



19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

11 Número de publicación: **2 363 133**

51 Int. Cl.:
F01D 15/06 (2006.01)
F01D 5/14 (2006.01)
F01D 1/22 (2006.01)
F01D 1/06 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Número de solicitud europea: **04001647 .9**
96 Fecha de presentación : **27.01.2004**
97 Número de publicación de la solicitud: **1443181**
97 Fecha de publicación de la solicitud: **04.08.2004**

54 Título: **Rueda de turbina para el accionamiento de herramientas que giran rápidamente.**

30 Prioridad: **30.01.2003 DE 103 03 617**

45 Fecha de publicación de la mención BOPI:
21.07.2011

45 Fecha de la publicación del folleto de la patente:
21.07.2011

73 Titular/es: **GAT GESELLSCHAFT FÜR
ANTRIEBSTECHNIK MbH
Industriestrasse 11
65366 Geisenheim, DT**

72 Inventor/es: **Schmitt, Bernhard**

74 Agente: **Elzaburu Márquez, Alberto**

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

Rueda de turbina para el accionamiento de herramientas que giran rápidamente

La presente invención se refiere a una rueda de turbina para el accionamiento de herramientas que giran rápidamente, en particular para los platos y/o campanas giratorios de instalaciones de pulverización de pintura, con una placa de soporte en forma de disco circular o en forma de anillo alojada de forma giratoria alrededor de un eje y sobre ella unas palas de turbina dispuestas en forma de una corona, que presentan superficies delanteras y superficies traseras paralelas al eje y que se extienden curvadas en dirección radial, es decir, perpendicularmente al eje de la rueda de turbina, en la que las superficies delanteras tienen, al menos por secciones, un radio de curvatura más pequeño que una sección correspondiente de las superficies traseras.

Por superficies delanteras se entienden en este caso las superficies delanteras, en la dirección de rotación de la rueda de turbina, de las palas de turbina y las superficies traseras son de manera correspondiente las superficies de las palas, que se encuentran detrás en el sentido de rotación de la rueda de turbina.

Una rueda de turbina de este tipo se conoce a partir del documento GB 1474134, cuando se parte de que el lado delantero y el lado trasero de las palas de turbina descritas y representadas en él se extienden paralelamente al eje. En este caso, el documento GB 1474134 se ocupa especialmente del problema de reducir el ruido generado por una turbina giratoria y de mejorar la eficiencia de la configuración especial de canales de admisión de gas.

Se conoce a partir del documento EP 0 984 136 otra turbina similar, que presenta un sistema especial de palas de guía.

La solicitud de patente US 2002/0038827 describe de la misma manera una turbina, que está prevista de manera similar a la turbina de la presente invención para instalaciones de pulverización de pintura, pero se concentra especialmente en un husillo correspondiente y no describe detalles de las palas de rueda de turbina.

En el documentote Doty y col. en "Proceedings of the intersociety energy conversión engineering conference" ANS/IEEE, US. Vol. 2, Conf. 26, páginas 438 – 439 del 4 de Agosto de 1991 se describe una microturbina, que está diseñada especialmente para la rotación rápida de muestras RMN y que presenta en su periferia exterior unas palas de turbina mantenidas axialmente cortas voluntariamente y estrechadas en forma de cuña en una vista lateral. En este documento no se describen diferencias de la curvatura de las superficies delantera y trasera de las palas de turbina.

Se conocen ruedas de turbina del tipo mencionado al principio, entre otras cosas, para instalaciones de laqueado, en las que unas campanas de pulverización de pintura, que son impulsadas con una laca de pintura, son desplazadas en rotación rápida a través de tales turbinas, de manera que la pintura aplicada sobre la campana o bien la laca respectiva es atomizada en virtud de la rotación más rápida de la campana en gotitas mínimas y se precipita sobre una superficie a laquear o bien a proveer con pintura. Las velocidades de rotación de las capas de pintura giratorias, que son necesarias para la atomización lo más fina posible, llegan hasta 70.000 rpm y las turbinas correspondientes están alojadas al aire por este motivo. Tales instalaciones de turbinas de pulverización de laca encuentran aplicación sobre todo en el laqueado de carrocerías de vehículos.

