



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

(21) PI 1013572-3 A2



(22) Data do Depósito: 23/04/2010

(43) Data da Publicação Nacional: 25/08/2020

(54) **Título:** MEDIDOR DE FLUXO DE FLUIDO, MÉTODO DE OTIMIZAR SUBSTANCIALMENTE A PRECISÃO E A FAIXA DE FLUXO DE UM MEDIDOR DE FLUXO DE FLUIDO, ROTOR PARA UM MEDIDOR DE FLUXO DE FLUIDO MÉTODO PARA PRODUZIR UM ROTOR DE FLUTUABILIDADE EQUILIBRADA PARA UM MEDIDOR DE FLUXO DE FLUIDO E CONJUNTO DE SENSORES PARA UM MEDIDOR DE FLUXO DE FLUIDO

(51) **Int. Cl.:** G01F 1/115.

(30) **Prioridade Unionista:** 23/04/2009 GB 0907012.9.

(71) **Depositante(es):** ELSTER METERING LIMITED.

(72) **Inventor(es):** ROSS JAMES BARDON; RONALD DESMOND CLARIDGE; ALAM RASHID; IVOR THOMAS ROGERS; WILLIAM DAVID STOCKILL; DOUGLAS RICHARD WRIGHT.

(86) **Pedido PCT:** PCT GB2010050663 de 23/04/2010

(87) **Publicação PCT:** WO 2010/122348 de 28/10/2010

(85) **Data da Fase Nacional:** 24/10/2011

(57) **Resumo:** MEDIDOR DE FLUXO DE FLUIDO, MÉTODO DE OTIMIZAR SUBSTANCIALMENTE A PRECISÃO E A FAIXA DE FLUXO DE UM MEDIDOR DE FLUXO DE FLUIDO, ROTOR PARA UM MEDIDOR DE FLUXO DE FLUIDO, MÉTODO PARA PRODUZIR UM ROTOR DE FLUTUABILIDADE EQUILIBRADA PARA UM MEDIDOR DE FLUXO DE FLUIDO, CONJUNTO DE SENSORES PARA UM MEDIDOR DE FLUXO DE FLUIDO. A presente invenção se refere a um medidor de fluxo de fluido, compreendendo meios para definir o caminho do fluxo do fluido; um rotor, com pelo menos uma pá, posicionada no referido caminho de fluxo do fluido; e um anel posicionado a montante de, e adjacente ao, referido rotor; em que o anel é adaptado às condições do fluxo na borda dianteira da pá do rotor em uma faixa das condições de operação. Ao fornecer um anel a precisão e a faixa de medição do fluxo podem ser melhoradas.

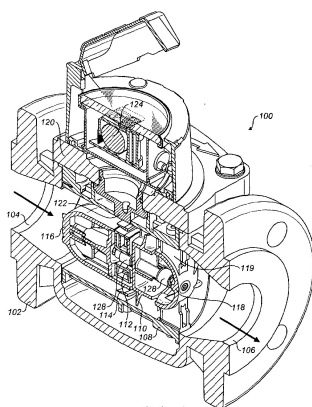


FIG. 1

"MEDIDOR DE FLUXO DE FLUIDO, CONJUNTO DE SENSORES PARA
UM MEDIDOR DE FLUXO DE FLUIDO, MÉTODO DE OTIMIZAR
SUBSTANCIALMENTE A PRECISÃO E A FAIXA DE FLUXO DE UM MEDIDOR
DE FLUXO DE FLUIDO, ROTOR PARA UM MEDIDOR DE FLUXO DE FLUIDO
5 E MÉTODO PARA PRODUZIR UM ROTOR DE FLUTUABILIDADE EQUILIBRADA
PARA UM MEDIDOR DE FLUXO DE FLUIDO".

A presente invenção refere-se a medidores de fluxo de
fluido, como um medidor de fluxo de fluido mecânico de fluxo
axial. Por "mecânico" queremos dizer um medidor de fluxo que
10 possui uma parte móvel, cujo movimento é utilizado como um
medidor do fluxo. A parte móvel pode ser um rotor, cuja
rotação é proporcional à taxa de fluxo de fluido através do
medidor. A invenção possui particular relevância para os
dispositivos de medição de precisão utilizando sensoriamento
15 indutivo do movimento do rotor. A invenção também relata as
características do rotor, como tais como as características
de flutuabilidade.

Anel de condicionamento de fluxo

De acordo com um aspecto da presente invenção é provido
20 um medidor de fluido de fluxo, compreendendo: meios para
definir uma trajetória para o fluxo de fluido; um rotor, com
pelo menos um pá, posicionada na referida trajetória do
fluxo; e um anel posicionado a montante de, e adjacente ao,
referido motor; sendo que o anel é adaptado para condicionar
25 o fluxo de fluido na borda dianteira da pá do rotor em uma

faixa de condições de operação. Ao fornecer um anel, a faixa de medição do fluxo e a precisão podem ser melhoradas em comparação à precisão e a faixa de medição do fluxo de um medidor equivalente sem um anel.

5 Preferivelmente, a referida faixa de condições de operação é uma faixa de taxa de fluxo. Preferivelmente, a referida faixa de taxa de fluxo é menor do que a faixa estabelecida da taxa de fluxo do medidor de fluxo do fluido, mas preferivelmente, superior a 25% ou 33% ou 50% ou 75% da
10 referida faixa estabelecida.

Preferivelmente, as condições de fluxo na borda dianteira da pá do rotor são melhoradas se comparadas a ausência de um anel.

Preferivelmente, sob a referida faixa de condições de
15 operação, as condições do fluxo são melhoradas em comparação com o não fornecimento de um anel a montante da pá do rotor.

Preferivelmente, sob a referida faixa de condições de operações, o anel é adaptado para o fluxo suave, por exemplo, ao desfazer vórtices de maior escala (tal como em comparação
20 com vorticidade em menor escala ao fluxo turbulento) propagada a montante do anel.

Preferivelmente, sob pelo menos parte da referida faixa de condições de operação, o anel é adaptado para induzir substancialmente fluxo turbulento na borda dianteira da pá do
25 rotor.

Preferivelmente, o raio do anel é otimizado a fim de maximizar a melhoria nas condições de fluxo na borda dianteira da pá do rotor.

5 Preferivelmente, o raio do anel é maior do que o raio do cubo do rotor. Mais preferivelmente, o raio do referido anel é maior do que o raio do cubo do rotor em entre 40% e 60% da distância do cubo do rotor até a ponta das pás preferivelmente entre 45% e 55%, mais preferivelmente 53%.

10 Preferivelmente, o raio do anel é maior do que o raio do cubo do rotor em entre 35% e 55% da distância do cubo do rotor para o meio que define a trajetória do fluxo, preferivelmente entre 40% e 50%, mais preferivelmente 45%.

15 Preferivelmente, o meio que define a trajetória do fluxo é substancialmente na forma cilíndrica. Mais preferivelmente, o raio do anel está entre 65% e 85% do raio do meio cilíndrico que define a trajetória do fluxo, preferivelmente entre 70% e 80%, mais preferivelmente 75%.

Preferivelmente, o anel é posicionado de maneira central na referida trajetória do fluxo de fluido.

20 Preferivelmente, a distância axial do anel para o cubo do rotor é otimizada para maximizar a melhoria nas condições de fluxo na borda dianteira da pá do rotor.

Preferivelmente, a distância axial do anel para o cubo do rotor está entre 10% e 30% do comprimento da corda do

anel, mais preferivelmente entre 15% e 25%, ainda mais preferivelmente 20%.

Preferivelmente, a distância axial do referido anel para referido cubo do rotor está entre 1,0 mm e 3,0 mm, mais
5 preferivelmente entre 1,5 mm e 2,5 mm, ainda mais preferivelmente 2,0 mm.

Preferivelmente, a borda dianteira do anel é mais fina do que a borda traseira do anel.

Preferivelmente, a borda dianteira do anel é afunilada.
10 Mais preferivelmente, a borda dianteira do anel é afiada.

Preferivelmente a borda traseira do anel é embotada.
Mais preferivelmente, a borda traseira do anel é quadrada.

Preferivelmente, a forma do anel é moldável.

Preferivelmente, o anel é ainda adaptado para
15 estrangular o fluxo de fluido na pá do rotor.

Preferivelmente, o anel é também adaptado para induzir fluxo turbulento a jusante do rotor. Mais preferivelmente, fluxo turbulento é induzido na saída do medidor de fluxo. Por induzir fluxo turbulento, as perdas de pressão e de carga em
20 todo o medidor de fluxo podem ser reduzidas.

Preferivelmente, o anel é também adaptado para aliviar pelo menos parcialmente a carga axial no referido rotor.

De acordo com mais um aspecto da presente invenção, é provido um método de otimizar substancialmente a precisão e a
25 faixa de fluxo de um medidor de fluxo, compreendendo:

posicionar um anel a montante de, e adjacente a, um rotor em uma trajetória do fluxo de fluido; e ajustar as características e posições do referido anel para otimizar substancialmente a faixa de fluxo e precisão.

5 Preferivelmente, as características compreendem pelo menos um de: raio do anel, espessura do anel, comprimento de corda do anel, e forma da seção transversal do anel.

Preferivelmente, a posição compreende pelo menos a distância axial do rotor.

10 **Montagem de sensores**

De acordo com um outro aspecto da presente invenção, é provido um medidor de fluxo de fluido, compreendendo: meios para definir uma trajetória de fluxo de fluido; um rotor posicionado na referida trajetória de fluxo de fluido; um
15 alvo indutivo no eixo do referido rotor; e pelo menos um sensor indutivo; em que o referido pelo menos um sensor é posicionado adjacente ao referido alvo indutivo. Por utilizar sensores indutivos a resistência à rotação do rotor é reduzida, e portanto a vida útil do medidor de fluxo é
20 aumentada conforme esse usa menos energia do que um medidor convencional.

Preferivelmente, o medidor de fluxo compreende pelo menos 2, preferivelmente 3 sensores indutivos. Mais preferivelmente, os referidos sensores são posicionados de
25 forma equiangular uns dos outros sobre o referido eixo.

