certificación de los tramos de acero. Es decir, requieren del cálculo de dos nuevas torres, una primera parte de hormigón y la restante de acero completamente nueva que no aprovecha los desarrollos anteriores.

15

En el estado de la técnica actual se pueden distinguir varios grupos de invenciones:

Así por ejemplo, la patente ES-2524840 B1 se refiere a una cimentación para torres, que está necesariamente enterrada o parcialmente enterrada, y que incluye una losa plana completamente enterrada. La tierra en la que está enterrada la cimentación actúa como lastre para optimizar la cantidad de material empleado en la cimentación de torres de grandes dimensiones y elevadas cargas. Está destinada a reducir los costes de cimentación de este tipo de torres.

20

25

Otro grupo de invenciones son aquellas en las que el fuste de la torre presenta refuerzos laterales hasta cierta altura. Se trata de torres eólicas que tienen que ser desarrolladas por completo, incluyendo los refuerzos, y que se presentan como alternativa a las torres eólicas actualmente desarrolladas. Los elementos de refuerzo que se añaden a estos fustes solo permiten mejorar el comportamiento resistente del fuste pero no permiten adaptar la frecuencia propia del sistema.

30

Entre este tipo de soluciones se conoce por ejemplo la patente EP-2444663 A2 que se

refiere a una turbina eólica configurada para ser instalada en tierra y que está compuesta por una góndola de aerogenerador montada sobre una torre. La patente incluye la góndola y una torre completa reforzada con unos elementos a modo de patas.

5 En el documento JP2002122066 A se describe una torre completa que se conecta a la cimentación en su parte inferior y a la góndola en su parte superior. Dicha torre completa está compuesta por anillos de hormigón de sección hueca cilíndrica con unos elementos de refuerzo en forma de T que se conectan entre la torre y la cimentación.

10 Un tercer grupo de invenciones actuales es el referido a elementos que se disponen en la parte inferior de una torre como por ejemplo los descritos en la patente ES2369304 B2 en la que se presenta un basamento de refuerzo para fustes de torres eólicas. En esta invención el fuste de la torre a reforzar se encuentra directamente unido a la cimentación y los elementos de refuerzo se unen directamente al fuste de la torre. Este hecho supone  
15 que haya que realizar una modificación del fuste original de la torre, anulando por lo tanto el cálculo y diseño anteriormente realizado.

Por otra parte, la patente ES2438626 B1 se refiere a una estructura de soporte para aerogeneradores y molde para obtener tales estructuras. La estructura se realiza sin  
20 divisiones horizontales entre paneles todos ellos de altura igual a la altura total de dicha estructura soporte. La estructura resultante presenta una geometría troncocónica o troncopiramidal. Requiere de una pieza de transición de composición mixta acero-hormigón.

## 25 DESCRIPCIÓN DE LA INVENCIÓN

La presente invención presenta un pedestal de torre eólica que permite aumentar la altura de trabajo de las actuales torres eólicas metálicas sin necesidad de modificar su diseño.

30 El pedestal se instala entre una cimentación (o un recrecido de ésta) y la torre eólica. Es decir, la torre eólica no se une a la cimentación directamente como en el estado de la técnica sino que se une al pedestal. Además el pedestal propuesto queda íntegramente por encima del terreno ya que en ningún momento actúa como cimentación y por tanto

no está enterrado ni tampoco parcialmente enterrado.

Una ventaja esencial de la presente invención es que el pedestal permite elevar la altura de coronación de la torre eólica manteniendo el comportamiento dinámico de dicha torre eólica invariable frente a las cargas dinámicas introducidas por la turbina. Es decir, la altura del pedestal sirve íntegramente como incremento de la altura total de la torre.

Así pues, se trata de un pedestal de torre eólica que es universal y que permite el empleo de los sistemas estructurales actualmente conocidos. El pedestal puede adaptarse a cualquier torre eólica independientemente de su geometría y dimensiones. Además permite la correcta adaptación al régimen de explotación de cualquier turbina eólica actualmente conocida.

Otras ventajas de la presente invención son:

- permite una perfecta adecuación a los sistemas de cimentación convencionales,
- permite aumentar de la altura de explotación sin alterar la tecnología de las torres existentes, y
- es de fácil producción ya que se fabrica a partir de elementos estructurales horizontales y moduladores dinámicos obtenibles con moldes que son sencillos y fáciles de ensamblar.

Asimismo, el pedestal presenta gran versatilidad geométrica y mecánica para permitir cualquier incremento de altura en cualquier tipo de torre eólica con la que se vaya a instalar. Otra ventaja asociada al pedestal propuesto es que el coste de mantenimiento es muy bajo.

El pedestal está configurado para instalarse sobre una cimentación y recibir una torre eólica ya diseñada, como se ha descrito previamente, sin necesidad de modificar su diseño. Es de hormigón armado y pretensado y comprende al menos un fuste que comprende una pluralidad de elementos estructurales horizontales unidos entre sí y una pluralidad de moduladores dinámicos que permiten ajustar las características dinámicas del sistema, en concreto la frecuencia propia de vibración, de manera que no varían las cargas.

Los cables de postesado pueden estar anclados por uno de sus extremos directamente al fuste o bien la torre eólica y por su otro extremo pueden estar anclados a la superficie base inferior del fuste o a la cimentación. Para los moduladores dinámicos las medidas de espesor, el ángulo de inclinación de los cables de refuerzo en su interior, la altura y la longitud dependen también de la torre que se va a instalar en el pedestal.

El sistema de moduladores dinámicos en conjunción con la fuerza y el trazado del tesado de los cables de refuerzo permite adecuar la frecuencia propia del conjunto a cualquier torre eólica que se quiera instalar en el pedestal, sin alterar su régimen de explotación. Esto hace que el pedestal sea totalmente versátil y pueda ser empleado en conjunción con cualquier torre eólica ya diseñada del estado de la técnica.

En un ejemplo de realización, el pedestal comprende también una plataforma exterior que puede ser permanente o desmontable y que preferentemente es una plataforma perimetral de acero. Está diseñada para permitir el acceso de los operarios a la zona de la conexión entre la torre de acero y el pedestal para realizar las acciones pertinentes para llevar a cabo esta conexión y su mantenimiento.

Asimismo, en un ejemplo de realización, el fuste (o uno de los cilindros inferiores de éste si está conformado por la unión de cilindros) dispone de una puerta de acceso al pedestal. Por otra parte, el zoquete permite el paso de personas, materiales, equipos y medios de elevación entre el pedestal y la torre de acero.

Preferentemente los moduladores dinámicos se extienden desde la superficie base superior del fuste del pedestal y no desde una zona intermedia de dicho fuste. Sin embargo, en un ejemplo de realización, el fuste comprende al menos un elemento estructural horizontal de desvío. Este elemento está configurado para permitir el desvío de la trayectoria de los cables de refuerzo que se extienden en dirección vertical a través del fuste y que siguen una trayectoria inclinada en los moduladores dinámicos.

En el elemento estructural horizontal de desvío puede haber un desvío curvo del trazado del cable o bien un anclaje recto de un cable de refuerzo que recorre el modulador dinámico hasta anclarse en la superficie de la base inferior del fuste o en la cimentación a la que se une el pedestal, y un anclaje recto del tesado vertical desde el la superficie

base superior del fuste con barras de alta resistencia.

