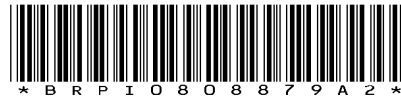




República Federativa do Brasil  
Ministério de Desenvolvimento, Indústria  
e Comércio Exterior  
Instituto Nacional da Propriedade Industrial

**(21) PI 0808879-9 A2**



(22) Data de Depósito: 12/03/2008  
(43) Data da Publicação: 26/08/2014  
(RPI 2277)

**(51) Int.Cl.:**  
B08B 3/02  
B08B 9/032  
F01D 25/00  
B64F 5/00

**(54) Título:** DISPOSITIVO E MÉTODO DE LIMPEZA DO MOTOR CENTRAL DE UM MOTOR A JATO

**(57) Resumo:**

**(30) Prioridade Unionista:** 16/03/2007 EP 07 005446.5

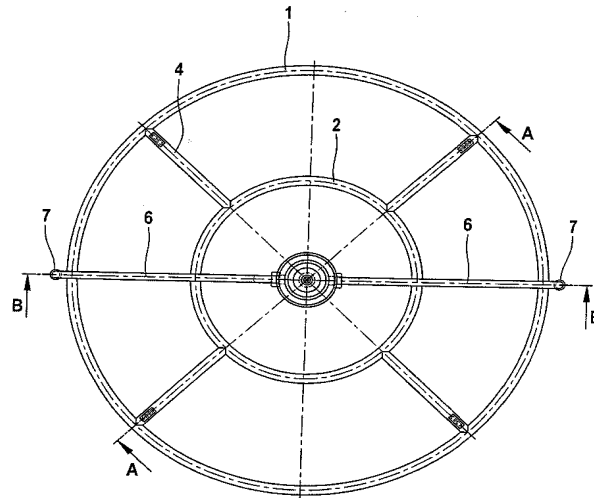
**(73) Titular(es):** Lufthansa Technik Ag

**(72) Inventor(es):** Daniel Göbel, Joachim Hacker, Joachim Heine, Michael Mensch, Sebastian Giljohann

**(74) Procurador(es):** Dannemann, Siemsen, Bigler & Ipanema Moreira

**(86) Pedido Internacional:** PCT EP2008001983 de 12/03/2008

**(87) Publicação Internacional:** WO 2008/113501 de 25/09/2008



Relatório Descritivo da Patente de Invenção para "**DISPOSITIVO E MÉTODO DE LIMPEZA DO MOTOR CENTRAL DE UM MOTOR A JATO**".

5 A presente invenção refere-se a um dispositivo, uma disposição e também um método de limpeza do motor central de um motor a jato.

Os motores a jato de aeronaves de transporte comercial subsônicas são predominantemente aqueles conhecidos como motores a jato turbofan. Estes motores turbofan possuem um chamado motor central em que ocorre o processo de combustão de querosene propriamente dito. O motor central, de modo geral, possui um ou mais estágios de compressor, uma câmara de combustão e um ou mais estágios de turbina em que os gases de combustão liberam parte de sua energia mecânica. Esta energia mecânica é necessária, por um lado, para impelir os estágios do compressor; por outro lado, o chamado turbofan, que fica posicionado a montante, é impulsionado pelo motor central, e, via de regra, possui um diâmetro significativamente maior do que o do motor central, e permite que uma parte considerável do ar que flui através do motor como um todo passe ao largo do motor central como fluxo de ar desviado ou fluxo de ar secundário. O turbofan produz uma parte significativa da potência de empuxo do motor através deste fluxo de ar desviado, e, além disso, a porção de fluxo de ar com desvio alto proporciona uma melhor compatibilidade ambiental do motor, principalmente uma melhor eficiência em velocidades subsônicas, e também uma melhora na supressão de ruídos do fluxo da exaustão de gás quente do motor central.

25 Durante a operação, os motores a jato são contaminados pelos resíduos de combustão do motor central, e também pelos contaminantes do ar que são trazidos para o interior juntamente com o ar da combustão ou de desvio, como poeira, insetos, névoa salina ou outros contaminantes ambientais. Estes contaminantes formam também uma camada sobre as pás do rotor e/ou pás do estator do compressor do motor central, o que prejudica a qualidade da superfície e, conseqüentemente, a eficiência termodinâmica do motor.

30 Para remover os contaminantes, os motores a jato são limpos.

Sabe-se, a partir de WO 2005/077554 A1, que este objetivo pode ser alcançado através da disposição de diversos bocais de limpeza a montante do ventilador de um motor turbofan a fim de limpar o ventilador e o motor central.

5 O objeto da invenção é a criação de um dispositivo, um método e uma disposição, do tipo mencionado na introdução, que possibilitam uma limpeza eficaz e eficiente do motor central de um motor a jato.

O dispositivo de acordo com a invenção possui uma unidade de suprimento que fornece um meio de limpeza, uma unidade de bocal projetada para introduzir o meio de limpeza no motor central, e também uma conexão em linha entre a unidade de suprimento e a unidade de bocal. De acordo com a invenção, a unidade de bocal possui um meio de conexão rotatória fixa com a haste do ventilador do motor a jato, e uma junta rotatória é fornecida entre a unidade de bocal e a conexão em linha.

15 Primeiramente, é necessário explicar alguns dos termos que são utilizados dentro do escopo da invenção. O termo motor a jato refere-se a qualquer tipo de turbina a gás móvel para uso em aviação. Dentro do escopo da invenção, o termo refere-se especificamente aos motores turbofan, em que a turbina a gás propriamente dita forma o chamado motor central, e um turbofan de diâmetro maior fica posicionado a montante do motor central, e cria um fluxo de ar desviado em torno do motor central. O termo motor central refere-se à turbina a gás do motor a jato, turbina a gás esta onde ocorre o processo de combustão do combustível, principalmente o querosene. Este motor central, via de regra, possui um ou mais estágios de compressor, uma câmara de combustão e um ou mais estágios de turbina que são impulsio-

20

25

A unidade de suprimento fornece um meio de limpeza (por exemplo, em um ou mais tanques) e pode ser equipada com unidades de operação e unidades acionadoras, bombas, acumuladores de energia e similares. Ela deve ser projetada como uma unidade móvel, e, mais especificamente, portátil.

A unidade de bocal possui um ou mais bocais para o meio de

limpeza, e também um meio, que será explicado mais detalhadamente abaixo, para a conexão fixa rotatória desta unidade de bocal, e, conseqüentemente, dos bocais, à haste do ventilador do motor a jato.

5 Assim, de acordo com a invenção, fica estabelecido que estes bocais não são dispostos de maneira estacionária na região da entrada do motor a jato, mas são conectados de maneira fixa e rotatória à haste do ventilador, podendo, portanto, durante uma rotação lenta do motor, girar juntamente com o ventilador sem injetar querosene (o chamado "arranque a seco").

10 A unidade de suprimento e a unidade de bocal são interligadas através de uma conexão em linha. Esta conexão em linha serve principalmente para fornecer o meio de limpeza (preferivelmente sob pressão e possivelmente aquecido) aos bocais da unidade de bocal. A conexão em linha deve ser flexível e, principalmente, pode ter uma mangueira vedada.

