

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 573 118**

51 Int. Cl.:

**F04D 29/54** (2006.01)

**F04D 29/68** (2006.01)

**F01D 5/14** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **27.02.2012 E 12157031 (1)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **11.05.2016 EP 2631429**

54 Título: **Álabes**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:  
**06.06.2016**

73 Titular/es:

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

72 Inventor/es:

**DR. WUNDERER, ROLAND y  
DR. PASSRUCKER, HARALD**

74 Agente/Representante:

**DE ELZABURU MÁRQUEZ, Alberto**

**ES 2 573 118 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

## Álabes

La invención hace referencia a un sistema de álabes para una turbomáquina, en particular una turbina de gas, según el preámbulo de la reivindicación 1 y un procedimiento de fabricación para un sistema de álabes de este tipo.

5 Un pasaje de álabes de una turbomáquina es definido, por lo general, por una pared lateral en el lado del núcleo de rodete y una pared lateral en el lado de la carcasa y álabes directores o rodetes, pudiendo las paredes laterales, en cada caso, estar fijas al núcleo de rodete o a la carcasa. Debido a la influencia de grandes rozamientos superficiales se pueden producir en los pasajes de álabes unas deflexiones incrementadas de corriente en el sector de las paredes laterales, por lo cual resultan corrientes secundarias, en parte muy pronunciadas. Dichas corrientes secundarias causan pérdidas aumentadas.

10 Por el documento EP 1 995 410 A1 se conoce un sistema de álabes para una turbina en la cual en una pared lateral que presenta un número de álabes se encuentran conformados engrosamientos en el lado de aspiración y lado de presión así como detrás de los bordes de salida de álabe y depresiones en el medio entre álabes adyacentes. Por el documento EP 2 248 966 A1 y el documento DE 32 02 855 C1 se conocen sistemas de álabes para turbinas o turbomáquinas en las cuales están conformadas elevaciones en una pared lateral que presenta un número de álabes.

15 El documento US 2007/258818 A1 da a conocer un sistema de álabes con un sinnúmero de álabes dispuestos en una pared lateral. De tal manera, se ha previsto un primer engrosamiento en un lado de presión de los álabes y una depresión en el lado de aspiración de los álabes. Un segundo engrosamiento se extiende desde el primer engrosamiento paralelo respecto del lado de presión de los álabes y del lado de aspiración de los álabes o se desarrolla entre el lado de presión del álabe y el lado de aspiración de los álabes. Sin embargo, el segundo engrosamiento no está conectado con el lado de aspiración de los álabes.

20 El documento EP 1 712 737 A1 da a conocer un sistema de álabes con un engrosamiento y una depresión. El engrosamiento y la depresión se extienden, en cada caso, sobre toda la longitud del álabe.

25 El objetivo de la presente invención es ofrecer un sistema de álabes perfeccionado y un procedimiento para su fabricación.

Dicho objetivo es conseguido mediante un sistema de álabes con las características de las reivindicaciones 1 y/o 2, así como un procedimiento de fabricación de un sistema de álabes con las características de la reivindicación 10. Los perfeccionamientos ventajosos son objeto de las reivindicaciones secundarias.

30 De acuerdo con un primer aspecto de la presente invención, en un sistema de álabes para una turbomáquina en la cual en una pared lateral que presenta un número de álabes están configurados engrosamientos y depresiones, dispuestos para el número de álabes, en cada caso, al menos una depresión en un lado de presión del álabe y al menos un engrosamiento en un lado de aspiración del álabe.

35 De acuerdo con un segundo aspecto de la presente invención, en un sistema de álabes para una turbomáquina en la cual en una pared lateral que presenta un número de álabes están conformados engrosamientos y depresiones, están dispuestos para el número de álabes, en cada caso, al menos una depresión en un lado de aspiración del álabe y al menos un engrosamiento en un lado de presión del álabe.

40 Mediante esta colocación combinada selectiva de engrosamientos y depresiones en los lados de presión y de aspiración, se puede conseguir un ajuste local ventajoso de la presión estática y de la velocidad de circulación, con lo cual las corrientes secundarias son influenciadas favorablemente y se reducen las pérdidas de caudal. Además de la reducción de pérdidas en los canales de álabes en un gran sector operativo de las turbomáquinas, una ventaja adicional de esta configuración también puede consistir en una ampliación del sector operativo de las turbomáquinas. Una ventaja también puede estar en la realización constructivamente sencilla y/o en la aplicabilidad en concepciones ya existentes de turbomáquinas.

45 Como sistema de alabes en el sentido de la presente invención se designa, en particular, una disposición de rodetes y/o una disposición de alabes directores, en particular de una o más etapas. El sistema de la alabes según la invención es apropiado particularmente para compresores de alta presión. En una realización preferente, una turbina de aeronave presenta un sistema de álabes según la invención.

50 Una pared lateral en el sentido de la presente invención puede estar fija en el lado de núcleo de rodete o bien en el lado de rotor y/o en el lado de carcasa, así como fija en el núcleo de rodete o bien en el rotor y/o en la carcasa. Es así que una pared lateral puede incluir la superficie circunferencial de una grilla de rodete en el lado del núcleo de rodete, es decir radialmente interior, y/o estar fija al núcleo de rodete y/o la superficie perimetral de una grilla de rodete en el lado de la carcasa, es decir radialmente exterior, que puede estar formada, en particular, por un anillo de refuerzo fijo al núcleo de rodete o una superficie interior fija a la carcasa. Del mismo modo, una pared lateral puede incluir la superficie perimetral radial exterior en el lado de carcasa y/o en el lado del núcleo de rodete de una

grilla deflectora la superficie circunferencial, que puede estar formada, en particular, mediante un anillo de refuerzo fijo a la carcasa o una superficie exterior fija al núcleo de rodete.

