

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 755 052**

51 Int. Cl.:

F01D 5/14

(2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **06.08.2013** E 13179349 (9)

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **09.10.2019** EP 2835499

54 Título: **Rejilla de álabes y la turbomáquina correspondiente**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
21.04.2020

73 Titular/es:

MTU AERO ENGINES AG (100.0%)
Dachauer Strasse 665
80995 München, DE

72 Inventor/es:

GIER, JOCHEN;
GÜNDOGDU, YAVUZ y
KARL, ENGEL

74 Agente/Representante:

ELZABURU, S.L.P

ES 2 755 052 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

Rejilla de álabes y la turbomáquina correspondiente

La invención se refiere a una rejilla de álabes de una turbomáquina, según el preámbulo de la reivindicación 1 de patente, y a una turbina con una rejilla de álabes de ese tipo.

5 Un flujo primario, o bien un flujo principal, es desviado a través de un gradiente lateral de presión, paralelamente a la pared de limitación. Dado que las capas de flujo próximas a la pared son desviadas más fuertemente que las capas de flujo separadas de la pared, debido a su menor velocidad, se configura un flujo secundario, o bien un torbellino de canal, el cual está superpuesto al flujo principal, lo cual conduce, entre otros, a pérdidas de presión. Los flujos secundarios de ese tipo aparecen regularmente en las rejillas de álabes de turbomáquinas, como las turbinas de gas y las de vapor. Las rejillas de álabes están compuestas por gran número de álabes u hojas de palas, dispuestas una
10 junto a otra en la dirección del perímetro, las cuales están colocadas en un canal de flujo de simetría rotativa, y entre las cuales se ha configurado respectivamente un canal de álabe. Los canales de álabe están limitados, en la dirección radial, por una pared lateral exterior del lado de la carcasa, y por una pared lateral radial interior del lado del buje. Las paredes laterales son, a título de ejemplo, secciones fijas de la carcasa, secciones del rotor, plataformas radiales interiores de álabes, y/o placas radiales exteriores de recubrimiento de álabes. En la dirección del perímetro, por una pared de hoja de álabe del lado de la presión, y por otra del lado de la succión. Para la reducción de los flujos secundarios, se introducen a menudo en las paredes laterales contorneados en forma de protuberancias y/o depresiones. Ejemplos de esos contorneados de las paredes laterales, especialmente asimétricos en su perímetro, se muestran en la solicitud europea de patente EP 2 261 462 A1, la cual presenta las características del preámbulo de la reivindicación 1, y en la solicitud internacional de patente WO 98/44240 A1.

El objetivo de la invención es conseguir una rejilla de álabes de una turbomáquina con un flujo secundario reducido, así como una turbomáquina con un rendimiento mejorado.

25 Este objetivo se alcanza a través de una rejilla de álabes de una turbomáquina con las características de la reivindicación 1 de patente, y a través de una turbomáquina con las características de la reivindicación 9 de patente.

Una rejilla de álabes de una turbomáquina, según la invención, tiene un gran número de canales de álabe, los cuales están limitados respectivamente, en el sentido del perímetro, por el lado de presión de un álabe, y por el lado contrapuesto de succión de un álabe adyacente. En la dirección radial, los canales de álabe están limitados respectivamente por dos paredes laterales opuestas. El menos una respectiva pared lateral de los canales de álabe
30 está dotada con un contorneado de la pared lateral. Según la invención, el contorneado de la pared lateral en la dirección del perímetro es ondulado, y tiene al menos dos protuberancias y al menos una depresión, o bien al menos dos depresiones y al menos una protuberancia.

El contorneado de la pared lateral, según la invención, origina una reducción del arremolinamiento del flujo secundario, y una disminución de las desviaciones de un ángulo corriente abajo de la rejilla de álabes en la zona próxima a la pared lateral. El contorneado de la pared lateral, al menos uno, permite influir favorablemente, de forma encauzada, sobre los gradientes primarios de presión, especialmente sobre los gradientes de presión que actúan en la dirección del perímetro, a través de la forma ondulada. Además, el contorneado de la pared lateral, al menos uno, permite influir y ajustar el ángulo corriente abajo a través del conformado de al menos una protuberancia que transcurre en la dirección del flujo primario, o bien en la dirección del flujo principal, y a través de al menos una depresión que transcurre en la dirección del flujo primario, por ejemplo en la zona trasera respectiva de la pared lateral, en las cercanías de la pared lateral, de tal forma que una rejilla situada a continuación experimenta una distribución más favorable del flujo de entrada, y, a través de ello, se originan allí menores pérdidas de flujo. Además se consigue que se evite, o que al menos se reduzca una interacción, entre sí y con un torbellino del canal, de los torbellinos en herradura inducidos en el canto delantero del álabe.