15 A conexão em linha é ligada à unidade de bocal por meio de uma junta rotatória. O termo "junta rotatória" deve ser entendido funcionalmente, e refere-se a um dispositivo de qualquer tipo que seja adequado para criar uma conexão suficientemente estável, vedada e impermeável entre a parte estacionária da conexão em linha e a unidade de bocal que gira juntamente com o ventilador. O propósito da junta rotatória é direcionar o meio de limpeza da unidade de suprimento estacionária para a unidade de bocal co-rotatório e permitir então que o fluido de limpeza seja descarregado a partir dos bocais.

25 A invenção permite uma limpeza direcionada do motor central. Os bocais em movimento co-rotatório durante o arranque a seco fazem uma varredura do conteúdo do motor central de maneira uniforme por toda a circunferência. Além disso, a disposição co-rotatório dos bocais permite uma introdução direcionada do meio de limpeza na direção do fluxo por trás das pás do ventilador, e, portanto, permite uma varredura direta do motor central sem a obstrução do turbofan, que fica disposto a montante do mesmo com relação à direção do fluxo. No caso da disposição estacionária dos bocais a montante do ventilador, na técnica anterior, uma parte essencial do meio de

30

limpeza atinge as pás do ventilador e, portanto, não contribui – pelo menos não diretamente – para a limpeza do motor central. A invenção reconhece que a limpeza direcionada do motor central é essencial para o objetivo de melhorar a eficiência termodinâmica. A invenção reconhece também que uma limpeza adicional da roda do ventilador, possivelmente desejável, pode ser obtida de maneira essencialmente mais simples, através de uma limpeza adicional manual com mangueira e escova. Uma varredura que inclui as pás do ventilador, conforme indica a técnica anterior, não é capaz de remover uma parte significativa dos contaminantes das pás do ventilador, visto que estes se acumulam na parte traseira (lado da pressão) das pás do ventilador. Além disso, no caso de uma varredura simultânea das pás do ventilador com o meio de limpeza, a sujeira removida ali, e também em especial o lubrificante retirado pela lavagem da região da raiz das pás, são levados para o motor central, contribuindo para a sua contaminação.

A distribuição da massa da unidade do bocal deve ser axialmente simétrica em torno de seu eixo geométrico rotatório. Desta forma, durante a corrotação da unidade de bocal, não é introduzido qualquer desequilíbrio adicional significativo. Com este propósito, a junta rotatória deve ser encaixada de maneira essencialmente centralizada no eixo geométrico rotatório do dispositivo, de acordo com a invenção em seu estado implementado. A unidade de bocal deve ter pelo menos dois ou mais bocais, que devem ser distribuídos de modo axialmente simétrico em torno do eixo geométrico rotatório.

A abertura de descarga dos bocais é preferivelmente disposta na seção da extremidade axial da unidade de bocal, isto é, na seção que, no estado implementado, aponta para a direção a montante, quer dizer, aponta para o lado oposto do influxo do motor a jato. A abertura de descarga dos bocais é fornecida de maneira correspondente na seção da extremidade da unidade de bocal que aponta para o lado oposto, quer dizer, na seção da extremidade que aponta para a direção a jusante no estado implementado. Esta disposição permite que os bocais sejam encaixados nos espaços entre as pás do ventilador durante a instalação na haste do ventilador de um motor

turbofan, de modo que fiquem dispostos diretamente a montante do motor central; ou, alternativamente, eles devem ser orientados de um modo que seja pelo menos direcionado, a fim de que direcionem os jatos entre os espaços das pás do ventilador diretamente sobre o motor central.

5 Os bocais devem ser, preferivelmente, bocais de jato planos, mas outros formatos, como bocais de jato redondos ou uma combinação de bocais diferentes, também podem ser usados. O plano geométrico do jato deve estar orientado na direção radial, isto é, deve ter dois eixos geométricos, sendo que um dos eixos geométricos aponta para a direção radial. Des-  
10 te modo, os bocais rotatórios podem varrer a totalidade da área de influxo do motor central de forma particularmente eficaz.

É preferível também que o plano do jato com o eixo geométrico rotatório inclua um ângulo incidente. Isto significa que a direção do jato não é paralela ao eixo geométrico rotatório, mas inclui um ângulo com este eixo. A  
15 direção do jato tem um desvio da direção axial que é correspondente a este ângulo. É preferível que este ângulo siga o ângulo incidente das pás do compressor dianteiro do motor central. Via de regra, isto diz respeito às pás do estator que, com uma adaptação adequada do ângulo do jato ao seu ângulo de disposição, podem ser atingidas pelo jato plano de modo a permitir  
20 uma limpeza mais eficaz das partes do motor central que ficam dispostas atrás das pás.

O meio para fazer a conexão fixa rotatória ao eixo do ventilador do motor a jato deve compreender um meio de fixação para efetuar a fixação às pás do ventilador, tais como ganchos projetados adequadamente, através  
25 dos quais a unidade de bocais possa ser afixada à borda traseira (virada a jusante) das pás do ventilador.

Para a fixação rotatória à haste do ventilador, a unidade de bocal pode ter um dispositivo para efetuá-lo um encaixe que seja essencialmente ajustado à forma do eixo central da haste do ventilador.

30 Os motores turbofan costumam ter, na extremidade a montante da haste do turbofan, um eixo central cônico que serve para aprimorar o comportamento do influxo de ar. O meio correspondente para a fixação rota-

tória é encaixado neste eixo central. No caso desta conexão, a descrição "de maneira essencialmente ajustada à forma" significa que o formato do eixo central da haste é utilizado para o posicionamento pretendido da unidade de bocal e para a afixação na posição desejada. Isto não significa que toda a superfície do eixo central da haste precise ser abrangida pelo ajuste à forma.

Por exemplo, o dispositivo pode ter um ou mais componentes anelares através dos quais ele pode ser posicionado no eixo central da haste. No caso de uma multiplicidade de componentes anelares, estes possuem diâmetros diferentes que podem ser adaptados ao diâmetro do eixo central da haste nas regiões correspondentes. Por exemplo, podem ser fornecidos dois anéis afastados axialmente, com diâmetros diferentes, através dos quais a unidade de bocal é posicionada e centralizada no eixo central da haste.

O material para o encaixe de maneira essencialmente ajustada à forma do eixo central da haste do ventilador deve ser selecionado de modo que o eixo central da haste não sofra nenhum desgaste, ou apenas um desgaste insignificante, em consequência de uma possível fricção. Por exemplo, esta unidade pode ter uma camada ou cobertura de plástico ou borracha que seja adequadamente macia.

Podem ser fornecidos cabos de tração para o restante da fixação. Por exemplo, a unidade de bocal pode ser centralizada no eixo central da haste do ventilador através dos componentes anelares e então escorada com cabos de tração afixados à borda traseira das pás do ventilador. De acordo com a invenção, podem ser fornecidas unidades de mola para o pretensionamento dos cabos de tração para que a unidade de bocal seja pressionada contra o eixo central da haste com uma força específica.

