



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

(11) PI 0719251-7 B1



(22) Data do Depósito: 05/10/2007

(45) Data de Concessão: 19/03/2019

(54) Título: UNIDADE DE TURBINA E CONJUNTO DE TURBINAS

(51) Int.Cl.: F03B 3/04; F03B 3/08; F03B 3/06; F03B 3/18.

(30) Prioridade Unionista: 03/08/2007 AU 2007904173; 03/08/2007 AU 2007904176; 13/10/2006 AU 2006905675; 16/03/2007 AU 2007901399; 23/07/2007 AU 2007903965.

(73) Titular(es): STEPHEN MARK WEST.

(72) Inventor(es): STEPHEN MARK WEST; STEELE WEST.

(86) Pedido PCT: PCT AU2007001510 de 05/10/2007

(87) Publicação PCT: WO 2008/043131 de 17/04/2008

(85) Data do Início da Fase Nacional: 13/04/2009

(57) Resumo: UNIDADE DE TURBINA E CONJUNTO DE TURBINAS A invenção refere-se a uma unidade de turbina (11) adaptada para ser colocada em um fluido corrente. A unidade de turbina (11) compreende um primeiro conjunto de turbinas (13) e um segundo conjunto de turbinas (15) montados dentro de uma passagem (21) de uma carcaça (19). O primeiro conjunto de lâminas da turbina (13) e um segundo conjunto de lâminas da turbina (15) estão instalados em relação oposta, de tal modo que em operação uma região entre os dois conjuntos de lâminas da turbina (13, 15) tenha uma pressão mais baixa do que a pressão de fluido em uma abertura da passagem (21). A unidade de turbina (11) sendo usada para gerar energia. As unidades de turbina (Figuras 8 a 11) podem ficar encostadas uma na outra, de tal modo que elas definam uma passagem e cada unidade de turbina compreende um conjunto impulsor de lâminas da turbina instalado antes que o fluido passe para um conjunto bombeador de lâminas da turbina.

RELATÓRIO EMENDADO – IPR art. 36 e regra 70 do PCT – CAPÍTULO II
“UNIDADE DE TURBINA E CONJUNTO DE TURBINAS”

CAMPO TÉCNICO DA INVENÇÃO

A presente invenção refere-se genericamente a um conjunto de
5 turbinas. Particularmente, a invenção refere-se a um conjunto de turbinas
movido por um fluido corrente.

ANTECEDENTES DA INVENÇÃO

À medida que a demanda de combustíveis fósseis minguantes da
Terra aumenta, a pesquisa e o desenvolvimento de fontes alternativas de
10 energia estão se expandindo rapidamente. Até hoje, as fontes de energia
nuclear e energia renovável são dominantes quando se considera fontes
alternativas de energia.

Em relação à energia nuclear, existem muitas desvantagens
significativas no uso deste combustível: descarte/armazenamento de resíduos,
15 custos de estabelecimento e risco de acidente, para mencionar apenas
algumas.

Quanto à energia renovável, tais como energia eólica, solar e das
ondas do mar, o custo associado com o estabelecimento de uma usina
suficientemente dimensionada para utilizar a energia é, até agora, uma
20 alternativa relativamente onerosa. Além disso, a usina apenas gera energia a
partir destas fontes caso estas fontes estejam presentes. Como isto não é
sempre o caso, a usina pode se tornar inoperante, incapaz de produzir
qualquer energia até que o vento sopra, o sol esteja presente ou as ondas
melhorem. Como resultado, estas fontes são usadas apenas para suplementar
25 a energia suprida por meios convencionais.

Outro problema com alternativas de energia renovável é que a
usina requerida para utilizar a energia é freqüentemente injustificada e requer
uma área grande de terreno ou volume de fluido.

A discussão precedente sobre os antecedentes da invenção
30 pretende apenas facilitar o entendimento da presente invenção. Deve-se
avaliar que a discussão não é um reconhecimento ou admissão de que

qualquer um dos materiais referidos era parte do conhecimento geral desde a data de prioridade do pedido de patente.

É um objeto desta invenção fornecer um conjunto de turbinas que melhora ou supera uma ou mais das desvantagens das técnicas anteriores ou que fornece uma alternativa útil.

SUMÁRIO DA INVENÇÃO

A presente invenção fornece uma unidade de turbina adaptada para ser colocada em um fluido corrente, sendo que a unidade de turbina compreende um primeiro conjunto de lâminas da turbina e um segundo conjunto de lâminas da turbina montados dentro de uma passagem de uma carcaça, o primeiro conjunto de lâminas da turbina e o segundo conjunto de lâminas da turbina são limitados para girar na mesma direção e são montados em relação oposta, de tal modo que o segundo conjunto de lâminas da turbina fica em relação inversa ao primeiro conjunto de lâminas da turbina de tal modo que em operação uma região entre os dois conjuntos de lâmina da turbina tem uma pressão mais baixa do que a pressão do fluido em uma abertura da passagem.

A presente invenção fornece uma unidade de turbina adaptada para ser colocada em um fluido corrente, sendo que a unidade de turbina compreende um primeiro conjunto de lâminas da turbina e um segundo conjunto de lâminas da turbina montados dentro de uma passagem de uma carcaça, estando o primeiro conjunto de lâminas da turbina e o segundo conjunto de lâminas da turbina montados em relação oposta, sendo que o conjunto de lâminas da turbina fica em orientação invertida com relação um ao outro de tal modo que em operação simultânea uma região entre os dois conjuntos de lâmina da turbina tem uma pressão mais baixa do que a pressão do fluido em uma abertura da passagem. A baixa pressão criada na presença da lâmina bombeadora é maior do que seria criada na sua ausência. Isto serve para aumentar a massa de fluxo de fluido através da passagem.

Em contraposição ao estado da técnica, a presente invenção produz energia independentemente da direção do fluxo de fluido.

Cada conjunto de lâmina de turbina pode estar na forma de um conjunto de lâminas que é girado pela força do fluido que atinge as lâminas.

Como o primeiro conjunto de lâminas da turbina e o segundo conjunto de lâminas da turbina ficam posicionados em direção oposta um ao outro o primeiro conjunto de lâminas da turbina age como um impulsor do conjunto de lâminas da turbina quando o fluido flui em uma direção a partir do primeiro conjunto de lâminas da turbina para o segundo conjunto de lâminas da turbina, enquanto o segundo conjunto de lâminas da turbina age como um conjunto bombeador de lâminas da turbina. Quando o fluido flui em uma direção inversa o primeiro conjunto de lâminas da turbina se torna o conjunto bombeador de lâminas da turbina e o segundo conjunto de lâminas da turbina se torna o conjunto impulsor de lâminas da turbina.

De preferência, o conjunto bombeador de lâminas da turbina cria substancialmente uma zona de pressão mais baixa do que aquela que seria criada na sua ausência. Este diferencial de pressão mais alta induz uma taxa de fluxo de massa maior a medida em que o fluido passa de uma região de zona de pressão mais alta (frente da unidade) para uma região de zona de pressão mais baixa. A zona de pressão mais alta pode ser causada seja por pressão atmosférica, isto é, natural, ou forçada, isto é, cabeça bombeadora de pressão. Além disso, o conjunto bombeador de lâminas da turbina evacua o fluido e ao mesmo tempo, e baixa o potencial da contrapressão.

De preferência, o primeiro conjunto de lâminas da turbina e o segundo conjunto de lâminas da turbina estão em relação espaçada entre si.

Em um aspecto da invenção, o primeiro conjunto de lâminas da turbina e o segundo conjunto de lâminas da turbina estão coaxialmente montados em um eixo mecânico comum de tal modo que, quando o fluido flui, gira o primeiro conjunto de lâminas da turbina, o segundo conjunto de lâminas da turbina gira simultaneamente na mesma velocidade de rotação. Obviamente esta sequência é invertida quando o fluido é invertido.

O eixo mecânico pode ser diretamente acoplado ao gerador. Cada conjunto de lâminas da turbina pode ser conectado a um gerador de tal

modo que o movimento de cada conjunto de lâmina é transformado em energia.

À medida que o fluido escoar através da passagem, o fluxo aciona o primeiro conjunto de lâminas da turbina que inicia a rotação do segundo conjunto de lâminas da turbina tendo em vista que eles estão montados no mesmo eixo mecânico. À medida que o segundo conjunto de lâminas da turbina gira ele suga eficazmente o fluido na direção dele, criando uma região de pressão mais baixa entre os dois conjuntos de lâminas da turbina do que seria, de outra forma, experimentada na sua ausência.

O mesmo ocorre se o fluxo de fluido é invertido, que é o fluido que primeiro engata no segundo conjunto de lâminas da turbina antes do primeiro conjunto de lâminas da turbina. Daí, em um aspecto da presente invenção pode estar localizado na passagem de um fluido corrente de tal forma que o fluido possibilite que os conjuntos de lâminas da turbina gire simultaneamente devido a ser montado no mesmo eixo mecânico. De preferência, o primeiro conjunto de lâminas da turbina e o segundo conjunto de lâminas da turbina estão posicionados de tal forma que, quando o fluido flui através do primeiro conjunto de lâminas da turbina, o primeiro conjunto de lâminas da turbina gira, e o segundo conjunto de lâminas da turbina é induzido a girar simultaneamente na mesma velocidade de rotação tendo em vista que ambos estão localizados sobre o mesmo eixo mecânico. À medida que o segundo conjunto de lâminas da turbina gira, o fluido é puxado através do sistema para ser empurrado para fora da unidade, minimizando a contrapressão e a perda de energia associada a acumulação de pressão atrás do conjunto de lâminas impulsoras. Este também é o caso no fluxo invertido, com o que o primeiro conjunto de lâminas da turbina atua para puxar o fluido lá na direção dele, tendo em vista que ele agora atua como um conjunto bombeador de lâminas. O ato de empurrar o fluido para fora da passagem supera também a pressão de entrada que existe na saída da passagem.

Além disso, devido à orientação de cada um dos conjuntos de lâminas da turbina um em relação ao outro, o efeito do segundo conjunto de lâminas da turbina minimiza também a turbulência dentro do sistema, tendo o

efeito de retificar o fluxo de fluido à medida que ele passa pelo primeiro conjunto de lâminas da turbina.

Em outro aspecto da invenção, o eixo geométrico de rotação do primeiro conjunto de lâminas da turbina é deslocado para o eixo geométrico de rotação do segundo conjunto de lâminas da turbina. Neste arranjo, o primeiro conjunto de lâminas da turbina e o segundo conjunto de lâminas da turbina podem estar interconectados por intermédio de um sistema de engrenagens que existe dentro ou sobre o eixo mecânico no qual ambos os conjuntos de lâminas estão montados.

De preferência, o primeiro conjunto de lâminas da turbina e o segundo conjunto de lâminas da turbina são configurados para proporcionar torque máximo.

O eixo mecânico sobre o qual ambos os conjuntos de lâminas da turbina estão montados pode ser diretamente acoplado a um gerador na ausência de uma caixa de engrenagens.

Em outro aspecto da invenção, a unidade de turbina compreende uma caixa de engrenagens interconectada com um primeiro conjunto de lâminas da turbina e o segundo conjunto de lâminas da turbina. A caixa de engrenagens pode ser interconectada a cada conjunto de lâminas da turbina.

De preferência, o gerador fica afixado à carcaça.

De preferência, a caixa de engrenagens fica protegida com relação à carcaça. A caixa de engrenagens pode ficar localizada na passagem.

Em um aspecto da invenção, o gerador faz parte da carcaça.

