

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 983 543**

51 Int. Cl.:

F01D 5/22

(2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **04.07.2022** **E 22182760 (3)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **15.05.2024** **EP 4123123**

54 Título: **Álabe de turbina para una turbomáquina**

30 Prioridad:

14.07.2021 DE 102021118184

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

23.10.2024

73 Titular/es:

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

72 Inventor/es:

**DOPFER, MANFRED;
GASSMANN, SALOME y
LINHARD, JOHANNES**

74 Agente/Representante:

SÁNCHEZ SILVA, Jesús Eladio

ES 2 983 543 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 de turbina para una turbomáquina

5 Campo técnico

La presente invención se refiere a un álabe móvil para una turbomáquina.

10 Estado de la técnica

La turbomáquina puede ser, por ejemplo, un motor de reacción, p. ej. un turboreactor 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, fluye a través de la turbina aguas abajo y, a este respecto, se expande. Por regla general, la turbina está formada por varias etapas con un estátor (corona de álabes guía) y un rotor (corona de álabes móviles), en cada caso, los rotores se accionan mediante el gas caliente. En cada etapa, del gas caliente se extrae en cada caso una parte de energía interna, que se transforma en un movimiento de la corona de álabes móviles respectiva y, con ello, del eje.

20 El presente objeto se refiere a un álabe móvil para su disposición en el conducto de gas de una turbomáquina. El álabe móvil también puede utilizarse en general en la zona de compresor, es decir, disponerse en el conducto de gas de compresor; una aplicación preferida es en la zona de turbina, por lo tanto, se coloca en el conducto de gas caliente.

25 Ejemplos para álabes móviles se conocen de los documentos US20050106025A1, EP3338938A1, EP3382144A1 y WO2021156559A1.

Exposición de la invención

30 La presente invención se basa en el problema técnico de indicar un álabe móvil especialmente ventajoso.

Esto se consigue según la invención con el álabe móvil según la reivindicación 1.

Este curso de curvatura o la combinación formada por una curvatura menor en la transición al flanco libre y una curvatura mayor en la transición al flanco de contacto puede ser ventajosa en cuanto al nivel de tensión mecánica en el anillo de refuerzo y al mismo tiempo puede garantizar una superficie de contacto o apoyo suficiente con el anillo de refuerzo contiguo. Si, a efectos ilustrativos se observan solo las tensiones mecánicas, en la sección intermedia interesaría la menor curvatura posible, es decir, por ejemplo, el mayor radio de curvatura posible. Con ello, sin embargo, una distancia que tiene la base de ranura situada en la sección intermedia con respecto a un punto de cruce de los flancos aumentaría discrecionalmente, por lo tanto, en otras palabras, la sección intermedia se desplazaría cada vez más hacia el interior de los flancos.

40 Con ello, en particular, también disminuiría la longitud del flanco de contacto, por lo tanto, la superficie de contacto con el anillo de refuerzo contiguo se reduciría y, por consiguiente, aumentaría una carga mecánica que resulta de la entrada de fuerza como consecuencia del contacto. A la inversa, con el presente objeto, es decir, la curvatura en proporción mayor en la transición hacia el flanco de contacto, su longitud puede mantenerse o al menos no reducirse excesivamente, aunque la transición hacia el flanco libre esté comprendida por una curvatura menor, es decir, por ejemplo, un radio mayor. En sentido figurado, debido a esta combinación de curvatura puede quedar más material en la base de ranura.

50 Formas de realización preferidas se encuentran en las reivindicaciones dependientes y en toda la divulgación, en donde, en la representación 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. Si, por ejemplo se describen las ventajas del álabe móvil en una determinada aplicación, esto ha de leerse como divulgación tanto del álabe móvil diseñado en correspondencia como de dicho uso.

55 Las indicaciones “axial”, “radial” y “circunferencial” o “circundante”, así como las direcciones correspondientes (dirección axial, etc.), hacen referencia, a menos que se indique lo contrario, al eje de giro alrededor del cual rota durante el funcionamiento el álabe móvil. Este coincide normalmente con un eje longitudinal de la turbomáquina, en particular, del grupo motopropulsor o módulo de grupo motopropulsor. El “corte tangencial” se efectúa en un plano de corte tangencial a la circunferencia y al mismo tiempo paralelo al eje, que discurre a través del anillo de refuerzo y, en particular, su lado circunferencial. Preferiblemente, el lado circunferencial está perfilado a lo largo de toda su altura radial de manera correspondiente, es decir, se cumple el criterio según la reivindicación principal en todos los cortes tangenciales que discurren a través del lado circunferencial.