Preferivelmente, o rotor é disposto de modo que pelo menos um alvo não crie qualquer desequilíbrio, e tampouco possa ser obtido por ter uma pluralidade de alvos de forma equiangular e/ou dispostos de forma equidistante, ou isso é
5 obtido por contrabalancear o alvo.

Preferivelmente, os alvos são posicionados face terminal do eixo.

Rotor de flutuação equilibrada (incluindo método de produção do mesmo)

10 De acordo ainda com um outro aspecto da presente invenção, é provido um rotor para um medidor fluxo de fluido que é flutuante e/ou equilibrado de forma neutra em torno do centro do eixo do rotor.

Preferivelmente, o rotor é equilibrado de forma
15 flutuável. Como usado aqui, equilibrado de forma flutuável preferivelmente conota um estado pelo qual quando um objeto é posicionado em um fluido permanece estático em qualquer orientação. Por prover um rotor equilibrado de forma flutuável a precisão do medidor de fluxo em taxas baixas pode
20 ser melhorada. Em uma modalidade particularmente preferida o rotor é equilibrado de forma que permanece em qualquer orientação quando colocado no fluido. O rotor pode ter flutuabilidade equilibrada em todos os 6 graus de liberdade associados com o referido rotor.

Preferivelmente, o rotor é equilibrado de forma estática. Preferivelmente, o rotor é equilibrado dinamicamente (preferivelmente quando no fluido).

A invenção estende-se para um medidor de fluxo de fluido
5 incorporando o rotor como mencionado acima.

De acordo ainda com um outro aspecto da presente invenção, é provido um método para a produção de um rotor equilibrado de forma flutuável para um medidor de fluxo de fluido, compreendendo: a rotação do rotor, preferivelmente no
10 fluido; determinação da posição correta tanto para adicionar massa ou remover massa; e tanto adição ou remoção da referida massa em conformidade.

Preferivelmente, o rotor é equilibrado de forma dinâmica.

15 A invenção estende-se a um medidor de fluxo de fluido incorporando um rotor produzido como mencionado acima.

Roda alvo indutiva com múltiplos alvos indutivos

De acordo ainda com um outro aspecto da presente invenção, é provido um conjunto de sensores para um medidor
20 de fluxo de fluido, compreendendo: uma roda alvo indutiva com uma pluralidade de alvos indutivos, cuja rotação é adaptada para prover uma medida do fluxo de fluido.

Preferivelmente, a montagem de sensores também compreende uma pluralidade de sensores indutivos, dispostos

de tal forma que a pluralidade de alvos indutivos induz um sinal nos sensores.

Preferivelmente, o número de alvos indutivos da roda alvo não é um múltiplo do número de sensores indutivos.

5 Preferivelmente, o número de alvos indutivos da roda alvo é 4, 8 12 ou mais.

Preferivelmente, o número de sensores indutivos é 3.

A invenção se estende a um medidor de fluxo de fluido incorporando a montagem de sensores como mencionado acima.

10 Características de aparelho e método podem ser trocadas conforme apropriado, e podem ser providas independentemente umas das outras. Qualquer característica em um aspecto da invenção pode ser aplicada a outros aspectos da invenção, em qualquer combinação apropriada. Em particular, aspectos de
15 métodos podem ser aplicados a aspectos de aparelhos, e vice-versa.

A invenção será descrita, meramente a título de exemplo, com referência aos desenhos anexos, em que:

Figura 1 é uma seção através de uma vista em perspectiva
20 do medidor de fluxo;

Figura 2 é uma vista plana de um medidor de fluxo, e indica o número de seções transversais detalhadas nas figuras 3, 4 e 5;

Figura 3 é uma seção através de um medidor de fluxo, na
25 posição A-A;

Figura 4 é uma seção através de um medidor de fluxo, na posição B-B;

Figura 5 é uma seção através de um medidor de fluxo, na posição C-C;

5 Figura 6 é uma vista detalhada de um registro de conexão no ponto E como mostrado na Figura 4;

Figura 7 é uma vista detalhada de uma parte da montagem de sensores no ponto D como mostrado na Figura 4;

Figuras 8 são vistas detalhadas da montagem de sensores;

10 Figura 9 é um gráfico mostrando o desempenho de um medidor com e sem um anel de fluxo;

Figura 10 é um gráfico mostrando o desempenho de um medidor com variação no diâmetro do anel de fluxo;

15 Figura 11 é uma representação CFD do fluxo de líquido através de um medidor de fluxo;

Figura 12 é uma seção através de um medidor de fluxo utilizando uma rosca sem-fim para a saída da rotação do rotor;

20 Figura 13 é uma seção através de um medidor de fluxo utilizando sensores indutivos para a saída de rotação do rotor;

Figuras 14 são vários alvos rotores; e

Figura 15 mostra um corte do medidor de fluxo utilizando alvos indutivos com múltiplos alvos indutivos.

Referindo-se a figura 1, a seção através de um medidor de fluxo apresenta várias características que compreendem o medidor de fluxo 100. Números de referências indicando como as partes são utilizadas como um todo.

5 O medidor de fluxo 100 compreende uma carcaça externa 102 que possui uma conexão de entrada flangeada 104 e uma conexão de saída flangeada 106. Na carcaça externa 102 está alojada a inserção da montagem de medição do medidor 108. A inserção da montagem de medição do medidor 108 compreende um
10 rotor 110, um conjunto de sensores 112, um anel de fluxo condicionado 114, um primeiro pedaço terminal (o nariz) 116 e um segundo pedaço terminal (a cauda) 118 para localizar o rotor usando rolamento (por exemplo, rolamento de agulhas), e várias nervuras 119 para manter o primeiro e segundo pedaços
15 terminais na montagem de medição 108. O primeiro e o segundo pedaços finais são sustentados pela nervura tal que o centro do rotor e o centro do medidor de fluxo são coincidentes. O rotor compreende um eixo, um cubo de rotor e pás do rotor. O cubo do rotor tem substancialmente o mesmo diâmetro das peças
20 terminais.

A carcaça externa 102, feita de ferro fundido e outro material similar, é provida em uma faixa de dimensões padrão 40, 50, 65, 80, 100, 125, 150, 200, 250 e 300 mm (equivalente ao tamanho do tubo de conexão). Contudo, a inserção 108 só é
25 provida em três tamanhos diferentes. Para que a inserção seja

usável em todo o intervalo a entrada e a saída do alojamento exterior varia em ser seções divergentes/convergentes (como mostrado na figura 1) a seções convergentes/divergentes. Em alguns casos uma proporção do fluxo de fluido pode contornar o elemento de medição.

A montagem de sensores 112 compreende um corpo em forma de ferradura que posiciona três sensores indutivos em volta do eixo do rotor em aproximadamente intervalos de 120° . O ASIC (circuito integrado específico de aplicação) usado para condicionar o sinal do sensor antes de enviá-lo para o registro é posicionado muito próximo aos sensores. O ASIC é posicionado muito próximo de modo que a degradação no sinal dos sensores é minimizada, e, portanto a exigência da energia é reduzida. O ASIC também contém os dados de calibração para a montagem de sensores, e então o registro pode ser mudado em qualquer ponto, por exemplo, se ele for danificado.

Alternativamente, a montagem de sensores contém dois conjuntos de três sensores indutivos, com cada conjunto desviado do outro ao longo do centro do rotor. Isso reduz de forma eficiente a separação angular entre os sensores 120° a 60° e então aumenta a sensibilidade da montagem de sensores geral. Como uma outra alternativa, cada conjunto de sensores indutivos pode compreender 1, 2 ou mais sensores.

Os fios de sinal do ASIC estendem-se através do corpo da montagem de sensores, e fora do alojamento de medição através

do topo da montagem de sensores 112; os fios de sinal são encapsulados no topo da montagem de sensores para prover uma vedação. O topo da montagem de sensores 112 projeta-se através de uma placa de pressão 120 e é vedada usando uma vedação radial, como um anel de vedação (*o-ring*) ou similares. Um flange, ou diafragma, é disposto em torno do topo da montagem de sensores de modo que a placa de pressão localiza a montagem de sensores no lugar, e de modo que a pressão do fluido no alojamento atua no flange/diafragma para manter a vedação entre a placa de pressão e a montagem de sensores.

O rotor 110 possui um alvo indutivo compreendendo uma tira de folha metálica 126 posicionada em torno de 120° a 220° do eixo do rotor. A fim de equilibrar o rotor, outra tira de folha metálica 128 é posicionada no eixo do rotor no lado oposto do rotor e no lado oposto do eixo. Usando três sensores indutivos e uma tira posicionada em torno de 120° a 220° do eixo, ambas as velocidade de rotação e direção do rotor podem ser determinadas. O uso de um sensor indutivo aumenta a faixa de fluxo operacional e a precisão do medidor de fluxo em comparação com um meio mecânico ou magnético para determinar a velocidade de rotação do rotor. A faixa de fluxo operacional e a precisão são aumentadas conforme a maioria das perdas é devida à força eletromotriz inversa (*back EMF*), e essas são muito baixas em relação às perdas em um medidor

equivalente usando meios mecânicos ou magnéticos para determinar a velocidade de rotação do rotor.

As tiras de folha metálica estão localizadas no eixo do rotor, opostas à face terminal do corpo do rotor, por causa da distância entre o sensor e a folha metálica ser crítica para sensoramento estável e portanto precisão. O rotor gira em rolamentos (por exemplo, rolamento de agulha) e por isso possui um flutuador terminal; então o uso de uma folha metálica na face terminal do rotor levaria a uma distância variável entre o sensor e a folha metálica.

A fim de reduzir quaisquer perdas associadas com o arraste hidrodinâmico, as tiras de folha metálica são moldadas no rotor durante a produção. Isso é realizado ao moldar primeiramente o núcleo central do eixo do rotor, colocando em seguida as duas tiras de folha metálica no lugar, e finalmente sobremoldando o núcleo e as tiras com o rotor de polipropileno, ou outro material similar.

Alternativamente, um sistema mecânico, tal como uma rosca sem-fim, pode ser utilizado para medir a rotação do rotor. Nesse caso um engate indutivo, magnético ou mecânico é usado para conectar a saída da rosca sem-fim ao registro.