Em outro aspecto da invenção, o gerador fica localizado externamente à carcaça.

O gerador pode ser conectado a uma pluralidade de unidades de turbina.

Uma pluralidade de geradores pode ser conectada à unidade de turbina.

De preferência, a caixa de engrenagens é conectada ao eixo mecânico, o qual, por sua vez, é acoplado ao gerador, de tal modo que o

movimento de cada conjunto de lâminas da turbina seja transformado pelo gerador em energia por intermédio da caixa de engrenagens.

5 A passagem pode compreender uma câmara localizada entre o primeiro conjunto de lâminas da turbina e o segundo conjunto de lâminas da turbina. A câmara pode se estender para fora do primeiro conjunto de lâminas da turbina antes de convergir à medida que ele se aproxima do segundo conjunto de lâminas da turbina.

10 A passagem pode compreender uma parte convergente localizada entre uma primeira extremidade da passagem e o primeiro conjunto de lâminas da turbina. A passagem pode compreender também uma parte divergente localizada entre o segundo conjunto de lâminas da turbina e uma segunda extremidade da passagem.

15 Uma parte convergente é uma área de convergência que aumenta a velocidade do fluido devido à conservação de massa. A conservação de massa determina que, à medida que um corpo fluido passa através da área menor, sua velocidade aumenta e vice versa.

20 Uma parte divergente é uma área de divergência que diminui a pressão do fluido. Cada parte está configurada para convergir em uma direção na direção da câmara da unidade de turbina. Isto é, a maior abertura de cada parte convergente e parte divergente está mais afastada do respectivo conjunto de lâminas da turbina do que a menor abertura da respectiva parte convergente e parte divergente.

25 Em um aspecto da invenção, a parte convergente está na forma de um primeiro bocal. A parte divergente pode estar na forma de um segundo bocal.

30 Em uma direção do fluxo, o respectivo bico atua como um bico convergente para aumentar a velocidade do fluxo de fluido à medida que o fluido se move na direção do conjunto de lâminas da turbina, enquanto que na outra direção, o respectivo bico atua como um bico divergente para diminuir a velocidade do fluxo de fluido à medida que o fluido se afasta do conjunto de lâminas da turbina.

De preferência, quando o respectivo bico atua como o bico divergente, ele atua para reduzir a contrapressão criada pelas perdas de energia do fluxo de fluido do conjunto de lâminas da turbina à medida que o fluido se afasta do conjunto de lâminas da turbina.

5 A parte convergente e a seção da câmara adjacente à parte convergente podem definir um primeiro Venturi. A parte divergente e a seção da câmara adjacente à parte divergente podem definir um segundo Venturi.

Nos aspectos nos quais a caixa de engrenagens e/ou o gerador estão localizados dentro da passagem da unidade de turbina, o formato externo da caixa de engrenagens e/ou gerador pode ser aerodinâmico de modo a ter impacto mínimo sobre o fluxo de fluido.

O formato externo da caixa de engrenagens pode ser desenhado para reduzir a perda de energia na passagem entre o primeiro conjunto de lâminas da turbina e o segundo conjunto de lâminas da turbina. De preferência, a caixa de engrenagens fica posicionada e a câmara é configurada para intensificar o efeito Venturi através da câmara.

O formato externo da caixa de engrenagens pode ter o efeito de retificar o fluxo de fluido à medida que ele passa pelo primeiro conjunto de lâminas da turbina.

20 A unidade de turbina pode compreender um primeiro conjunto estator para direcionar o fluido. O primeiro conjunto estator pode ficar localizado entre a parte convergente e o primeiro conjunto de lâminas da turbina, com o que o primeiro conjunto estator direciona o fluido para as lâminas do primeiro conjunto de lâminas da turbina. Um estator e um conjunto de lâminas que é estacionárias, cujo orifício principal é para desviar fluido.

25 A unidade de turbina pode compreender um segundo conjunto estator para direcionar o fluido. O segundo conjunto estator pode ficar localizado entre a parte divergente e o segundo conjunto de lâminas da turbina, com o que o segundo conjunto estator direciona o fluido para cima das lâminas do segundo conjunto de lâminas da turbina, quando o fluxo é invertido e este conjunto de lâminas se torna o conjunto impulsor de lâminas da turbina.

30

A unidade de turbina pode compreender um terceiro conjunto estator para direcionar o fluido. O terceiro conjunto estator pode ficar localizado entre o primeiro conjunto de lâminas da turbina e o segundo conjunto de lâminas da turbina, com o que o terceiro conjunto estator direciona o fluido para
5 as lâminas do segundo conjunto de lâminas da turbina, à medida que o fluxo passa pelo primeiro conjunto de lâminas.

A unidade de turbina pode compreender um quarto conjunto estator para direcionar o fluido. O quarto conjunto estator pode ficar localizado entre o primeiro conjunto de lâminas da turbina e o segundo conjunto de
10 lâminas da turbina, com o que o quarto conjunto estator direciona o fluido para as lâminas do primeiro conjunto de lâminas da turbina, à medida que o fluxo passa pelo segundo conjunto de lâminas, como seria o caso quando o fluxo é invertido, quando o primeiro conjunto de lâminas da turbina se torna o conjunto
15 bombeador de lâminas e o segundo conjunto de lâminas da turbina se torna o conjunto impulsor de lâminas da turbina.

De preferência, o primeiro conjunto estator, o segundo conjunto estator, o terceiro conjunto estator e/ou o quarto conjunto estator são montados de forma coaxial em relação ao eixo mecânico.

De preferência, as lâminas do primeiro conjunto estator, do
20 segundo conjunto estator, do terceiro conjunto estator e/ou do quarto conjunto estator são ajustadas variavelmente, de tal modo que o fluxo de fluido possa ser direcionado na direção das lâminas do respectivo conjunto de lâminas da turbina, para maximizar o movimento do conjunto de lâminas da turbina.

Cada conjunto estator pode ser ajustado até uma posição na qual
25 o fluido atravessa sem substancialmente mover o conjunto estator.

As lâminas de cada conjunto de lâminas da turbina podem ser ajustadas. As lâminas podem ser ajustadas até uma posição na qual o fluido atravessa sem substancialmente mover o conjunto de lâminas da turbina.

A unidade de turbina pode compreender um sistema de controle
30 para inicialmente dar partida na unidade de modo a superar a inércia da unidade. O sistema de controle pode também ajustar o primeiro conjunto

estator, o segundo conjunto estator, o terceiro conjunto estator e/ou o quarto conjunto estator, conforme necessário.

O sistema de controle pode compreender também um mecanismo comutador para permitir que a direção dos conjuntos de lâminas da turbina inverta a direção sem alterar a operação do gerador. A mudança na direção de rotação dos conjuntos de lâminas ocorrerá quando o fluxo de fluido inverte.

A unidade de turbina pode compreender também peneiras na primeira extremidade e na segunda extremidade da passagem para impedir que detritos e animais entrem na passagem.

A presente invenção fornece ainda uma pluralidade de unidades de turbinas como aqui descritas anteriormente, onde as unidades ficam arranjadas em uma formação. As unidades podem ser empilhadas uma em cima sobre a outra. As unidades podem ficar posicionadas em uma relação espaçada entre si sobre um leito de oceano, leito de rio ou afixadas a uma estrutura, tal como uma sonda de petróleo ou o casco de uma embarcação. As unidades podem ficar posicionadas em uma série. As unidades podem ser colocadas em um arranjo justaposto, de tal modo que o fluido que sai de uma unidade de turbina passe imediatamente para dentro de outra unidade de turbina adjacente.

A unidade de turbina ou seus múltiplos pode ser colocada em alinhamento com a fenda de uma barragem hidroelétrica, pode ser colocada em uma tubulação, pode ficar localizada em paredes de barragens de rio e/ou em barragens de marés, de tal modo que a geração de energia possa ser maximizada a partir de preamar e baixa-mar, com o que o período de intervalo entre a maré enchente e vazante tem impacto mínimo sobre a geração de energia. Tipicamente, quando a maré muda, há um período no qual o fluxo é reduzido significativamente. Para anular este período de fluxo relativamente pequeno, uma barragem de maré é usada para regular o fluxo e permitir que o fluido seja fornecido em um fluxo maior durante o período de mudança de marés. Outras aplicações incluem barragens, linhas de abastecimento de água, usinas de tratamento de água, e de fato em qualquer lugar que haja um fluido corrente.

A invenção pode ser colocada também em um gás corrente. Isto inclui ficar posicionada em uma aeronave, trem ou outro veículo, onde o veículo atravessa o gás.

5 A presente invenção pode ser usada para bombear qualquer fluido, inclusive o ar, lamas e salmoura.

Para cada unidade configurada para ter um conjunto de lâminas da turbina avançado (primeiro ou segundo conjunto de lâminas da turbina dependendo da direção do fluxo) e conjunto de lâminas da turbina arrastado (segundo ou primeiro conjunto de lâminas da turbina, dependendo da direção
10 do fluxo), a perda de energia criada pelo conjunto de lâminas da turbina avançado é compensada pela ação do conjunto de lâminas da turbina arrastado, visto que ele atua como um bombeador. Eficazmente, a energia é transferida do conjunto de lâminas da turbina avançado junto com o eixo mecânico para o conjunto de lâminas da turbina arrastado. Isto somente é
15 possível quando ambos os conjuntos de lâminas são montados no mesmo eixo mecânico, que gira simultaneamente. Como o sistema pode ser projetado de tal modo que haja um efeito negativo líquido desprezível, colocar uma unidade em um trajeto de fluxo de fluido tem efeitos desprezíveis sobre o fluxo, permitindo que a unidade seja colocada em uma tubulação sem afetar
20 substancialmente o fluxo através da tubulação.

A presente invenção fornece uma unidade de turbina adaptada para ser colocada em um fluido corrente, a unidade de turbina compreende um primeiro conjunto de lâminas da turbina e um segundo conjunto de lâminas da turbina montados dentro de uma passagem em uma carcaça, sendo que o
25 primeiro conjunto de lâminas da turbina e o segundo conjunto de lâminas da turbina estando montados de forma coaxial, de forma que o primeiro conjunto de lâminas da turbina e o segundo conjunto de lâminas da turbina estão em relação separada espaçada oposta de tal modo que o fluido que se mova em uma primeira direção primeiramente moverá o conjunto de lâminas da turbina e
30 o fluido que se move em uma segunda direção moverá primeiramente o segundo conjunto de lâminas da turbina, com o que o conjunto de lâminas da turbina que segue o outro conjunto de lâminas da turbina cria uma região de

pressão relativamente baixa dentro da unidade, a uma região em frente ao conjunto de lâminas da turbina à montante do outro conjunto de lâminas da turbina.

De preferência, o primeiro conjunto de lâminas da turbina e o
5 segundo conjunto de lâminas da turbina são montados sobre um eixo mecânico comum. A rotação do primeiro conjunto de lâminas da turbina induz a rotação simultânea do segundo conjunto de lâminas da turbina, visto que eles compartilham um eixo mecânico comum. O eixo mecânico sobre o qual os conjuntos de lâminas da turbina estão conectados podem estar diretamente
10 acoplados a um gerador ou acoplados por uma caixa de engrenagens de tal modo que o movimento dos conjuntos de lâminas da turbina possam ser transformados em energia elétrica. A rotação do segundo conjunto de lâminas da turbina possibilita a indução de fluxo de massa maior através do primeiro conjunto de lâminas da turbina pela criação de uma zona de pressão
15 substancialmente mais baixa do que seria criada na sua ausência.

