

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 772 129**

51 Int. Cl.:

F04D 29/38 (2006.01)

F04D 29/68 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **12.05.2014 PCT/IB2014/061381**

87 Fecha y número de publicación internacional: **20.11.2014 WO14184727**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **12.05.2014 E 14733321 (5)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **20.11.2019 EP 2997263**

54 Título: **Ventilador axial**

30 Prioridad:
14.05.2013 IT MI20130791

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
07.07.2020

73 Titular/es:
**COFIMCO S.R.L. (100.0%)
Via Gramsci 136
28050 Pombia (NO), IT**

72 Inventor/es:
GALLINA, CARLO

74 Agente/Representante:
ARIAS SANZ, Juan

ES 2 772 129 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 axial

5 Campo técnico

La presente invención se refiere a un ventilador axial para uso industrial.

Antecedentes de la técnica

- 10 Como es conocido, un ventilador axial comprende, en general, un cubo y una pluralidad de palas que se extienden sustancialmente en una dirección radial desde el cubo.
- 15 El cubo puede rotar alrededor de un eje y está conectado a un motor eléctrico para recibir un movimiento rotatorio por medio de un sistema de transmisión.
- 20 Las palas están provistas de una superficie aerodinámica, de manera que el efecto de rotación transmitido por el motor, genera una diferencia de presión entre el extradós y el intradós de las palas. A su vez, la diferencia de presión produce un flujo de aire en una dirección sustancialmente paralela al eje del cubo.
- 25 El caudal de aire proporcionado en un movimiento axial depende de diversos factores, que comprenden principalmente la velocidad de rotación, la forma de la superficie aerodinámica y el ángulo de inclinación de las palas.
- 30 Se sabe que, dada una cierta velocidad de rotación, el ángulo de incidencia (es decir, el ángulo entre el vector de velocidad del aire y la cuerda de la pala) se determina por el ángulo de inclinación y no puede superar un umbral crítico o ángulo de detención. En los ventiladores axiales para uso industrial, el ángulo de inclinación de las palas es normalmente de entre -4° y $+30^\circ$ (el ángulo de inclinación se mide normalmente usando un inclinómetro colocado en el extradós de la pala en su extremo distal y orientado en perpendicular a una dirección radial).
- 35 Por debajo del umbral crítico, el flujo de aire a lo largo de la superficie de las palas es laminar y permite aprovechar adecuadamente la curvatura del intradós y el extradós de la pala para elevarse. La turbulencia se limita corriente abajo del punto de reunificación de los flujos que traslapan el extradós y el intradós, es decir, sustancialmente corriente abajo del borde trasero de la pala.
- 40 Si, en cambio, el ángulo de incidencia supera el umbral crítico (ángulo de detención), los flujos que traslapan el extradós y el intradós no se reúnen de manera uniforme, se separan de la superficie de la pala y provocan vórtices corriente abajo del punto de separación. La separación tiene lugar normalmente desde las áreas periféricas de la pala, donde la velocidad tangencial es más alta.
- 45 Los vórtices provocan una pérdida de sustentación y, en consecuencia, una disminución de la eficiencia del ventilador. En la práctica, el caudal establecido en movimiento no aumenta o incluso disminuye en respuesta a un aumento correspondiente en la energía absorbida por el motor que acciona el ventilador.
- 50 Es posible diseñar las palas de un ventilador axial de manera que la eficiencia sea mayor para ángulos de inclinación más altos de aire y de alta velocidad, en parte limitando el riesgo de superar el umbral crítico y desencadenar la formación de vórtices. Sin embargo, a esta mejora corresponde una eficiencia reducida para ángulos de inclinación y/o velocidades más bajas. Por el contrario, las palas diseñadas para tener una alta eficiencia en ángulos de inclinación bajos y a velocidades bajas son totalmente insatisfactorias para ángulos y velocidades más altas, con respecto tanto a la baja eficiencia como a una mayor facilidad de detención.
- 55 De hecho, en los ventiladores axiales para uso industrial, las condiciones de velocidad periférica y ángulos de inclinación pueden variar de manera sustancial. De hecho, los ventiladores axiales para uso industrial tienen, normalmente, diámetros que varían de aproximadamente 1 m a aproximadamente 12 m, pero las velocidades periféricas pueden alcanzar aproximadamente 75 m/s. Los ángulos de inclinación, en cambio, pueden variar en un intervalo de aproximadamente 30° - 40° como ya se ha indicado. Por lo tanto, el punto de trabajo puede variar significativamente y los ventiladores axiales conocidos son capaces de garantizar una eficiencia suficiente solo en un estrecho intervalo de condiciones operativas, al contrario de lo que sería deseable. La dificultad de lograr un rendimiento satisfactorio en un intervalo más amplio de condiciones operativas depende en gran medida de las diferentes peculiaridades de los ventiladores axiales para uso industrial, especialmente del gran tamaño. De hecho, una pala de dichos ventiladores axiales, mide varios metros en la dirección radial y, por lo tanto, la diferencia de velocidad entre el extremo distal y el extremo proximal es muy alta, suficiente para llevar las partes periféricas de las palas a condiciones de detención mientras que las partes radialmente más interiores aún tienen un margen relativamente amplio, pero que no puede aprovecharse.
- 60 El documento US 3 705 743 A desvela un ventilador axial que comprende una pluralidad de palas que se extienden
- 65

desde un cubo. Cada pala comprende una parte de pala principal y una parte de pala secundaria. La parte de pala secundaria tiene un borde delantero adyacente a un borde trasero de la parte de pala principal y forma una aleta para la parte de pala principal. Se define un paso de fluido entre el borde trasero de la parte de pala principal y el borde delantero de la parte de pala secundaria.