45 De forma preferida, el contorneado de la pared lateral es guiado hasta el borde de la pared lateral corriente abajo, y con ello hasta la separación axial posterior. A través de ello se ejecuta asimismo el borde de la pared lateral corriente abajo con forma ondulada. En ello, las protuberancias y la depresión, al menos una, o bien las depresiones y la protuberancia, al menos una, pueden estar guiadas individualmente hasta el borde de la pared lateral corriente abajo. El contorneado de la pared lateral puede comenzar en el borde de la pared lateral corriente arriba, a través de lo cual el borde de la pared lateral corriente abajo puede estar ejecutado asimismo con forma ondulada, de forma que asimismo el borde de la pared lateral corriente arriba está ejecutado con forma ondulada. El contorneado de la pared lateral puede extenderse fundamentalmente más allá de los cantos delanteros y de los cantos traseros de los álabes.

55 Alternativa o adicionalmente, para la influencia sobre el flujo, las protuberancias y la depresión, al menos una, o bien las depresiones y la protuberancia, al menos una, pueden tener anchuras variables en la dirección del perímetro, y/o diferentes longitudes en la dirección del flujo.

A fin de alinear un ángulo corriente abajo en las proximidades de la pared lateral, puede ser ventajoso ejecutar las protuberancias detrás de un punto estrecho entre los álabes, y la depresión, al menos una, o bien las depresiones y la protuberancia, al menos una, perpendicularmente a la misma, es decir, especialmente en un ángulo de 85° hasta 95°.

Además puede ser ventajoso, en caso de varias depresiones, cuando varias depresiones se convierten en una depresión. Alternativamente, una depresión puede subdividirse en varias depresiones.

5 Las protuberancias y la depresión, al menos una, o bien las depresiones y la protuberancia, al menos una, pueden tener amplitudes variables en la dirección del flujo. A través de ello, las protuberancias y las depresiones tiene distintas alturas, o bien distintas profundidades en la dirección del flujo. De forma preferida, las amplitudes de las protuberancias y de las depresiones se elevan a un máximo del 30% del paso de los álabes.

10 Según la reivindicación 1, el flujo se puede influenciar además, cuando las amplitudes de las protuberancias entre sí, o bien las amplitudes de las depresiones entre sí son distintas entre sí en la dirección del flujo y/o en la dirección del perímetro. A título de ejemplo, una protuberancia próxima al lado de presión puede tener una amplitud mayor que una pared del álabe separada de del lado de presión. Además, la protuberancia puede ser lisa, es decir, sin escalones y sin dobleces, y con ello convertirse de forma suave en la pared del álabe del lado de la succión. Según la invención, una depresión cercana al lado de la succión tiene una mayor amplitud que una depresión alejada del lado de la succión.

15 Además, puede ser ventajoso para la influencia sobre el flujo cuando varían los radios de curvatura del contorneado de la pared lateral. De forma preferida, una protuberancia tiene un radio de curvatura más pequeño que el de una depresión adyacente.

Una turbomáquina según la invención tiene al menos una rejilla de álabes según la invención. Debido a los flujos secundarios reducidos, y al mismo tiempo a una alineación más fuerte del respectivo ángulo corriente abajo del flujo primario, en una dirección teórica, sin que los cantos agudos induzcan remolinos adicionales, y con ello pérdidas de mezcla, una turbomáquina de ese tipo se caracteriza a través de un rendimiento mejorado.

20 Otros ejemplos ventajosos de ejecución de la invención son objeto de otras reivindicaciones subordinadas.

A continuación se aclaran más detalladamente los ejemplos preferidos de ejecución, según representaciones esquemáticas simplificadas. Se muestran:

Fig. 1 una vista frontal en perspectiva de un canal de álabes de un primer ejemplo de ejecución de una rejilla de álabes según la invención.

25 Fig. 2 un canal de álabes de un segundo ejemplo de ejecución de la rejilla de álabes,

Fig. 3 un corte a lo largo de la línea A-A, a través del canal de álabes de la figura 2,

Fig. 4 un canal de álabes de un tercer ejemplo de ejecución de la rejilla de álabes, y

Fig. 5 un canal de álabes de un cuarto ejemplo de ejecución de la rejilla de álabes.

30 La figura 1 muestra una vista frontal en perspectiva de un canal de álabes de un primer ejemplo de ejecución de una rejilla de álabes 1, según la invención, de una turbomáquina axial, como una turbina estacionaria de gas, o bien un motor de avión.