À medida que o primeiro conjunto de lâminas da turbina e o segundo conjunto de lâminas da turbina estão posicionados em relação oposta um ou outro, em um aspecto da invenção as lâminas da turbina de um conjunto de lâminas da turbina são imagens especulares das lâminas da turbina do
20 outro conjunto de lâminas da turbina quando considerado do ponto de vista entre os dois conjuntos de lâminas da turbina. Em outro aspecto, as lâminas da turbina de um conjunto de lâminas da turbina estão deslocadas em um ângulo de 180° das lâminas da turbina do outro conjunto de lâminas da turbina.

A presente invenção fornece uma unidade de turbina adaptado
25 para ser colocada em um fluido corrente, a unidade de turbina compreende um conjunto de lâminas da turbina montado em uma passagem dentro de uma carcaça, um conjunto estator para direcionar o fluido para cima das lâminas do conjunto de lâminas da turbina, um bico divergente arrastado incorporado na passagem, e posicionado de tal modo que o fluido passe primeiramente
30 através do conjunto de lâminas da turbina, e um bico convergente avançado incorporado na passagem, posicionado de tal modo que o fluido passe através e para cima do conjunto de lâminas da turbina, com o que o bico divergente

arrastado cria uma região na passagem de pressão mais baixa, em relação à pressão do fluido que entra na passagem, entre o conjunto de lâminas da turbina e o bico divergente arrastado, onde a unidade de turbina gera energia. Isto minimiza a perda de energia criada pela contrapressão criada pelo conjunto de lâminas da turbina.

A presente invenção fornece um conjunto de turbinas adaptado para ser colocado em um fluido corrente, sendo que o conjunto de turbinas compreende pelo menos uma unidade de turbina que compreende uma passagem e um conjunto de lâminas da turbina localizado na passagem, a 10 passagem incorporando pelo menos um bico, onde a unidade de turbina fica conectada a um gerador de tal modo que o movimento de cada conjunto de lâminas seja transformado em energia elétrica.

Em um aspecto, o pelo menos um bico pode estar localizado de tal modo que o fluido primeiramente atravesse o pelo menos um bico depois de 15 atravessar o conjunto de lâminas da turbina, sendo o bico orientado de tal modo que o fluido seja desacelerado à medida que atravessa, bem como reduzindo a pressão contracorrente causada pelo conjunto de lâminas da turbina.

Em outro aspecto, o pelo menos um bico pode ficar localizado de tal modo que o fluido primeiramente atravesse o pelo menos um bico antes de 20 atravessar o conjunto de lâminas da turbina, sendo o bico orientado de tal modo que o fluido seja acelerado à medida que ele atravessa.

O conjunto de turbinas pode compreender um outro bico, onde o conjunto de lâminas da turbina fica localizado entre os dois bicos. O bico a 25 montante do conjunto de lâminas da turbina pode acelerar o fluido na direção do conjunto de lâminas da turbina, enquanto que o bico a jusante do conjunto de lâminas da turbina desacelera bem como reduzindo a pressão contracorrente criada pelo conjunto de lâmina da turbina.

A presente invenção fornece também um conjunto de lâminas da 30 turbina que compreende uma primeira unidade de turbina e uma segunda unidade de turbina, cada unidade compreendendo uma passagem e um conjunto de lâminas da turbina localizada na passagem, a passagem

incorporando pelo menos um bico, onde cada unidade é substancialmente contígua de tal modo que o conjunto de lâminas da turbina na primeira unidade de turbina ficam em orientação inversa ao conjunto de lâminas da turbina na segunda unidade de turbina, onde o fluido que atravessa o conjunto de turbinas, atravessa seqüencialmente o bico a montante da primeira unidade de turbina, o conjunto de lâminas da turbina da primeira unidade de turbina, onde o fluido é acelerado, sendo que o conjunto de lâminas da turbina da primeira unidade de turbina, o conjunto de lâminas da turbina da segunda unidade de turbina, antes de finalmente atravessar o bico a jusante da segunda unidade de turbina, onde o fluido é desacelerado.

A primeira unidade de turbina e a segunda unidade de turbina podem ser montadas de forma coaxial.

O conjunto de lâminas da turbina pode compreender uma terceira unidade de turbina. A terceira unidade de turbina pode ficar contígua à segunda unidade de turbina de tal modo que o fluido que sai da segunda unidade de turbina entre na terceira unidade de turbina. Em um arranjo, o fluido que sai da segunda unidade de turbina primeiramente atravessa o bico a montante da terceira unidade antes de atravessar seu conjunto de lâminas da turbina. Em outro arranjo, o fluido que sai da segunda unidade de turbina primeiramente atravessa o conjunto de lâminas da turbina da terceira unidade antes de atravessar o bico à jusante do segundo conjunto de lâminas da turbina.

Em outro aspecto da invenção, o conjunto de lâminas da turbina compreende quatro unidades de turbina, uma primeira unidade de turbina, uma segunda unidade de turbina, uma terceira unidade de turbina, e uma quarta unidade de turbina, cada uma ficando arranjada em série de tal modo que à medida que o fluido atravessa o conjunto de turbinas, ele atravesse seqüencialmente o bico a montante e adjacente à primeira unidade de turbina, onde o fluido é acelerado, o conjunto de lâminas da turbina da primeira unidade de turbina, o conjunto de lâminas da turbina da segunda unidade de turbina, o bico a jusante e adjacente à segunda unidade de turbina, onde o fluido é acelerado ou desacelerado, dependendo se o bico é do tipo convergente ou

divergente, o bico a montante e adjacente à terceira unidade de turbina, onde o fluido é acelerado, o conjunto de lâminas da turbina da terceira unidade de turbina, o conjunto de lâminas da turbina da quarta unidade de turbina, antes de finalmente atravessar o bico à jusante e adjacente à quarta unidade de turbina, onde o fluido é desacelerado, antes de sair do conjunto de lâminas da turbina.

Uma ou mais das unidades de turbina pode compreender um conjunto estator para direcionar o fluido para cima das lâminas do conjunto de lâminas da turbina.

De preferência, cada unidade de turbina fica arranjada de forma coaxial. Cada unidade de turbina pode ser colocada a uma distância uma da outra.

Cada unidade de turbina pode ser montada em um eixo mecânico independente. Duas ou mais unidades de turbina podem ser configuradas para dividir o mesmo eixo mecânico.

A carcaça de duas ou mais unidades de turbina pode ser integrada com unidades adjacentes.

Podem existir múltiplas unidades de turbina arranjadas substancialmente em série com orientações e configurações variadas uma em relação à outra. Deve-se entender que estas configurações estão incluídas no âmbito desta invenção.

A presente invenção fornece ainda um conjunto de turbinas que compreende pelo menos duas unidades de turbina contíguas entre si, de tal modo que elas definam uma passagem, cada unidade de turbina compreende um conjunto estator que direciona o fluido para cima de um conjunto impulsor de lâminas da turbina antes que o fluido passe para um conjunto bombeador de lâminas da turbina, onde o conjunto impulsor de lâminas da turbina está em orientação inversa ao conjunto bombeador de lâminas da turbina.

Cada unidade pode ter uma caixa de engrenagens localizada entre os conjuntos de lâminas da turbina.

De preferência, a seção da passagem entre cada unidade é substancialmente reta.

De preferência, o conjunto de turbinas tem uma parte convergente para acelerar o fluxo de fluido à medida que ele se aproxima da primeira unidade.

5 De preferência, o conjunto de turbinas tem uma parte divergente, convergindo para desacelerar o fluxo de fluido à medida que ele sai da unidade final.

A presente invenção fornece ainda um conjunto de turbinas que compreende pelo menos duas unidades de turbina contíguas uma à outra, de tal modo que elas definam uma passagem, cada unidade de turbina
10 compreende um conjunto impulsor de lâminas da turbina antes que o fluido passe para um conjunto bombeador de lâminas da turbina, onde o conjunto impulsor de lâminas da turbina está em orientação inversa ao conjunto bombeador de lâminas da turbina.

Cada unidade pode ter uma caixa de engrenagens localizada
15 entre os conjuntos de lâminas da turbina.

De preferência, a seção de passagem entre cada unidade é substancialmente reta.

De preferência, o conjunto de turbinas tem um estator que direciona o fluido para cima do fluxo de fluido do conjunto impulsor de lâminas da turbina da primeira unidade.
20

De preferência, o conjunto de turbinas tem uma parte convergente para acelerar o fluxo de fluido à medida se aproxima da primeira unidade. A parte convergente pode estar na forma de um bico.

De preferência, o conjunto de turbinas tem uma parte divergente
25 para desacelerar o fluxo de fluido à medida que ele se sai da unidade final. A parte divergente pode estar na forma de um bico.

A presente invenção fornece ainda um conjunto de turbinas que compreende pelo menos duas unidades de turbina contíguas uma à outra, de tal modo que elas definam uma passagem, cada unidade de turbina
30 compreende um estator o qual direciona fluido para cima do conjunto impulsor de lâminas da turbina antes que o fluido passe para um conjunto bombeador de lâminas da turbina, onde o conjunto de turbinas gera energia.

A presente invenção fornece ainda um conjunto de turbinas que compreende pelo menos duas unidades de turbina contíguas uma à outra, de tal modo que elas definam uma passagem, cada unidade de turbina compreende um conjunto impulsor de lâminas da turbina, antes que o fluido
5 passe para um conjunto bombeador de lâminas da turbina, onde o conjunto de turbinas gera energia.

A presente invenção fornece ainda um conjunto de turbinas que compreende:

uma primeira câmara de Venturi conectada a uma segunda
10 câmara de Venturi para definir uma passagem, onde o segundo Venturi cria uma região de pressão relativamente mais baixa a montante do seu estrangulamento.

um primeiro conjunto de lâminas da turbina posicionado ou adjacente ao estrangulamento da primeira câmara de Venturi;

15 um estator localizado entre o primeiro conjunto de lâminas da turbina e uma abertura da passagem;

um segundo conjunto de lâminas da turbina fica posicionado ou adjacente ao estrangulamento da segunda câmara de Venturi, o segundo conjunto de lâminas sendo montado de forma coaxial com relação ao primeiro
20 conjunto de lâminas da turbina em uma orientação inversa, com o que a segunda unidade de turbina baixa ainda mais a pressão a montante dela.

Deve ser entendido que o fluxo de fluido dentro e/ou fora do conjunto de turbinas pode ocorrer através de múltiplas passagens e que esta variação está coberta pela presente invenção.