En el ejemplo de realización en el que los moduladores dinámicos se unen a un elemento estructural horizontal del fuste que no se corresponde con la superficie base superior, siempre hay unos cables de refuerzo postesados que se extienden en dirección vertical desde la superficie base superior (en la unión con la torre) hasta el elemento estructural horizontal al que están unidos los moduladores dinámicos. Esta condición es necesaria para la correcta transferencia de los esfuerzos dinámicos de la torre eólica metálica a través del pedestal. Es decir, es básico que el fuste esté comprimido entre la conexión de la torre y el inicio de los cables de refuerzo en la cimentación.

Es por esto que en el pedestal descrito el postesado comienza por encima o al nivel de la conexión de la torre, tal y como se ha explicado previamente. De esta manera se cumple la condición de no-descompresión bajo hipótesis dictadas por código de cálculo.

Los elementos estructurales horizontales que conforman el fuste, así como el elemento estructural horizontal de desvío, pueden ser elementos macizos, huecos o con refuerzos radiales interiores para rigidizar la sección.

En el ejemplo de realización en el que los moduladores dinámicos están unidos a la superficie base inferior del fuste, esta unión se realiza mediante unos anclajes inferiores, que pueden ser por ejemplo unas cuñas delta. Dichas cuñas están dispuestas en la superficie base inferior y en ella se apoyan los moduladores dinámicos. Los cables de refuerzo de su interior quedan unidos a la superficie base inferior a través del interior de las cuñas.

Los elementos estructurales horizontales están unidos entre sí a hueso con divisiones en seco. En ejemplos de realización en los que es necesario reforzar dichas divisiones, se contempla la posibilidad de reforzarlas con mortero. Estos elementos estructurales horizontales, que pueden ser cilíndricos o poligonales, son de tanta altura como la carga de las grúas permite, minimizando el número de divisiones horizontales, limitando su esbeltez a cuarenta veces su espesor. La clave para poder asegurar las divisiones horizontales en seco son los cables de refuerzo postesados que las mantienen comprimidas en todo momento de la vida útil del pedestal.



Los anclajes del pedestal a la torre también quedan solapados con el postesado de los cables de refuerzo del pedestal. Las tensiones verticales en servicio se mantienen de compresión a lo largo de toda la altura del pedestal. Este aspecto es necesario para  
 5 garantizar el buen comportamiento del sistema (cimentación, pedestal, torre y turbina completa) durante toda la vida útil ante acciones dinámicas. El resto de características relacionadas con el comportamiento dinámico de la torre eólica se regulan mediante el dimensionado de los moduladores dinámicos y de las secciones de los elementos estructurales horizontales.

10

La superficie de base superior del fuste tiene un espesor suficiente para poder soportar el peso de la torre del aerogenerador. Además tiene un desfase radial suficiente entre la zona de anclaje de la torre y las cabezas de los cables de refuerzo (cables de tesado) correspondientes. Preferentemente el diseño de la base superior del fuste se realiza para  
 15 permitir el acoplamiento de torres eólicas en las que el diámetro interior de la conexión sea superior a 2 m y el diámetro exterior de la conexión sea inferior a 6 m.

Los moduladores dinámicos radiales se constituyen en planos, cartabones o vigas, y se izan a su posición con el tamaño máximo que las grúas permitan por peso, minimizando  
 20 también el número de divisiones horizontales.

El pretesado se determina, tanto en trazado como en fuerza, en función de la torre eólica que se va a instalar. Para realizarlo es necesaria una compresión en las divisiones horizontales del pedestal de modo que se asegure que en servicio nunca se produce la  
 25 apertura de las mismas por descompresión.

Además de esto, se dispone internamente todo el sistema de pasarelas, escaleras y demás elementos necesarios para el tránsito y operaciones de montaje y mantenimiento de los operarios.

30

La característica fundamental de la invención reside en que la combinación de las dimensiones de cada elemento junto con la fuerza y la rigidez del pretesado, que permite que el comportamiento dinámico conjunto de la torre con el pedestal, con la cimentación y con la turbina presente el mismo régimen dinámico que el aerogenerador completo de

menor altura existente (cimentación, más torre, más turbina). Esto es una característica indispensable para poder utilizar las torres eólicas ya conocidas sin tener que modificar su diseño.

- 5 Así se consigue que las torres eólicas de acero ya desarrolladas puedan alcanzar mayores alturas de explotación sin necesidad de alteraciones en la fabricación y en el régimen de funcionamiento del aerogenerador. De esta forma se consigue una altísima versatilidad porque con un único diseño de torre eólica de acero actual se pueden cubrir toda la gama de alturas superiores y toda la tecnología desarrollada actualmente y  
10 aplicada a este tipo de torres eólicas se puede seguir empleando sin alteraciones.

El diseño, geometría, materiales y estado tensional activo del pedestal permite además dotarlo de las características mecánicas necesarias en cada caso para que no se altere el régimen de comportamiento dinámico del aerogenerador que se instala sobre él. Es  
15 decir, el pedestal permite adaptar la frecuencia del sistema para seguir empleando las torres eólicas desarrolladas para alturas menores.

En resumen, las mejoras planteadas por la presente invención se pueden agrupar en:

- 20 a) Frente a las torres de acero del estado de la técnica: el pedestal propuesto permite el empleo de las torres de acero ya conocidas sin modificaciones para alturas de buje por encima de los 100m.
- b) Frente a las torres de hormigón: emplea el desarrollo tecnológico de las torres  
25 eólicas de alturas inferiores y elimina la necesidad de realizar un cálculo adicional de cargas sobre la estructura resultante.
- c) Sobre las estructuras de refuerzo en base: permite el empleo, sin modificaciones, de las torres eólicas empleadas para menores alturas y elimina la necesidad de realizar  
30 un cálculo adicional de cargas sobre la estructura completa (torre más refuerzos).

Las medidas del pedestal se obtienen para distintas especificaciones técnicas y funcionales de cada torre eólica metálica y según las características geotécnicas de cada terreno. Los aspectos del comportamiento dinámico del sistema (considerando el sistema

como el conjunto total de la cimentación, el pedestal, la torre y la turbina completa) que se controlan con el pedestal descrito son la frecuencia propia del modo fundamental de vibración de todo el conjunto, las frecuencias de otros modos adecuados para evitar vibraciones espúreas del propio pedestal, y las rigideces rotacional y traslacional en la base de la torre metálica unida al pedestal.

La altura total del pedestal se elige en cada caso para lograr la altura total deseada del sistema de captación de energía eólica, sin modificar en absoluto el diseño de la torre metálica a la que se va a unir.

10

### **DESCRIPCIÓN DE LOS DIBUJOS**

Para complementar la descripción que se está realizando y con objeto de ayudar a una mejor comprensión de las características de la invención, de acuerdo con un ejemplo preferente de realización práctica de la misma, se acompaña como parte integrante de dicha descripción, un juego de dibujos en donde con carácter ilustrativo y no limitativo, se ha representado lo siguiente:

Figuras 1a-c.- Muestran unas vistas en perspectiva, alzado y planta superior de un pedestal de torre eólica con moduladores dinámicos conexos y postesados.

Figuras 2a-c.- Muestran unas vistas en perspectiva, alzado y planta superior de un pedestal de torre eólica con moduladores dinámicos inconexos y postesados con los cables de refuerzo embebidos en el fuste.

25

Figuras 3a-c.- Muestran unas vistas en perspectiva, alzado y planta superior de un pedestal de torre eólica con moduladores dinámicos inconexos y postesados con los cables de refuerzo dispuestos en el interior del fuste, no embebidos en él.

Figura 4a.- Muestra una vista de un ejemplo de realización de un elemento estructural horizontal cilíndrico.

Figura 4b.- Muestra una vista de otro ejemplo de realización de un elemento estructural horizontal cilíndrico.

