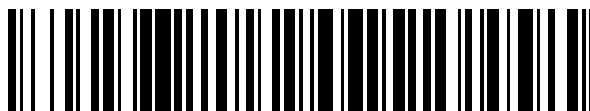


19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 644 810**

51 Int. Cl.:

**F04D 29/02** (2006.01)

**F04D 29/38** (2006.01)

**F04D 29/66** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **03.09.2015 E 15183722 (6)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **28.06.2017 EP 3009684**

54 Título: **Ventilador para aerorrefrigerador**

30 Prioridad:

**11.09.2014 FR 1458534**

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

**30.11.2017**

73 Titular/es:

**KELVION THERMAL SOLUTIONS (100.0%)  
25 rue du Ranzai  
44300 Nantes, FR**

72 Inventor/es:

**ARNOLD, JACQUES y  
DERUELLE, AURÉLIEN**

74 Agente/Representante:

**ESPIELL VOLART, Eduardo María**

**ES 2 644 810 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****VENTILADOR PARA AERORREFRIGERADOR****5 Campo técnico**

10 La invención se refiere a un ventilador industrial para aerorrefrigerador, que comprende un buje en forma de disco y una pluralidad de palas unidas radialmente al disco del buje por medio de un vástago previsto sobre un extremo de cada pala y de una brida prevista sobre una cara del buje y en la cual se inserta el vástago de la pala.

15 Un ventilador de ese tipo es utilizado por ejemplo para las industrias petroleras, gasistas y químicas. Por ejemplo, puede ser utilizado en un intercambiador de calor de aire para condensar y refrigerar unos líquidos, como gas natural licuado, que circulan en unos haces de tubos con aletas. Los haces de tubos con aletas son instalados sobre una estructura y son soplados mediante uno o varios de dichos ventiladores accionados por unos motores eléctricos.

**Técnica anterior**

20 Se divulga particularmente un ventilador industrial en el documento de patente WO-2011/126568. Puede presentar unas grandes dimensiones, sobrepasando el diámetro del rotor frecuentemente los 2 metros de manera que las palas son montadas en la práctica en el sitio sobre el buje con forma de disco. Durante el montaje, el ángulo de pala para cada pala es fijado en un valor definido entre 25° y 45° durante el diseño del intercambiador de calor, con una tolerancia de +/- 1°.

25 Se sabe también que la eficacia de un ventilador puede quedar afectada por un fenómeno de recirculación de aire que puede producirse en la base de cada pala cuando existe un espacio libre suficiente entre el buje y la base de las palas para dejar circular aire que pasa desde el intradós de la pala hacia el extradós de la pala. La eficacia global del ventilador se reduce por tanto porque el perfil de velocidad del aire no es homogéneo. A causa de este fenómeno de recirculación del aire, aproximadamente un tercio de la superficie de la pala no puede tomar carga en el aire y se convierte en inútil.

30 Se sabe también que los ventiladores generan mucho ruido. Una fuente en el origen del ruido en los ventiladores proviene de la producción de vórtices de aire en el extremo de las palas. La publicación de patente US 2003/0077172 describe un ventilador en el cual se colocan unas aletas en los extremos de las palas y permiten eliminar estos vórtices creando una barrera entre la baja presión y la alta presión sobre los lados del extremo de una pala. Una complejidad en la geometría de las palas puede ser una vía con el fin de reducir la molestia sonora generada por el ventilador. Las palas pueden presentar de ese modo una estructura compleja tal como una curvatura de los bordes de ataque y de salida, particularmente teniendo unos bordes de ataque que presentan un ángulo de flecha por delante de los extremos de las palas con relación a la dirección radial. Las curvaturas delanteras de los bordes de ataque se utilizan para desincronizar las fuentes de ruido a lo largo de las palas, pero no reducen la fuente de ruido en sí. Además, esto hace inestable el flujo de aire alrededor de la pala y de ese modo reduce su eficacia.

35 Este documento WO-2011/126568 divulga un ventilador con unas palas que presentan cada una un borde de ataque y un borde de salida sensiblemente rectilíneos. Esta forma de pala simplificada ha mostrado de manera sorprendente que contribuye a reducir el ruido de funcionamiento del ventilador. Sin embargo, este ventilador no permite limitar la recirculación del flujo de aire alrededor del buje y por ello no presenta una eficacia óptima.

