

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 934 210**

51 Int. Cl.:

**F01D 9/06** (2006.01)

**F01D 11/00** (2006.01)

**F01D 11/06** (2006.01)

**F01D 11/10** (2006.01)

12

## TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **15.04.2019** **E 19169137 (7)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **23.11.2022** **EP 3561236**

54 Título: **Álabe guía para una turbina de una turbomáquina, módulo de turbina y uso de un módulo de turbina**

30 Prioridad:

**24.04.2018 DE 102018206259**

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

**20.02.2023**

73 Titular/es:

**MTU AERO ENGINES AG (100.0%)**

**Dachauer Strasse 665**

**80995 München, DE**

72 Inventor/es:

**KLINGELS, HERMANN**

74 Agente/Representante:

**SÁNCHEZ SILVA, Jesús Eladio**

ES 2 934 210 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

Álabe guía para una turbina de una turbomáquina, módulo de turbina y uso de un módulo de turbina

## 5 Campo técnico

La presente invención se refiere a un álabe guía para una turbina de una turbomáquina de flujo axial.

## Estado de la técnica

10 La turbomáquina puede ser, por ejemplo, un motor a reacción, por ejemplo, un turborreactor de doble flujo. Funcionalmente, la turbomáquina se divide en compresor, cámara de combustión y turbina. En el caso del motor a reacción, por ejemplo, el aire de succionado es comprimido por el compresor y quemado en la cámara de combustión posterior con queroseno mezclado. El gas caliente resultante, una mezcla de gas de combustión y aire,  
15 fluye a través de la turbina aguas abajo y, a este respecto, se expande. El gas caliente, que también se denomina gas de trabajo, fluye a través de un volumen en un trayecto desde la cámara de combustión a través de la turbina hasta la tobera, en donde en el presente caso se toma en consideración en primer lugar un álabe guía o módulo de turbina y, por tanto, una sección de este trayecto o volumen, al que en lo sucesivo se remitirá como espacio anular.

20 El álabe guía en cuestión presenta una hoja de álabe guía que se extiende entre una banda de cubierta interior y una banda de cubierta exterior. Las bandas de cubierta delimitan en dirección radial el espacio anular en el que se guía el gas de trabajo que fluye alrededor del álabe guía. En el presente caso, se hace referencia en primer lugar a un álabe guía, que a su vez forma parte de una corona de álabes guía que presenta una pluralidad de álabes guía, por regla general, idénticos, que lo rodean. Esto, al igual que la referencia a un motor a reacción, pretende solo ilustrar el  
25 presente objeto, pero no limitar la idea inventiva en su generalidad. La turbomáquina también puede ser, por ejemplo, una turbina de gas estacionaria. El documento GB 744 548 A desvela un álabe guía recorrido por un canal.

## Exposición de la invención

30 La presente invención se basa en el problema técnico de indicar un álabe guía particularmente ventajoso, así como un módulo de turbina ventajoso con dicho álabe guía.

Según la invención, esto se resuelve con el álabe guía según la reivindicación 1, así como el módulo de turbina según la reivindicación 5. El álabe guía está realizado como un álabe hueco, es decir, que tiene un canal de hoja  
35 de álabe guía que recorre su interior y que se extiende entre una entrada radialmente interior y una salida radialmente exterior. Los álabes huecos en sí mismos son conocidos, concretamente como componentes a través de los cuales fluye un fluido refrigerante con fines de refrigeración. En el presente caso, una particularidad reside en el posicionamiento de la entrada de tal manera que el gas que fluye a través del canal de hoja de álabe guía durante el funcionamiento está formado al menos en parte por el gas de trabajo guiado en el espacio anular. Así,  
40 este se redistribuye a través del canal de hoja de álabe desde radialmente dentro hacia radialmente fuera.

En un principio, esta redistribución puede ser ventajosa para el equilibrio térmico. Las temperaturas en la zona de la carcasa (radialmente exterior) por regla general son bastante más altas que en la zona del buje (radialmente interior). En consecuencia, los intersticios de funcionamiento pueden aumentar radialmente hacia fuera con la creciente  
45 duración del uso, lo que reduce aún más la rotación de trabajo en ese lugar; los intersticios de funcionamiento también causan pérdidas de flujo (flujo de holgura). Con el objeto de la invención, el gas de trabajo más frío es llevado desde radialmente dentro hacia radialmente fuera a través del canal de hoja de álabe guía. En un diseño según el estado de la técnica, alrededor de la banda de cubierta exterior del álabe rotor dispuesto aguas abajo del álabe guía fluye gas de trabajo caliente, en donde este se calienta considerablemente, lo que puede provocar problemas mecánicos. La  
50 elevada sollicitación de fuerza centrífuga en combinación con las altas temperaturas provoca elevadas sollicitaciones de fluencia. Una ventaja en el presente caso puede resultar de la reducción de la temperatura en la banda de cubierta exterior del álabe rotor; en general, una reducción del nivel de temperatura en la zona de la carcasa es ventajosa.

Como se detalla más adelante, el gas redistribuido también puede contener en parte también una cantidad de fluido barrera inyectado radialmente dentro de la banda de cubierta interior para proteger los discos de rotor de las altas  
55 temperaturas del espacio anular. En cuanto a la compensación del gradiente radial de temperatura, esto puede ser ventajoso en la medida en que el fluido barrera por regla general es significativamente más frío que el gas de trabajo, por ejemplo, el aire de compresor, es decir, que no solo se redistribuye el gas de trabajo, sino que se transporta un gas más frío en la observación de conjunto radialmente hacia el exterior. La succión del fluido barrera donde este fluye  
60 radialmente hacia el interior del espacio anular también puede ser ventajosa desde el punto de vista técnico de la fluidez y, por tanto, del grado de eficacia. Esto se debe a que el fluido barrera entrante tiene concretamente una velocidad y dirección significativamente diferentes a las del gas de trabajo guiado en el espacio anular, lo que, sin la succión, perturbaría considerablemente el flujo principal. En sentido figurado, se succiona radialmente dentro del espacio anular una capa límite problemática desde el punto de vista técnico del flujo (por regla general, junto con un  
65 fluido barrera, véase más abajo), que puede reducir la perturbación del flujo principal. Correspondientemente, la disposición según la invención puede prevenir una caída del grado de eficacia en la zona del buje.