En este caso, el número de revoluciones alcanzable de las turbinas depende, naturalmente, de la cantidad de pintura o bien de laca, con la que se impulsa la campana de pulverización o un plato de pulverización correspondiente. La laca aplicada sobre la campana de pulverización debe acelerarse en cada caso a través de la campana de pulverización y tiene, por lo tanto, evidentemente, un efecto de frenado. Por consiguiente, para no reducir el número de revoluciones de la turbina en una medida excesiva, lo que tendría de nuevo un efecto desfavorable sobre la uniformidad y la finura de la formación de las gotitas, se limita la cantidad de pintura o bien de laca a aplicar sobre la campana por unidad de tiempo y, en concreto, de manera convencional aproximadamente a 400 – 450 ml por minuto.

El inventor de la presente solicitud se ha planteado, por lo tanto, el cometido de crear una turbina o bien una rueda de turbina, que se ajusta sin mayores reconstrucciones y, a lo sumo, con modificaciones mínimas, a la carcasa convencional de la turbina y con los números de revoluciones altos necesarios tiene un par de torsión más alto que las ruedas de turbina conocidas, de manera que se puede aplicar sin efecto de frenado considerable una cantidad mayor de laca sobre la campana de pulverización o bien sobre un plato de pulverización, de modo que las superficies dadas a laquear se pueden proveer en un tiempo todavía más corto con una capa de laca uniforme.

Este cometido se soluciona por medio de una rueda de turbina de acuerdo con la reivindicación 1. Este cometido se soluciona porque las secciones radiales exteriores tanto de la superficie delantera como también de la superficie trasera de las palas de turbina tienen un radio de curvatura mayor o bien un radio de curvatura menor que las secciones que se encuentran radialmente más hacia el interior, de la superficie delantera y de la superficie trasera. No obstante, al mismo tiempo se mantiene la paralelidad axial de las superficies delanteras y de las superficies traseras de las palas de turbina, de manera que las secciones radiales interiores de las superficies delanteras o bien

de las superficies traseras comprenden al menos el 30 % de la extensión radial de una pala de turbina y las secciones radiales exteriores de las superficies delanteras o bien de las superficies traseras comprenden de la misma manera al menos el 30 % de la extensión radial de las palas de turbina, de manera que la longitud axial de una pala de turbina representa al menos el 60 % de la extensión radial de las palas correspondientes de la turbina.

- 5 Con otras palabras, las palas individuales de la turbina tienen un perfil constante más allá de su longitud axial, lo que hace posible especialmente fabricar perfiles correspondientes en longitudes grandes, que corresponden a un múltiplo de la longitud axial de una pala individual de la turbina y fabricar las palas individuales de la turbina en cada caso a través de corte o bien separación de una sección correspondiente desde este perfil. Esto posibilita una fabricación extraordinariamente racional. En una fabricación de este tipo, no se plantea tampoco ningún problema considerable cuando las secciones radiales exteriores de las palas de turbina, es decir, las secciones, que se encuentran alejadas del centro de la rueda de turbinas cuando la rueda de turbinas está fabricada acabada, presentan, respectivamente, un radio de curvatura más pequeño y, por lo tanto, una curvatura mayor que las secciones radiales interiores de las palas de turbina y, en concreto, tanto sobre el lado delantero como también sobre el lado trasero de las palas de turbina.
- 10
- 15 Se ha comprobado que tal perfil de las palas de turbina genera turbulencias perturbadoras claramente menores y conduce a un desarrollo más redondo y más uniforme de una rueda de turbinas con un par de torsión estable.