A montagem de medição e a placa de pressão são organizadas para ser uma inserção removível que é capaz de ser reajustada na infraestrutura existente, por exemplo, substituir uma montagem de medição mecânica.

Um registro 124 é provido acima da placa de pressão 120 para gravar a rotação do rotor e portanto o volume de fluxo, e é protegido do ambiente por uma cobertura ou proteção.

O rotor é disposto para ser flutuante de forma neutra, 5 quando na medição de fluidos como a água, e além disso possuir flutuabilidade equilibrada em todos os 6 graus de liberdade. O rotor é disposto para ter equilíbrio estático e preferivelmente equilíbrio dinâmico; sendo equilíbrio estático quando o rotor não está em rotação, por exemplo, o 10 rotor irá permanecer em qualquer posição quando colocado no fluido de medição, e sendo equilíbrio dinâmico quando o rotor está em rotação, por exemplo, quando forças de rotação exercidas no rolamento do rotor são constantes em fluxo de fluido constante. Isso permite que o medidor opere sobre uma 15 faixa muito grande de taxas de fluxo (por exemplo, do equivalente de 1,5 rpm to 4000 rpm), com precisão apropriada por toda a faixa. A geometria do núcleo do rotor é designada para permitir a flutuabilidade neutra, e o núcleo é feito de um material diferente daquele do rotor. A flutuabilidade 20 neutra e a flutuabilidade equilibrada é desejável a uma taxa de fluxo baixa para permitir que o rotor gire em uma velocidade constante, desde que o rotor seja equilibrado dinamicamente, e é desejável em taxas de fluxo altas a fim de reduzir o desgaste.

A fim de compensar qualquer defeito no processo de moldagem o rotor é equilibrado após a produção. O processo envolve rotação do rotor, e determinação da posição correta tanto para adicionar massa, por exemplo, pequenos pinos de aço (cravados a quente no cubo do rotor), ou para remover material, por exemplo, onde um vazio existe a fim de manter uma densidade substancialmente igual.

Figura 2 mostra uma vista plana do medidor de fluxo de fluido 100 e indica três seções transversais A-A, B-B e C-C. Cada seção transversal indicada será discutida em detalhes abaixo com referência as respectivas figuras anexas.

Referindo-se à figura 3, mostrando a seção A-A (uma vista de seção transversal similar à mostrada na Figura 1), detalhes adicionais podem ser vistos. A vedação radial 300, como descrita acima, pode ser vista vedando o topo da montagem de sensores com a placa de pressão. Em adição, um anel de vedação (o-ring) ou similares 302 podem ser vistas provendo vedação adicional entre o flange/diafragma 304 e a placa de pressão. Além disso, um anel de vedação (o-ring) ou similares 306 é usado para vedar a placa de pressão à carcaça externa. Finalmente, as vedações 308 e 310 são usadas para conectar a carcaça externa à tubulação externa.

A placa de pressão e a montagem de medição são conectados juntas, para formar a inserção, usando parafuso

312. Isso permite uma fácil inserção da unidade na carcaça exterior.

O conector 314 é usado para conectar a montagem de sensores ao registro para que a saída do ASIC possa ser gravada.

Referindo-se a Figura 4, mostrado a seção B-B, a vista seccional perpendicular à mostrada nas Figuras 1 e 2 pode ser vista. Além disso, duas vistas detalhadas D e E são indicadas, e essas vistas detalhadas são mostradas nas Figuras 5, 6 e 7 respectivamente. O registro 124 é mostrado adicionalmente para a proteção 400 cobrindo o *display* do registro. Além disso, o parafuso 402 fixando o registro à placa de pressão também é mostrado.

Como descrito acima, a montagem de sensores 112 é em forma de ferradura e está localizada em volta do eixo do rotor. Isso permite que a montagem de sensores seja inserida em volta do eixo do rotor facilmente durante a produção, e se for necessário quando o medidor estiver *in situ*, por exemplo se estiver danificado. Como o anel condicionador de fluxo é preferivelmente requerido para estender-se em torno de toda o perímetro da trajetória do fluxo, o alojamento da montagem de sensores contém uma parte do anel, e portanto completa o anel quando este está inserido na montagem de medição 108.

Alternativamente, a montagem de sensores é no formato de um anel anular localizado em torno do eixo do rotor, e essa

alternativa provê espaço adicional para localizar os vários sensores. Por exemplo, isso pode ser fornecido em medidores relativamente pequenos.

5 O anel condicionador de fluxo 114, descrito acima, pode ser visto em detalhes. O anel condicionador de fluxo é posicionado no local por várias nervuras 404. As forças hidrodinâmicas atuando no anel podem ser significantes e então um número substancial de nervuras é requerido. Além de posicionar o anel, as nervuras (ou raios) agem para regular o
10 fluxo de fluido. O anel age para condicionar o fluxo de fluido antes do fluxo atingir o rotor. Além disso, o anel age para reduzir a carga axial no rotor durante altas taxas de fluxo pela criação de áreas de baixa pressão na frente do rotor.

15 O anel é chanfrado a partir de uma borda dianteira fina para uma borda traseira grossa em que auxilia na redução da carga axial. O exterior do anel é paralelo à trajetória do fluxo.

O anel está posicionado de modo que esteja localizado
20 logo a montante do rotor, e possui um raio maior do que o raio do cubo do rotor. A fim de condicionar o fluxo apropriadamente o anel é idealmente localizado entre 40% e 60% de distância do cubo do rotor para as pontas das pás (uma vez que as pás do rotor sejam dimensionadas para apenas se
25 encaixarem dentro do orifício do elemento de medição, a

posição do fluxo do anel também pode ser definida usando o raio do orifício do elemento, e irá resultar em razões similares), preferivelmente entre 45% e 55%, mais preferivelmente 53%.

5 Axialmente, o anel está localizado entre 1,0 mm e 3,0 mm, preferivelmente entre 1,5 mm e 2,5 mm, mais preferivelmente 2,0 mm da pá do rotor. Isso fornece um condicionamento de fluxo ótimo enquanto permite que qualquer fragmento pequeno passe através do medidor.

10 O comprimento da corda do anel (em relação à direção do fluxo) é de aproximadamente 10 a 20 mm, talvez 10 ou 12 a 15 mm. Um anel substancialmente mais estreito não provê condicionamento de fluxo adequado, e é difícil de produzir, enquanto um anel substancialmente mais amplo também não
15 condiciona o fluxo adequadamente.

Em geral, o anel é desenhado para otimizar as condições de fluxo, e portanto maximizar a melhora no desempenho em relação a um medidor de fluxo sem um anel condicionador de fluxo.

20 Um vórtice é propagado da seção de entrada divergente da carcaça externa que reduz a precisão do medidor se ele não for condicionado adequadamente. O anel age para desfazer o vórtice e prover assim um meio de produção de um fluxo substancialmente uniforme sobre as pás do rotor sobre uma
25 faixa significativa de taxas de fluxo. Ao produzir um fluxo

substancialmente uniforme sobre as pás do rotor as condições de fluxo são melhoradas de modo que o desempenho, em termos de precisão e exatidão, seja melhorado.

5 A faixa de condições de operação, especificamente taxas de fluxo, onde o anel age para desfazer/interromper o vórtice é menor do que a faixa estabelecida da taxa de fluxo do medidor de fluxo de fluido, mas maior do que 25% ou 33% ou 50% ou 75% da faixa estabelecida.

10 Adicionalmente, ou alternativamente, sob pelo menos parte da faixa de condições de operação (cuja faixa pode ou não pode sobrepor com a faixa sobre a qual a propagação do vórtice é interrompida), o anel pode desencadear o fluxo de fluido laminar em fluxo de fluido turbulento, assim provendo um fluxo substancialmente uniforme na borda dianteira das pás
15 do rotor.

Dessa forma, o anel pode ser otimizado para "achatar" o gráfico da saída do sensor não-corrigido em relação à taxa de fluxo. Ao "achatar" o gráfico o processo de linearização é mais fácil, e assim um medidor mais preciso é produzido sobre
20 uma ampla faixa de taxas de fluxo.

Referindo-se a Figura 5, mostrando o detalhe D como indicado na Figura 4, a vedação radial 300 (um anel de vedação - o-ring) pode ser visto. O composto de encapsulamento 500 é usado para vedar o conector 502 da

montagem de sensores ASIC e o conector 504 ao registro no topo da montagem de sensores.

Referindo-se à Figura 6 e 7, mostrando o detalhe E como indicado na Figura 4, o parafuso 402 e a arruela 600 são usados para conectar o registro à placa de pressão. O ajuste da baioneta 700 é também usado na conexão do registro à placa de pressão.

Outras formas de registro podem ser usadas, por exemplo, alguma que forneça telemetria ou outra leitura remota em vez de ou além de um *display* local, ou um *display* mecânico em vez de *display* eletrônico. Fluxo instantâneo em vez de fluxo total de saídas (integrado) também pode ser fornecido para aplicações de controle de processos.

Figura 8 mostra um exemplo da montagem de sensores 112. O arranjo em ferradura 800 e a parte do anel de fluxo 802 conectado à montagem de sensores são mostrados. Os três sensores indutivos 804 são mostrados posicionados a 120° sobre a montagem de sensores de ferradura.

Figuras 9 e 10 mostram o efeito de incluir o anel de fluxo no interior da trajetória do fluxo. Como pode ser visto na Figura 9, a precisão do medidor é melhorada através da maioria do envelope operacional (indicado pela caixa tracejada). Figura 10 mostra a otimização do diâmetro do anel de fluxo para um medidor específico de 50 mm. Como pode ser

visto um melhor diâmetro de anel para o medidor de fluxo 50 mm é aproximadamente 111% do diâmetro do cubo do rotor.

Figuras 11 mostram uma representação CFD do fluxo de líquido através do medidor de fluxo com e sem o anel de 5 fluxo. Como pode ser visto na área A, o fluxo de fluido foi estrangulado no rotor pelo anel, isso é mostrado como uma redução na velocidade do fluxo nessa área. Além disso, o perfil da velocidade sobre a pá do rotor é mais uniforme. Como pode ser visto na área B, o perfil da velocidade é 10 substancialmente achatado, o que é evidência do fluxo turbulento, o fluxo turbulento induzido nessa área irá reduzir as perdas totais (pressão e carga) ao longo do medidor de fluxo.