Diseños preferidos se encuentran en las reivindicaciones dependientes y en toda la descripción, en donde, en la presentación de las características no siempre se distingue en detalle entre aspectos del dispositivo y aspectos del procedimiento o uso; en cualquier caso, implícitamente, la divulgación debe leerse con respecto a todas las categorías reivindicadas. En particular, la divulgación se refiere siempre tanto al álabe guía como a un módulo de turbina con dicho álabe guía o a correspondientes usos.

En general, en el marco de la presente divulgación, “axial” se refiere al eje longitudinal del módulo de turbina, es decir, el eje longitudinal de la turbomáquina, que coincide, por ejemplo, con un eje de rotación de los rotores. “Radial” se refiere a las direcciones radiales perpendiculares al mismo y que se alejan de él, y “circular” o “dirección de circulación” se refieren a la rotación alrededor del eje longitudinal. “Uno” y “una”, en el marco de esta divulgación, a menos que se indique expresamente lo contrario, deben leerse como artículos indeterminados y, por lo tanto, siempre también como “al menos uno” o “al menos una”. Así, por ejemplo, la corona de álabes guía con la hoja de álabe guía según la invención tiene una pluralidad de tales hojas, que están dispuestas rotosimétricamente entre sí, por ejemplo, alrededor del eje longitudinal. También pueden preverse varios álabes guía integrados entre sí, es decir, agrupados en un segmento de álabe guía, que puede presentar, por ejemplo, 2, 3, 4, 5 o 6 álabes.

En relación con el flujo de gas de trabajo a su alrededor, la hoja de álabe guía tiene un borde anterior y un borde posterior, así como dos superficies laterales que unen entre sí los bordes anterior y posterior, uno de los cuales forma el lado de succión y el otro, el lado de presión. El canal de hoja de álabe guía está dispuesto en el interior de la hoja de álabe guía. Preferiblemente, el canal de hoja de álabe guía está libre de bucles en su extensión entre la entrada y la salida, es decir, que hay exactamente un canal desde el interior hacia el exterior que conecta directamente la entrada y la salida.

En una forma de realización preferida, la salida del canal de hoja de álabe guía está dispuesta radialmente fuera de la banda de cubierta exterior. Por lo tanto, el gas que fluye desde el interior radialmente hacia el exterior no es soplado, al menos no directamente, al interior del espacio anular, lo que es ventajoso en término de flujo desde el punto de vista técnico. No obstante, se puede conseguir la refrigeración de la zona de la carcasa.

En un diseño preferido, la salida está desplazada hacia aguas abajo del borde posterior de la hoja de álabe guía. Las indicaciones “aguas abajo” y “aguas arriba” se refieren generalmente al flujo del gas de trabajo en el espacio anular, a menos que se indique explícitamente lo contrario. Con la salida desplazada hacia atrás, en particular, se puede lograr un flujo sobre la banda de cubierta exterior del álabe o los álabes rotores posteriores con el gas guiado radialmente hacia fuera, para más detalles, véase más adelante.

En una realización preferida, la entrada del canal de hoja de álabe guía está situada en un borde anterior del álabe guía que apunta hacia aguas arriba. En general, la entrada de gas de trabajo desde el espacio anular también podría conseguirse ciertamente con una entrada dispuesta en la propia banda de cubierta, pero la disposición en el borde anterior puede resultar ventajosa, por ejemplo, en lo que respecta a la entrada proporcional del fluido barrera.

La invención también se refiere a un módulo de turbina un álabe guía divulgado en el presente documento, a este respecto, preferiblemente un módulo de turbina de baja presión.

En un diseño preferido del módulo de turbina, un álabe rotor está dispuesto aguas arriba del álabe guía (que, por regla general, análogamente al álabe guía, forma parte de la corona con varias hojas rotosimétricas de idéntica construcción). A continuación, la banda de cubierta interior del álabe rotor situado aguas arriba forma un sello laberíntico junto con la banda de cubierta interior del álabe guía, al que se alimenta un fluido barrera radialmente desde el interior (el sello laberíntico se denomina “sello” porque sirve para proteger los discos de rotor en la zona del buje, véase más adelante). Específicamente, el sello laberíntico se forma haciendo que un borde posterior aguas abajo de la banda de cubierta interior del álabe rotor se solape axialmente con un borde anterior aguas arriba de la banda de cubierta interior del álabe guía, en donde el borde posterior de la banda de cubierta interior del álabe rotor se sitúa preferiblemente radialmente dentro del borde anterior de la banda de cubierta interior del álabe guía.

En un diseño preferido, se prevé un nervio de sellado radialmente dentro de la banda de cubierta interior del álabe guía como parte del sello laberíntico. Este, normalmente se extiende axialmente hacia delante, alejándose de una pared de soporte del sello y preferiblemente tiene un solapamiento axial con el borde posterior de la banda de cubierta interior del álabe rotor. De este modo, dicho borde posterior queda radialmente encerrado entre el borde anterior de la banda de cubierta interior del álabe guía y el nervio de sellado, razón por la cual esta disposición también se denomina “sellado de boca de pez”. Visto en una sección axial, el fluido barrera fluye entonces a través del sello laberíntico radialmente desde el interior hacia el exterior radial con un curso en forma de S.

