

**CLM1**

## DESCRIPCIÓN

Útil para evitar el efecto vortex.

### Objeto de la invención

El objeto de la invención es un útil para la prevención del efecto vortex que se utiliza de forma provisional cuando la torre se encuentra desprovista de la góndola durante la realización de tareas de montaje o reparación y que se conforma de tres tubos corrugados que se despliegan de forma helicoidal a lo largo del último tramo de la torre. Una vez finalizado dicho despliegue cada uno de los tubos corrugados se ancla, bien al suelo o bien a la base de la torre, con las cuerdas que se han utilizado en la operación de despliegue de los tubos corrugados.

### Antecedentes de la invención

El efecto vortex es el causante de la generación de torbellinos en las estructuras expuestas a la circulación de un fluido y su manifestación en forma de vibraciones. Este efecto se produce como consecuencia del viento incidente y afecta de manera especial al último tramo de las torres cuando éstas quedan desprovistas de la góndola debido a tareas de montaje o reparación.

En estas ocasiones, las vibraciones pueden coincidir con las frecuencias naturales de la torre de manera que se amplifican las oscilaciones de la estructura hasta el punto de hacer peligrar la propia torre.

La comparación entre las patentes obtenidas y el objeto de la presente invención ha dado como resultado infinidad de formas de abordar el problema del efecto vortex si bien en ningún caso, las patentes estudiadas se basan en la utilización de un útil provisional. Las patentes más relevantes obtenidas del estudio del estado de la técnica son:

La patente US4180369 integra una espira helicoidal rígida y metálica en la propia torre, que carece de la posibilidad de desmontarse y que encarece la fabricación de la propia torre.

La patente WO9819018 mejora la anterior utilizando materiales flexibles atornillados al elemento que se desea proteger. La principal diferencia es que estas hélices están diseñadas para trabajar sumergidas en el agua.

La patente JP2000265708 incorpora un elevado número de barras sujetas por anillos y dispuestas alrededor de la torre.

Y por último, la patente US3581449 dota a la torre de anillos y protuberancias, la patente GB2362938 acopla protuberancias semiesféricas y la patente US4059129 instala chapas con diferentes formas.

De lo expuesto anteriormente se entiende que ninguna de las patentes analizadas se asemeja al útil para la prevención del efecto vortex objeto de la presente invención y se concluye que dicho útil es novedoso por descolar una estructura tubular corrugada desde la parte superior de la torre del aerogenerador para desplegarla en forma de hélice, por el método de anclaje de la estructura del útil a la torre y la fijación del mismo una vez desplegado, al mismo tiempo que por tratarse de una solución provisional durante el periodo en el que la torre está desprovista de la góndola.

### Descripción

En los casos en los que la torre del aerogenerador se encuentra desprovista de la góndola debido a tareas de montaje o mantenimiento de ésta, se debe tener en cuenta un factor que puede dañar la estructura de la

torre. Este factor es la exposición a las vibraciones inducidas por el desprendimiento de remolinos en sentido transversal y en los casos en los que la frecuencia excitante del viento coincide con la frecuencia natural de las oscilaciones de la torre puede producirse una amplitud de dichas oscilaciones que de origen a un aumento de los esfuerzos de fatiga que sufre la torre.

Para evitar el efecto vortex y disminuir el riesgo de fallos se ha diseñado un útil que, instalado sobre la parte superior de la torre del aerogenerador rompe las turbulencias generadas eliminando el acoplamiento con la frecuencia propia de la torre.

El útil está formado por una estructura tubular corrugada que se fija en lo alto de la torre mediante un sistema de anclaje y que posteriormente se despliega de manera que dicho útil queda enrollado alrededor del último tramo de la torre. El despliegue de los tubos se lleva a cabo con cuatro cuerdas. Dos operarios van estirando las cuerdas desde la base de la torre mientras otro operario desde lo alto de la torre va soltando el cabestrante del sistema de izado progresivamente para evitar una caída brusca de los tubos.

El paso de la hélice que describen los tubos a lo largo del tramo superior de la torre es guiado por las cuerdas que se atan a cada vuelta del tubo. Cada tubo tiene un paso de hélice P, mientras que el conjunto de los tres tubos forman una hélice de paso P/3.

La fijación del útil a la torre se realiza por medio de una estructura que abarca la torre por la parte exterior y se atornilla a la torre por la parte superior en los mismos orificios en los que se sujeta la góndola.