- Al mismo tiempo, la configuración de las palas de turbina posibilita claramente incrementar también la longitud axial de las palas. En palas de turbina convencionales de este tipo, que se fabrican y utilizan para turbinas alojadas en el aire de alto número de revoluciones (70.000 rpm), la longitud axial de las palas de turbinas solamente representa aproximadamente el 50 % de la extensión radial de las palas de turbinas, es decir, de la diferencia entre el radio exterior y el radio interior de la corona de palas.
- 20

- En cambio, de acuerdo con la invención, está previsto que la longitud axial de una pala de turbina represente al menos el 60 % y con preferencia más del 65 % de la extensión axial de las palas de turbinas correspondientes. Se ha revelado que es conveniente y bien controlable una longitud axial de las palas, que representa aproximadamente el 70 % de la extensión radial de las palas. A ser posible, no debería excederse un valor del 80 %, pero como máximo aproximadamente el 100 %, para la longitud axial de las palas en comparación con su extensión radial.
- 25

La relación de la extensión radial de las palas o bien de la corona de palas, es decir, en concreto, la diferencia entre el radio exterior y el radio interior de la corona de palas, con relación al radio de la rueda de turbinas (que es equivalente al radio exterior de la corona de palas) tiene aproximadamente 20 %.

- 30 En principio, se aplica que en las palas de turbinas, la superficie delantera tiene al menos a lo largo de una sección de la misma un radio de curvatura más pequeño que la sección opuesta correspondiente de la superficie trasera. Pero al mismo tiempo también la sección radial exterior de cada pala de turbinas tiene tanto sobre la superficie exterior como sobre la superficie interior un radio de curvatura más pequeño que la sección interior correspondiente de estas superficies.
- 35 Aunque, por ejemplo, la sección exterior tiene sobre la superficie delantera un radio de curvatura menos que la sección exterior de la superficie trasera, sin embargo la sección radial interior de la superficie delantera tiene un radio de curvatura mayor que la sección radial exterior de la superficie trasera.

- En la forma de realización preferida de la invención, los radios de curvatura de las secciones interiores de la superficie delantera se encuentran relativamente adyacentes entre sí, es decir, que el radio de curvatura de la superficie trasera es en la sección radial interior con preferencia entre 0 y 10 % mayor que el radio de curvatura de la sección interior de la superficie delantera.
- 40

- Las secciones radiales exteriores de la superficie delantera y de la superficie trasera se diferencian, en general, un poco más claramente y, en concreto, típicamente en un valor entre 10 % y 50 %, con respecto al radio mas pequeño de la sección exterior de la superficie delantera, es decir, que el radio de curvatura de la sección interior de la superficie trasera es entre 10 y 50 % mayor. Se ha revelado conveniente para este radio de curvatura de las superficies traseras un radio de curvatura aproximadamente 30 % mayor con respecto al radio de curvatura de la sección exterior de la superficie trasera.
- 45

- Los puntos medios de curvatura de la sección interior y de la sección exterior de la superficie delantera se encuentran, con respecto al eje de la rueda de turbina, respectivamente, a una distancia ligeramente mayor con respecto al eje de la rueda de turbina que los puntos medios de curvatura de las secciones correspondientes, respectivamente, de las superficies traseras, estando, además, los puntos medios de curvatura de las secciones radialmente interiores ambos más lejos del eje de la turbina que los dos puntos medios de curvatura de las secciones radiales exteriores, respectivamente, de la superficie delantera y de la superficie trasera.
- 50

- Las secciones curvadas en cada caso de forma diferente de la superficie delantera y también de la superficie trasera se extienden con preferencia lisas unas sobre las otras, es decir, sin salto o pandeo (es decir, con una primera
- 55

derivación constante). Esto se consigue en el caso más sencillo porque el punto de transición se coloca exactamente en la posición que es cortada por la línea de unión a través de los puntos medios de curvatura de la sección exterior y de la sección interior, respectivamente.

