



República Federativa do Brasil
Ministério da Economia
Instituto Nacional da Propriedade Industrial

(11) PI 0907537-2 B1



* B R P I 0 9 0 7 5 3 7 B 1 *

(22) Data do Depósito: 27/02/2009

(45) Data de Concessão: 11/02/2020

(54) Título: PÁ PARA RODA DE PÁS DE TURBOMÁQUINA, RODA DE PÁS E TURBOMÁQUINA

(51) Int.Cl.: F01D 5/14.

(30) Prioridade Unionista: 28/02/2008 FR 08 51273.

(73) Titular(es): SNECMA.

(72) Inventor(es): JEAN-MICHEL GUIMBARD; OLIVIER KUENY; LUDOVIC PINTAT.

(86) Pedido PCT: PCT FR2009050318 de 27/02/2009

(87) Publicação PCT: WO 2009/112775 de 17/09/2009

(85) Data do Início da Fase Nacional: 25/08/2010

(57) Resumo: PÁ PARA RODA DE PÁS DE TURBOMÁQUINA RODA DE PÁS E TURBOMÁQUINA Pá (10) para roda de pás de turbomáquina que compreende um perfilado aerodinâmico, e pelo menos uma plataforma em uma extremidade do perfilado, a pá (10) sendo própria para ser disposta com uma pluralidade de pás substancialmente idênticas para formar uma coroa, a superfície de plataforma apresentando um perfil de extradorso (80) e um perfil de intradorso (85) respectivamente ao longo do extradorso (58) e do intradorso (56). Na pá, o perfil de intradorso (85) apresenta uma parte em rebaixo (l) de intradorso na metade a jusante do perfilado. Graças a essa conformação, o rendimento da pá é melhorado.

“PÁ PARA RODA DE PÁS DE TURBOMÁQUINA, RODA DE PÁS E TURBOMÁQUINA”

[0001] A presente invenção se refere a uma pá para roda de pás de turbomáquina que compreende um perfilado aerodinâmico formado com um intradorso, um extradorso, uma borda de fuga e uma borda de ataque, a pá compreendendo por outro lado uma plataforma que se estende em uma das extremidades do perfilado em uma direção globalmente perpendicular a uma direção longitudinal do perfilado, a pá sendo própria para ser disposta com uma pluralidade de pás substancialmente idênticas para formar uma coroa em torno de um eixo de coroa e definir de acordo com esse último direções a montante e a jusante, coroa na qual os perfilados são dispostos substancialmente radialmente, as porções adjacentes das superfícies de plataforma de duas pás adjacentes e situadas entre seus perfilados respectivos definindo uma superfície interperfilados, a superfície de plataforma apresentando um perfil de extradorso e um perfil de intradorso respectivamente ao longo do extradorso e do intradorso.

[0002] A reunião de tais pás em torno de um eixo comum permite constituir uma roda de pás, da qual o eixo é o eixo da coroa. Essa roda de pás pode ser móvel e assim receber uma energia que vem do fluxo ou comunicar uma energia ao fluxo que circula através da roda de pás; ela pode também ser fixa, e nesse caso, seu papel é de canalizar o fluxo.

[0003] A pá pode constituir uma peça distinta em si, ou então ser integrada com outras pás, para formar por exemplo um setor de distribuidor ou um disco de pás múltiplas.

[0004] Habitualmente, uma turbomáquina compreende vários estágios de pás, cada um deles formando uma roda, dispostos sucessivamente ao longo do percurso do fluido através da turbomáquina (Pode haver vários percursos, notadamente no caso de turborreatores de duplo fluxo). O rendimento da turbomáquina está diretamente ligado à capacidade de cada uma das rodas de pás, e, portanto, mais especialmente de cada uma das pás que faz parte da mesma, a interagir de maneira eficaz com o fluxo, quer dizer sem dissipar energia inutilmente. Será notado que

notadamente nas turbomáquinas aeronáuticas como turborreatores ou turbopropulsores, as velocidades do fluxo podem ser consideráveis, notadamente supersônicas: para uma pá disposta em um tal fluxo, é essencial otimizar a qualidade de escoamento do fluxo em torno da pá.

[0005] Na pá, a forma do perfilado aerodinâmico deve naturalmente ser otimizada, para guiar de maneira eficaz o fluxo no qual o perfilado se encontra, ou ainda para receber ou para transmitir o máximo de energia ao fluxo sem dissipar energia sob a forma de aquecimento.

[0006] No entanto, se a forma do perfilado é importante, foi revelado que a forma da superfície da plataforma do lado do perfilado desempenha também um papel essencial para a qualidade do escoamento do fluxo através da pá. Assim a título de exemplo, as perdas dissipativas ao nível dessa superfície em um estágio de turbina de baixa pressão de turbomáquina podem atingir 30 % das perdas totais geradas no estágio.

[0007] Para simplificar, no que se segue, é designada como superfície de plataforma a superfície da plataforma no lado do perfilado, sem repetir o lado no qual se encontra essa superfície.

[0008] A passagem do fluxo em torno das pás tais como aquelas indicadas em preâmbulo está ilustrada pelas figuras 1 e 2.

[0009] A figura 1 mostra três pás 10 idênticas que fazem parte de uma roda de pás 100 apresentada na figura 2. Cada pá 10 é projetada para ser unida com outras pás 10 idênticas, para formar a roda de pás 100. Essa roda é constituída essencialmente pelas pás 10 montadas em um disco de rotor 20. Nessa roda de pás 100, as pás 10 são montadas de maneira axissimétrica em torno do eixo A da roda. Globalmente, o fluxo de fluido escoar de acordo com o eixo A de um lado a montante para um lado a jusante da roda.