25 BREVE DESCRIÇÃO DOS DESENHOS

A invenção será mais bem entendida fazendo referência à descrição de várias de suas modalidades, que se seguem, como ilustrado nos desenhos anexos nos quais:

30 A Figura 1 fornece várias vistas detalhadas de um conjunto de turbina de acordo com uma primeira modalidade da invenção; as Figuras A, B, C, e D ilustram várias vistas do conjunto;

A Figura 2 fornece várias vistas detalhadas de uma carcaça de turbina conjugada com uma carcaça de gerador de acordo com a primeira modalidade da invenção, as Figuras A, B, C, e D ilustram várias vistas do conjunto;

5 A Figura 3 fornece várias vistas detalhadas de um primeiro conjunto de lâminas da turbina e um segundo conjunto de lâminas da turbina conectados a uma carcaça de caixa de engrenagens, de acordo com a primeira modalidade da invenção, as Figuras A, B, C, e D ilustram várias vistas do conjunto;

10 A Figura 4 fornece várias vistas detalhadas do conjunto de lâminas da turbina, de acordo com a primeira modalidade da invenção, as Figuras A, B, e C ilustram várias vistas do conjunto de lâminas da turbina;

A Figura 5 fornece várias vistas detalhadas de um conjunto estator, de acordo com a primeira modalidade da invenção, as Figuras A, B e C
15 ilustram várias vistas do conjunto estator;

A Figura 6 fornece várias vistas detalhadas da carcaça de caixa de engrenagens, de acordo com a primeira modalidade da invenção, as Figuras A, B e C ilustram várias vistas da carcaça de caixa de engrenagens;

A Figura 7 é uma vista esquemática em perspectiva de um
20 conjunto de turbina de acordo com uma segunda modalidade da invenção;

A Figura 8 é uma vista esquemática da seção transversal de um conjunto de turbina de acordo com uma terceira modalidade da invenção;

A Figura 9 é uma vista em perspectiva da Figura 8 sem a carcaça;

A Figura 10 é uma vista esquemática em perspectiva de um
25 conjunto de turbina de acordo com uma quarta modalidade da invenção;

A Figura 11 é uma vista esquemática em perspectiva de um conjunto de turbina de acordo com uma quinta modalidade da invenção.

MELHORES MODOS PARA CONDUZIR A INVENÇÃO

Fazendo referência às Figuras 1 a 6, a invenção de acordo com
30 uma primeira modalidade da invenção está na forma de uma unidade de turbina 11. A unidade de turbina 11 é projetada para ficar localizada em um

fluxo de fluido, e é configurada para operar independentemente da direção do fluxo.

5 A unidade de turbina 11 compreende um primeiro conjunto de lâmina da turbina e um segundo conjunto de lâminas da turbina montados de forma coaxial sobre um eixo mecânico 17. Nestas figuras o fluxo de fluido é presumido para ser da esquerda para a direita (isto é, de 13 para 15). Assim considerando, o primeiro conjunto de lâminas da turbina assume a função de um conjunto impulsor de lâminas da turbina 13, enquanto que o segundo conjunto de lâminas da turbina assume a função de um conjunto bombeador de lâminas da turbina 15.

10 O conjunto impulsor de lâminas da turbina 13 e o segundo conjunto bombeador de lâminas da turbina 15 ficam posicionados em uma passagem 21 formada em uma carcaça 19. A passagem 21 canaliza o fluido para o conjunto impulsor de lâminas da turbina 13 e o segundo conjunto bombeador de lâminas da turbina 15. Fazendo referência à Figura 2, a passagem 21 tem uma primeira extremidade 23 e uma segunda extremidade 25. A passagem 21 incorpora também uma parte convergente na forma de um bico 27 localizado entre a primeira extremidade 23 e o conjunto impulsor de lâminas da turbina 13, e uma parte divergente na forma de um segundo bico 29 localizado entre o conjunto bombeador de lâminas da turbina 15 e a segunda extremidade 25.

25 A carcaça 19 aloja um primeiro conjunto estator 31 e um segundo conjunto estator 33. O primeiro conjunto estator 31 fica localizado em estreita proximidade do primeiro conjunto de lâminas da turbina 13 entre o primeiro bico 27 e o conjunto impulsor de lâminas da turbina 13, enquanto que o segundo conjunto estator 33 fica localizado em estreita proximidade do conjunto bombeador de lâminas da turbina 15 entre o segundo bico 29 e o conjunto bombeador de lâminas da turbina 15.

30 Cada bico 27, 29 é configurado para convergir em uma direção no sentido de uma câmara 41 que é incorporada na passagem 21 entre o conjunto impulsor de lâminas da turbina 13 e o conjunto bombeador de lâminas da turbina 15. Isto é, a abertura maior de cada bico 27, 29 é mais distante do

respectivo conjunto de lâminas da turbina 13, 15 do que a abertura menor do bico 27, 29.

Como indicado na Figura 5, cada conjunto estator 31, 33 é ajustável em um ângulo α em relação ao eixo mecânico 17.

5 O eixo geométrico longitudinal do eixo mecânico 17 se estende ao longo do eixo geométrico longitudinal da passagem 21.

A carcaça 19 aloja ainda um gerador 35 conectado ao eixo mecânico 17 por intermédio de uma caixa de engrenagens 37.

10 A caixa de engrenagens 37 fica localizada dentro de câmara 41 dentro da passagem 21 e tem um formato externo de tal modo que ele auxilie em direcionar o fluxo para o conjunto bombeador de lâminas da turbina 15, além de minimizar a perda de energia do fluido à medida que ele atravessa a câmara 41.

15 A unidade de turbina 11 compreende também um sistema de controle 39 (não ilustrado). O sistema de controle 39 regula o ângulo de cada conjunto estator 31, 33 de modo a atingir o movimento máximo do conjunto de lâminas da turbina 13, 15.

20 Em uso, o fluido atravessa a primeira extremidade 23 da passagem 21 para dentro do primeiro bico 27. Este bico 27 aumenta eficazmente a velocidade do fluido antes que ele entre no primeiro conjunto estator 31. O primeiro conjunto estator 31 direciona o fluido para cima do conjunto impulsor de lâminas 13. Isto gira o conjunto impulsor de lâminas da turbina 13, girando o eixo mecânico 17 que atravessa a caixa de engrenagens 37 para girar o gerador 39. O gerador transforma a energia mecânica em
25 energia elétrica, que pode ser alimentada diretamente para dentro de uma grade ou usada para outros propósitos.

30 À medida que o fluido deixa o conjunto impulsor de lâminas da turbina 13 ele entra em uma região de baixa pressão criada pelo movimento do conjunto bombeador de lâminas da turbina 15. O conjunto bombeador de lâminas da turbina 15 puxa eficazmente o fluido para longe do conjunto impulsor de lâminas da turbina 13 até que ele atravessa o conjunto bombeador de lâminas de turbina 15. Ele então empurra o fluido para fora do segundo bico

29. O segundo bico 29 também arrasta o fluido através de lá à medida que ele cria uma região de pressão relativamente baixa à jusante do conjunto bombeador de lâminas da turbina 15. A baixa pressão criada é significativamente mais baixa do que seria criada na ausência do conjunto bombeador de lâminas. O fluido então passa para fora da segunda extremidade 25 da passagem 21

Enquanto o conjunto bombeador de lâminas da turbina 15 auxilia em girar o gerador 35 e criando energia elétrica, ele também arrasta o fluido através do sistema mitigando o efeito de perdas de contrapressão do fluido criadas pelo conjunto impulsor de lâminas da turbina 13. Este efeito auxilia em reduzir a turbulência e aumentar a velocidade do fluido.

Obviamente, quando a direção do fluxo de fluido é invertida, a imagem especular do conjunto dita que o mesmo resultado será alcançado pelo conjunto de turbinas. Isto é, o conjunto impulsor de lâminas da turbina pode se tornar o conjunto bombeador de lâminas da turbina e o conjunto bombeador de lâminas da turbina pode se tornar o conjunto impulsor de lâminas da turbina.

À medida que o fluido entra na passagem 21 da unidade de turbina 11, ele é acelerado através do primeiro bico 27 na direção do conjunto impulsor de lâminas da turbina 13. O estator 31 direciona o fluido para cima do conjunto impulsor de lâminas da turbina 13, para assegurar máxima conversão de energia. À medida que o conjunto impulsor de lâminas da turbina 13 gira, o conjunto bombeador de lâminas da turbina 15 também gira para arrastar mais fluido através da passagem 21. A rotação do conjunto bombeador 15 é induzida pela rotação do conjunto impulsor de lâminas 13, visto que eles são montados sobre o mesmo eixo mecânico. Isto tem o efeito de criar uma região de baixa pressão na câmara 41 e diminui a resistência do fluido à medida que ele atravessa a câmara 41. À medida que as lâminas do conjunto bombeador de lâminas da turbina 15 são invertidas para aquelas do conjunto impulsor de lâminas 13, o fluido é puxado do conjunto impulsor de lâminas 13 e empurrado para fora da passagem 21. Estes fatores aliados à baixa pressão desenvolvida pelo segundo bico se somam para induzir o fluido a se mover através e para

fora da passagem. A velocidade do fluido aumenta através do sistema até o ponto de entrada no segundo bico.

A presente invenção foi desenhada para funcionar independentemente da direção do fluxo do fluido. Assim sendo, o efeito invertido acontece quando o fluido entra no segundo bico se movendo na direção do conjunto bombeador de lâminas da turbina.

Fazendo referência à Figura 7, uma segunda modalidade da invenção está ilustrada. Nesta modalidade, a unidade 11 compreende dois geradores 135 localizados na parte externa da carcaça 19 e conectados aos conjuntos de lâminas da turbina. Esta aplicação é particularmente apropriada para conjuntos grandes.

É desnecessário mencionar que pode haver múltiplos geradores conectados à carcaça 19 ou mesmo múltiplos conjuntos conectados a um gerador.

Fazendo referência às Figuras 8 e 9, uma terceira modalidade da invenção está ilustrada. Nesta modalidade, duas unidades de turbina, como descrito na primeira modalidade, estão arranjadas de forma coaxial em série de tal modo que esse fluido que sai da primeira unidade de turbina 11a entre imediatamente na segunda unidade de turbina 11b. Neste arranjo, a segunda unidade de turbina 11b arrasta eficazmente o fluido através da primeira unidade de turbina 11a, aumentando a velocidade do fluido que sai da primeira unidade de turbina 11a, em relação à sua velocidade antes de entrar na primeira unidade de turbina 11a. Nos números das figuras que têm um sufixo "a" indica componentes da primeira unidade 11a, enquanto que aqueles que têm um sufixo "b" indicam o segundo conjunto 11b.

Fazendo referência à Figura 10, uma quarta modalidade da invenção está ilustrada. Esta modalidade é particularmente apropriada para aquelas aplicações nas quais o fluido está na forma de um gás.

Nesta modalidade, um conjunto de turbinas 101 compreende três unidades de turbina 111 contíguas entre si, de tal modo que elas definam uma passagem 121. Cada unidade de turbina 111 compreende um estator 131 que direciona o fluido para cima de um conjunto impulsor de lâminas da turbina 113

antes que o fluido passe para um conjunto bombeador de lâminas da turbina 115.

5 Cada unidade 111 tem uma caixa de engrenagens 137 que fica localizada entre os conjuntos de lâminas da turbina 113, 115 em uma câmara 141.

A passagem 131 que interconecta cada turbina 111 é reta.

10 O conjunto de turbinas 101 tem um bico convergente 127 para acelerar o fluxo de fluido à medida que ele se aproxima da primeira unidade de turbina 111a. O conjunto de turbinas tem também um bico divergente 129 para desacelerar o fluxo de fluido à medida que ele sai da unidade de turbina 111c final.

Fazendo referência à Figura 11, uma quinta modalidade da invenção está ilustrada. Esta modalidade é particularmente apropriada para aquelas aplicações nas quais o fluido está na forma de um gás.

15 Nesta modalidade, um conjunto de turbinas 101 compreende duas unidades de turbina 111 contíguas entre si, de tal modo que elas definam uma passagem 121. Cada unidade de turbina 111 compreende um conjunto impulsor de lâminas da turbina 113 e um conjunto bombeador de lâminas da turbina 115 em relação espaçada entre si.

20 Cada unidade de 111 tem uma caixa de engrenagens 137 localizada entre os conjuntos de lâminas da turbina 113, 115 em uma câmara 141.

A passagem 131 que interconecta cada unidade de turbina 111 está na forma de uma seção reta.