35 La rejilla 1 de álabes está colocada, de forma preferida, del lado de la turbina, y tiene una gran cantidad de álabes 2, 4, los cuales están dispuestos uno junto a otro en la dirección del perímetro de la turbomáquina, y configuran respectivamente un canal 6 de álabe, el cual, según la representación de la figura 1, es atravesado por un flujo principal de delante hacia atrás, o bien de izquierda a derecha. En la dirección del perímetro de la turbomáquina, o bien de la rejilla 1 de álabes, el canal 6 de álabes es limitado a través de una pared del lado de la presión, o bien por el lado 8 de la presión del primer álabe 2, y por una pared contrapuesta, del lado de la succión, o bien por el lado 10 de la succión del segundo álabe 4. El lado 10 de la succión no es visible en la figura 1, debido a la perspectiva. El lado 8 de la presión, y el lado 10 de la succión, se extienden respectivamente entre un canto delantero 12a, 12b y un canto trasero 14a, 14b de los álabes 2, 4. El canal 6 de álabes es limitado en la dirección radial de la rejilla 1 de álabes por una pared del lado del buje, o bien por una pared radial lateral interior 16. Además, el canal 6 de álabes es limitado, en la dirección radial, por una pared lateral del lado de la carcasa, o bien por una pared radial lateral exterior 18. La pared lateral interior 16 está configurada, a título de ejemplo, por una sección del rotor, o bien por una plataforma de álabes. La pared radial lateral exterior 18 está configurada, a título de ejemplo, por una sección de la carcasa, o bien por un anillo de refuerzo del álabe.

45 Según la invención, al menos la pared lateral interior 16, en la zona del canal 6 de álabes, está dotada con un contorneado de la pared lateral, asimétrico respecto al perímetro y con forma ondulada en la dirección del perímetro. Sin embargo, también solamente al menos la pared lateral exterior en la zona del canal 6 de álabes puede estar dotada con un contorneado de la pared lateral, asimétrico respecto al perímetro y con forma ondulada en la dirección del perímetro. En el ejemplo de ejecución mostrado en la figura 1, el contorneado de la pared lateral tiene cuatro contorneados individuales 20, 22, 24, 32, en forma de una protuberancia 20 del lado de la presión, dos depresiones 22, 24, y una protuberancia 32 colocada entre las depresiones.

Las protuberancias 20, 32 y las depresiones 22, 24 se refieren respectivamente a una sección 26 de superficie, no contorneada, de la pared lateral interior 16 (véase por ejemplo la figura 2). Las protuberancias 20, 32 se extienden

radialmente hacia fuera desde la sección 26 de superficie, no contorneada, y representan con ello un estrangulamiento del canal. Las depresiones 22, 24 se extienden radialmente hacia dentro desde la sección 26 de superficie, no contorneada, y representan con ello un ensanchamiento del canal.

5 El contorneado de la pared lateral transcurre sobre toda la extensión de la pared lateral interior 16, y con ello más allá de los cantos delanteros 12a, 12b, y de los cantos traseros 14a, 14b. El contorneado 16 de la pared lateral, o bien sus dos depresiones 22, 24, y las protuberancias 20, 32, se extienden con ello desde un borde delantero 28 de la pared lateral hasta un borde trasero 30 de la pared lateral, los cuales están configurados asimismo, como consecuencia, con forma ondulada.

10 La protuberancia 20, del lado de la presión, transcurre a lo largo del lado 8 de la presión de un álabe 2, desde el canto delantero 12a hasta el canto trasero 14a, y se transforma suavemente en el lado 8 de la presión.

15 En el ejemplo de ejecución mostrado en la figura 1, la segunda protuberancia 32 está situada en el centro entre las depresiones 22, 24. La protuberancia 32 es flanqueada con ello por las depresiones 22, 24 las cuales se transforman directamente en la protuberancia 20 y en el lado 8 de la presión, o bien en el lado 10 de la succión. La protuberancia 32 y las depresiones 22, 24 transcurren en la dirección del flujo, y están configuradas con forma curvada, correspondiendo con ello con el lado 8 de la presión y con el lado 10 de la succión.

Las protuberancias 20, 32, y las depresiones 22, 24 pueden tener básicamente distintas o iguales amplitudes en la dirección del perímetro y en la dirección del flujo. Preferentemente, una amplitud máxima de las protuberancias 20, 32, o bien de las depresiones 22, 24, se eleva a un máximo del 30% de un paso de álabe de la rejilla de álabes 1.

20 En las figuras 2 y 3 se muestra un canal 6 de álabe de una rejilla de álabes 1, similar al mostrado en la figura 1, pero sin embargo una conexión del lado de la presión de una protuberancia 20 del lado de la presión es distinta, a saber, no es lisa como en la figura 1, sino que es ortogonal.

