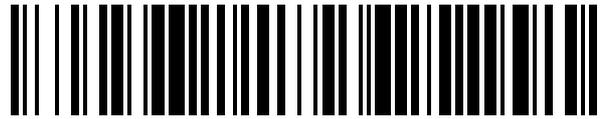


19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **1 241 584**

21 Número de solicitud: 202030055

51 Int. Cl.:

**E04H 12/08** (2006.01)

**E04H 12/12** (2006.01)

**F03D 13/20** (2006.01)

12

SOLICITUD DE MODELO DE UTILIDAD

U

22 Fecha de presentación:

**16.01.2020**

43 Fecha de publicación de la solicitud:

**19.02.2020**

71 Solicitantes:

**NORDEX ENERGY SPAIN, S.A.U. (100.0%)  
POLÍGONO INDUSTRIAL BARASOAIN PARCELA 2  
31395 BARASOAIN (Navarra) ES**

72 Inventor/es:

**ARANZADI DE MIGUEL, Paula;  
GARDUÑO ESTEBANEZ, Aitor;  
CAL HERNANDEZ, Alex;  
ARRAZTOA MAGAÑA, Unai;  
GARCÍA MAESTRE, Iván;  
GASTÓN LUJAMBIO, Ander;  
ARÍSTEGUI LANTERO, Jose Luis ;  
IRURITA LOYARTE, Juan y  
NUÑEZ POLO, Miguel**

74 Agente/Representante:

**PONS ARIÑO, Ángel**

54 Título: **TORRE EÓLICA**

**ES 1 241 584 U**

## DESCRIPCIÓN

Torre eólica

### 5 OBJETO DE LA INVENCION

La presente invención se refiere a una torre eólica. Más en particular, la presente invención se refiere a una torre eólica que comprende un tramo de hormigón que comprende al menos dos secciones de hormigón, que presentan un significativo salto en los ángulos de conicidad, para 10 permitir el aprovechamiento y reutilización de moldes de secciones de torres ya existentes, así como para permitir también un diseño cercano al más óptimo en el uso de materiales. Adicionalmente, la presente invención da a conocer un elemento de unión, con unas características y una configuración particular, adaptada para unir el tramo de hormigón con un tramo de acero para conformar una torre eólica híbrida. De manera que, las características de 15 conicidad y configuración de la torre eólica descritas en la presente invención, permiten, además, transportar el elemento de unión y las secciones de acero en un contenedor por carretera.

### ANTECEDENTES DE LA INVENCION

20 Se conocen algunas torres híbridas, esto es, con una parte inferior de hormigón y otra parte superior de acero para soportar un aerogenerador en lo alto de dicha torre. Estas torres poseen una cimentación sobre la que yace una primera porción fabricada en hormigón, que puede ser hormigón postensado y una segunda porción o porción superior fabricada en acero sobre la cual se dispone el generador eólico. Las torres híbridas tienen la ventaja de que absorben la vibración 25 que se genera en el aerogenerador, aumentando sus frecuencias naturales por encima de la frecuencia de rotación 1P y 3P -- tres veces la frecuencia de rotación -- evitando así entrar en resonancia.

Adicionalmente, facilitan el transporte de la torre hasta el emplazamiento deseado, permiten 30 mayor altura con el objeto de captar vientos más laminares y de una mayor velocidad, entre otras ventajas.

Las torres híbridas conocidas en el estado de la técnica, presentan una conicidad con una transición suave y progresiva longitudinalmente. Esto genera el inconveniente, de que, se 35 requieren moldes específicos especialmente diseñados al efecto, para las secciones de hormigón correspondientes. No permiten, reutilizar moldes de torres eólicas de aerogeneradores

previos, incrementando costes asociados a la fabricación de la torre, tiempo de manufactura y complejidad.

5 Asimismo, existen algunos elementos de unión conocidos para unir la porción de hormigón con la porción de acero de torres eólicas, por ejemplo, bridas de una parte metálica que se ancla con pernos -, sobre el extremo superior de la sección de hormigón.