5 Otros ejemplos de ventiladores axiales conocidos se desvelan en los documentos US 2008/298974 A1 y US 2007/036651.

10 Por lo tanto, un objeto de la presente invención es proporcionar un ventilador axial que permita superar las limitaciones descritas anteriormente y, en particular, que permita obtener una alta eficiencia en un amplio intervalo de ángulos de inclinación, ángulos de incidencia y velocidad periférica de las palas.

15 De acuerdo con la presente invención, se proporciona un ventilador axial de acuerdo con la reivindicación 1, que comprende un cubo y una pluralidad de palas que se extienden desde el cubo; en el que cada pala comprende una parte de pala principal y una parte de pala secundaria, y la parte de pala secundaria tiene un borde delantero adyacente a un borde trasero de la parte de pala principal y forma una aleta para la parte de pala principal; y en el que entre el borde trasero de la parte de pala principal y el borde delantero de la parte de pala secundaria se define un paso de fluido.

20 De acuerdo con un aspecto adicional de la invención, el paso de fluido está configurado con el fin de permitir el paso de un flujo de fluido desde un intradós de la parte de pala principal a un extradós de la parte de pala secundaria.

25 El paso de fluido creado de este modo produce efectos especialmente en la parte más crítica de la pala, donde el flujo de traslape tiende a separarse de la superficie de la pala. Por lo tanto, la configuración de la pala es especialmente eficaz.

30 La parte de pala secundaria, que actúa como una aleta para la parte de pala principal y define el paso de fluido, permite mejorar el rendimiento general del ventilador. En particular, el paso de fluido es atravesado por un flujo de fluido que provoca una depresión en la salida del propio canal de fluido. A su vez, el vacío atrae el flujo de traslape hacia la superficie de la pala y contrarresta la tendencia a separarse que normalmente se produce por encima de un umbral de velocidad. Por lo tanto, las palas de ventilador de acuerdo con la invención pueden operar correctamente incluso para velocidades y/o ángulos de incidencia que provocarían la detención de palas de igual tamaño, sin embargo, desprovistas del paso de fluido definido por la aleta entre el intradós y el extradós. La eficiencia aerodinámica de la pala se ve al mismo tiempo mejorada por la reducción general de la turbulencia en el borde trasero.

Breve descripción de los dibujos

40 A continuación, se describirá la presente invención con referencia a los dibujos adjuntos, que ilustran algunos ejemplos de realizaciones no limitantes, en los que:

- la figura 1 es un diagrama de bloques simplificado de un conjunto de ventilador axial de acuerdo con una primera realización de la presente invención;
- la figura 2 es una vista en perspectiva de un ventilador axial del conjunto de ventilador de la figura 1;
- 45 - la figura 3 es una vista en perspectiva ampliada de la pala del ventilador axial de la figura 2;
- la figura 4 es una vista lateral de la pala de la figura 3, seccionada a lo largo del plano de traza IV-IV de la figura 3;
- la figura 5 es una vista lateral en sección de una pala de un ventilador axial de acuerdo con una segunda realización de la presente invención;
- 50 - las figuras 6-9 son gráficas que muestran cantidades relacionadas con el ventilador de la figura 1, en comparación con un ventilador conocido;
- la figura 10 es una vista en perspectiva de una pala de un ejemplo de un ventilador axial;
- la figura 11 es una vista en perspectiva de una pala de otro ejemplo de un ventilador axial; y
- la figura 12 es una vista en perspectiva de una pala de otro ejemplo de un ventilador axial.

Mejor modo para realizar la invención

60 La invención descrita a continuación es especialmente adecuada para implementar ventiladores axiales de grandes dimensiones, por ejemplo, para los intercambiadores de calor usados en las plantas para la licuefacción de gas natural, refinerías o plantas para la producción de electricidad en un ciclo combinado o con una turbina de vapor. En particular, los ventiladores axiales para uso industrial tienen un diámetro de hasta aproximadamente 12 metros y regímenes de rotación que implican velocidades periféricas de las palas de hasta aproximadamente 75 m/s. Además, para aplicaciones habituales de los ventiladores industriales axiales, debe suponerse que el número de Reynolds del fluido procesado, es decir, aire, es mayor de 10000.

65 Con referencia a la figura 1, un conjunto de ventilador, indicado en su totalidad con el número 1, comprende un

ventilador axial 2 accionado por un motor eléctrico 3.

El ventilador axial 2, que está representado con más detalle en la figura 2, comprende un cubo 4, conectado a un árbol del motor eléctrico 3, y una pluralidad de palas 5 que se extienden desde el cubo 4 sustancialmente en la dirección radial. Las palas 5 pueden fabricarse de, por ejemplo, aluminio, plástico o material compuesto reforzado con fibra de vidrio o de carbono. Las palas 5 también están conectadas al cubo 4 por unas varillas o barras 7. Las barras 7 pueden orientarse alrededor de los ejes longitudinales respectivos para permitir el ajuste de un ángulo de inclinación de las palas 5 por un regulador específico 8 (figura 1).