El movimiento de la estructura tubular se evita fijando los cabos bien en el suelo o bien en la base de la torre. Por último, una vez que se ha formado la hélice del tubo y su fijación, el útil se cubre con una lona que se sujeta con métodos convencionales a los orificios de la brida.

### Breve descripción de los dibujos

La figura 1 muestra una representación general del útil instalado sobre una torre, con uno de los tres tubos corrugados desplegado sobre la mencionada torre.

La figura 2 representa el útil para la prevención del efecto vortex objeto de la invención enrollado y recogido.

La figura 3 representa la estructura para la fijación del útil a la torre junto con la brida de la mencionada torre.

### Descripción de la forma de realización preferida

Tal y como se muestra en las figuras adjuntas, el útil para la prevención del efecto vortex está formado por una estructura tubular corrugada (1) que se fija al extremo superior (2) de la torre (3) por medio de una estructura de anclaje (4) que se despliega en forma de hélice, quedando enrollada en el último tramo de la torre (3).

El útil tiene dos mecanismos: uno para recoger los tubos y otro para desplegar los tubos. El mecanismo de desplegado de los tubos esta formado por cuerdas (5) en número preferente de cuatro, que van sujetas al soporte. El mecanismo de izado de los tubos está formado por tres cables (7) que se enrollan en el cabestrante (6) situado en la parte central del útil de anclaje (4).

El guiado del tubo (1) se realiza mediante las cuatro cuerdas (5) que se despliegan atándolas a cada vuelta de los tubos, para finalmente anclarse a la base de la torre (3) fijando el paso de la hélice a lo largo de la misma.

Un operario irá soltando el cabestrante (6) mientras que otros operarios desde el suelo manipularán las cuerdas para que el tubo corrugado (1) quede desplegado sobre la torre (3) con la forma helicoidal adecuada. El despliegue del útil sobre la torre (3) con un paso de hélice preciso hará más efectiva la acción antivortex de dicho útil. A cada paso y por cada uno de los tubos se ata la cuerda para que al estirar el tubo se forme la hélice. Como se parte de tres inicios de tubo, el paso de cada tubo es tres veces el de la hélice formada por el conjunto de los tubos.

Los tres cables (7) utilizados para el izado de los tubos, se enrollan en el cabestrante (6) haciendo pasar cada cable por unas poleas dispuestas a 120° cada una y por unas anillas sujetas a los tubos en cada tramo. Estos cables de izado (7) se atan al último tramo de los tubos habiendo pasado por las anillas de los anteriores tramos de forma que durante la recogida, el último tubo va empujando al anterior hasta que se finaliza la operación de izado, tal y como se muestra en la figura 2.

En la figura 3, la fijación del útil a la torre (3)

se realiza mediante una estructura de anclaje (4) que abarca el diámetro de la torre (3) por el extremo superior (2) de la misma y que se sujeta por medio de anclajes convencionales en los mismos orificios en los que se ancla la góndola.

La estructura de anclaje (4) del útil está formada por unos sectores (9) en número preferente de cuatro y realizados en material metálico que están unidos entre sí por un perfil en forma de T (10) y otros dos perfiles (11) en forma de T cuya longitud es aproximadamente la mitad del perfil (10), estos perfiles (11) están unidos entre sí en la parte central por una estrella rigidizadora (12).

La fijación del útil a la torre (3) se realiza con tornillos que atraviesan los orificios (8) de la parte superior del útil y que quedan fijados a la parte superior de la torre utilizando los mismos orificios (no mostrados en las figuras) a través de los que se fija la góndola.

A cada sector (9) se sueldan las patas (14) de la estructura de anclaje (4) que presentan una forma curvada y sobre las que se enrolla el tubo corrugado (1).

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

60

65

## REIVINDICACIONES

1. Útil para la prevención del efecto vortex formado por un elemento que se dispone helicoidalmente alrededor de la torre (3) cubriendo una porción de la misma y comenzando desde uno de sus extremos, **caracterizado** por estar formado por tres tubos corrugados (1) que se despliegan en forma de hélice desde el extremo superior de la torre (2) quedando enrollados alrededor del último tramo de la torre (3) y cuyo despliegue se realiza por medio de cuerdas (5) en número preferente de cuatro sujetándolas a cada vuelta del tubo dejando cuerda suelta entre tubo y tubo para formar el paso de la hélice, estando todo ello amarrado en una estructura de anclaje (4) dispuesta en la parte superior de la torre (2).

