



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

(21) **PI 1102495-0 A2**

(22) Data de Depósito: 06/05/2011
(43) Data da Publicação: 06/11/2012
(RPI 2183)



(51) *Int.Cl.:*
F04B 23/08
F16C 32/06

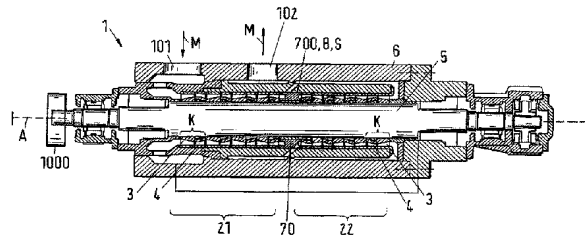
(54) **Título:** BOMBA HÉLICO-AXIAL, ROTOR PARA UMA BOMBA HÉLICO-AXIAL, BEM COMO MÉTODO PARA REALIZAÇÃO DE TRAJETÓRIA DE UM ROTOR EM UMA BOMBA HÉLICO-AXIAL

(30) **Prioridade Unionista:** 11/05/2010 EP 10162520.0

(73) **Titular(es):** Sulzer Pumpen AG

(72) **Inventor(es):** Paul Meuter, Thomas Welschinger

(57) **Resumo:** BOMBA HÉLICO-AXIAL, ROTOR PARA UMA BOMBA HÉLICO-AXIAL, BEM COMO MÉTODO PARA REALIZAÇÃO DE TRAJETÓRIA DE UM ROTOR EM UMA BOMBA HÉLICO-AXIAL.- A presente invenção refere-se a uma bomba hélico-axial (1) para transporte de uma mistura com múltiplas fases (M), bomba hélico-axial (1) a qual inclui um rotor (2) que realiza uma trajetória girável em torno de um eixo longitudinal (A) em um alojamento de bomba (6) e tendo um primeiro rotor componente (21) e um segundo rotor componente (22), em que o primeiro rotor componente (21) e o segundo rotor componente (22) incluem um estágio de compressão (K, K1E, K1A, K2E, K2A) tendo um propulsor hélico-axial (3) e um estator (4) para a compressão da mistura com múltiplas fases (M). De acordo com a invenção, uma bucha de estabilização hidrodinâmica (70) tendo uma superfície de estabilização (700) é proporcionada e formada entre o primeiro rotor componente (21) e o segundo rotor componente (22), de modo que uma folga de estabilização (8) seja formada antes da superfície de estabilização (700), de modo que uma camada de estabilização hidrodinâmica (S) é formada a partir de um meio de estabilização (M) na folga de estabilização (8) no estado de operação. A invenção refere-se ainda a um rotor (2) para uma bomba hélico-axial (1), a uma bomba híbrida tendo um rotor (2) para uma bomba hélico-axial (1), bem como a um método para a realização de trajetória hidrodinâmica de um rotor (2) de uma bomba hélico-axial (1).



Relatório Descritivo da Patente de Invenção para "**BOMBA HÉLICO-AXIAL, ROTOR PARA UMA BOMBA HÉLICO-AXIAL, BEM COMO MÉTODO PARA REALIZAÇÃO DE TRAJETÓRIA DE UM ROTOR EM UMA BOMBA HÉLICO-AXIAL**".

5 A presente invenção refere-se a uma bomba hélico-axial para bombeamento de misturas com múltiplas fases, a um rotor para uma bomba hélico-axial, a uma bomba híbrida tendo uma bomba hélico-axial, bem como a um método para realização de trajetória de um rotor em uma bomba hélico-axial de acordo com o preâmbulo das reivindicações independentes 1, 10, 13 e 14.

10 O problema ocorre no transporte de misturas com múltiplas fases, tal como óleo cru, o qual também contém gás natural e frequentemente também água e porções sólidas, tal como areia, além de óleo, onde a eficiência do aparelho de bombeamento usado diminui à medida que a porção gasosa na mistura com múltiplas fases se eleva. O uso do aparelho de bomba em propulsores
15 radiais, por exemplo, já não é mais possível ou não é mais econômico em baixas densidades de gás a partir de uma proporção volumétrica de gás/líquido de mais de 0,04 a 0,06. Em unidades de transporte convencionais, com maior proporção de gás, a fase gasosa da mistura com múltiplas fases é inicialmente separada do líquido em unidades de bombeamento convencionais tendo uma
20 maior proporção de gás, a fase gasosa das misturas com múltiplas fases, portanto, é primeiro separada da fase líquida e as duas fases são, então, bombeadas separadamente em condições de transporte respectivamente diferentes. Tal separação da fase líquida e da fase gasosa das misturas com múltiplas fases nem sempre é possível ou econômica, dependendo das condições específicas de uso no local de transporte. Aparelhos de bombeamento ou aparelhos de compressão especiais foram, portanto, desenvolvidos para reduzir a proporção volumétrica de gás/líquido das misturas com múltiplas fases a serem transportadas, de modo que, subseqüentemente, um aparelho de bombeamento convencional possa ser usado para o transporte, por exemplo, uma bomba de
25 deslocamento positivo, uma bomba giratória ou uma bomba a jato.
30 Tal aparelho de bombeamento ou aparelho de compressão para misturas com múltiplas fases tendo uma proporção aumentada de gás já são

conhecidos, por exemplo, dos documentos GB-A-1 561.282, EP 0 486 877 ou US 5.961.282.

A bomba híbrida de acordo com o documento US 5.961.282, por exemplo, é um sistema para a compressão de uma mistura com múltiplas fases a qual pode, em particular, incluir uma proporção substancial de gás, além de uma fase líquida. A bomba, a esse respeito, inclui uma bomba de fluxo axial com múltiplos estágios para a redução da proporção relativa de gás, isto é, a bomba de fluxo axial serve para aumentar a densidade da mistura com múltiplas fases, de modo que ela possa finalmente ser bombeada por outra bomba centrífuga comum, de um menor nível para um nível mais alto, por exemplo, do fundo do mar para uma plataforma de óleo, um navio ou uma instalação baseada em terra.

Conforme já foi mencionado, a bomba hélico-axial que atua como um compressor inclui um rotor com uma pluralidade de estágios de compressão, na prática, por exemplo, com tantos quanto dezesseis ou mais estágios, de modo que a mistura com múltiplas fases possa ser comprimida gradualmente de uma densidade relativamente baixa tendo uma alta proporção volumétrica de gás relativa para uma mistura com múltiplas fases altamente comprimida tendo uma densidade alta tal que a mistura altamente comprimida pode ser transportada usando uma bomba convencional.

Um estágio de compressão K' conhecido *per se* de um rotor 2' de uma bomba hélico-axial 1' é esquematicamente ilustrado na figura 1a e figura 1b, em que uma seção I-I de uma parte de acordo com a figura 1a é mostrada paralela ao eixo longitudinal A' para ilustração na figura 1b.

Cada estágio de compressão K', a esse respeito, inclui um propulsor giratório 3' com um parafuso 31', em que o propulsor giratório 3' é similar a um parafuso de Arquimedes curto e inclui um estator 4' adjacente ao mesmo, o qual é composto de uma pluralidade de pás estáticas 41' que não giram. O propulsor 3' e o estator 4' são, a esse respeito, montados com relação a um eixo de bomba 5' em comum, de modo que o propulsor 3' é colocado em rotação pelo eixo da bomba 5' no estado de operação, enquanto que o estator 4' é desacoplado do movimento rotacional do eixo da bomba 5' e, portanto, não gira

com relação ao propulsor 3'. O eixo da bomba 5', a esse respeito, se estende ao longo de um eixo longitudinal A'. A pluralidade dos estágios de compressão K' está, a esse respeito, disposta em série, uns por trás dos outros, em um alojamento de bomba 6' substancialmente tubular.

5 O parafuso giratório 31' transporta a mistura com múltiplas fases M' na direção da seta, por exemplo, a partir de um estágio de compressão K' precedente não mostrado na figura 1a e figura 1b para o estator 4', pelo que a energia cinética é convertida em energia de pressão no estator 4', a qual resulta na compressão da mistura com múltiplas fases M'.

10 Para obter uma compressão suficientemente alta da mistura com múltiplas fases M', um maior número de estágios de compressão K', por exemplo, tantos quanto dezesseis ou mais, tem de ser proporcionado em série na prática, conforme já mencionado, cada estágio de compressão sendo composto de um propulsor 3' e um estator 4' em série, o que necessariamente, resulta em
15 um comprimento de construção considerável da bomba hélico-axial 1'.

A desvantagem decisiva de tais rotores 2' longos formados de uma pluralidade de estágios de compressão K' é, portanto, tal que eles podem ser controlados apenas com dificuldade com relação às vibrações. Esses rotores 2' longos formam, em outras palavras, um sistema capaz de vibração no interior
20 do alojamento de bomba tubular 6', o referido sistema capaz de vibração sendo, em particular, capaz de formar diferentes modos de vibrações transversais, os quais podem ser tão intensos que a bomba não pode mais ser operada em um número pré-ajustado de revoluções ou em um campo de revolução específico. Além disso, a eficiência das bombas 1' também pode ser reduzido e, no pior
25 dos casos, danificar a bomba 1' se o rotor 2', por exemplo, começa a vibrar tão fortemente e de tal maneira descontrolada que partes do rotor 2', tal como o propulsor 3', entram em contato com o alojamento da bomba, por exemplo, em virtude do movimento de vibração. A esse respeito, o tipo e intensidade das vibrações do rotor 2' não apenas dependem da geometria específica, mas, antes, também da condição de operação da bomba 1', da mistura com múltiplas
30 fases M' a ser bombeada, da velocidade da bomba 1' e de outros parâmetros conhecidos e, em alguns casos, parâmetros não exatamente conhecidos, de

modo que dificilmente é possível resolver os problemas com vibrações danosas do rotor 2' unicamente com uma adaptação das relações geométricas de bombas 1' conhecidas ou usando novos materiais.

5 A esse respeito, há uma necessidade clara por bombas tendo um número ainda maior de estágios de compressão, de modo que misturas com múltiplas fases com proporções de gás ainda maiores possam ser comprimidas mais e mais, mesmo em pressões ainda maiores, de modo que a mistura com múltiplas fases comprimida dessa maneira possa ser bombeada mais confiavelmente e sobre diferenciais de pressão ou diferenciais de altura maiores.