Como ya se ha mencionado, una ventaja del objeto de la invención puede ser que este fluido barrera introducido para apantallar el buje de rotor sea succionado al menos parcialmente a través de la entrada, de tal modo que el flujo principal en el espacio anular no se vea perturbado significativamente. A pesar de esta succión, el fluido barrera fluye a través de las zonas de solapamiento descritas, es decir, que la zona de buje está bloqueada frente al gas de trabajo. Observando globalmente la corona de álabes rotores o la corona de álabes guía, los solapamientos mencionados existen idealmente con independencia de la posición axial del rotor con respecto al estátor.

El gas que fluye a través del canal de hoja de álabe guía durante el funcionamiento, como se ha mencionado, en un diseño preferido es también parte del fluido barrera succionado en la entrada. Preferiblemente, sin embargo, la mayor parte del gas conducido radialmente hacia el exterior en el espacio anular es gas de trabajo succionado.

Una forma de realización preferida se refiere a un módulo de turbina con un álabe rotor o una correspondiente corona de álabes rotores dispuesto o dispuesta aguas abajo del álabe guía. El álabe rotor aguas abajo tiene una hoja de álabe rotor que se extiende entre una banda de cubierta interior (radialmente interior) y una banda de cubierta exterior (radialmente exterior). La salida del canal de hoja de álabe guía se dispone así ventajosamente de tal manera que el gas guiado al exterior se conduce aguas abajo de la salida radialmente fuera de la banda de cubierta exterior del álabe guía o fluye alrededor de la banda de cubierta exterior (por supuesto, no todo el gas guiado al exterior tiene por qué fluir fuera de la banda de cubierta exterior). Por lo tanto, el gas no se sopla predominantemente al espacio anular, sino fuera del canal de flujo principal, a la zona situada fuera de bandas de cubierta. Por un lado, esto ya puede lograr una refrigeración de esta zona.

Por otra parte, en un diseño preferido, la cantidad de gas se dimensiona de tal manera que la banda de cubierta de álabe exterior es recorrida exclusivamente por el gas guiado radialmente hacia el exterior. A la inversa, esto significa que ningún gas de trabajo de las capas límite del espacio anular fluye sobre las bandas de cubierta exteriores, lo que puede ser térmicamente ventajoso (la banda de cubierta exterior se calienta menos), pero en particular también puede significar una menor perturbación del flujo principal. En consecuencia, idealmente también se puede conseguir una mejora local del grado de eficacia.

En una forma de realización preferida, la salida del canal de hoja de álabe guía está prevista de tal manera que el gas que sale se abre en abanico en dirección de circulación, es decir, divergente. En consecuencia, los efectos que se acaban de describir pueden conseguirse, por ejemplo, no solo con la hoja u hojas de álabe guía alineadas, sino, de manera ideal, esencialmente a lo largo de toda la circulación.

En una forma de realización preferida, la salida del canal de hoja de álabe guía está prevista de tal manera que el gas saliente difiere en su velocidad y/o dirección del gas de trabajo guiado en el espacio anular, es decir, de la velocidad y/o dirección del gas de trabajo en esta zona radialmente exterior del espacio anular. Las características de flujo del gas guiado radialmente hacia el exterior pueden ajustarse independientemente del gas de trabajo, por ejemplo, un componente de circulación puede ser menor que la velocidad de circulación de la banda de cubierta de rotor aguas abajo.

En general, el flujo a través del canal de hoja de álabe guía, es decir, la succión radialmente hacia dentro y el soplado radialmente hacia fuera, resulta de una diferencia de presión a través del álabe guía. El tamaño (la sección transversal de la salida) puede utilizarse para ajustar la velocidad, la orientación determina la dirección del flujo saliente de fluido. Esto permite las posibilidades de diseño descritas, ya que se pueden reducir las pérdidas de flujo en el espacio anular y, por tanto, las pérdidas del grado de eficacia. También se pueden minimizar las pérdidas por fricción y, por tanto, el calentamiento local, por ejemplo, de la banda de cubierta exterior.

Preferiblemente, el módulo de turbina presenta una pluralidad de etapas, en cada caso con una corona de álabes guía y una corona de álabes rotores aguas abajo. Preferiblemente, los álabes guía están previstos en todas las etapas de la turbina con correspondientes canales de hoja de álabe guía, de tal modo que se establece una temperatura más baja en general en la zona de carcasa. Se reduce la necesidad de aire de refrigeración en la carcasa y también se puede mejorar el mantenimiento de intersticios.

En una forma de realización preferida, se prevé una hoja de álabe rotor hecha de un material forjado, por ejemplo, Udimet720, Nimonic90 o Nimonic 115, dispuesta aguas abajo del álabe guía con canal de hoja de álabe guía. Preferiblemente, todo el álabe rotor está previsto de un material forjado.

En general, un material forjado puede ser de interés, por ejemplo, debido a sus mejores propiedades de resistencia en comparación con un material fundido, por ejemplo, con respecto a la resistencia a la tracción, el límite elástico, HCF, LCF, resistencia al impacto entallado, alargamiento a la rotura, etc. Por ello, especialmente en las etapas posteriores de la turbina o en la turbina de baja presión, puede ser interesante el uso de un material forjado; sin embargo, en las turbinas según el estado de la técnica, las temperaturas son, por regla general, aún demasiado elevadas para ello, por lo que se recurre a materiales fundidos resistentes a la temperatura. Con el planteamiento según la invención, las temperaturas pueden reducirse, en particular en la zona radialmente exterior, lo que puede ser ventajoso en sí mismo con respecto a una mayor vida útil, pero también permite el uso de otros materiales. Preferiblemente, se utilizan materiales forjados.

Otro diseño preferido también se refiere al uso de un material forjado a partir del cual se prevé todo el disco de la turbina. Esto significa que el disco del rotor junto con las hojas de álabe previstas integralmente en él es de material forjado.