10 Tales realizaciones tienen el inconveniente de que el hormigón tiende a desgranarse cuando se somete a cargas de tracción, de tal manera que la fuerza que ejerce el aerogenerador en uso debilita paulatinamente el hormigón en la zona de la unión.

Además, los elementos de unión conocidos no permiten grandes saltos de conicidad entre el tramo de hormigón y el tramo de acero.

## 15 DESCRIPCIÓN DE LA INVENCION

La presente invención pretende solucionar alguno de los problemas mencionados en el estado de la técnica.

20 Mas en particular, la presente invención da a conocer una torre eólica que comprende un tramo de hormigón que a su vez comprende al menos dos secciones, una primera sección troncocónica con una primera generatriz que forma un ángulo de conicidad  $\alpha_1$  con respecto a la vertical y una segunda sección troncocónica con una segunda generatriz que forma un ángulo de conicidad  $\alpha_2$  con respecto a la vertical, donde la primera sección se ubica inferiormente a la segunda sección y está unida a la segunda sección, donde el ángulo de conicidad  $\alpha_2$  es de, al menos, el doble que el ángulo de conicidad  $\alpha_1$ .

Preferentemente, el ángulo de conicidad  $\alpha_2$  es de al menos  $1.8^\circ$ . En una realización preferente dicho ángulo de conicidad  $\alpha_2$  es de aproximadamente  $2.04^\circ$ .

30 El ángulo de conicidad  $\alpha_1$  puede ser, preferiblemente, entre  $0.6^\circ$  hasta  $1.04^\circ$ . En una realización preferente dicho ángulo es de aproximadamente  $0.97^\circ$ .

35 El significativo ángulo de conicidad superior en relación al inferior, permite aprovechar y utilizar moldes de secciones de torres ya existentes.

La primera sección de hormigón y la segunda sección de hormigón, pueden estar unidas a través de una brida superior.

5 Asimismo, la torre eólica puede presentar una cuarta sección de hormigón unida a la tercera sección que está dotada de un ángulo de conicidad  $\alpha_3$  igual o superior a  $\alpha_2$ . Más concretamente, en una realización preferente dicho ángulo de conicidad puede ser de aproximadamente  $2.05^\circ$ .

10 Cada una de las secciones de hormigón están dotadas de una altura de entre 15 - 20 m. Preferentemente, la cuarta sección de hormigón presenta una altura o longitud de aproximadamente 18m, mientras que el resto de las secciones inferiores comprenden una altura o longitud de aproximadamente 20 m.

15 La torre eólica puede presentar un elemento de unión para unir el tramo de hormigón de hormigón con un tramo superior de acero, conformando una torre híbrida.

Dicho tramo superior de acero comprende una o más secciones de acero, donde dichas secciones de acero forman un ángulo de conicidad inferior a los ángulos de conicidad de las secciones de hormigón.

20 Asimismo, los ángulos de conicidad con un significativo y súbito salto de conicidad tal y como ha sido descrito arriba en las secciones de hormigón, permiten utilizar secciones de acero con un diámetro máximo de 4.5 m. De esta manera, dichas secciones de acero pueden ser transportadas por carretera.

25 Preferentemente, el tramo de acero comprende una o más secciones de acero dotadas de una altura de entre 20 y 40 m. En una realización preferente, el tramo de acero comprende una primera sección de 25.9 m y una segunda sección superior de 35 m.

30 El elemento de unión para unir el tramo de hormigón con el tramo de acero, en una realización preferente comprende:

- una porción central troncocónica de acero, que comprende al menos una virola de acero,
- una brida inferior dotada de un primer diámetro D1 adaptada para unir la primera virola con una sección de hormigón situada inferiormente, y
- 35 -una brida superior dotada de un segundo diámetro D2 adaptada para unir la segunda virola con una sección de acero situada superiormente,

donde el primer diámetro  $D_1$  es de mayor magnitud que el segundo diámetro  $D_2$  y la porción central del elemento de unión comprende un ángulo de conicidad  $\alpha_4$  de entre  $4^\circ - 10^\circ$ .