Como se muestra en las figuras 3 y 4, cada pala 5 comprende una parte de pala principal 9 y una parte de pala secundaria 10, teniendo ambas un perfil aerodinámico. La parte de pala principal 9 precede a la parte de pala secundaria 10 en la dirección de rotación de la pala 5.

En una realización, la superficie aerodinámica de la parte de pala principal 9 es mayor que la superficie aerodinámica de la parte de pala secundaria 10 y proporciona una fracción predominante de la carga aerodinámica. En una realización diferente, la parte de pala principal 9 y la parte de pala secundaria 10 tienen superficies aerodinámicas iguales.

La parte de pala principal 9 está fijada rígidamente a las barras respectivas 7. Además, la parte de pala principal 9 y la parte de pala secundaria 10 están conectadas entre sí en sus respectivos extremos por medio de un dispositivo de punta alar de extremo exterior 11 y por medio de un dispositivo de punta alar de extremo interior 12. El dispositivo de punta alar de extremo exterior 11 y el dispositivo de punta alar de extremo interior 12 están dispuestos transversalmente a la parte de pala principal 9 y a la parte de pala secundaria 10 y se extienden tangencialmente con respecto a la trayectoria de la pala respectiva. Los dispositivos de punta alar de extremo, especialmente el dispositivo de punta alar de extremo exterior 11, permiten reducir la vorticidad del flujo en los extremos de la pala 5.

La parte de pala principal 9 tiene un extradós 9a y un intradós 9b, que están conectados en la parte delantera a lo largo de un borde delantero 9c y en la parte trasera a lo largo de un borde trasero 9d. Una distancia entre el borde delantero 9c y el borde trasero 9d define una cuerda principal CM de la parte de pala principal 9. La parte de pala principal 9 también tiene un espesor principal, definido por una distancia entre el extradós 9a y el intradós 9b de la parte de pala principal 9 en la dirección perpendicular a la cuerda principal CM. La relación entre un espesor principal máximo SMMAX y la cuerda principal CM de la parte de pala principal 9, está preferentemente entre 0,1 y 0,4.

La parte de pala secundaria 10 tiene un extradós 10a y un intradós 10b, que están conectados en la parte delantera a lo largo de un borde delantero 10c y en la parte trasera a lo largo de un borde trasero 10d. Una distancia entre el borde delantero 10c y el borde trasero 10d define una cuerda secundaria CS de la parte de pala secundaria 10. La cuerda secundaria CS es menor que la cuerda principal CM o igual a la misma. Por ejemplo, la relación entre la cuerda secundaria CS y la cuerda principal CM está comprendida entre 0,2 y 1. Además, la cuerda principal CM y la cuerda secundaria CS forman un ángulo de ataque relativo αR comprendido entre 5° y 35° .

La parte de pala secundaria 10 se extiende sustancialmente paralela a la parte de pala principal 9 y forma una aleta para la propia parte de pala principal 9.

Más exactamente, el borde delantero 10c de la pala secundaria 10 es adyacente al borde trasero 9d de la parte de pala principal 9 y está separado del mismo. De esta manera, entre el borde trasero 9d de la parte de pala principal 9 y el borde delantero 10c de la parte de pala secundaria 10 se define un paso de fluido 13 que permite el paso de un flujo de fluido desde el intradós 9b de la parte de pala principal al extradós 10a de la parte de pala secundaria 10. El paso de fluido 13 está configurado de manera que el flujo de fluido a través del mismo se acelera por efecto Venturi.

El borde delantero 10c de la parte de pala secundaria 10 y el borde trasero 9d de la parte de pala principal 9 están separados por una primera distancia entre palas D1, en una dirección paralela a la cuerda principal CM, y por una segunda distancia entre palas D2, en la dirección perpendicular a la cuerda principal CM.

La relación de la primera distancia entre palas D1 con la cuerda principal CM es menor que o igual a 0,2. En la realización de la figura 4, además, la parte de pala principal 9 y la parte de pala secundaria 10 no se superponen en la dirección de la cuerda principal CM. Por lo tanto, el borde delantero 10c de la parte de pala secundaria 10 está dispuesto corriente abajo del borde trasero 9d de la parte de pala principal 9 en la dirección de la cuerda principal CM.

La relación entre la segunda distancia entre palas D2 y la cuerda principal CM es menor que o igual a 0,2.

En una realización diferente, ilustrada en la figura 5, la parte de pala principal 9 y la parte de pala secundaria 10 se superponen en la dirección de la cuerda principal CM. Por lo tanto, el borde delantero 10c de la parte de pala secundaria 10 está dispuesto corriente arriba del borde trasero 9d de la parte de pala principal 9 en la dirección de la cuerda principal CM. El borde trasero 9d de la parte de pala principal 9 y el borde delantero 10c de la parte de pala

secundaria 10 están separados por una primera distancia entre palas D1' en la dirección de la cuerda principal CM. Incluso en este caso, la relación entre la primera distancia entre palas D1' y la cuerda principal CM es menor que o igual a 0,2.