5 Como depresión en el sentido de la presente invención se entiende, en particular, un sector de la pared lateral que respecto de otros sectores de la pared lateral está desplazado radialmente hacia dentro, mientras que como engrosamiento o elevación en el sentido de la presente invención se entiende, en particular, un sector de la pared lateral que respecto de otros sectores de la pared lateral está desplazado radialmente hacia fuera. Una depresión o engrosamiento en el sentido de la presente invención pueden estar retirados o sobresalir radialmente hacia dentro o hacia fuera, en particular respecto de un área cónica de referencia recta o curvada situada concéntrica respecto de un eje de rotación. En particular, el área cónica de referencia se puede extender, particularmente, a través o entremedio de los puntos radialmente más internos o radialmente más externos de la pared lateral. En particular, el radio del área cónica de referencia puede corresponder al valor medio de las extensiones máximas o mínimas o de todas las extensiones radiales de la pared lateral. Además, la depresión o el engrosamiento también se pueden referir a un área cónica de referencia que pasa por un sector no contorneado de la pared lateral o una pata o una punta de los álabes.

15 Particularmente, en el sentido de la presente invención se puede entender como engrosamiento una dimensión radial mayor en comparación con la depresión, y como depresión, correspondientemente, una dimensión radial menor en comparación con el engrosamiento.

20 En el sentido de la invención, si uno se imagina, por ejemplo, una pared lateral ondulada sinusoidal en sentido circunferencial, las crestas y senos representan engrosamientos y depresiones respecto de la línea media. Del mismo modo se puede partir de un área cónica de referencia a través de las amplitudes radiales máximas o mínimas de la pared lateral ondulada sinusoidal. Incluso así, los senos (crestas) representan depresiones (engrosamientos) respecto de dicha área cónica de referencia, las crestas (senos) engrosamientos (depresiones) ya que, contrariamente, están situados radialmente más afuera (adentro).

25 Una depresión (engrosamiento) dispuesta en un lado de álabe de aspiración o de presión puede, particularmente, estar caracterizada porque, en una sección en sentido circunferencial que es vertical a un eje de rotación de la turbomáquina (compárese L4 a L8 en el documento EP 1 995 410 A1), en particular tal sección en el centro axial del sistema de álabes (compárese L6 en el documento EP 1 995 410 A1), la pared lateral en la raíz de álabe es hundida radialmente hacia dentro (es elevada radialmente hacia fuera).

30 Preferentemente, la pared lateral en sentido axial no es contorneada delante y/o detrás de las depresiones en el lado de presión y/o engrosamientos en el lado de aspiración, es decir que presenta el mismo radio en toda la extensión de una sección radial.

En una realización preferente, observado en sentido de corriente, la depresión o el engrosamiento dispuestos en el lado de presión de los álabes comienzan delante, en o detrás del borde de entrada del álabe.

35 Preferentemente, la depresión o el engrosamiento dispuestos en el lado de presión de los álabes y/o el engrosamiento o la depresión dispuestos en el lado de aspiración de los álabes se extienden en sentido axial sobre al menos 10 %, preferentemente al menos 30 %, particularmente al menos 50 % y preferentemente al menos 60 % de la longitud de grilla, y/o como máximo 100 %, en particular como máximo 80 % de la longitud axial de grilla medida en cada caso entre el borde de entrada y borde de salida de los álabes.

40 En una realización preferente, en el sistema de álabes el engrosamiento o depresión dispuestos en el lado de aspiración de los álabes y/o la depresión o engrosamiento dispuestos en el lado de presión de los álabes están dispuestos parcial o completamente en la mitad axial de la grilla de álabes orientada hacia el lado de entrada.

45 En una realización preferente, un extremo de las depresiones y/o engrosamientos dispuestos en un lado de presión o lado de aspiración de álabes están distanciados del borde de entrada de álabe en sentido axial al menos un 10 %, en particular al menos un 20 %, preferentemente al menos un 40 % y/o como máximo un 90 %, en particular como máximo un 80 %, preferentemente como máximo un 60 % de la longitud de la cuerda de álabe. En particular, un mínimo radial de las depresiones puede estar situado en un sector que se encuentra entre un 20 % y un 60 % de la longitud de la cuerda de álabe, medido desde el borde de entrada del álabe. En particular, un máximo radial de los engrosamientos puede estar colocado en un sector que se encuentra entre un 40 % y un 80 % de la longitud de la cuerda de álabe, medido desde el borde de entrada del álabe.

50 En el sistema de álabes está dispuesto, en cada caso, un engrosamiento adicional en la mitad orientada hacia el lado de salida. Este engrosamiento adicional puede estar dispuesto y diseñado circunferencialmente simétrico. Alternativamente, este engrosamiento adicional puede estar dispuesto y diseñado circunferencialmente simétrico. En una realización preferente, la relación de la extensión de este engrosamiento adicional en sentido perimetral respecto de su extensión en sentido axial o de corriente puede ser menor que 1, es decir que este engrosamiento adicional en sentido axial o de corriente puede estar "estirado".