La invención también se refiere al uso de un módulo de turbina descrito en el presente documento, en particular para una turbomáquina de flujo axial, preferiblemente un motor de reacción. En el marco del uso, por un lado, el espacio anular es atravesado por el gas de trabajo y, por otro lado, a través del canal de hoja de álabe guía se redistribuye radialmente desde dentro hacia radialmente hacia fuera gas que está formado al menos en parte por gas de trabajo, preferiblemente también en parte por fluido de sellado.

## Breve descripción de los dibujos

A continuación, la invención se explica con más detalle por medio de un ejemplo de una realización, en donde las características individuales también pueden ser esenciales para la invención en otras combinaciones en el marco de las reivindicaciones secundarias y no se hace ninguna distinción en detalle entre las diferentes categorías de las reivindicaciones.

En detalle, muestra

la Figura 2, una sección axial de un módulo de turbina según la invención con un álabe guía con canal de hoja de álabe guía; la Figura 1, en comparación con la figura 2, una variante del estado de la técnica sin canal de hoja de álabe guía para ilustrar las ventajas conseguidas según la invención;

la Figura 3, un diagrama que ilustra la curva de temperatura radial;

la Figura 4, un diagrama que ilustra la curva del grado de eficacia radial;

la Figura 5, una sección axial de una turbomáquina con un módulo de turbina según la figura 1.

## Realización preferida de la invención

La figura 2 muestra un fragmento de un módulo 1 de turbina según la invención en una sección axial. Un espacio anular 2 formado por el módulo 1 de turbina es atravesado durante el funcionamiento por gas de trabajo que se propaga desde la cámara de combustión (a la izquierda del módulo 1 de turbina) hasta la tobera (a su derecha); véase también la figura 5 a título ilustrativo. En este espacio anular 2 está dispuesto un álabe guía 3, que presenta una banda 3a de cubierta interior, una banda 3b de cubierta exterior y una hoja 3c de álabe guía entre ambas. Aguas arriba del álabe guía 3, se encuentra un álabe rotor 4, aguas abajo del mismo un álabe rotor 5. El álabe guía 3 se muestra en sección, el álabe guía 3c es atravesado radialmente hacia dentro y radialmente hacia fuera por un canal 3d de hoja de álabe guía. La entrada 6 al canal 3d de hoja de álabe guía está situada en la banda 3a de cubierta interior del álabe guía 3, concretamente en su borde anterior aguas arriba. La salida 7 del canal 3d de hoja de álabe guía está dispuesta radialmente fuera de la banda 3b de cubierta exterior y está desplazada axialmente aguas abajo con respecto al borde posterior 3ca de la hoja 3c de álabe guía.

Debido a la diferencia de presión a través del álabe guía 3, el aire es succionado radialmente hacia el interior por la entrada 6 y expulsado radialmente hacia el exterior por la salida 7. La entrada 6 está dispuesta a este respecto de tal manera que el gas 8 que fluye a través del canal 3d de hoja de álabe guía está formado en parte por el gas de trabajo guiado en el espacio anular 2. En concreto, se succiona una capa límite 10 de pared lateral del flujo principal. Esto es técnicamente ventajoso para el flujo y, además, las temperaturas en el espacio anular son también más bajas radialmente en el interior que radialmente en el exterior, por lo que se puede evitar un gradiente de temperatura excesivo mediante la redistribución.

Además, a través de la entrada 6 también se succiona en parte un fluido barrera 11 que se introduce radialmente hacia el interior para proteger la zona del buje y fluye a través de un sello laberíntico 12. Este último está formado por el solapamiento axial de un nervio 13 de sellado, la banda 4a de cubierta interior del álabe rotor 4, concretamente su borde posterior, y la banda 3a de cubierta interior del álabe guía 3, concretamente su borde anterior. Este fluido barrera 11 es aire de compresor considerablemente más frío cuya redistribución radial hacia el exterior a través del canal 3d de hoja de álabe guía es ventajosa para evitar gradientes de temperatura desproporcionados.

A título comparativo, la figura 1 muestra un módulo 1 de turbina del estado de la técnica con un sello laberíntico 12 de diseño análogo, en donde el álabe guía 3, a diferencia de la figura 2, no está provisto de un canal 3d de hoja de álabe guía. En consecuencia, el fluido barrera 11 fluye hacia el espacio anular 2, donde perturba el flujo principal. Además, las capas límite 10 de pared lateral, por regla general, ya están sometidas a tensiones de flujo, por lo que cabe esperar que se produzcan pérdidas generales de flujo y pérdidas del grado de eficacia (en comparación con la variante según la figura 2). La figura 1 ilustra además que también hay un flujo 20 de fuga radialmente hacia fuera, que fluye sobre las bandas 4b, 5b de cubierta exterior de los álabes rotores 4, 5. Esto también provoca una perturbación del flujo principal.

Con el diseño según la invención, esto se evita disponiendo la salida 7 del canal 3d de hoja de álabe guía de tal manera que el gas 8 guiado radialmente hacia fuera fluya sobre la banda 5b de cubierta exterior del álabe rotor 5. La cantidad está dimensionada a este respecto de tal manera que ningún gas de trabajo del espacio anular 2 fluye sobre la banda 5b de cubierta exterior. Como se puede ver en la figura 1, esto también se cumple análogamente para la etapa de turbina previa, pero en aras de una mayor claridad la descripción se refiere a la interacción del álabe guía 3 con el álabe rotor 5.

La figura 3 ilustra una curva de temperatura radial tal como se produce en un módulo 1 de turbina según la figura 1, es decir, sin redistribución a través del canal 3d de hoja de álabe guía. La temperatura T se representa en el eje x, así como, en el eje y, el radio R apartado de la banda de cubierta interior. La línea continua refleja la temperatura del gas de trabajo, que viene determinada principalmente por el perfil de temperatura a la salida de la cámara de combustión. La temperatura aumenta radialmente hacia el exterior, véase también la introducción a la descripción.