Os cabos de tração devem ser escorados (por exemplo, por meio de ganchos ou garras de fixação) nas pás do ventilador, preferivelmente em suas bordas traseiras. Estes ganchos ou garras de fixação também podem ter as coberturas ou camadas macias de plástico ou borracha apropriadas.

A unidade de suprimento para o meio de limpeza deve ter pelo

menos um tanque de armazenamento para o meio de limpeza e pelo menos uma bomba para pressurizar a unidade de bocal com o meio de limpeza. O tanque de armazenamento pode ter uma unidade aquecedora a fim de fornecer um meio de limpeza com temperatura regulada. Em uma modalidade preferível, a unidade de suprimento possui pelo menos dois tanques de armazenamento a partir dos quais a unidade de bocal pode ser alimentada seletivamente. A vantagem disto é que, após um processo de limpeza, um meio de limpeza em um tanque de limpeza recém-abastecido pode ser aquecido a uma temperatura desejada, enquanto outro processo de limpeza é efetuado simultaneamente a partir do segundo tanque de limpeza.

Um líquido, principalmente um líquido aquoso, ou a dispersão de um líquido em um meio gasoso, especialmente o ar, deve ser usado como o meio de limpeza. Deve ser utilizada uma solução aquosa que, ao ser descarregada dos bocais, seja atomizada a fim de formar uma dispersão aquosa no ar. Isto será descrito mais detalhadamente abaixo, juntamente com a explicação do método de acordo com a invenção. É, portanto, objeto desta invenção projetar o dispositivo de modo que os parâmetros do método que são descritos abaixo possam ser estabelecidos.

A matéria desta invenção também é uma disposição que consiste em um motor a jato e um dispositivo afixado ao motor para a efetuação da limpeza do motor central, conforme descrito anteriormente. A disposição possui ainda as seguintes características:

- a. A unidade de bocal é conectada de maneira fixa e rotatória à haste do ventilador do motor a jato;
- b. Os eixos geométricos rotatórios do ventilador do motor a jato e da unidade de bocal são dispostos de maneira essencialmente concêntrica;
- c. A distância radial entre os bocais da unidade de bocal e o eixo geométrico rotatório comum do motor a jato e do dispositivo é menor do que o raio da abertura de influxo do motor central;
- d. As aberturas de descarga dos bocais são dispostas na direção axial atrás do plano do ventilador, e/ou os bocais são dispostos entre os espaços das pás do ventilador de modo que os jatos dos bocais possam pas-

sar através do plano do ventilador sem impedimentos.

No caso da disposição de acordo com a invenção, a unidade de bocal é conectada de maneira fixa e rotatória à haste do ventilador do motor a jato. Neste caso, os eixos geométricos rotatórios do ventilador do motor a jato e da unidade de bocal são dispostos de maneira essencialmente concêntrica. O eixo geométrico rotatório da unidade de bocal é o eixo em torno do qual os bocais giram de maneira concêntrica durante a operação. A distância radial entre os bocais da unidade de bocal e o eixo geométrico rotatório comum do motor a jato e do dispositivo é dimensionada de modo que estes bocais varram o influxo do motor central. As aberturas de descarga dos bocais são orientadas para a parte de trás do plano do turbofan, ou na frente ou entre as pás do ventilador, de modo que a penetração essencialmente desimpedida do jato seja possível.

O ângulo incidente do plano do jato dos bocais com o eixo geométrico rotatório deve ser adaptado ao ângulo incidente das pás frontais do motor central na direção do fluxo do motor a jato. Desta forma, a ação de limpeza é aprimorada também na seção traseira do motor central.

Um método para limpeza do motor central de um motor a jato, conforme descrito anteriormente, também é objeto da invenção. As etapas do método de acordo com a invenção são:

- a. Fixação da unidade de bocal ao eixo central do ventilador de modo que as aberturas de descarga fiquem orientadas na direção das pás frontais do motor central, na direção do fluxo do motor a jato;
- b. Permitir que o motor a jato gire;
- c. Pressurizar a unidade de bocal com o meio de limpeza e limpar o motor central.

O arranque a seco, ou o giro do motor a jato durante o processo de limpeza, deve ser executado a uma velocidade de 50 a 500 rpm, sendo preferível uma velocidade de 100 a 300 rpm, ou ainda de 120 a 250 rpm. A velocidade mais especificamente preferível é de 150 a 250 rpm. A limpeza também pode ocorrer durante a marcha lenta do motor, sendo que a velocidade então deve ficar entre 500 e 1.500 rpm.

A dispersão de um líquido em um meio gasoso deve ser utilizada como o meio de limpeza. Esta dispersão já pode ser produzida a montante da abertura de descarga do bocal, por exemplo, através do acréscimo de um meio gasoso, como o ar, a um líquido de limpeza. Entretanto, é preferível que somente o meio de limpeza líquido seja direcionado para a abertura de  
5       descarga do bocal e seja atomizado na abertura de descarga do bocal pela  
descarga sob alta pressão, de modo que a mistura consista de meio líquido  
e gasoso. Esta dispersão, ou este aerossol, é então levada ao motor central.  
O meio de limpeza (ou a porção líquida do aerossol) deve ter sua temperatu-  
10       ra regulada a uma faixa entre 20° e 100°C, sendo preferível a faixa entre 30°  
e 80°C, ou ainda a faixa entre 50° e 70°C. A pressão sob a qual o meio de  
limpeza é descarregado na abertura do bocal deve estar na faixa entre 2 a  
10 MPa (20 a 100 bar), sendo preferível a faixa entre 3 a 8 MPa (30 a 80  
bar), ou ainda a faixa entre 5 a 7 MPa (50 a 70 bar). Em consequência desta  
15       pressão, o meio líquido de limpeza na abertura do bocal é, preferivelmente,  
dividido em gotículas, sendo que o tamanho médio destas gotículas é de 50  
a 500  $\mu\text{m}$ , sendo preferível faixa de tamanho entre 100 e 300  $\mu\text{m}$ , ou ainda a  
faixa entre 150 e 250  $\mu\text{m}$ .

A taxa de saída do meio líquido de limpeza deve ficar entre 10 e  
20       200 l/min, mais preferível a faixa entre 20 e 150 l/min, ou ainda entre 20 e  
100 l/min, sendo especialmente preferível a faixa entre 20 e 60 l/min. A du-  
ração do processo de limpeza deve ser de 1 a 15 minutos, mais preferível a  
duração de 2 a 10 minutos, ou ainda de 3 a 7 minutos.

O tanque (ou cada um dos tanques) de meio de limpeza da uni-  
25       dade de suprimento pode ter, por exemplo, um volume de 400 litros. Este  
volume permite, por exemplo, uma limpeza de 5 minutos com uma saída de  
80 l/min.

Um exemplo de modalidade da invenção é explicado a seguir  
com referência às figuras. Nas figuras:

30       A figura 1 mostra uma visualização da unidade de bocal de a-  
cordo com a invenção, vista de frente;

A figura 2 mostra uma seção através do plano B-B da Figura 1

de uma unidade de bocal que está encaixada sobre o eixo central da haste de um ventilador;

5 A figura 3 uma seção através do plano B-A da Figura 1 de uma unidade de bocal que está encaixada sobre o eixo central da haste de um ventilador;

A figura 4 mostra em detalhe a junta rotatória da Figura 2;

A figura 5 mostra em detalhe a junta rotatória da Figura 3;

A figura 6 mostra esquematicamente a disposição dos bocais atrás do plano das pás do ventilador.