25 Como se muestra en la figura 2, la pared lateral interior 16 está dotada, en la zona del canal 6 de álabe, con un contorneado de la pared lateral, asimétrico respecto al perímetro y con forma ondulada en la dirección del perímetro. El contorneado de la pared lateral tiene cuatro contorneados individuales 20, 22, 24, 32, en forma de dos protuberancias 20, 32 y dos depresiones 22, 24. Los contorneados individuales 20, 22, 24, 32 están representados gráficamente a través de líneas de altura, o bien de profundidad, con un signo más como el estrechamiento del canal (protuberancia), o bien con un signo menos como ensanchamiento del canal (depresión.)

30 Como se esboza en la figura 3 a través de la línea discontinua en la zona de la pared lateral exterior 18, la misma está dotada asimismo con un contorneado de la pared lateral, asimétrico respecto al perímetro y con forma ondulada, visto en la dirección del perímetro, el cual está compuesto por una gran cantidad de contorneados individuales 20', 32' y 22', 24'. Los contorneados interiores y exteriores 16, 18 de la pared lateral pueden estar configurados iguales o diferentes. Además. La pared lateral exterior 18 puede estar dotada solamente con un contorneado de la pared lateral, asimétrico respecto al perímetro.

A continuación se aclara en detalle el contorneado interior de la pared lateral.

35 Como se muestra en la figura 2, la primera protuberancia 20, o bien la protuberancia del lado de la presión, se extiende a lo largo del lado 8 de la presión desde el canto delantero 12a hasta el canto trasero 14a. En ello, la misma se transforma ortogonalmente en el lado 8 de la presión.

40 La segunda protuberancia 32, o bien la protuberancia central, está colocada aproximadamente en el centro entre los álabes 2, 4. La misma se extiende desde una posición axial de cantos delanteros 12a, 12b, más allá de un punto de estrangulamiento 36 entre los álabes 2,4, hasta una posición axial de los cantos traseros 14a, 14b.

45 La primera depresión 22, o bien la depresión del lado de la succión, está colocada cerca del lado 10 de succión. La misma se prolonga en la dirección del flujo sobre toda la pared lateral 16, desde el borde delantero 28 de la pared lateral hasta el borde trasero 30 de la pared lateral. La misma está separada del álabe 4, en la zona del canto delantero 12b y del canto trasero 14b, sobre una sección 26 de superficie no contorneada, transformándose no obstante casi directamente en una zona del álabe, que se corresponde aproximadamente con un 40% de la extensión axial del álabe 4, en el lado 10 de succión.

50 La segunda depresión 24, o bien la depresión del lado de la presión, se prolonga en la dirección del flujo sobre toda la pared lateral 16, desde el borde delantero 28 de la pared lateral hasta el borde trasero 30 de la pared lateral. En una zona delantera del canal 6 de álabes, la depresión 24 del lado de la presión está posicionada aproximadamente en el centro entre las protuberancias 20, 32. En una zona trasera del canal 6 de álabes, la depresión 24 del lado de la presión está posicionada cerca de la protuberancia central 32, y lejos de la protuberancia 20 del lado de la presión.

55 En la dirección del perímetro, las depresiones 22, 24 están distanciadas de las protuberancias 20, 32, en toda su longitud, sobre una respectiva sección 26 de superficie no contorneada. Las mismas tienen respectivamente una sección 38, 40 más profunda, las cuales se extienden aproximadamente desde una posición axial de los cantos delanteros 12a, 12b, hasta una posición axial que se corresponde aproximadamente con un 70% hasta un 80% de

una anchura axial de un álabe.

A fin de influir positivamente en un ángulo del flujo corriente abajo, en las proximidades de la pared lateral, la protuberancia central 32 y las depresiones 22, 24 están orientadas, detrás del punto de estrangulamiento 36, perpendicularmente al mismo, es decir, en un ángulo de 85° hasta 95°.

5 Como se muestra además en la figura 2, las protuberancias 20, 32, y las depresiones 22, 24 tienen distintas anchuras en la dirección del flujo. Así, las protuberancias 20, 32, y las depresiones 22, 24 tienen, en una posición que se corresponde aproximadamente con un 50% de la anchura axial de un álabe, una anchura mayor, y en el borde delantero 28 del álabe y en el borde trasero 30 del álabe una anchura menor.

10 Como se muestra según el corte en la figura 3, la protuberancia 20 del lado de la presión tiene una amplitud de A^+_1 en la dirección del perímetro, la protuberancia central 32 una amplitud de A^+_2 , la depresión 24 del lado de la presión una amplitud A^-_1 , y la depresión 22 del lado de la succión una amplitud A^-_2 . En la dirección axial pueden variar respectivamente las amplitudes A^+_1 , A^+_2 , A^-_1 y A^-_2 .