10 Portanto, é o objetivo da invenção proporcionar uma bomba hélico-axial para transporte de misturas com múltiplas fases, na qual as vibrações danosas do rotor são grandemente evitadas e as vibrações do rotor são reduzidas ou atenuadas em um grau predeterminado de modo que, por um lado, uma operação aprimorada do rotor possa ser obtida no estado de operação e, por
15 outro lado, a bomba possa ser operada em velocidades ou em um campo de revolução no qual as bombas hélico-axiais conhecidas da técnica anterior não podem ser operadas em virtude das vibrações danosas descritas acima do rotor. Além disso, a nova bomba poderia, alternativa ou simultaneamente, ser equipada com mais estágios de compressão do que nas bombas previamente
20 conhecidas na técnica anterior, nas quais o comprimento da bomba e, assim, o número máximo de estágios de compressão é limitado pelas vibrações do rotor no estado de operação.

O objeto da invenção que satisfaz esse objetivo é caracterizado pelos aspectos das reivindicações independentes da respectiva categoria.

25 As reivindicações dependentes referem-se às modalidades particularmente vantajosas da invenção.

A invenção, assim, refere-se a uma bomba hélico-axial para transporte de uma mistura com múltiplas fases, bomba hélico-axial a qual inclui um rotor que faz uma trajetória girável em torno de um eixo longitudinal em um
30 alojamento de bomba e tendo um primeiro rotor componente e um segundo rotor componente, em que o primeiro rotor componente e o segundo rotor componente incluem um estágio de compressão tendo um propulsor hélico-axial e

um estator para a compressão da mistura com múltiplas fases. De acordo com a invenção, uma bucha de estabilização hidrodinâmica tendo uma superfície de estabilização é proporcionada e projetada entre o primeiro rotor componente e o segundo rotor componente, de modo que uma folga de estabilização é formada antes da superfície de estabilização de modo que uma camada de estabilização hidrodinâmica é formada a partir de um meio de estabilização na folga de estabilização no estado de operação.

Assim, é importante para a invenção que uma bucha de estabilização hidrodinâmica tendo uma superfície de estabilização seja proporcionada no alojamento de bomba, de modo que uma folga de estabilização seja formada antes da superfície de estabilização, folga de estabilização na qual uma camada de estabilização hidrodinâmica é formada no estado de operação da bomba.

A dinâmica do rotor é, assim, decisivamente aprimorada pela presente invenção em virtude do fato de a atenuação e rigidez do sistema de rotor capaz de vibração serem significativamente aumentadas pela camada de estabilização.

As vibrações danosas do rotor são grandemente evitadas pela formação da camada de estabilização na folga de estabilização antes da superfície de estabilização da bucha de estabilização e são reduzidas ou atenuadas, pelo menos até um grau tolerável predeterminado, de modo que a bomba pode também ser operada em uma velocidade de revolução ou um campo de revolução específico, o que não era possível até o momento, sem usar a camada de estabilização de acordo com a invenção. Uma eficiência ainda maior da bomba e uma operação aprimorada mais uniforme do rotor no estado de operação podem, além disso, possivelmente ser obtidas. Isso, por fim, tem o resultado de que não apenas energia para operação da bomba pode ser preservada, mas também os intervalos entre operações de manutenção podem ser prolongados, desse modo, os custos associados às mesmas podem ser dramaticamente cortados e a vida útil da bomba é, simultaneamente, também aumentada substancialmente.

Uma outra vantagem particular é, que é possível, pela primeira vez, por meio da invenção, construir bombas com um número muito maior de está-

gios de compressão do que era previamente possível. O possível número de estágios de compressão estava anteriormente limitado simplesmente pelas vibrações do rotor, a qual aumentava maciçamente à medida que o número de estágios de compressão aumentava. O rotor pode ser confiavelmente estabilizado sobre praticamente qualquer comprimento desejado pela invenção.

A esse respeito, em uma bomba hélico-axial de acordo com a invenção, a camada de estabilização se forma quase automaticamente na folga de estabilização antes da superfície de estabilização da bucha de estabilização hidrodinâmica de modo que, em uma modalidade simples a qual é, contudo, de importância particular na prática, nenhuma outra medida de construção tem de ser tomada, exceto quanto a uma configuração adequada do tamanho ou formato da folga de estabilização ou da bucha de estabilização e/ou sua área de estabilização.

Se a geometria da folga de estabilização é configurada de acordo com as demandas em uma bomba hélico-axial de acordo com a invenção, um diferencial de pressão é formado acima da folga de estabilização no estado de operação entre a mistura com múltiplas fases a qual está localizada no primeiro rotor componente e uma a qual está localizada no segundo rotor componente, de modo que um fluxo predeterminado de mistura com múltiplas fases é automaticamente adotado do segundo rotor componente sobre a folga de estabilização de volta para o segundo rotor componente, pelo que uma camada de estabilização é automaticamente formada para a estabilização ou atenuação das vibrações danosas do rotor.

A esse respeito, o grau, isto é, a quantidade da atenuação pode ser adaptada de uma maneira simples dependendo das demandas ou especificações técnicas em uma bomba hélico-axial de acordo com a invenção. Isso pode ocorrer, por exemplo, mediante uma seleção adequada da geometria, por exemplo, do formato geométrico ou largura da folga de estabilização.

Uma bomba hélico-axial de acordo com a invenção é, a esse respeito, configurada particularmente de preferência na forma de uma assim denominada configuração um após o outro. Uma configuração um após o outro é entendida por aqueles versados como uma configuração de dois rotores de

bomba em série a qual, assim, forma uma bomba com dois estágios de pressão. O meio a ser bombeado é, a esse respeito, fornecido via uma abertura de entrada da bomba ao primeiro estágio de pressão, em que o meio passa através do primeiro estágio de pressão em uma primeira direção axial em que, a esse respeito, a pressão do meio a ser bombeado é aumentada para uma primeira pressão intermediária. O meio é, então, fornecido do primeiro estágio de pressão via um sistema de passagem do segundo estágio de pressão, de modo que tal meio passa através do segundo estágio de pressão em uma segunda direção axial, a qual é oposta à primeira direção axial do primeiro estágio de pressão. No segundo estágio de pressão, o meio é, então, levado para a pressão final desejada e sai da bomba via uma abertura de pressão para outro uso.

É importante, a esse respeito, para a configuração um após o outro das bombas conhecidas da técnica anterior, as quais não são todas bombas hélico-axiais, que a direção de fluxo do meio no primeiro estágio de pressão seja oposto à direção de fluxo no segundo estágio de pressão. Nas bombas conhecidas, a configuração um após o outro serve apenas para compensar, pelo menos parcialmente, as imensas forças de empuxo as quais atuam sobre os mancais do eixo da bomba na direção axial e, assim, aliviar os mancais. As imensas forças de empuxo axiais são, a esse respeito, em virtude do fato de que pressões muito altas com componentes muito grandes na direção axial são produzidas nessas bombas conhecidas da técnica anterior. Vibrações do rotor da bomba exercem um papel muito subordinado aqui porque os rotores, como uma regra, não têm qualquer grande extensão e/ou são compostos apenas de um respectivo estágio de compressão e/ou um mancal mecânico adicional, por exemplo, um mancal de esferas, é proporcionado entre o primeiro estágio de pressão e o segundo estágio de pressão e, adicionalmente, realiza trajetória mecânica do rotor da bomba na parte mediana.

Uma vez que os componentes de pressão axial em bombas hélico-axiais são pequenos em comparação com outras bombas convencionais, as forças de empuxo as quais atuam sobre os mancais da bomba hélico-axial na direção axial não exercem um papel decisivo. Uma configuração um após o outro para bombas hélico-axiais nunca foi, portanto anteriormente levada em

consideração porque a vantagem conhecida da configuração um após o outro realmente não pode ser explorada em bombas hélico-axiais.

O reconhecimento material da invenção é, portanto, que a configuração um após o outro pode ser usada com sucesso no caso de bombas hélico-axiais quando uma bucha de estabilização de acordo com a invenção é proporcionada entre o primeiro rotor componente e o segundo rotor componente, de modo que uma camada de estabilização do meio de estabilização pode ser formada na folga de estabilização em virtude da queda de pressão entre o primeiro rotor componente e o segundo rotor componente, com o meio de estabilização, particularmente de preferência, sendo a mistura com múltiplas fases real a ser bombeada, de modo que as vibrações do rotor podem ser atenuadas para um grau não danoso predeterminado pela camada de estabilização.

Em uma modalidade particularmente preferida, o primeiro rotor componente e o segundo rotor componente são, assim, proporcionados em uma configuração um após o outro no alojamento de bomba, de modo que a mistura com múltiplas fases pode ser fornecida, via uma abertura de entrada, a um primeiro estágio de compressão de entrada do primeiro rotor componente e pode ser levada novamente do primeiro rotor componente para uma primeira passagem transversal, via um primeiro estágio de compressão de saída. A mistura com múltiplas fases pode, então, ser fornecida da primeira passagem para o segundo estágio de compressão de entrada do segundo rotor componente e pode ser levada novamente, via um segundo estágio de compressão de saída, do segundo rotor componente via uma segunda passagem transversal e uma abertura de pressão da bomba hélico-axial. A esse respeito, o primeiro estágio de compressão de saída e o segundo estágio de compressão de saída são, cada um, dispostos adjacentes à bucha de estabilização.

Conforme será explicado mais exatamente nos desenhos, a bucha de estabilização é projetada e disposta no rotor, a esse respeito, de modo que a folga de estabilização é formada entre a bucha de estabilização e o alojamento da bomba. Simultânea ou alternativamente, a bucha de estabilização pode, contudo, ser projetada e disposta no rotor de modo que a folga de estabilização seja formada entre a bucha de estabilização e o rotor.

Em uma modalidade da mesma forma importante para prática, um elemento de estabilização hidrodinâmica tendo uma superfície de estabilização é adicionalmente proporcionado e projetado de modo que a folga de estabilização seja formada antes da superfície de estabilização, de modo que uma camada de estabilização hidrodinâmica pode ser formada a partir do meio de estabilização na folga de estabilização no estado de operação, em que o elemento de estabilização adicional é, de preferência, um anel de cobertura o qual envolve o propulsor hélico-axial na direção periférica, de modo que a folga de estabilização seja formada entre o anel de cobertura e o alojamento da bomba. A esse respeito, tal anel de cobertura pode ser proporcionado em todos os propulsores hélico-axiais de um rotor ou apenas em propulsores individuais selecionados, pelo que a fabricação do rotor se torna, naturalmente, muito menos complexa e mais econômica.

Em outra modalidade importante da presente invenção, o elemento de estabilização adicional é proporcionado na forma de uma manga de estabilização entre dois estágios de compressão adjacentes no rotor, em que uma manga de estabilização pode ser proporcionada entre todos os estágios de compressão adjacentes de um rotor, pelo qual uma atenuação de vibrações do rotor particularmente boa pode, acima de tudo, ser obtida em cargas muito altas ou, contudo, também apenas entre pares individuais selecionados de estágios de compressão, pelo que a fabricação do rotor se torna, naturalmente, muito menos complexa e mais econômica.