5 Como se ha mencionado, la parte de pala secundaria 10 actúa como una aleta para la parte de pala 9 y el paso de fluido principal 13 permite el paso de una fracción del flujo que traslapa la pala 5 desde el intradós 9b de la parte de pala principal 9 al extradós 10a de la parte de pala secundaria 10. Además, el flujo de fluido que pasa a través del paso de fluido 13, que define un cuello de botella, se acelera por efecto Venturi. El aumento de la velocidad da como resultado una disminución de la presión, que tiende a atraer el flujo que traslapa el extradós 9a de la parte de pala principal 9 hacia el extradós 10a de la parte de pala secundaria 10. Ventajosamente, la atracción contrarresta la separación del flujo del extradós 10a de la parte de pala secundaria 10 y la tendencia de la pala 5 a detenerse. En la práctica, la pala 5 puede usarse con ángulos de incidencia más altos con respecto a una pala del mismo tamaño con una superficie aerodinámica continua (es decir, desprovista del paso de fluido). La eficiencia aerodinámica de la pala se ve al mismo tiempo mejorada por la reducción general de la turbulencia en el borde trasero.

15 Las simulaciones de dinámica de fluidos complejas y subsiguientes campañas de ensayos experimentales en el túnel de viento han llevado a seleccionar los intervalos de valores descritos para los parámetros principales de las palas 5, en particular, para: el ángulo de ataque relativo αR entre la cuerda principal CM y la cuerda secundaria CS; la relación entre la primera distancia entre palas D1 y la cuerda principal CM; la relación entre la segunda distancia entre palas D2 y la cuerda principal CM; la relación entre la cuerda secundaria CS y la cuerda principal CM; la relación entre el espesor máximo principal SMMAX y la cuerda principal CM de la parte de pala principal. Fue posible obtener unas palas 5 capaces de garantizar un alto rendimiento y eficiencia en una amplia diversidad de condiciones operativas. En particular, se observó que los mayores beneficios se daban, en orden, por el ángulo de ataque relativo αR y por los valores de la primera distancia entre palas D1 y por la segunda distancia entre palas D2 en relación con la cuerda principal CM.

Además, se descubrió que los valores de los parámetros seleccionados son especialmente ventajosos con los materiales de superficie y acabado (en términos de rugosidad) más comunes en la fabricación de palas de ventiladores axiales para uso industrial, tales como aluminio extruido o fabricado a partir de chapa doblada, con o sin revestimiento; compuestos pultrusionados o materiales de moldeo, con o sin revestimiento; plástico extruido o moldeado, con o sin revestimiento.

Como es evidente a partir de las gráficas de las figuras 6-9, el uso de las palas 5 en un ventilador axial permite obtener un mejor rendimiento que con las palas de igual tamaño y una superficie aerodinámica ininterrumpida prácticamente en todas las condiciones de trabajo. Las curvas mostradas por la línea continua hacen referencia al ventilador axial 2 provisto de las palas 5, mientras que las líneas discontinuas y punteadas se relacionan con un ventilador axial conocido con características similares (tamaño y número de palas), pero con las palas desprovistas del paso de fluido y la aleta.

En particular, la gráfica de la figura 6 muestra la relación entre el coeficiente volumétrico CV y el coeficiente de presión CP en los dos casos, para diferentes ángulos de ataque. El coeficiente volumétrico CV y el coeficiente de presión CP se definen de la siguiente manera:

$$CP = \frac{Q}{rpm * \phi^3 * \sqrt{S}}$$

$$CV = \frac{SP}{\rho * rpm^2 * \phi^2 * S}$$

45 donde

$$S = \frac{C_{EQ} N_B}{\phi}$$

50 es la solidez, CEQ es la cuerda equivalente (definida por la relación entre la superficie y la longitud de pala), NB es el número de palas, Q es el caudal del aire soplado, rpm es la velocidad angular, ϕ es el diámetro del ventilador axial, SP es la presión estática y ρ es la densidad de aire.

La figura 7 muestra la presión estática SP en función del caudal, también en este caso para diferentes ángulos de ataque, para ventiladores de igual diámetro, cuerda y número de palas a la misma velocidad de rotación y densidad de aire.

5 Como puede observarse, prácticamente en todas las condiciones el punto de trabajo corresponde a un ángulo de inclinación inferior en el caso del ventilador axial 2. Hay por lo tanto mayor margen en comparación con las condiciones de detención y pueden usarse ángulos de inclinación mayores. Podrían obtenerse condiciones de trabajo comparables con los ventiladores convencionales solo aumentando el número o el tamaño de las palas, y, además, con desventajas en términos de costes y tiempo de fabricación.

La gráfica de la figura 8 muestra la eficiencia total del ventilador en función del coeficiente volumétrico CV para diferentes ángulos de inclinación.

15 La eficiencia total se define como:

$$E_T = \frac{Q \cdot TP}{W}$$

20 donde TP es la presión total, dada, a su vez, por la suma de la presión estática y la presión dinámica, y W es la potencia absorbida por el ventilador.

En la figura 9, la eficiencia total ET se expresa en función del caudal Q para diferentes ángulos de ataque. En este caso, la potencia absorbida por los ventiladores de acuerdo con la invención y la absorbida por los ventiladores convencionales capaces de proporcionar un mismo caudal Q se han comparado bajo la misma presión estática SP. Dado el mayor caudal Q garantizado por el ventilador de acuerdo con la invención con la misma presión estática SP y las mismas dimensiones, en la práctica, la gráfica de la figura 9 se obtuvo comparando ventiladores de diferentes tamaños en términos de la cuerda y el número de palas (de hecho, para obtener un caudal y una presión estática determinados, es necesario un ventilador convencional de mayor tamaño) que tenían el mismo diámetro, a la misma velocidad de rotación y densidad de aire.