15 En el ejemplo de ejecución mostrado, la amplitud A^+_1 de la protuberancia 20 del lado de la presión, o bien de cerca del lado de la presión, es mayor que la amplitud A^+_2 de la protuberancia central 32 de lejos del lado de la presión. Como se observa además en la figura 3, la protuberancia 20 de cerca del lado de la presión se transforma, con forma aproximadamente ortogonal, en el lado 8 de la presión. En la amplitud A^-_2 de la depresión 22 del lado de la succión, o bien de cerca del lado de la succión, es mayor que la amplitud A^-_1 de la depresión 24, distanciada del lado de la succión.

20 En la figura 4 se muestra un contorneado de una pared lateral, con forma ondulada en la dirección del perímetro, de una pared interior 16 en un canal 6 de álabes, entre dos álabes 2, 4 de una rejilla 1 de álabes de una turbomáquina, la cual tiene una protuberancia 20 del lado de la presión, una protuberancia central 32, y dos depresiones 22, 24 que se transforman en una depresión trasera conjunta 42.

La protuberancia 20 del lado de la presión se extiende a lo largo de un lado 8 de presión del álabe 2, desde un canto delantero 12a del álabe 2 hasta su canto trasero 14a.

25 La protuberancia central 32 está posicionada, aproximadamente en el centro, entre los álabes 2, 4. La misma se prolonga aproximadamente desde una posición axial de los cantos delanteros 12a, 12b de los álabes 2, 4, hasta una posición axial que se corresponde aproximadamente con un 60% de una anchura axial del álabe.

30 Las depresiones 22, 24 están colocadas al lado de la protuberancia central 32, y distanciadas respectivamente de la misma sobre una sección 26 de una superficie no contorneada. Sus anchuras son aproximadamente iguales en la dirección del perímetro. La depresión 24 del lado de la presión, colocada entre la protuberancia 20 del lado de la presión y la protuberancia central 32, está distanciada además de la protuberancia 20 del lado de la presión sobre una sección 26 de una superficie no contorneada. Asimismo, la depresión 22 del lado de la succión, colocada entre el álabe 4 y la protuberancia central 32, está distanciada de la protuberancia 20 del lado de la presión sobre una sección 26 de una superficie no contorneada.

35 Las depresiones 22, 24 se extienden desde el borde 28 delantero de pared lateral de la pared lateral 16, y configuran, corriente abajo de la protuberancia central 32, la depresión conjunta 42, la cual se prolonga hasta el borde 30 trasero de pared lateral de la pared lateral 16. Sus secciones 38, 40 más profundas se extienden aproximadamente desde la posición axial de los cantos delanteros 12a, 12b, y son conducidas conjuntamente, en la zona de un estrangulamiento 36 entre los álabes 2, 4, hacia una sección más profunda 44 de la depresión conjunta 42.

40 A fin de influir positivamente en el ángulo del flujo corriente abajo, en las proximidades de la pared lateral, la protuberancia central 32 y la depresión conjunta 42 están orientadas, detrás del punto de estrangulamiento 36, perpendicularmente al mismo, es decir, en un ángulo de 85° hasta 95°.

45 En la figura 5 se muestra un contorneado de una pared lateral, con forma ondulada en la dirección del perímetro, de una pared interior 16 en un canal 6 de álabes, entre dos álabes 2, 4 de una rejilla 1 de álabes de una turbomáquina, la cual tiene una protuberancia 20 del lado de la presión, una protuberancia central 32, y una depresión 42 que se subdivide corriente abajo en dos depresiones 22, 24. El dividir una depresión delantera 42, casi conjunta, en dos depresiones individuales traseras 22, 24, puede proporcionar ventajas en combinación con una influencia favorable sobre el flujo principal, a través de un borde 30 trasero de pared lateral de la pared lateral 16.

La protuberancia 20 del lado de la presión se extiende a lo largo de un lado 8 de presión del álabe 2, desde un canto delantero 12a del álabe 2 hasta su canto trasero 14a.

50 La protuberancia central 32 está posicionada, aproximadamente en el centro, entre los álabes 2, 4. La misma se prolonga aproximadamente en una zona entre un 50% y un 100% de una anchura axial de un álabe.

Con ello, la protuberancia central 32 se extiende aproximadamente desde una zona central axial del canal de álabes hasta una posición axial de los cantos posteriores 14a, 14b de los álabes 2, 4.

La depresión 42 se extiende desde un borde delantero 28 de pared lateral de la pared lateral 16, hasta la protuberancia

central 32. La protuberancia central 32 divide a la depresión 42 en dos depresiones individuales 22, 24, que transcurren al lado de la misma, transcurriendo ambas hasta el canto posterior 30 del cuerpo de la pared lateral 16. Como se muestra en la figura 5, las dos depresiones 22, 24 tienen aproximadamente la misma anchura en la dirección del perímetro. La depresión 42 tiene dos secciones 38, 40 más profundas, las cuales está distanciadas entre si en la dirección del perímetro, y se transforman respectivamente de forma individual en las depresiones 22, 24 hasta una posición axial de los cantos traseros 14a, 14b.