Como ya se ha mencionado, la pala de turbina está configurada de tal forma que con respecto a la extensión radial de las palas de turbina, la sección radial interna tanto de la superficie delantera como también de la superficie trasera representa, respectivamente, al menos el 30 % de esta extensión radial y porque, a la inversa, también la sección radial exterior de la superficie delantera y de la superficie trasera, que se define con radio de curvatura menor, respectivamente, frente a la sección interior, representa en cada caso al menos el 30 % de la extensión radial de las palas. En la práctica, se deduce que es conveniente que cada una de las secciones radiales interiores y exteriores, respectivamente, tanto de la superficie delantera como también de la superficie trasera comprenda en cada caso aproximadamente el 50 % de la extensión radial de las palas de turbina. No obstante, en este caso, las zonas angulares, sobre las que se extienden las secciones interiores y exteriores respectivas, son claramente diferentes unas de las otras, lo que es coherente, entre otras cosas, también con los diferentes radios de curvatura, puesto que la zona angular, sobre la que se extiende una sección curvada dada, se refiere en cada caso a su punto medio de curvatura. En este caso, se ha revelado que es ventajoso que la zona angular, sobre la que se extiende la sección radial interior de la superficie trasera esté entre 28° y 40° , con preferencia entre 30° y 35° y en particular aproximadamente en 33° , y el ángulo de curvatura de la sección radial exterior de la superficie trasera está en el intervalo entre 60° y 90° , con preferencia en $70^\circ \pm 5^\circ$. Sobre la superficie delantera, las zonas angulares correspondientes son un poco mayores, puesto que los radios de curvatura son allí menores y debido a la curvatura más fuerte, al mismo tiempo el recorrido desde el canto interior hacia el canto exterior sobre la superficie delantera de las palas de turbina es más largo que sobre el lado trasero. Por consiguiente, el ángulo, sobre el que se extiende la sección radial interior de la superficie delantera, está entre 30° y 45° , con preferencia aproximadamente en $40^\circ \pm 2^\circ$, y la zona angular, sobre la que se extiende la sección radial exterior de la superficie delantera, está entre 100° y 130° , con preferencia es $115^\circ \pm 5^\circ$. Esto debe referirse en cada caso al punto medio de curvatura de la sección curvada respectiva.

Además, se ha revelado que es especialmente conveniente y favorable para la potencia de la turbina que las palas de turbina estén inclinadas hacia delante desde una alineación exactamente radial de su línea de unión del canto interior y del canto exterior y, en concreto, de tal forma que el canto radial exterior de las palas de turbina adelanta un poco al canto interior en el sentido de rotación. En este caso se ha revelado que es conveniente que el ángulo entre la línea de unión del canto exterior y del canto interior de una pala de turbina esté inclinada un ángulo entre 5° y 12° , con preferencia aproximadamente entre 8° y -1° con respecto al vector del radio de la rueda de turbina, que apunta sobre el canto interior de las palas de turbina.

Además, en una forma de realización preferida de la invención, la división, es decir, la distancia entre las palas de turbina sucesivas en dirección circunferencial, tiene entre 10° y 15° , en particular aproximadamente 12° , debiendo medirse esta distancia en cada caso entre puntos correspondientes de las palas de turbina adyacentes. Esto significa que el número total de las palas de turbina, dispuestas en forma de una corona en la periferia exterior de la rueda de turbina, está entre 24 y 36 o bien en 30.

El canto interior y el canto exterior de una pala de turbina están redondeados en cada caso por un radio pequeño, de manera que el canto interior es de arista un poco más viva que el canto exterior y presenta, por ejemplo, un radio de curvatura inferior a 0,1 mm, con preferencia inferior a 0,05 mm, por ejemplo 0,025 mm; en cambio, el canto exterior tiene un radio de curvatura inferior a 0,3 mm, con preferencia inferior a 0,2 mm, pero mayor que 0,1 mm.