25 O conjunto de turbinas 101 tem um bico convergente 127 para acelerar o fluxo do fluido à medida que ele se aproxima da primeira unidade de turbina 111a. O conjunto de turbinas tem também um bico divergente 129 para desacelerar o fluxo de fluido à medida que ele sai da unidade de turbina 111c final.

30 O conjunto de turbinas 101 tem também um estator 131 localizado a montante do primeiro conjunto de lâminas da turbina 113 da primeira unidade de turbina 111d para direcionar o fluido para cima dela.

Na quarta e quinta modalidades, o gás pode ser alimentado para a passagem por um duto de ar ou uma pluralidade de dutos de ar e pode ficar localizada em vários locais. Por exemplo, quando o conjunto de turbinas 101 está localizado em um veículo, os dutos de ar podem estar na frente, embaixo e/ou no lado do veículo.

Modificações e variações tais como seriam evidentes para os versados nessas técnicas são consideradas como caindo dentro do âmbito da presente invenção.

Neste relatório descritivo inteiro, a menos que o contexto requeira de forma diferente, a palavra “compreende” ou variações tais como “compreendendo” devem ser entendidas como inferindo a inclusão de um número inteiro ou grupo de números inteiros, mas não a exclusão de qualquer outro número inteiro ou grupo de números inteiros.

REIVINDICAÇÕES

1. Unidade de turbina adaptada para ser colocada em um fluido corrente, **caracterizada** pelo fato de que a unidade de turbina compreende um conjunto de lâminas de turbina de acionamento e um conjunto de lâminas de turbina de bombeamento montados dentro de uma passagem de uma carcaça, de modo que, em uso, o conjunto de lâminas de turbina de acionamento está localizado a montante do conjunto de lâminas de turbina de bombeamento, o conjunto de lâminas de turbina de acionamento e o conjunto de lâminas de turbina de bombeamento estando limitados a girar na mesma direção, de modo que, quando o fluxo de fluido gira o conjunto de lâminas de turbina de acionamento, o conjunto de lâminas de turbina de bombeamento gira simultaneamente na mesma velocidade de rotação, o conjunto de lâminas de turbina de acionamento e o conjunto de lâminas de turbina de bombeamento sendo montados em relação oposta um do outro, por meio do qual o conjunto de lâminas de turbina de bombeamento está em relação inversa ao conjunto de lâminas de turbina de acionamento, de modo que, em operação, uma região entre os dois conjuntos de lâminas de turbina tem uma pressão inferior à pressão do fluido em uma abertura da passagem.

2. Unidade de turbina, de acordo com a reivindicação 1, **caracterizada** pelo fato de que o conjunto de lâminas de turbina de acionamento e o conjunto de lâminas de turbina de bombeamento estão em relação espaçada entre si.

3. Unidade de turbina, de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 ou 2, **caracterizada** pelo fato de que cada ou ambos os conjunto(s) de lâminas está/estão conectado(s) a pelo menos um gerador, de modo que o movimento de cada conjunto de lâminas seja transformado em força/energia.

4. Unidade de turbina, de acordo com a reivindicação 3, **caracterizada** pelo fato de que uma caixa de engrenagem conecta pelo menos um gerador à unidade de turbina.

5. Unidade de turbina, de acordo com a reivindicação 4, **caracterizada** pelo fato de que a caixa de engrenagem está interconectada com um ou ambos os conjuntos de lâminas de turbina.

6. Unidade de turbina, de acordo com qualquer uma das
5 reivindicações de 1 a 5, **caracterizada** pelo fato de que o conjunto de lâminas de turbina de acionamento e o conjunto de lâminas de turbina de bombeamento estão montados coaxialmente em um eixo mecânico comum.

7. Unidade de turbina, de acordo com a reivindicação 6, **caracterizada** pelo fato de que o eixo mecânico está conectado a um gerador,
10 de modo que o movimento de cada conjunto de lâminas de turbina é transformado em força/energia.

8. Unidade de turbina, de acordo com qualquer uma das reivindicações 6 ou 7, **caracterizada** pelo fato de que uma caixa de engrenagem está conectada ao eixo mecânico, o qual, por sua vez, está
15 acoplado ao gerador, de modo que o movimento de cada conjunto de lâminas de turbina é transformado pelo gerador em energia por intermédio da caixa de engrenagem.

9. Unidade de turbina, de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 ou 2, **caracterizada** pelo fato de que o eixo geométrico de
20 rotação do conjunto de lâminas de turbina de acionamento fica deslocado para o eixo geométrico de rotação do conjunto de lâminas de turbina de bombeamento, com o que o conjunto de lâminas de turbina de acionamento e o conjunto de lâminas de turbina de bombeamento são interconectados por intermédio de um sistema de engrenagens.

10. Unidade de turbina, de acordo com qualquer uma das
25 reivindicações de 1 a 9, **caracterizada** pelo fato de que a passagem compreende uma câmara localizada entre o conjunto de lâminas de turbina de acionamento e o conjunto de lâminas de turbina de bombeamento.

11. Unidade de turbina, de acordo com a reivindicação 10,
30 **caracterizada** pelo fato de que a câmara se estende para fora do conjunto de

lâminas de turbina de acionamento antes de convergir à medida que se aproxima do conjunto de lâminas de turbina de bombeamento.

12. Unidade de turbina, de acordo com qualquer uma das reivindicações de 1 a 11, **caracterizada** pelo fato de que a passagem
5 compreende uma primeira parte localizada entre uma extremidade da passagem e o conjunto de lâminas de turbina de acionamento, sendo a primeira parte configurada para convergir em um sentido na direção da câmara da unidade de turbina.

13. Unidade de turbina, de acordo com a reivindicação 12,
10 **caracterizada** pelo fato de que a primeira parte está na forma de um primeiro bocal, em que, quando o fluido escoar de modo que o primeiro bocal atue como um bocal divergente, o bocal contribui para reduzir a contrapressão criada por perdas de energia do fluxo de fluido do conjunto de lâminas de turbina, à medida que o fluido se afasta do conjunto de lâminas de turbina.

14. Unidade de turbina, de acordo com qualquer uma das reivindicações 12 ou 13, **caracterizada** pelo fato de que a primeira parte e a seção da câmara adjacente à primeira parte definem um venturi.

15. Unidade de turbina, de acordo com qualquer uma das reivindicações 12, 13 ou 14, **caracterizada** pelo fato de que a unidade de
20 turbina compreende um primeiro conjunto estator para direcionar fluido, o primeiro conjunto estator estando localizado entre a primeira parte e o conjunto de lâminas de turbina de acionamento, por meio do qual o primeiro conjunto estator direciona fluido para as lâminas do conjunto de lâminas de turbina de acionamento.

16. Unidade de turbina, de acordo com qualquer uma das reivindicações de 10 a 15, **caracterizada** pelo fato de que a passagem
25 compreende uma segunda parte localizada entre o conjunto de lâminas de turbina de bombeamento e uma segunda extremidade da passagem, a segunda parte sendo configurada para convergir em um sentido na direção da câmara da unidade de turbina.
30

17. Unidade de turbina, de acordo com a reivindicação 16, **caracterizada** pelo fato de que a segunda parte está na forma de um segundo bocal, em que, quando o fluido escoar de modo que o segundo bocal atue como um bocal divergente, o bocal contribui para reduzir a contrapressão criada por perdas de energia do fluxo de fluido do conjunto de lâminas de turbina, à medida que o fluido se afasta do conjunto de lâminas de turbina.

18. Unidade de turbina, de acordo com qualquer uma das reivindicações 16 ou 17, **caracterizada** pelo fato de que a segunda parte e a seção da câmara adjacente à segunda parte definem um segundo venturi.

19. Unidade de turbina, de acordo com qualquer uma das reivindicações 16, 17 ou 18, **caracterizada** pelo fato de que a unidade de turbina compreende um segundo conjunto estator disposto para direcionar fluido, o segundo conjunto estator localizado entre a segunda parte e o conjunto de lâminas de turbina de bombeamento, por meio do qual o segundo conjunto estator direciona o fluido para as lâminas do conjunto de lâminas de turbina de bombeamento quando o fluxo é revertido.

20. Unidade de turbina, de acordo com qualquer uma das reivindicações de 10 a 19, **caracterizada** pelo fato de que a caixa de engrenagem é posicionada e a câmara é configurada para aumentar o efeito do venturi através da câmara.

21. Unidade de turbina, de acordo com qualquer uma das reivindicações de 1 a 20, **caracterizada** pelo fato de que a unidade de turbina compreende um terceiro conjunto estator para direcionar fluido, o terceiro conjunto estator estando localizado entre o conjunto de lâminas de turbina de acionamento e o conjunto de lâminas de turbina de bombeamento, por meio do qual o terceiro conjunto estator direciona fluido para as lâminas do conjunto de lâminas de turbina de bombeamento conforme o fluxo passa a partir do conjunto de lâminas de turbina de acionamento.

22. Unidade de turbina, de acordo com qualquer uma das reivindicações de 1 a 21, **caracterizada** pelo fato de que a unidade de turbina

compreende um quarto conjunto estator para direcionar fluido, o quarto conjunto estator estando localizado entre o conjunto de lâminas de turbina de acionamento e o conjunto de lâminas de turbina de bombeamento, por meio do qual o quarto conjunto estator direciona fluido para as lâminas do conjunto de lâminas de turbina de acionamento conforme o fluxo passa a partir do conjunto de lâminas de turbina de bombeamento, como seria o caso quando o fluxo for revertido.

23. Unidade de turbina, de acordo com a reivindicação 22, **caracterizada** pelo fato de que o primeiro conjunto estator, segundo conjunto estator, terceiro conjunto estator e/ou quarto conjunto estator são coaxialmente montados no eixo mecânico.

24. Unidade de turbina, de acordo com qualquer uma das reivindicações de 1 a 23, **caracterizada** pelo fato de que as lâminas de cada conjunto de lâminas de turbina são ajustáveis.

25. Pluralidade de unidades de turbina, de acordo com qualquer uma das reivindicações de 1 a 24, **caracterizada** pelo fato de que as unidades são dispostas em uma formação sobre um leito de oceano, leito de rio ou anexas a uma estrutura, tal como uma sonda de petróleo ou o casco de uma embarcação.

26. Pelo menos uma unidade de turbina, de acordo com qualquer uma das reivindicações de 1 a 24, **caracterizada** pelo fato de que ficam colocadas em alinhamento com uma abertura hidráulica de uma represa hidroelétrica, em uma tubulação, em paredes de açudes de rios, em barragens contra marés, represas, linhas de suprimento de água ou usinas de tratamento de água.

27. Unidade de turbina, de acordo com qualquer uma das reivindicações de 1 a 24, **caracterizada** pelo fato de que as lâminas de turbina de um conjunto de lâminas de turbina são uma imagem espelhada das lâminas de turbina de outro conjunto de lâminas de turbina quando consideradas a partir de um ponto entre os dois conjuntos de lâminas de turbina.