[0010] Cada pá 10 compreende um perfilado aerodinâmico 50, uma plataforma 60, assim como um pé 66 no caso especial que é representado de uma pá de rotor, para a fixação da pá em um disco de rotor. A plataforma 60 se estende em uma direção globalmente perpendicular à direção longitudinal do perfilado 50 e

compreende uma superfície de plataforma 62 no lado do perfilado. Como as pás 10 são unidas umas contra as outras, suas plataformas se unem duas a duas de maneira a criar uma superfície substancialmente contínua dita superfície “interperfilados” 70 que se estende do intradorso 56 de um perfilado ao extradorso 58 do perfilado próximo. A superfície de plataforma 62 é ligada às superfícies exteriores do perfilado 50 por superfícies de conexão 18 (que são substancialmente filetes de conexão de raio evolutivo).

[0011] Será notado além disso que nos exemplos representados nas figuras 1 a 3, a superfície 62 da plataforma 60 é de revolução, quer dizer que sua superfície é substancialmente uma parte de uma superfície de revolução, em torno do eixo A da roda de pás. Uma superfície de revolução em torno de um eixo designa aqui uma superfície gerada pela rotação de uma curva em torno do dito eixo. Uma tal forma é usual para superfícies de plataformas de pás para rodas de pás de turbomáquinas.

[0012] No escoamento, quando o fluxo chega na borda de ataque de um perfilado 50, ele se cinde em dois passando em parte no lado do intradorso 56 e em parte no lado do extradorso 58 do perfilado 50. A figura 3 apresenta de maneira simplificada a maneira pela qual se estabelece o campo de pressão no “canal interperfilados” 30 que se estende entre os perfilados.

[0013] A figura 3 é uma vista em corte perpendicularmente a seus eixos respectivos dos perfilados de duas pás 10 e 10' montadas lado a lado em uma roda de pás. Mais especialmente, a figura 3 mostra o campo de pressão que pode ser observado habitualmente na proximidade da superfície interperfilados 70 entre o extradorso 58 de um primeiro perfilado e o intradorso 56' de um segundo perfilado.

[0014] A figura 3 compreende uma curva de isopressão 40 que corresponde a uma relativamente alta pressão e uma curva de isopressão 42 que corresponde a uma relativamente baixa pressão, essas pressões sendo observadas no fluxo durante o funcionamento da turbomáquina. Um forte gradiente de pressão J é criado entre o intradorso e o extradorso dos dois perfilados devido ao fato de que a pressão é bem maior na proximidade do intradorso do que na proximidade do extradorso. Sob o efeito desse gradiente de pressão J, um escoamento transversal ao canal

“interperfilados” 30 é gerado no pé dos perfilados e as partículas assim desviadas são empurradas na direção do extradorso do perfilado 50. Esse fenômeno cria dentro do canal “interperfilados” 30 grandes escoamentos secundários não dirigidos no sentido geral do escoamento que geram turbilhões notadamente na proximidade do extradorso.

[0015] Para tentar limitar a dissipação inútil de energia que resulta disso na proximidade da superfície interperfilados, a patente US 7 220 100 propõe uma forma de superfície interperfilados que compreende principalmente uma rampa convexa situada imediatamente na proximidade do intradorso do perfilado e uma zona côncava situada imediatamente na proximidade do extradorso do perfilado, cada uma dessas zonas se encontrando substancialmente no ponto mediano da corda do perfilado. Apesar desse aperfeiçoamento, permanecem certos turbilhões dissipadores de energia no espaço entre os dois perfilados, e existe, portanto, uma necessidade para uma forma de pá que reduza mais os turbilhões parasitas que se formam dentro desse espaço.

[0016] A patente US 6283713 propõe uma outra forma para a superfície interperfilados, que compreende por um lado uma região convexa adjacente ao extradorso da pá e uma côncava adjacente ao intradorso da pá, essas duas regiões sendo de tamanho significativo pois se estendendo em uma maior parte do comprimento de corda da pá. De acordo com uma alternativa, a pá compreende ao nível da borda de fuga, um relevo e dois rebaixos situados respectivamente no lado do extradorso e do intradorso. No entanto essas configurações da superfície interperfilados não permitem reduzir eficazmente o problema da dissipação inútil de energia na proximidade dessa superfície.

[0017] Um primeiro objeto da invenção é propor uma pá tal como aquela apresentada em preâmbulo, que minimiza as dissipações inúteis de energia por ocasião da interação do fluxo com a pá, e permanece de preço de custo baixo sendo relativamente fácil de fabricar.

[0018] Esse objetivo é atingido graças ao fato de que o dito perfil de intradorso (85) apresenta uma parte em rebaixo de intradorso situada axialmente na metade a

jusante do perfilado, e de preferência situada axialmente entre 60 % e 100 % do perfilado. A presença dessa parte em rebaixo de intradorso permite de fato melhorar o rendimento da pá e reduzir os turbilhões dissipativos, estabilizando assim o escoamento na proximidade da parte a jusante da pá. Ao nível dessa parte em rebaixo de intradorso, a superfície de plataforma apresenta uma depressão que se estende substancialmente contra o intradorso, na metade a jusante do perfilado.

[0019] Será notado primeiramente que por “axialmente”, é feita referência acima assim como em tudo o que se segue, à posição axial de acordo com o eixo A da coroa.