La figura 4 ilustra el grado de eficacia  $\eta$  (eje x) relativamente al radio R (eje y). Entre otras cosas, debido al flujo 10 de capa límite y al flujo 20 de fuga, se produce una caída del grado de eficacia radialmente hacia dentro y radialmente hacia fuera. Además, hay una perturbación causada por el fluido barrera 11 que fluye radialmente hacia el interior del espacio anular. Como resulta evidente a partir de la figura 3, este último también tiene allí una temperatura significativamente inferior a la del gas de trabajo, véase el punto  $T_{11}$  en el eje x. Si el fluido barrera 11 fluye hacia el espacio anular 2, se establece allí una temperatura de mezcla  $T_{Mix}$ , de modo que el gradiente ( $\Delta T_{(a-Mix)}$ ) de temperatura es aún mayor que si se considera únicamente el gas de trabajo ( $\Delta T_{(a-i)}$ ).

Como se ha explicado anteriormente, el planteamiento según la invención redistribuye el fluido barrera 11 más frío y también el gas de trabajo más frío radialmente desde dentro hacia radialmente fuera, de modo que se pueden reducir los gradientes de temperatura. Debido a la menor perturbación del flujo principal radialmente en el interior y radialmente en el exterior, también se puede lograr una curva de grado de eficacia mejorada.

La figura 5 muestra una sección axial de una turbomáquina 50, concretamente un motor de reacción. Funcionalmente, la turbomáquina 50 se divide en compresor 50a, cámara 50b de combustión y turbina 50c. Tanto el compresor 50a como la turbina 50c están contruidos en cada caso a partir de varios componentes o etapas, en donde cada etapa está compuesta por una corona de álabes guía y una corona de álabes rotores. Las coronas de álabes rotores rotan alrededor del eje longitudinal 52 de la turbomáquina 50 impulsadas por el gas 51 de trabajo. El módulo 1 de turbina descrito anteriormente forma parte de la turbina 50c, concretamente forma la turbina de baja presión.

#### Lista de referencias

|    |                                                     |        |
|----|-----------------------------------------------------|--------|
|    | Módulo de turbina                                   | 1      |
|    | Espacio anular                                      | 2      |
| 25 | Álabe guía                                          | 3      |
|    | Banda de cubierta interior                          | 3a     |
|    | Banda de cubierta exterior                          | 3b     |
|    | Hoja de álabe guía                                  | 3c     |
|    | Borde posterior                                     | 3ca    |
| 30 | Banda de hoja de álabe guía                         | 3d     |
|    | Álabe rotor (aguas arriba)                          | 4      |
|    | Banda de cubierta interior                          | 4a     |
|    | Banda de cubierta exterior                          | 4b     |
|    | Hoja de álabe rotor                                 | 4c     |
| 35 | Álabe rotor (aguas abajo)                           | 5      |
|    | Banda de cubierta interior                          | 5a     |
|    | Banda de cubierta exterior                          | 5b     |
|    | Hoja de álabe rotor                                 | 5c     |
|    | Entrada                                             | 6      |
| 40 | Salida                                              | 7      |
|    | Gas                                                 | 8      |
|    | Capa límite de pared lateral / flujo de capa límite | 10     |
|    | Fluido barrera                                      | 11     |
|    | Sello laberíntico                                   | 12     |
| 45 | Nervio de sellado                                   | 13     |
|    | Flujo de fuga                                       | 20     |
|    | Turbomáquina                                        | 50     |
|    | Compresor                                           | 50a    |
|    | Cámara de combustión                                | 50b    |
| 50 | Turbina                                             | 50c    |
|    | Gas de trabajo                                      | 51     |
|    | Eje longitudinal                                    | 52     |
|    | Temperatura                                         | T      |
|    | Radio                                               | R      |
| 55 | Grado de eficacia                                   | $\eta$ |

## REIVINDICACIONES

1.      Álabe guía (3) para una turbina (50c) de una turbomáquina (50), con
  - 5      una hoja (3c) de álabe guía, una banda (3a) de cubierta interior y una banda (3b) de cubierta exterior, en donde la banda (3a) de cubierta interior y la banda (3b) de cubierta exterior delimitan un espacio anular (2) en dirección radial con respecto a un eje longitudinal (52) de la turbomáquina (50) en el que se guía gas (51) de trabajo durante el funcionamiento,
  - 10     y en donde la hoja (3c) de álabe guía es atravesada en su interior por un canal (3d) de hoja de álabe guía que se extiende entre una entrada (6) radialmente interior y una salida (7) radialmente exterior,
 