28. Unidade de turbina adaptada para ser colocada em um fluido corrente, **caracterizada** pelo fato de que a unidade de turbina compreende um conjunto de lâminas de turbina de acionamento e um conjunto de lâminas de turbina de bombeamento, montados dentro de uma passagem em uma
5 carcaça, de modo que, em uso, o conjunto de lâminas de turbina de acionamento esteja localizado a montante do conjunto de lâminas de turbina de bombeamento, o conjunto de lâminas de turbina de acionamento e o conjunto de lâminas de turbina de bombeamento são montados coaxialmente e são configurados para girar na mesma direção, de modo que, quando o fluxo de
10 fluido girar o conjunto de lâminas de turbina de acionamento, o conjunto de lâminas de turbina de bombeamento gire simultaneamente na mesma velocidade de rotação, pelo que o conjunto de lâminas de turbina de acionamento e o conjunto de lâminas de turbina de bombeamento estão em relação espaçada um do outro, de modo que o fluido que se move em uma
15 primeira direção através da unidade girará o conjunto de lâminas de turbina de bombeamento, quando o fluido se mover em uma segunda direção, a unidade girará o conjunto de lâminas de turbina de bombeamento, em que a configuração dos conjuntos de lâminas de turbina resultará no conjunto de lâminas de turbina de bombeamento disposto para atuar como um conjunto de
20 lâminas de turbina de acionamento e o conjunto de lâminas de turbina de acionamento anterior a atuar como um conjunto de lâminas de turbina de bombeamento, com o que o conjunto de lâminas da turbina que arrasta o outro conjunto de lâminas da turbina cria uma região dentro da unidade de pressão reduzida em relação a uma região em frente ao conjunto de lâminas de turbina
25 a montante do outro conjunto de lâminas de turbina.

29. Unidade de turbina, de acordo com a reivindicação 28, **caracterizada** pelo fato de que as lâminas de turbina de um conjunto de lâminas de turbina são imagens especulares das lâminas de turbina do outro conjunto de lâminas de turbina, quando considerado de um ponto entre os dois
30 conjuntos de lâminas de turbina.

30. Unidade de turbina, de acordo com qualquer uma das reivindicações 28 ou 29, **caracterizada** pelo fato de que conjunto de lâminas de turbina de acionamento e o conjunto de lâminas de turbina de bombeamento são montados em um eixo mecânico comum.

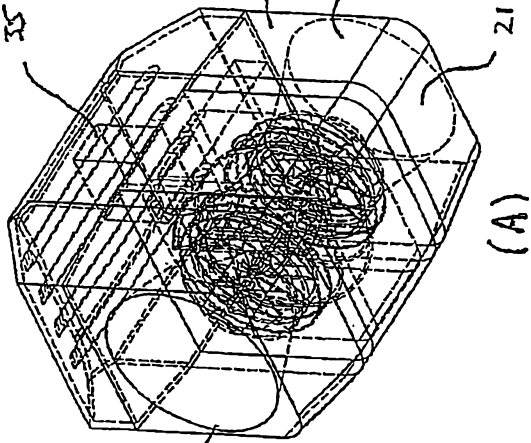
5 31. Unidade de turbina, adaptada para ser colocada em um fluido corrente, **caracterizada** pelo fato de que a unidade de turbina compreende um conjunto de lâminas de turbina de acionamento e um conjunto de lâminas de turbina de bombeamento montados dentro de uma passagem de uma carcaça em uma relação espaçada um do outro, de modo que, em uso, o conjunto de
10 lâminas de turbina de acionamento está a montante do conjunto de lâminas de turbina de bombeamento, a passagem compreendendo uma câmara localizada entre o conjunto de lâminas de turbina de acionamento e o conjunto de lâminas de turbina de bombeamento, o conjunto de lâminas de turbina de acionamento e o conjunto de lâminas de turbina de bombeamento estando confinados a girar
15 na mesma direção, de modo que, quando o fluxo de fluido girar o conjunto de lâminas de turbina de acionamento, o conjunto de lâminas de turbina de bombeamento gire simultaneamente na mesma velocidade de rotação, o conjunto de lâminas de turbina de acionamento e o conjunto de lâminas de turbina de bombeamento sendo montados em relação oposta um do outro, por
20 onde o conjunto de lâminas de turbina de bombeamento está em relação reversa ao conjunto de lâminas de turbina de acionamento, de modo que, em operação, uma região na câmara possui uma pressão inferior à pressão de fluido em uma abertura da passagem.

25 32. Unidade de turbina adaptada para ser colocada em um fluido corrente, **caracterizada** pelo fato de que a unidade de turbina compreende um conjunto de lâminas de turbina de acionamento e um conjunto de lâminas de turbina de bombeamento montados dentro de uma passagem de uma carcaça, de modo que, em uso, o conjunto de lâminas de turbina de acionamento está localizado a montante do conjunto de lâminas de turbina de bombeamento, o
30 conjunto de lâminas de turbina de acionamento e o conjunto de lâminas de

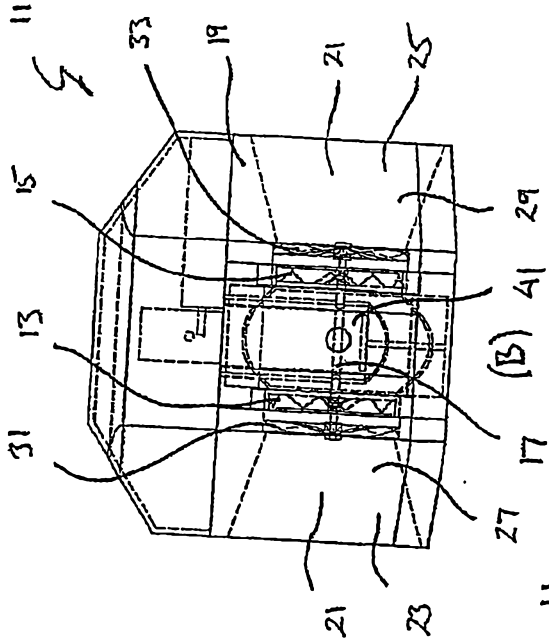
turbina de bombeamento são montados em um eixo mecânico comum para ser confinados a girar na mesma direção, de modo que, quando o fluxo de fluido girar o conjunto de lâminas de turbina de acionamento, o conjunto de lâminas de turbina de bombeamento gire simultaneamente na mesma velocidade de rotação, o conjunto de lâminas de turbina de acionamento e o conjunto de lâminas de turbina de bombeamento são montados em uma relação espaçada um do outro, por meio da qual o conjunto de lâminas de turbina de bombeamento está em relação reversa ao conjunto de lâminas de turbina de acionamento, de modo que, em operação, uma região entre os dois conjuntos de lâminas de turbina tem uma pressão inferior à pressão de fluido em uma abertura da passagem.

33. Unidade de turbina adaptada para ser colocada em um fluido corrente, **caracterizada** pelo fato de que a unidade de turbina compreende um conjunto de lâminas de turbina de acionamento e um conjunto de lâminas de turbina de bombeamento montados dentro de uma passagem de uma carcaça em uma relação espaçada um do outro, de modo que, em uso, o conjunto de lâminas de turbina de acionamento está localizado a montante do conjunto de lâminas de turbina de bombeamento, o conjunto de lâminas de turbina de acionamento e o conjunto de lâminas de turbina de bombeamento estando limitados a girar simultaneamente na mesma direção na mesma velocidade de rotação, por meio do qual, em operação, uma região a montante do conjunto de lâminas de turbina de bombeamento possui uma pressão inferior à pressão do ambiente no qual a unidade de turbina opera.

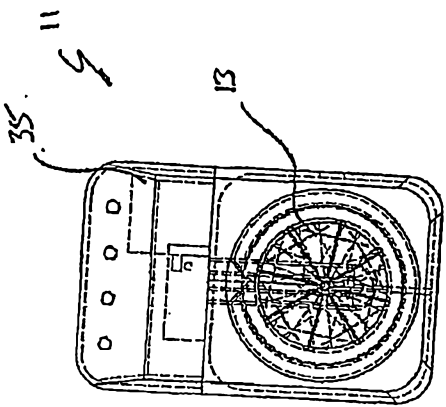
1/10



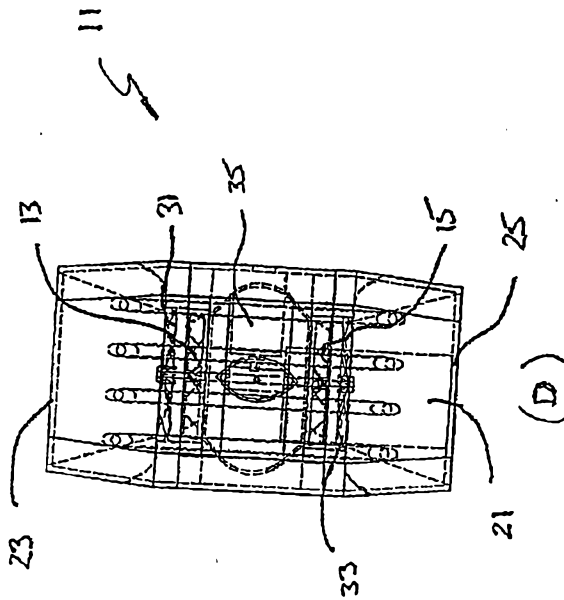
(A)



(B)



(C)



(D)