A fin de influir positivamente en un ángulo del flujo corriente abajo, la protuberancia central 32 y las depresiones 22, 24 están orientadas, detrás de un punto de estrangulamiento 36 entre los álabes 2, 4, perpendicularmente al mismo, es decir, en un ángulo de 85° hasta 95°.

10 Como ya se ha mencionado en la figura 1, las protuberancias 20, 20', 32, 32' y las depresiones 22, 22', 24, 24', 42 se refieren respectivamente, en todos los ejemplos de ejecución, a una sección 26 no contorneada de la superficie de la pared lateral interior. Las protuberancias 20, 20', 32, 32' se extienden desde la sección 26 no contorneada de la superficie radialmente hacia fuera, y representan por tanto un estrangulamiento del canal. Las depresiones 22, 22', 24, 24', 38, 42 se extienden desde la sección 26 no contorneada de la superficie radialmente hacia dentro, y representan por tanto un ensanchamiento del canal.

15 Además, las protuberancias 20, 20', 32, 32' y las depresiones 22, 22', 24, 24', 42 pueden tener amplitudes distintas o iguales en la dirección del perímetro y en la dirección del flujo. Las amplitudes de las protuberancias 20, 20', 32, 32' y las amplitudes de las depresiones 22, 22', 24, 24', 42 se elevan, de forma preferida, a un máximo del 30% del paso de los álabes.

20 Asimismo, la anchura de las protuberancias 20, 20', 32, 32' y la anchura de las depresiones 22, 22', 24, 24', 42 pueden variar respectivamente en la dirección del perímetro y en la dirección longitudinal.

Además, pueden variar los radios de curvatura de la ondulación del contorneado de la pared lateral, o bien de los contorneados en la dirección del perímetro. Así, una protuberancia 20, 20', 32, 32' puede tener una radio de curvatura mucho más pequeño que la depresión contigua 22, 22', 24, 24', 42.

25 Se ha publicado una rejilla de álabes de una turbomáquina, cuya pared lateral, al menos una, está configurada con forma ondulada en el sentido del perímetro, y presenta al menos dos protuberancias con al menos una depresión, o bien al menos dos depresiones con al menos una protuberancia, así como una turbomáquina con una rejilla de álabes de ese tipo.

Lista de signos de referencia

1	rejilla de álabes
2	álabe
4	álabe
6	canal de álabes
8	lado de presión
10	lado de succión
12a, b	canto delantero
14a, b	canto trasero
16	pared lateral interior
18	pared lateral exterior
20, 20'	protuberancia del lado de la presión
22, 22'	depresión
24, 24'	depresión
26	sección de superficie no contorneada
28	borde delantero de la pared lateral
30	borde trasero de la pared lateral
32, 32'	protuberancia
36	estrangulamiento
38	sección más profunda
40	sección más profunda
42	depresión conjunta
44	sección más profunda

REIVINDICACIONES

1. Rejilla de álabes (1) de una turbomáquina, con un gran número de canales de álabe (6), los cuales están limitados respectivamente, en el sentido del perímetro, por un lado (8) de presión de un álabe (2), y por el lado contrapuesto de succión (10) de un álabe (4) adyacente, y los cuales están limitados respectivamente, en la dirección radial, por dos paredes laterales (16, 18) contrapuestas, estando dotada al menos una de las paredes laterales (16) respectivas de los canales (6) de álabe con un contorneado de la pared lateral, siendo el contorneado de la pared lateral con forma ondulada en la dirección del perímetro, y presentando al menos dos protuberancias (20, 20', 32, 32') y al menos una depresión (22, 22', 24, 24', 42), o bien al menos dos depresiones (22, 24, 42) y al menos una protuberancia (20, 32), siendo las amplitudes de las protuberancias (20, 20', 32, 32') diferentes entre sí, o bien las amplitudes de la depresión (22, 24, 42) diferentes entre sí, caracterizada por que una depresión (22) cercana al lado de succión tiene una mayor amplitud (A_2) que una depresión (24) alejada del lado de la succión.
2. Rejilla de álabes según una de las reivindicaciones precedentes, estando guiado el contorneado de la pared lateral hasta el borde (30) de la pared lateral, situado corriente abajo.
3. Rejilla de álabes según la reivindicación 1 o 2, teniendo las protuberancias (20, 20', 32, 32') y al menos una depresión (22, 24, 42), o bien las depresiones (22, 24, 42) y al menos una protuberancia (20, 20', 32, 32'), anchuras variables en la dirección del perímetro, y/o longitudes distintas de la dirección del flujo.
4. Rejilla de álabes según la reivindicación 1, 2, o 3, estando las protuberancias (20, 20', 32, 32') y al menos una depresión (22, 22', 24, 24', 42), o bien las depresiones (22, 22', 24, 24', 42) y al menos una protuberancia (20, 20', 32, 32'), tras un estrangulamiento (36) corriente abajo del canal (6) de álabes, ejecutadas perpendicularmente a mismo.
5. Rejilla de álabes según una de las reivindicaciones precedentes, transformándose varias depresiones (22, 24) en una depresión (42).
6. Rejilla de álabes según una de las reivindicaciones precedentes, teniendo las protuberancias (20, 20', 32, 32') y al menos una depresión (22, 22', 24, 24', 42), o bien las depresiones (22, 22', 24, 24', 42) y al menos una protuberancia (20, 20', 32, 32'), amplitudes variables en el sentido del flujo.
7. Rejilla de álabes según una de las reivindicaciones precedentes, teniendo una protuberancia (20, 20'), cercana al lado de la presión, una mayor amplitud (A_2^+) que una protuberancia (32, 32') alejada del lado de la presión.
8. Rejilla de álabes según una de las reivindicaciones precedentes, variando los radios de curvatura del contorneado de la pared lateral.
9. Turbomáquina con al menos una rejilla (1) de álabes según una de las reivindicaciones precedentes.