Otras ventajas, características y posibilidades de aplicación de la presente invención se muestran claramente con la ayuda de la descripción siguiente de una forma de realización preferida y de las figuras correspondientes. En este caso:

La figura 1 muestra una vista en planta superior sobre una rueda de turbina a lo largo del eje con una corona de palas de turbina dispuesta a lo largo de la periferia exterior de la rueda.

La figura 2 muestra una vista en sección de la rueda de turbina representada en la figura 1 y, en concreto, con una sección a lo largo de la línea II-II en la figura 1.

La figura 3 muestra un fragmento de la figura 1 con una pala de turbina individual.

En la figura 1 se reconoce una rueda de turbina con una placa de soporte 1 en forma de disco circular, que presenta un diámetro exterior D. En el borde exterior de la placa de soporte 1 se encuentra una corona de palas de turbina 2, de manera que los cantos exteriores de las palas de turbina 2 se encuentran aproximadamente sobre el diámetro D, mientras que los cantos interiores de la corona de rueda dentada definen un diámetro d, como se reconoce igualmente en la figura 2. En concreto, los valores para d están entre 40 y 44 mm y los valores para D están entre aproximadamente 50 y 60 mm, de manera que la diferencia D-d representa aproximadamente el 20 % de D. Para los radios correspondientes se aplican en cada caso los semi-valores.

Como se reconoce, además, en la figura 1, las palas individuales están inclinadas con respecto a la dirección radial en un ángulo α hacia delante, es decir, de tal manera que el canto exterior de una pala de turbina adelanta un poco al canto interior en el sentido de rotación R. En concreto, el ángulo α , es decir, el ángulo de una línea de unión del canto exterior y del canto interior de una pala con respecto al vector del radio sobre el canto interior de la pala es aproximadamente $8^\circ \pm 1^\circ$.

El ángulo de división entre las palas tiene 12° , es decir, que sobre la periferia están distribuidas, en total, 30 palas de turbina 2. En lugar de un disco circular, la rueda de turbina 1 podría estar constituida evidentemente también por un anillo con radios y palas de turbina 2 dispuestas a lo largo del anillo.

En la figura 3 se reconoce un fragmento de la placa de soporte 1 de una rueda de turbina con una pala de turbina 2 individual, que se representa en la sección transversal. La pala de turbina 2 tiene una superficie delantera curvada 3 y una superficie trasera 4 igualmente curvada, de manera que la superficie delantera está constituida, por su parte, por una sección 3a radialmente exterior y una sección 3b radialmente interior, mientras que la superficie trasera 4 está constituida por una sección 4a radialmente exterior y una sección 4b radialmente interior. En dirección axial, el perfil de la pala de turbina 2 es constante, es decir, que la superficie delantera 3 y la superficie trasera 4 se extienden paralelas al eje.

La transición desde la superficie delantera hacia la superficie trasera en el canto interior y en el canto exterior de la pala de turbina 2 se realiza en el exterior sobre un radio de curvatura R5 de aproximadamente 0,15 mm o también un poco inferior y en la zona del canto interior sobre un radio de curvatura R6, que es claramente inferior a 0,1 mm, por ejemplo aproximadamente 0,025 mm.

Las secciones 3a, 3b radiales interiores y exteriores de la superficie delantera y también las secciones 4a, 4b radiales interiores y exteriores correspondientes de la superficie trasera 4 tienen, respectivamente, diferentes radios de curvatura y también centros de curvatura dispuestos de forma diferente. La sección 4b radial interior de la superficie trasera 4 tiene un radio de curvatura R_1 y un centro de curvaturas 11. Este centro de curvatura 11 está, en la pala de turbina 2 montada sobre la rueda de turbina, un poco más cerca del eje 5 de la rueda de turbina que el centro de curvatura 13 de la sección 3b radialmente interior de la superficie delantera 3, que tiene un radio de curvatura R_2 . El centro de curvatura 11 se encuentra en este caso radialmente más hacia fuera (con respecto al eje de turbina 5) que el centro de curvatura 12 de la sección 4a radial exterior de la superficie trasera, que presenta un radio de curvatura R_2 .