caracterizado por que

  - 15     la entrada (6) está dispuesta de tal manera que un gas (8) que fluye por el canal (3d) de hoja de álabe guía durante el funcionamiento está formado al menos en parte por el gas (51) de trabajo guiado en el espacio anular (2), es decir, que este se redistribuye desde radialmente dentro hacia radialmente fuera en una zona de carcasa.
2.      Álabe guía (3) según la reivindicación 1, en el que la salida (7) del canal (3d) de hoja de álabe guía está dispuesta radialmente fuera de la banda (3b) de cubierta exterior del álabe guía (3).
3.      Álabe guía (3) según la reivindicación 2, en el que la salida (7) del canal (3d) de hoja de álabe guía está desplazada hacia un borde posterior (3ca) de la hoja (3c) de álabe guía con respecto al flujo del gas (51) de trabajo a través del espacio anular (2) en dirección aguas abajo.
4.      Álabe guía (3) según una de las reivindicaciones anteriores, en el que la entrada (6) del canal (3d) de hoja de álabe guía está dispuesta en un borde anterior de la banda (3a) de cubierta interior del álabe guía (3) que apunta en dirección aguas arriba con respecto al flujo del gas (51) de trabajo a través del espacio anular (2).
5.      Módulo de turbina (1) con álabe guía (3) según una de las reivindicaciones anteriores.
6.      Módulo de turbina (1) según la reivindicación 5, que presenta un álabe rotor (4) que está dispuesto aguas arriba del álabe guía (3) con respecto al flujo del gas (51) de trabajo a través del espacio anular (2) y que presenta una banda (4a) de cubierta interior y un hoja (4c) de álabe rotor, en donde un borde posterior, que apunta en dirección aguas abajo, de la banda (4a) de cubierta interior del álabe rotor (4) tiene un solapamiento axial con un borde anterior, que apunta en dirección aguas arriba, de la banda (3a) de cubierta interior del álabe guía (3) para formar un sello laberíntico (12).
7.      Módulo de turbina (1) según la reivindicación 6, en el que, radialmente dentro de la banda (3a) de cubierta interior del álabe guía (3), está dispuesto un nervio (13) de sellado que está previsto como parte del sello laberíntico (12) radialmente dentro del borde posterior de la banda (4a) de cubierta interior del álabe rotor (4) y tiene un solapamiento axial con el mismo.
8.      Módulo de turbina (1) según la reivindicación 6 o 7, que está diseñado de tal manera que un fluido barrera (11) que fluye a través del sello laberíntico (12) durante el funcionamiento desde radialmente dentro hacia radialmente fuera es aspirado al menos parcialmente a través de la entrada (6) del canal (3d) de hoja de álabe guía y fluye a través del canal de hoja de álabe guía como parte del gas (8).
9.      Módulo de turbina (1) según una de las reivindicaciones 5 a 8, que presenta un álabe rotor (5) que está dispuesto aguas abajo del álabe guía (3) con respecto al flujo del gas (51) de trabajo a través del espacio anular (2) y que tiene una hoja (5c) de álabe rotor y una banda (5a) de cubierta interior y una banda (5b) de cubierta exterior, en donde la salida (7) del canal (3d) de hoja de álabe guía está dispuesta de tal manera que el gas (8) que fluye a través del canal (3d) de hoja de álabe guía es guiado radialmente fuera de la banda (5b) de cubierta exterior del álabe guía (5) al menos en parte.
10.     Módulo de turbina (1) según la reivindicación 9, en el que el gas que es guiado radialmente fuera de la banda (5b) de cubierta exterior del álabe rotor (5) está dimensionado en su cantidad de tal manera que se bloquea el flujo de gas (51) de trabajo que sale directamente del espacio anular (2) por la banda (5b) de cubierta exterior del álabe rotor (5).
11.     Módulo de turbina (1) según la reivindicación 9 o 10, en el que la salida (7) del canal (3d) de hoja de álabe guía está previsto de tal manera que el gas (8) que fluye a través del canal (3d) de hoja de álabe guía sale divergentemente en sentido circular.
12.     Módulo de turbina (1) según una de las reivindicaciones 9 a 11, en el que la salida (7) del canal (3d) de hoja de álabe guía está prevista de tal manera que el gas (8) que fluye a través del canal (3d) de hoja de

álabe guía sale con una velocidad y/o dirección diferente de la que tiene en esta zona el gas (51) de trabajo guiado en el espacio anular (2).

- 5
13. Módulo de turbina (1) según una de las reivindicaciones 5 a 12, en el que un álabe o los álabes rotores (5) dispuestos aguas abajo del álabe guía (3) presentan una hoja (5c) de álabe rotor prevista de un material forjado.
14. Módulo de turbina (1) según una de las reivindicaciones 5 a 12, en el que un álabe o los álabes rotores (5) dispuestos aguas abajo del álabe guía (3) forman parte de un disco con hojas de álabe integrales que está previsto de un material forjado.
- 10
15. Uso de un módulo de turbina (1) según una de las reivindicaciones 5 a 14, en el que se guía gas de trabajo (51) en el espacio anular (2) y el gas (8), que está formado al menos en parte por el gas (51) de trabajo guiado en el espacio anular (2), fluye a través del canal (3d) de hoja de álabe guía desde radialmente dentro hacia radialmente fuera, de modo que este gas se redistribuye desde radialmente dentro hacia radialmente fuera.