5 Preferentemente, la porción central de dicho elemento de unión comprende un ángulo de conicidad  $\alpha_4$  de entre  $4^\circ - 10^\circ$ . Más preferentemente, dicho ángulo de conicidad  $\alpha_4$  es entre  $6^\circ$  y  $7^\circ$ .

10 La brida inferior puede estar dotada de un diámetro  $D_1$  entre 3 y 5 m. Dichas dimensiones vienen delimitadas por el vehículo destinado al transporte de dicho elemento de unión. Mas preferentemente, el diámetro  $D_1$  es de aproximadamente 5 m.

La brida superior puede estar dotada de un diámetro  $D_2$  de entre 3 y 4.6 m. Más preferentemente, el diámetro  $D_2$  es aproximadamente 4.3 m.

15 Por consiguiente, en una realización preferente, la altura del elemento de unión es de 3 m, el diámetro  $D_1$  es de aproximadamente 5 m, y el diámetro  $D_2$  es de aproximadamente 4.3 m.

En una realización preferente, el elemento de unión está dotada de una altura máxima de 3 m, de manera que pueda ser alojado y transportado en un container en un vehículo terrestre

20 En una realización preferente, la brida inferior comprende un diámetro adaptado para soldar la primera virola a dicha brida inferior.

25 Asimismo, la brida inferior puede disponer de una pluralidad de agujeros uniformemente espaciados y destinados a alojar unos tendones del tramo inferior de hormigón de la torre eólica.

Además, la brida inferior puede comprender una pluralidad de orificios próximos a un perímetro exterior o interior, con un patrón determinado a lo largo de la circunferencia destinados a alojar unos pernos para unir dicha brida inferior con una cara superior del tramo inferior de hormigón.

30 El tramo de acero, en una realización preferente comprende una sección inferior de acero y una sección superior de acero, donde dicha sección superior de acero presenta una mayor altura que la sección inferior de acero.

35 Adicionalmente, la sección de acero superior, preferiblemente, está dotada de mayor altura que cada una de las secciones de hormigón.

## DESCRIPCIÓN DE LOS DIBUJOS

5 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:

10 Figura 1.- Muestra una vista frontal según una realización preferente de la torre eólica, donde se observa claramente el tramo inferior de hormigón con los ángulos de conicidad  $\alpha_2$  y  $\alpha_1$ , el tramo superior de acero y el elemento de unión.

15 Figura 2.- Muestra una vista en perspectiva frontal según una realización preferente de la torre eólica, donde se muestra el elemento de unión dotado de la primera virola, la segunda virola y la brida superior.

Figura 3.- Muestra una vista en perspectiva según la realización preferente, donde se aprecia el elemento de unión de la figura 2, donde se muestra la brida inferior dotada de un saliente perimetral.

20 Figura 4.- Muestra una vista en sección según la realización preferente del elemento de unión de la figura 3, donde se observa interiormente la porción central, la brida inferior y la brida superior.

## REALIZACIÓN PREFERENTE DE LA INVENCION

25 La figura 1 muestra una vista frontal donde se observa claramente la torre eólica en una realización preferente, dotada de un tramo de hormigón (4'), un tramo de acero (4) y un elemento de unión (1) que conecta rígidamente ambas secciones (4, 4').

30 Asimismo, la figura 1 muestra que el tramo de hormigón (4') comprende al menos dos secciones (13,12), una primera sección (13) troncocónica con una primera generatriz que forma un ángulo de conicidad  $\alpha_1$  con respecto a la vertical y una segunda sección (12) troncocónica con una segunda generatriz que forma un ángulo de conicidad  $\alpha_2$  con respecto a la vertical, donde la primera sección (13) se ubica inferiormente a la segunda sección y está unida a la segunda sección (12) a través de una brida superior.