55 Preferentemente, el engrosamiento adicional dispuesto orientado al lado de salida se puede extender en sentido circunferencial, al menos en lo esencial, de un álabe al álabe adyacente. En una realización preferente, el segundo

engrosamiento se puede extender sobre al menos un 10 % de la longitud axial de grilla. Dicho engrosamiento adicional puede ser radialmente más alto o más bajo que el engrosamiento dispuesto en un lado de aspiración o lado de presión de álabes.

5 Del mismo modo, la depresión dispuesta en un lado de aspiración o presión de álabes está dispuesta en ambos lados de dicho engrosamiento, es decir que este engrosamiento adicional puede estar previsto en la depresión dispuesta en un lado de aspiración o de presión de álabes. Tal engrosamiento adicional divide entonces una corriente fluidica en una depresión dispuesta en un lado de aspiración o de presión.

10 Adicionalmente o alternativamente, en una realización preferente un engrosamiento adicional circunferencialmente simétrico o circunferencialmente asimétrico puede estar dispuesto en el borde de entrada de un álabe, en particular una depresión antepuesta en un lado de aspiración o de presión en el sentido de paso de corriente. De este modo, una corriente de fluido puede ser conducida desde la raíz de álabe hasta la depresión dispuesta en un lado de presión o lado de aspiración del álabe.

15 Preferentemente, la presente invención puede ser usada en grillas de álabes que presentan un pasaje doblado, en particular ortogonal al menos en lo esencial desde los lados de presión de álabe y/o lados de aspiración de álabe hacia la pared lateral, del mismo modo también en grillas de álabes que presentan un área redondeada de raíz en el sector de pasaje de los lados de presión de álabes y/o lados de aspiración de álabes a la pared lateral.

20 Según otro aspecto de la presente invención respecto del procedimiento de fabricación, en un procedimiento de fabricación para un sistema de álabes para una turbomáquina se realiza de al menos una conformación original, reconformación y/o mecanización con desprendimiento de virutas, de tal manera que en una pared lateral que presenta un número de álabes se configuren engrosamientos y depresiones, siendo realizado para el número de álabes, en cada caso, al menos una depresión o engrosamiento en un lado de presión de los álabes o al menos un engrosamiento o depresión en el lado de aspiración de los álabes.

Mediante la configuración según la invención es posible ofrecer de manera ventajosa un sistema de álabes de gran eficiencia, en particular en un (una etapa de) compresor de alta presión de alta velocidad.

25 Otras características y ventajas resultan de las reivindicaciones secundarias y de los ejemplos de realización. Para ello muestran parcialmente esquematizadas:

La figura 1, una representación en perspectiva de un sistema de álabes según la invención;

la figura 2, un diagrama de línea de niveles del contorneado de una pared lateral para un ejemplo no reivindicado;

30 la figura 3, un diagrama de líneas de niveles del contorneado de una pared lateral para otro ejemplo no reivindicado de la representación correspondiente a la figura 2;

la figura 4, una representación correspondiente de la figura 2, en la que se encuentran insertadas posiciones de las secciones de las figuras siguientes;

la figura 5, secciones a lo largo de las líneas A, B, C, D y E de la figura 4 para una primera configuración del sistema de álabes;

35 la figura 6, secciones a lo largo de las líneas A, B, C, D y E de la figura 4 para una segunda configuración del sistema de álabes;

la figura 7, secciones a lo largo de las líneas A, B, C, D y E de la figura 4 para una tercera configuración del sistema de álabes;

40 la figura 8, secciones a lo largo de las líneas A, B, C, D y E de la figura 4 para una cuarta configuración del sistema de álabes;

la figura 9, un diagrama de líneas de niveles del contorneado de una pared lateral para un ejemplo de realización del segundo aspecto de la presente invención en un desarrollo; y

la figura 10, un diagrama de líneas de niveles del contorneo de una pared lateral para otro ejemplo de realización del segundo aspecto de la presente invención, de acuerdo a la representación en la figura 9;

45 las figuras 11 y 12, un diagrama de niveles del contorneado de una pared lateral para otros ejemplos no reivindicados de acuerdo con la representación en la figura 9.

50 En las figuras siguientes, las referencias coincidentes entre sí designan características respectivas. Por consiguiente, en adelante, en la descripción de diferentes realizaciones se hará, esencialmente, referencia a la descripción de las demás realizaciones y se entrará en detalles solamente en el caso de diferencias entre las distintas realizaciones.

La figura 1 muestra una representación en perspectiva de un sistema de álabes para una turbomáquina con un contorno de la pared lateral 1 del lado del núcleo de rodete en una grilla de estator de compresor en el sector del núcleo de rodete, no estando en la figura 1 representada la pared de carcasa. En una pared lateral 1 está dispuesto un número de álabes 20 con un borde anterior de álabe 2, un borde posterior de álabe 3, un lado de presión de álabe 4 y un lado de aspiración de álabe 5, pudiendo la pared lateral 1 presentar, preferentemente, un sector 8 no contorneado en la entrada de grilla y un sector 9 no contorneado en la salida de grilla. Además, en la figura 1 es evidente el borde de entrada 6 en la raíz de álabe y el borde de salida 7 en la raíz de álabe.