30 Incluso en este caso, el rendimiento es mejor para el ventilador axial 2 de acuerdo con la invención en casi todas las condiciones operativas.

De acuerdo con un ejemplo que no es parte de la invención, el ventilador axial 2 comprende una pluralidad de palas monolíticas 105, una de las cuales se ilustra en la figura 10.

En este caso, la pala 105 se forma procesando un solo cuerpo. La pala 105 comprende una parte de pala principal 109 y una parte de pala secundaria 110, separadas por una pluralidad de aberturas pasantes 113a, 113b que se extienden a lo largo de la dirección longitudinal de la pala 105.

40 La parte de pala principal 109 precede a la parte de pala secundaria 110 en la dirección de rotación de la pala 105. La parte de pala secundaria 110 se extiende sustancialmente paralela a la parte de pala principal 109 y forma una aleta para la propia parte de pala principal 109 en las áreas correspondientes a las aberturas pasantes 113a, 113b.

45 Las aberturas pasantes 113a, 113b separan un borde trasero 109a de la parte de pala principal 109 de una borde delantero 110a de la parte de pala secundaria 110. Más en detalle, las aberturas pasantes 113a, 113b se extienden en la dirección longitudinal de la pala 105, sustancialmente a lo largo de toda su longitud, y, en una realización, están alineadas entre sí y son consecutivas. Las aberturas pasantes 113a, 113b definen un paso de fluido que permite el paso de un flujo de fluido desde el intradós de la parte de pala principal 109 al extradós de la parte de pala secundaria 110. Las dimensiones de la parte de pala principal 109, de la parte de pala secundaria 110 y de las aberturas pasantes 113a, 113b que definen el paso de fluido pueden seleccionarse con los criterios descritos con referencia a las figuras 4 y 5.

50 La parte de pala principal 109 y la parte de pala secundaria 110 están conectadas entre sí por las partes de conexión 115 en los extremos de la pala 105 y entre las aberturas pasantes consecutivas.

En una realización, el perfil aerodinámico de la parte de pala secundaria se define por una chapa doblada o una pieza de material compuesto.

60 De acuerdo con un ejemplo diferente, ilustrado en la figura 11, en una pala 205 del ventilador axial, un paso de fluido se define por una o más aberturas pasantes 213 que separan un borde trasero 209a de una parte de pala principal 209 de un borde delantero 210a de una parte de pala secundaria 209 solo en un área radialmente exterior de la pala 205. La parte de pala secundaria 210 forma una aleta para la parte de pala principal 209 en un área correspondiente

al paso de fluido.

La parte radialmente interior de la pala 205, menos crítica para la velocidad tangencial inferior, es, en cambio, continua.

5 En un ejemplo adicional, ilustrado en la figura 12, una pala monolítica 305 comprende una parte de pala principal 309 y una parte de pala secundaria 310. Las aberturas pasantes 313a, 313b entre un borde trasero 309a de la parte de pala principal 309 y un borde delantero 310a de la parte de pala secundaria 310 definen un paso de fluido que permite el paso de un flujo de fluido desde el intradós de la parte de pala principal 309 al extradós de la parte de pala secundaria 310. La parte de pala secundaria 310 forma una aleta para la parte de pala principal 309 en un área correspondiente al paso de fluido.

10 En este caso, las aberturas pasantes 313a, 313b no están alineadas. En particular, las aberturas pasantes 313a colocadas en un área radialmente interior de la pala 305 están más cerca de un borde trasero 310b de la parte de pala secundaria 310 que las aberturas pasantes 313b que están dispuestas en un área radialmente exterior.

15 Por último, es evidente que el ventilador axial descrito puede someterse a modificaciones y variaciones, sin alejarse del alcance de la presente invención, como se define en las reivindicaciones adjuntas.

20 En particular, el diámetro y el número de palas del ventilador axial pueden variar con respecto a los descritos.

Entre otras cosas, las palas pueden conectarse al cubo con un ángulo de inclinación fijo.