35

En la realización preferente descrita en la figura 1, el ángulo de conicidad  $\alpha_2$  es de, al menos, el doble que el ángulo de conicidad  $\alpha_1$ .

5 Más en particular, en la realización preferente el ángulo de conicidad  $\alpha_2$  tiene una magnitud de aproximadamente  $2.04^\circ$ , y el ángulo de conicidad  $\alpha_1$  de aproximadamente  $0.97^\circ$ , presentando así un salto significativo en la transición cónica, siendo éste el doble entre la segunda sección (12,  $\alpha_2$ ) y la primera sección (13,  $\alpha_1$ ).

10 En la realización preferente descrita arriba, la torre eólica comprende una cuarta sección (2) de hormigón unida a la tercera sección (12) dotada de un ángulo de conicidad  $\alpha_3$  de aproximadamente  $2.05^\circ$ .

15 Asimismo, en la realización preferente descrita en la figura 1, las secciones (12,13,15) de hormigón presentan una altura de 20 m.

15

La cuarta sección (2) comprende una altura de aproximadamente 18 m.

20 Adicionalmente, en la realización preferente, el tramo de hormigón (4') comprende, además, una sección base (16) unida superiormente una segunda sección base (15), donde dicha sección base (16) es sustancialmente recta, siendo el ángulo de conicidad aproximadamente nulo.

25 En la realización preferente, el ángulo de conicidad  $\alpha_0$  de la segunda sección base (15) de hormigón es de aproximadamente  $0.86^\circ$ .

25

De esta manera, se permite reutilizar moldes de secciones de torres ya existentes, así como permite un diseño cercano al más óptimo en el uso de materiales, manteniendo como restricción al diseño el poder reutilizar los moldes de secciones de torres ya existentes en las zonas inferiores del tramo de hormigón (4').

30

Adicionalmente, tal y como muestra la figura 1, la torre eólica en la realización preferente descrita, comprende, además, un elemento de unión (1) para unir el tramo de hormigón (4') con un tramo superior (4) de acero, conformando así una torre híbrida.

35 Dicha configuración de los ángulos de conicidad de las diferentes secciones de hormigón a lo largo de la torre, permite lograr en la parte superior de dicho tramo de hormigón diámetros

tales que un diámetro máximo del tramo de superior de acero no sea superior a 4.5 m, aún en aerogeneradores de gran potencia, permitiendo así, que los tramos de acero (3) pueden ser transportados por carretera, asegurando a su vez un diseño cercano al más óptimo en el uso de materiales en cuanto a la cantidad de hormigón y acero de refuerzo interno empleado en la armadura de las secciones de hormigón.

5

Las respectivas generatrices de dichas secciones de acero (3), en la realización preferente descrita arriba, forman un ángulo de conicidad con la vertical inferior a los ángulos de conicidad ( $\alpha_1, \alpha_2$ ) de las secciones (12,13) de hormigón.

10

Asimismo, en la realización preferente, el tramo de acero (4) comprende dos secciones de acero (3) con una altura de 25.90 y 35 m respectivamente.

15

La figura 2 muestra una vista en perspectiva frontal del elemento de unión (1) donde se aprecia claramente que dicho elemento de unión (1) comprende una porción central (14) troncocónica de acero, que comprende una primera virola (5) dotada de un primer diámetro D1, dicha primera virola (5) unida a una segunda virola (6) de acero dotada de un segundo diámetro D2, donde el primer diámetro D1 es de mayor magnitud que el segundo diámetro D2.

20

En una realización preferente, el elemento de unión comprende una altura máxima para poder ser transportada en un contenedor por transporte terrestre.

25

Asimismo, la figura 2 muestra que el elemento de unión comprende, además, una brida inferior (7) adaptada para unir la primera virola (5) con la sección de hormigón (2) situada inferiormente, y una brida superior (8) adaptada para unir la segunda virola (6) con una sección de acero (3) ubicada superiormente a ella.