La figura 2 muestra una representación del contorneado de la pared lateral 1 para un ejemplo de sistema de álabes según el primer aspecto en un diagrama de líneas de nivel, en el cual los álabes 20 no presenta ninguna área redondeada de raíz y en el cual se ilustran las isolíneas de la extensión del contorno de pared lateral en el sentido ortogonal respecto de la pared lateral. En el lado de presión de los álabes 4 está dispuesta una depresión 11 y en el lado de aspiración de los álabes 5 está dispuesto un engrosamiento 10. Según un ejemplo de realización preferente, dicho engrosamiento 10 puede estar configurado como una elevación. Según otro ejemplo preferente, dicho engrosamiento 10 puede estar configurado por una depresión menos acentuada en comparación con la depresión 11. Preferentemente, otro engrosamiento 12 que se extiende desde el lado de aspiración de los álabes 5 hacia el lado de presión de los álabes 4 está dispuesto en la mitad (a la derecha en la figura 2) orientada hacia el lado de salida.

La figura 3 muestra una representación del contorneado de la pared lateral 1 para otro ejemplo de sistema de álabes según el primer aspecto en un diagrama de líneas de nivel, en el cual los álabes 20 presenta un área redondeada de raíz 13, mostrada en trazos en la figura 3 y en el cual se ilustran las isolíneas de la extensión del contorno de pared lateral en el sentido ortogonal respecto de la pared lateral. Tal como en el ejemplo mostrado en la figura 2, la depresión 11 en el lado de presión de los álabes 4 y el engrosamiento 10 en el lado de aspiración de los álabes 5, así como el segundo engrosamiento 12 extendido desde el lado de succión de los álabes 5 hacia el lado de presión de los álabes 4 están dispuestos en la mitad adyacente del lado de salida.

En la ilustración del contorneado, en diferentes ejemplos de realización se muestran, a continuación, representaciones en sección a lo largo de la longitud de los canales de álabe, mostrando en la figura 4 las posiciones de sección en los correspondientes diagramas de líneas de nivel.

La figura 5 muestra para una primera configuración de álabes, a partir de las secciones A, B, C, D y E en las posiciones de sección mostradas en la figura 4, una representación de las paredes de álabes y de la pared lateral 1 en el lado del núcleo de rodete que presenta un pasaje no ortogonal en la pared lateral 1 a los álabes 20 y ningún área redondeada de raíz. La figura 6 muestra para una segunda configuración de álabes, a partir de las secciones A, B, C, D y E en las posiciones de sección mostradas en la figura 4, una representación de las paredes de álabes y de la pared lateral 1 en el lado del núcleo de rodete que presenta un pasaje no ortogonal en la pared lateral 1 a los álabes 20 y al área redondeada de raíz 13. La figura 7 muestra para una tercera configuración de álabes, a partir de las secciones A, B, C, D y E en las posiciones de sección mostradas en la figura 4, una representación de las paredes de álabes y de la pared lateral 1 en el lado del núcleo de rodete que presenta un pasaje ortogonal en la pared lateral 1 a los álabes 20 y ningún área redondeada de raíz. La figura 8 muestra para una cuarta configuración de álabes, a partir de las secciones A, B, C, D y E en las posiciones de sección mostradas en la figura 4, una representación de las paredes de álabes y de la pared lateral 1 en el lado del núcleo de rodete que presenta un pasaje ortogonal en la pared lateral 1 a los álabes 20 y el área redondeada de raíz 13. La invención también puede ser aplicada en combinaciones de un pasaje ortogonal con uno no ortogonal, en los cuales en el lado de presión de álabes 4 o en el lado de aspiración de álabes 5 se produce un pasaje ortogonal, mientras que en la otra de las dos paredes de álabe que delimitan el canal de flujo se produce un pasaje no ortogonal de la pared lateral 1 al álabe 20.

La figura 9 muestra una representación del contorneado de la pared lateral 1 para un ejemplo de realización del sistema de álabes según el segundo aspecto en un diagrama de líneas de nivel, en el cual los álabes 20 no presentan ninguna área redondeada de raíz y en el cual se ilustran las isolíneas de la extensión del contorno de pared lateral en el sentido ortogonal respecto de la pared lateral. En el lado de presión de los álabes 4 está dispuesta una depresión 10 y en el lado de aspiración de los álabes 5 está dispuesto un engrosamiento 11. Según un ejemplo de realización preferente, dicho engrosamiento 10 puede estar configurado mediante una elevación. Según otro ejemplo de realización preferente, dicho engrosamiento 10 puede estar configurado por una depresión menos acentuada en comparación con la depresión 11. Preferentemente, otro engrosamiento 12 está dispuesto en la depresión 11 así como otro engrosamiento 14 en el borde de entrada 2 de los álabes 20.

La figura 10 muestra una representación del contorneado de la pared lateral 1 para otro ejemplo de realización del sistema de álabes según el segundo aspecto en un diagrama de líneas de nivel, en el cual los álabes 20 presentan un área redondeada de raíz 13 que se muestra en trazos en la figura 10. Por lo demás, el ejemplo de realización de la figura 10 corresponde al ejemplo de realización de la figura 9 explicado precedentemente.

Figura 11 muestra una representación del contorneado de la pared lateral 1 para un ejemplo adicional del sistema de álabes según el segundo aspecto de la representación en la figura 9, en el cual en la depresión 11 no se ha previsto ningún engrosamiento adicional (compárese el engrosamiento adicional 12 en la figura 9). Por lo demás, el ejemplo de la figura 11 corresponde al ejemplo de realización de la figura 9 explicado precedentemente.