65 El “lado circunferencial” del anillo de refuerzo apunta en la dirección circunferencial, el anillo de refuerzo limita por el lado circunferencial con el anillo de refuerzo contiguo (del álabe móvil contiguo). El flanco de contacto puede estar

dispuesto, por ejemplo, más cerca del lado frontal axialmente delantero del anillo de refuerzo (y a la inversa, el flanco libre más cerca del lado frontal axialmente trasero); con respecto a un paso del conducto de gas el flanco de contacto puede estar situado, por tanto, aguas arriba del flanco libre (y, a la inversa, este último aguas abajo del flanco de contacto). El flanco libre está “orientado axialmente al menos en parte”, por tanto, una normal de superficie en el flanco libre tiene al menos una componente de dirección en dirección axial, en particular, axialmente hacia adelante.

Preferiblemente, el flanco libre está situado oblicuamente (no vertical) a la dirección axial, la normal de superficie puede incluir con el último, por ejemplo, un ángulo de al menos 20 ° o 25 °, en donde los posibles límites superiores, por ejemplo, pueden situarse como máximo a 45 °, 40 ° o 35 ° (se observa en este sentido en cada caso el menor de dos ángulos incluidos entre la normal y dirección axial). El flanco de contacto está orientado asimismo axialmente al menos en parte, asimismo, su normal de superficie tiene, por tanto, al menos una componente de dirección en dirección axial. Dado que está dispuesto axialmente opuesto al flanco libre, la normal de superficie apunta hacia la dirección axialmente opuesta, en particular, axialmente hacia atrás. También el flanco de contacto está situado preferiblemente oblicuo (no vertical) con respecto a la dirección axial, puede incluir con el flanco libre, por ejemplo, un ángulo de corte de al menos 55 ° o 60 ° con posibles límites superiores a, por ejemplo, como máximo 75 ° o 70 °.

En general “uno” y “una” en el marco de esta divulgación, a menos que se indique lo contrario, se interpretan como artículos indefinidos y, con ello, siempre como “al menos uno” o “al menos una”, por lo tanto, en el anillo de refuerzo también pueden estar previstas al menos dos hojas de álabe (“segmento múltiple”). El anillo de refuerzo perfilado según la invención también puede ser en general un anillo de refuerzo interno dispuesto radialmente en el interior en la hoja de álabe, sin embargo, preferiblemente se trata de un anillo de refuerzo externo (radialmente en el exterior de la hoja de álabe). Radialmente en el exterior del anillo de refuerzo puede estar provista una punta de estanqueidad, es decir, un alma de estanqueidad que se extiende en dirección circunferencial, por ejemplo, una punta de estanqueidad axialmente delante y otra axialmente detrás.

Según una forma de realización preferida, la sección intermedia presenta una sección central, que está situada entre la primera sección de transición más curvada y la segunda sección de transición menos curvada, y se extiende en línea recta en corte tangencial. Preferiblemente, la sección centro se une tangencialmente a la primera y/o segunda sección de transición, es decir, en otras palabras, la primera y segunda curvatura pueden estar unidas entre sí a través de una tangente. La sección central puede crear, por ejemplo, una libertad de diseño o posibilidad de adaptación, por ejemplo, en la integración de las curvaturas de diferente intensidad en un diseño existente.

En una forma de realización preferida alternativa, la primera y la segunda sección de transición se unen directamente una con la otra, es decir, sin pieza recta entre medias. A este respecto, la transición es preferiblemente tangencial, por tanto, la primera y la segunda sección de transición tienen en el punto de transición una tangente común.

En un diseño preferido, la primera sección de transición tiene un primer radio de curvatura constante y/o la segunda sección de transición tiene un segundo radio de curvatura constante. Preferiblemente, se aplica las dos cosas, en donde el primer radio de curvatura es entonces menor que el segundo y, de manera correspondiente, la primera curvatura es mayor que la segunda. Por el contrario, como alternativa a un radio o radios constantes son concebibles en general cursos discretos, por ejemplo, elípticos o también de forma libre o provistos de curvas segmentarias. Sin embargo, en comparación, la “geometría de cuerpo de regulación”, es decir, el diseño con círculos o radios y, dado el caso, una recta, puede ser más fácil de medir, por ejemplo, pueden crearse o comprobarse bocetos más fácilmente, en todo caso en el proceso estandarizado.