2. Útil para la prevención del efecto vortex, según reivindicación primera, **caracterizado** porque los cables (7) que izan los tubos corrugados (1) extendidos a lo largo de la torre (3) son accionados por un cablestrante (6) dispuesto en el centro de la estructura de anclaje (4) del útil a la torre (3).

3. Útil para la prevención del efecto vortex, según reivindicación primera, **caracterizado** porque el despliegue de los tubos corrugados (1) alrededor de

la torre (3) se realiza mediante las cuatro cuerdas (5), guiadas y manipuladas desde la base de la torre (3) a donde se anclan finalmente.

4. Útil para la prevención del efecto vortex, según reivindicación primera, **caracterizado** porque la fijación del útil a la torre (3) se lleva a cabo mediante una estructura de anclaje (4) dispuesta en el extremo superior (2) de la torre (3) y sujeta a dicha torre (3) por medio de anclajes convencionales en los mismos orificios en los que se fija la góndola.

5. Útil para la prevención del efecto vortex, según reivindicación cuarta, **caracterizado** porque la estructura de anclaje (4) del útil a la torre (3) está conformada por unos sectores (9), preferentemente metálicos y en número preferente de cuatro, unidos entre sí por tres perfiles en "T" (10 y 11) y fijados en la parte central de la estructura de anclaje (4) por una estrella rigidizadora (12).

6. Útil para la prevención del efecto vortex, según reivindicación quinta, **caracterizado** porque en cada uno de los sectores (9) se sueldan a la estructura de anclaje (4) unas patas curvadas (14) sobre las que se enrolla el tubo corrugado (1) cuando éste se está recogiendo.