La figura 12 muestra una representación del contorneado de la pared lateral 1 para un ejemplo adicional del sistema de álabes según el segundo aspecto de la representación en la figura 10, en el cual en la depresión 11 no se ha previsto ningún engrosamiento adicional (compárese el engrosamiento adicional 12 en la figura 10). Por lo demás, el ejemplo de la figura 12 corresponde al ejemplo de realización de la figura 10 explicado precedentemente.

- 5 Lista de referencias
- 1 pared lateral
  - 2 borde anterior de álabe
  - 3 borde posterior de álabe
  - 4 lado de presión de los álabes
  - 10 5 lado de aspiración de los álabes
  - 6 borde de entrada de raíz de álabe
  - 7 borde de salida de raíz de álabe
  - 8 sección no contorneada de la pared lateral en la entrada de grilla
  - 9 sección no contorneada de la pared lateral en la salida de grilla
  - 15 10 engrosamiento a lo largo del lado de aspiración
  - 11 depresión a lo largo del lado de presión
  - 12 segundo engrosamiento
  - 13 área de redondeado de raíz
  - 14 engrosamiento en el borde de entrada
  - 20 20 álabe
  - A sección en 1 % de la longitud de canal de álabe
  - B sección en 25 % de la longitud de canal de álabe
  - C sección en 50 % de la longitud de canal de álabe
  - D sección en 75 % de la longitud de canal de álabe
  - 25 E sección en 99 % de la longitud de canal de álabe

## REIVINDICACIONES

- 5 1. Sistema de álabes para una turbomáquina, estando en una pared lateral (1) que presenta un número de álabes (20) configurados engrosamientos (10) y depresiones (11), estando dispuestos para el número de álabes (20), en cada caso, al menos una depresión (11) en un lado de presión de los álabes (4), y al menos un engrosamiento (10) en un lado de aspiración de los álabes (5), estando la pared lateral (1) axialmente no contorneada detrás de la depresión (11), caracterizado porque un engrosamiento (12) adicional circunferencialmente simétrico o circunferencialmente asimétrico está dispuesto en la mitad de la grilla de álabes orientada hacia el lado de salida entre el lado de aspiración de los álabes y el lado de presión de los álabes y la depresión (11) se extiende en ambos lados de este engrosamiento (12) adicional configurado como elevación.
- 10 2. Sistema de álabes para una turbomáquina, estando en una pared lateral (1) que presenta un número de álabes (20) configurados engrosamientos (10) y depresiones (11), estando dispuestos para el número de álabes (20), en cada caso, al menos una depresión (11) en un lado de aspiración de los álabes (5), al menos un engrosamiento (10) en un lado de presión de los álabes (4) y un engrosamiento (12) adicional circunferencialmente simétrico o circunferencialmente asimétrico en la mitad de la grilla de álabes orientada hacia el lado de salida entre el lado de aspiración de los álabes y el lado de presión de los álabes, caracterizado porque la depresión (11) se extiende en ambos lados de este engrosamiento (12) adicional configurado como elevación y la pared lateral (1) axialmente no es contorneada detrás de la depresión (11).
- 15 3. Sistema de álabes según una de las reivindicaciones precedentes, caracterizado porque la pared lateral no es contorneada axialmente delante y/o detrás de los engrosamientos y/o las depresiones.
- 20 4. Sistema de álabes según una de las reivindicaciones precedentes, caracterizado porque las depresiones y/o engrosamientos dispuestos en un lado de presión o lado de aspiración están dispuestos, al menos en parte, en la mitad de la grilla de álabes orientada hacia el lado de entrada.
- 25 5. Sistema de álabes según una de las reivindicaciones precedentes, caracterizado porque las depresiones y/o engrosamientos dispuestos en el lado de presión de los álabes o lado de aspiración de los álabes se extienden en sentido axial sobre al menos un 10 %, preferentemente al menos un 30 %, particularmente al menos un 50 % y preferentemente al menos un 60 % de la longitud axial de grilla.
- 30 6. Sistema de álabes según una de las reivindicaciones precedentes, caracterizado porque un extremo de las depresiones y/o engrosamientos dispuestos en un lado de presión o lado de aspiración de álabes están distanciados del borde de entrada de álabe en sentido axial al menos un 10 %, en particular al menos un 20 %, preferentemente al menos un 40 % y/o como máximo un 90 %, en particular como máximo un 80 %, preferentemente como máximo un 60 % de la longitud de la cuerda de álabe.
- 35 7. Sistema de álabes según una de las reivindicaciones precedentes, caracterizado por un engrosamiento (14) adicional circunferencialmente simétrico o circunferencialmente asimétrico en el borde de entrada de un álabe, en particular en el lado de aspiración y/o lado de presión del álabe.
- 40 8. Sistema de álabes según una de las reivindicaciones precedentes, caracterizado porque el álabe (20) presenta un área de redondeado de raíz (13) en el sector del pasaje del álabe (20) a la pared lateral (1).
- 45 9. Sistema de álabes según una de las reivindicaciones precedentes, caracterizado porque en el sector del pasaje del álabe (20) a la pared lateral (1), el álabe (20) presenta un pasaje doblado, particularmente ortogonal.
10. Procedimiento para la fabricación de un sistema de álabes según una de las reivindicaciones precedentes con al menos una conformación y/o al menos una mecanización con desprendimiento de viruta, de tal manera que en una pared lateral (1) que presenta un número de álabes (20) se configuren engrosamientos (10) y depresiones (11), siendo configurados para el número de álabes (20), en cada caso, al menos una depresión (11) o un engrosamiento (10) en un lado de presión de los álabes (4), al menos un engrosamiento (10) o una depresión (11) en un lado de aspiración de los álabes (5) y un engrosamiento (12) adicional circunferencialmente simétrico o circunferencialmente asimétrico en la mitad de la grilla de álabes orientada al lado de salida entre el lado de aspiración de los álabes y el lado de presión de los álabes, estando la pared lateral (1) axialmente no contorneada detrás del engrosamiento (12) adicional y extendiéndose la depresión (11) en ambos lados de este engrosamiento (12) adicional.