Según una forma de realización preferida, la sección intermedia está exclusivamente comprendida por el primer y el segundo radio de curvatura, por lo tanto, no hay otras curvaturas. Opcionalmente, la pieza recta o de tangente puede estar provista entre medidas, ver más adelante.

Observada en un corte tangencial desde el flanco de contacto rectilíneo al flanco libre rectilíneo, cualquier curvatura del lado circunferencial presenta el mismo signo, en particular, es cóncava.

Según una forma de realización, observada en un corte tangencial desde el flanco de contacto rectilíneo hacia el flanco libre rectilíneo, cada transición desde una sección curvada hacia una sección rectilínea es tangencial. Preferiblemente, el curso del lado circunferencial observado en un corte tangencial desde el flanco de contacto rectilíneo hacia el flanco libre rectilíneo es continuamente diferenciable, por lo tanto, no presenta ningún pandeo, discontinuidad o inflexión.

En un diseño preferido, la primera sección de transición se une tangencialmente al flanco de contacto rectilíneo y/o la segunda sección de transición se une tangencialmente al flanco libre rectilíneo. Observada en el corte tangencial, una prolongación rectilínea del flanco libre puede ser, por tanto, una tangente en un círculo colocado en la segunda sección de transición (con un segundo radio) y/o una prolongación rectilínea del flanco de contacto puede ser una tangente en un círculo colocado en la primera sección de transición (con un primer radio). La transición tangencial puede ser ventajosa, por ejemplo, en cuanto a las tensiones mecánicas.

En un diseño preferido, una ranura formada con la sección intermedia es asimétrica, en el sentido de que una bisectriz está situada oblicuamente a una tangente en la base de ranura. La bisectriz está situada en el centro entre el flanco

de contacto y flanco libre, y corta la sección intermedia por definición en la base de ranura. Si se coloca en este punto de intersección una tangente en la sección intermedia, esta está situada oblicuamente, es decir, no en ángulo recto con respecto a la bisectriz.

5 En una forma de realización preferida, la sección intermedia, a excepción de, dado el caso, la pieza recta o de tangente está curvada en todo caso de manera cóncava, por tanto, no hay ninguna sección curvada de manera convexa. En particular, en relación con el o las transiciones tangenciales de las secciones de transición hacia el flanco de contacto o libre, el lado circunferencial puede estar previsto en la zona “flanco de contacto-sección intermedia-flanco libre” en conjunto sin curvatura convexa, lo que, por ejemplo, puede ofrecer ventajas en cuanto a la fuga. Debido al diseño sin
10 inversión o cambio o inflexión de curvatura, puede simplificarse, por ejemplo, un diseño complementario del anillo de refuerzo adyacente y, por consiguiente, lograrse un contacto más estanco.

En general, un lado circunferencial opuesto del anillo de refuerzo que está situado opuesto al lado circunferencial perfilado en dirección circunferencial está perfilado preferiblemente de manera complementaria. En una corona de
15 álabes móviles, el álabe móvil en cuestión puede estar ensamblado circunferencialmente con otros álabes móviles o segmentos, en donde preferiblemente los anillos de refuerzo idénticos circunferencialmente están colocados unos contra otros.

Adicionalmente a una corona de álabes móvil, el objeto también está dirigido a un módulo de turbina, en particular, un
20 módulo de turbina para un grupo motopropulsor. Este puede ser, por ejemplo, un motor turboventilador con engranaje, debido al acoplamiento a través del engranaje, el módulo de turbina puede girar en funcionamiento, en particular, más rápido que el ventilador del grupo motopropulsor (es decir, puede ser “de marcha rápida”). El módulo de turbina puede ser, por ejemplo, un módulo de turbina de alta presión o de baja presión.

25 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
30 reivindicaciones.

En detalle, muestra

35 la figura 1 un turboreactor de doble flujo en sección axial;

figura 2 un álabe móvil con hoja de álabe y anillo de refuerzo en una vista lateral esquemática;

figura 3 el anillo de refuerzo del álabe móvil según la figura 2 en un corte tangencial;

40 figura 4 una vista detallada de la figura 3;

figura 5 un diseño del perfilado alternativo a la figura 4.

Realización preferida de la invención

45 La figura 1 muestra una turbomáquina 1, en una vista esquemática concretamente un turboreactor de doble flujo. La turbomáquina 1 se subdivide funcionalmente en compresor 1a, cámara 1b de combustión y turbina 1c, esta última presenta un módulo 1ca de turbina de alta presión y un módulo 1cb de turbina de baja presión. A este respecto, tanto el compresor 1a como la turbina 1c en cada caso están formados por varias etapas, cada etapa se compone de una
50 corona de álabe guía y álabe móvil. Durante el funcionamiento, los álabes móviles rotan alrededor del eje 2 longitudinal.

