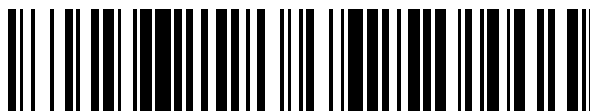


19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 778 704**

51 Int. Cl.:

**F04D 25/08** (2006.01)

**F04D 29/34** (2006.01)

**F04D 29/38** (2006.01)

**F04D 29/66** (2006.01)

12

## TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **27.10.2015** **PCT/IB2015/058266**

87 Fecha y número de publicación internacional: **19.05.2016** **WO16075575**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **27.10.2015** **E 15791766 (7)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **18.12.2019** **EP 3218608**

54 Título: **Unidad de aspas para ventiladores industriales**

30 Prioridad:

**11.11.2014 IT TO20140938**

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

**11.08.2020**

73 Titular/es:

**COFIMCO S.R.L. (100.0%)**

**Via A. Gramsci 136**

**28050 Pombia (NO), IT**

72 Inventor/es:

**GALLINA, CARLO y**

**ROMANO, NICOLA**

74 Agente/Representante:

**GONZÁLEZ PECES, Gustavo Adolfo**

ES 2 778 704 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

Unidad de aspas para ventiladores industriales

La presente invención se refiere a una unidad de aspas para ventiladores industriales, que comprende:

- un aspa; y
- 5      • una barra tubular, sobre la que está fijada dicha aspa y que tiene una porción de raíz configurada para ser engranada por medios para la conexión de dicha barra al rotor de un ventilador.

En los ventiladores para uso industrial, sobre todo en aquellos de gran diámetro, cuyo impulsor puede presentar diámetros de hasta 20 m, las aspas están sometidas a cargas cíclicas e impulsivas elevadas que las someten a considerables esfuerzos por fatiga, reduciendo sensiblemente su vida útil.

- 10      Por lo tanto, el objeto de la presente invención es proporcionar una unidad de aspas que presente una mayor resistencia a la fatiga en comparación con las unidades de tipo convencional.

El objeto referido anteriormente es logrado mediante una unidad de aspas que tiene las características mencionadas en una o más de las reivindicaciones siguientes.

- 15      Las reivindicaciones forman parte esencial de la enseñanza técnica proporcionada en la presente memoria en relación con la invención.

A continuación, la invención es descrita puramente a modo de ejemplo, de manera no limitativa, con referencia a los dibujos adjuntos, en los que:

- La Figura 1 es una vista en perspectiva de un impulsor de un ventilador para uso industrial equipado con una unidad de aspas del tipo descrito en la presente memoria;
- 20      • La Figura 2 es una vista en perspectiva parcial de una realización de la unidad de aspas descrita en la presente memoria, en la que la unidad está seccionada a lo largo de un plano paralelo al eje longitudinal de las aspas;
- La Figura 3 es una vista frontal parcialmente seccionada del impulsor de la Figura 1; y
- La Figura 4 representa la unidad de aspas de la Figura 2 en una vista frontal.

- 25      En la descripción siguiente, son ilustrados varios detalles específicos destinados a proporcionar una comprensión profunda de las realizaciones. Las realizaciones pueden ser obtenidas sin uno o más de los detalles específicos, o con otros procedimientos, componentes o materiales, etc. En otros casos, las estructuras, materiales u operaciones conocidos no son ilustrados o descritos en detalle de modo que los diversos aspectos de la realización no se vean opacados.

- 30      Las referencias usadas en la presente memoria son proporcionadas únicamente por conveniencia y, por lo tanto, no definen la esfera de protección ni el ámbito de las realizaciones.

Con referencia a las figuras, la unidad de aspas descrita en la presente memoria, designada por el número de referencia 10, comprende un aspa o álabe 2 de perfil adecuado, y una barra 4 fijada a este, configurado para ser conectado al cubo de un ventilador para uso industrial.

- 35      El aspa 2 tiene una cavidad interna longitudinal, dentro de la que está alojada la barra 4, que está fijada al aspa 2 mediante tornillos como en el ejemplo de la Figura 4 o cualquier otro sistema de fijación (tal como encolado, remachado, etc.) y se proyecta desde el aspa con una porción de raíz 4a configurada para ser conectada al cubo del ventilador.

- 40      En particular, la porción de raíz de la barra 4 ha de ser conectada al cubo del ventilador a través de un sistema de adaptadores 26 (Figura 3) y pernos que bloquean el aspa al cubo por fricción. Un collarín 12 ayuda a posicionar el aspa adecuadamente con respecto al cubo.