A manga de estabilização pode, a esse respeito, ser projetada e disposta no rotor, de modo que a folga de estabilização seja formada entre a manga de estabilização e o alojamento da bomba e/ou a manga de estabilização pode também ser projetada e disposta no rotor de modo que a folga de estabilização seja formada entre a manga de estabilização e o rotor. Especificamente, ambas as variantes podem ser concretizadas em um e no mesmo rotor, pelo que uma operação particularmente uniforme e uma atenuação particularmente boa das vibrações do rotor podem ser obtidas em casos específicos.

Se a geometria da folga de estabilização do elemento de estabilização hidrodinâmica adicional é configurada de acordo com as demandas em

uma bomba hélico-axial de acordo com a invenção, um diferencial de pressão é formado sobre a folga de estabilização no estado de operação entre a mistura com múltiplas fases a qual está em um maior nível de pressão e a qual está em um menor nível de pressão, de modo que um fluxo predeterminado de mistura com múltiplas fases seja automaticamente adotado sobre a folga de estabilização do nível de maior pressão de volta para o nível de menor pressão, pelo que uma camada de estabilização é automaticamente formada para a estabilização adicional ou atenuação das vibrações danosas do rotor.

Contudo, medidas adicionais também podem ser tomadas para a formação da camada de estabilização hidrodinâmica, em particular quando as vibrações as quais ocorrem são muito altas ou quando a atenuação deverá ser configurada dependendo de parâmetros de operação específicos, tal como a carga na qual a bomba é operada ou dependendo do número de revoluções.

Uma mistura com múltiplas fases pode, assim, particularmente de preferência, ser usada, a qual já está mais altamente comprimida e a qual é tirada de um estágio de compressão no qual a mistura com múltiplas fases já está mais grandemente comprimida do que no estágio no qual ela é usada para a formação da camada de estabilização. Alternativa ou simultaneamente, contudo, uma mistura com múltiplas fases comprimida no mesmo estágio de compressão pode ser usada para a formação da camada de estabilização hidrodinâmica, a qual será explicada em detalhes com referência à figura 4, por exemplo. Para essa finalidade, por exemplo, passagens ou tubulações especiais podem ser proporcionadas no alojamento de bomba o qual conecta uma abertura de fornecimento para o fornecimento da mistura com múltiplas fases na folga de estabilização para a saída de pressão de um estágio de compressão predeterminado.

Deve ser entendido, a esse respeito, que o meio de estabilização para a formação da camada de estabilização também pode ser fornecido por outras fontes externas em casos específicos, por exemplo, por um reservatório de pressão ou por uma bomba a qual fornece o meio para a formação da camada de estabilização para introdução na folga de estabilização em uma pressão predeterminada, especificamente em uma pressão a qual pode ser contro-

lada e/ou regulada. O meio de estabilização para a formação da camada de estabilização também não tem, necessariamente, de ser a mistura com múltiplas fases a ser bombeada, mas também pode ser outro meio de estabilização, por exemplo, um óleo, água ou outro meio de estabilização líquido ou gasoso ou um fluido.

Além disso, é possível que a pressão da mistura com múltiplas fases introduzida na folga de estabilização seja controlada e/ou regulada por meio de uma válvula conhecida *per se*. Também é possível, por exemplo, fornecer a mistura com múltiplas fases à folga de estabilização simultânea ou alternativamente a partir de diferentes estágios de compressão, pelo que a pressão na folga de estabilização e, assim, o grau de atenuação ou de rigidez do rotor capaz de vibração pode, portanto, ser configurado de uma maneira muito simples e pode ser adaptado muito flexivelmente a diferentes demandas e condições de operação variáveis.

Conforme será explicado depois com referência aos desenhos à guisa de exemplo para modalidades particularmente preferidas, a folga de estabilização pode ser proporcionada no elemento de estabilização adicional e, naturalmente, também na bucha de estabilização, por exemplo, entre a superfície de estabilização e o alojamento da bomba e/ou também entre a superfície de estabilização e o rotor.

A esse respeito, em uma modalidade particularmente preferida da presente invenção, uma passagem de fornecimento pode ser proporcionada, a qual é feita e configurada de modo que uma mistura com múltiplas fases em uma pressão predeterminada e, resultante da mesma, uma quantidade predeterminada de mistura com múltiplas fases, pode ser fornecida através da passagem de suprimento à folga de estabilização com a passagem de suprimento sendo proporcionada em um anel de folga, para a formação da camada de estabilização hidrodinâmica na folga de estabilização.

O elemento de estabilização pode, assim, por exemplo, ser projetado como um estator tendo uma passagem de suprimento, em que a passagem de suprimento é formada e configurada no estator, de modo que uma quantidade predeterminada de um meio de estabilização, em particular de uma mistura

com múltiplas fases, pode ser fornecida em uma pressão predeterminada, através da passagem de suprimento, para a folga de estabilização para a formação da camada de estabilização hidrodinâmica na folga de estabilização.

5 Em uma outra modalidade variante, a passagem de suprimento pode ser configurada e formada no alojamento de bomba, de modo que uma quantidade predeterminada de meio de estabilização, em particular de mistura com múltiplas fases pode ser fornecida, através da passagem de suprimento, à folga de estabilização para formação da camada de estabilização hidrodinâmica na folga de estabilização.

10 Ou, contudo, uma passagem de suprimento está configurada e formada no rotor, de modo que uma quantidade predeterminada de meio de estabilização, em particular de mistura com múltiplas fases pode ser fornecida, através da passagem de suprimento, à folga de estabilização para a formação da camada de estabilização hidrodinâmica na folga de estabilização.

15 Conforme já mencionado, em uma bomba hélico-axial de acordo com a invenção, o meio de estabilização, em particular a mistura com múltiplas fases pode, em particular, ser fornecida à passagem de suprimento, particularmente de preferência a partir de um estágio de compressão, no qual um maior nível de pressão está presente do que em um estágio de compressão ao qual
20 ela é fornecida como o meio de estabilização. Alternativa ou simultaneamente, contudo, uma mistura com múltiplas fases comprimida na mesma estabilização de compressão pode também ser usada para a formação da camada de estabilização hidrodinâmica.

25 A invenção, além disso, refere-se a um rotor para disposição em um alojamento de bomba de uma bomba hélico-axial para transporte de uma mistura com múltiplas fases. A esse respeito, o rotor, o qual realiza uma trajetória girável em torno de um eixo longitudinal, inclui um primeiro rotor componente e um segundo rotor componente; e o primeiro rotor componente e o segundo rotor componente incluem um estágio de compressão tendo um propulsor hélico-axial e um estator para a compressão da mistura com múltiplas fases.
30 De acordo com a invenção, uma bucha de estabilização hidrodinâmica tendo uma superfície de estabilização é proporcionada e projetada entre o primeiro rotor

componente e o segundo rotor componente, de modo que uma folga de estabilização pode ser formada antes da superfície de estabilização, de modo que uma camada de estabilização hidrodinâmica pode ser formada a partir de um meio de estabilização na folga de estabilização no estado de operação.

5 Em uma modalidade especial, um elemento de estabilização hidrodinâmica adicional tendo uma superfície de estabilização pode ser proporcionada na forma de um anel de cobertura o qual envolve o propulsor hélico-axial na direção periférica, de modo que a folga de estabilização pode ser formada entre o anel de cobertura e um alojamento de bomba da bomba hélico-axial. Alternativa ou simultaneamente, o elemento de estabilização hidrodinâmica pode, contudo, também ser uma manga de estabilização a qual é proporcionada, por exemplo, entre dois estágios de compressão adjacentes, de modo que a folga de estabilização seja formada entre a manga de estabilização e o alojamento de bomba. Uma passagem de suprimento pode ser especificamente proporcionada, a qual é feita e configurada de modo que uma quantidade predeterminada de meio de estabilização, em particular de mistura com múltiplas fases, pode ser fornecida através da passagem de suprimento para a folga de estabilização para a formação da camada de estabilização hidrodinâmica.

15 A invenção refere-se ainda a uma bomba híbrida tendo um rotor de acordo com a invenção para a bomba hélico-axial da presente invenção para o transporte de uma mistura com múltiplas fases.

20 Finalmente, a invenção refere-se também a um método para a realização de uma trajetória hidrodinâmica de um rotor, de acordo com a invenção, em uma bomba hélico-axial ou em uma bomba híbrida de acordo com a presente invenção, em que o rotor faz uma trajetória girável em torno de um eixo longitudinal em um alojamento de bomba e o rotor inclui um estágio de compressão tendo um propulsor hélico-axial e um estator para a compressão da mistura com múltiplas fases. De acordo com a invenção, uma bucha de estabilização hidrodinâmica tendo uma superfície de estabilização é proporcionada e projetada no alojamento de bomba, de modo que uma folga de estabilização seja formada antes da superfície de estabilização, de modo que uma camada de estabilização hidrodinâmica é formada a partir de um meio de estabilização na folga

de estabilização para a realização de uma trajetória hidrodinâmica do rotor no estado de operação.

A invenção será explicada em maiores detalhes a seguir com referência aos desenhos. São mostrados, em uma representação esquemática:

5 figura 1a um estágio de compressão de uma bomba hélico-axial conhecida da técnica anterior;

 figura 1b uma bomba de acordo com a figura 1a em seção parcial;

10 figura 2 uma modalidade de uma bomba hélico-axial de acordo com a invenção na configuração um após o outro;

 figura 3 uma representação detalhada da configuração um após o outro de acordo com a figura 2 no estado de operação;

 figura 4 uma modalidade com um elemento de estabilização hidrodinâmica adicional na forma de um anel de cobertura;

15 figura 5a uma modalidade da figura 4 com injeção adicional no anel de cobertura;

 figura 5b uma modalidade da figura 5a com injeção em uma maior pressão;

20 figura 6a uma terceira modalidade de acordo com a figura 4 com injeção no estator;

 figura 6b outra modalidade de acordo com a figura 6a sem um anel de cobertura no propulsor hélico-axial;

 figura 6c uma outra modalidade de acordo com a figura 6b com injeção a partir do rotor;

25 figura 7a uma quarta modalidade de acordo com a figura 4 com uma manga de estabilização e injeção; e

 figura 7b outra modalidade de acordo com a figura 7a sem um anel de cobertura no propulsor hélico-axial.

30 A técnica anterior descrita com referência às figuras 1a e 1b já foi inicialmente descrita em detalhes, de modo que uma discussão adicional da figura 1a e da figura 1b não é essencial aqui.