La figura 2 muestra en una vista lateral un álabe móvil 20 de la turbina 1c, concretamente, el módulo 1 cb de turbina de baja presión. Este presenta una hoja 23 de álabe móvil y un anillo 24 de refuerzo, a través de un pie 21 de álabe se monta en una arandela (en este caso no representada). Radialmente en el exterior del anillo 24 de refuerzo están
55 dispuestas puntas 25 de estanqueidad que, durante el funcionamiento, por ejemplo, entran en un recubrimiento de entrada de la carcasa (no se representa).

La figura 3 muestra el anillo 24 de refuerzo en un corte tangencial, en donde su extremo 24.1 delantero axial de la figura 2 se sitúa a la izquierda y el extremo 24.2 trasero axial de la figura 2 se sitúa a la derecha. Además, para la orientación en la figura 3 se representan las puntas 25 de estanqueidad que, sin embargo, están dispuestas fuera del plano de corte y, por lo tanto, se reproducen en línea discontinua. El objeto está dirigido hacia el perfilado del lado 30
60 circunferencial del anillo 24 de refuerzo. Este está comprendido con un flanco 32 libre y un flanco 31 de contacto axialmente opuesto, entre medias está configurada una sección 33 intermedia.

65 La sección 33 intermedia está comprendida en una primera sección 33.1 de transición que discurre tangencialmente hacia el flanco 31 de contacto por una primera curvatura 41, que es mayor que una segunda curvatura 42, con la cual

- 5 una segunda sección 33.2 de transición entra en el flanco 32 libre. Las curvaturas 41, 42 están realizadas en el presente caso a lo largo de un primer y segundo radio R_1 , R_2 de curvatura, donde la mayor curvatura corresponde a un radio menor. La combinación formada por curvatura menor y mayor puede ser ventajosa, por un lado, en cuanto al nivel de tensión mecánica en el anillo 24 de refuerzo, en donde, por otro lado, la extensión del flanco 31 de contacto y, con ello, el contacto con el anillo de refuerzo contiguo al menos no se reduce esencialmente, en comparación con la introducción de la descripción en detalle. Para la orientación en la figura 3, también se muestran una dirección 45 axial, así como una dirección 46 circunferencial.
- 10 La figura 4 muestra la ranura 50 formada entre el flanco 31 de contacto y el flanco 32 libre de nuevo en una vista detallada (asimismo, en un corte tangencial). Además, se representa una bisectriz 55 situada en el centro entre flanco 31, 32 de contacto y flanco libre que corta la sección 33 intermedia en una base 56 de ranura. Debido al diseño asimétrico, una tangente 57 en esta colocada está situada oblicuamente, es decir, no en ángulo recto con respecto a la bisectriz 55.
- 15 La figura 5 muestra una forma de realización ligeramente modificada, en la que la primera y segunda sección de transición 33.1, 33.2 no se unen directamente una con la otra. En su lugar, entre medias se configura una sección 60 central que se extiende en línea recta y en cada caso discurre tangencialmente hacia las dos secciones 33.1, 33.2 de transición.