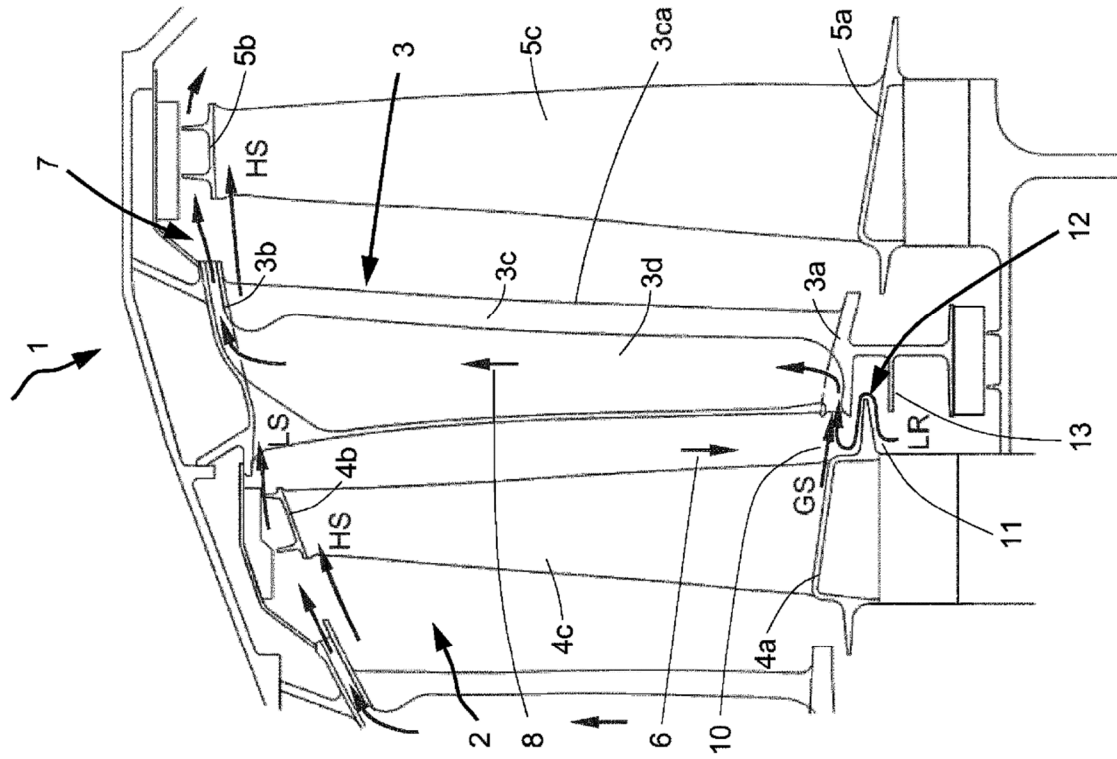


Fig. 2

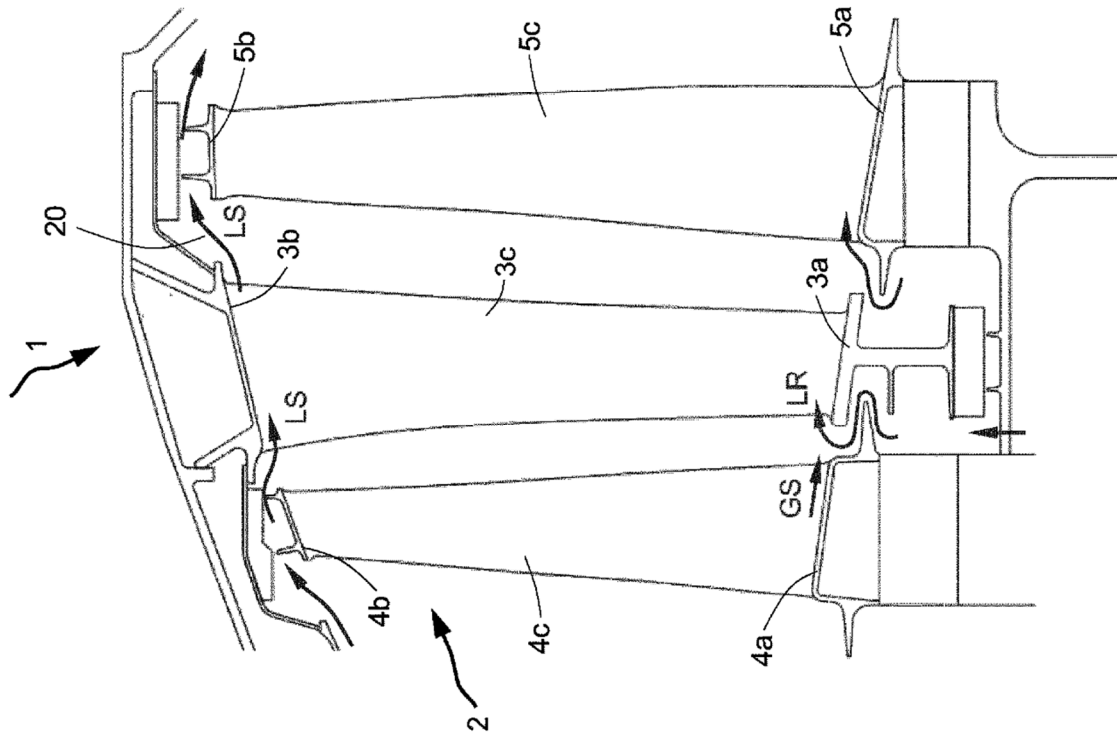


Fig. 1