[0020] Além disso, uma posição determinada axialmente em relação ao perfilado, deve ser compreendida também, de maneira equivalente, em relação à extensão de acordo com o eixo A, de uma seção transversal do perfilado na proximidade da plataforma da pá. De fato, como o perfilado é disposto radialmente na coroa, sua extensão de acordo com o eixo A, ou a extensão de uma seção transversal são substancialmente idênticas.

[0021] A seção transversal do perfilado pode ser por exemplo a seção no plano (P) representada na figura 1, e representada pelos perfis 72, 72' na figura 3. Essa seção se estende axialmente da linha 46 no ponto mais a montante do perfilado (na proximidade da superfície da plataforma), à linha 48 que corresponde ao ponto mais a jusante do perfilado, o que define uma amplitude de a montante para a jusante entre 0 e 100 % em relação ao perfilado.

[0022] Finalmente, é importante notar que nesse pedido, a indicação que um elemento está situado axialmente dentro de um intervalo, sem mais precisões, significa que o essencial, a maior parte desse elemento (ou seja cerca de 90 % ou 95 % desse elemento) se encontra contido dentro desse intervalo, uma parte muito pequena (no máximo 5 % a 10 %) podendo se encontrar fora desse último. Inversamente a indicação que um elemento está situado principalmente dentro de um intervalo, significa somente que pelo menos 50 % desse elemento se encontra dentro desse intervalo.

[0023] Uma vantagem maior da invenção é devida ao fato de que a forma

especial de superfície de plataforma exposta precedentemente permite uma redução significativa dos escoamentos turbilhonares parasitas entre os perfilados na proximidade da superfície interperfilados. A superfície interperfilados apresenta uma forma relativamente simples, aerodinamicamente eficaz, e da qual o custo de realização permanece moderado, que não apresenta nenhum problema especial de realização em fundição.

[0024] No presente documento, os diferentes exemplos utilizados apresentam uma pá que tem uma plataforma situada no lado central em relação ao perfilado, na direção radial, e não no lado exterior. Será notado em relação a isso que a invenção visa tanto uma pá que compreende uma plataforma situada no topo de perfilado, quer dizer no lado radialmente oposto ao centro de coroa, quanto uma pá que compreende uma plataforma situada no pé de perfilado, no lado interior em relação à coroa. Uma pá que compreende os dois tipos de plataformas também é possível, com pelo menos uma plataforma disposta de maneira a compreender uma superfície de plataforma que tem as características enunciadas precedentemente.

[0025] Por outro lado, a invenção visa qualquer pá própria para ser integrada em uma turbomáquina, e especialmente em turbomáquinas aeronáuticas. A pá de acordo com a invenção se revela especialmente útil nos estágios de turbinas, notadamente de turbinas de baixa pressão.

[0026] Em um modo de realização da pá, a maior parte da superfície interperfilados é gerada pelo deslocamento de um segmento de reta que se apóia sobre os ditos perfis de extradorso e de intradorso. Uma tal forma de plataforma permite uma realização especialmente simples da pá notadamente por fundição.

[0027] De acordo com um modo de realização, na pá o perfil de extradorso apresenta uma parte em rebaixo, dita “de extradorso”, situada axialmente em uma metade a montante do perfilado e uma parte em relevo, dita “de extradorso”, situada axialmente a jusante da dita parte em rebaixo de extradorso. Essa forma especial de superfície de plataforma acarreta uma redução significativa dos escoamentos turbilhonares parasitas entre os perfilados na proximidade da superfície interperfilados.

[0028] De fato, a presença no perfil de extradorso da parte em rebaixo de extradorso seguida pela parte em relevo de extradorso tem como consequência que na proximidade do extradorso, na parte a montante (axialmente) do perfilado a velocidade do fluxo diminui enquanto que sua pressão aumenta, e inversamente a jusante dessa parte em relevo, a velocidade do fluxo aumenta e a pressão diminui a fim de limitar os afastamentos de fluxo. Disso resulta uma diminuição do gradiente de pressão no canal interperfilados e uma redução dos turbilhões dissipadores de energia parasitas.

[0029] De acordo com um modo de realização, a parte em relevo de extradorso está localizada na metade a jusante do perfilado.

[0030] De acordo com um modo de realização, seções das superfícies de plataforma das pás unidas em coroa, na proximidade respectivamente a montante e a jusante dos perfilados, essas seções sendo perpendiculares ao eixo de coroa, definem um círculo médio a montante e um círculo médio a jusante, esses dois círculos definindo um cone coaxial ao eixo de coroa, a dita parte em rebaixo de extradorso está em depressão em relação ao cone, e a dita parte em relevo de extradorso está saliente em relação ao cone.

[0031] Os círculos médios a montante 14 e a jusante 15 aparecem na figura 1. Esses círculos estão situados em planos perpendiculares ao eixo da coroa e são os círculos médios representativos das seções das superfícies de plataforma nesses planos, a montante e a jusante dos perfilados e na proximidade desses últimos. O cone 16 é o cone que passa pelos dois círculos coaxiais 14 e 15, e pode eventualmente ser degenerado em cilindro se os dois círculos têm o mesmo raio. O plano P que permite definir a seção substancialmente transversal do perfilado utilizada como referência, se estende substancialmente perpendicularmente a uma normal do cone 16 que passa no perfilado.

[0032] É quando as partes em rebaixo e em relevo do perfil de extradorso estão em depressão ou em saliência em relação ao cone que o efeito das mesmas é o mais marcado.