10 A unidade de bocal possui dois elementos anelares, 1 e 2, por meio dos quais a unidade de bocal é encaixada no eixo central da haste 3 do ventilador de um motor a jato (ver Figuras 2 e 3). Quando estão encaixados, os elementos anelares 1 e 2 abrangem o eixo central da haste 3 de maneira essencialmente ajustada à forma. Os dois elementos anelares 1 e 2 são in-  
15 terligados através das escoras radiais 4. Uma junta rotatória, cuja totalidade é designada pelo número 5, é posicionada na ponta da unidade de bocal que aponta para a direção a montante (com relação à direção do fluxo do motor a jato). A partir desta junta rotatória duas linhas de pressão 6 se estendem radialmente para o exterior, e fornecem o meio de limpeza aos dois bocais  
20 de jato plano 7. Na visualização detalhada da Figura 4, pode-se ver que as duas linhas de pressão 6, através das passagens radiais 8 e de uma passagem axial 9 da junta rotatória 5, estão em comunicação fluida com uma linha de alimentação 10 que conecta a junta rotatória à unidade de suprimento, que não aparece na figura.

25 As linhas de pressão 6 são afixadas, nos pontos de cruzamento com os elementos anelares 1 e 2, a estes elementos anelares, fazendo, assim, parte da estrutura de suporte da totalidade da unidade de bocal.

30 Para afixar a unidade de bocal no eixo central da haste do ventilador, são fornecidos os cabos de tração indicados pelo número 11, e estes, através dos ganchos 12, são afixados nas bordas traseiras das pás do ventilador. Conforme mostra a Figura 5, os cabos de tração 11 são guiados até a junta rotatória através dos guias dos cabos de tensão 17 que estão afixados

na junta rotatória, e são afixados a ela com um anel de fixação axialmente móvel 13. As molas de compressão 14 são apoiadas sobre um rebaixo anular 15 da junta rotatória e aplicam uma força sobre o anel de fixação 13 que age na direção oposta ao rebaixo anular 15. Quando estão afixadas, as molas de compressão 14 aplicam uma pré-tensão aos cabos de tração 11, e, assim, asseguram a fixação da unidade de bocal ao eixo central da haste do ventilador. Através de uma porca de tração 16 encaixada em uma rosca do alojamento conjunto 18, o anel de fixação 13 é movimentado na direção a montante. Consequentemente, uma força de tração é transmitida para os cabos de tração 11, criando, assim, uma conexão segura entre a unidade de bocal e o eixo central do ventilador.

A fim de efetuar a limpeza do motor central de um motor a jato turbofan, a unidade de bocal, conforme representada principalmente nas Figuras 2 e 3, é posicionada sobre o eixo central da haste do ventilador e afixada nas pás do ventilador através dos ganchos 12. O motor é posto em rotação (arranque a seco). Através das linhas de conexão 10, da junta rotatória 5 e das linhas de pressão 6, os bocais de jato plano 7 recebem o suprimento de meio de limpeza a partir da unidade de suprimento, que não está representada nas figuras. Este meio de limpeza faz a varredura do influxo do motor central em toda a sua circunferência, efetuando assim a limpeza.

Na Figura 6, pode-se ver que o plano de descarga dos bocais 7 fica na direção axial do motor, atrás do plano radial indicado pelo número 18 do turbofan 19. É possível, portanto, executar uma pulverização definida e ininterrupta para interior do motor central 20. Assim, de acordo com a invenção, pode ser utilizado um volume essencialmente menor de meio de limpeza (principalmente líquido de lavagem) do que aquele da técnica anterior. Em consequência desta redução do volume de líquido, evita-se o efeito da entrada de líquido nas linhas de controle do motor que transmitem pressão de ar do compressor para a unidade de controle do regulador de combustível. Além disso, a contaminação do óleo do motor com líquido de limpeza é evitada.

De acordo com a invenção, estas linhas de controle, ao contrário da técnica anterior, não precisam ser fechadas ou abertas antes do início da lavagem do motor. Não é necessário, portanto, realizar um teste estático do motor após a lavagem ou religação subsequente das linhas de controle.

## REIVINDICAÇÕES

1. Dispositivo para limpeza do motor central de um motor a jato com uma unidade de suprimento que fornece um meio de limpeza, uma unidade de bocal projetada para introduzir o meio de limpeza no motor central e  
5 uma conexão em linha (10) entre a unidade de suprimento e a unidade de bocal, e caracterizado pelo fato de que a unidade de bocal possui meios para ser conectada de maneira fixa e rotatória à haste do ventilador do motor a jato, e pelo fato de uma junta rotatória (5) ser fornecida entre a unidade de bocal e a conexão em linha (10).
- 10 2. Dispositivo, de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de que a distribuição da massa da unidade de bocal ser axialmente simétrica ao redor de seu eixo geométrico rotatório.
3. Dispositivo, de acordo com as reivindicações 1 ou 2, caracterizado pelo fato de que a unidade de bocal ter pelo menos dois bocais (7).
- 15 4. Dispositivo, de acordo com as reivindicações 1 a 3, caracterizado pelo fato de que as aberturas de descarga dos bocais (7) serem dispostas na seção da extremidade axial da unidade de bocal, que aponta para a direção oposta à junta rotatória (5).
- 20 5. Dispositivo, de acordo com as reivindicações 1 a 4, caracterizado pelo fato de que os bocais (7) serem bocais de cabeça chata.
6. Dispositivo, de acordo com a reivindicação 5, caracterizado pelo fato de que o plano do jato da região das aberturas de descarga dos bocais (7) apontarem essencialmente na direção radial.
- 25 7. Dispositivo, de acordo com as reivindicações 5 ou 6, caracterizado pelo fato de que o plano do jato com o eixo geométrico rotatório (7) incluir um ângulo de incidência.
- 30 8. Dispositivo, de acordo com as reivindicações 1 a 7, caracterizado pelo fato de que o meio através do qual é feita a conexão fixa e rotatória com a haste do ventilador do motor a jato possuir meios de fixação (12) para a fixação sobre as pás do ventilador.
9. Dispositivo das reivindicações 1 a 7, caracterizado pelo fato de que o meio através do qual é feita a conexão fixa e rotatória à haste do

ventilador do motor a jato possui um dispositivo (1, 2) para o assentamento essencialmente ajustado à forma sobre o eixo central da haste do ventilador.

5                   10. Dispositivo, de acordo com a reivindicação 9, caracterizado pelo fato de que o dispositivo (1, 2) para o assentamento essencialmente ajustado à forma sobre o eixo central da haste do ventilador compreender pelo menos um componente anelar (1, 2) e cabos de tração (11).

                  11. Dispositivo, de acordo com a reivindicação 10, caracterizado pelo fato de serem fornecidas unidades de mola (14) para o pré-tensionamento dos cabos de tração (11).