Figura 5a.- Muestra una vista de un ejemplo de realización de un elemento estructural horizontal hexagonal.

5      Figura 5b.- Muestra una vista de otro ejemplo de realización de un elemento estructural horizontal hexagonal.

Figura 6.- Muestra una división horizontal.

10     Figuras 7a-b.- Muestra unas vistas en perspectiva y sección de un elemento estructural horizontal de desvío.

Figuras 8a-b.- Muestra unas vistas en perspectiva y sección de otro elemento estructural horizontal de desvío.

15     Figura 9a.- Muestra una vista de la unión de la torre eólica a la superficie base superior del fuste en un ejemplo de realización en el que la unión se realiza por el interior de la torre eólica.

20     Figura 9b.- Muestra una vista de la unión de la torre eólica a la superficie base superior del fuste en un ejemplo de realización en el que la unión se realiza por el exterior de la torre eólica.

Figura 10.- Muestra una vista del anclaje inferior.

25

## **REALIZACIÓN PREFERENTE DE LA INVENCION**

A continuación se describen, con ayuda de las figuras 1 a 10, unos ejemplos de realización de la presente invención.

30

El pedestal de torre eólica de la presente invención está configurado para instalarse entre una cimentación y una torre eólica metálica ya diseñada sin necesidad de modificar su diseño. El pedestal (1) queda dispuesto sobre el terreno y no está enterrado ni parcialmente enterrado en él sino dispuesto sobre una cimentación o un

recrecido de ésta. En las figuras 1a-c, 2a-c y 3a-c se observan unos ejemplos de realización del pedestal (1) de torre eólica propuesto. En un ejemplo de realización preferente, el pedestal (1) está configurado para ser empleado con torres eólicas con un diámetro de entre 2m y 6m.

5

Se trata de un pedestal (1) que se puede considerar universal porque, como se ha descrito previamente, es aplicable a distintas especificaciones de torres metálicas sin modificar el diseño de éstas y para distintos tipos de terreno.

10

El pedestal (1) comprende al menos un fuste (2) que comprende una pluralidad de elementos estructurales horizontales (3) unidos entre sí y comprende una superficie base superior (4) a la que queda unida la torre eólica y una superficie base inferior (5) que queda unida a la cimentación.

15

Asimismo el pedestal (1) comprende unos moduladores dinámicos (6) que se extienden desde la superficie base superior (4) o un elemento estructural horizontal (3) del fuste (2) hasta la superficie base inferior (5) del fuste o hasta la cimentación a la que queda unida el pedestal en su posición final. En un ejemplo de realización, el pedestal (1) comprende un elemento estructural horizontal de desvío (14) que es el elemento desde el que parten los moduladores dinámicos (6).

20

Dichos moduladores dinámicos (6) están configurados para ajustar las características del conjunto de la cimentación, el pedestal y la torre eólica a los requerimientos de la torre eólica ya diseñada que se va a instalar en el pedestal, sin variar los condicionantes de diseño de la turbina y torre metálica. Es decir, gracias a los moduladores dinámicos (6) se regulan los aspectos descritos previamente del comportamiento dinámico y local de la torre eólica metálica.

25

En las figuras 1a-c se ha mostrado un ejemplo de realización en el que los moduladores dinámicos (6) son conexos. Como se puede observar en dichas figuras, los moduladores dinámicos (6) son de tipo ménsula y están conectados al fuste (2) a lo largo de toda la altura de éste.

30

En otro ejemplo de realización, mostrado en las figuras 2a-c, se presenta un pedestal (1)

con moduladores dinámicos (6) inconexos en el que los cables de refuerzo (7) están, como se puede observar en la figura 2c, embebidos en los elementos estructurales horizontales (3) del fuste (2).

5 Por otra parte, en las figuras 3a-c se ha mostrado la realización preferente en la que los moduladores dinámicos (6) son inconexos y los cables de refuerzo (7) quedan dispuestos en el interior del fuste (2). En este caso los cables de refuerzo (7) no están embebidos en el propio fuste (2) como sí ocurría en el ejemplo anterior.

10 El pedestal (1) es de hormigón armado y pretensado y por tanto en el interior del fuste (2) y en el interior de los moduladores dinámicos (6) se encuentran cables de refuerzo (7) que son cables de tesado con los que se controla la transmisión de cargas desde la torre eólica hacia el terreno. Gracias a esta transferencia de esfuerzos se consigue aumentar la altura de los aerogeneradores sin tener que redimensionar su resistencia  
15 a las cargas ni el resto de sus medidas.

En un ejemplo de realización la superficie base superior (4), que es sobre la que se instala la torre eólica, tiene un espesor determinado, suficiente para permitir la fijación de un cable de refuerzo (7) que atraviesa al menos dicha superficie base superior (4) y  
20 un modulador dinámico (6).

Preferentemente el radio y espesor del fuste (2) son constantes y dependen de las medidas de la torre eólica que se va a instalar sobre el pedestal (1).

25 Los elementos estructurales horizontales (3) que forman el fuste (2) están dispuestos apilados entre sí, formando divisiones (9) horizontales y no verticales. Además, dichas divisiones (9) se realizan preferentemente en seco mediante uniones de tipo hueso o "boca de perro". El acoplamiento de los elementos estructurales horizontales (3) entre sí se asegura gracias al postesado de los cables de refuerzo (7) del pedestal.

30 Los elementos estructurales horizontales (3) pueden tener configuración cilíndrica, como se aprecia por ejemplo en las figuras 4a-b, o tener secciones poligonales, como se ha representado en las figuras 5a-b, de modo que la cara exterior del elemento estructural horizontal (3) es afacetada. Esta realización en la que los elementos estructurales

horizontales (3) tienen caras planas permite ajustar de manera más sencilla los moduladores dinámicos (6).

En la figura 6 se ha representado una división horizontal (9) que es la zona de unión entre elementos estructurales horizontales (3) del fuste. La división (9) está diseñada para servir como barrera a la entrada del agua desde el exterior del pedestal (1), para funcionar como llave de cortante entre los elementos estructurales horizontales (3), y para, en caso de emergencia, poder ejecutar junta húmeda. Se trata de una junta con seno de artesa y cánulas de vertido inclinadas interiores para inyección del mortero de relleno.

En este caso la cara superior (10) de cada elemento estructural horizontal (3) comprende al menos un rehundido (12) y la cara inferior (11) comprende un resalte (13). En un ejemplo de realización se trata de rehundidos (12) y resaltes (13) que se extienden a lo largo de toda la sección y en todos los casos los rehundidos (12) y los resaltes (13) son complementarios. De esta forma, cuando un elemento estructural horizontal (3) se coloca sobre un elemento estructural horizontal (3) igual, el al menos un resalte (13) de la cara inferior (11) queda alojado en el al menos un rehundido (12) de la cara superior (10).

Este tipo de divisiones (9) para junta en seco también son aplicables a la división horizontal entre el elemento estructural horizontal de desvío (14) y el o los elementos estructurales horizontales (3) del fuste a los que está unido en las realizaciones en las que el fuste comprende dicho elemento estructural horizontal de desvío.

En el ejemplo de realización en el que el fuste (2) comprende al menos un elemento estructural horizontal de desvío (14), este está dispuesto en contacto con al menos uno de los elementos estructurales horizontales (3) del fuste (2). En caso de que los moduladores dinámicos (6) no se extiendan hasta la superficie base superior (4), se extienden hasta dicho elemento estructural horizontal de desvío (14) en el que se realiza el cambio de trayectoria del cable de refuerzo (de trayectoria vertical desde la superficie base superior (4) hasta el elemento estructural horizontal de desvío (14) con una trayectoria inclinada a lo largo del modulador dinámico (6)).