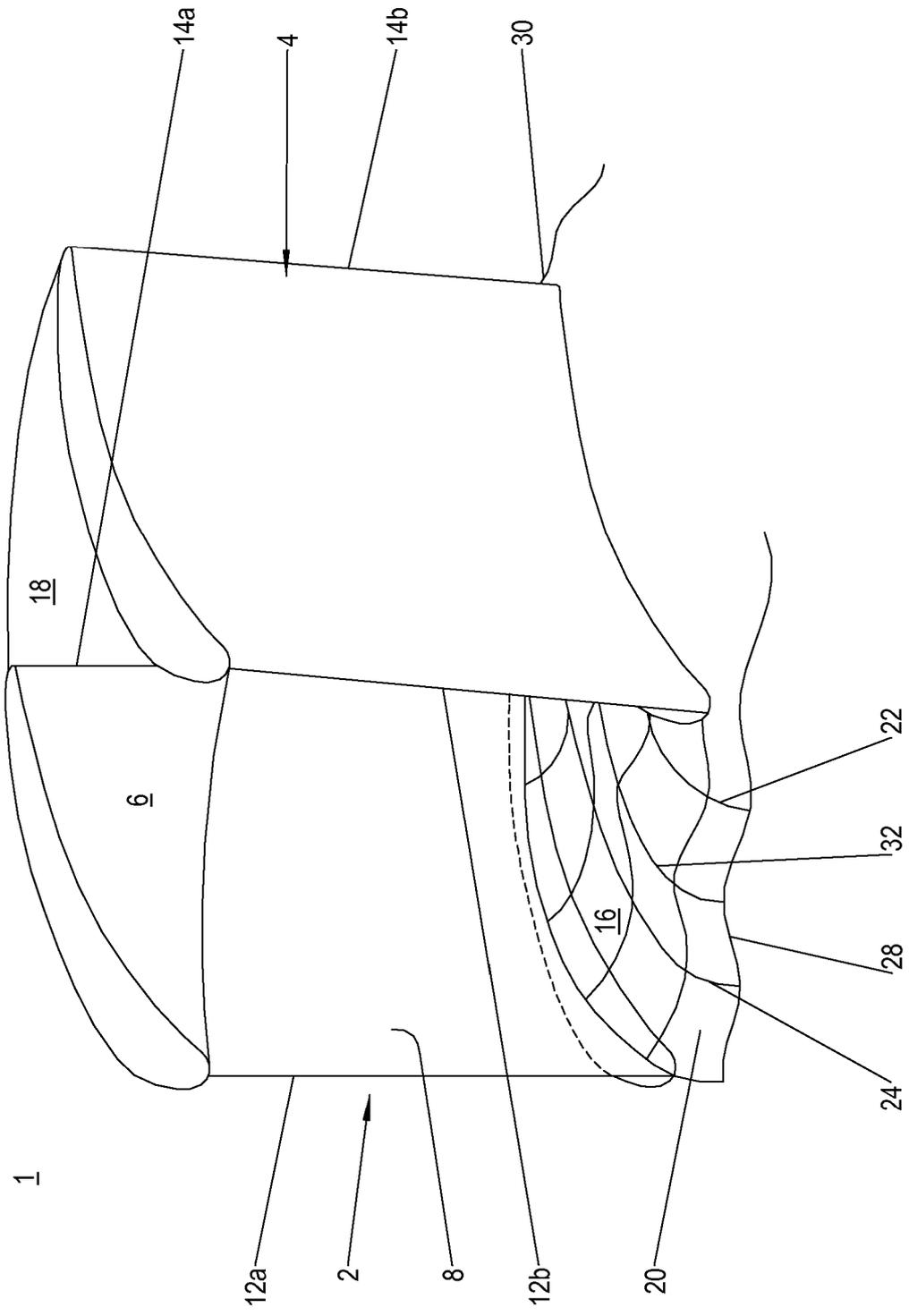


Fig. 1

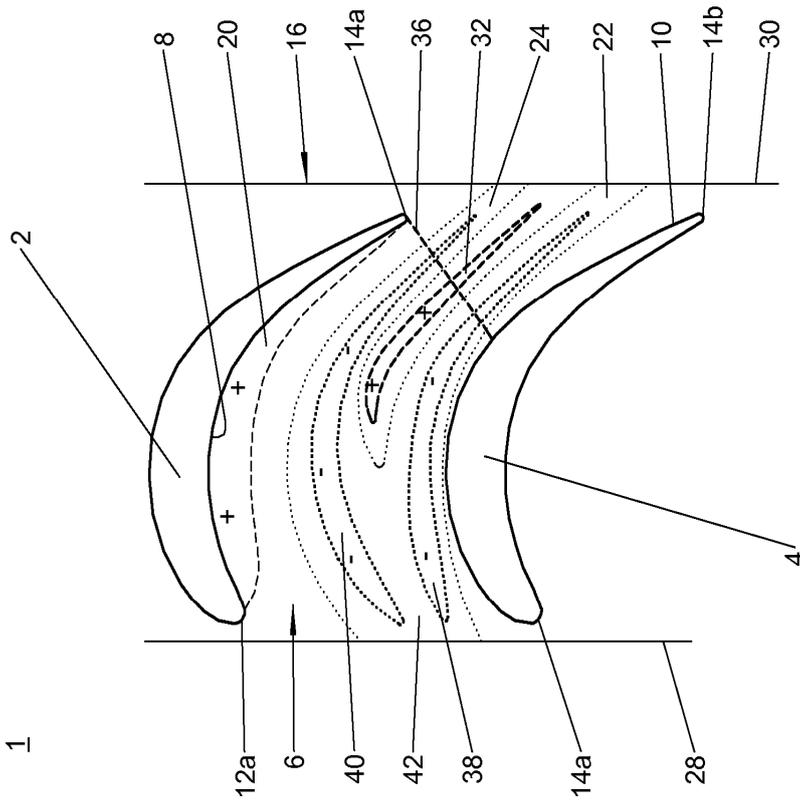