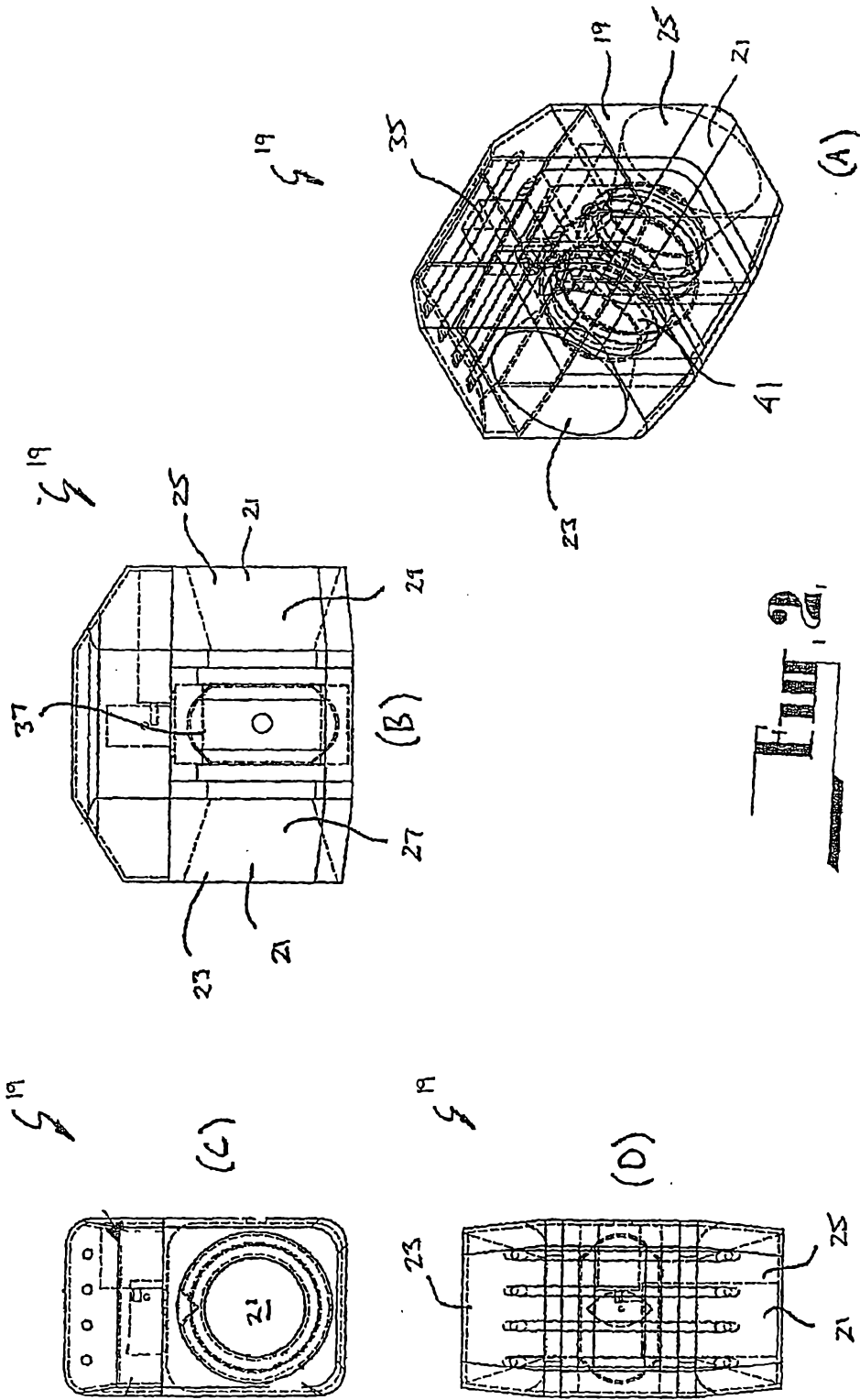


FIG. 2

3/10

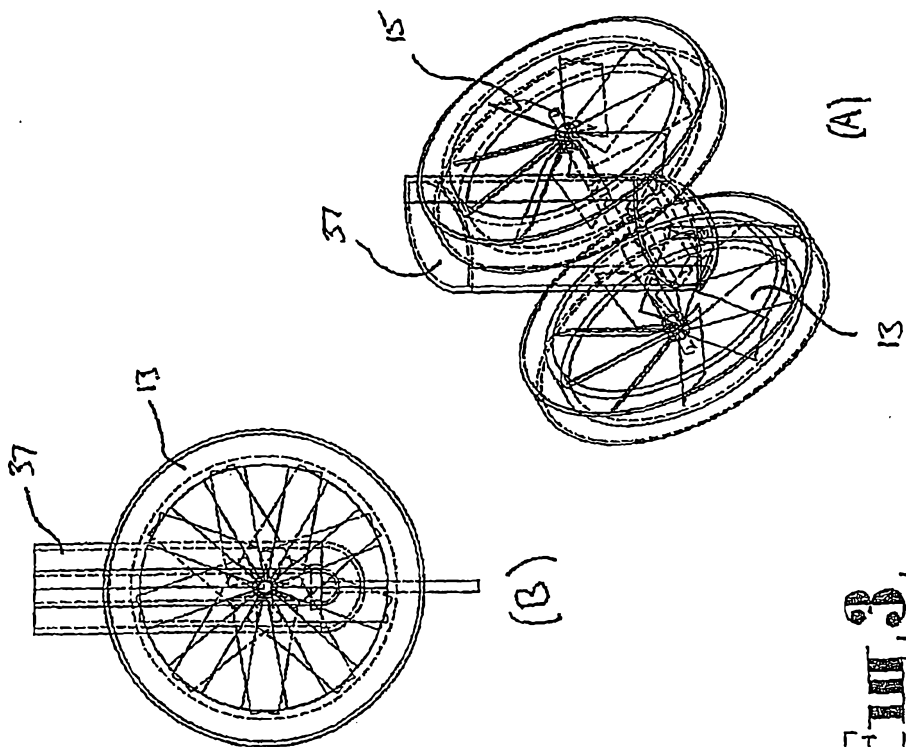
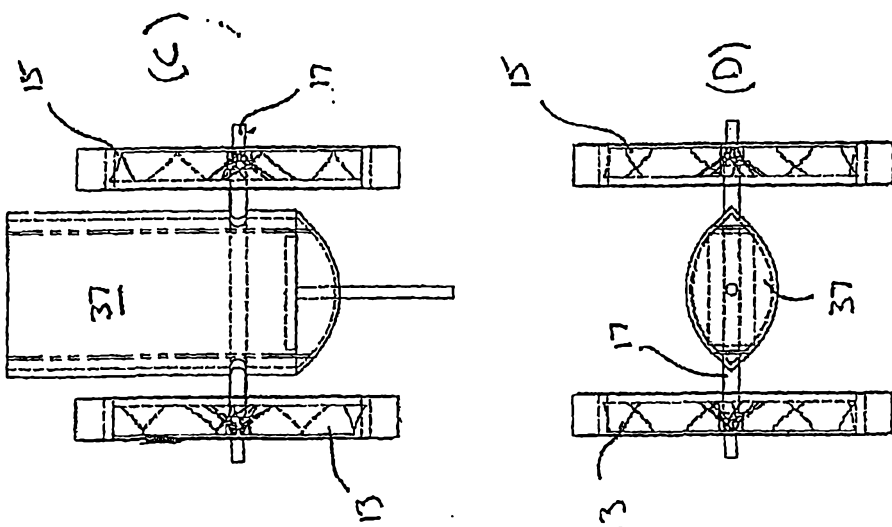


FIG. 3



4/10

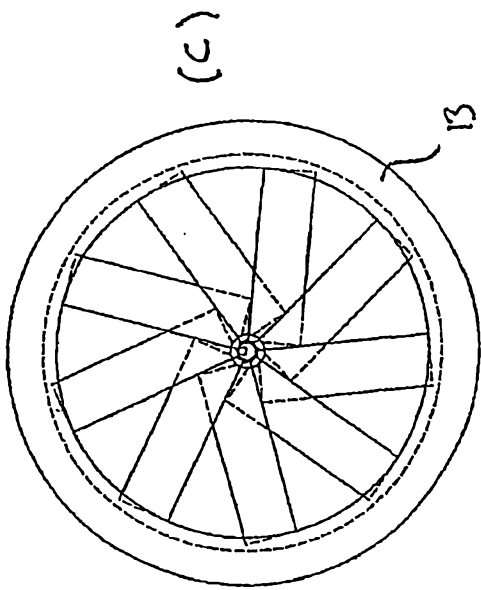
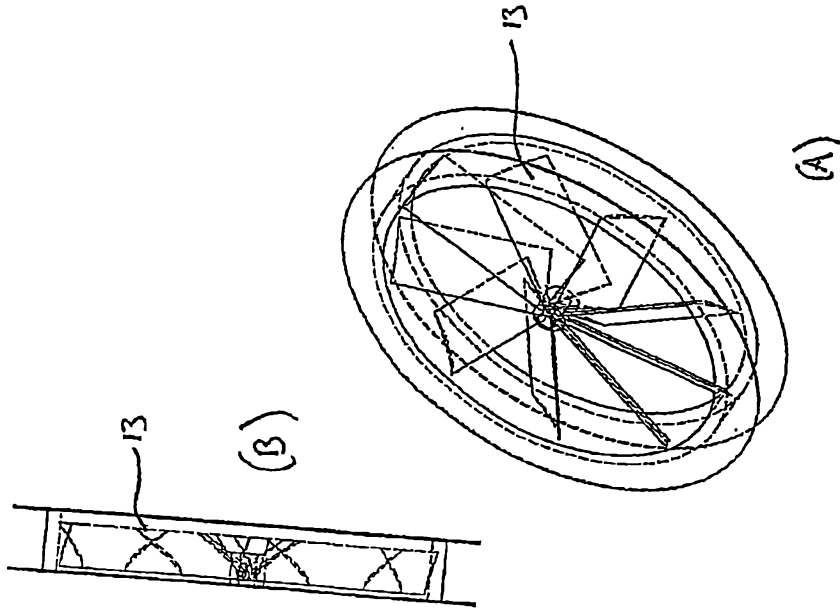


FIG. 4

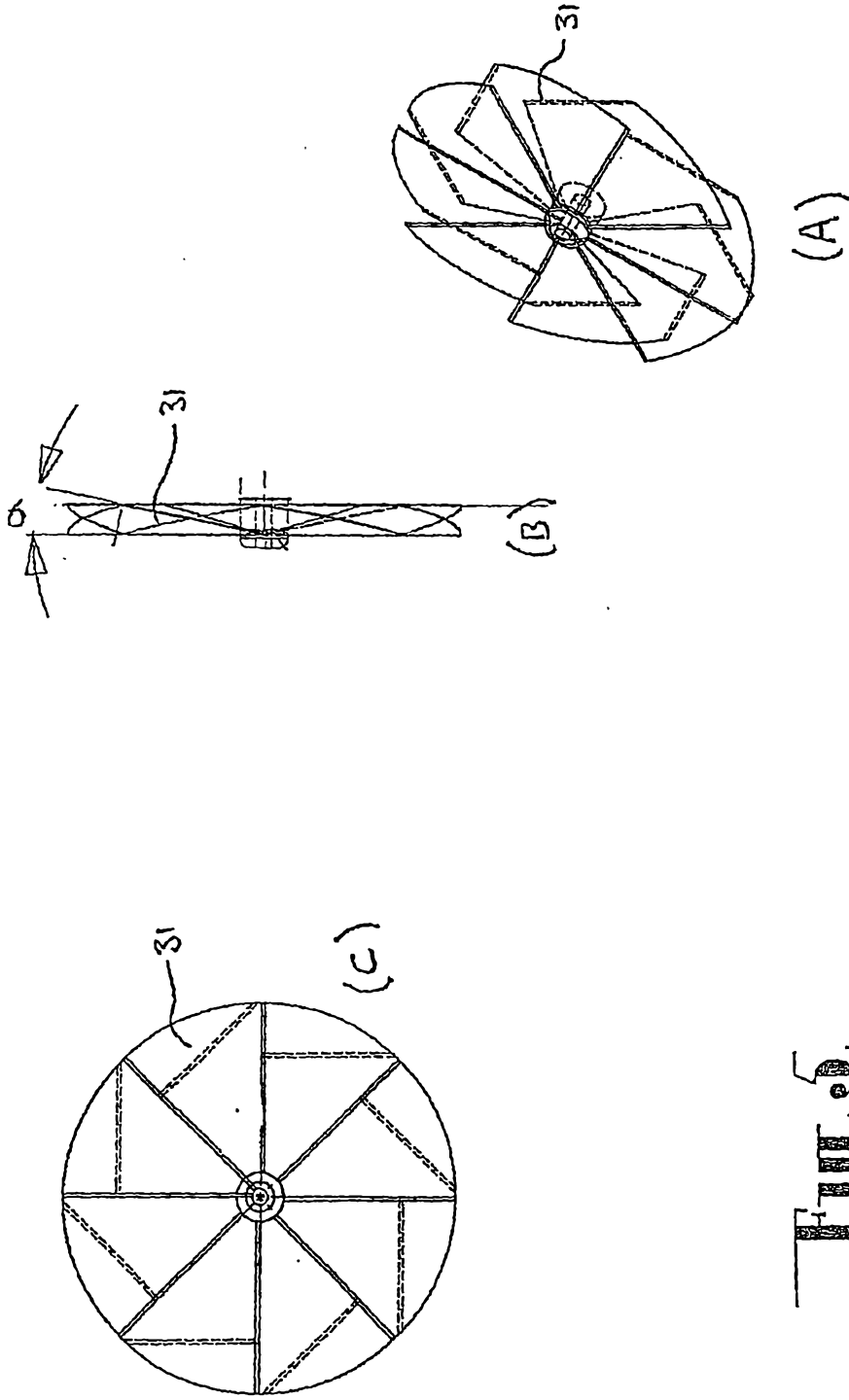
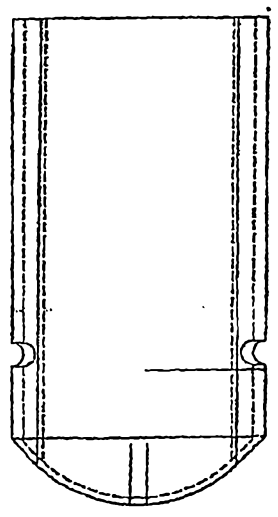