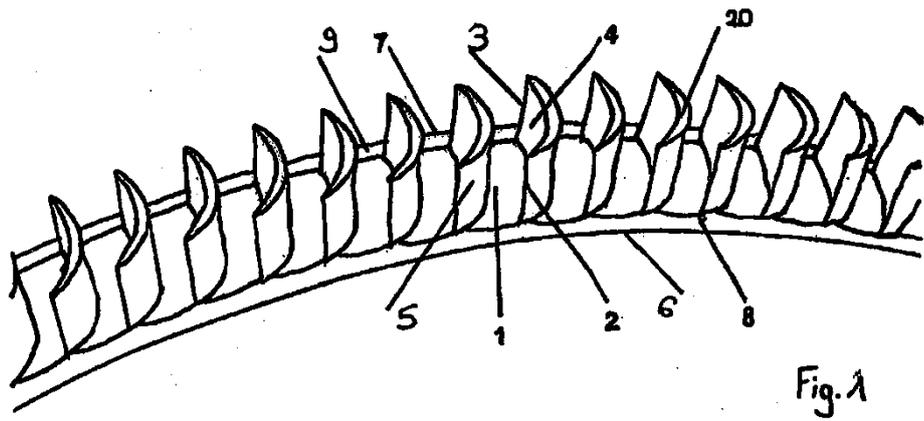


Fig. 1

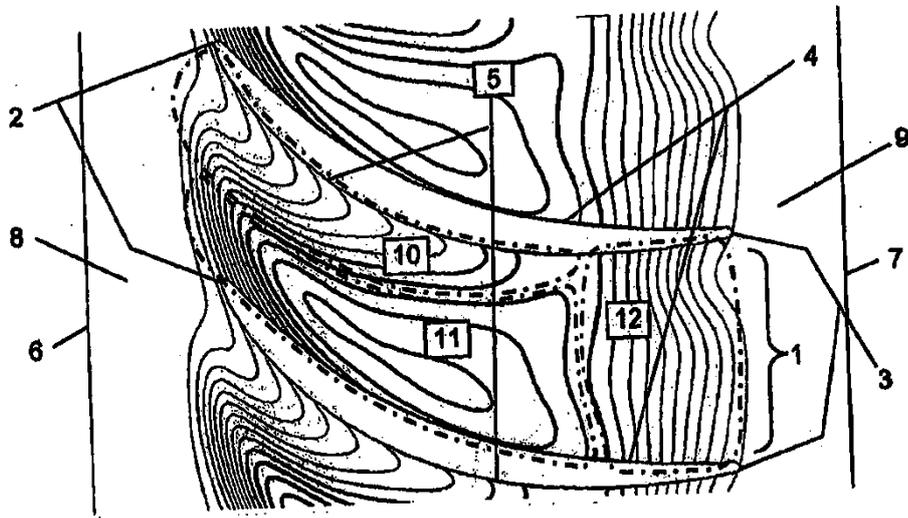


Fig. 2

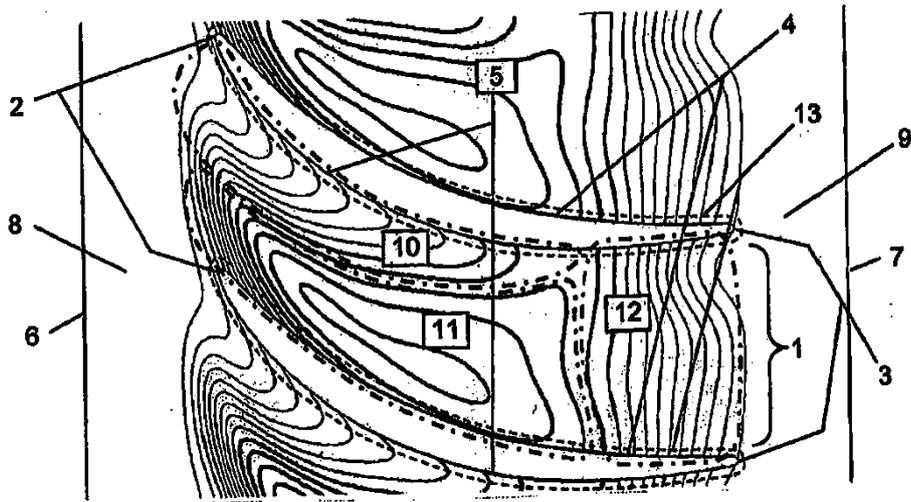


Fig. 3

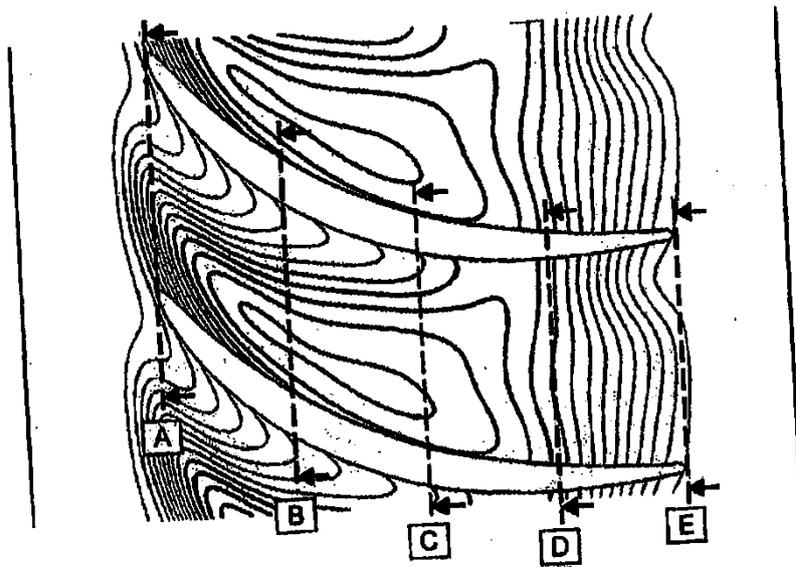