- 45      En el ejemplo ilustrado en la Figura 1, el cubo del ventilador, designado por el número de referencia 22, en particular está constituido por dos discos coaxiales 24, situados a una distancia adecuada entre sí para permitir que los distintos collarines que son engranados a las barras 4 de las aspas del ventilador sean alojados en el espacio definido entre los dos discos. En todo caso, el cubo puede tener configuraciones diferentes y no estar necesariamente constituido por dos discos.

El aspa ilustrada en las figuras constituye un ejemplo de aspa para uso en un ventilador axial. El conjunto de aspas descrito en la presente memoria en cualquier caso puede ser producido también para otros tipos de ventiladores, por

ejemplo, radiales, y, en general, el aspa 2 puede presentar cualquier configuración de acuerdo con la aplicación específica para la que esté diseñada.

La unidad de aspas descrita en la presente memoria está caracterizada porque comprende una barra tubular adicional 6 montada dentro de la barra 4, preferentemente en la porción de raíz 4a. El extremo 6a de la barra 6 más cercano al extremo de la porción de raíz está axialmente limitado a la barra 4 a través de medios de conexión adecuados, mientras que su extremo opuesto 6b, que está orientado hacia la punta del aspa 2, no está fijado a esta, sino que puede ser deslizado con respecto a la barra 4 cuando esta sufra deformación debido al doblado. Preferentemente, el extremo 6b está alojado dentro de la barra 4 de acuerdo con una configuración por la que puede ser deslizado en una condición de fricción por deslizamiento con respecto a la barra 4.

La barra adicional 6 actúa principalmente como un miembro para amortiguar las altas oscilaciones del aspa 2 derivadas de las elevadas cargas cíclicas, y sobre todo impulsivas, tal como las ráfagas de viento, que son inducidas con frecuencia en las aspas de los grandes ventiladores y que provocan fatiga y reducen la vida útil de las aspas y de los sistemas de conexión. Como será observado en detalle más adelante, la barra 6 no sólo se opone a cualquier acción externa que tienda a doblar la barra 4, sino que, como resultado de las fuerzas de fricción que son situadas entre la barra 4 y su extremo 6b, también ejerce una acción para contrarrestar el propio movimiento de la barra y para disipar la energía cinética de oscilación del aspa, independientemente de que esta sea producida en la dirección de doblado de la barra o en la dirección de retorno a su condición rectilínea.

En varias realizaciones preferentes, tal como en la ilustrada, la unidad de aspas en cuestión comprende un primer buje 8a y un segundo buje 8b, que están situados dentro de la barra 4, tienen una forma y dimensiones adecuadas para ser acoplados a esta sin juego, y están fijados a la propia barra 4. Esta fijación puede ser obtenida mediante tornillos o cualquier otro sistema (tal como encolado, remachado, uso de un pasador 27, etc.).

Los dos bujes 8a, 8b son engranados, respectivamente, por los extremos opuestos 6a, 6b de la barra 6 y están situados a una distancia adecuada para que la barra 6 quede orientada directamente, por una porción dada de la misma, hacia la superficie interior de la barra 4, pero no en contacto con esta. Esta configuración permite la concentración de las fuerzas de fricción, debido al deslizamiento de la barra 6 con respecto a la barra 4, en la región del buje 8b y, a través de este, en el extremo 6b de la barra 6, en el que la acción para contrarrestar el movimiento del aspa ejercido por estas fuerzas y la disipación de energía consiguiente son más eficaces.

El extremo 6b tiene una forma y dimensiones tal como para ser engranado al buje 8b en una condición de juego adecuada. En cambio, el extremo 6a está fijado al buje 8a por medio de tornillos o cualquier otro sistema de manera que quede rígidamente limitado a este. En cambio, para el extremo 6b no son proporcionados medios de conexión para que sea fijado directamente al buje 8b. De acuerdo con lo dicho anteriormente, para este fin se prevé de hecho que pueda ser deslizado en condiciones de fricción por deslizamiento con respecto al buje 8b cuando la barra 4 sea sometida a una deformación por doblado, con el fin mencionado con anterioridad de amortiguar las oscilaciones cíclicas y, sobre todo, impulsivas del aspa. A este respecto, el solicitante de la presente ha identificado que son obtenidos resultados excelentes en este sentido cuando el acoplamiento entre el extremo 6b y el buje 8b está en una condición de juego que oscila entre 0 mm y 2 mm.

En varias realizaciones preferentes, como en la ilustrada, el buje 8a y el extremo 6a de la barra 6 están axialmente limitados a la barra 4 a través del pasador 27. De la misma manera, en este ejemplo, el buje 8b está limitado axialmente a la barra 4 mediante dos pares de tornillos que al mismo tiempo fijan el aspa 2 a la barra 4.