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

60

65

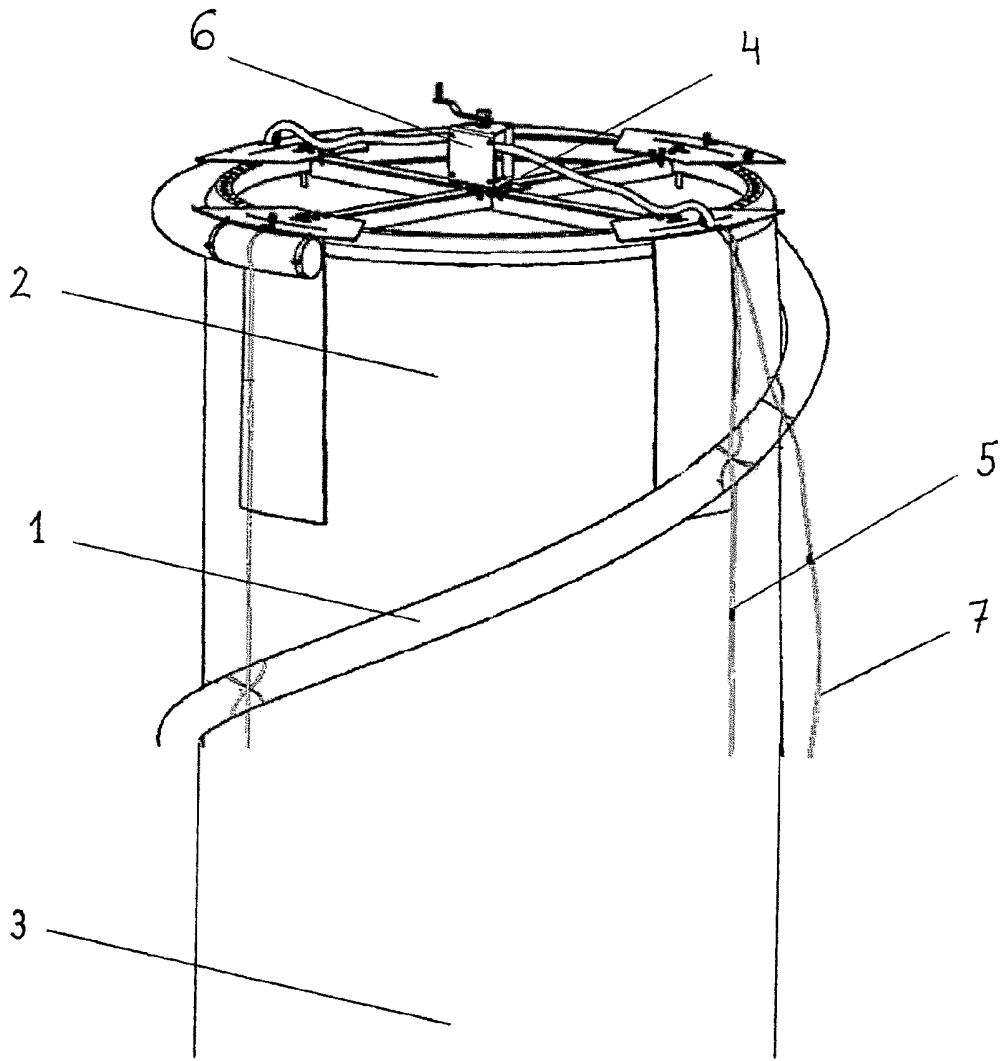


Fig. 1

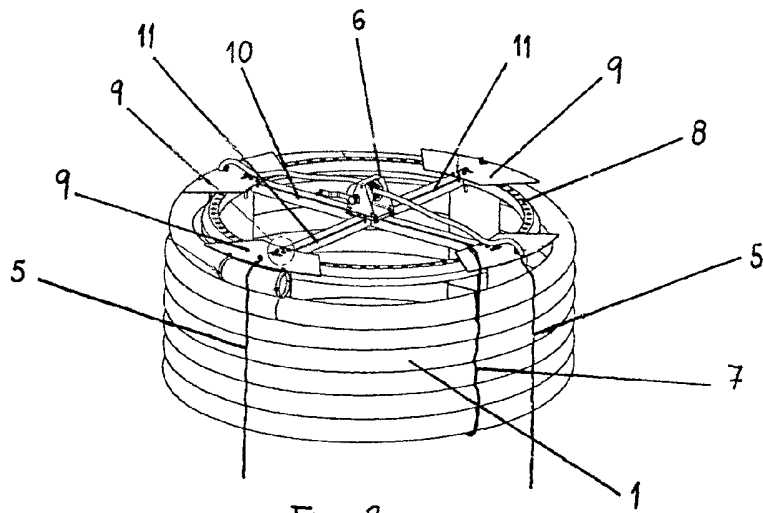


Fig. 2

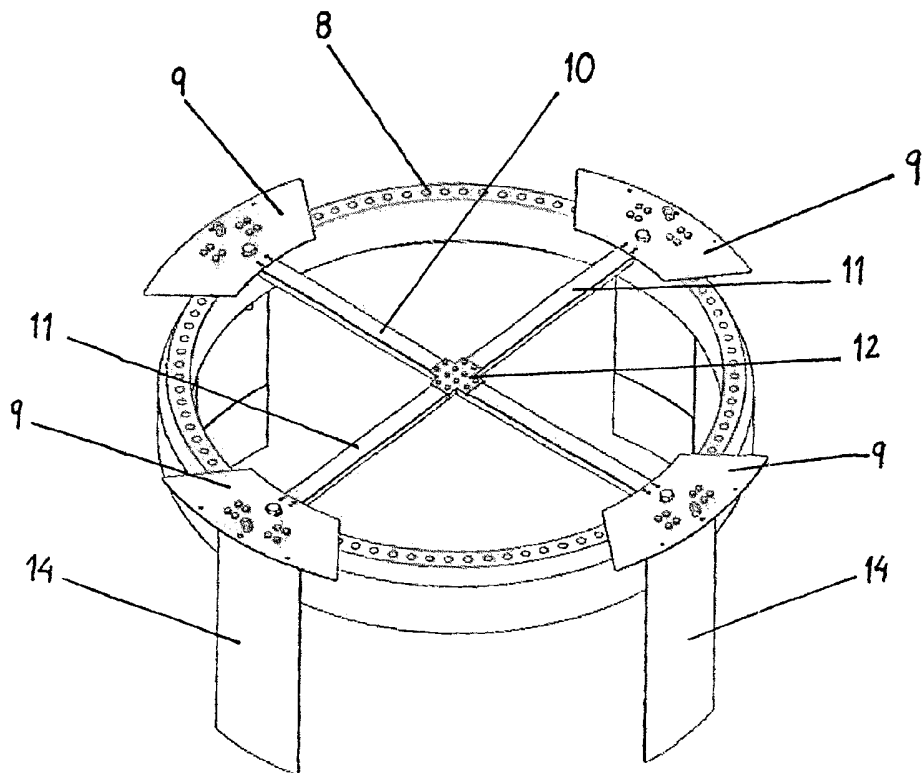


Fig. 3