40 Con el fin de limitar el fenómeno de recirculación de aire que puede producirse en la base de cada pala, debe rellenarse el espacio libre entre el buje y la base de las palas. De ese modo, el documento de patente US 6.086.330 responde en parte a ello divulgando un ventilador moldeado en una única pieza en el que las palas se unen en toda la longitud de su base a un buje cilíndrico, desde el borde de salida al borde de ataque. Sin embargo, un ventilador industrial de gran diámetro obtenido mediante moldeado tendría la desventaja de ser muy voluminoso, haciendo así difícil su transporte en el sitio y laboriosa su instalación por la utilización de grúas elevadoras. Además, después del moldeado no es posible ningún ajuste del ángulo de inclinación de las palas. Ahora bien, un ajuste del ángulo de la pala durante la instalación de los ventiladores industriales en el sitio con relación a un ángulo de pala permitiría teóricamente reducir al máximo el juego en la punta de la pala y compensar las pérdidas de carga en el circuito de aire.

45 Finalmente, un cambio de las palas de los ventiladores industriales directamente en el sitio puede ser ventajoso durante los procedimientos de mantenimiento o durante una actualización.

50 El documento US 3.647.317 divulga un ejemplo de ventilador industrial que presenta una parte de las características del preámbulo de la reivindicación 1.

55  
60  
65

**Explicación de la invención**

El objeto de la invención es solucionar estos inconvenientes proponiendo un ventilador industrial que presente una buena solidez mecánica con una eficacia de flujo mejorada y que no haga ruido.

Con este fin, la invención tiene por objeto un ventilador industrial para aerorrefrigerador con las características de la reivindicación 1, comprendiendo el ventilador un buje en forma de disco y una pluralidad de palas unidas radialmente al buje por medio de un vástago previsto sobre un extremo de cada una de las palas y de una brida prevista sobre una cara del buje y en la que se inserta el vástago de la pala con un ángulo de pala para producir un flujo de aire axial, caracterizado porque cada una de las palas presenta un perfil aerodinámico tal que la diferencia de presión entre el intradós y el extradós está comprendida entre el 65 % y el 75 % en una zona del 30 % de la longitud de la pala a partir del pie de pala con relación a la diferencia de presión entre el intradós y el extradós en la parte media de la cuerda de la pala y de modo que la diferencia de presión entre el intradós y el extradós esté comprendida entre el 125 % y el 135 % en una zona del 30 % de la longitud de la pala a partir de la cabeza de pala con relación a la diferencia de presión entre el intradós y el extradós en la parte media de la cuerda de la pala, y porque se prevé un sistema de unión para bloquear la recirculación de aire entre el intradós y el extradós en el pie de la pala.

El ventilador según la invención presenta un perfil de pala mucho más trabajado en el pie de la pala lo que confiere a las palas un perfil aerodinámico que mejora los rendimientos del ventilador industrial. Además, con esta disposición vástago/brida, se puede regular independiente y fácilmente la posición radial y el ángulo de fijación de las palas con relación al buje. El medio de unión rellena el espacio entre el buje y la base de las palas, aumentando así la eficacia del ventilador al limitar la recirculación de aire en el pie de la pala.

El ventilador según la invención puede presentar principalmente las particularidades siguientes:

- el medio de unión es una aleta que se extiende a lo largo del intradós y del extradós perpendicularmente a la superficie de la pala a la altura del pie de la pala. Esta aleta permite utilizar la superficie en la base de las palas con el fin de evitar la recirculación del flujo de aire en la base de las palas, desde el intradós hacia el extradós, mientras se aseguran buenos rendimientos aerodinámicos;
- la brida comprende al menos una mordaza;
- el ventilador comprende al menos tres palas;
- la envolvente de las palas es de materiales compuestos;
- la envolvente de las palas presenta la forma de un tejido premoldeable con un refuerzo de fibras;
- el refuerzo de fibras es tejido de vidrio;
- la envolvente de las palas está impregnada con un material de dos componentes como de poliéster, unos ésteres de vinilo, unos epoxidos o equivalentes;
- su revestimiento puede estar moldeado por inyección;
- las palas son huecas y aumentada su rigidez mediante el relleno de su cavidad con un material ligero tal como una espuma de poliuretano;
- las palas tienen un intradós que presenta una zona de superficie plana para recibir un inclinómetro y el paso entre los ángulos de inclinación de las palas puede ajustarse con una precisión de + 0 – 0,1°;
- cada una de las palas tiene un ángulo de fijación ajustable entre 25° y 45°;
- la posición de cada una de las palas unidas radialmente al disco del buje es ajustable mediante un tornillo;
- el medio de unión es una forma de revolución combinada con unos elementos de estanquidad tales como unas juntas de elastómeros o siliconas.