Como se aprecia en las figuras 7a-b y 8a-b el cambio de trayectoria de los cables de

refuerzo (7) se puede realizar directamente en el interior del elemento estructural horizontal de desvío (14) (o la superficie base superior (4) si el modulador dinámico (6) se extiende directamente desde ella) o bien puede obtenerse el mismo efecto usando dos cables de refuerzo (7). En este segundo ejemplo, uno de los cables de refuerzo (7) se  
 5 extiende verticalmente entre la superficie base superior (4), a la que se ancla, y el elemento estructural horizontal de desvío (14), a la que se ancla, y otro cable parte se extiende el elemento estructural horizontal de desvío (14), a la que se ancla, con la inclinación correspondiente a través del modulador dinámico (6).

10 Para pedestales de gran altura la opción preferente será la de cable de refuerzo continuo (representada en la figura 7a) porque el ángulo de quiebro es liviano. Para pedestales de pequeña altura se realizará preferiblemente la solución de varios cables de refuerzo (7) unidos al elemento estructural horizontal de desvío (14) (representada en la figura 7a).

15 Las figuras 9a y 9b representan dos alternativas a la conexión entre torre eólica metálica (8), y pedestal (1). En la realización de la figura 9a, los cables de refuerzo (7) del pedestal (1) van por dentro de la sección de la torre eólica (8), y en la realización de la figura 9b, los cables de refuerzo (7) van por el exterior de la torre eólica (8). La elección de un modo u otro de realización depende del diámetro de la torre eólica metálica. En  
 20 general los cables de refuerzo (7) van dispuestos por dentro de la torre eólica (8), pero en el caso de torres muy estrechas, dichos cables se disponen por fuera.

En la figura 10 se ha representado un anclaje inferior (15) que puede estar dispuesto en el extremo inferior de los moduladores dinámicos (6) y configurado para unirse para  
 25 unirse a la superficie base inferior (5) o a la cimentación. Se trata de un elemento de hormigón armado con forma de delta y que está configurado para acometida de los moduladores dinámicos (6) a la cimentación y para paso del cable de refuerzo (7) que recorre el modulador dinámico (6) hasta la cimentación. Dicho anclaje inferior (15) comprende también registro para el mecanismo de tesado.



## **REIVINDICACIONES**

1.- Pedestal de torre eólica configurado para instalarse sobre una cimentación y para elevar una torre eólica ya diseñada sin necesidad de modificar su diseño, y está  
5 caracterizado por que comprende al menos:

-un fuste (2) que comprende una pluralidad de elementos estructurales horizontales (3) unidos entre sí formando divisiones horizontales y comprende una superficie base superior (4) a la que queda unida la torre eólica y una superficie base inferior (5) que queda unida a la cimentación;

10 -unos moduladores dinámicos (6) que están unidos por un extremo a la superficie base superior (4) o a un elemento estructural horizontal (3) del fuste y por el otro extremo están unidos a la superficie base inferior (5) o a la cimentación, y dichos moduladores dinámicos (6) están configurados para ajustar las características dinámicas del conjunto de la cimentación, el pedestal y la torre eólica a los requerimientos de la torre eólica ya  
15 diseñada que se va a instalar en el pedestal.

2.- Pedestal de torre eólica según la reivindicación 1 caracterizado por que comprende al menos un elemento estructural horizontal de desvío (14) dispuesto en el fuste (2) unido al menos a uno de los elementos estructurales horizontales (3) de éste y está configurado  
20 para unirse a un extremo de los moduladores dinámicos (6).

3.- Pedestal de torre eólica según la reivindicación 2 caracterizado por que en el elemento estructural horizontal de desvío (14) se anclan un cable de refuerzo (7) que se extiende desde la superficie base superior (4) en dirección vertical y un cable de refuerzo  
25 (7) que se extiende a lo largo del modulador dinámico.

4.- Pedestal de torre eólica según la reivindicación 2 caracterizado por que el elemento estructural horizontal de desvío (14) está atravesado por un cable de refuerzo (7) que cambia de trayectoria en el interior de la estructura horizontal de desvío pasando de una  
30 trayectoria vertical a una trayectoria inclinada.

5.- Pedestal de torre eólica según la reivindicación 1 caracterizado porque los elementos estructurales horizontales tienen una configuración que puede ser cilíndrica o poligonal.

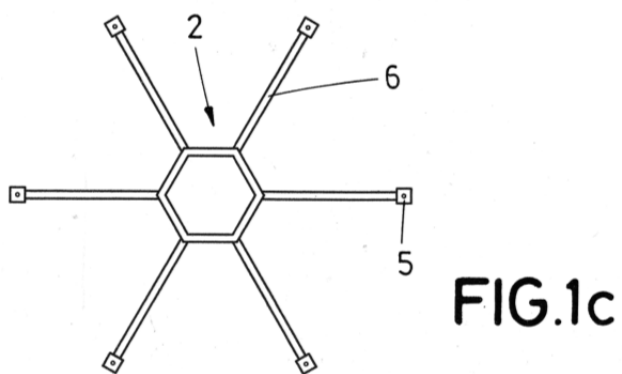
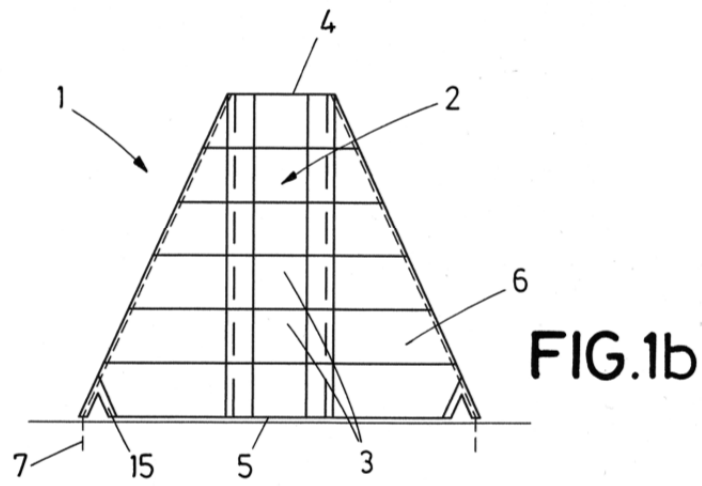
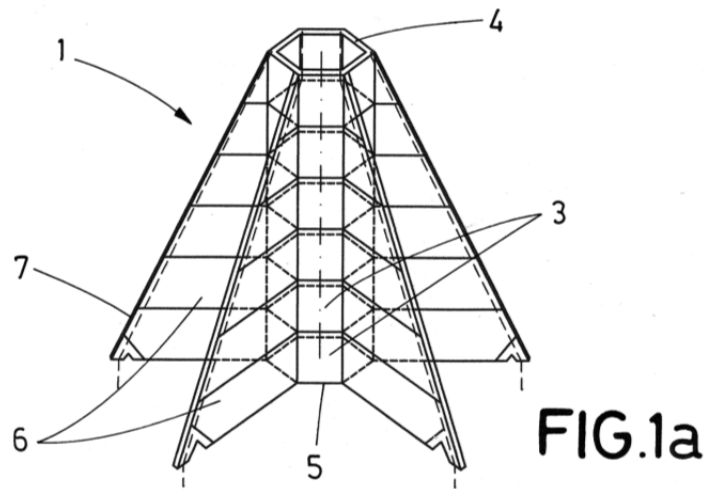
6.- Pedestal de torre eólica según la reivindicación 1 caracterizado porque las divisiones horizontales son uniones en seco y los elementos estructurales horizontales se mantienen unidos entre sí por acción de los cables de refuerzo.