20

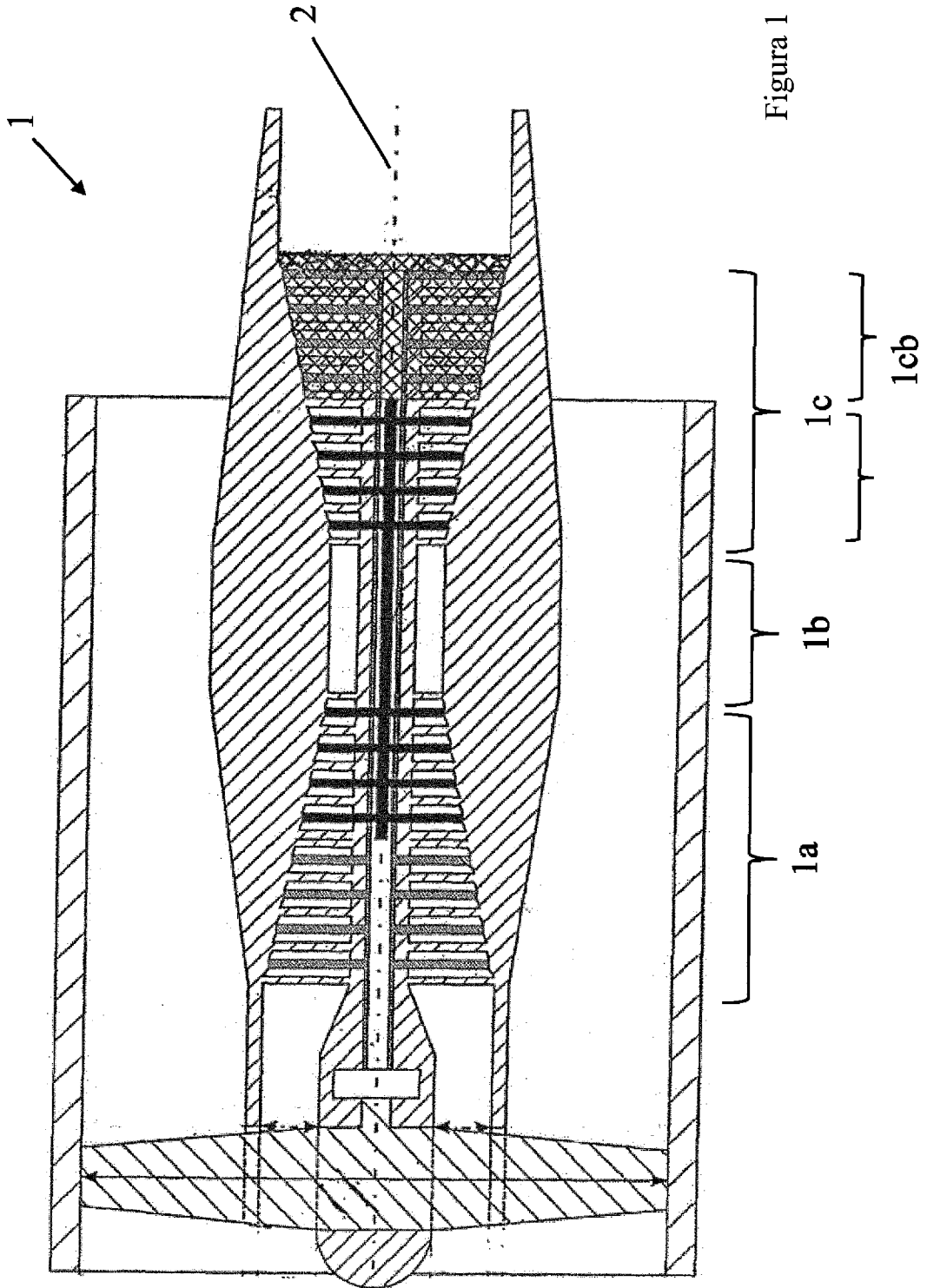
Lista de referencias

	Turbomáquina	1
5	Turbina	1c
	Módulo de turbina de alta presión	1ca
	Módulo de turbina de baja presión	1cb
	Eje longitudinal	2
10	Álabe móvil	20
	Pie de álabe	21
	Hoja de álabe móvil	23
	Anillo de refuerzo	24
15	Extremo axialmente delantero	24.1
	Extremo axialmente trasero	24.2
	Puntas de estanqueidad	25
	Lado circunferencial	30
	Flanco de contacto	31
20	Flanco libre	32
	Sección intermedia	33
	Primera sección de transición	33.1
	Segunda sección de transición	33.2
25	Primera curvatura	41
	Segunda curvatura	42
	Dirección axial	45
	Dirección circunferencial	46
30	Ranura	50
	Bisectriz	55
	Base de ranura	56
	Tangente	57
	Sección central	60
35	Primer radio de curvatura	R ₁
	Segundo radio de curvatura	R ₂
40		