El punto medio de curvatura 14 de la sección radial exterior 3a de la superficie delantera 3 se encuentra de nuevo más cerca del eje de turbina que el centro de curvatura 13 de la sección radial interior de la superficie delantera 3, pero en una medida insignificante más alejado del eje 5 de la turbina que el centro de curvatura 12 de la sección radial exterior 4a de la superficie trasera 4.

En general, para los 4 radios de curvatura de las superficies delantera y trasera en la forma de realización preferida de la invención se aplica la relación: $R_4 < R_2 < R_3 < R_1$, siendo el factor entre R_2 y R_4 aproximadamente 1,3, el factor entre R_3 y R_2 aproximadamente 2 y el factor entre R_1 y R_3 aproximadamente 1,1. Sin embargo, estos factores pueden variar también sin más un 10 % en ambas direcciones.

La transición entre la sección 3a y la sección 3b sobre la superficie delantera 3 está exactamente sobre la línea de intersección de esta superficie delantera 3 con una recta que conecta los centros de curvatura 13 y 14. La transición entre las secciones 4a y 4b de la superficie trasera 4 se encuentra sobre el punto de intersección de esta superficie trasera 4 con una recta a través de los centros de curvatura 11, 12 de estas dos secciones. De esta manera, se asegura que la transición entre los diferentes radios sea lisa y se realice sin ninguna flexión, puesto que las tangentes de las secciones curvadas en cada caso de forma diferente coinciden exactamente en los puntos de transición definidos de esta manera.

Como se puede deducir, por lo demás, a partir de las figuras 1 y 2, que se representan exactamente en la misma escala, la longitud l de la pala de turbina 2 con relación a su extensión radial, es decir, con relación a la diferencia entre el radio exterior y el radio interior de la corona de palas, es aproximadamente 68 % (entre 65 y 70%). Además del perfil especial y de la disposición especial de las palas de turbina sobre la rueda de turbina, también esta longitud axial mayor con relación a la extensión radial de las palas contribuye a una potencia mejorada y estable de la turbina y a un par de torsión más elevado con números de revoluciones altos.

Con la rueda de turbina de acuerdo con la invención se consigue, en comparación con una rueda de turbina convencional con las mismas dimensiones exteriores, en una instalación de pulverización de laca, una potencia de pulverización elevada en un 100 % aproximadamente con la misma calidad.

Al mismo tiempo, la fabricación de la rueda de turbina prácticamente no se dificulta o sólo en una medida no esencial a través de la nueva configuración y disposición de las palas de turbina. Puesto que las palas de turbina se fabrican a partir de perfiles correspondientes más largos fácilmente a través de cortes de secciones de longitud deseada (que corresponde a la longitud axial l de las palas de turbina), la fabricación del nuevo perfil de pala no

requiere un gasto esencialmente más elevado, puesto que el perfil es constante sobre la longitud grande de elementos perfilados prefabricados correspondientes. Tampoco la disposición ligeramente inclinada de las palas requiere ningún gasto de montaje o de fabricación elevado. Esto se aplica, además, también para la longitud axial incrementada de las palas.

- 5 A través de la potencia drásticamente elevada de la rueda de turbina compensa sobradamente el gasto elevado sólo en una medida reducida en la fabricación de una rueda de turbina correspondiente.