La invención se extiende a un intercambiador de calor de aire de tubos con aletas caracterizado porque comprende un ventilador según la invención.

**Presentación sumaria de los dibujos**

La presente invención se comprenderá mejor y aparecerán otras ventajas con la lectura de la descripción detallada de un modo de realización tomado a título de ejemplo en ningún caso limitativo e ilustrado por los dibujos adjuntos, en los que:

- la figura 1 es una ilustración de un aerorrefrigerador
- la figura 2 es una ilustración de un ventilador según la técnica anterior
- la figura 3 es una vista en perspectiva de un ventilador con aletas según la invención,
- la figura 4 es una vista esquemática de la conexión entre el buje y una pala.

**Descripción de unos modos de realización**

En la figura 1, se ha ilustrado en este caso un ejemplo de un aerorrefrigerador utilizado en las industrias petroleras, gasistas y químicas. En esta figura, un intercambiador de calor de aire 1 condensa y refrigera unos líquidos que circulan en unos haces de tubos con aletas 2. Los haces de tubos con aletas 2 están instaladas sobre una estructura y son soplados mediante uno o varios ventiladores 3 accionados por unos motores eléctricos 4.

- La figura 2 ilustra un ventilador 3 industrial para aerorrefrigerador según el estado de la técnica. Este ventilador 3 comprende un buje 5 en forma de disco y una pluralidad de palas 6 unidas radialmente al disco del buje 5 por medio de un vástago 7 previsto sobre un extremo de cada pala 6 y de una brida (no esquematizada) prevista sobre una cara del disco del buje 5 y en la cual se inserta el vástago 7 de la pala 6 con un ángulo de pala para producir un flujo de aire axial.
- La fecha F indica el sentido de rotación de las palas 6.
- Las palas 6 presentan una curvatura de los bordes de ataque y de salida presentando principalmente los bordes de ataque un ángulo de flecha delante de los extremos de las palas con relación a la dirección radial.
- Unos espacios libres son visibles entre el buje 5 y la base de las palas 6. Estos espacios inducen una recirculación del flujo de aire en la base de la pala 6 desde el intradós hacia el extradós. Esta recirculación de aire contribuye a una disminución de la presión sobre la pala 6 y a una disminución de la velocidad del aire en la zona de la base de la pala 6. Sin medios de unión entre el buje 5 y la base de las palas 6, alrededor de un tercio de la superficie de la pala 6 no puede ser cargada en el aire y es convertida en inútil. Al no ser homogéneo el perfil de velocidad del aire, es reducida la eficacia global del ventilador 3.
- La figura 3 es una vista en perspectiva de un ventilador según la invención, que presenta un medio de unión 8 de aletas dispuestas en la base de las palas 6 para bloquear la recirculación de aire entre el intradós y el extradós en el pie de la pala. En cada pala, la aleta se extiende a lo largo del intradós y del extradós perpendicularmente a la superficie de la pala 6 a la altura del pie de la pala 6. El medio de unión 8 tiene una forma de revolución.
- Con el fin de mejorar el bloqueo del aire en la base de la pala, el medio de unión puede estar combinado con unos elementos de estanquidad tales como unas juntas de elastómeros o de siliconas.
- El ventilador 1 comprende, en el caso del ejemplo, un buje 5 plano en la forma de disco que lleva en su cara inferior en el sentido del aire cuatro palas 6. Las palas 6 se extienden radialmente entre una base de pala a la altura del buje 5 y una cabeza de pala. Tienen una forma simplificada. En efecto cada pala presenta un borde de ataque opuesto a un borde de fuga siendo ambos dos rectilíneos. Los baricentros de todas las secciones a lo largo de la pala 6 están perfectamente alineados. Por su forma simplificada, los costes de fabricación de las palas 6 son reducidos.