[0033] De acordo com um modo de realização, a superfície de plataforma

apresenta uma zona de revolução em relação ao dito eixo de coroa na proximidade da borda de fuga do perfilado. A presença de uma zona de revolução ao nível da borda de fuga do perfilado permite obter um escoamento bastante laminar ao nível e a jusante da borda de fuga. Essa zona de revolução permite por outro lado, para essa parte da pá, minimizar os custos de realização de ferramentas e, portanto, o preço de custo da pá.

[0034] De acordo com um modo de realização, o perfil de intradorso apresenta uma parte em relevo de intradorso, situada axialmente principalmente na metade a montante do perfilado. A presença dessa segunda parte em relevo de intradorso permite acelerar a velocidade de escoamento a seu nível e reduzir a pressão na proximidade do intradorso. Graças a isso o gradiente de pressão e os turbilhões dissipativos parasitas no canal interperfilados podem ser ainda mais reduzidos.

[0035] Vantajosamente, a dita parte em relevo de intradorso se estende axialmente em mais de três quartos do perfilado, para acentuar a velocidade de escoamento sobre o relevo e maximizar assim o efeito induzido sobre o escoamento do fluxo.

[0036] De acordo com um modo de realização, a superfície de plataforma compreende por outro lado uma zona de revolução no lado do intradorso do perfilado situada axialmente a cerca de 75 % do perfilado. Mais precisamente, essa zona pode se estender entre 50 % e 90 % da seção de perfilado citada precedentemente. A parte das ferramentas de fabricação que corresponde a essa zona é, portanto, especialmente fácil de realizar o que reduz na mesma proporção o preço de custo da pá.

[0037] O modo de realização precedente permite conservar um excelente rendimento para o dispositivo, ao mesmo tempo em que reduz os preços de custo do dispositivo, devido à presença da zona de revolução indicada.

[0038] Finalmente, em uma pá de acordo com a invenção, pelo menos uma das ditas partes em rebaixo ou em relevo pode ser prolongada ou se estender a montante ou a jusante da superfície interperfilados. Um segundo objeto da invenção é propor um setor de distribuidor de turbomáquina de rendimento elevado, e do qual

o preço de custo permanece moderado. Esse objetivo é atingido graças ao fato de que o setor de distribuidor de turbomáquina compreende pelo menos uma pá tal como aquelas definidas precedentemente.

[0039] Um terceiro objeto da invenção é propor uma roda de pás de rendimento elevado, e da qual o preço de custo permanece moderado. Esse objetivo é atingido graças ao fato de que a roda de pás compreende uma pluralidade de pás tais como aquelas definidas precedentemente.

[0040] Um quarto objeto da invenção é propor uma turbomáquina de rendimento elevado, e da qual o preço de custo permanece moderado. Esse objetivo é atingido graças ao fato de que a turbomáquina compreende pelo menos uma roda de pás tal como aquela definida precedentemente.

[0041] A invenção será bem compreendida e suas vantagens aparecerão melhor com a leitura da descrição detalhada que se segue, de modos de realização representados a título de exemplos não limitativos. A descrição se refere aos desenhos anexos, nos quais:

- a figura 1 já descrita é uma vista em perspectiva de três pás conhecidas dispostas em sua posição relativa tais como montadas em uma roda de pás,

- a figura 2 já descrita é uma vista em perspectiva de uma roda de pás que compreende as pás da figura 1,

- a figura 3 já descrita é um corte perpendicularmente ao eixo dos perfilados de duas pás representadas na figura 1, que mostra os campos de pressão no espaço que separa os dois perfilados;

- a figura 4 é um corte similar ao corte da figura 3, mas de dois perfilados que fazem parte de pás de acordo com a invenção;

- a figura 5 é uma vista em corte perpendicularmente ao eixo dos perfilados de duas pás de acordo com a invenção,

- a figura 6 é uma vista lateral parcial de uma pá de acordo com a invenção, que apresenta as curvas de perfis respectivamente ao longo do extradorso e ao longo do intradorso, em uma pá de acordo com a invenção;

- a figura 7 é um corte de dois perfilados de uma pá de acordo com a

invenção, que mostra por curvas de nível a forma da superfície interperfilados; e

- a figura 8 é um corte substancialmente perpendicular ao eixo de coroa, do canal interperfilados entre duas pás de acordo com a invenção.

[0042] Será notado que por preocupação de simplificação, quando um elemento aparece em diferentes figuras, de modo idêntico ou sob uma forma um pouco diferente, um mesmo número é atribuído a ele nas diferentes figuras e o elemento só é descrito a primeira vez em que ele é mencionado.

[0043] Fazendo-se referência à figura 4, o efeito produzido sobre o campo de pressão no canal interperfilados por uma pá de acordo com a invenção vai agora ser descrito.

[0044] A presente invenção define uma forma de superfície de plataforma que permite minimizar os fenômenos turbilhonares parasitas na proximidade da superfície interperfilados e assim aumentar o rendimento da pá e, portanto, da roda de pás. A comparação entre as figuras 3 e 4 mostra o efeito relativo da invenção sobre o campo de pressão no canal interperfilados 30 que a forma específica de uma pá de acordo com a invenção permite obter.

[0045] Enquanto que na figura 3, as zonas 40, 42 de alta e baixa pressão respectivamente estão relativamente próximas uma da outra, na figura 4, é possível observar que essas últimas estão mais afastadas uma da outra. Conseqüentemente, o gradiente de pressão é substancialmente reduzido, assim como a tendência das partículas de migrar do intradorso para o extradorso provocando assim turbilhões parasitas.

[0046] Fazendo-se referência às figuras 5 a 8, a disposição de uma pá de acordo com a invenção vai agora ser descrita.