Con referencia nuevamente al comportamiento mecánico de la unidad de aspas descrita en la presente memoria, la Figura 4 ilustra esquemáticamente la acción de la barra 6 cuando un momento de doblado  $M_f$  de tipo cíclico o impulsivo actúa sobre el aspa 2.

Como puede ser observado en la figura anterior, el momento  $M_f$  dobla la barra 4, lo que a su vez causa el doblado de la barra 6. La barra 6 ejerce sobre todo una acción para contrarrestar el desplazamiento de la barra 4 de su condición rectilínea no deformada mediante la fuerza de reacción  $R_B$  que actúa en la superficie interior del buje 8B. Esta fuerza es transmitida a la barra 4 a través de la superficie exterior del buje 8b generando un momento de reacción representado en la Figura 4 por el momento  $M_1$  que tiene un signo opuesto al del momento  $M_f$ .

El doblado de las dos barras 4 y 6 provoca su deslizamiento mutuo de modo que el extremo 6b de la barra 6 sea deslizado con respecto al buje 8b, en una condición de fricción por deslizamiento. Las fuerzas de fricción generadas entre las dos barras como resultado de este deslizamiento se oponen al movimiento mencionado con anterioridad, generando un nuevo momento  $M_2$  opuesto al momento  $M_f$ .

El momento  $M_f$  puede tener una naturaleza cíclica o impulsiva. Si es cíclica, la acción de la barra 6 resulta en una reducción sensible de las oscilaciones del aspa 2. Si es impulsiva, ejerce su acción durante un tiempo limitado y, una vez que ha cesado, el aspa 2 tiende a regresar elásticamente a su condición en la que está más o menos deformada por las cargas que actúan sobre el aspa durante su operación normal. El momento  $M_2$  generado por la interacción de

la barra 6 con el buje 8b está siempre en la dirección opuesta con respecto a la dirección de desplazamiento del aspa 2 y, por consiguiente, ejerce una acción amortiguadora con respecto a estos movimientos oscilantes.

En diversas realizaciones, como en la ilustrada, las barras 4 y 6 están fabricadas con composite, en particular fibra de vidrio, por medio de un proceso de pultrusión. Preferentemente, la resina usada es resina de éster de vinilo o resina epoxi y el refuerzo está constituido por roving y tejidos de vidrio multidireccionales. En los casos de cargas de doblado particularmente elevadas, el refuerzo puede estar fortalecido en forma adicional por la adición de roving de carbono. Los roving de carbono tienen la misma longitud que las barras 4 y 6 respectivas. Los mejores resultados son obtenidos con un porcentaje en peso de carbono entre 3% y 3,5% con respecto al peso de cada barra. Sin embargo, esto no representa un límite al sistema que puede ser obtenido usando barras de diferentes materiales, preferentemente composite, obtenidos con diferentes tecnologías/procesos.

Esto permite obtener una estructura general de la unidad de aspas fuerte y con capacidad de manejar eficazmente las cargas cíclicas e impulsivas en comparación con las unidades de aspas de tipo convencional, que generalmente suelen tener conexiones muy rígidas al cubo fabricadas con acero o fibra de vidrio. Por un lado, el aumento de la flexibilidad permite una reducción sensible de las cargas que son transmitidas por la unidad de aspas al cubo del ventilador y, por consiguiente, a los medios para accionar el ventilador y a la estructura de soporte. Por el otro lado, significa que el impulsor del ventilador presenta una estructura global con una frecuencia natural mucho más alejada de las frecuencias de las vibraciones que pueden ser generadas durante la operación normal del ventilador, reduciendo así considerablemente los riesgos vinculados a los posibles fenómenos de resonancia.

El solicitante de la presente ha descubierto que la combinación del sistema de amortiguación determinado por la barra 6, con una barra 4 obtenida de la forma descrita anteriormente, permite obtener una unidad de aspa que presenta un comportamiento mecánico decididamente mejorado en comparación con las unidades convencionales.

La reducción de las oscilaciones de las aspas derivadas de las cargas cíclicas e impulsivas, junto con la frecuencia de las aspas obtenida, genera una reducción de las tensiones transmitidas por los ventiladores a la estructura de soporte y, por lo tanto, de sus vibraciones. A este respecto, a continuación son presentadas tablas que comparan las vibraciones medidas en la estructura de soporte de un ventilador proporcionado con unidades de aspas convencionales y las de un ventilador proporcionado con unidades de aspas del tipo descrito anteriormente, obviamente dadas las mismas dimensiones y condiciones de operación. Cabe señalar que las unidades de aspas convencionales en cuestión están fabricadas con fibra de vidrio obtenida por moldeo.