10                  12. Dispositivo, de acordo com as reivindicações 10 ou 11, caracterizado pelo fato de serem fornecidos meios de fixação (12) para afixar os cabos de tração (11) sobre as pás do ventilador.

                  13. Dispositivo, de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 12, caracterizado pelo fato de que a unidade de suprimento possuir pelo menos um tanque de armazenamento para o meio de limpeza e pelo menos uma bomba para pressurização da unidade de bocal com o meio de limpeza.

15                  14. Dispositivo, de acordo com a reivindicação 13, caracterizado pelo fato de que o tanque de armazenamento possuir uma unidade de aquecimento.

20                  15. Dispositivo, de acordo com as reivindicações 13 ou 14, caracterizado pelo fato de possuir pelo menos dois tanques de armazenamento, e pelo fato de a unidade de bocal poder ser alimentada seletivamente a partir de um dos tanques de armazenamento em cada caso.

                  16. Disposição que consiste em um motor a jato e um dispositivo afixado a ele para efetuar a limpeza do motor central, como definida em qualquer uma das reivindicações 1 a 15, caracterizado pelo fato de possuir as seguintes características:

                  a. A unidade de bocal é conectada à haste do ventilador do motor a jato de maneira fixa e rotatória;

30                  b. Os eixos geométricos rotatórios do ventilador do motor a jato e da unidade de bocal são dispostos de maneira essencialmente concêntrica;

c. Os bocais (7) da unidade de bocal estão a uma distância radial do eixo geométrico rotatório comum do motor a jato e do dispositivo que é menor do que o raio da abertura de influxo do motor central;

5 d. As aberturas de descarga dos bocais (7) são dispostas na direção axial atrás do plano do ventilador, e/ou os bocais são dispostos nos espaços entre as pás do ventilador, ou orientados na direção dos espaços entre as pás do ventilador de modo que os jatos dos bocais passem através do plano dos ventiladores sem impedimentos.

10 17. Disposição, de acordo com a reivindicação 16, caracterizada pelo fato de que o plano do jato dos bocais (7) com o eixo geométrico rotatório incluir um ângulo de incidência que corresponde essencialmente ao ângulo de incidência das pás frontais do motor central na direção do fluxo do motor a jato.

15 18. Método de limpeza do motor central de um motor a jato, sendo que o método utiliza um dispositivo, como definido em qualquer uma das reivindicações 1 a 15, e compreende as seguintes etapas:

a. Afixar a unidade de bocal ao eixo central (3) do ventilador de modo que as aberturas de descarga dos bocais (7) fiquem orientadas na direção das pás frontais do motor central na direção do fluxo do motor a jato;

20 b. Permitir que o motor a jato gire;

c. Pressurizar a unidade de bocal com meio de limpeza e limpar o motor central.

25 19. Método, de acordo com a reivindicação 18, caracterizado pelo fato de o motor a jato poder girar a uma velocidade de 50 a 500 rpm, sendo preferível uma velocidade de 100 a 300 rpm, ou ainda de 120 a 250 rpm.

20. Método, de acordo com as reivindicações 18 ou 19, caracterizado pelo fato de que uma dispersão de um líquido em um meio gasoso é utilizada como o meio de limpeza.

30 21. Método, de acordo com a reivindicação 20, caracterizado pelo fato de que o líquido é um líquido aquoso.

22. Método, de acordo com as reivindicações 20 ou 21, caracte-

rizado pelo fato de que o meio gasoso é ar.

23. Método, de acordo com qualquer uma das reivindicações 18 a 22, caracterizado pelo fato de o meio de limpeza estar a uma temperatura de 20° a 100°C, sendo preferível uma temperatura de 30° a 95°C, ou ainda  
5 de 50° a 90°C.

24. Método, de acordo com qualquer uma das reivindicações 18 a 23, caracterizado pelo fato de a pressão do meio de limpeza ser de 2 a 10 MPa (20 a 100 bar), sendo preferível uma pressão de (3 a 8 MPa (30 a 80 bar), ou ainda de 5 a 7 MPa (50 a 70 bar).

10 25. Método, de acordo com qualquer uma das reivindicações 20 a 24, caracterizado pelo fato de o tamanho médio das gotículas da dispersão ser de 50 a 500 µm, sendo preferível um tamanho médio de 100 a 300 µm, ou ainda de 150 a 250 µm.

15 26. Método, de acordo com qualquer uma das reivindicações 18 a 25, caracterizado pelo fato de a taxa de saída do meio líquido de limpeza ficar na faixa entre 10 e 200 l/min, sendo preferível a faixa entre 20 e 150 l/min, ou ainda entre 20 e 100 l/min, ou ainda a faixa entre 20 e 60 l/min.

20 27. Método, de acordo com qualquer uma das reivindicações 18 a 26, caracterizado pelo fato de a limpeza do motor central ser executada ao longo de um período de 1 a 15 minutos, sendo preferível a duração de 2 a 10 minutos, ou ainda de 3 a 7 minutos.