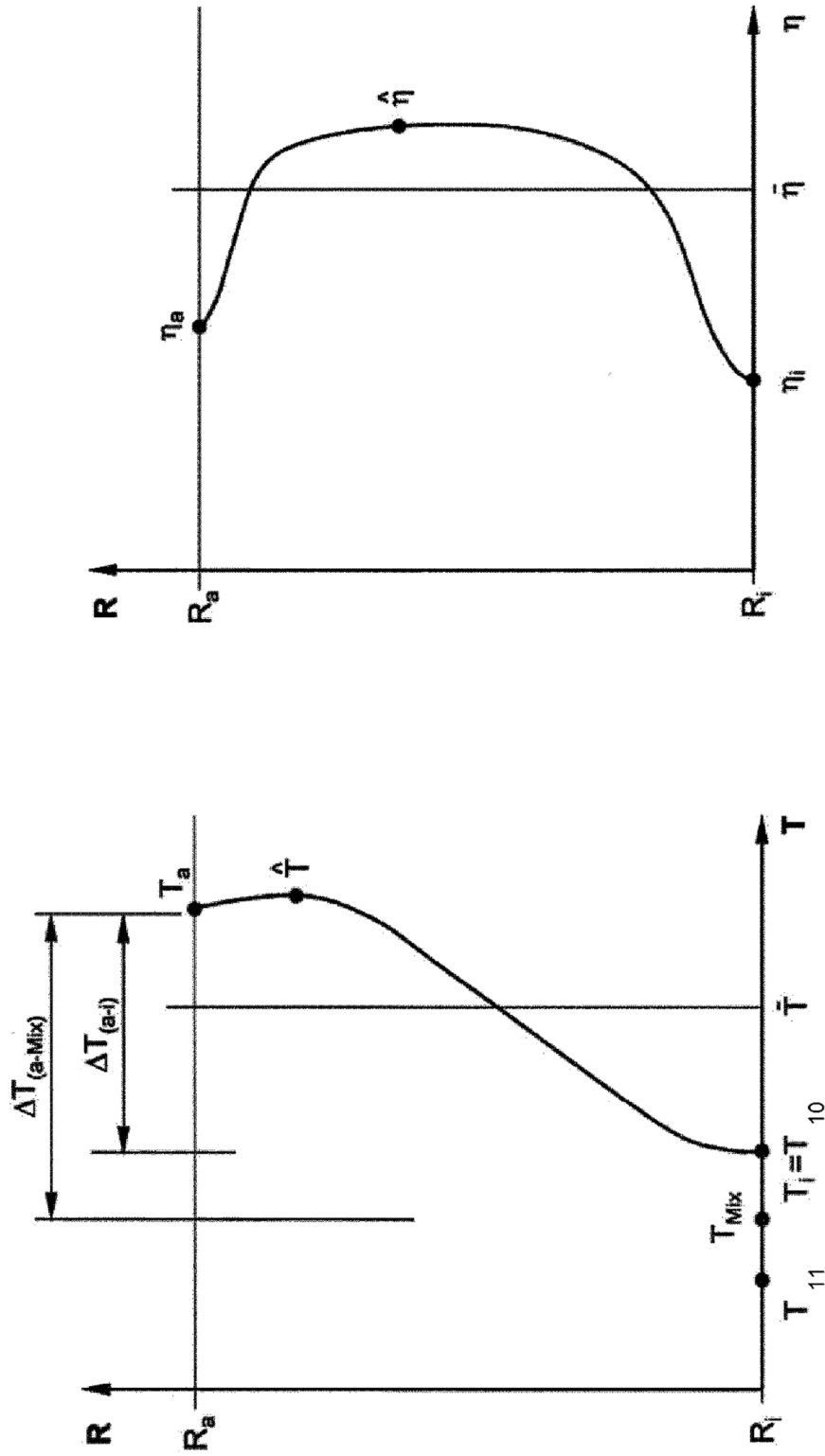


Fig. 4

Fig. 3

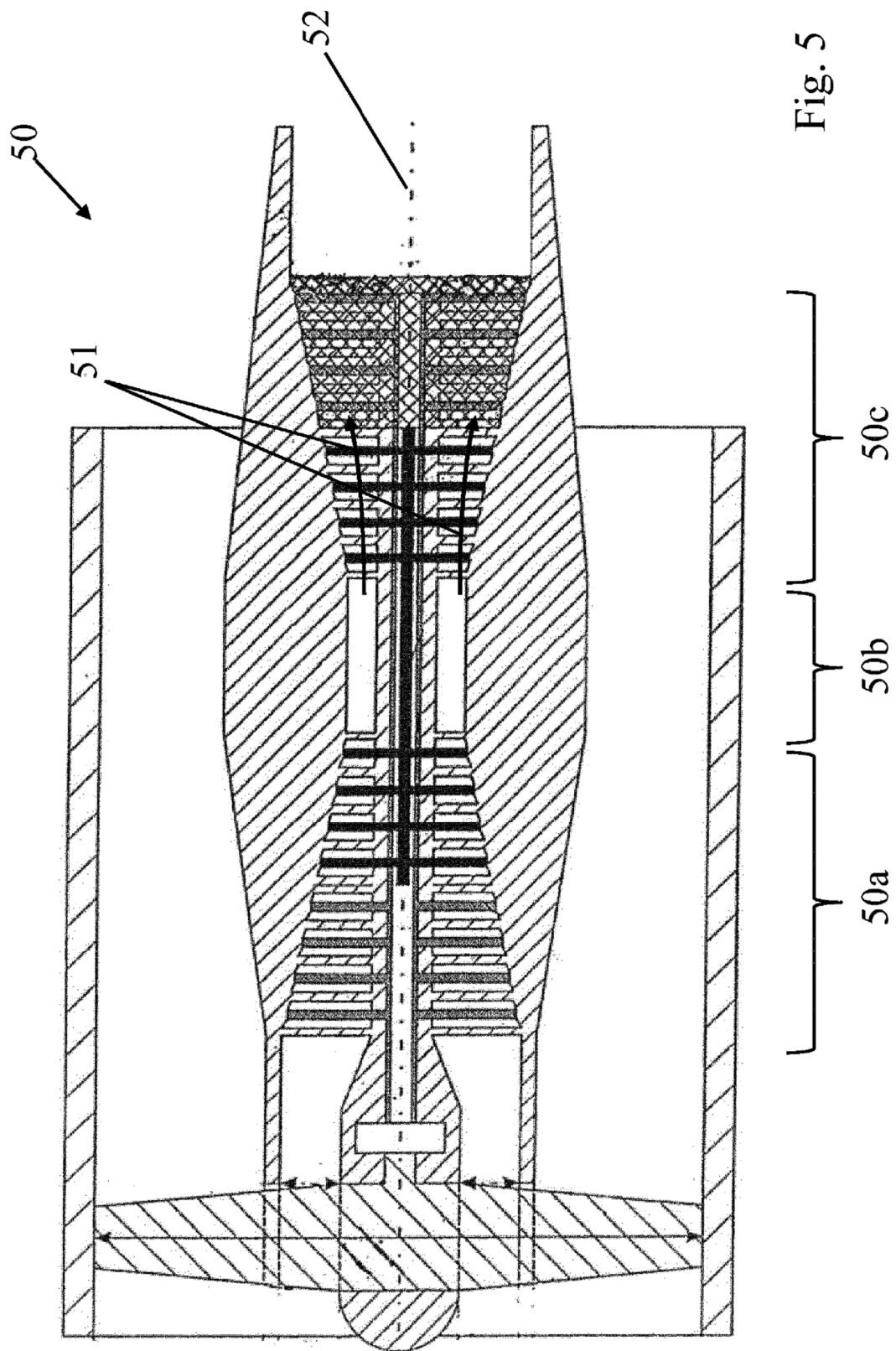


Fig. 5