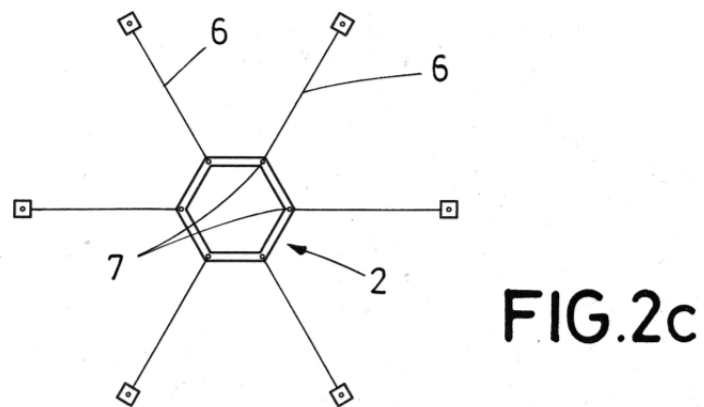
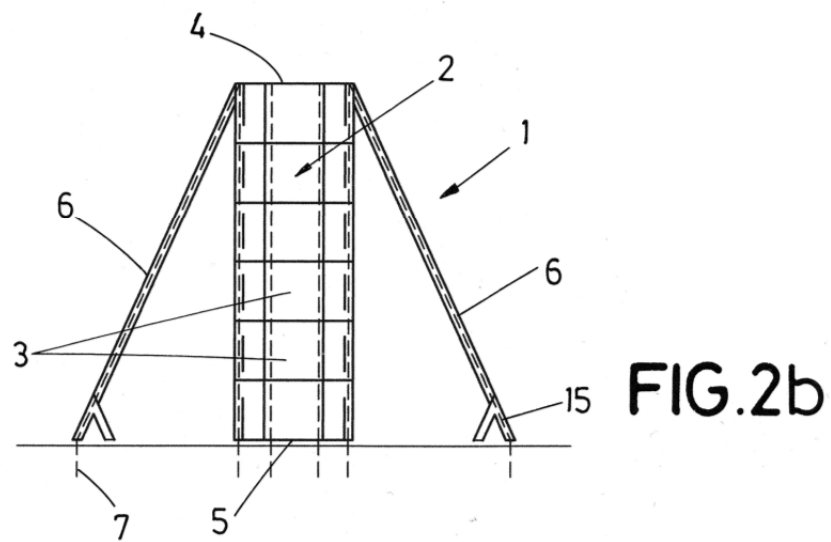
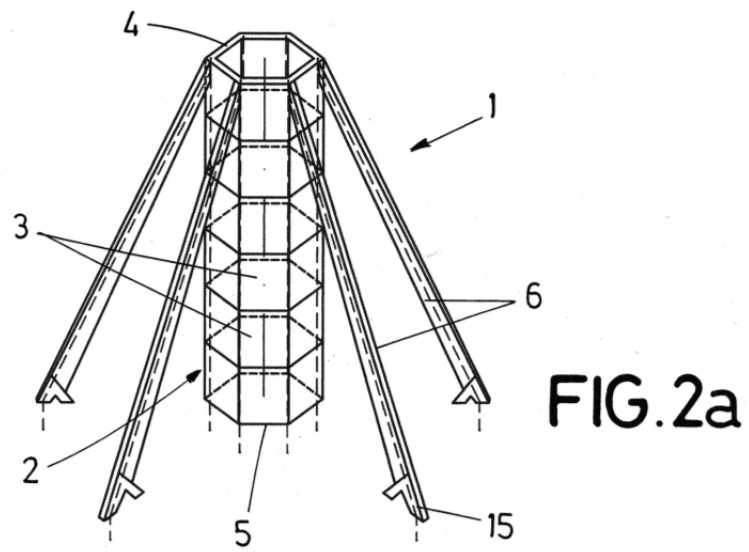
5 7.- Pedestal de torre eólica según la reivindicación 1 caracterizado por que los elementos estructurales horizontales (3) tienen una cara superior (10) y una cara inferior (11) y comprenden al menos un rehundido (12) en la cara superior (10) y un resalte (13) en la cara inferior (11).

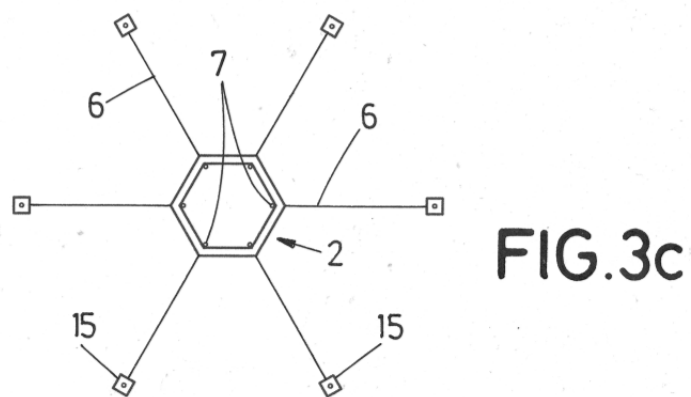
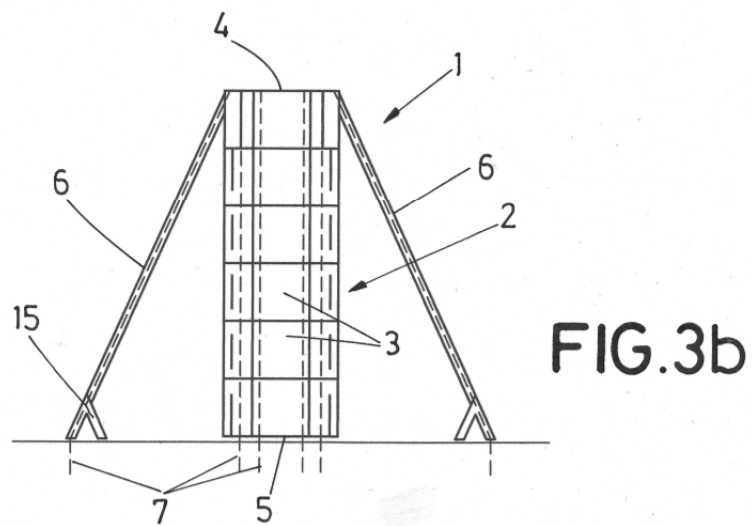
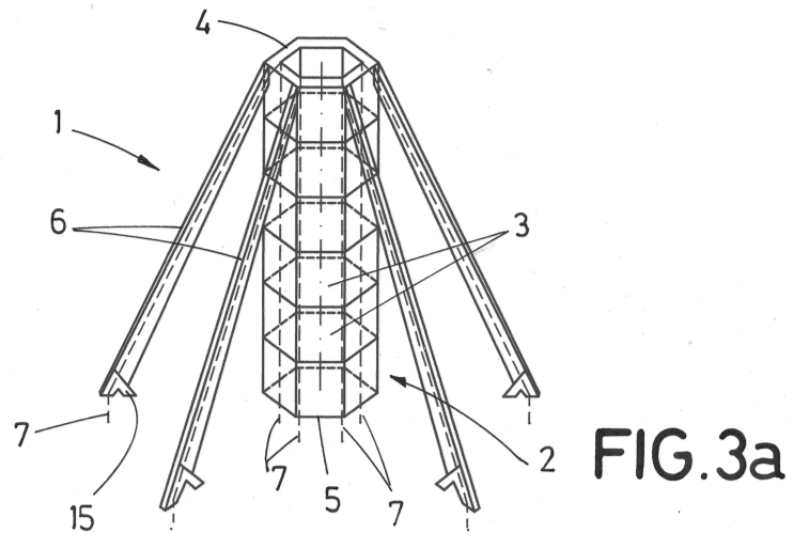
10 8.- Pedestal de torre eólica según la reivindicación 7 caracterizado porque el al menos un rehundido (12) y el al menos un resalte (13) son complementarios de manera que al unir dos elementos estructurales horizontales iguales el al menos un resalte (13) de la cara inferior (11) de uno de los elementos estructurales horizontales (3) queda alojado en el al menos un rehundido (12) de la cara superior (10) del otro elemento estructural horizontal  
15 (3).