Deve ser destacado, em outro aspecto nesse ponto que, para dis-

tinguir melhor a invenção da técnica anterior nos desenhos, aqueles numerais de referência os quais referem-se às características ou modalidades da técnica anterior são fornecidos com um traço, enquanto que numerais de referência para as características ou modalidades de acordo com a invenção não têm o traço.

Uma primeira modalidade de uma bomba hélico-axial de acordo com a invenção, em uma configuração um após o outro, será explicada esquematicamente com referência à figura 2.

A bomba hélico-axial 1 para transporte de uma mistura com múltiplas fases M de acordo com a figura 2 inclui um rotor 2 que realiza uma trajetória girável em torno de um eixo longitudinal A em um alojamento de bomba 6 e tendo um primeiro rotor componente 21 e um segundo rotor componente 22. O rotor 2 é acionado por um acionador 1000 o qual é um motor elétrico 1000, por exemplo. O primeiro rotor componente 21 e o segundo rotor componente 22 incluem, cada um, uma pluralidade de estágios de compressão K tendo um propulsor hélico-axial 3 e um estator 4 para a compressão da mistura com múltiplas fases M. De acordo com a presente invenção, uma bucha de estabilização hidrodinâmica 70 tendo uma superfície de estabilização 700 é proporcionada entre o primeiro rotor componente 21 e o segundo rotor componente 22, de modo que uma folga de estabilização seja formada antes da superfície de estabilização 700, de modo que uma camada de estabilização hidrodinâmica S pode ser formada a partir de um meio de estabilização na folga de estabilização 8 no estado de operação da bomba 1.

A figura 3 mostra uma representação detalhada da configuração um após o outro de acordo com a figura 2, no estado de operação da bomba hélico-axial 1. Conforme pode ser claramente reconhecido, o primeiro rotor componente 21 e o segundo rotor componente 22 são dispostos sobre um eixo de bomba 5 em comum no alojamento de bomba 6 em uma configuração um após o outro. O primeiro rotor componente 21 e o segundo rotor componente 22 são, a esse respeito, separados um do outro pela bucha de estabilização 70. A mistura com múltiplas fases M é fornecida via uma abertura de entrada 101, um primeiro espaço anular R1 e um segundo espaço anular R2 para um primeiro

estágio de compressão de entrada K1E do primeiro rotor componente 21 e é levada novamente, via um primeiro estágio de compressão de saída KA1, do primeiro rotor componente 21 para uma primeira passagem transversal KR1. Vindo da primeira passagem transversal KR1, a mistura com múltiplas fases M é, então, fornecida, via um terceiro espaço anular R3, para um segundo estágio de compressão de entrada K2E do segundo rotor componente 22 e é levada novamente, via um segundo estágio de compressão de saída K2A, do segundo rotor componente 22, via uma segunda passagem transversal KR2, um quarto espaço anular R4 e uma abertura de pressão 102, da bomba hélico-axial para outro uso. Para obter um diferencial de pressão ΔP máximo sobre a bucha de estabilização 70 e, assim, assegurar a formação de uma camada de estabilização S ideal na folga de estabilização 8, o primeiro estágio de compressão de saída K1A e o segundo estágio de compressão de saída K2A são dispostos, cada um, adjacentes à bucha de estabilização 70.

No exemplo da figura 3, a bucha de estabilização 70 é feita e é disposta no rotor 2 de modo que a folga de estabilização 8 seja formada entre a bucha de estabilização 70 e o alojamento de bomba 6. Conforme será explicado em maiores detalhes de uma maneira completamente análoga com referência às figuras 6a a 7b, a bucha de estabilização 70 pode, alternativa ou mesmo simultaneamente, também ser feita e disposta no rotor 2 de modo que a folga de estabilização 8 seja formada entre a bucha de estabilização 70 e o rotor 2.

Uma modalidade tendo um elemento de estabilização adicional na forma de um anel de cobertura será rapidamente discutida com referência à figura 4a, a qual mostra uma seção tendo dois estágios de compressão K adjacentes de um rotor 2, de acordo com a invenção, em uma representação esquemática.

O rotor 2 da bomba hélico-axial 1 realiza uma trajetória girável em torno de um eixo longitudinal A no alojamento de bomba 6. O rotor 2 inclui, a esse respeito, para a compressão da mistura com múltiplas fases M de uma maneira conhecida *per se*, os estágios de compressão K tendo um propulsor hélico-axial 3 e um estator 4.

De acordo com a presente invenção, além da bucha de estabiliza-

ção 70 não explicitamente mostrada na figura 4a, um elemento de estabilização hidrodinâmica 7, 71 tendo uma superfície de estabilização 700 é, a esse respeito, proporcionado e feito no alojamento de bomba 6, de modo que uma folga de estabilização 8 seja formada antes da superfície de estabilização 700, de modo que uma camada de estabilização hidrodinâmica S também seja formada aqui a partir da mistura com múltiplas fases M na folga de estabilização 8 no estado de operação.

No presente exemplo da figura 4, o elemento de estabilização 7 é um anel de cobertura 71 o qual envolve o propulsor hélico-axial 3 na direção periférica, de modo que a folga de estabilização 8 pode ser formada entre o anel de cobertura 71 e o alojamento de bomba 6.

Por razões de clareza, em cada caso, apenas um ou dois estágios de compressão K são, a esse respeito, mostrados em todas as figuras a seguir. Mesmo que seja possível, em princípio, que uma bomba hélico-axial 1 de acordo com a invenção inclua apenas um único estágio de compressão K, uma bomba hélico-axial 1 de acordo com a invenção, isto é, o primeiro rotor componente 21 e o segundo rotor componente 22 incluirão, na prática, uma pluralidade de estágios de compressão K, por exemplo, até dezesseis estágios de compressão K ou mesmo muitos mais estágios de compressão K os quais são, de preferência, dispostos em série um por trás dos outros ao longo do eixo longitudinal A, de modo que uma compressão total suficiente da mistura com múltiplas fases M possa ser produzida de uma maneira conhecida *per se* e a mistura com múltiplas fases M comprimida dessa maneira pode, então, por exemplo, ser transportada por uma bomba de pressão a jusante para um nível maior e/ou ao longo de distâncias grandes para processamento adicional.

Na modalidade de acordo com a figura 4, a camada de estabilização S é formada a partir do meio de estabilização M na folga de estabilização 8 pelo fato de que a mistura com múltiplas fases M, conforme mostrado simbolicamente pela seta dupla M, é fornecida da esquerda para o estágio de compressão K na esquerda de acordo com o desenho e é comprimida pelo mesmo de uma maneira conhecida *per se* a qual, naturalmente, é acompanhada por um aumento de pressão correspondente, o qual também é estabelecido como

um diferencial de pressão ΔP via o estágio de compressão K do propulsor hélico-axial 3.

Em virtude do diferencial de pressão ΔP , a mistura com múltiplas fases M é comprimida, conforme indicado pelas pequenas setas curvas M, de um maior nível de pressão mostrado à direita de acordo com o desenho, na superfície de estabilização 8, pelo que o nível de estabilização hidrodinâmica S é automaticamente formado entre a superfície de estabilização 700 do anel de cobertura 7 e o alojamento de bomba 6, pelo que as vibrações do rotor 2 ou dos rotores componentes 21, 22 é atenuada e a operação do rotor 2 é estabilizada.

Deve ser entendido, a esse respeito que, com um rotor 2 da presente invenção, o anel de cobertura 71 pode ser formado nos propulsores hélico-axiais 3 do rotor ou apenas em propulsores hélico-axiais 3 selecionados específicos. Em outro aspecto, dependendo da aplicação ou dos requisitos específicos, o anel de cobertura 71 pode cobrir completamente um propulsor hélico-axial ou uma região predeterminada específica da periferia do propulsor hélico-axial 3.

Uma segunda modalidade de acordo com a figura 4a é mostrada esquematicamente com referência à figura 5a e difere daquela da figura 4 pelo fato de que uma injeção do meio de estabilização M é proporcionada no anel de cobertura 71 do propulsor hélico-axial 3. Aqui, meio de estabilização M é adicionalmente introduzido através da passagem de suprimento 400, 402 na folga de estabilização 8 para a formação da camada de estabilização S. Deve ser entendido que, aqui, conforme já descrito na discussão da figura 4, um diferencial de pressão ΔP também será adotado acima do propulsor hélico-axial 3 no estado de operação, pelo que a camada de estabilização S já está parcialmente formada. Contudo, uma camada de estabilização S ainda melhor pode ser construída na folga de estabilização 8 mediante o uso de injeção de meio de estabilização M em uma pressão aumentada através da passagem de suprimento 400, 402, de modo que rotores 2 muito longos ou rotores 2 de carga muito pesada também podem ter ainda as vibrações suficientemente atenuadas ou realizar uma trajetória confiavelmente.

Em princípio, injeção adicional de meio de estabilização também

pode ocorrer na folga de estabilização 8 da bucha de estabilização 70.

A modalidade da figura 5b, a esse respeito, difere daquela da figura 5a apenas pelo fato de que a injeção do meio de estabilização M no anel de cobertura 71 do propulsor hélico-axial 3 ocorre em uma pressão muito maior do que no exemplo da figura 5a. Isso pode ser claramente reconhecido pelo fato de que o meio de estabilização M na figura 5b é comprimido da folga de estabilização 8, de acordo com o desenho, tanto para a esquerda, isto é, em direção a um estágio de compressão K tendo um menor nível de pressão, quanto para a direita, isto é, também na direção de um estágio de compressão tendo um maior nível de pressão.

Em contraste, no exemplo da figura 5a, a pressão na qual o meio de estabilização M é introduzido através da passagem de suprimento 400, 402 na folga de estabilização 8 para a formação da camada de estabilização S é muito menor do que na figura 3a. Isso pode ser claramente reconhecido pelo fato de que o meio de estabilização M pode entrar na folga de estabilização 8 a partir da direita de acordo com o desenho na figura 3, isto é, de um estágio de compressão tendo um maior nível de pressão.

O meio de estabilização M pode, a esse respeito, conforme já descrito, ser proporcionado como um reservatório de pressão externo ou por uma bomba externa; contudo, de preferência, ele é proporcionado por outro estágio de compressão K, o qual tem um maior nível de pressão.

Uma terceira modalidade de acordo com a figura 4 tendo uma injeção do meio de estabilização no estator 4 é mostrada com referência à figura 6a esquemática. Uma passagem de suprimento 400, 401 é proporcionada aqui na forma de um furo no estator 4, por exemplo, em uma pá do estator 4 ou uma passagem de suprimento 400, 401 distinta também pode ser proporcionada a qual, conforme mostrado na figura 6a, se estende através do alojamento de bomba 6 até a folga de estabilização 8, de modo que uma camada de estabilização S de acordo com a invenção de meio de estabilização M seja formada entre o rotor 2 e a superfície de estabilização 700 do estator 4 feita como um elemento de estabilização 73, o referido meio de estabilização sendo capaz de ser feito, no exemplo específico da figura 6a, como uma mistura com múltiplas

fases M a partir de outro estágio de compressão.