- Los ventiladores 3 según la invención comprenden al menos tres palas 6.
- Como se representa en una de las palas 6 de la figura 3, la longitud  $l$  de la pala 6 está dividida por unas líneas de puntos en tres zonas, principalmente una zona a 30 % de la longitud de la pala a partir del pie de pala, una zona a 30 % de la longitud de la pala a partir de la cabeza de pala, y una zona en la parte media de la cuerda de la pala. En cada una de estas zonas y en diferentes puntos, se realizan unas mediciones de presión entre el intradós y el extradós. De ese modo, según la invención, cada una de las palas 6 presenta un perfil aerodinámico de tal modo que la diferencia de presión ( $\Delta P1$ ) entre el intradós y el extradós esté comprendida entre el 65 % y 75 % en una zona a 30 % de la longitud de la pala a partir del pie de pala con relación a la diferencia de presión ( $\Delta PC$ ) entre el intradós y el extradós en la parte media de la cuerda de la pala y de modo que la diferencia de presión ( $\Delta P2$ ) entre el intradós y el extradós esté comprendida entre el 125 % y el 135 % en una zona a 30 % de la longitud de la pala a partir de la cabeza de pala con relación a la diferencia de presión ( $\Delta PC$ ) entre el intradós y el extradós en la parte media de la cuerda de la pala.
- Según la invención cada pala 6 presenta un perfil aerodinámico tal como es visible en la figura 3 con un ángulo de fijación mayor en el pie de la pala que en la cabeza de la pala lo que permite tener una presión más uniforme a lo largo de la cuerda de la pala 6.
- La figura 4 ilustra la conexión entre el buje 5 y una pala 6. Un vástago 7 parte de la base de las palas y se fija sobre una pared 9 transversal de cierre del pie de pala. Este vástago 7 permite sujetar las palas 6 sobre la cara inferior del disco del buje 5 por medio de una brida 10 fijada al buje 5.
- Según la invención, esta brida 10 comprende al menos una mordaza.
- En la figura 4, esta brida 10 comprende dos mordazas 10a, 10b fijadas sobre la cara inferior del buje 5. Como es visible en la figura 4, el vástago 7 de una pala 6 se aloja en las dos mordazas 10a, 10b.
- Según la invención, es posible ajustar la posición radial de cada pala 6 con relación al disco del buje 5 mediante el deslizamiento del vástago 7 en la brida 10 con ayuda de un tornillo de reglaje.
- Todavía según la invención, el ángulo de fijación de las palas 6 con relación al buje 5, que define de ese modo la inclinación de la pala con relación al flujo de aire, forma un ángulo de fijación nominal de 36° con la superficie del buje 5. Según la invención la fijación del ángulo de pala es regulable entre 25° y 45°. El ángulo de fijación es el calculado como óptimo y es de aproximadamente 36°. Puede ser ajustado con ayuda de un inclinómetro. Este inclinómetro puede estar dispuesto sobre una zona perfectamente plana de la superficie del intradós de la pala. El paso entre los ángulos de inclinación de las palas 6 puede ser ajustado así con una precisión de  $\pm 0,1^\circ$ .
- Durante la instalación en el sitio de un aerorrefrigerador, es ventajoso poder regular sobre el lugar la posición radial de las palas y la fijación del ángulo de las palas del ventilador. El ventilador puede ser llevado así en piezas separadas y montarse en el sitio. Ya no es necesario entonces fabricar un ventilador en una única pieza, por ejemplo, mediante moldeado de un buje 5 con las palas 6, lo que puede ser voluminoso de transportar y también no regulable en el sitio. Frecuentemente la regulación

del ángulo de fijación es necesaria con el fin de poder ajustar el caudal de aire en el sitio o incrementar los rendimientos del intercambiador de calor en el futuro.