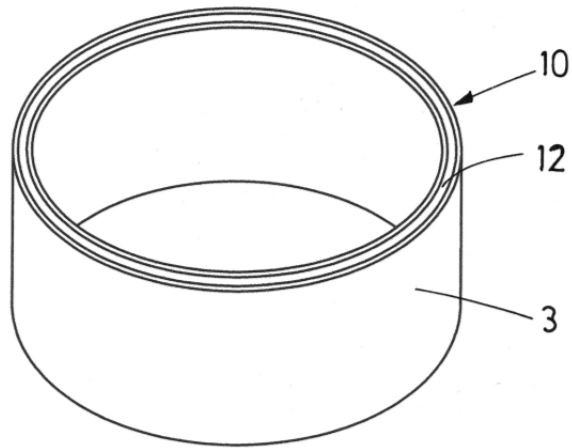
9.- Pedestal de torre eólica según la reivindicación 7 caracterizado porque los rehundidos (12) y resaltes (13) se extienden a lo largo de toda la sección de la cara superior (10) y de la cara inferior (11) respectivamente.

20 10.- Pedestal de torre eólica según la reivindicación 1 caracterizado por que comprende adicionalmente un anclaje inferior (15) unido a un extremo de los moduladores dinámicos (6) y configurado para unirse a la superficie base inferior (5) o a la cimentación, y en el interior del que se aloja el extremo del cable de refuerzo (7) que se extiende a lo largo del  
25 modulador dinámico (6).