1/6

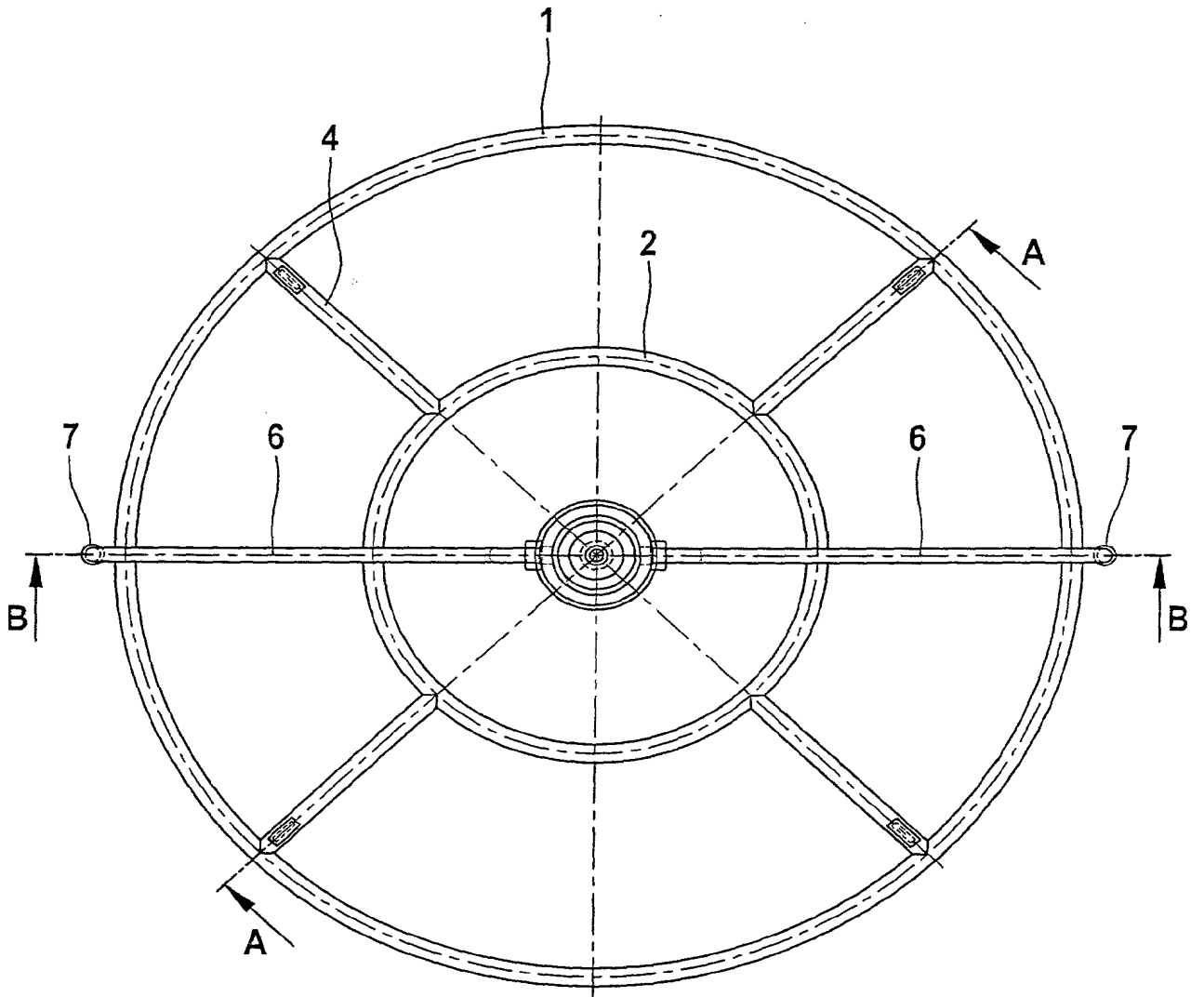


Fig. 1

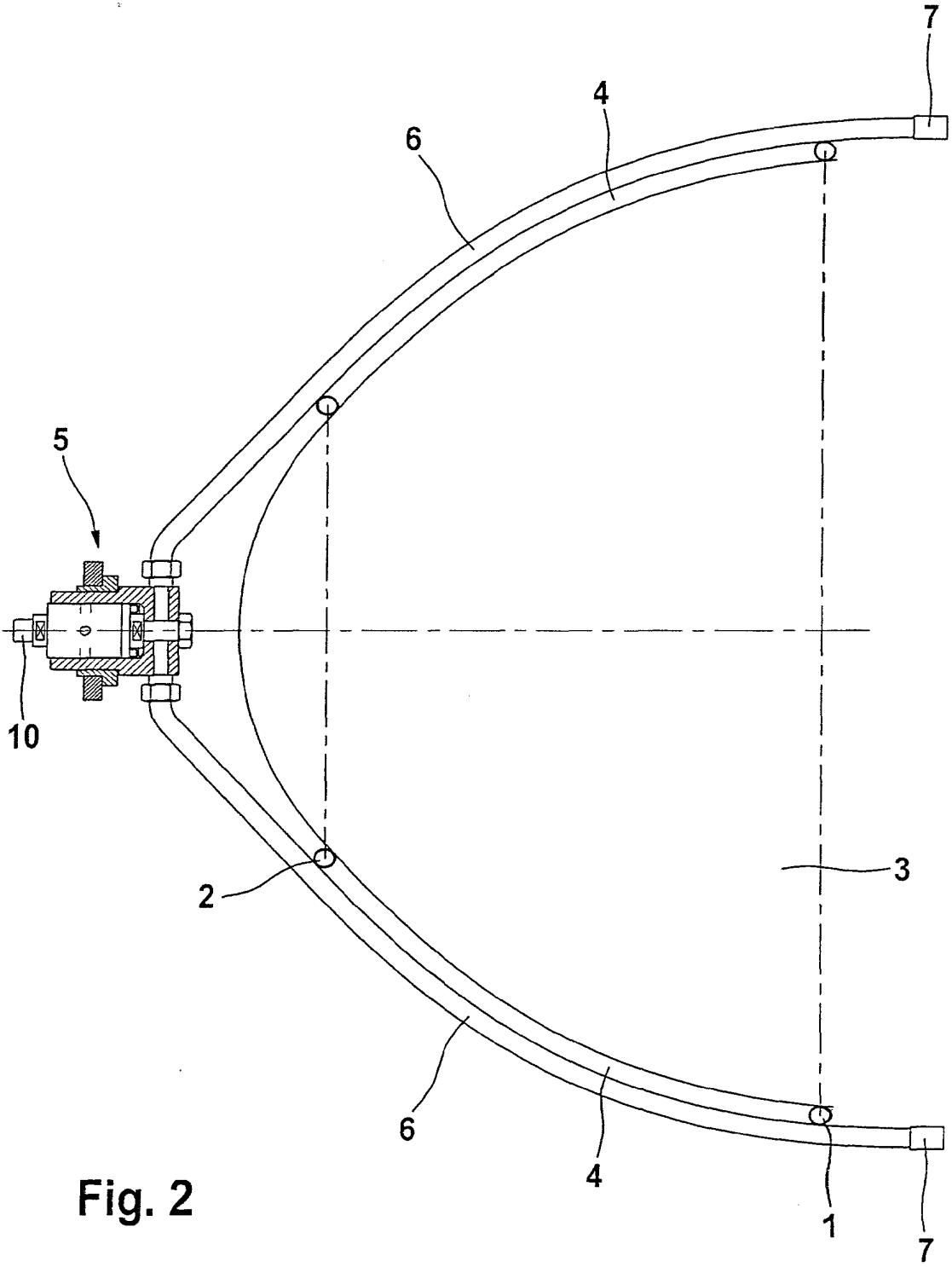


Fig. 2

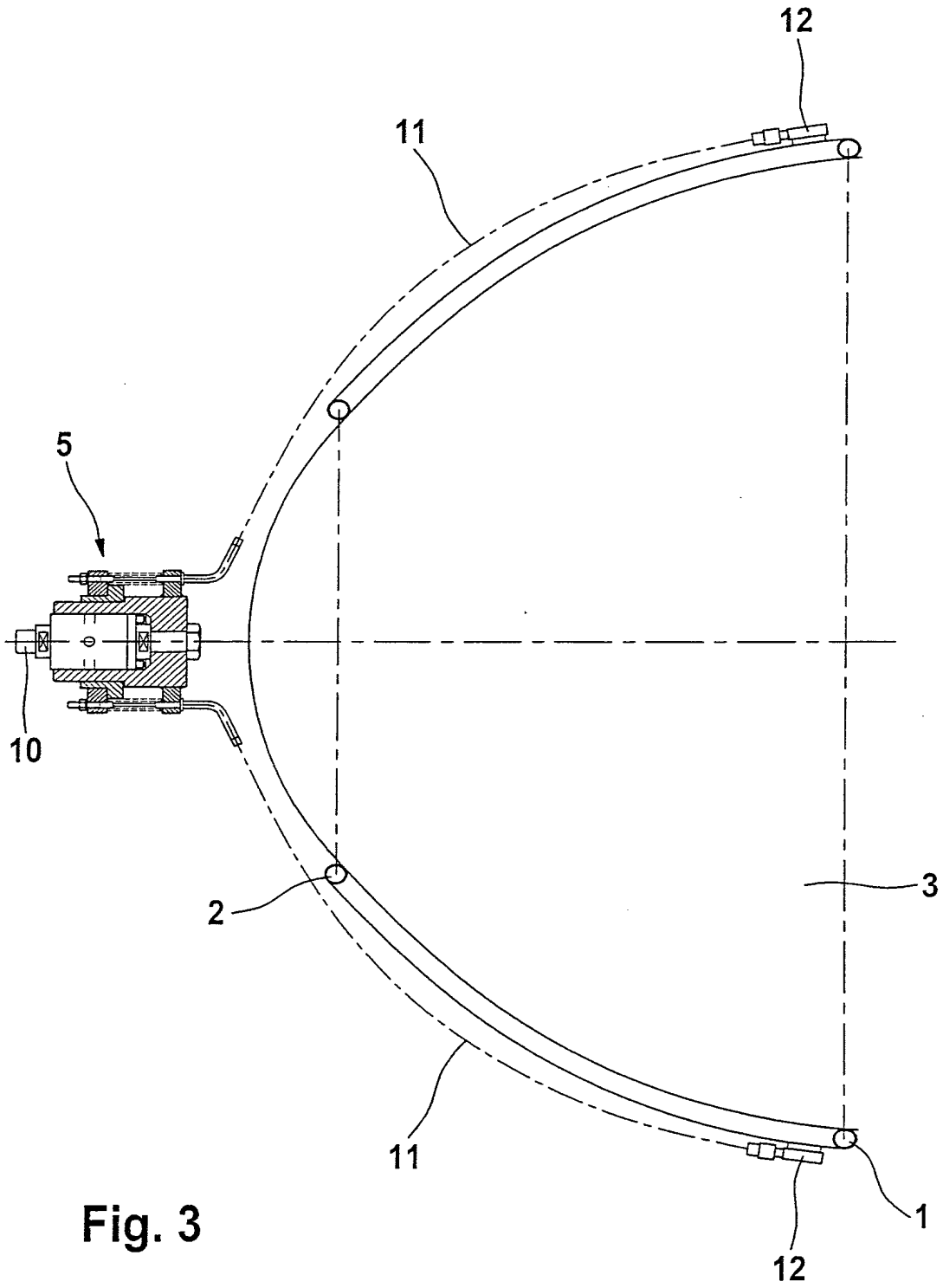


Fig. 3

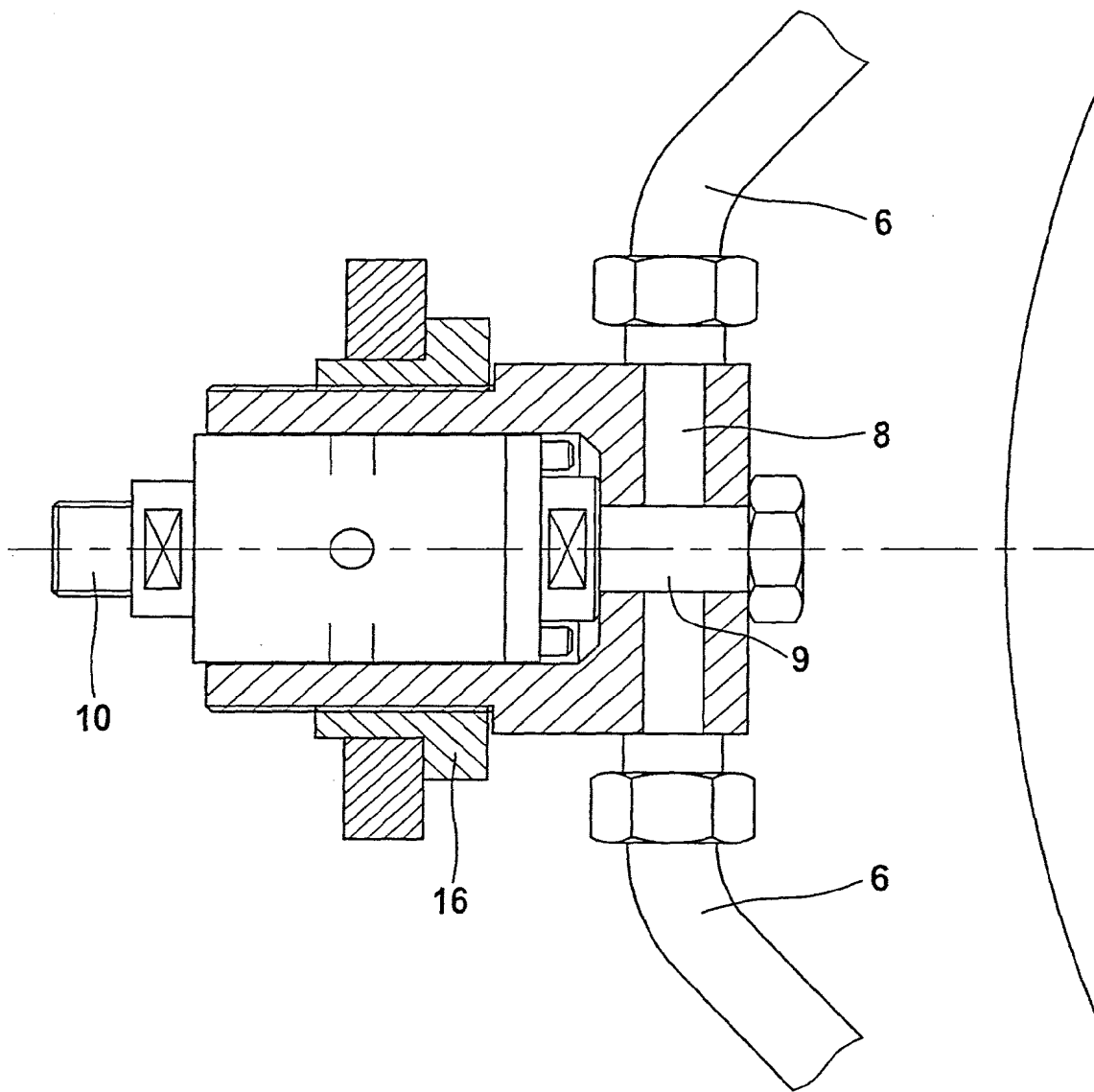


Fig. 4

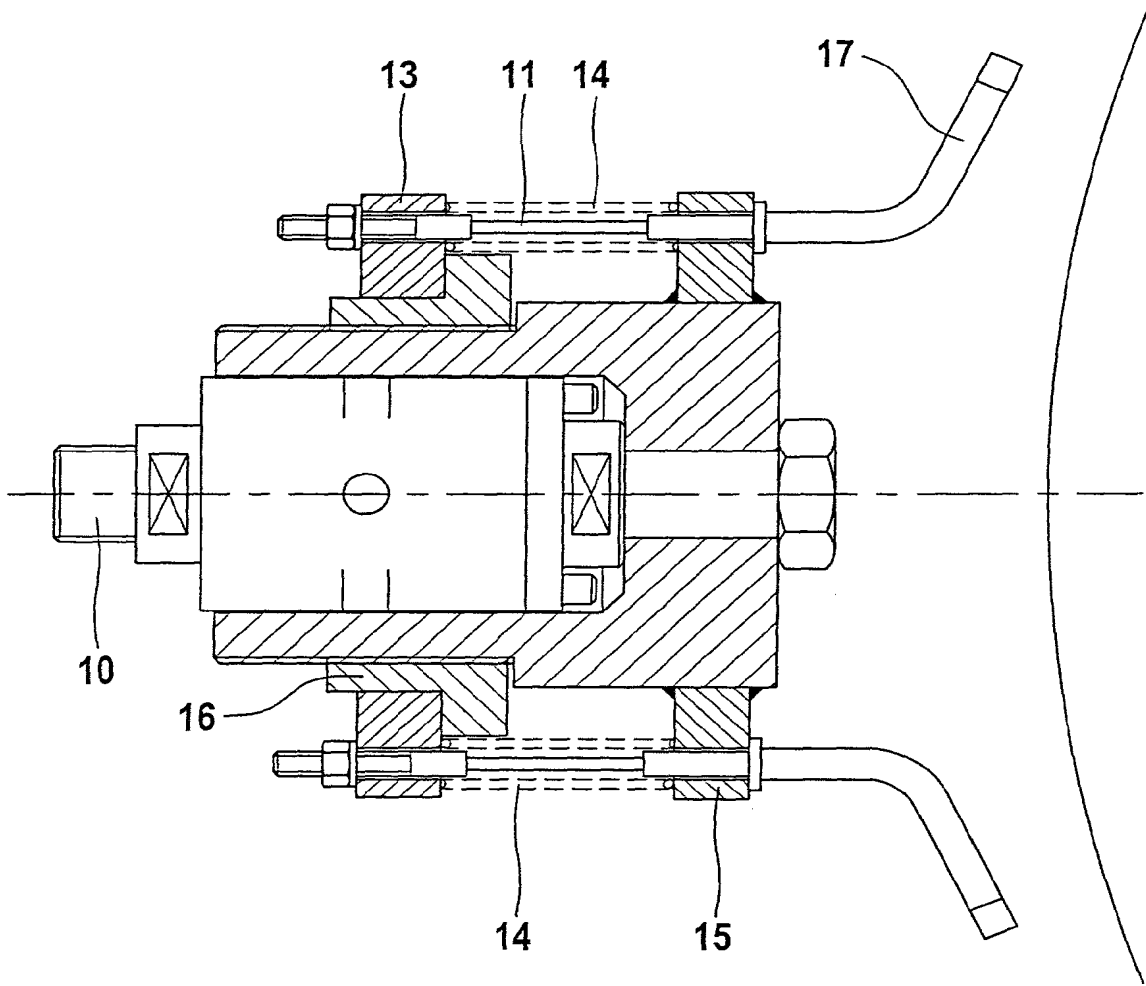


Fig. 5

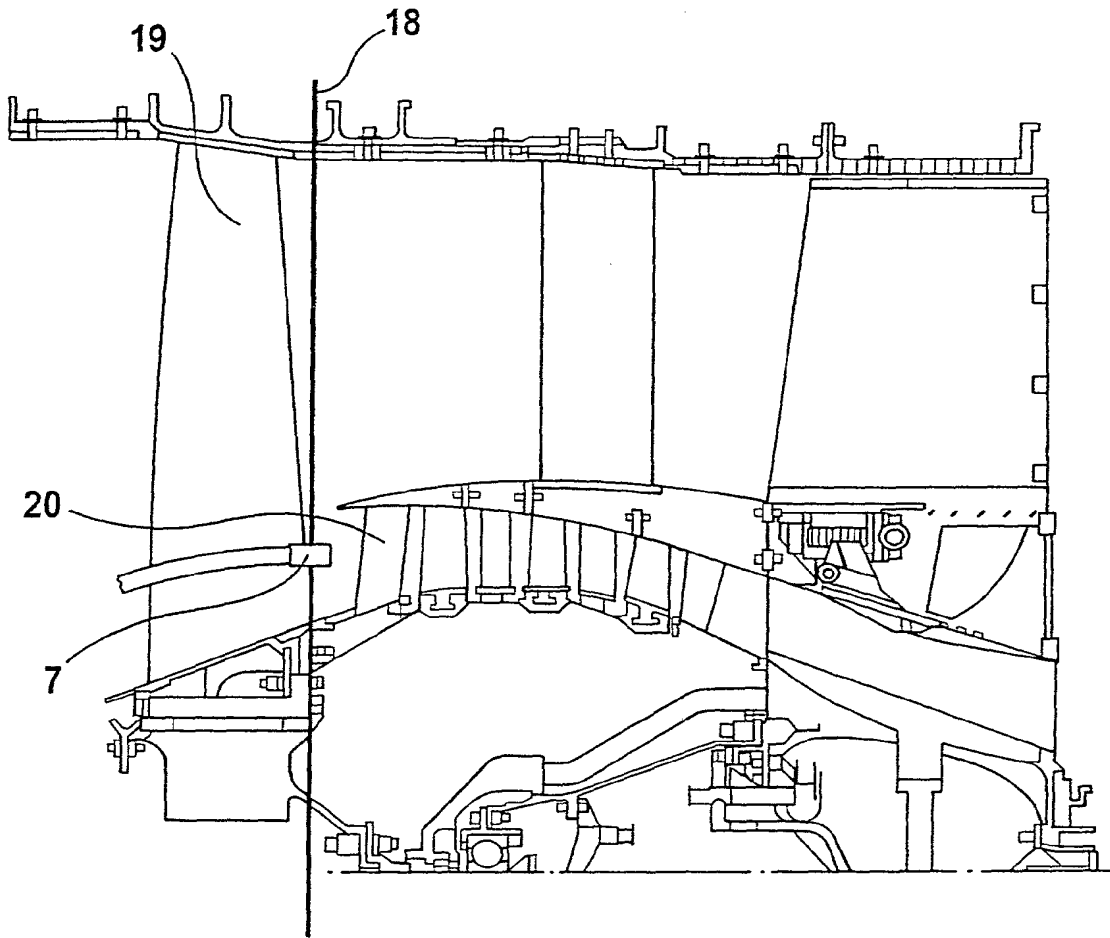


Fig. 6

## RESUMO

Patente de Invenção: **"DISPOSITIVO E MÉTODO DE LIMPEZA DO MOTOR CENTRAL DE UM MOTOR A JATO"**.

5 A presente invenção refere-se a um dispositivo de limpeza do motor central de um motor a jato dotado de uma unidade de suprimento que fornece um meio de limpeza, uma unidade de bocal projetada para introduzir o meio de limpeza no motor central, e uma conexão em linha (10) entre a unidade de suprimento e a unidade de bocal. A invenção proporciona a unidade de bocal que possui um meio de conexão rotatória fixa com lixo do ventilador do motor a jato, e uma junta rotatória (5) é fornecida entre a unidade de bocal e a conexão em linha (10). O objetivo da invenção é fornecer uma disposição de tal dispositivo e um motor a jato turbofan e, um método de limpeza de motor central de um motor a jato usando o dispositivo.

10