- 5 Según la invención, la envolvente de las palas puede ser de materiales compuestos, bajo forma de un tejido premoldeable con un refuerzo de fibras. Este refuerzo de fibras puede ser tejido de vidrio. Ventajosamente esta envolvente está impregnada con un material de dos componentes con endurecimiento como poliéster, unos ésteres de vinilo, unos epoxis o equivalentes. Es posible también que el revestimiento esté moldeado por inyección.
- 10 Por otra parte, las palas 6 pueden ser huecas. Pueden aumentar su rigidez por relleno de su cavidad con un material ligero tal como una espuma de poliuretano. Además de su estructura aligerada, las palas son más fáciles de instalar.
- 15 Se ha producido y ensayado un ventilador según la invención de al menos 4 metros de diámetro. Se ha demostrado que este ventilador poseía mejores rendimientos y una reducción del ruido que un ventilador denominado "Super Low Noise". Además, debido a la elevada eficacia aerodinámica del ventilador según la invención, es necesaria una reducida velocidad de funcionamiento y de ese modo la producción de ruido permanece limitada.
- El ventilador según la invención proporciona igualmente mejores rendimientos mientras emite tanto sonido como un aparato de la técnica anterior. Se ha demostrado que un ventilador de ese tipo presenta también mejores rendimientos mientras consume menos energía que un ventilador de la técnica anterior.
- 20 La invención se extiende a un intercambiador de calor de aire 1 de tubos con aletas 2 que comprende un ventilador 3 según la invención.

**REIVINDICACIONES**

- 5 1. Ventilador industrial (3) para aerorrefrigerador, que comprende un buje (5) en forma de disco y una pluralidad de palas (6) unidas radialmente al buje (5) por medio de un vástago (7) previsto sobre un extremo de cada una de dichas palas (6) y de una brida (10) prevista sobre una cara del buje (5) y en la cual se inserta dicho vástago (7) de dicha pala (6) con un ángulo de pala para producir un flujo de aire axial, **caracterizado porque** cada una de dichas palas (6) presenta un perfil aerodinámico tal que la diferencia de presión ( $\Delta P1$ ) entre el intradós y el extradós está comprendida entre el 65 % y el 75 % en una zona del 30 % de la longitud de dicha pala (6) a partir del pie de pala con relación a la
- 10 diferencia de presión ( $\Delta PC$ ) entre el intradós y el extradós en la parte media de la cuerda de la envergadura de dicha pala (6) y de tal modo que la diferencia de presión ( $\Delta P2$ ) entre el intradós y el extradós esté comprendida entre el 125 % y el 135 % en una zona del 30 % de la longitud de dicha pala (6) a partir de la cabeza de la pala con relación a la diferencia de presión ( $\Delta PC$ ) entre el intradós y el extradós en la parte media de la cuerda de la envergadura de dicha pala (6), y **porque** está previsto un medio de unión (8) para bloquear la recirculación de aire entre el intradós y el extradós en el pie de la pala.
- 15 2. Ventilador (3) según la reivindicación 1, **caracterizado porque** dicho medio de unión (8) es una aleta que se extiende a lo largo del intradós y del extradós perpendicularmente a la superficie de dicha pala (6) a la altura del pie de dicha pala (6).
- 20 3. Ventilador (3) según la reivindicación 1, **caracterizado porque** dicha brida (10) comprende al menos una mordaza.
- 25 4. Ventilador (3) según la reivindicación 1, **caracterizado porque** comprende al menos tres palas (6).
5. Ventilador (3) según la reivindicación 1, **caracterizado porque** la envolvente de dichas palas (6) es de materiales compuestos.
- 30 6. Ventilador (3) según la reivindicación 1, **caracterizado porque** la envolvente de dichas palas (6) presenta la forma de un tejido premoldeable con un refuerzo de fibras.
- 35 7. Ventilador (3) según la reivindicación 6, **caracterizado porque** dicho refuerzo de fibras es tejido de vidrio.
8. Ventilador (3) según la reivindicación 5, **caracterizado porque** dicha envolvente de dichas palas (6) está impregnada con un material de dos componentes como poliéster, unos ésteres de vinilo, unos epoxis o equivalentes.
- 40 9. Ventilador (3) según las reivindicaciones 5 a 8, **caracterizado porque** su revestimiento es moldeado por inyección.
- 45 10. Ventilador (3) según una de las reivindicaciones precedentes, **caracterizado porque** dichas palas (6) son huecas y aumentada su rigidez mediante relleno de su cavidad con un material ligero tal como una espuma de poliuretano.
- 50 11. Ventilador (3) según la reivindicación 1, **caracterizado porque** dichas palas (6) poseen un intradós que presenta una zona de superficie plana adaptada para recibir un inclinómetro y **porque** dichas palas (6) presentan un ángulo de inclinación que es ajustable.
- 55 12. Ventilador (3) según la reivindicación 1, **caracterizado porque** cada una de dichas palas (6) tiene un ángulo de fijación ajustable entre 25° y 45°.
13. Ventilador (3) según la reivindicación 1, **caracterizado porque** la posición de cada una de dichas palas (6) unidas radialmente al buje (5) es ajustable mediante un tornillo.
- 60 14. Ventilador (3) según la reivindicación 1, **caracterizado porque** dicho medio de unión (8) es una forma de revolución y está combinado con unos elementos de estanquidad tales como unas juntas de elastómeros o siliconas.
15. Intercambiador de calor (1) de aire de tubos con aletas (2) **caracterizado porque** comprende un ventilador (3) según una de las reivindicaciones precedentes.