30

Más concretamente, tal y como se observa claramente en la figura 3, la brida inferior (7) comprende un saliente perimetral (9) que protruye superiormente en el perímetro exterior adaptado para soldar la primera virola (5) a dicha brida inferior (7).

En la realización preferente descrita arriba, la brida inferior (7) está dotada de unos agujeros (10) centrales uniformemente espaciados y destinados a alojar unos tendones de la sección inferior (2) de hormigón de la torre (4) eólica.

35

Asimismo, dicha brida inferior (7) comprende una pluralidad de orificios (11) próximos a un perímetro exterior y destinados a alojar unos pernos para unir dicha brida inferior (7) con una cara superior de la sección de hormigón (2) situada inferiormente. Los orificios (11) presentan el patrón que se observa en la figura 3, donde por cada tres agujeros (10) presenta 12 orificios (11) en un patrón 1:4:6:1, donde los orificios (11) individuales se encuentran próximos a los agujeros (10).

La figura 4 muestra de una vista en corte según la realización preferente descrita, donde se observa interiormente la primera virola (5) unida a la brida inferior (7) y la segunda virola (6) unida a la brida superior (8). En una realización preferente, dichas uniones son uniones soldadas.

En la realización preferente, el diámetro  $D_1$  de la brida inferior (7) es de aproximadamente 5 m, el diámetro  $D_2$  de la brida superior (8) es de aproximadamente 4.3 m y la altura del elemento de unión (1) es de aproximadamente 3 m, para poder transportado en un contenedor por medios de transporte terrestres.

## REIVINDICACIONES

- 1.- Torre eólica que comprende un tramo de hormigón (4') que a su vez comprende al menos dos secciones (13,12), una primera sección (13) troncocónica con una primera generatriz que forma un ángulo de conicidad  $\alpha_1$  con respecto a la vertical y una segunda sección (12) troncocónica con una segunda generatriz que forma un ángulo de conicidad  $\alpha_2$  con respecto a la vertical, donde la primera sección (13) se ubica inferiormente a la segunda sección (12) y está unida a la segunda sección (12), donde la torre eólica está **caracterizada por qué** el ángulo de conicidad  $\alpha_2$  es de, al menos, el doble que el ángulo de conicidad  $\alpha_1$ .
- 2.- La torre eólica de la reivindicación 1, en la que el ángulo de conicidad  $\alpha_2$  es de, al menos,  $1.8^\circ$ .
- 3.- La torre eólica de la reivindicación 1, en la que el ángulo de conicidad  $\alpha_1$  es entre  $0.6^\circ$  hasta  $1.04^\circ$ .
- 4.- La torre eólica de la reivindicación 1, en la que cada una de las secciones (12,13) de hormigón están dotadas de una altura de entre 15 - 20 m.
- 5.- La torre eólica de la reivindicación 1, en la que el tramo de hormigón (4') está ubicado inferiormente a un tramo superior de acero (4) y está rígidamente unido al mismo por al menos un elemento de unión (1).
- 6.- La torre eólica de la reivindicación 5, en la que el tramo superior de acero (4) comprende un diámetro máximo de 4.5 m, permitiendo así el transporte por carretera.
- 7.- La torre eólica de la reivindicación 5, en la que el tramo superior (4) de acero comprende una o más secciones (3) de acero, donde las respectivas generatrices de dichas secciones de acero (3) forman un ángulo de conicidad con la vertical inferior a los ángulos de conicidad ( $\alpha_2, \alpha_1$ ) de las secciones (12,13) de hormigón.
- 8.- La torre eólica de la reivindicación 5, en la que la que el tramo superior de acero (4) comprende una o más secciones (3) de acero dotadas de una altura de entre 20 – 40 m.
- 9.- La torre eólica de la reivindicación 5, en la que la que el tramo superior de acero (4) comprende, al menos, una sección inferior de acero (3) y una sección superior de acero (3'),

donde dicha sección superior de acero presenta una mayor altura que la sección inferior de acero (3).