REIVINDICACIONES

1. Un ventilador axial que comprende un cubo (4) y una pluralidad de palas (5) que se extienden desde el cubo; en el que cada pala comprende una parte de pala principal (9) y una parte de pala secundaria (10), y la parte de pala secundaria (10) tiene un borde delantero (10c) adyacente a un borde trasero (9d) de la parte de pala principal (9) y forma una aleta para la parte de pala principal; en el que un paso de fluido (13) se define entre el borde trasero (9d) de la parte de pala principal y el borde delantero (10c) de la parte de pala secundaria; en el que la parte de pala principal (9) tiene una cuerda principal (CM) y la parte de pala secundaria (10) tiene una cuerda secundaria (CS); en el que la cuerda principal (CM) y la cuerda secundaria (CS) forman un ángulo de ataque relativo (α_R) entre 5° y 35° ; caracterizado por que las palas (5) están conectadas al cubo (4) por unas barras respectivas (7), y por que la parte de pala principal (9) está rígidamente fijada a las barras respectivas (7); en el que cada pala está provista de un dispositivo de punta alar de extremo exterior respectivo (11) y un dispositivo de punta alar de extremo interior respectivo (12), en sentido transversal a la parte de pala principal (9) y a la parte de pala secundaria (10) y extendiéndose tangencialmente a una trayectoria de la pala respectiva (5); y en el que los extremos radialmente exteriores y los extremos radialmente interiores de la parte de pala principal (9) y de la parte de pala secundaria (10) están conectados por el dispositivo de punta alar de extremo exterior (11) y el dispositivo de punta alar de extremo interior (12) respectivos.
2. El ventilador de acuerdo con la reivindicación 1, en el que el borde delantero (10c) de la parte de pala secundaria (10) y el borde trasero (9d) de la parte de pala principal (9) están separados por una primera distancia entre palas (D1; D1'), en una dirección paralela a la cuerda principal (CM), y una relación de la primera distancia entre palas (D1; D1') con la cuerda principal (CM) es menor que o igual a 0,2.
3. El ventilador de acuerdo con la reivindicación 2, en el que la parte de pala principal (9) y la parte de pala secundaria (10) no se superponen en la dirección de la cuerda principal (CM) y el borde delantero (10c) de la parte de pala secundaria (10) está dispuesto corriente abajo del borde trasero (9d) de la parte de pala principal (9) en la dirección de la cuerda principal (CM).
4. El ventilador de acuerdo con la reivindicación 2, en el que la parte de pala principal (9) y la parte de pala secundaria (10) se superponen en la dirección de la cuerda principal (CM), y el borde delantero (10c) de la parte de pala secundaria (10) está dispuesto corriente arriba del borde trasero (9d) de la parte de pala principal (9) en la dirección de la cuerda principal (CM).
5. El ventilador de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 2 a 4, en el que el borde delantero (10c) de la parte de pala secundaria (10) y el borde trasero (9d) de la parte de pala principal (9) están separados por una segunda distancia entre palas (D2), en la dirección perpendicular a la cuerda principal (CM), y una relación entre la segunda distancia entre palas (D2) y la cuerda principal (CM) es menor que o igual a 0,2.
6. El ventilador de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 2 a 5, en el que la cuerda secundaria (CS) es más pequeña que la cuerda principal (CM) o igual a la misma.
7. El ventilador de acuerdo con la reivindicación 6, en el que una relación entre la cuerda secundaria (CS) y la cuerda principal (CM) está comprendida entre 0,2 y 1.
8. El ventilador de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 2 a 7, en el que una relación entre un espesor máximo (SMMAX) de la parte de pala principal (9) y la cuerda principal (CM) está comprendida entre 0,1 y 0,4.
9. El ventilador de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que el paso de fluido (13) está configurado con el fin de permitir el paso de un flujo de fluido desde un intradós (9b) de la parte de pala principal (9) a un extradós (10a) de la parte de pala secundaria (10).
10. El ventilador de acuerdo con la reivindicación 9, en el que el paso de fluido (13) está configurado de manera que el flujo de fluido a través del paso de fluido (13) se acelera por efecto Venturi.

FIG. 1

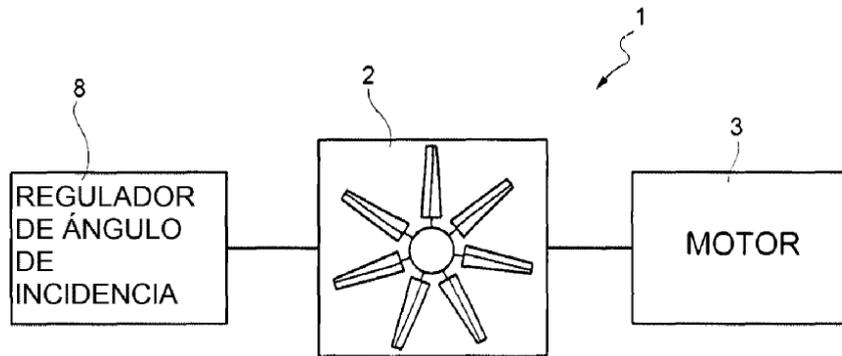
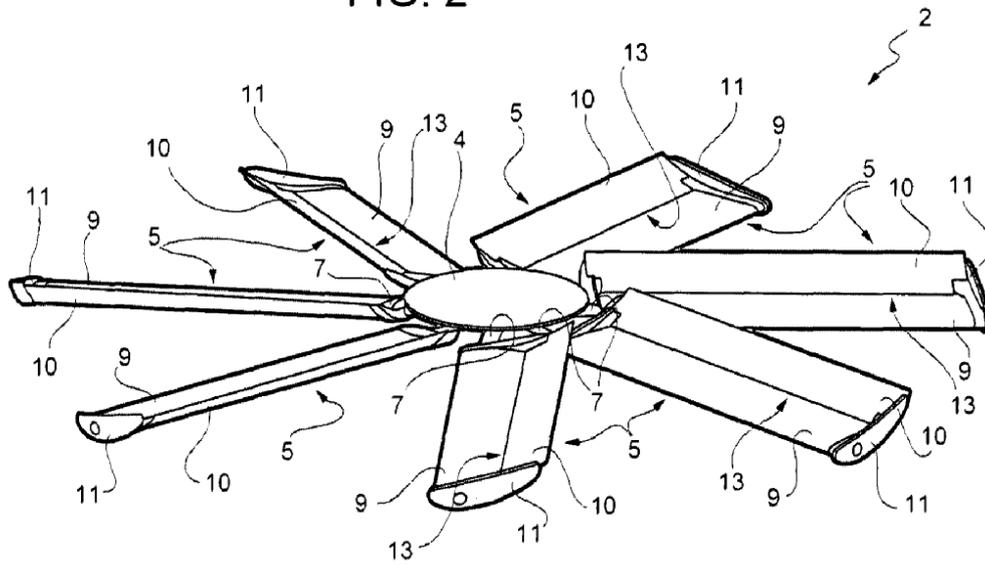