Outra modalidade de acordo com a figura 6a é mostrada na figura 6a pelo fato de que nenhum anel de cobertura 71 é proporcionado no propulsor hélico-axial 3. Tal construção simplificada pode, por exemplo, ser usada sempre com sucesso quando a estabilização do rotor 2 pela camada de estabilização S no estator 4 já é suficiente.

A figura 6c mostra uma outra variante da modalidade de acordo com a figura 6b. Aqui, o fornecimento do meio de estabilização M não ocorre via uma passagem de suprimento 400, 401 através do alojamento de bomba 6 mas, antes, a injeção do meio de estabilização M ocorre através de uma passagem de suprimento 400, 403 a qual é formada no rotor 2. Para essa finalidade, o rotor 2 pode, por exemplo, ter um eixo de rotor oco ou passagens ou tubulações adequadas podem ser formadas no eixo de rotor através das quais o meio de estabilização M, por exemplo, mistura com múltiplas fases M, pode ser fornecido de um estágio de compressão K tendo um maior nível de pressão.

Em contraste, a figura 7a mostra uma quarta modalidade diferente de acordo com a figura 4, na qual uma manga de estabilização adicional 72 é proporcionada entre dois estágios de compressão K adjacentes, em que injeção do meio de estabilização M na folga de estabilização 8 ocorre através da passagem de suprimento 400, 402 conduzida através do alojamento de bomba 6. Tal configuração é particularmente adequada se uma alta estabilidade e/ou atenuação do rotor 2 tem de ser obtida. A esse respeito, a injeção na folga de estabilização 8 pode, em princípio, também ocorrer analogamente à figura 6c através do eixo de rotor do rotor 2. Além disso, conforme é mostrado esquematicamente na figura 7b, também é possível, naturalmente, que o anel de cobertura possa ser distribuído com todos ou em diferentes propulsores hélico-axiais 3.

A esse respeito, naturalmente, também é possível, em casos específicos que, alternativa ou adicionalmente à manga de estabilização 72 entre dois respectivos estágios de compressão K adjacentes, uma manga de estabilização 72 pode também ser proporcionada dentro de um estágio de compressão K entre o propulsor hélico-axial 3 e o estator 4. A esse respeito, aqueles versa-

dos entenderão imediatamente que uma manga de estabilização 72 não tem de ser proporcionada em cada estágio de compressão ou em cada par de estágios de compressão K.

5 Deve ser entendido que todas as modalidades da invenção descritas acima devem ser entendidas apenas como exemplos ou à guisa de exemplo e que a invenção, em particular, mas não apenas, inclui todas as combinações adequadas das modalidades descritas.

REIVINDICAÇÕES

1. Bomba hélico-axial para transporte de uma mistura com múltiplas fases (M), bomba hélico-axial a qual inclui um rotor (2) que realiza uma trajetória girável em torno de um eixo longitudinal (A) em um alojamento de bomba (6) e tendo um primeiro rotor componente (21) e um segundo rotor componente (22), em que o primeiro rotor componente (21) e o segundo rotor componente (22) incluem um estágio de compressão (K, K1E, K1A, K2E, K2A) tendo um propulsor hélico-axial (3) e um estator (4) para a compressão da mistura com múltiplas fases (M) caracterizada pelo fato de que uma bucha de estabilização hidrodinâmica (70) tendo uma superfície de estabilização (700) é proporcionada e formada entre o primeiro rotor componente (21) e o segundo rotor componente (22), de modo que uma folga de estabilização (8) seja formada antes da superfície de estabilização (700), de modo que uma camada de estabilização hidrodinâmica (S) pode ser formada a partir de um meio de estabilização na folga de estabilização (8) no estado de operação.

2. Bomba hélico-axial de acordo com a reivindicação 1, em que o primeiro rotor componente (21) e o segundo rotor componente (22) são proporcionados em uma configuração um após o outro no alojamento de bomba (6), de modo que a mistura com múltiplas fases (M) pode ser fornecida, via uma abertura de entrada (101), a um primeiro estágio de compressão (K1E) do primeiro rotor componente (21) e pode ser levada novamente do primeiro rotor componente (21) para uma primeira passagem transversal (KR1) via um primeiro estágio de compressão de saída (K1A) e a mistura com múltiplas fases (M) pode ser fornecida da primeira passagem transversal (KR1) para o segundo estágio de compressão de entrada (K2E) do segundo rotor componente (22) e pode ser levada novamente do segundo rotor componente (22) via um segundo estágio de compressão de saída (K2A) via uma segunda passagem transversal (KR2) e uma abertura de pressão (102) a partir da bomba hélico-axial, em que o primeiro estágio de compressão de saída (K1A) e o segundo estágio de compressão de saída (K2A) são, cada um, dispostos adjacentes à bucha de estabilização (70).

3. Bomba hélico-axial de acordo com uma das reivindicações 1 ou

2, em que a bucha de estabilização (70) é feita e está disposta no rotor (2), de modo que a folga de estabilização (8) seja formada entre a bucha de estabilização (70) e o alojamento de bomba (6); e/ou em que a bucha de estabilização (70) é feita e é disposta no rotor (2), de modo que a folga de estabilização (8) é formada entre a bucha de estabilização (70) e o rotor (2).

4. Bomba hélico-axial de acordo com qualquer uma das reivindicações precedentes, em que um elemento de estabilização hidrodinâmica (7, 71, 72, 73) tendo uma superfície de estabilização (700) é proporcionado e é projetado, de modo que a folga de estabilização (8) seja formada antes da superfície de estabilização (700), de modo que uma camada de estabilização hidrodinâmica (S) pode ser formada a partir do meio de estabilização na folga de estabilização (8) no estado de operação.

5. Bomba hélico-axial de acordo com a reivindicação 4, em que o elemento de estabilização hidrodinâmica (7, 71, 72, 73) é um anel de cobertura (71) o qual envolve o propulsor hélico-axial (3) na direção periférica, de modo que a folga de estabilização (8) é formada entre o anel de cobertura (71) e o alojamento de bomba (6); e/ou em que o elemento de estabilização hidrodinâmica (7, 71, 72, 73) é uma manga de estabilização (72), de modo que a folga de estabilização (8) é formada entre a manga de estabilização (72) e o alojamento de bomba (6).

6. Bomba hélico-axial de acordo com qualquer uma das reivindicações precedentes, em que uma passagem de suprimento (400, 401, 402, 403) é proporcionada, a qual é feita e disposta de modo que uma quantidade predefinida de meio de estabilização (M), em particular mistura com múltiplas fases (M), pode ser fornecida através da passagem de suprimento (400, 401, 402, 403) para a folga de estabilização (8) para a formação da camada de estabilização hidrodinâmica (S) na folga de estabilização (8), em que a passagem de suprimento (400, 401, 402, 403) é, de preferência, proporcionada em um anel de folga (9).

7. Bomba hélico-axial de acordo com qualquer uma das reivindicações 4 a 6, em que o elemento de estabilização (7, 71, 72, 73) é o estator (4) tendo uma passagem de suprimento (401) a qual é formada e disposta no es-

tator (4), de modo que uma quantidade predeterminada de meio de estabilização (M) pode ser fornecida através da passagem de suprimento (401) para a folga de estabilização (8) para a formação da camada de estabilização hidrodinâmica (S) na folga de estabilização (8).

5 8. Bomba hélico-axial de acordo com qualquer uma das reivindicações precedentes, em que uma passagem de suprimento (402) é disposta e formada no alojamento de bomba, de modo que uma quantidade predeterminada de meio de estabilização (M) pode ser fornecida através da passagem de suprimento (402) para a folga de estabilização (8) para a formação da camada
10 de estabilização hidrodinâmica (S) na folga de estabilização (8).

 9. Bomba hélico-axial de acordo com qualquer uma das reivindicações precedentes, em que uma passagem de suprimento (403) é disposta e formada no rotor (2), de modo que uma quantidade predeterminada de meio de estabilização (M) pode ser fornecida através da passagem de suprimento (403)
15 para a folga de estabilização (8) para a formação da camada de estabilização hidrodinâmica (S) na folga de estabilização (8).

 10. Bomba hélico-axial de acordo com qualquer uma das reivindicações 6 a 9, em que o meio de estabilização (M) é fornecido à passagem de suprimento (400, 401, 402, 403) a partir de um estágio de compressão (K) no
20 qual um maior nível de pressão está presente.

 11. Rotor para disposiçãoem um alojamento de bomba (6) de uma bomba hélico-axial (1) como definida em qualquer uma das reivindicações 1 a 10, para transporte de uma mistura com múltiplas fases (M), em que o rotor (2) realiza uma trajetória girável em torno de um eixo longitudinal (A) inclui um primeiro rotor componente (21) e um segundo rotor componente (22) e o primeiro rotor componente (21) e o segundo rotor componente (22) incluem um estágio de compressão (K, K1E, K1A, K2E, K2A) tendo um propulsor hélico-axial (3) e um estator (2) para a compressão da mistura com múltiplas fases (M) caracterizado pelo fato de que uma bucha de estabilização hidrodinâmica (70) tendo
25 uma superfície de estabilização (700) é proporcionada e formada entre o primeiro rotor componente (21) e o segundo rotor componente (22), de modo que
30 uma folga de estabilização (8) seja formada antes da superfície de estabilização

(700), de modo que a camada de estabilização hidrodinâmica (S) pode ser formada a partir de um meio de estabilização na folga de estabilização (8) no estado de operação.

5 12. Rotor de acordo com a reivindicação 11, em que um elemento de estabilização hidrodinâmica (7, 71, 72, 73) tendo uma superfície de estabilização (700) é proporcionado na forma de um anel de cobertura (71) o qual envolve o propulsor hélico-axial (3) na direção periférica, de modo que a folga de estabilização (8) pode ser formada entre o anel de cobertura (71) e um alojamento de bomba (6) da bomba hélico-axial (1); e/ou em que o elemento de estabilização hidrodinâmica (7, 71, 72, 73) é uma manga de estabilização (72), de modo que a folga de estabilização (8) é formada entre a manga de estabilização (72) e ao alojamento de bomba (6).

15 13. Rotor de acordo com qualquer uma das reivindicações 11 ou 12, em que uma passagem de suprimento (400, 401, 402, 403) é proporcionada, a qual é feita e disposta de modo que uma quantidade predeterminada de meio de estabilização (M), em particular mistura com múltiplas fases (M), pode ser fornecida através da passagem de suprimento (400, 401, 402, 403) para a folga de estabilização (8) para a formação da camada de estabilização hidrodinâmica (S) na folga de estabilização (8).