Figura 12 mostra o medidor de fluxo usando uma rosca 15 sem-fim para produzir a velocidade de rotação do rotor. O elemento de medição 1200 aloja o rotor 1202 localizado a montante do suporte do rotor 1204 e a jusante do suporte do rotor 1206. A montagem do fuso é adaptada para produzir a velocidade rotacional do rotor usando uma rosca sem-fim para 20 o lado-seco (*dry-side*) do medidor através da tampa do diafragma 1210, e é vedado pelo anel de vedação (*o-ring*) 1212. Uma palheta de calibração é indicada por 1214. O anel de fluxo 1216, como descrito acima, é adaptado para melhorar a precisão do medidor de fluxo.

Figura 13 mostra uma vista alternativa do medidor de fluxo utilizando sensores indutivos para medir a velocidade de rotação do rotor 1300. O rotor 1300 está localizado a montante do suporte do rotor 1302.

5 Figuras 14 mostram variações das rodas-alvo indutivas 1400 cada uma com múltiplos alvos indutivos. Os alvos indutivos, em conjunção com uma montagem de sensores indutivos pode ser utilizado para retroajustar um medidor de fluxo mecânico a fim de permitir uma saída eletrônica. Um
10 exemplo de tal medidor de fluxo é mostrado na Figura 15, onde a unidade de registro mecânico convencional foi substituída por uma unidade de registro indutivo 1500. A roda alvo 1400 tem múltiplos alvos indutivos que são captados pelo sensor indutivo 1502 dos quais há três posicionados a 120° de
15 distância ao redor do alvo indutivo. De modo convencional, um alvo indutivo único é utilizado, mas isso limita a resolução da saída. Ao fornecer múltiplos alvos indutivos a resolução é aumentada em proporção ao número de alvos usados. No entanto, o número de alvos indutivos usados é limitado pelo diâmetro
20 da roda alvo, uma vez que cada alvo indutivo deve ser grande o suficiente para fornecer um sinal consistente no sensor indutivo. Além disso, ao usar 3 sensores indutivos o número de alvos não deve ser um múltiplo de 3, desde que com esse número de alvos a direção da roda alvo não poderia ser
25 determinada. Ao aumentar o número alvos indutivos também

aumenta-se o desempenho da baixa taxa de fluxo do medidor devido a uma redução no arraste do trem de engrenagem eliminado grande parte do trem de engrenagem.

5 A roda alvo pode ser instalada no medidor de fluxo *in situ*, e assim qualquer medidor existente com uma saída de fuso pode ser aprimorado para uma saída indutiva.

10 Cada característica revelada neste relatório (cujo termo inclui as reivindicações) e/ou mostrada nos desenhos pode ser incorporada na invenção independentemente de outras características reveladas e/ou ilustradas. Em particular, mas sem limitação, as características de qualquer uma das reivindicações dependentes de uma reivindicação independente particular podem ser introduzidas na reivindicação independente em qualquer combinação.

15 É evidente compreender que a invenção não se destina a restringir-se aos detalhes das modalidades acima que são descritas a título de exemplo apenas, e modificações dos detalhes podem feitos dentro do escopo da invenção.

REIVINDICAÇÕES

1. Medidor de fluxo de fluido caracterizado pelo fato de compreender: meios para definir um caminho do fluxo de fluido; um rotor posicionado no referido caminho de fluxo de fluido; pelo menos um alvo indutivo no eixo do referido rotor; e pelo menos um sensor indutivo; em que o referido pelo menos um sensor é posicionado adjacente ao referido pelo menos um alvo indutivo.

2. Medidor de fluxo de fluido de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de que também compreende pelo menos dois, preferivelmente três sensores indutivos.

3. Medidor de fluxo de fluido de acordo com a reivindicação 2, caracterizado pelo fato de que os referidos sensores são posicionados de forma equiangular uns aos outros sobre o referido eixo.

4. Medidor de fluxo de fluido de acordo com as reivindicações de 1 a 3, caracterizado pelo fato de o rotor ser disposto de modo que pelo menos um alvo não crie qualquer desequilíbrio no rotor.

5. Medidor de fluxo de fluido de acordo com a reivindicação 4, caracterizado pelo fato de que compreende uma pluralidade dos referidos alvos, em que os referidos alvos são dispostos de forma equiangular sobre o eixo.

6. Medidor de fluxo de fluido de acordo com a reivindicação 4, caracterizado pelo fato de que compreende uma pluralidade dos referidos alvos, em que os referidos alvos são dispostos de forma equidistante sobre o eixo.

5 7. Medidor de fluxo de fluido de acordo com as reivindicações de 4 a 6, caracterizado pelo fato de que também compreende contrapesos adaptados para contrabalançar o peso do referido pelo menos um alvo.

8. Medidor de fluxo de fluido de acordo com as
10 reivindicações de 1 a 3, caracterizado pelo fato de que o referido pelo menos um alvo é disposto na face terminal do eixo.

9. Conjunto de sensores para um medidor de fluxo de fluido, caracterizado pelo fato de compreender uma roda-alvo
15 indutiva com uma pluralidade de alvos indutivos, cuja rotação é adaptada para fornecer uma medida do fluxo do fluido.

10. Conjunto de sensores de acordo com a reivindicação 9, caracterizado pelo fato de que o conjunto de sensores também compreende uma pluralidade de sensores indutivos
20 dispostos de tal forma que a pluralidade de alvos indutivos induz um sinal nos sensores.

11. Conjunto de sensores de acordo com a reivindicação 10, caracterizado pelo fato de o número de alvos indutivos da roda-alvo não ser um múltiplo do número de sensores
25 indutivos.

12. Conjunto de sensores de acordo com a reivindicação 10 ou 11, caracterizado pelo fato de o número de alvos induzidos na roda-alvo ser 4, 8, 12 ou mais.

13. Conjunto de sensores de acordo com qualquer uma das 5 reivindicações de 10 a 12, caracterizado pelo fato de o número de sensores indutivos ser 3.

14. Medidor de fluxo de fluido caracterizado pelo fato de incorporar um conjunto de sensores como definido em qualquer uma das reivindicações de 9 a 13.

10 15. Medidor de fluxo de fluido, caracterizado pelo fato de compreender um meio de definir um caminho de fluxo de fluido; um rotor, com pelo menos uma pá, posicionado no referido caminho de fluxo de fluido; e um anel posicionado a montante do, e adjacente ao referido rotor, em que o anel é 15 adaptado para condicionar o fluxo de fluido na borda dianteira da pá do rotor sobre uma faixa de condições de operação.

16. Método de otimizar substancialmente a precisão e a faixa de fluxo de um medidor de fluxo de fluido, 20 caracterizado pelo fato de compreender o posicionamento de um anel a montante de, e adjacente a, um rotor em um caminho de fluxo de fluido; e ajustar as características e posição do referido anel para otimizar substancialmente a precisão e faixa de fluxo.

17. Rotor para um medidor de fluxo de fluido, caracterizado pelo fato de ser de flutuação neutra e/ou equilibrado sobre o centro do eixo do rotor.

18. Método para produzir um rotor de flutuabilidade equilibrada para um medidor de fluxo de fluido, caracterizado pelo fato de compreender: a rotação do rotor, preferivelmente no fluido; determinação da posição correta tanto para adicionar massa ou remover massa; e tanto adição ou remoção da referida massa em conformidade.