FIG. 2



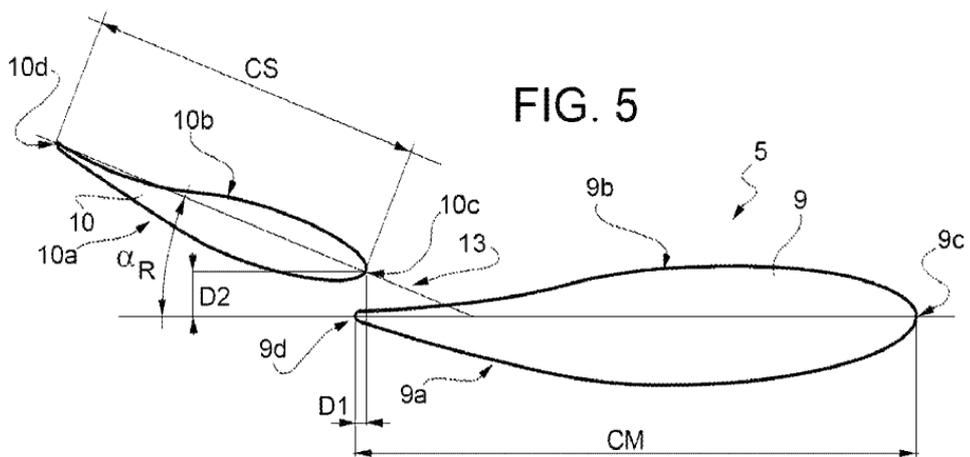
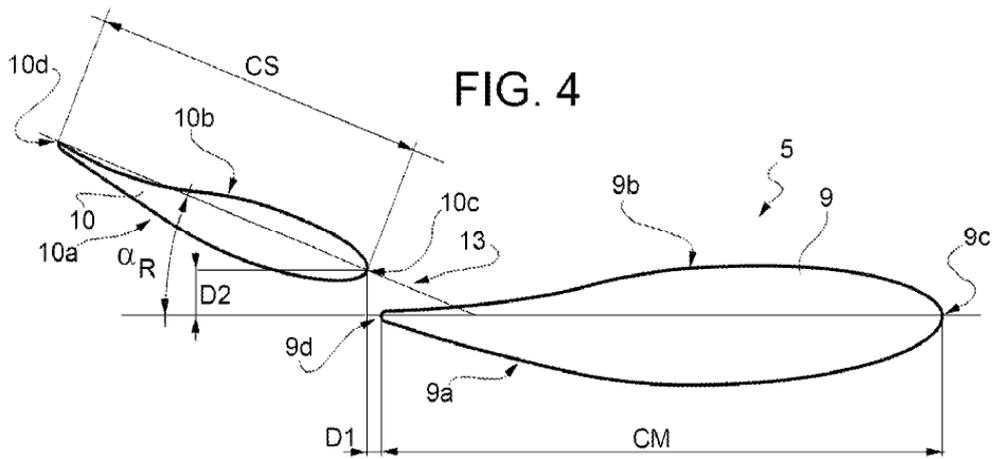
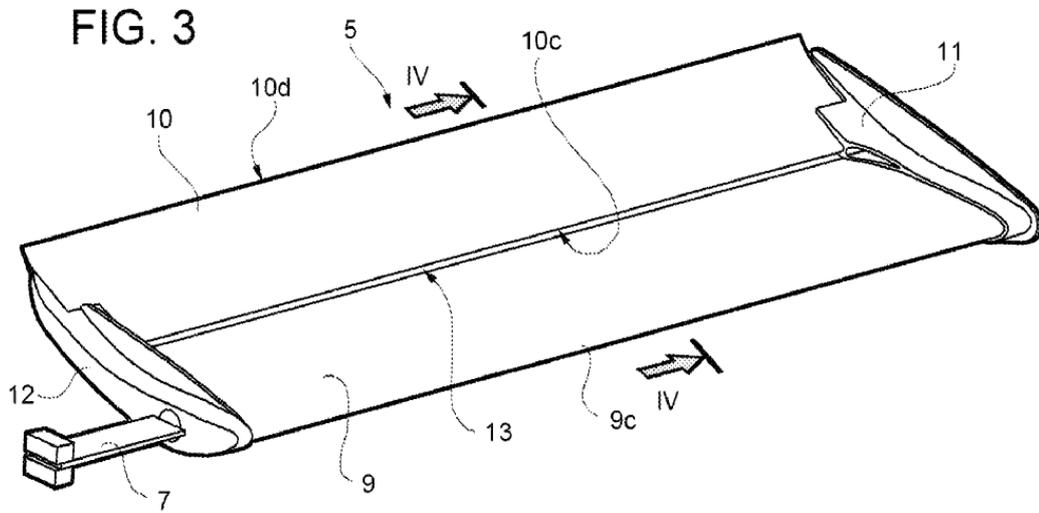