Fig. 5

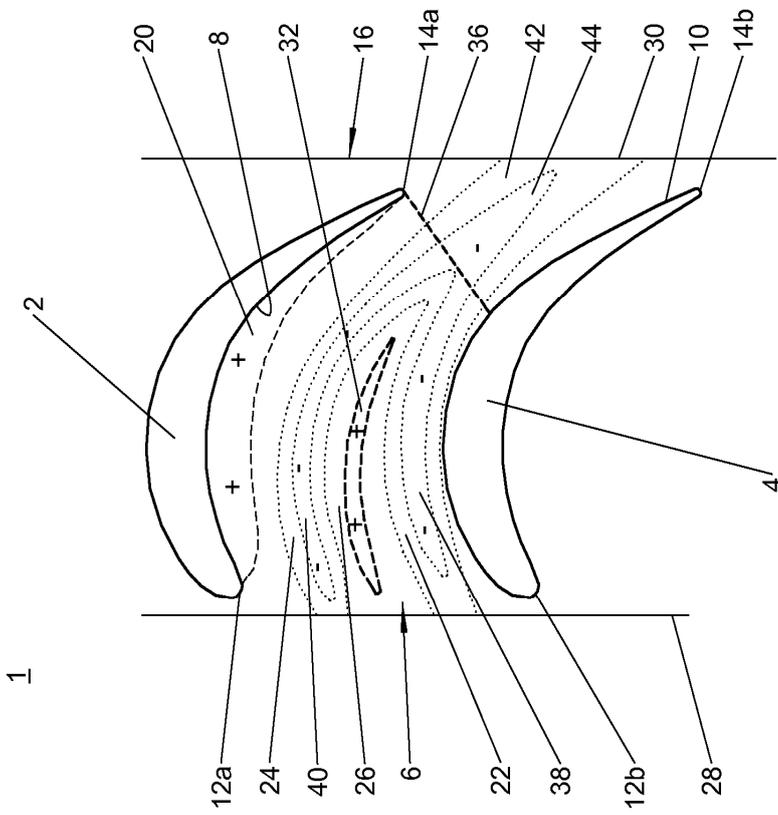


Fig. 4