Comparación 1

| Tipo de ventilador             | Dirección |          |          |
|--------------------------------|-----------|----------|----------|
| Diámetro del impulsor: 9,144 m | X         | Y        | Z        |
| Número de aspas: 8             | mm/s RMS  | mm/s RMS | Mm/s RMS |
| Convencional                   | 2,5       | 2,3      | 5,7      |
| Con nuevas unidades de aspas   | 2,0       | 1,8      | 2,1      |

Comparación 2

| Tipo de ventilador            | Dirección |          |          |
|-------------------------------|-----------|----------|----------|
| Diámetro del impulsor: 9,75 m | X         | Y        | Z        |
| Número de aspas: 6            | mm/s RMS  | mm/s RMS | Mm/s RMS |
| Convencional                  | 3,1       | 4,2      | 7,8      |
| Con nuevas unidades de aspas  | 2,8       | 2,1      | 2,7      |

En las tablas presentadas con anterioridad, las direcciones X e Y son direcciones horizontales, en el plano del impulsor, mientras que la dirección Z es la dirección vertical, ortogonal al plano del impulsor. Como se desprende de las tablas anteriores, en los ventiladores equipados con unidades de aspas del tipo descrito en la presente memoria ha sido

descubierta una reducción general, en todas las direcciones, de la intensidad de las vibraciones en comparación con los ventiladores con aspas tradicionales, con una reducción máxima que supera 50%, en la dirección Z.

- 5 El ámbito de la invención está definido únicamente por las reivindicaciones adjuntas. Por ejemplo, los bujes 8a y 8b incluso pueden no estar previstos, y la barra 6 puede en este caso prever porciones que sean engranadas directamente a la barra 4 en las modalidades descritas anteriormente. Además, en realizaciones alternativas, la barra 6 puede estar limitada a la barra 4 en sus porciones internas de manera diferente a sus porciones de extremo.

## REIVINDICACIONES

**1.** Una unidad de aspas (10) para ventiladores industriales, que comprende:

- un aspa (2);

- una barra tubular (4), sobre la que está fijada dicha aspa y que tiene una porción de raíz (4A) configurada para ser engranada por medios para la conexión de dicha barra al rotor de un ventilador,

dicha unidad de aspas está caracterizada porque comprende una barra adicional (6) montada dentro de dicha primera barra tubular (4) de modo de presentar una primera porción (6A) limitada axialmente a dicha primera barra y una segunda porción que en cambio puede ser deslizada con respecto a dicha primera barra, en una condición de fricción por deslizamiento, tras una deformación debido al doblado de dicha primera barra.

**2.** La unidad de acuerdo con la reivindicación 1, en la que dicha barra adicional (6) es situada en dicha porción de raíz (4A) de dicha primera barra.

**3.** La unidad de acuerdo con la reivindicación 1 o la reivindicación 2, en la que dicha primera porción (6A) y dicha segunda porción (6B) de dicha barra adicional son situadas distanciadas entre sí, y preferentemente definen un primer extremo y un segundo extremo de dicha barra, respectivamente.

**4.** La unidad de acuerdo con la reivindicación 3, en la que la porción de dicha barra adicional situada entre las primeras y segundas porciones (6A, 6B) está directamente orientada, pero no en contacto, con la superficie interior de dicha primera barra (4).

**5.** La unidad de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en la que dicha barra adicional (6) está montada dentro de dicha primera barra (4) de acuerdo con una orientación por la que dicha segunda porción (6B) está más cerca de la punta de dicha aspa que la primera porción (6A).

**6.** La unidad de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, que comprende un primer buje (8A) y un segundo buje (8B), que están fijados en el interior de dicha primera barra (4) y dentro de los que son respectivamente recibidas las primeras y segundas porciones (6A, 6B) de dicha barra adicional, en la que dicha primera porción (6A) está fijada por medio de conexión a dicho primer buje (8A), mientras que dicha segunda porción (6B) es engranada sin juego a dicho segundo buje (8B) en ausencia de medios de conexión que fijen dicha segunda porción (6B) directamente a dicho segundo buje (8B).

**7.** La unidad de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en la que dicha primera barra (4) y/o dicha barra adicional (6) está fabricada con composite por medio de un proceso de pultrusión.

**8.** La unidad de acuerdo con la reivindicación 7, en la que dicho composite está constituido por fibra de vidrio reforzada con fibra de roving y/o fibra de carbono.

**9.** La unidad de acuerdo con la reivindicación 6, en la que dicha segunda porción (6b) es engranada a dicho segundo buje (8b) en una condición de juego que oscila de 0 mm a 2 mm.

FIG. 1