[0047] A figura 8 apresenta uma seção de duas pás adjacentes perpendicularmente ao eixo de coroa. De acordo com a invenção, essa seção forma um segmento de reta 65 entre o intradorso e o extradorso. O deslocamento desse segmento de reta 65 ao longo dos dois perfis de extradorso e de intradorso 80 e 85 apresentados na figura 5 gera a superfície interperfilados 70, ou pelo menos a maior parte dessa última. Pela maior parte dessa última, é preciso compreender de

preferência pelo menos os três quartos dessa superfície. Naturalmente, as extremidades do segmento se deslocam no mesmo sentido, por exemplo de a montante para a jusante da pá, ao longo dos dois perfis de intradorso e de extradorso.

[0048] A figura 8 representa esse segmento 65 em posição confundida com o segmento DE representado na figura 5. Nesse caso especial, o ângulo α em relação ao eixo A vale então 90° . De maneira geral, é somente preferível que o segmento de reta forme um ângulo α que vale $90^\circ \pm 30^\circ$ (ou seja 60° a 120°) em relação ao eixo A.

[0049] A figura 5 mostra as seções 72 e 72' respectivamente das duas pás 10 e 10' em uma vista de acordo com o eixo longitudinal desses dois perfilados. Como o mostra a figura 6 a seção 72 (como a seção idêntica 72') é a interseção do perfilado 50 com um plano P, estabelecida na proximidade da plataforma 60 da pá 10, a uma distância da plataforma suficiente para que a seção seja mesmo aquela do perfilado 50 sem mostrar as superfícies de conexão 18 entre o perfilado 50 e a plataforma 60.

[0050] A figura 5 mostra por outro lado perfis 80 e 85 da superfície de plataforma 62 de uma pá de acordo com a invenção.

[0051] Os perfis 80 e 85 são perfis de extradorso e de intradorso mencionados precedentemente, levantados respectivamente ao longo do extradorso e do intradorso. Em outros termos, são curvas que passam sobre a superfície de plataforma, à distância substancialmente constante respectivamente do extradorso e do intradorso.

[0052] De preferência, esses perfis são levantados na proximidade do perfilado, seja contra o perfilado, seja no exterior da zona de conexão entre o perfilado e a superfície de plataforma 62. Quando os perfis são levantados a uma certa distância do perfilado, isso significa que as formas (rebaixos e relevos) que eles apresentam são formadas no interior do canal interperfilados, e não somente em um lado desse último. Nessa conformação, o efeito das protuberâncias que correspondem aos rebaixos e relevos do perfil é acentuado.

[0053] A figura 6 apresenta a parte da pá situada na proximidade de sua

plataforma 60, em vista de lado (referência VI na figura 5). Essa figura mostra os pontos de passagem dos círculos médios a montante 14 e a jusante 15 do perfilado, assim como a seção 17 do cone 16 que passa por esses dois círculos.

[0054] O perfil de extradorso 80 compreende primeiramente uma primeira parte em rebaixo de extradorso, côncava, F, que se estende axialmente no interior da metade a montante do perfilado 72. Essa parte do perfil 80 está no lado oposto ao lado do fluxo em relação à seção 17 do cone, quer dizer em depressão em relação ao cone ou à superfície do cone. O perfil 80 compreende além disso uma primeira parte em relevo de extradorso, convexa, G, que se estende axialmente na metade a jusante do perfilado 72. Essa parte do perfil 80 está no lado do fluxo em relação à seção 17 do cone, e, portanto, saliente em relação ao cone.

[0055] Assim, o perfil de extradorso 80 da superfície interperfilados 70 mostra primeiramente uma parte em rebaixo F de extradorso seguida por uma parte em relevo G de extradorso. Mais precisamente, a primeira parte em rebaixo (F) está situada axialmente entre 0 e 40 % do perfilado, e a primeira parte em relevo está situada axialmente entre 40 e 80 % do perfilado.

[0056] Vantajosamente, o ponto baixo (quer dizer o mais próximo do eixo) da primeira parte em rebaixo de extradorso (F) está situado entre 12 % e 35 % do perfilado (50), e de preferência entre 15 % e 25 % do perfilado a partir de a montante.

[0057] O perfil de intradorso apresenta uma configuração relativamente invertida, com uma parte em relevo de intradorso, H, situada axialmente principalmente na metade a montante da seção do perfilado 72, e uma parte em rebaixo de intradorso, I, situada axialmente na metade a jusante da seção 72 do perfilado. As diferentes partes em rebaixo ou em relevo estão respectivamente em depressão e em saliência em relação ao cone 16.

[0058] A parte em relevo de intradorso está situada entre 0 e 50 % do perfilado (e mesmo entre 0 e 60 % do perfilado), e a parte em rebaixo de intradorso está situada axialmente a jusante dessa última, entre 60 e 100 % do perfilado.

[0059] Em um outro modo de realização, o perfil de intradorso não apresenta

mínimo em sua metade a jusante, e permanece substancialmente inteiramente no lado do perfilado em relação ao cone. Essa variante é representada pelo pontilhado 19 na figura 6. Nesse modo de realização, o perfil de intradorso se estende essencialmente no lado do fluxo em relação ao cone 16 pois ele é formado principalmente pela parte em relevo H, que se estende axialmente em mais de três quartos do perfilado (mais precisamente, o projetado sobre o eixo A da parte em relevo, tem uma extensão superior aos três quartos da extensão da projeção sobre o eixo A da seção transversal do perfilado).

[0060] Nesse modo de realização, o perfil de intradorso não apresenta então parte em rebaixo, a parte em relevo vindo se conectar diretamente na parte (geralmente de revolução) de perfil ao nível da borda de fuga.