Fig. 4

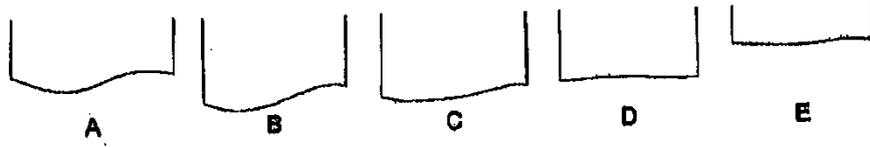


Fig. 5

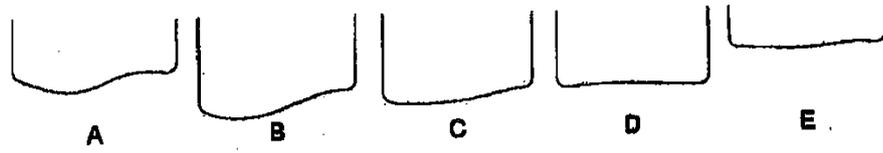


Fig. 6



Fig. 7

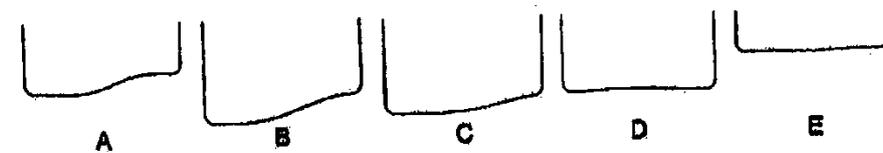


Fig. 8