10

15

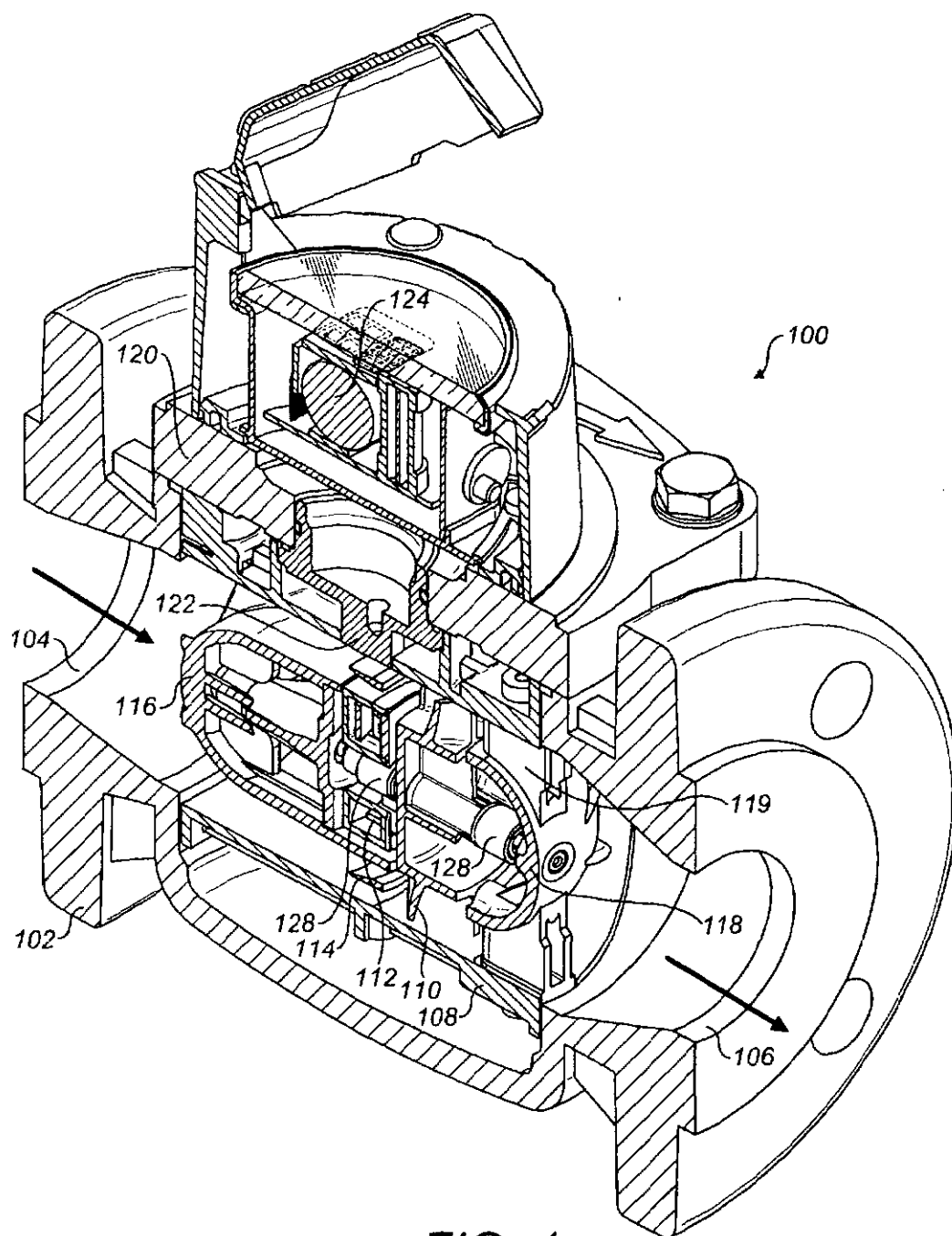


FIG. 1

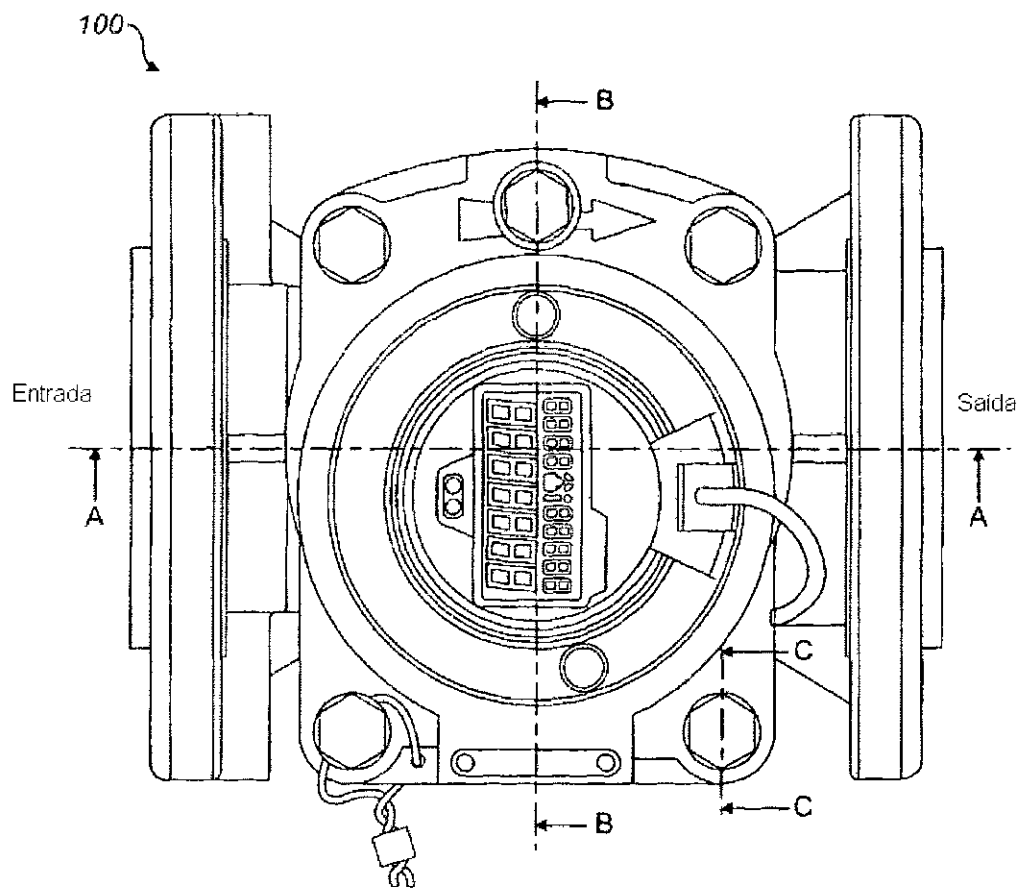


FIG. 2