[0061] Será notado por outro lado que os perfis 80 e 85 se terminam substancialmente tangencialmente ao cone, na proximidade da borda de fuga. Isso é devido ao fato de que a superfície de plataforma 62 compreende uma zona de revolução 44' que se estende na proximidade da borda de fuga.

[0062] A figura 7 mostra sob a forma de curvas de nível as formas da superfície interperfilados 70 entre os dois contornos 72 e 72' precedentemente apresentados em relação com a figura 5. A superfície interperfilados 70 apresenta assim na proximidade do extradorso 58, um primeiro rebaixo ou uma primeira depressão F1 que corresponde à parte em rebaixo de extradorso F do perfil de extradorso 80, situada na parte a montante do canal interperfilados, e um primeiro cume G1 que corresponde à parte em relevo de extradorso G do perfil de extradorso, situado na parte a jusante do canal interperfilados 30. Ela apresenta além disso na proximidade do intradorso 56', um segundo cume H1 que corresponde à parte em relevo de intradorso H do perfil de intradorso 85, situada na parte a montante do canal interperfilados, e um segundo rebaixo ou uma segunda depressão I1 que corresponde à parte em relevo de intradorso I do perfil de intradorso 85, situado na parte a jusante do canal interperfilados 30.

[0063] O primeiro máximo G1 e o segundo mínimo I1 se encontram substancialmente a montante da borda de fuga de maneira a formar uma zona de

revolução 44' na proximidade dessa última.

[0064] Na figura 7, os extremos locais da superfície interperfilados (em relação à direção perpendicular ao cone precitado) são posicionados substancialmente contra a parede do perfilado. Será notado que essa disposição não é indispensável, os ditos extremos podendo ser deslocados da parede do perfilado, e mesmo se for o caso separados dessa última por um ressalto saliente ou em depressão.

[0065] Será possível notar que os pontilhados representados na figura 8 indicam a forma da superfície de revolução que passa pelo meio do segmento DE. Assim, as decalagens radiais dos pontos D e E respectivamente para o exterior e para o centro (para cima e para baixo na figura) correspondem respectivamente à parte em rebaixo de extradorso do perfil de extradorso, em E, e à parte em relevo de intradorso no perfil de intradorso, em D.

REIVINDICAÇÕES

1. Pá (10) para roda de pás (100) de turbomáquina que compreende um perfilado aerodinâmico (50) formado com um intradorso (56), um extradorso (58), uma borda de fuga (54) e uma borda de ataque (52), a pá compreendendo adicionalmente uma plataforma (60) que se estende em uma das extremidades do perfilado em uma direção globalmente perpendicular a uma direção longitudinal do perfilado, a pá (10) sendo própria para ser disposta com uma pluralidade de pás substancialmente idênticas para formar uma coroa em torno de um eixo de coroa (A) e definir de acordo com esse último direções a montante e a jusante, coroa na qual os perfilados são dispostos substancialmente radialmente, as porções adjacentes das superfícies de plataforma (62) de duas pás adjacentes (10, 10') e situadas entre seus perfilados (50) respectivos definindo uma superfície interperfilados, a superfície de plataforma (60) apresentando um perfil de extradorso (80) e um perfil de intradorso (85) respectivamente ao longo do extradorso (58) e do intradorso (56), o dito perfil de intradorso (85) apresentando uma parte em rebaixo (I) de intradorso situada axialmente na metade a jusante do perfilado, a dita pá sendo caracterizada pelo fato de que a maior parte da superfície interperfilados é gerada pelo deslocamento de um segmento de reta que se apoia sobre os ditos perfis (80, 85) de extradorso e de intradorso, em que os ditos perfis (80, 85) de extradorso e de intradorso são formados sobre a superfície de plataforma (60).

2. Pá de acordo com a reivindicação 1, caracterizada pelo fato de que o dito perfil de extradorso (80) apresenta uma parte em rebaixo de extradorso (F) situada axialmente em uma metade a montante do perfilado (50) e uma parte em relevo (G) de extradorso, situada axialmente a jusante da dita parte em rebaixo de extradorso.

3. Pá de acordo com a reivindicação 2, caracterizada pelo fato de que a parte em rebaixo (F) de extradorso está situada entre 0 e 40 % do perfilado (50).

4. Pá de acordo com a reivindicação 3, caracterizada pelo fato de que o ponto baixo da parte em rebaixo (F) de extradorso está situado entre 12 % e 35 % do perfilado (50).

5. Pá de acordo com qualquer uma das reivindicações 2 a 4, caracterizada pelo fato de que a parte em relevo de extradorso está situada axialmente entre 40 e 80 % do perfilado (50).

6. Pá de acordo com qualquer uma das reivindicações 2 a 5, caracterizada pelo fato de que seções das superfícies de plataforma das pás unidas em coroa, na proximidade respectivamente a montante e a jusante dos perfilados, essas seções sendo perpendiculares ao eixo de coroa (A), definem um círculo médio a montante (14) e um círculo médio a jusante (15), esses dois círculos definindo um cone (16) coaxial ao eixo de coroa (A), a dita parte em rebaixo (F) de extradorso está em depressão em relação ao cone, e a dita parte em relevo (G) de extradorso está saliente em relação ao cone.

7. Pá de acordo com a reivindicação 6, caracterizada pelo fato de que a dita parte em rebaixo (I) de intradorso está em depressão em relação ao cone (16).

8. Pá de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 7, caracterizada pelo fato de que o dito perfil de intradorso (85) apresenta adicionalmente uma parte em relevo (H) de intradorso situada axialmente principalmente na metade a montante do perfilado (50).