10.- La torre eólica de la reivindicación 5, en el que el elemento de unión (1) comprende:

- 5           - una porción central (14) troncocónica de acero, que comprende al menos una virola de acero,  
          - una brida inferior (7) dotada de un primer diámetro D1 adaptada para unir la primera virola (5) con una sección de hormigón (2) situada inferiormente, y  
10          - una brida superior (8) dotada de un segundo diámetro D2 adaptada para unir la segunda virola (6) con una sección de acero (3) situada superiormente.

donde el primer diámetro D1 es de mayor magnitud que el segundo diámetro D2 y la porción central (14) del elemento de unión (1) comprende un ángulo de conicidad  $\alpha_4$  de entre  $4^\circ$  -  $10^\circ$ .

11.- La torre eólica de la reivindicación 10, en el que la brida inferior (7) está dotada de un diámetro D<sub>1</sub> exterior de entre 3 y 5 m.

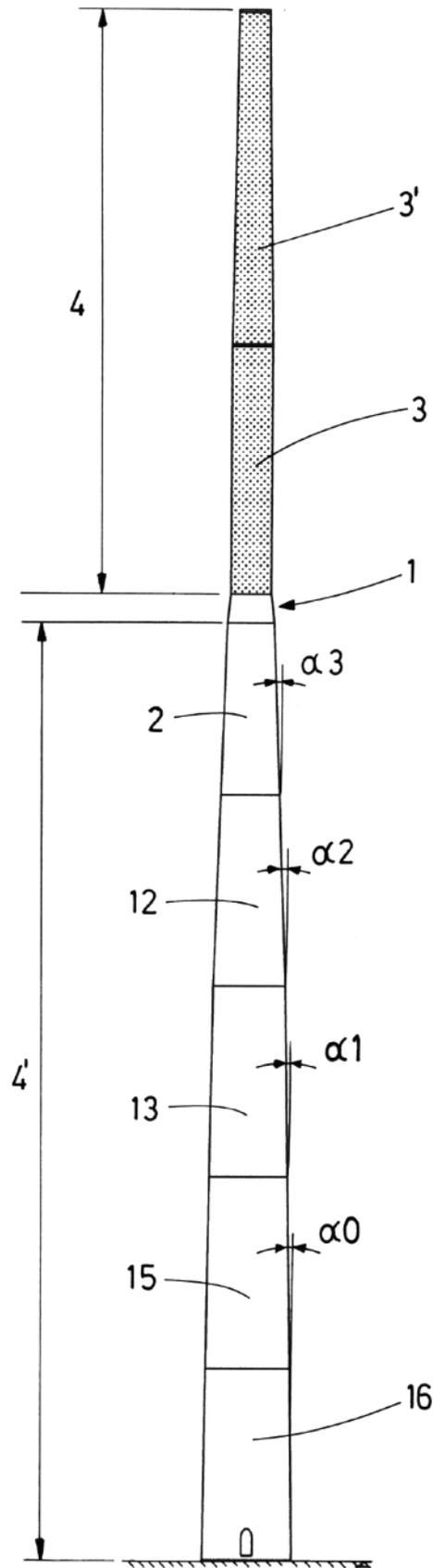
12.- La torre eólica de la reivindicación 10, en el que la brida superior (8) está dotada de un diámetro exterior D<sub>2</sub> de entre 3 y 4.6 m.

13.- La torre eólica de la reivindicación 10, en el que el elemento de unión (1) tiene una altura máxima de 3 m.

14.- La torre eólica de la reivindicación 10, en el que la brida inferior (7) comprende un saliente perimetral (9) que protruye superiormente en el perímetro exterior adaptado para soldar la primera virola (5) a dicha brida inferior (7).

15.- La torre eólica de la reivindicación 10, en el que la brida inferior (7) comprende una pluralidad de unos agujeros (10) uniformemente espaciados y destinados a alojar unos tendones del tramo (4') de hormigón.