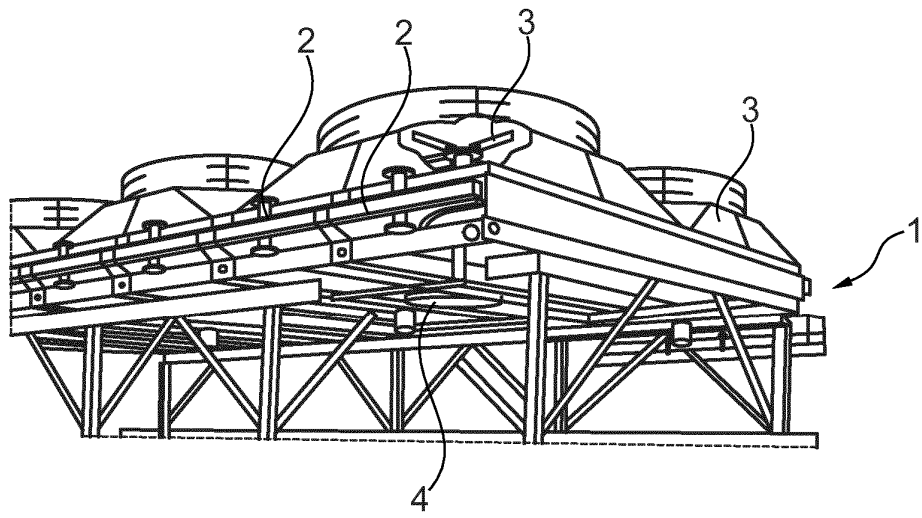


Fig. 1

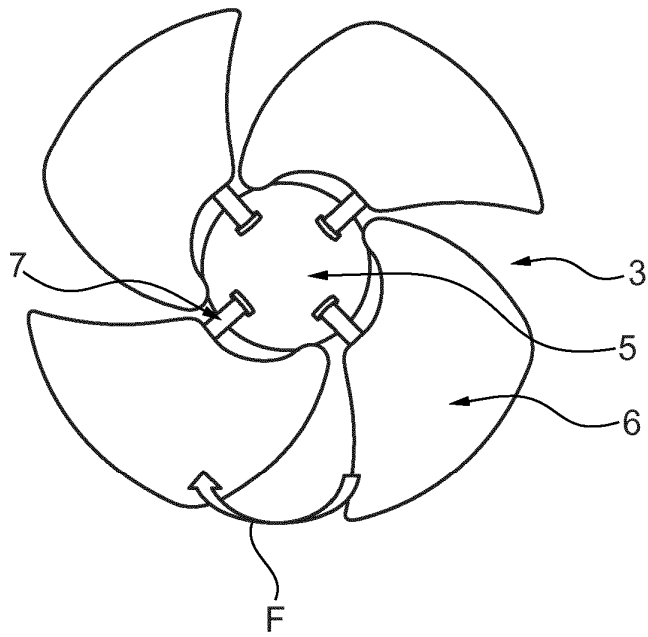


Fig. 2

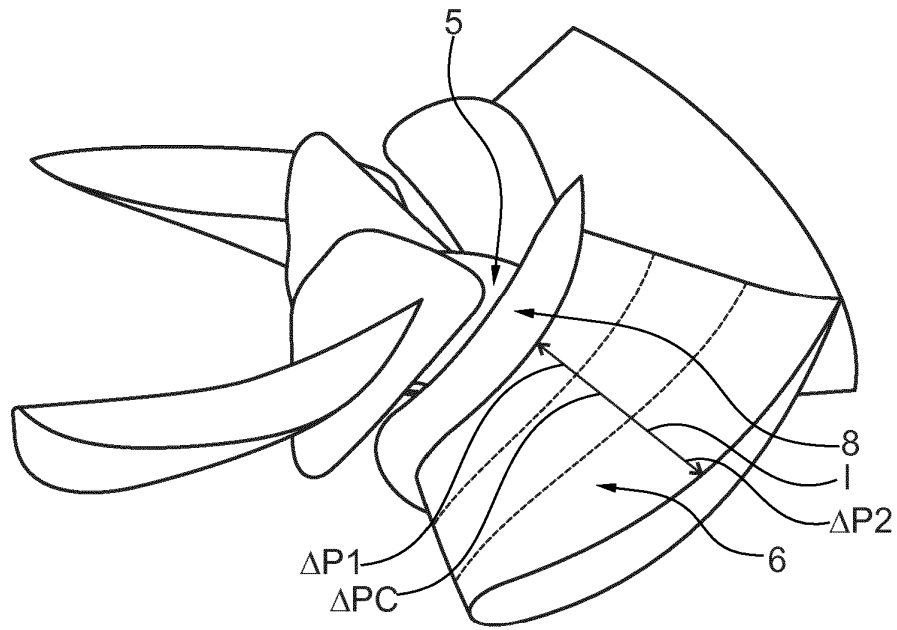


Fig. 3

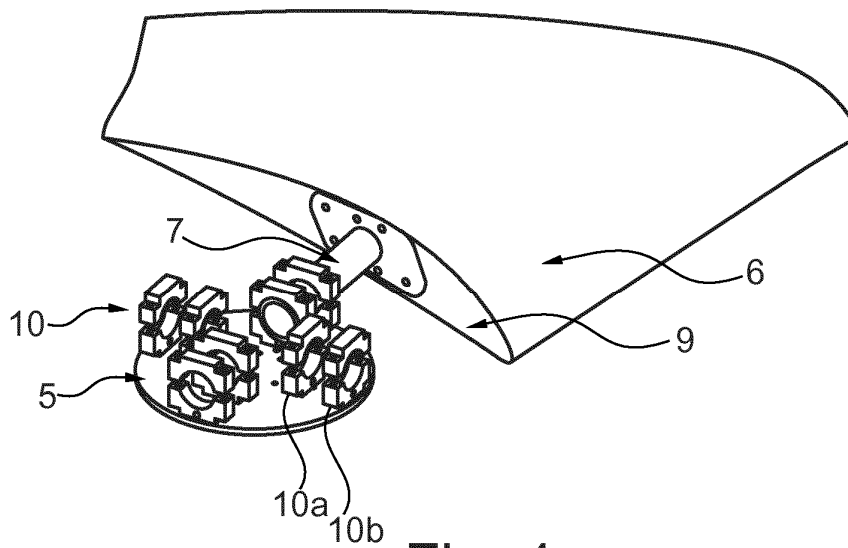


Fig. 4



**REFERENCIAS CITADAS EN LA DESCRIPCIÓN**

*Este listado de referencias citadas por el solicitante tiene como único fin la conveniencia del lector. No forma parte del documento de la Patente Europea. Aunque se ha puesto gran cuidado en la compilación de las referencias, no pueden excluirse errores u omisiones y la EPO rechaza cualquier responsabilidad en este sentido.*

**Documentos de patentes citados en la descripción**

- WO 2011126568 A [0003] [0006]
- US 20030077172 A [0005]
- US 6086330 A [0007]
- US 3647317 A [0009]