FIG. 5

6/10

37

(B)



(A)

37

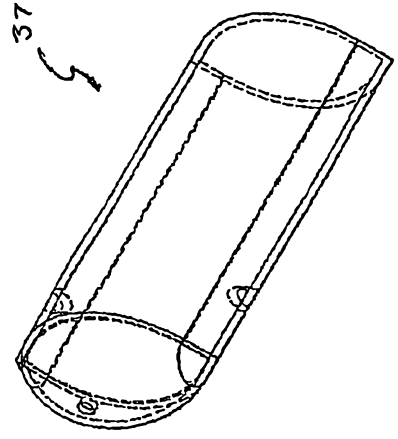
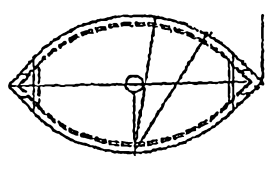


FIG. 6

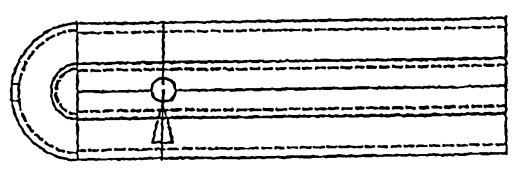
37

(C)



37

(D)



7/10

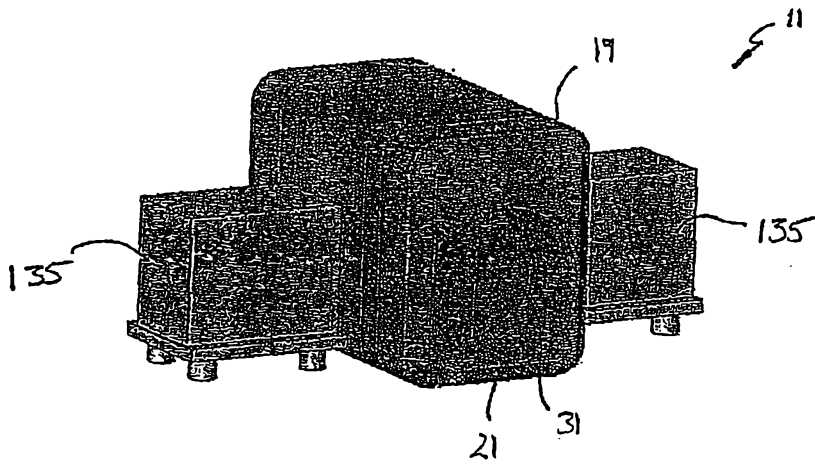


Fig. 7

8/10

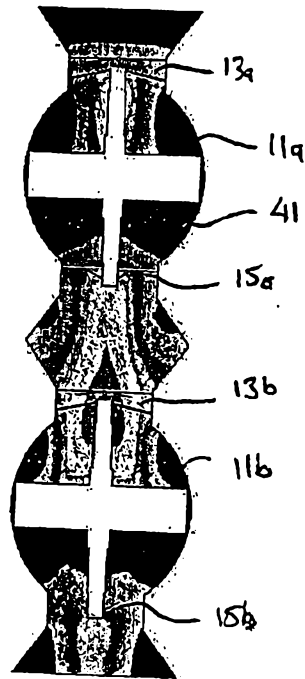


FIG. 8

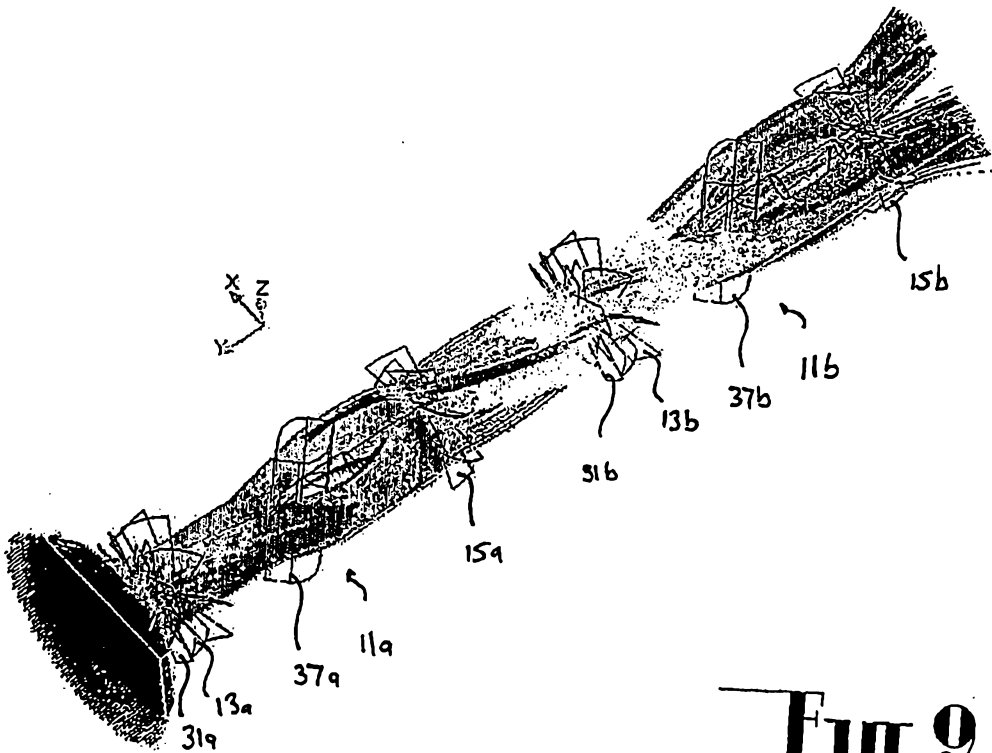


FIG. 9

9 | 10

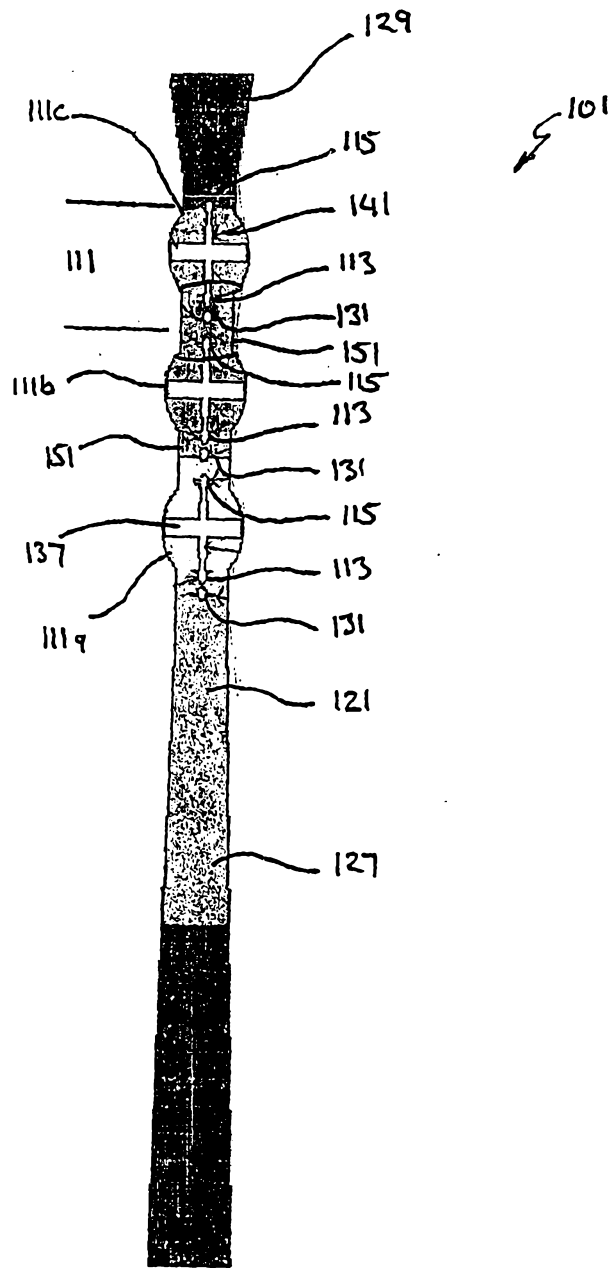


Fig. 10

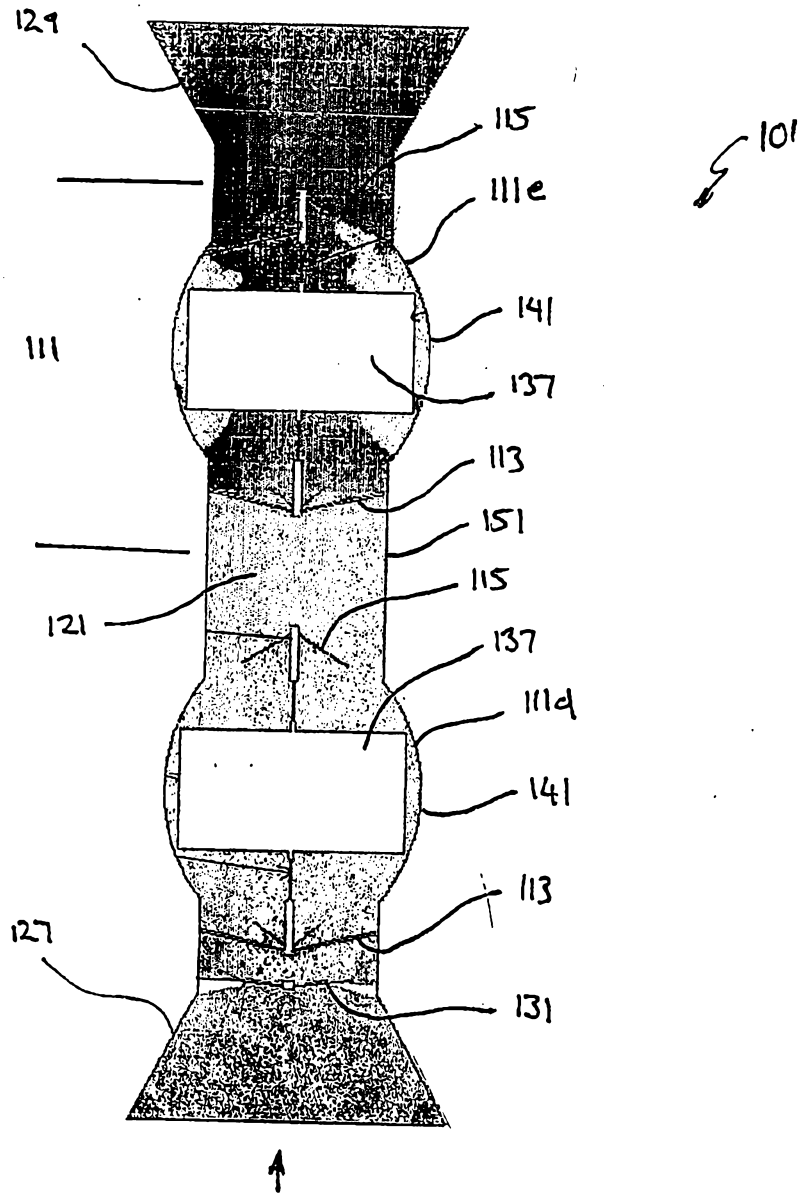


Fig. 11.