REIVINDICACIONES

- 1.- Rueda de turbina para el accionamiento de herramientas que giran rápidamente, en particular para los platos y/o campanas giratorios de instalaciones de pulverización de pintura, con una placa de soporte (1) en forma de disco circular o en forma de anillo alojada de forma giratoria alrededor de un eje (5) y sobre ella unas palas de turbina (2) dispuestas de forma circular, que presentan superficies delanteras (3) y superficies traseras (4) paralelas al eje y que se extienden curvadas en dirección radial, es decir, perpendicularmente al eje (5), en la que la superficie delantera (3) de una pala de turbina (2) tiene, al menos por secciones, un radio de curvatura (R_3 , R_4) más pequeño que una sección correspondiente de la superficie trasera (4), caracterizada porque las secciones (3a, 4a) radiales exteriores de la superficie delantera (3) y también de la superficie trasera (4) de las palas de turbina (2) tienen un radio de curvatura (R_4 , R_2) menor que los radios de curvatura correspondientes de secciones (3b, 4b) que se encuentran radialmente más hacia el interior, de manera que las secciones (3b, 4b) radiales interiores de las superficies delanteras (3) o bien de las superficies traseras (4) comprenden al menos el 30 % de la extensión radial de una pala de turbina (2), y las secciones (3a, 4a) radiales exteriores de las superficies delanteras (3) o bien de las superficies traseras (4) comprenden de la misma manera al menos el 30 % de la extensión radial de las palas de turbina (2), y en la que la longitud axial de las palas de turbina (2) representa el 60 % de la extensión radial de las palas de turbina (2).
- 2.- Rueda de turbina de acuerdo con la reivindicación 1, caracterizada porque las secciones radiales interiores (3b) de las superficies delanteras (3) de las palas de turbina (2) tienen un radio de curvatura (R_3) mayor que las secciones radiales exteriores (4a) de la superficie trasera (4).
- 3.- Rueda de turbina de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 ó 2, caracterizada porque los radios de curvatura (R_3 , R_1) de las secciones (3b ó 4b) radiales interiores son al menos un 50 %, con preferencia al menos un 100 % mayores que el radio de curvatura (R_4 , R_2) de las secciones (3a ó 4a) radiales exteriores correspondientes de las superficies delanteras (3) o bien de las superficies traseras (4).
- 4.- Rueda de turbina de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 a 3, caracterizada porque el radio de curvatura (R_3 , R_1) de una sección (3b, 4b) radiales interior es como máximo cuatro veces el radio de curvatura (R_4 , R_2) de la sección (3a, 4a) radial exterior correspondiente.
- 5.- Rueda de turbina de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 a 4, caracterizada porque el radio de curvatura (R_2) de la sección radial exterior de la superficie trasera (4) es entre 5 y 50 % mayor que el radio de curvatura (R_4) de la sección (3a) radial exterior de la superficie delantera (3).
- 6.- Rueda de turbina de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 a 5, caracterizada porque el radio de curvatura (R_1) de la sección (4b) radial interior de la superficie trasera (4) se desvía del radio de curvatura (R_3) de la sección (3b) radial interior de la superficie delantera (3) entre 0 y 10 %.
- 7.- Rueda de turbina de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 a 6, caracterizada porque la superficie delantera (3) y la superficie trasera (4) tienen en cada caso, esencialmente dos radios de curvatura diferentes, de manera que las secciones de curvatura (3a, 3b o bien 4a, 4b) pasan lisas unas a las otras, es decir, con una primera derivación constante.
- 8.- Rueda de turbina de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 a 7, caracterizada porque la longitud axial de las palas de turbina (2) representa al menos el 65 % de la extensión radial de las palas de turbina (2).
- 9.- Rueda de turbina de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 a 8, caracterizada porque la longitud axial de las palas de turbina (2) es como máximo 100 %, con preferencia como máximo 80 % de la extensión radial de las palas (2).
- 10.- Rueda de turbina de acuerdo con las reivindicaciones 8 y 9, caracterizada porque la longitud axial de las palas de turbina (2) representa aproximadamente el 70 % $\pm$ 5 % de la extensión radial de las palas de turbina (2).
- 11.- Rueda de turbina de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 a 10, caracterizada porque en una sección perpendicularmente al eje de la turbina, la línea de unión del canto radial interior y del canto radial exterior de una pala de turbina se extiende inclinada con respecto al vector del radio sobre el canto interior de las palas de turbina y, en concreto, de tal forma que el canto exterior de las palas de turbina se adelanta al canto interior en el sentido de rotación, de manera que la línea de unión está inclinada con preferencia de 5° a 12° y en particular aproximadamente 8° $\pm$ 1° con respecto al vector del radio que apunta sobre el canto interior de las palas de turbina (2).
- 12.- Rueda de turbina de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 a 11, caracterizada porque el canto interior y el canto exterior de las palas de turbina están redondeados, respectivamente, con un radio pequeño, de manera que el radio de redondeo (R_4) del canto interior es inferior a 0,1 mm, con preferencia inferior a 0,05 mm y mayor que 0,01 mm y el radio de redondeo (R_5) del canto exterior es inferior a 0,3, con preferencia inferior a 0,2 mm, pero mayor que