FIG.6

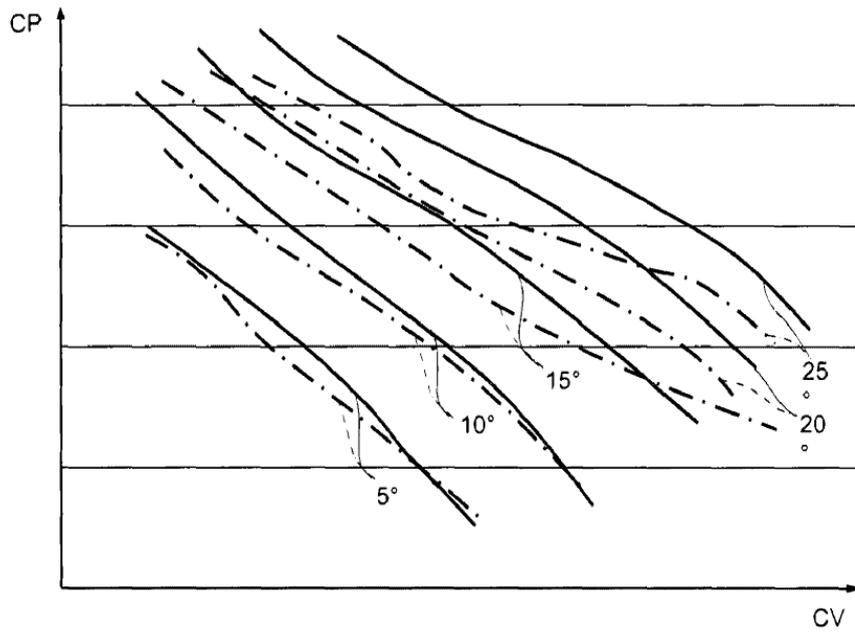


FIG.7

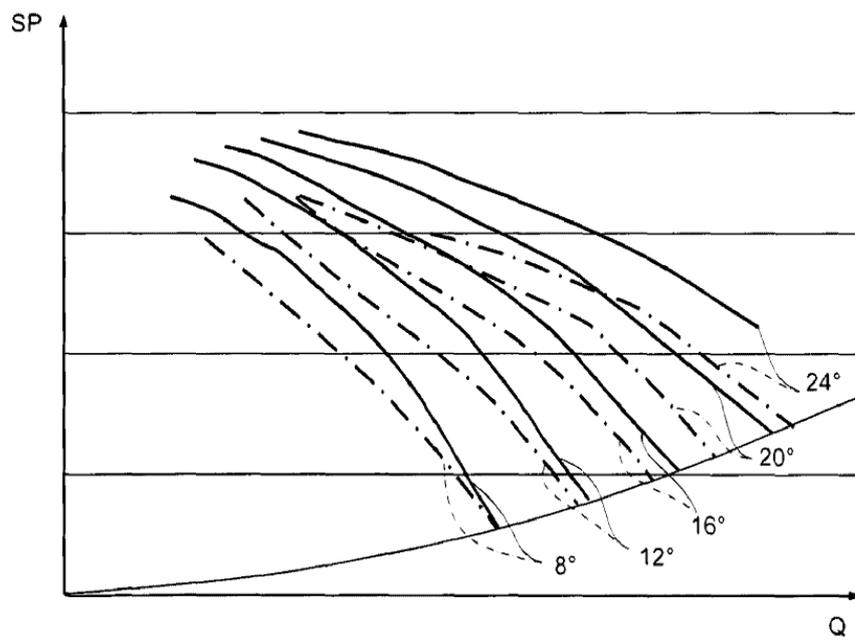


FIG.8

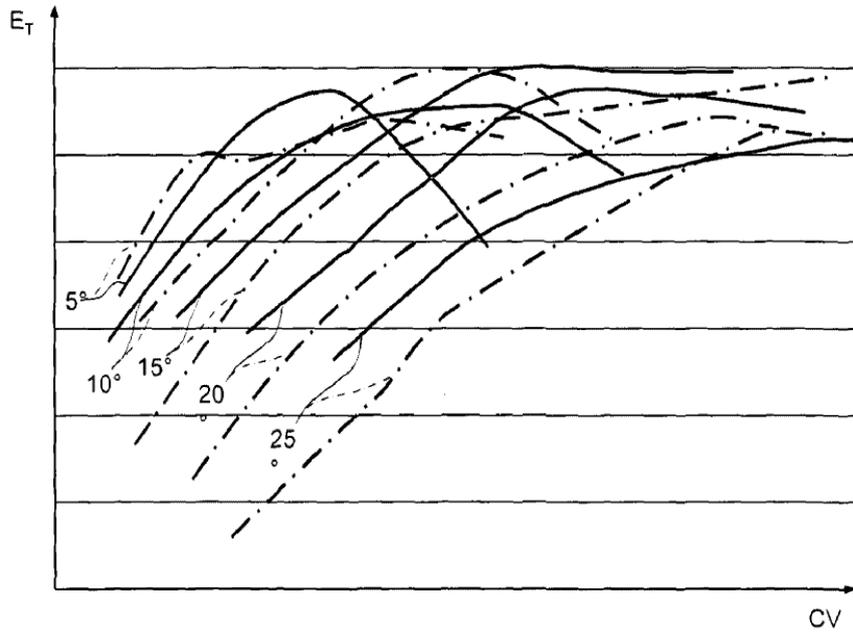


FIG.9