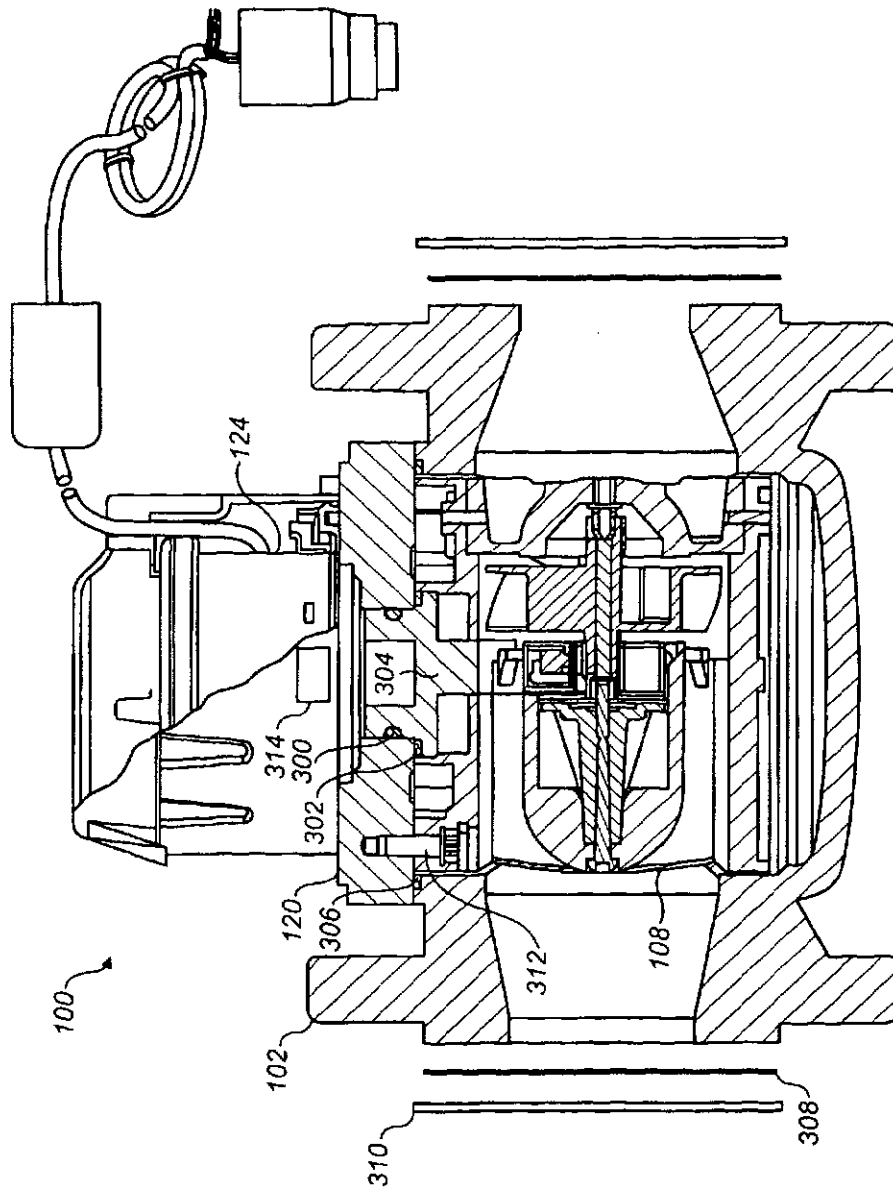
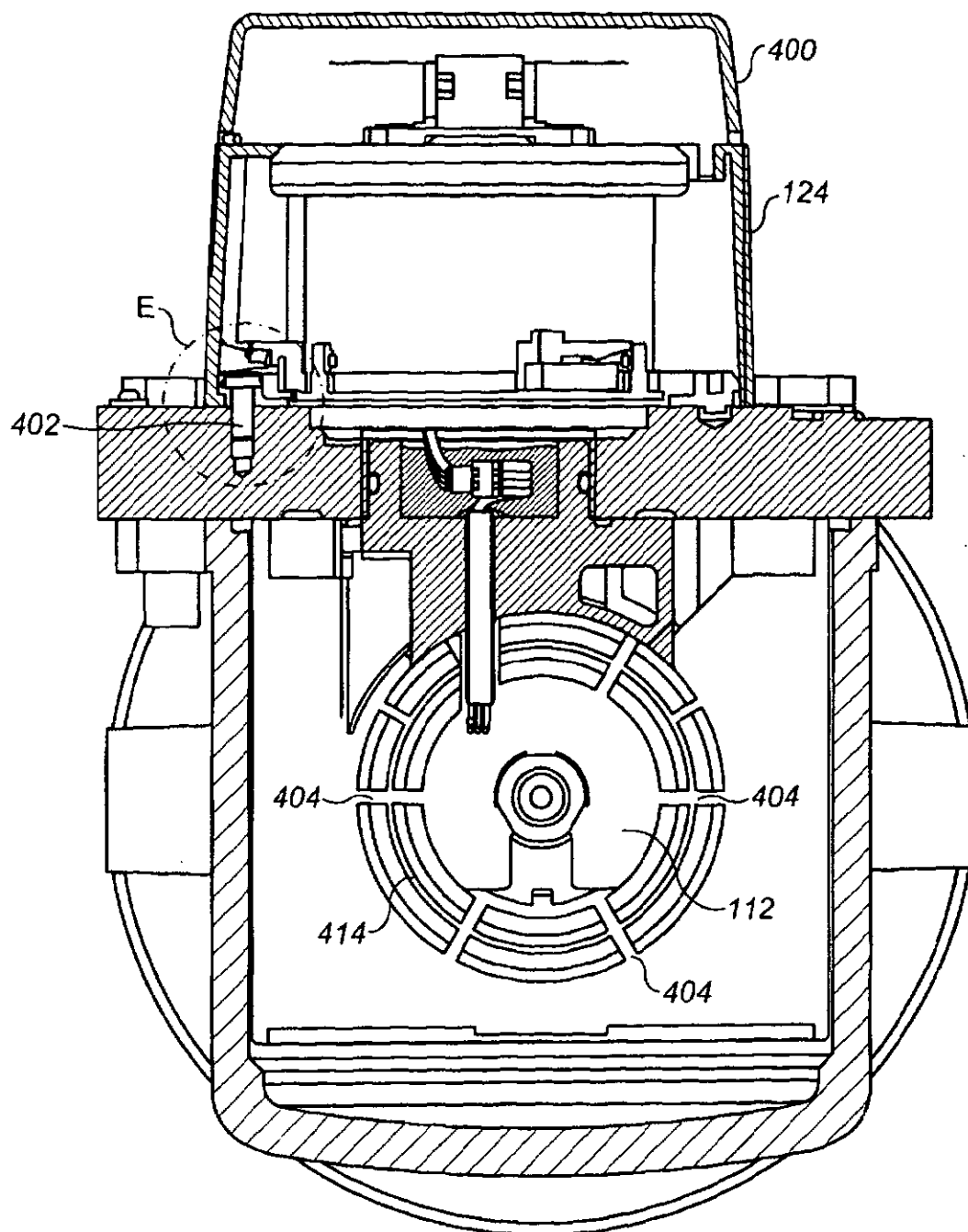
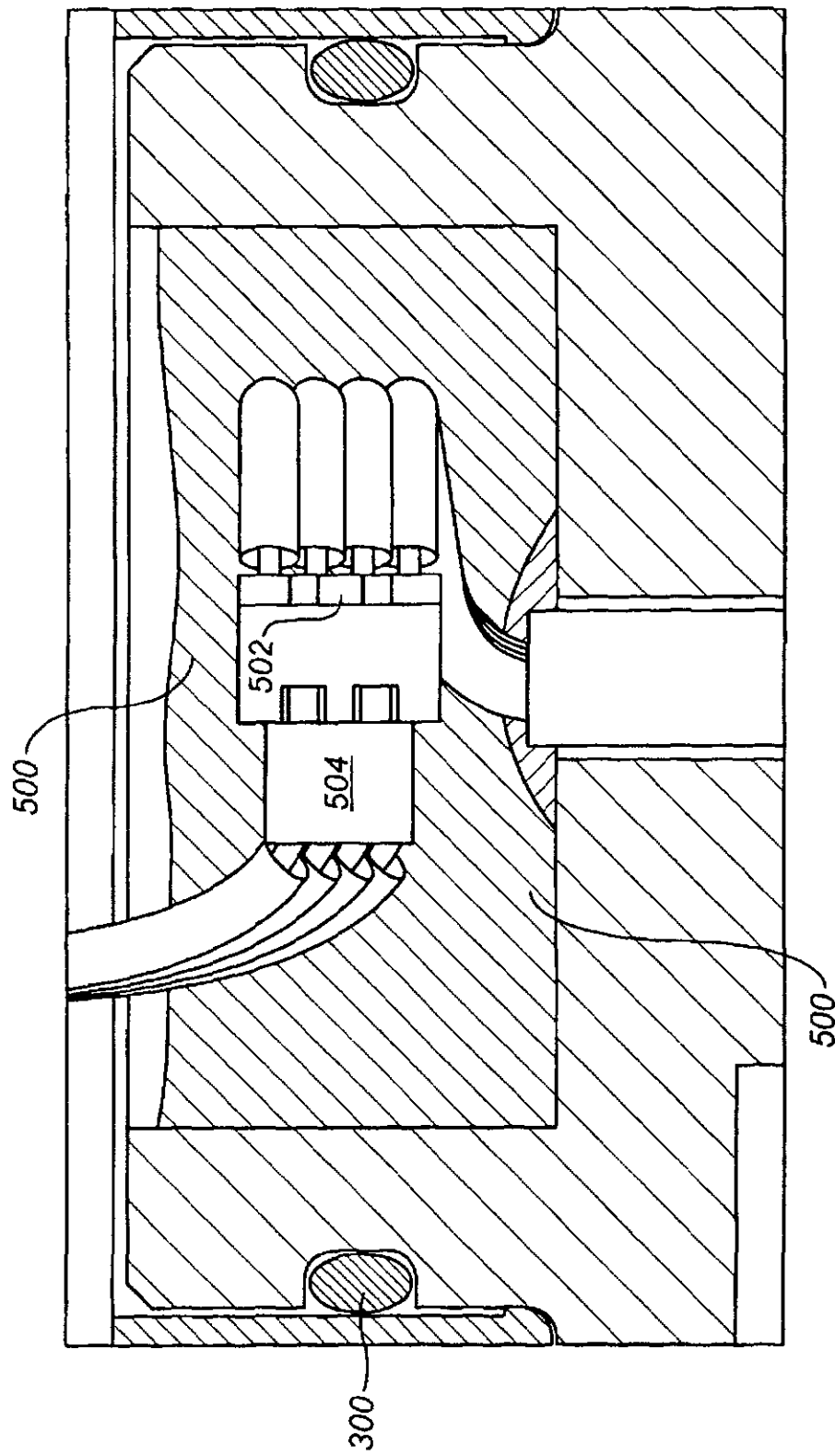