REIVINDICACIONES

1. Álabe móvil (20) para una turbomáquina (1), con una hoja (23) de álabe y un anillo (24) de refuerzo,
5 en donde el anillo (24) de refuerzo está perfilado en un lado (30) circunferencial, concretamente observado en un corte tangencial
- tiene un flanco (31) de contacto que está orientado axialmente al menos parcialmente, y
10 - tiene un flanco (32) libre que también está orientado axialmente al menos parcialmente y concretamente opuesto al flanco (31) de contacto,
en donde, observada en corte tangencial, una sección (33) intermedia entre el flanco (31) de contacto y el flanco (32) libre
15 - tiene una primera curvatura (41) en una primera sección (33.1) de transición al flanco (31) de contacto y
- tiene una segunda curvatura (42) en una segunda sección (33.2) de transición al flanco (32) libre,
20 en donde la primera curvatura (41) es mayor que la segunda curvatura (42)' **caracterizado por que**
observada en un corte tangencial desde el flanco (31) de contacto rectilíneo hasta el flanco (32) libre rectilíneo, cada curvatura del lado (30) circunferencial presenta el mismo signo.
- 25 2. Álabe móvil (20) según la reivindicación 1, en la que la sección (33) intermedia entre la primera y la segunda sección (33.1, 33.2) de transición presenta una sección (60) central que, observada en el corte tangencial, discurre en línea recta.
- 30 3. Álabe móvil (20) según la reivindicación 1, en la que la primera y la segunda sección (33.1, 33.2) de transición se unen directamente una con la otra en la sección (33) intermedia.
- 35 4. Álabe móvil (20) según una de las reivindicaciones anteriores, en la que la sección (33) intermedia observada en el corte tangencial presenta un primer radio de curvatura R_1 constante a lo largo de la primera sección (33.1) de transición.
- 40 5. Álabe móvil (20) según una de las reivindicaciones anteriores, en la que la sección (33) intermedia observada en corte tangencial presenta un segundo radio de curvatura R_2 constante a lo largo de la segunda sección (33.2) de transición.
- 45 6. Álabe móvil (20) según las reivindicaciones 4 y 5, en la que la sección (33) intermedia observada en corte tangencial, exceptuando una extensión rectilínea, por secciones, dado el caso, está comprendida exclusivamente por el primer y segundo radio de curvatura R_1 , R_2 .
- 50 7. Álabe móvil (20) según una de las reivindicaciones anteriores, en la que, observada en un corte tangencial, cada transición de una sección curva a una rectilínea es tangencial.
- 55 8. Álabe móvil (20) según una de las reivindicaciones anteriores, en la que la primera sección (33.1) de transición, observada en el corte tangencial, se une tangencialmente con el flanco (31) de contacto rectilíneo
- 60 9. Álabe móvil (20) según una de las reivindicaciones anteriores, en la que la segunda sección (33.2) de transición, observada en el corte tangencial, se une tangencialmente con el flanco (32) libre rectilíneo
- 65 10. Álabe móvil (20) según una de las reivindicaciones anteriores, en el que, observada en corte tangencial, una bisectriz (55) que está situada centralmente entre el flanco (31) de contacto y el flanco (32) libre y corta la sección (33) intermedia en una base (56) de ranura está situada oblicuamente a una tangente (57) colocada en la base (56) de ranura en la sección (33) intermedia.
11. Álabe móvil (20) según una de las reivindicaciones anteriores, en la que la sección (33) intermedia observada en corte tangencial está curvada exclusivamente de forma cóncava, salvo una extensión rectilínea, dado el caso, por secciones.
12. Corona de álabes móviles con un álabe móvil (20) según una de las reivindicaciones anteriores.
13. Módulo (1ca, 1eb) de turbina con un álabe móvil (20) según una de las reivindicaciones 1 a 11 o una corona de álabes móviles según la reivindicación 12.