16.- La torre eólica de la reivindicación 10, en el que la brida inferior (7) comprende una pluralidad de orificios (11) destinados a alojar unos pernos para unir dicha brida inferior (7) con una cara superior del tramo de hormigón (4').



**FIG.1**

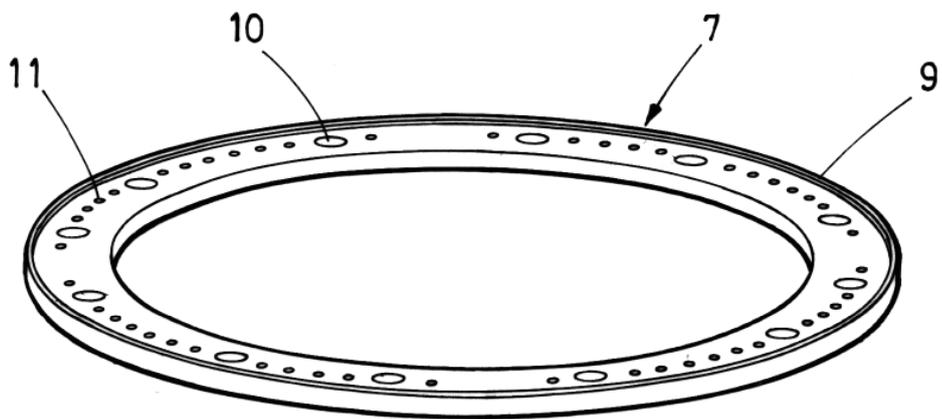
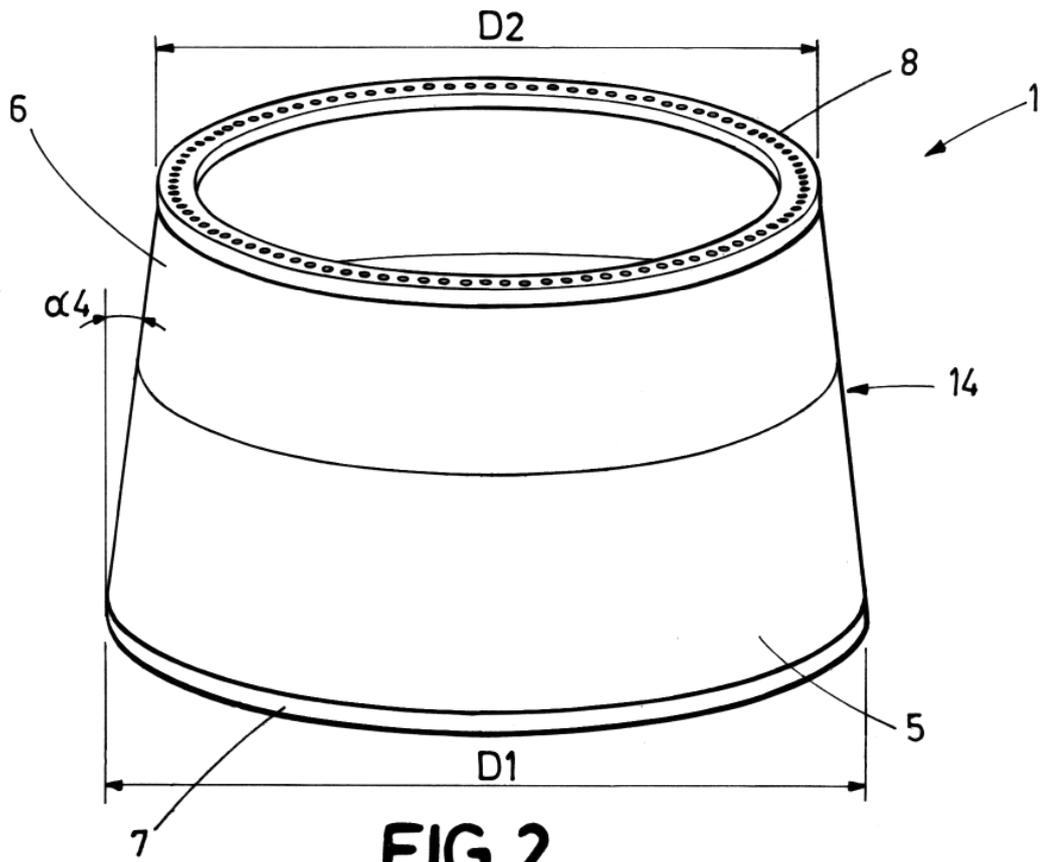
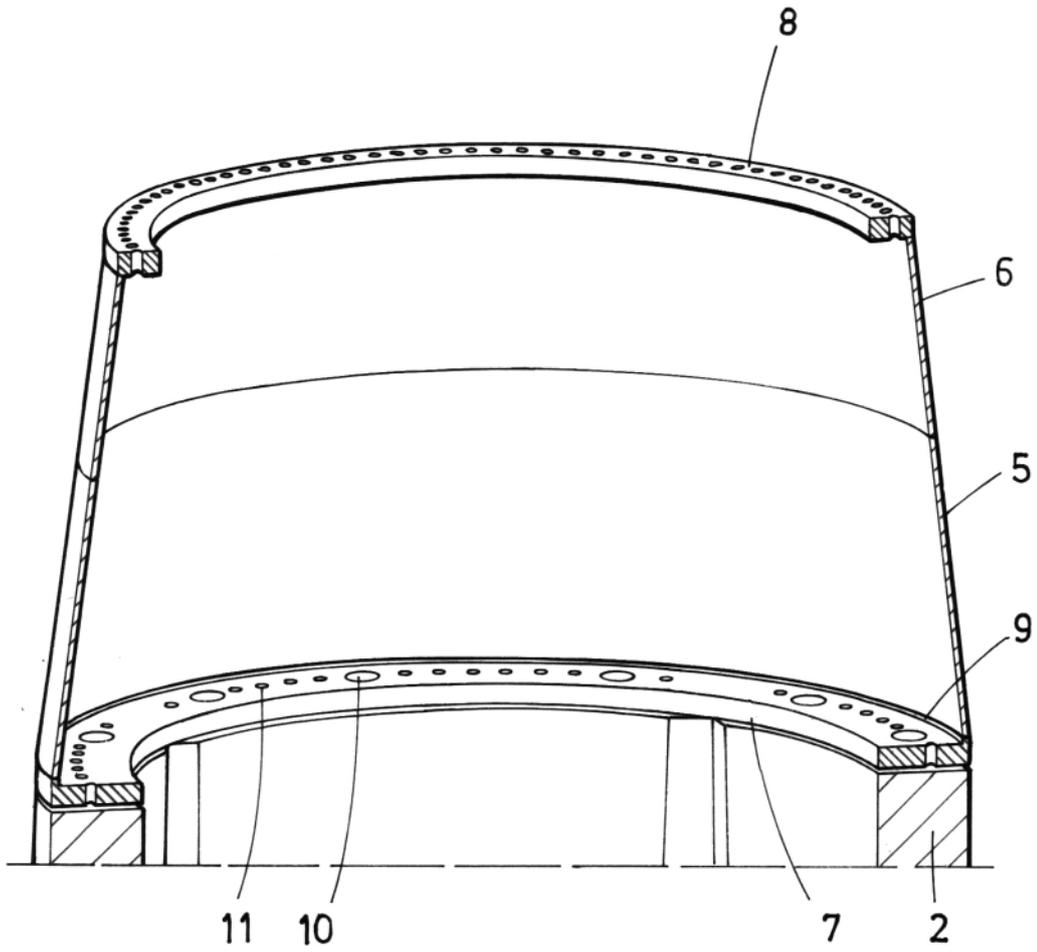


FIG. 3



**FIG.4**