9. Pá de acordo com a reivindicação 6 ou 7, caracterizada pelo fato de que o dito perfil de intradorso (85) apresenta adicionalmente uma parte em relevo (H) de intradorso, situada axialmente principalmente na metade a montante do perfilado (50), e que é por outro lado saliente em relação ao cone (16).

10. Pá de acordo com a reivindicação 8 ou 9, caracterizada pelo fato de que a dita parte em relevo de intradorso se estende axialmente em mais de três quartos do perfilado (50).

11. Pá de acordo com a reivindicação 8 ou 9, caracterizada pelo fato de que a parte em relevo de intradorso está situada axialmente entre 0 e 50 % do perfilado.

12. Pá de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 11, caracterizada pelo fato de que pelo menos uma das partes em rebaixo ou em relevo é prolongada a montante ou a jusante da superfície interperfilados (70).

13. Pá de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 12, caracterizada pelo fato de que a superfície de plataforma (62) compreende adicionalmente uma zona de revolução (44) em relação ao dito eixo de coroa (A) na proximidade do intradorso do perfilado situada axialmente a cerca de 75 % do perfilado.

14. Pá de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 13, caracterizada pelo fato de que a superfície de plataforma (62) apresenta uma zona de revolução (44) em relação ao dito eixo de coroa (A) na proximidade da borda de fuga (54, 54') do perfilado (50).

15. Roda de pás caracterizada pelo fato de que compreende um disco de rotor (20), e uma pluralidade de pás como definidas em qualquer uma das reivindicações 1 a 14, em que a pluralidade de pás (10) é montada de maneira axissimétrica em torno do eixo (A) da roda de pás.

16. Turbomáquina compreendendo pelo menos uma roda de pás, em que a dita pelo menos uma roda de pás é disposta ao longo de um percurso de fluido se estendendo através da turbomáquina;

caracterizada pelo fato de que cada roda de pás da dita pelo menos uma roda de pás compreende um disco de rotor (20), e uma pluralidade de pás como definidas em qualquer uma das reivindicações 1 a 14; e

em cada roda de pás da dita pelo menos uma roda de pás, cada pá da pluralidade de pás é montada no disco de rotor (20), e a pluralidade de pás (10) é montada de maneira axissimétrica em torno do eixo (A) da roda de pás.