14. Turbomáquina (1), en particular, motor turboreactor, con un módulo (1ca, 1eb) de turbina según la reivindicación 13.



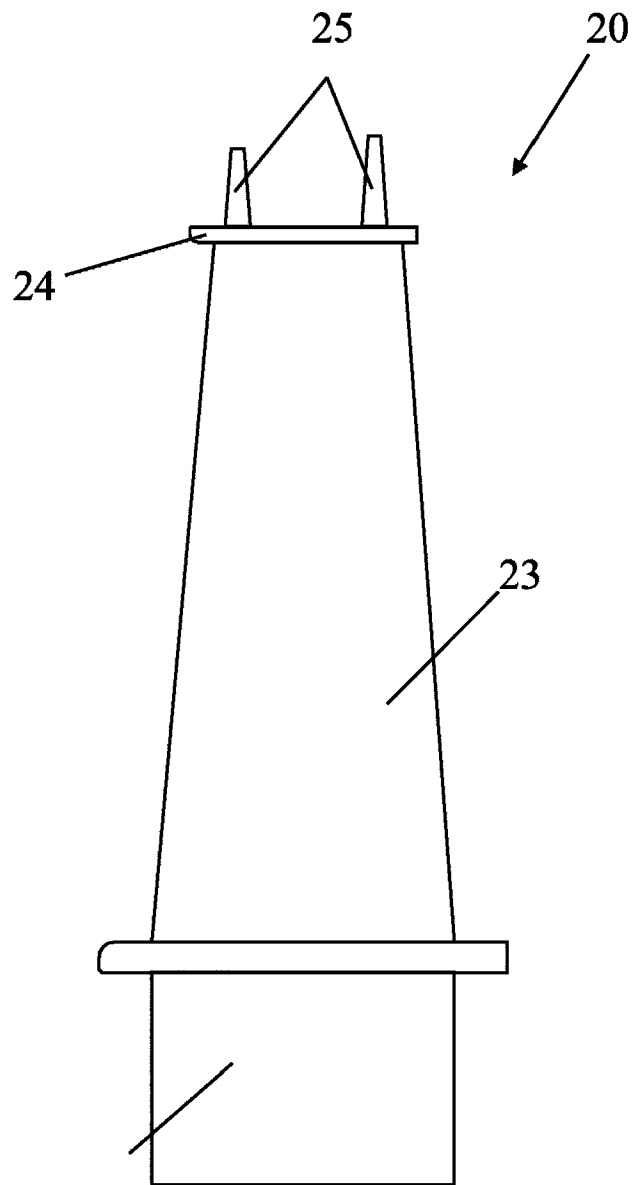