20 14. Bomba híbrida tendo um rotor como definido em qualquer uma das reivindicações 11 a 13 para uma bomba hélico-axial (1) de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 10, para transporte de uma mistura com múltiplas fases (M).

25 15. Método para a realização de trajetória hidrodinâmica de um rotor (2) como definido em qualquer uma das reivindicações 11 a 13, em uma bomba hélico-axial (1) como definida em qualquer uma das reivindicações 1 a 10, ou em uma bomba híbrida como definida na reivindicação 14, em que o rotor (2) realiza uma trajetória girável em torno de um eixo longitudinal (A) no alojamento de bomba (6); e em que o rotor (2) para a compressão da mistura com múltiplas fases (M) inclui um estágio de compressão (K) tendo um propulsor hélico-axial (3) e um estator (4), caracterizado pelo fato de que uma bucha de estabilização hidrodinâmica (70) tendo uma superfície de estabilização (700) é

30

proporcionada e formada no alojamento de bomba (6), de modo que uma folga de estabilização (8) é formada antes da superfície de estabilização (700), de modo que uma camada de estabilização hidrodinâmica (S) seja formada a partir de um meio de estabilização (M) na folga de estabilização (8) para a realização de trajetória hidrodinâmica do rotor (2) no estado de operação.

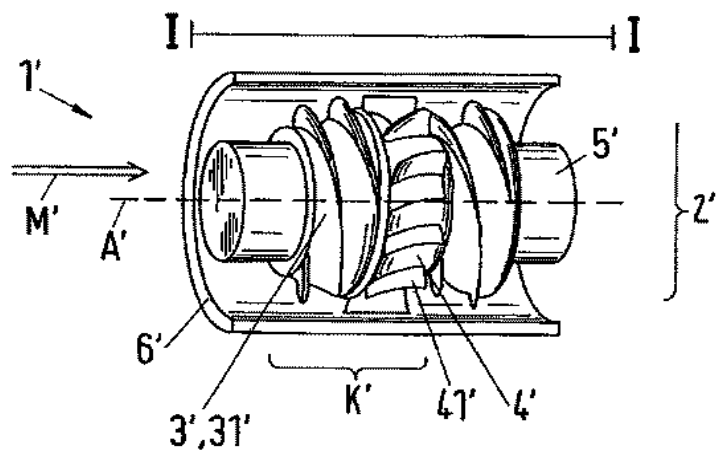


Fig.1a

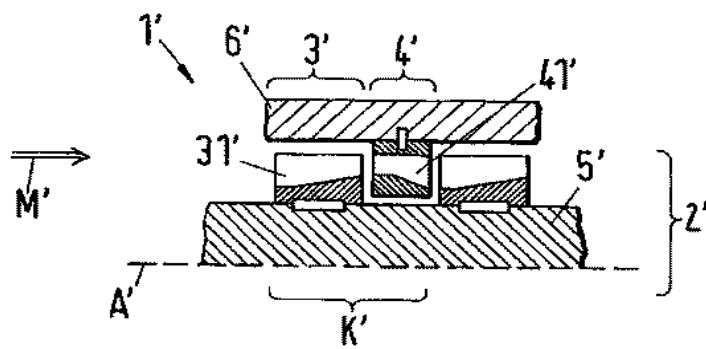


Fig.1b

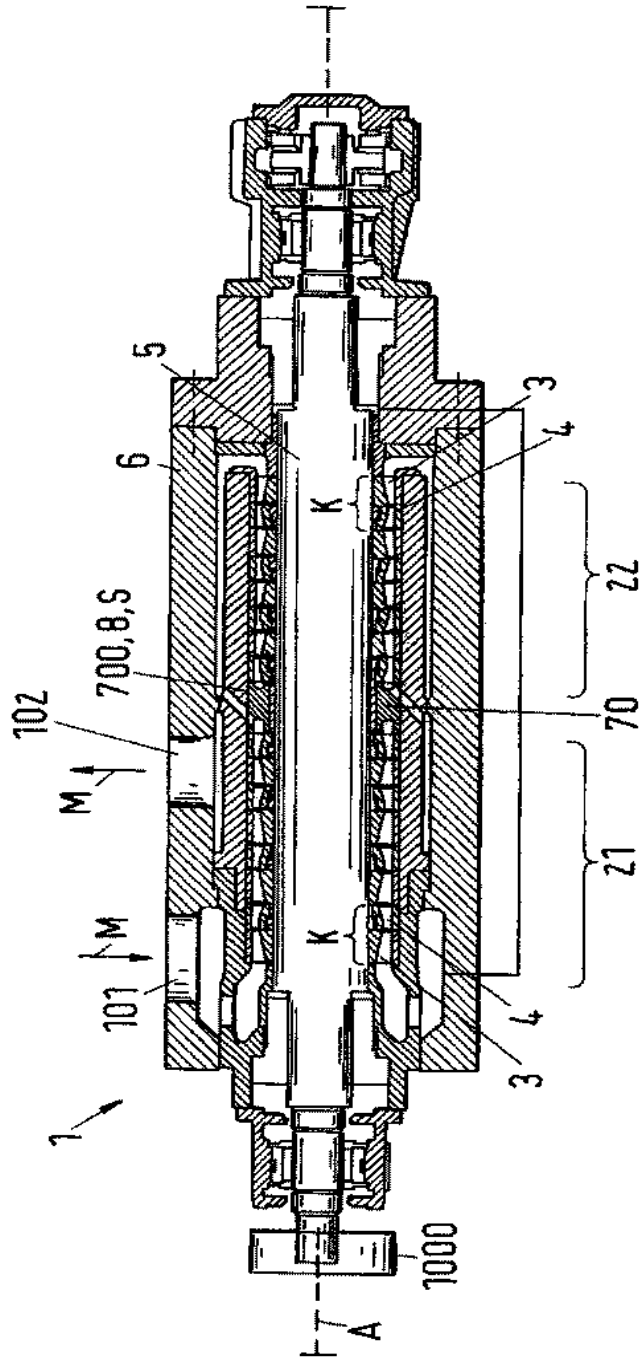


Fig. 2

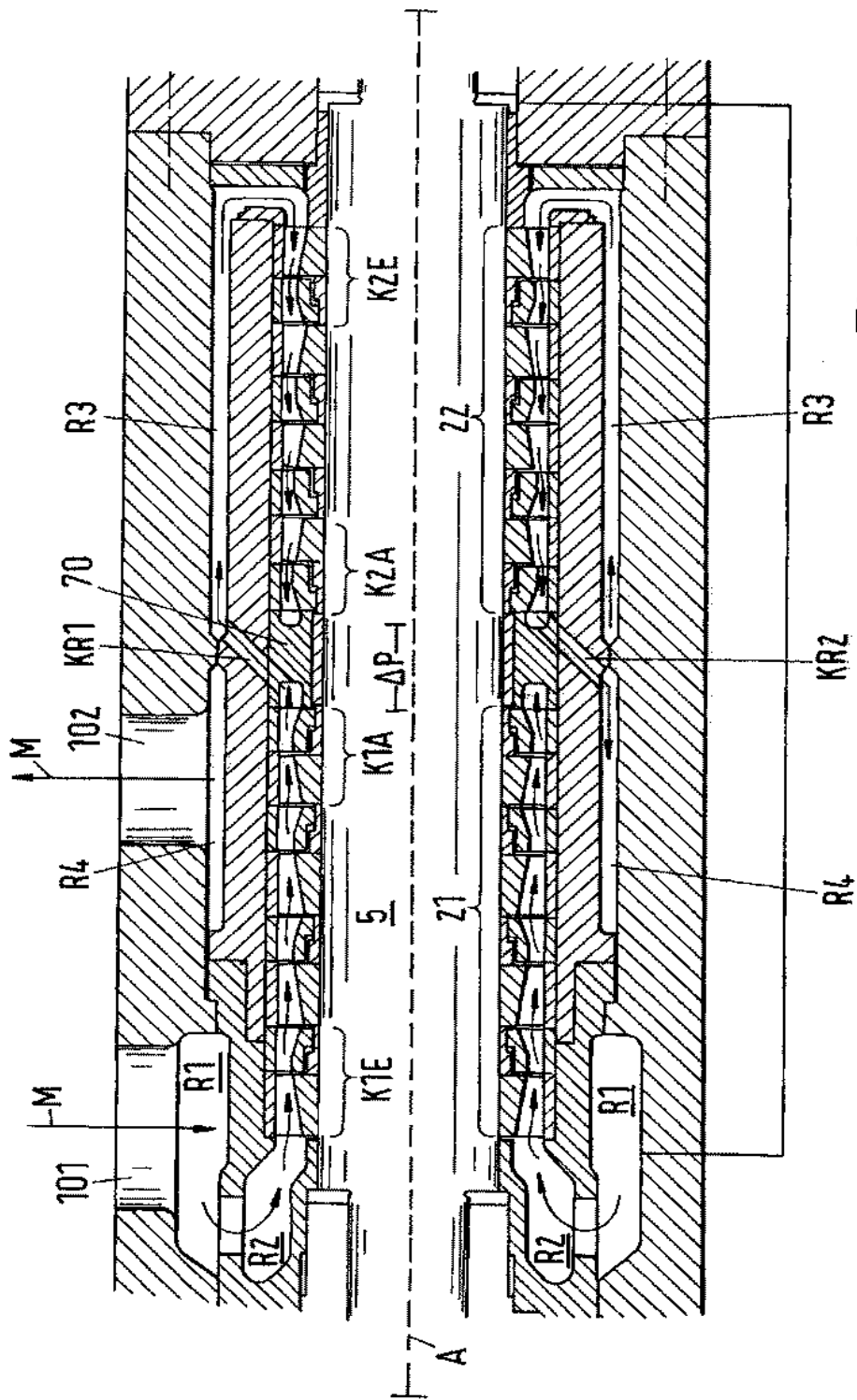


Fig.3

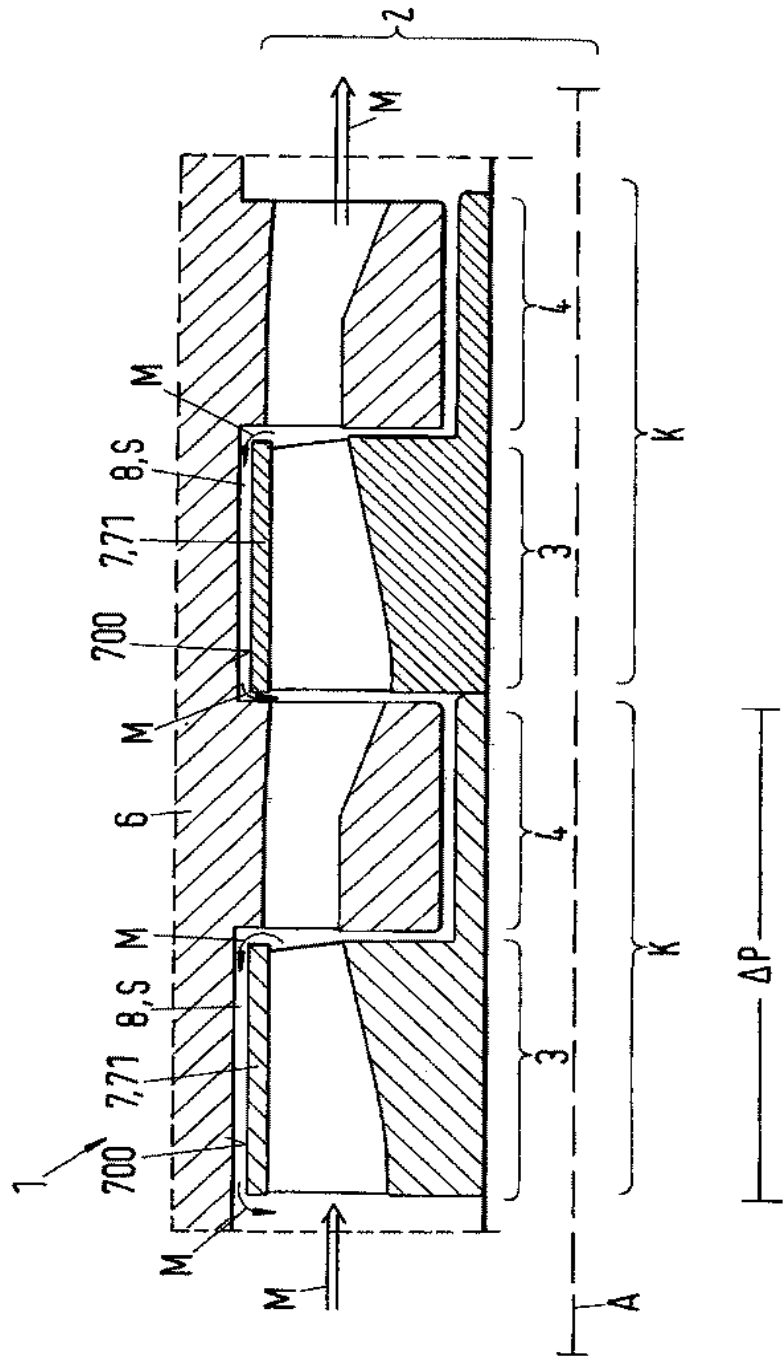


Fig.4

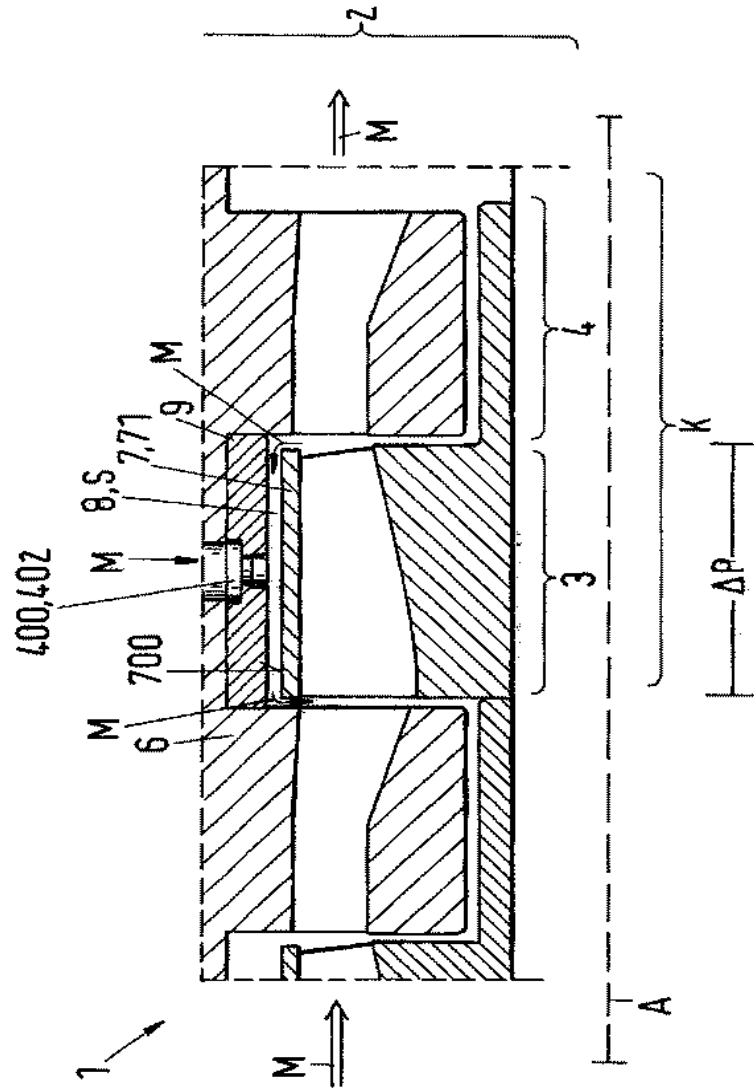


Fig.5a

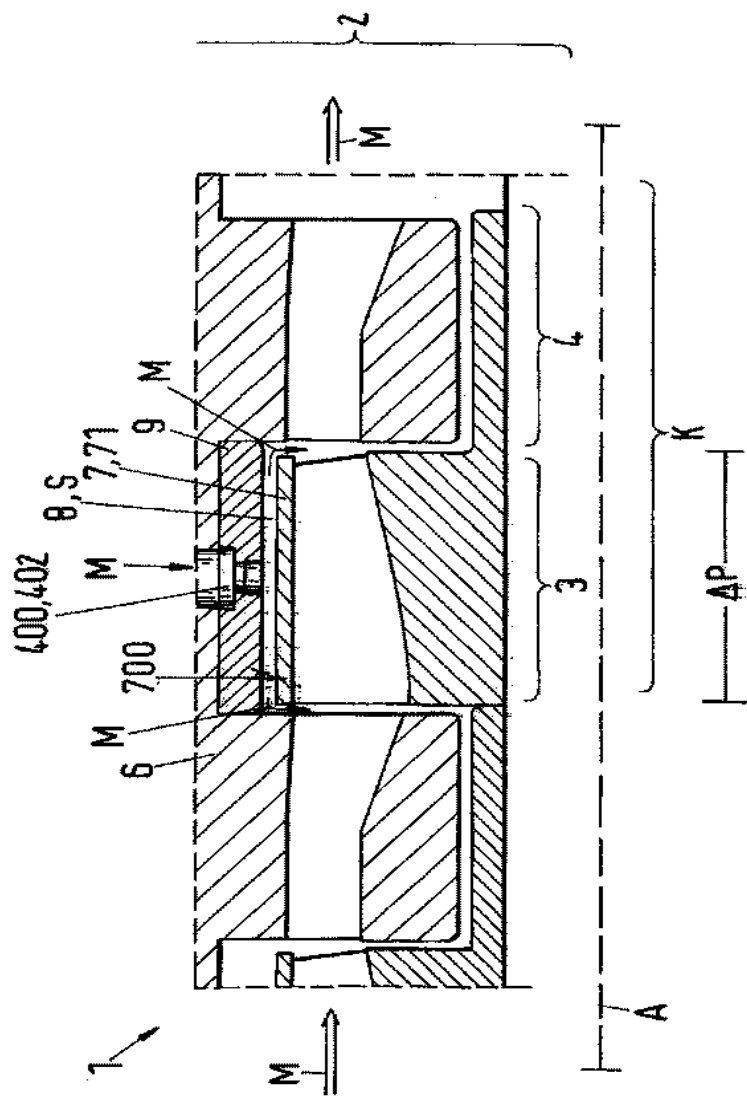


Fig.5b

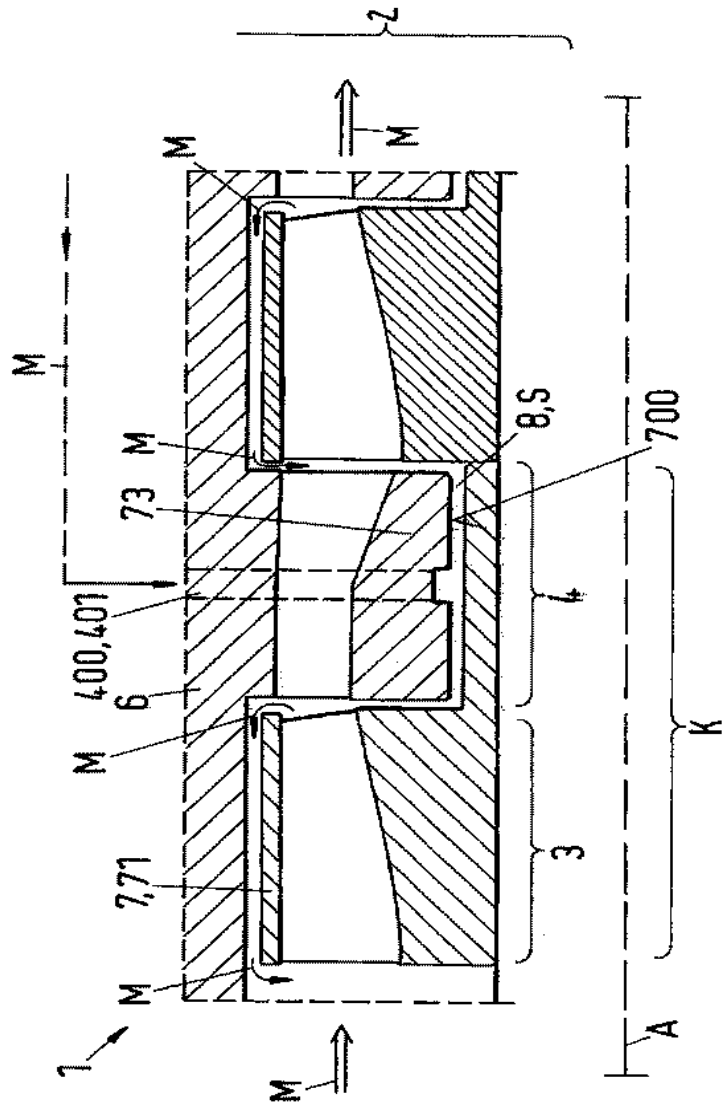


Fig.6a

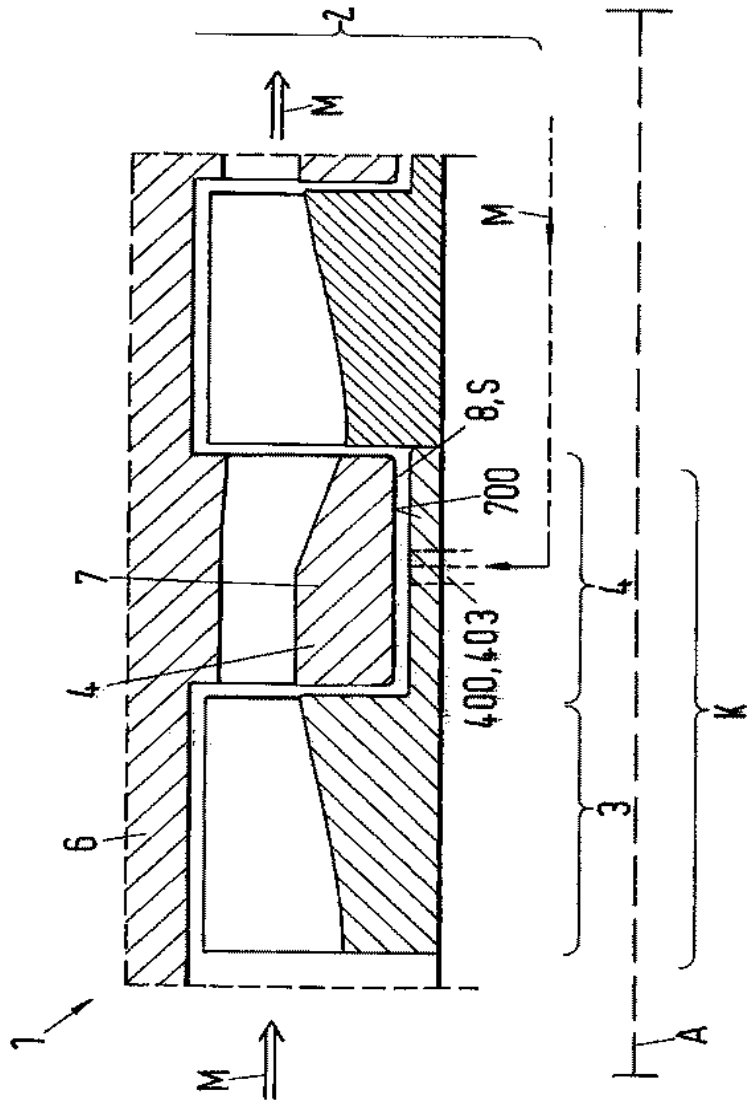


Fig.6c

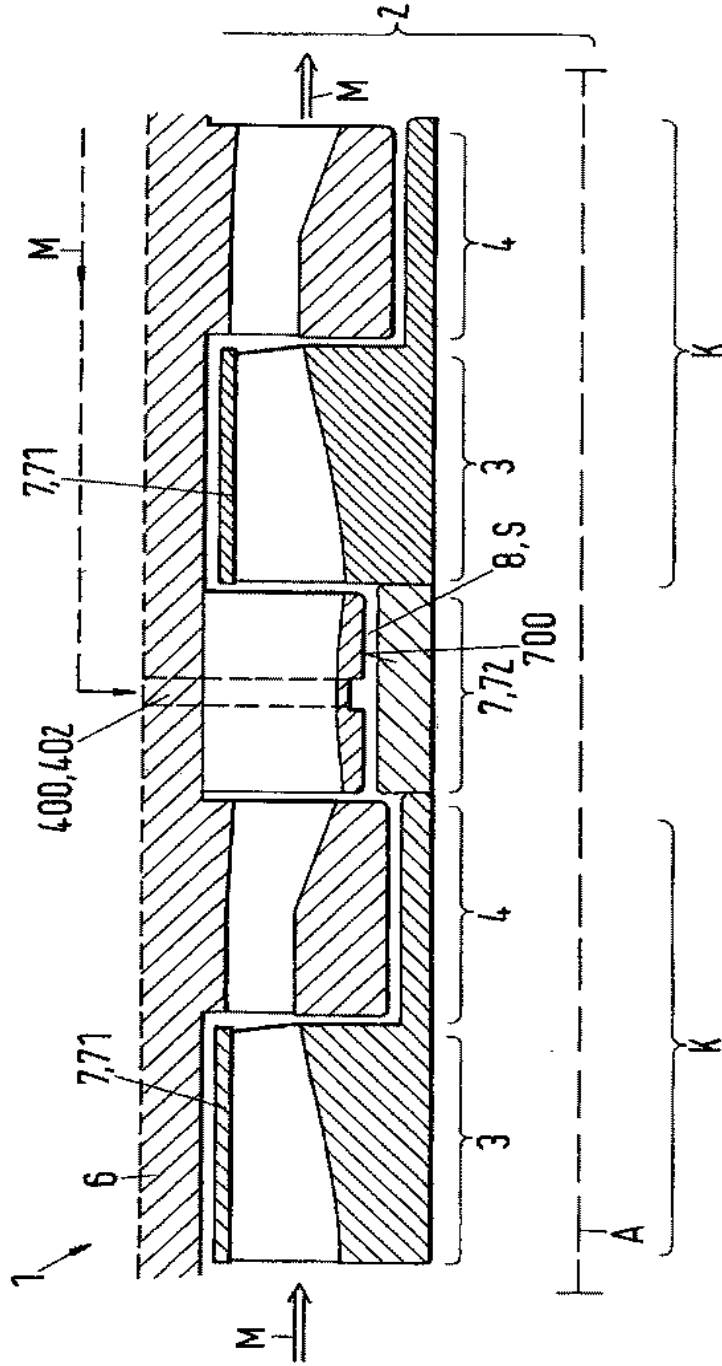


Fig.7a

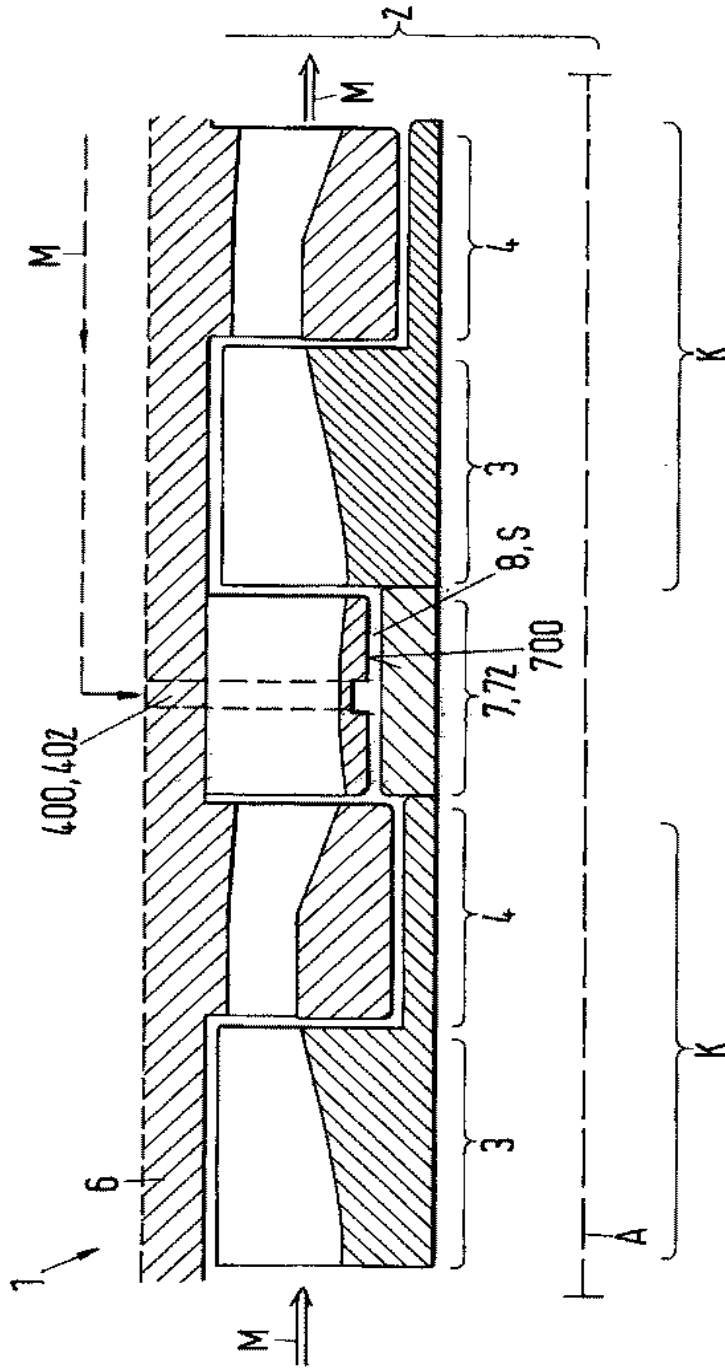


Fig.7b

RESUMO

Patente de Invenção: **"BOMBA HÉLICO-AXIAL, ROTOR PARA UMA BOMBA HÉLICO-AXIAL, BEM COMO MÉTODO PARA REALIZAÇÃO DE TRAJETÓRIA DE UM ROTOR EM UMA BOMBA HÉLICO-AXIAL"**.

5 A presente invenção refere-se a uma bomba hélico-axial (1) para transporte de uma mistura com múltiplas fases (M), bomba hélico-axial (1) a qual inclui um rotor (2) que realiza uma trajetória girável em torno de um eixo longitudinal (A) em um alojamento de bomba (6) e tendo um primeiro rotor componente (21) e um segundo rotor componente (22), em que o primeiro rotor
10 componente (21) e o segundo rotor componente (22) incluem um estágio de compressão (K, K1E, K1A, K2E, K2A) tendo um propulsor hélico-axial (3) e um estator (4) para a compressão da mistura com múltiplas fases (M). De acordo com a invenção, uma bucha de estabilização hidrodinâmica (70) tendo uma superfície de estabilização (700) é proporcionada e formada entre o primeiro rotor
15 componente (21) e o segundo rotor componente (22), de modo que uma folga de estabilização (8) seja formada antes da superfície de estabilização (700), de modo que uma camada de estabilização hidrodinâmica (S) é formada a partir de um meio de estabilização (M) na folga de estabilização (8) no estado de operação. A invenção refere-se ainda a um rotor (2) para uma bomba hélico-axial
20 (1), a uma bomba de híbrida tendo um rotor (2) para uma bomba hélico-axial (1), bem como a um método para a realização de trajetória hidrodinâmica de um rotor (2) de uma bomba hélico-axial (1).