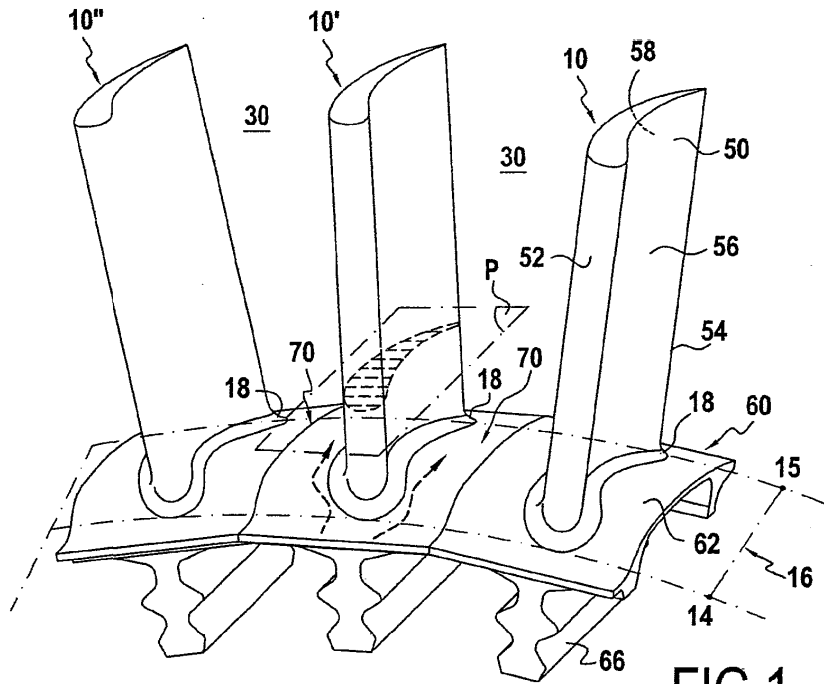


FIG.1

TÉCNICA ANTERIOR

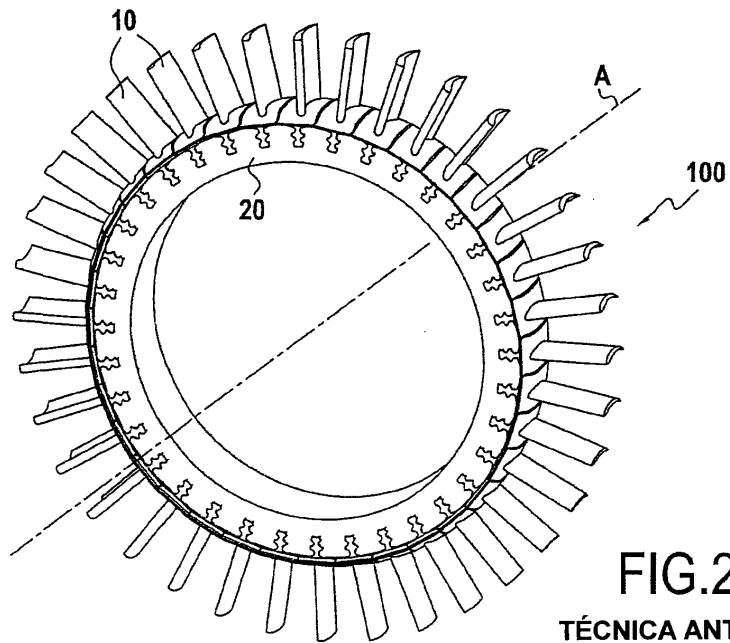


FIG.2

TÉCNICA ANTERIOR

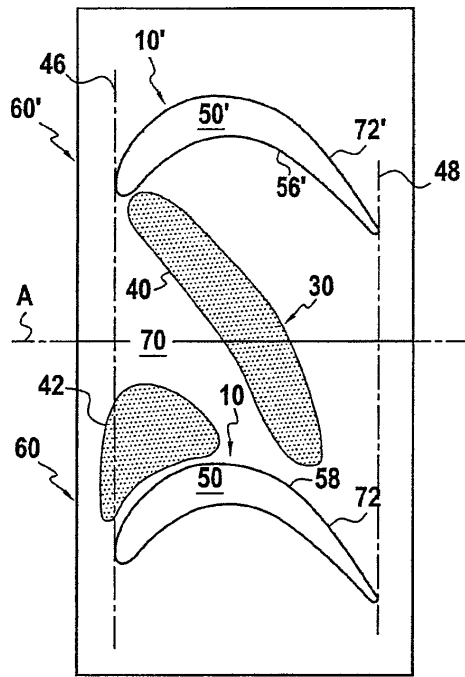


FIG.3
TÉCNICA ANTERIOR

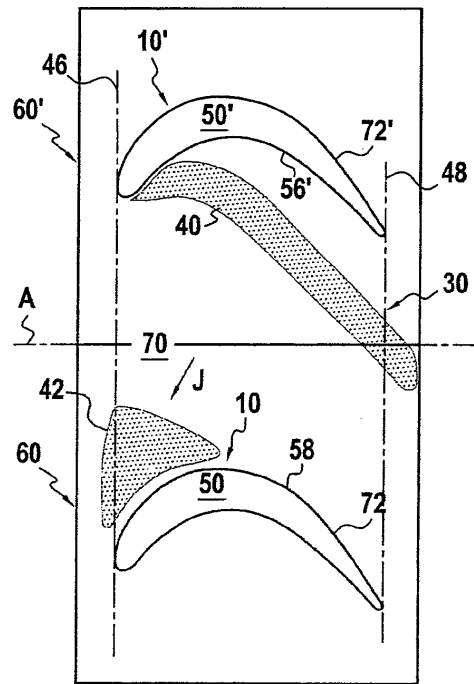


FIG 4

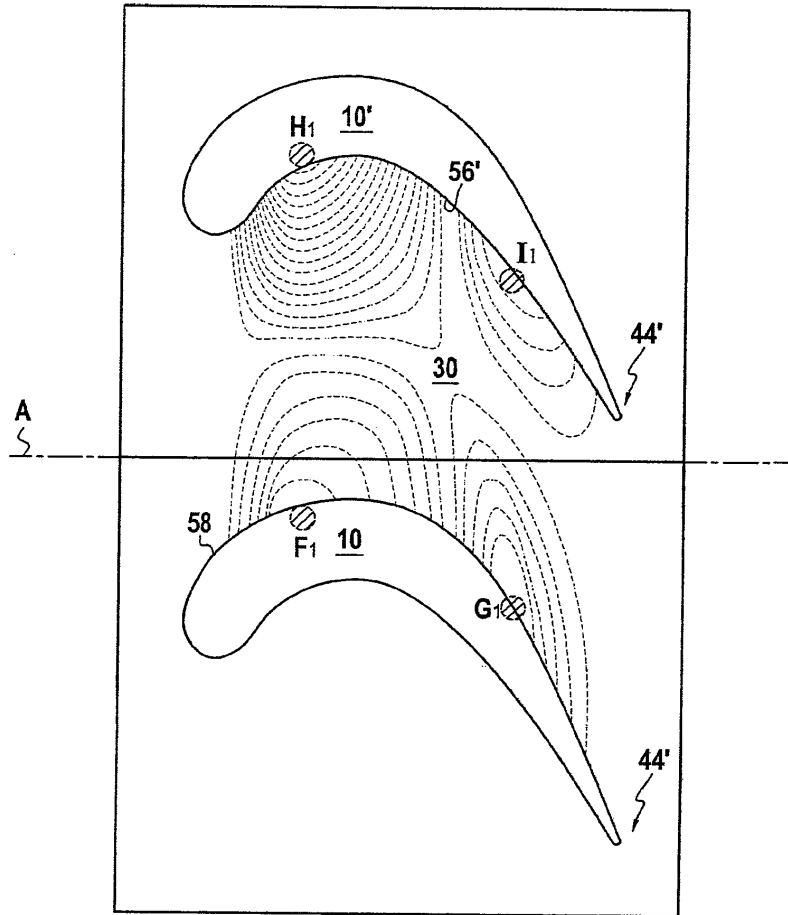


FIG. 7

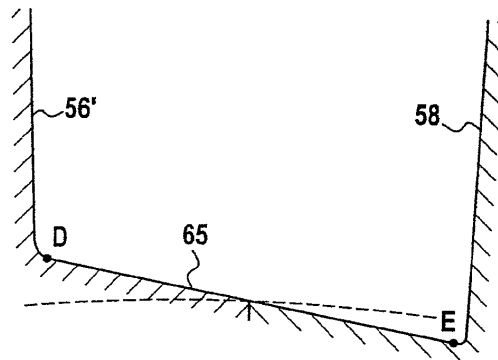


FIG. 8