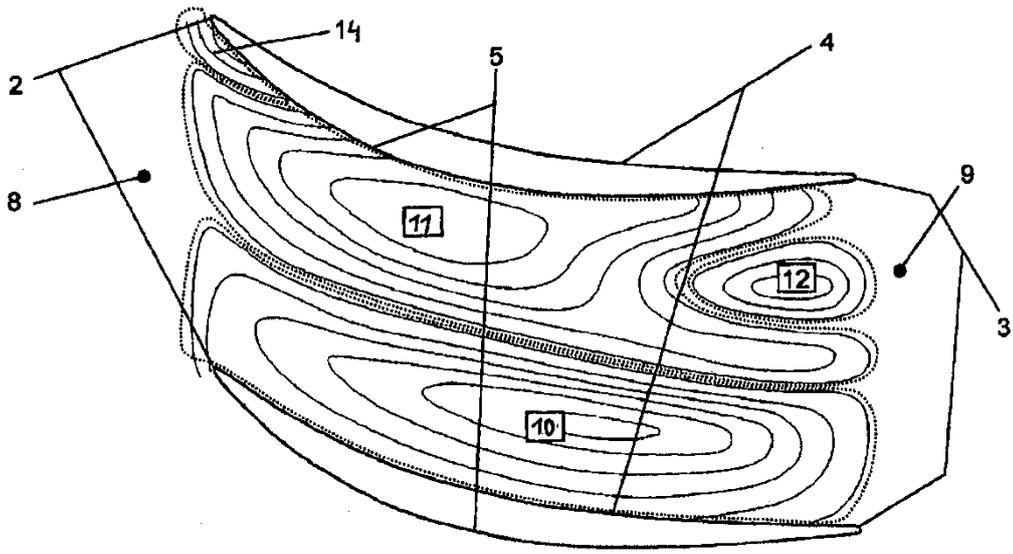


Fig. 9

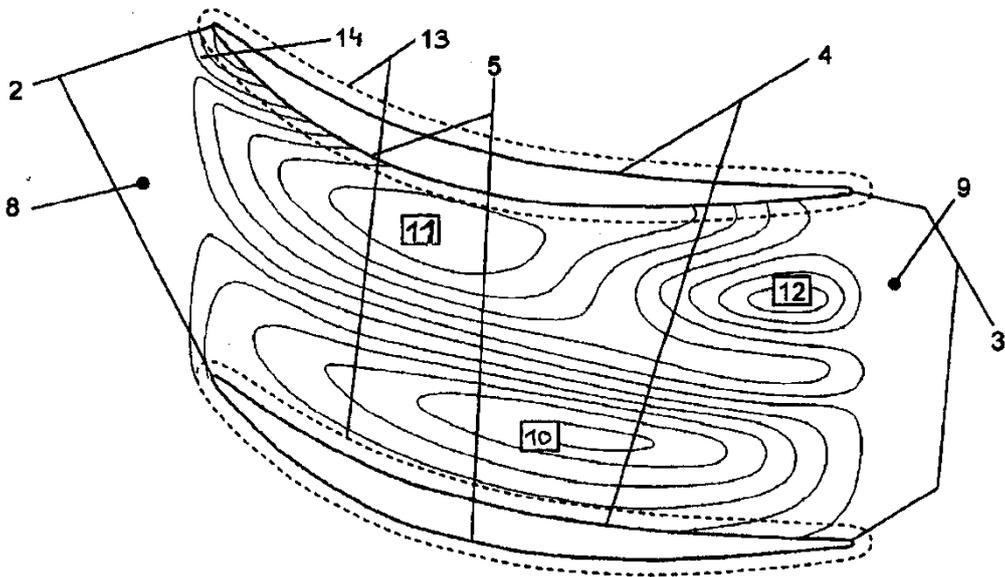


Fig. 10

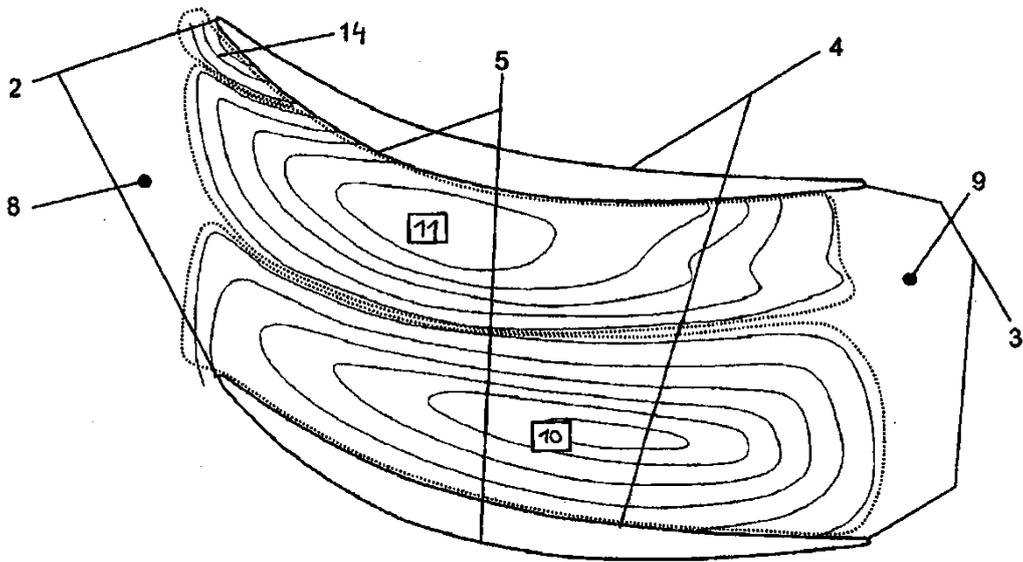


Fig. 11

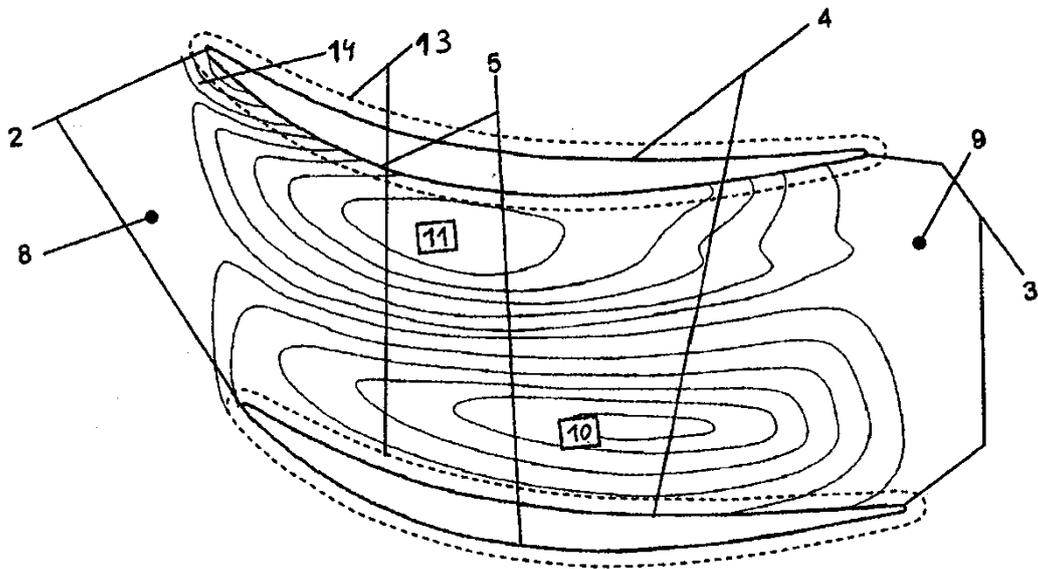


Fig. 12