FIG. 3

**FIG. 4**

**FIG. 5**

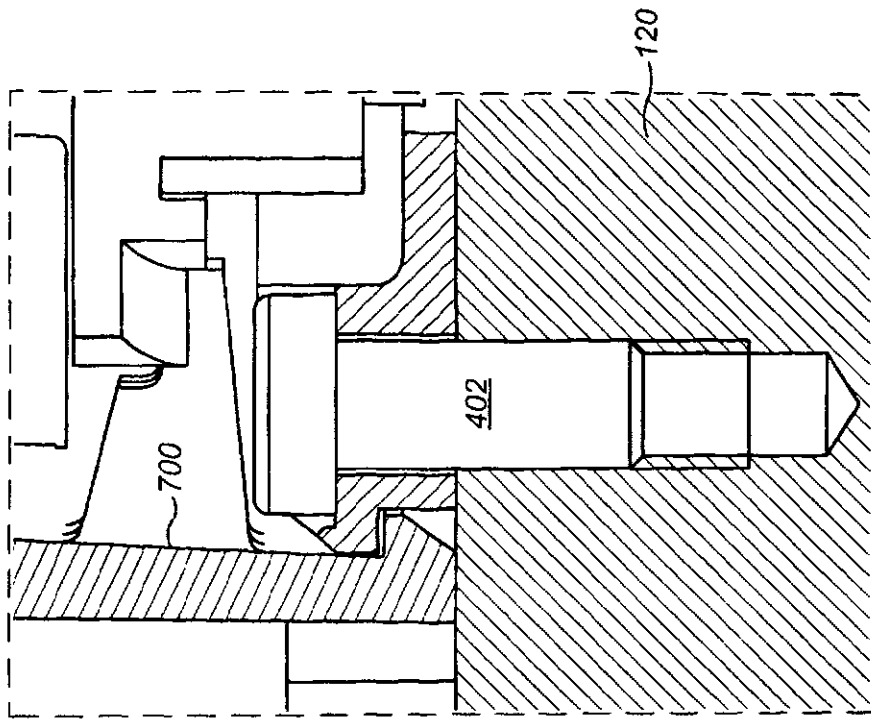


FIG. 7

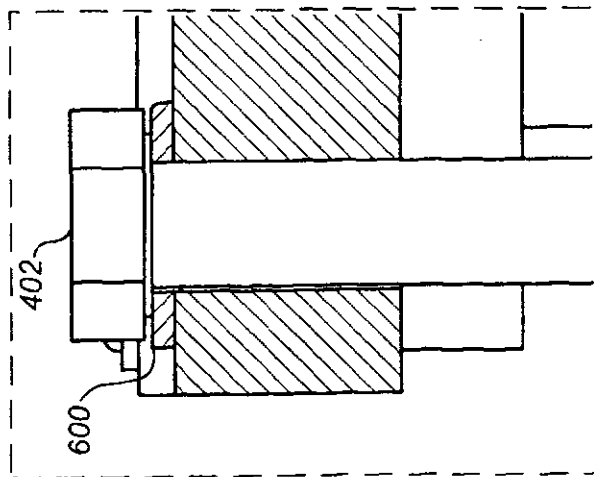


FIG. 6

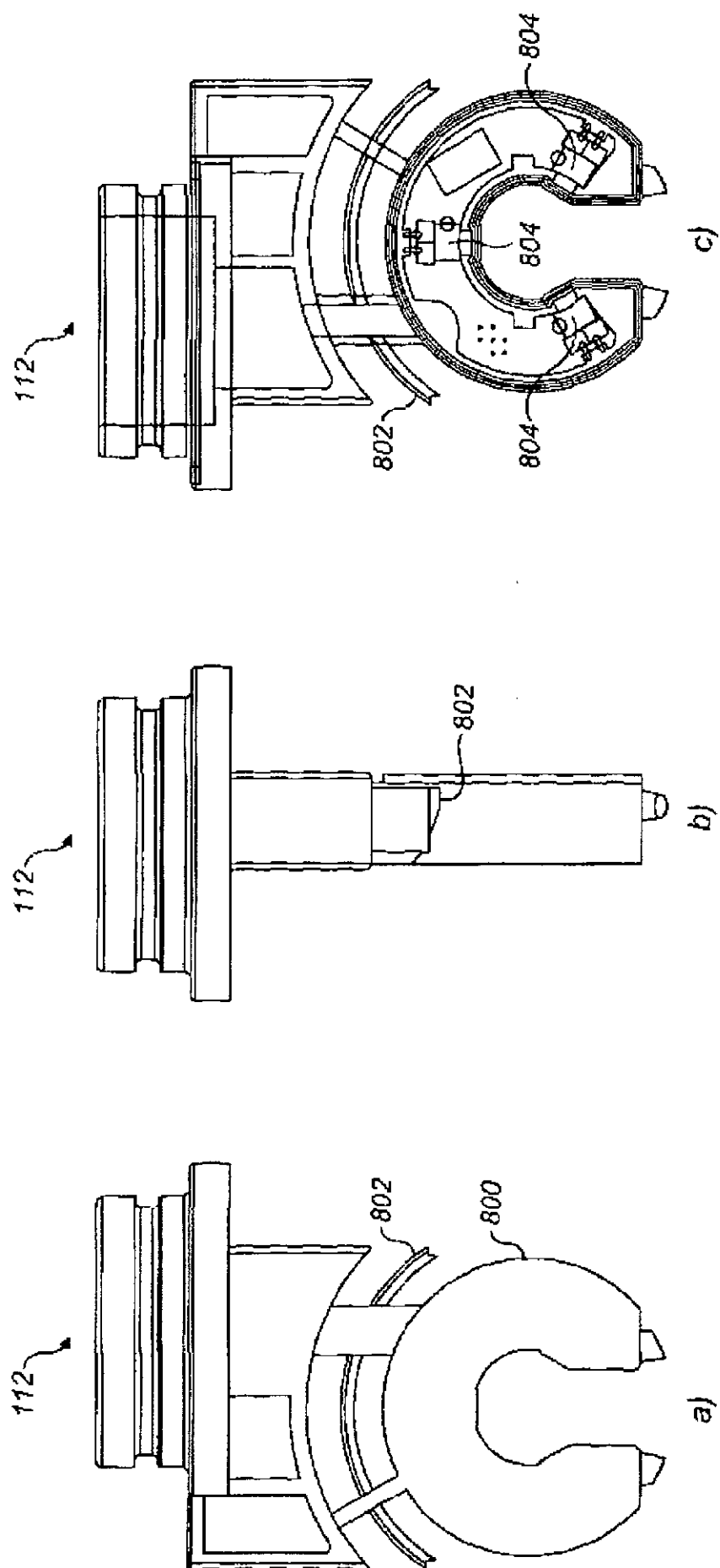


FIG. 8

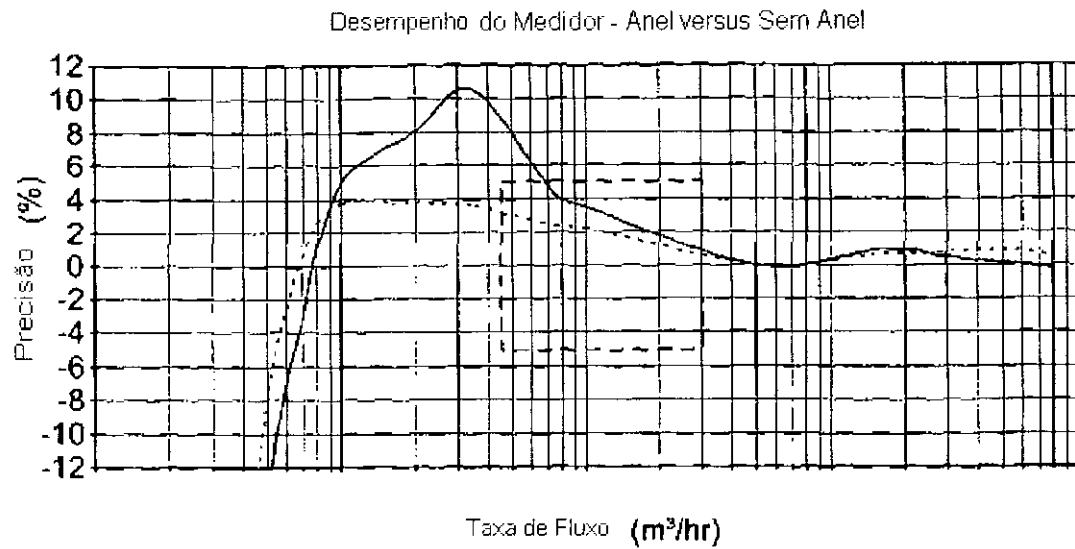


FIG. 9

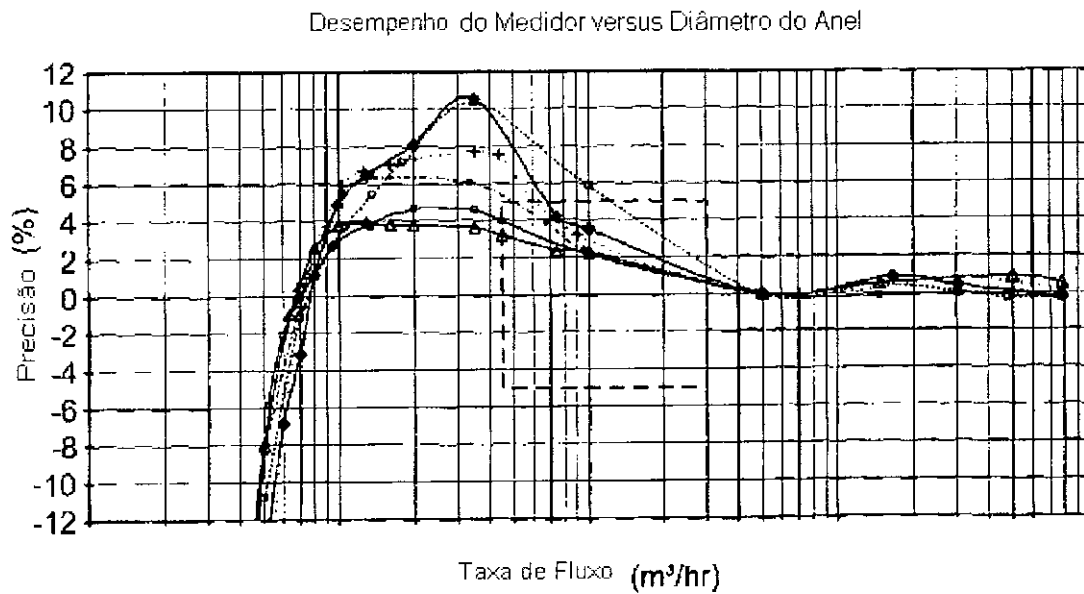


FIG. 10

(1) Magnitude da Velocidade -mm/s

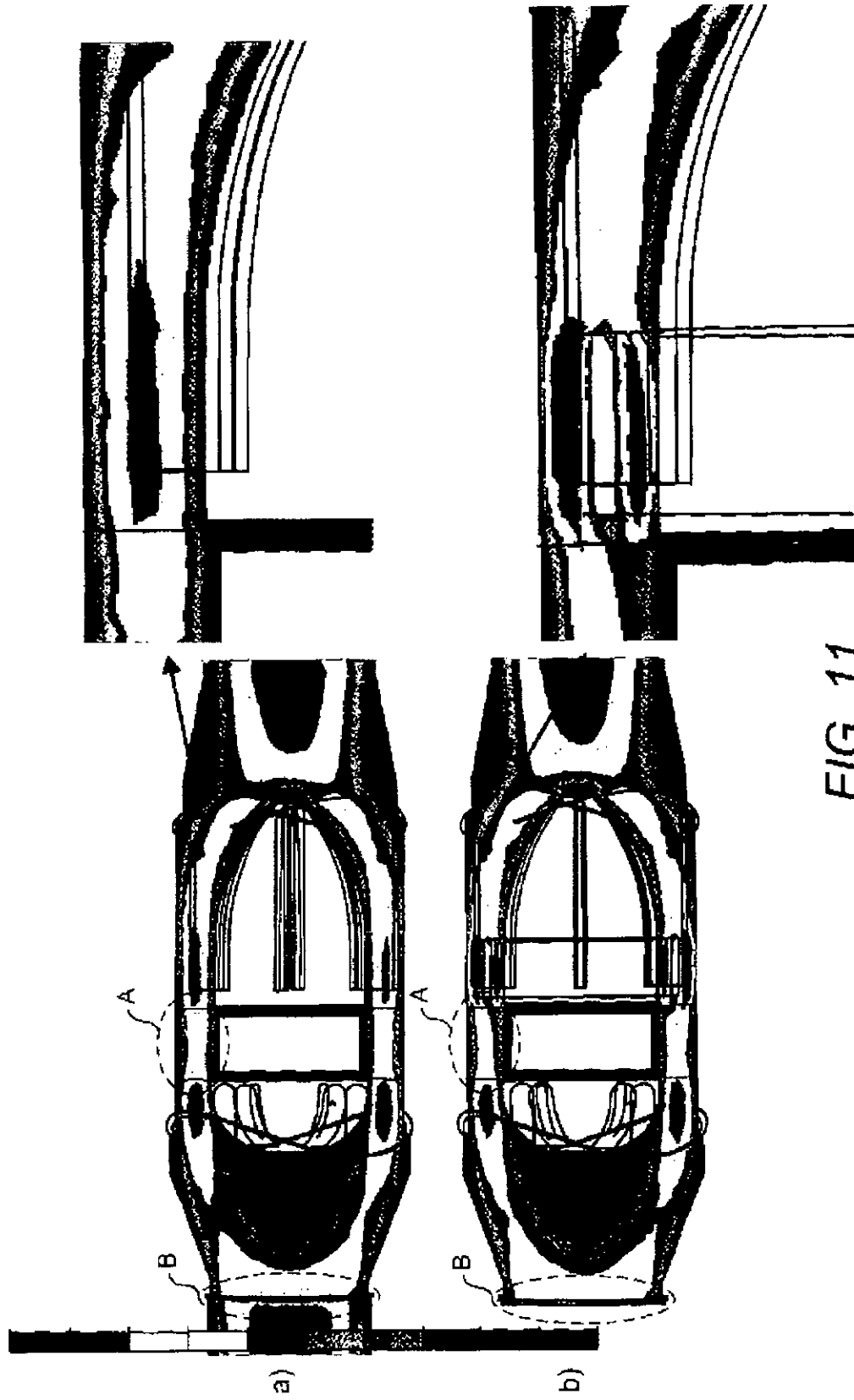


FIG. 11

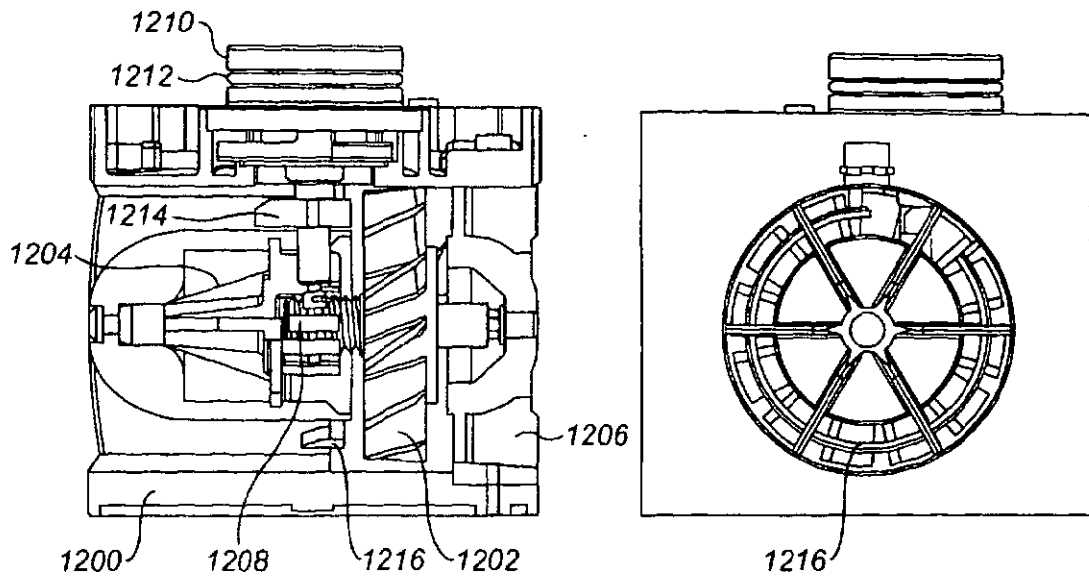


FIG. 12

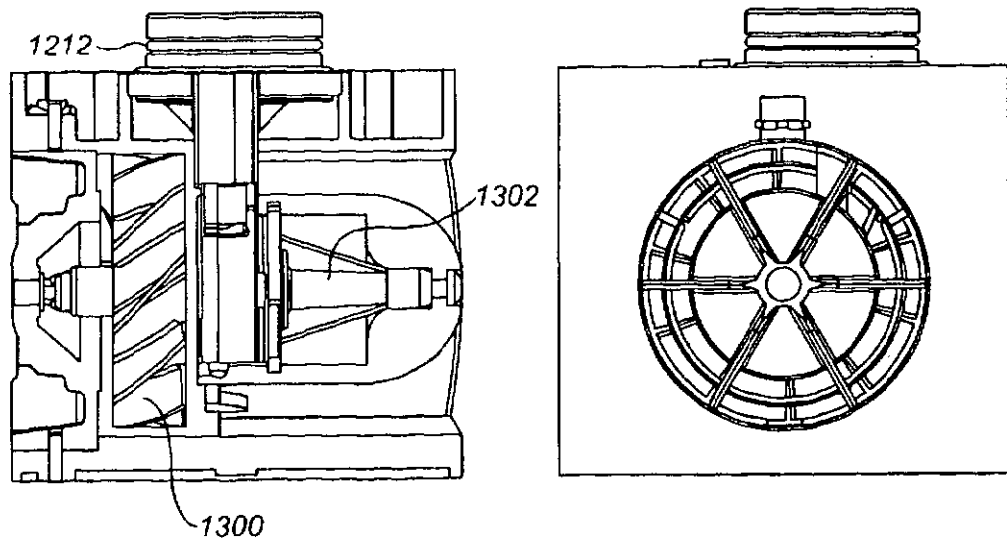


FIG. 13

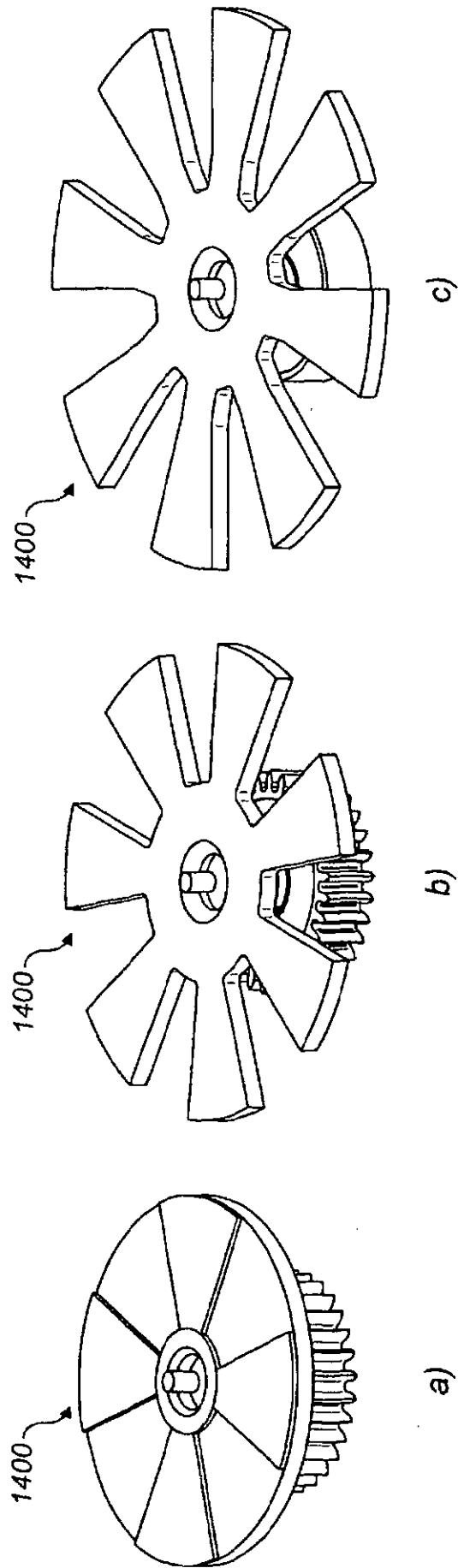


FIG. 14

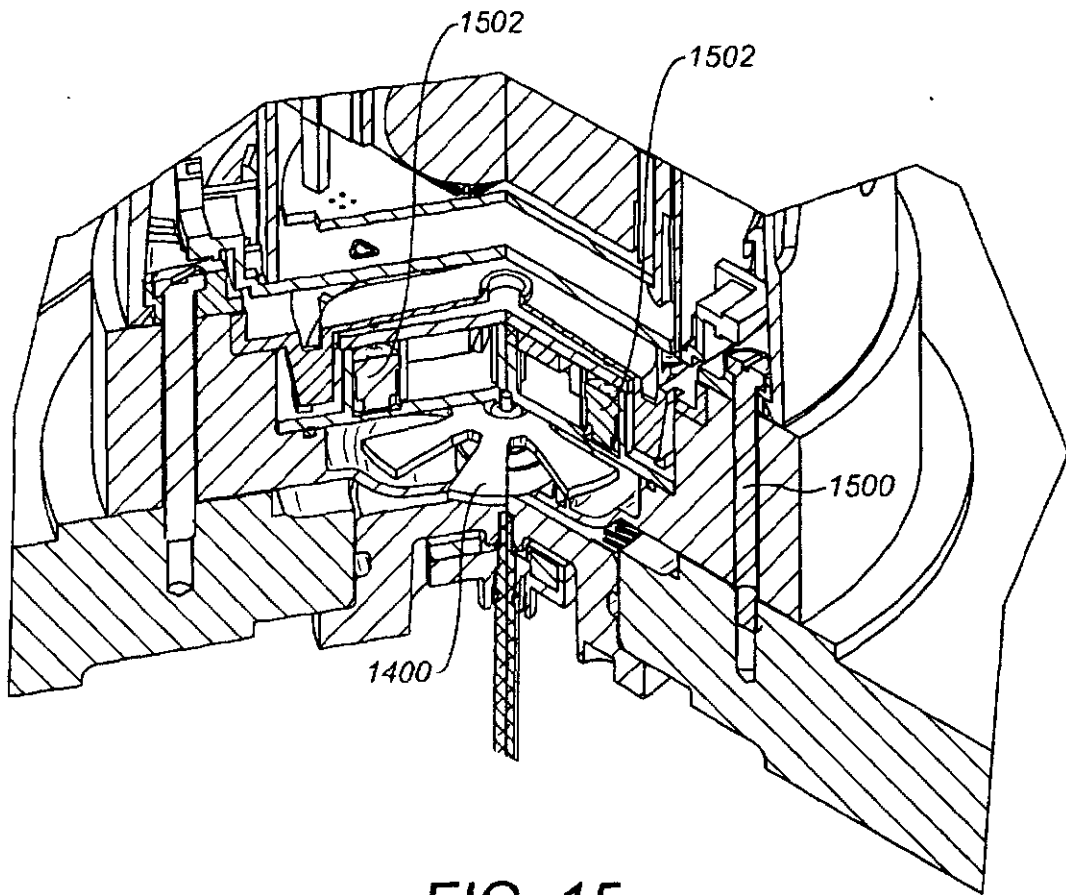


FIG. 15

RESUMO

"MEDIDOR DE FLUXO DE FLUIDO, CONJUNTO DE SENSORES PARA
UM MEDIDOR DE FLUXO DE FLUIDO, MÉTODO DE OTIMIZAR
SUBSTANCIALMENTE A PRECISÃO E A FAIXA DE FLUXO DE UM MEDIDOR
5 DE FLUXO DE FLUIDO, ROTOR PARA UM MEDIDOR DE FLUXO DE FLUIDO
E MÉTODO PARA PRODUZIR UM ROTOR DE FLUTUABILIDADE EQUILIBRADA
PARA UM MEDIDOR DE FLUXO DE FLUIDO"

A presente invenção se refere a um medidor de fluxo de
fluido, compreendendo meios para definir o caminho do fluxo
10 do fluido; um rotor, com pelo menos uma pá, posicionada no
referido caminho de fluxo do fluido; e um anel posicionado a
montante de, e adjacente ao, referido rotor; em que o anel é
adaptado às condições do fluxo na borda dianteira da pá do
rotor em uma faixa das condições de operação. Ao fornecer um
15 anel a precisão e a faixa de medição do fluxo podem ser
melhoradas.