0,1 mm.

13.- Rueda de turbina de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 a 12, caracterizada porque la división de las palas de turbina (2) en dirección circunferencial está entre 10° y 15° , con preferencia tiene 12° .

5 14.- Rueda de turbina de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 a 13, caracterizada porque el radio interior de la corona de palas está entre 20 y 24, con preferencia aproximadamente 22 mm.

15.- Rueda de turbina de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 a 14, caracterizada porque el radio exterior de la corona de palas está entre 25 y 60 mm, en particular aproximadamente 27,5 mm aproximadamente.

10 16.- Rueda de turbina de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 a 5, caracterizada porque la zona angular, sobre la que se extiende la sección (4b) radial interior del lado de presión de las palas (4), está entre 28° y 40° , en particular entre 39° y 50° y la zona angular, sobre la que se extiende la sección (4a) radial exterior del lado trasero de las palas de turbina (2), está entre 60° y 90° , en particular tiene $70^\circ \pm 5^\circ$, en cada caso con respecto al punto medio de curvatura (11, 12) de las secciones correspondientes.

15 17.- Rueda de turbina de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 a 16, caracterizada porque la zona angular, sobre la que se extiende la sección radial interior (3b) del lado delantero (3) de las palas de turbina (2), está en una zona angular entre 35° y 45° , en particular tiene $40^\circ \pm 2^\circ$, y porque la zona angular, sobre la que se extiende la sección radial exterior (3a) del lado delantero (3) de las palas de turbina (2), está entre 100° y 130° , en particular tiene $115^\circ \pm 5^\circ$, en cada caso con respecto al punto medio de curvatura (13, 14) de las secciones correspondientes.

20 18.- Rueda de turbina de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 a 17, caracterizada porque la transición de los radios de curvatura desde la sección radial interna hacia la sección radial externa se encuentra en cada caso sobre la línea de unión de los puntos medios de la curvatura (11, 12 o bien 13, 14) de la sección correspondiente radial interior y radial exterior.

Fig. 2

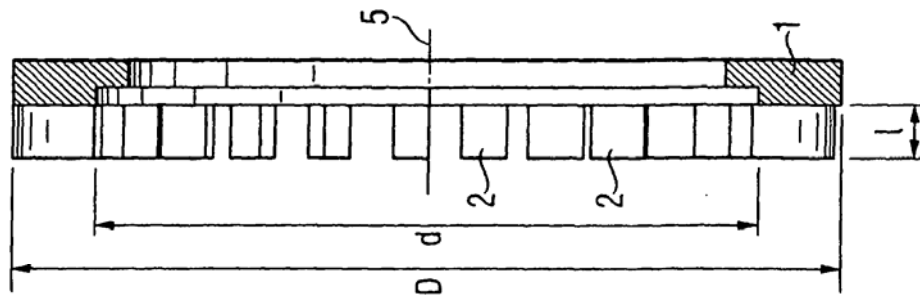


Fig. 1