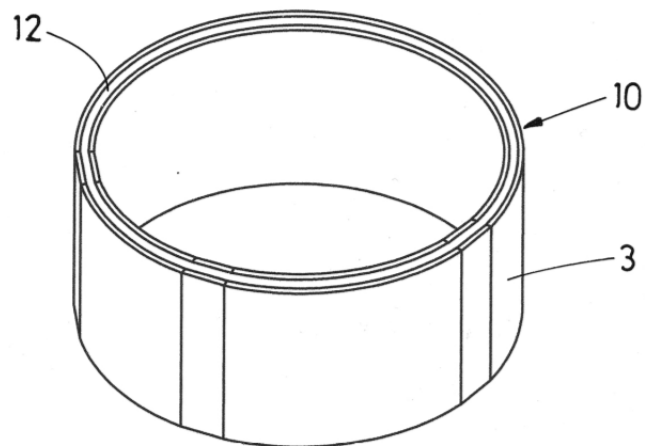








**FIG. 4a**



**FIG. 4b**

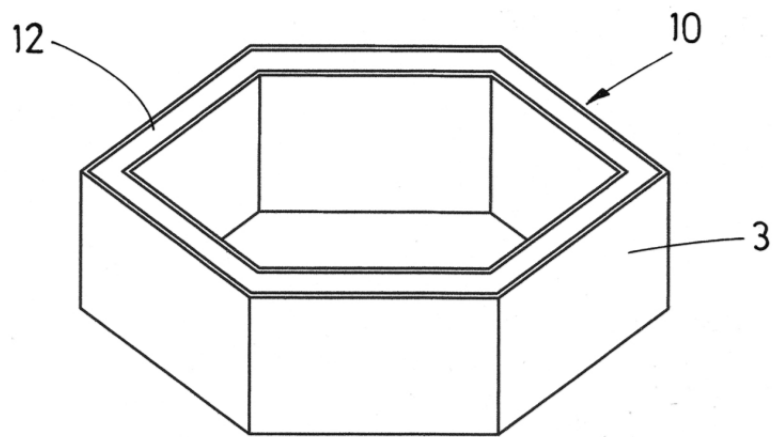


FIG. 5a

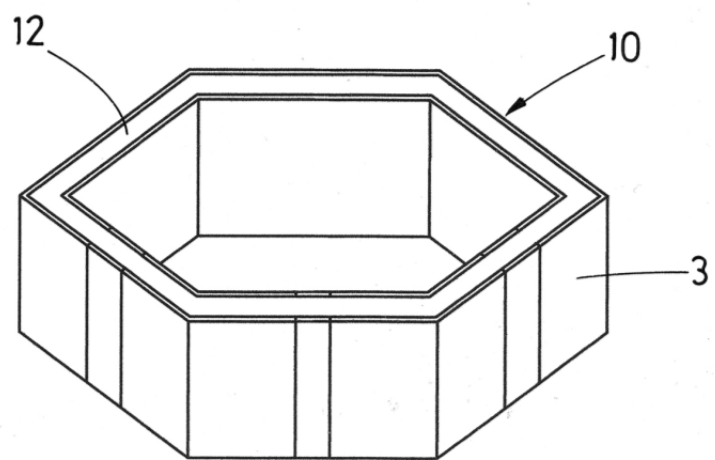


FIG. 5b

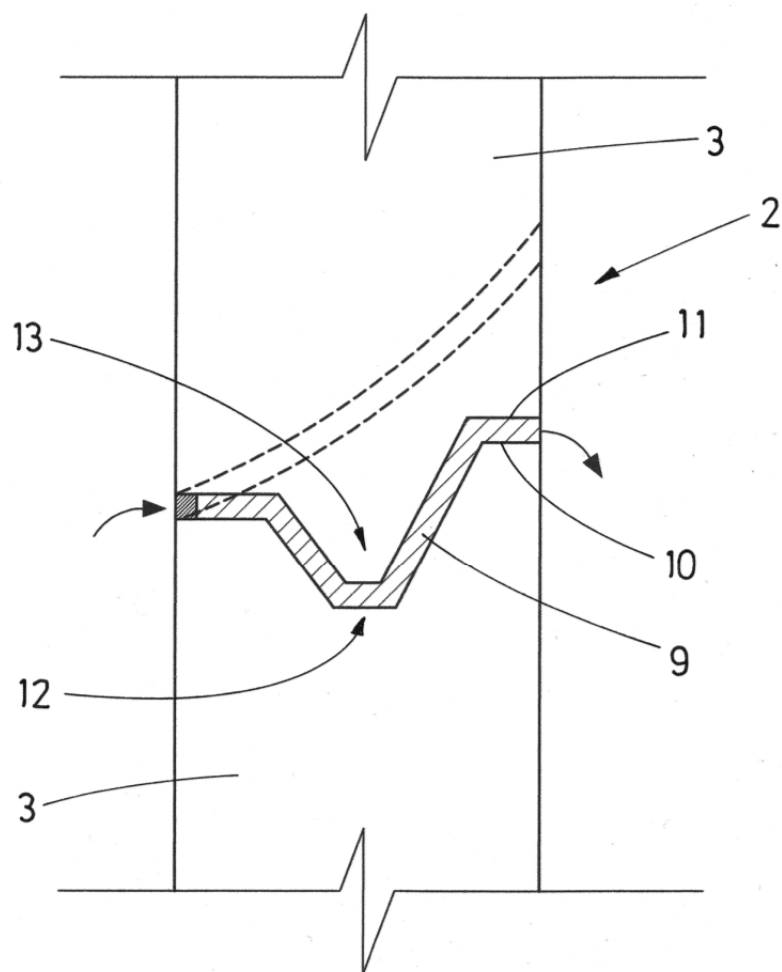
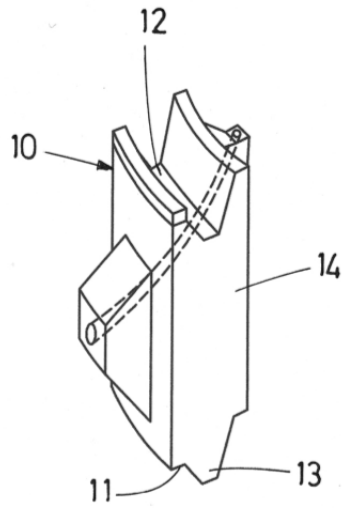
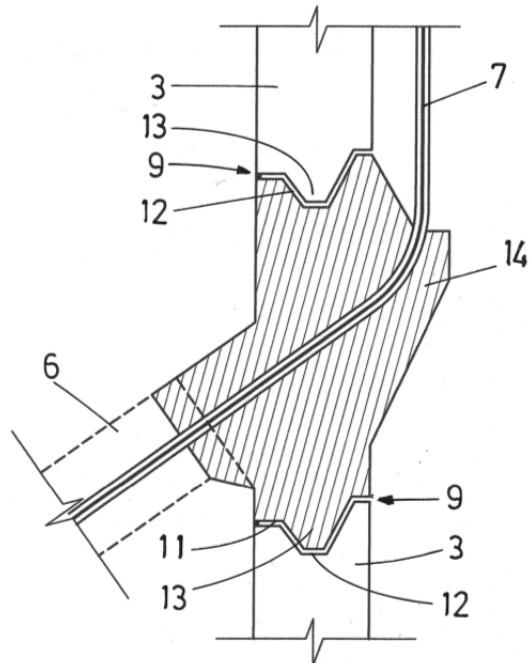


FIG.6

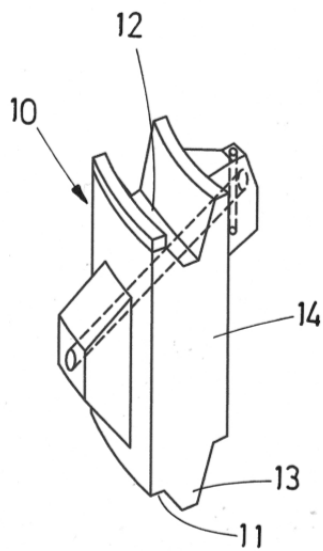




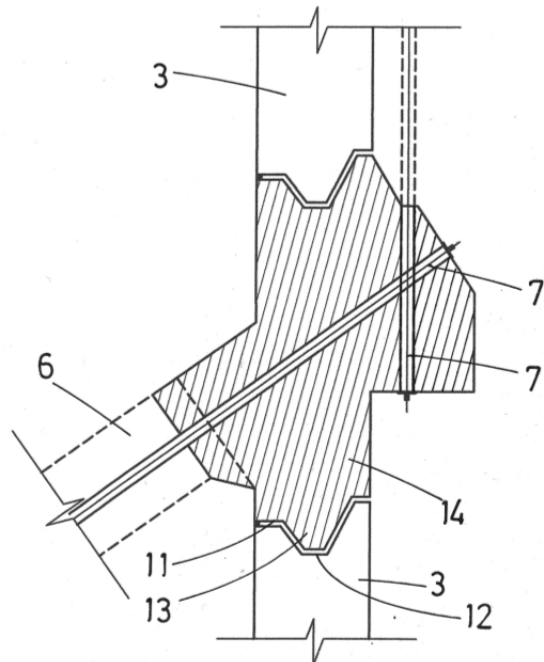
**FIG. 7a**



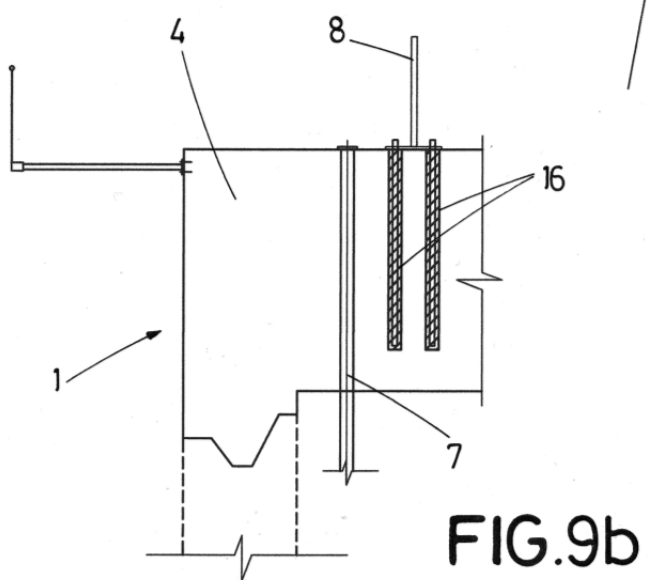
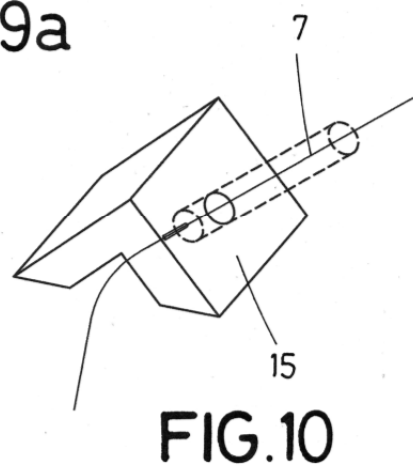
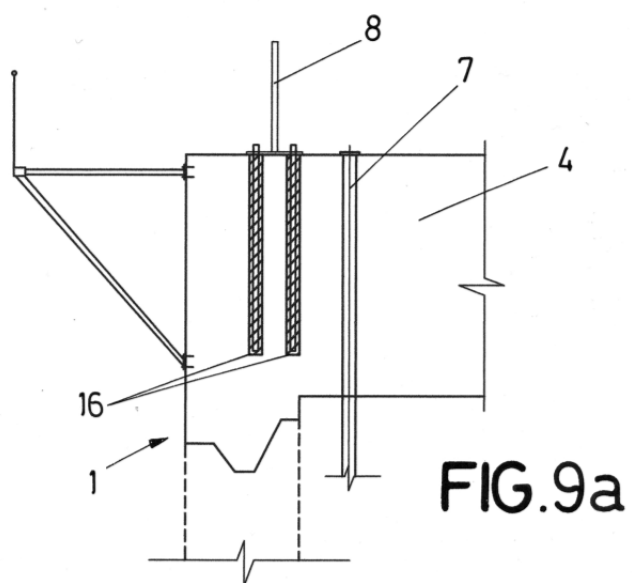
**FIG. 7b**



**FIG. 8a**



**FIG. 8b**





OFICINA ESPAÑOLA  
DE PATENTES Y MARCAS  
ESPAÑA

- ②① N.º solicitud: 201631296  
②② Fecha de presentación de la solicitud: 06.10.2016  
③② Fecha de prioridad:

INFORME SOBRE EL ESTADO DE LA TÉCNICA

⑤① Int. Cl.: **E04H12/22** (2006.01)  
**E02D27/42** (2006.01)

DOCUMENTOS RELEVANTES

| Categoría | ⑤⑥ Documentos citados                                                                                                       | Reivindicaciones afectadas |
|-----------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------|
| X         | US 2016215761 A1 (ROHDEN ROLF) 28/07/2016, párrafos [0001],[0002], [0005]-[0008],[0034]-[0037] , [0045] [0054]; figuras 1-9 | 1,5,7-9                    |
| Y         | WO 0046452 A1 (NORTHERN TECHNOLOGIES INC) 10/08/2000, página 9, línea 20-página 12, línea 3; figuras.                       | 1,2,5,10                   |
| Y         | ES 2524840 A1 (ESTEYCO S A P) 12/12/2014, páginas 14 odo el documento.                                                      | 1,2,5,10                   |
| A         | US 2016017868 A1 (LOCKWOOD JAMES D ET AL.) 21/01/2016, párrafos [0011]-[0024],[0035]-[0039]; figuras 1-14,25-27.            | 1,3,4,6                    |

Categoría de los documentos citados

X: de particular relevancia

Y: de particular relevancia combinado con otro/s de la misma categoría

A: refleja el estado de la técnica

O: referido a divulgación no escrita

P: publicado entre la fecha de prioridad y la de presentación de la solicitud

E: documento anterior, pero publicado después de la fecha de presentación de la solicitud

El presente informe ha sido realizado

☒ para todas las reivindicaciones

☐ para las reivindicaciones nº:

Fecha de realización del informe  
23.06.2017

Examinador  
M. Sánchez Robles

Página  
1/4

Documentación mínima buscada (sistema de clasificación seguido de los símbolos de clasificación)

E04H, F03D, E02D

Bases de datos electrónicas consultadas durante la búsqueda (nombre de la base de datos y, si es posible, términos de búsqueda utilizados)

INVENES, EPODOC

Fecha de Realización de la Opinión Escrita: 23.06.2017

**Declaración**

|                                                 |                             |           |
|-------------------------------------------------|-----------------------------|-----------|
| <b>Novedad (Art. 6.1 LP 11/1986)</b>            | Reivindicaciones 2-4,6,10   | <b>SI</b> |
|                                                 | Reivindicaciones 1,5,7-9    | <b>NO</b> |
| <b>Actividad inventiva (Art. 8.1 LP11/1986)</b> | Reivindicaciones 3,4,6      | <b>SI</b> |
|                                                 | Reivindicaciones 1,2,5,7-10 | <b>NO</b> |

Se considera que la solicitud cumple con el requisito de aplicación industrial. Este requisito fue evaluado durante la fase de examen formal y técnico de la solicitud (Artículo 31.2 Ley 11/1986).

**Base de la Opinión.-**

La presente opinión se ha realizado sobre la base de la solicitud de patente tal y como se publica.

**1. Documentos considerados.-**

A continuación se relacionan los documentos pertenecientes al estado de la técnica tomados en consideración para la realización de esta opinión.

| Documento | Número Publicación o Identificación        | Fecha Publicación |
|-----------|--------------------------------------------|-------------------|
| D01       | US 2016215761 A1 (ROHDEN ROLF)             | 28.07.2016        |
| D02       | WO 0046452 A1 (NORTHERN TECHNOLOGIES INC)  | 10.08.2000        |
| D03       | ES 2524840 A1 (ESTEYCO S A P)              | 12.12.2014        |
| D04       | US 2016017868 A1 (LOCKWOOD JAMES D et al.) | 21.01.2016        |

**2. Declaración motivada según los artículos 29.6 y 29.7 del Reglamento de ejecución de la Ley 11/1986, de 20 de marzo, de Patentes sobre la novedad y la actividad inventiva; citas y explicaciones en apoyo de esta declaración**

El documento D01 (las referencias numéricas se refieren a este documento) divulga (ver párrafos [0001],[0002], [0005]-[0008])un pedestal para instalarse sobre una cimentación y elevar una torre eólica , y comprende por un lado (ver figuras 1-9) un fuste (104) con una pluralidad de elementos horizontales unidos entre sí formando divisiones horizontales ( 110-1 a 110-n; ver figuras 1 y 2, y párrafos [0034]-[0037]) con una superficie base superior (114-1) a la que queda unida la torre eólica (102)y una superficie base inferior que queda unida a la cimentación. Por otro lado comprende unos moduladores dinámicos (112, ver párrafos [0021], [0022],[0045]; figura 6), unidos por un extremo a la superficie base superior (114-1) y por el otro extremo están unidos a la superficie base inferior o a la cimentación como en la reivindicación 1 de la solicitud.

Como en las reivindicación 5, los elementos estructurales horizontales tienen una configuración cilíndrica o poligonal (ver párrafo [0006])

Como en la reivindicaciones 7,8 y 9 de la solicitud, los elementos estructurales horizontales (110-1 y 110-2) (ver figura 7) tienen una cara superior con un rehundido y una cara inferior con un resalte (ver párrafo [0054]), que son complementarios para que el resalte se aloje en el rehundido y que se extienden en toda la sección de las caras superior e inferior.

El documento D02 contiene (ver figuras ; página 9, línea 20-página 12, línea 3) un soporte (ver figura 1) o pedestal (30) de un poste (34) en este caso de una antena de comunicaciones pero puede servir para otros usos), y que comprende ( ver figuras 2 a 7) un fuste o anillo(38) con una configuración cilíndrica o poligonal, con una superficie base superior (56) a la que queda unida el poste (34), y con una superficie base inferior (58) . Además comprende unos brazos (40) que se extienden radialmente desde el anillo (38) y están unidos por el otro extremo con la cimentación (48).

El documento D03 muestra (ver todo el documento) una cimentación enterrada para torres eólicas que presenta la misma estructura que el pedestal de la solicitud. El fuste central es susceptible de prolongarse por encima de la cota del terreno a modo de pedestal (ver página 16, líneas 24-30) permitiendo elevar la altura del aerogenerador. Comprende un fuste central (1), cilíndrico o poligonal, formado por dovelas de hormigón, sobre cuya superficie superior se sitúa la torre eólica (24) , y comprende además unos jabalcones (2) radiales que se unen por un lado al fuste central (1) y por el otro extremo están unidos a la superficie base inferior . Dichos jabalcones o brazos (2) contienen longitudinalmente un cable de pretensado (3) que queda alojado en el extremo de la base inferior y por el otro lado conecta con el fuste central (ver figuras 9 y 11) en unos salientes (34) de éste .

El documento D04 muestra (figuras; párrafos [0011]-[0024],[0035]-[0039])una torre eólica (figura 1) formada por una serie de elementos estructurales horizontales superpuestos de hormigón prefabricado (47) con forma de anillo con juntas horizontales por machihembrado (figura 2) y con unión por cables postensionados (34)( ver figuras 3 a 14, 25 a 27).

A la vista de los anteriores documentos D01 a D04 del estado de la técnica anterior , el objeto de las reivindicaciones 1, 5 y 7 a 9 estaría comprendido en el documento D01 por lo que no serían nuevas (Art.6.1 LP 11/1986).

El documento D03 contiene las características de la reivindicación 1, con la diferencia de que está enterrada al ser una cimentación. A la vista del documento D02, que está sobre el terreno, entre el poste y la cimentación, el experto en la materia podría combinar ambos documentos y obtener el objeto de las reivindicaciones 1, 2, 5, 10 por lo que estas reivindicaciones carecerían de actividad inventiva (Art.8.1 LP 11/1986).