Figura 2

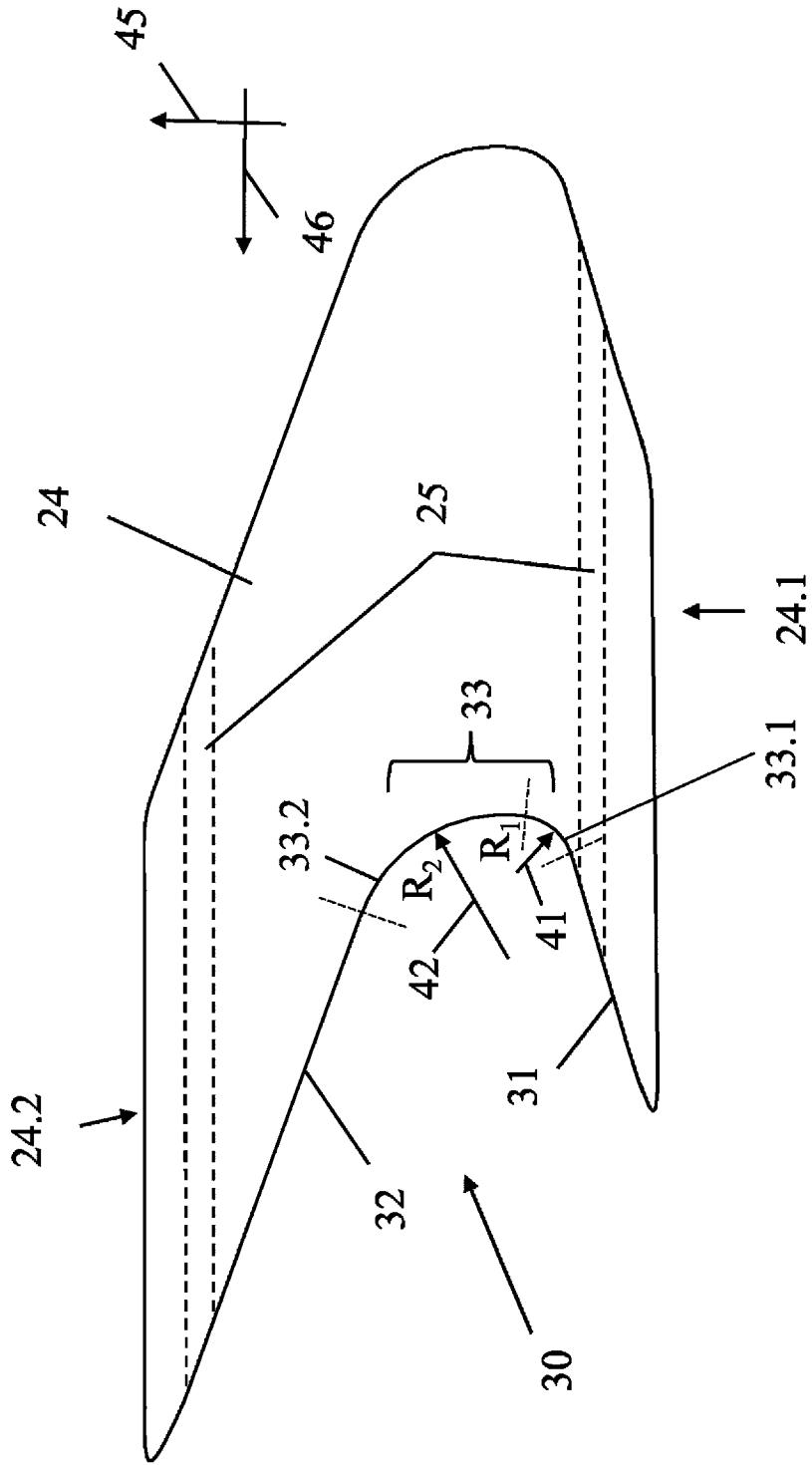


Figura 3

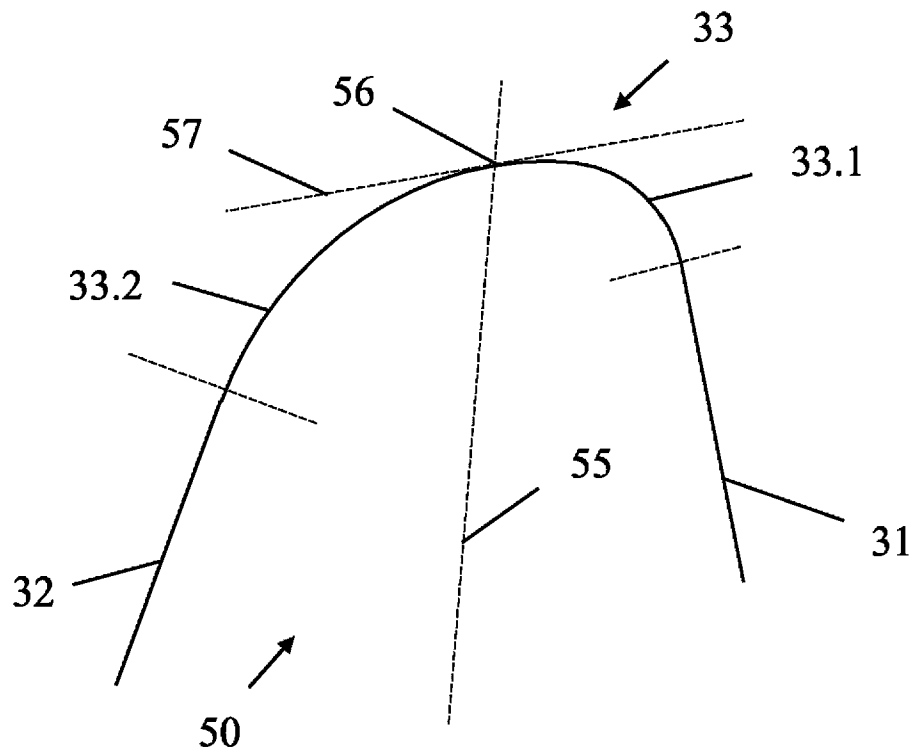


Figura 4

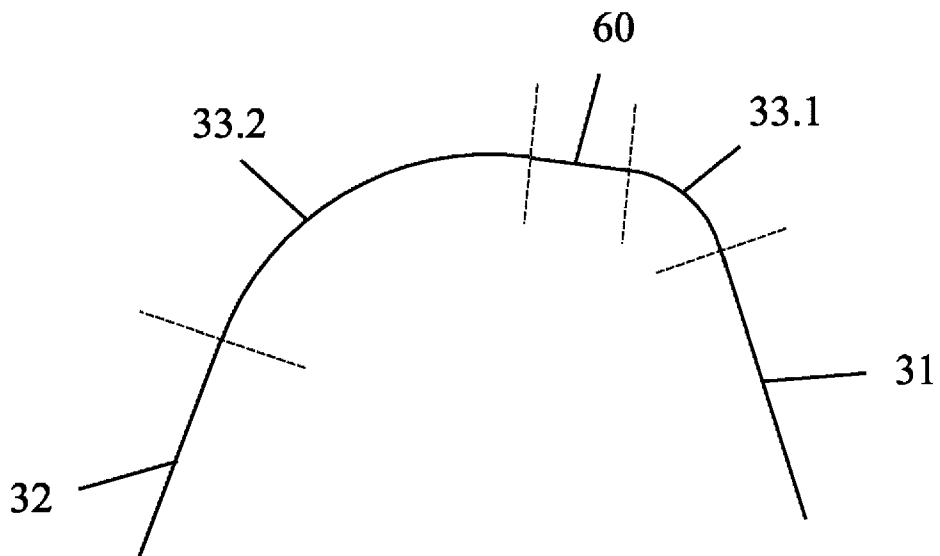


Figura 5