



**República Federativa do Brasil**  
Ministério da Indústria, Comércio Exterior  
e Serviços  
Instituto Nacional da Propriedade Industrial

**(11) PI 0719669-5 B1**

**(22) Data do Depósito:** 26/11/2007

**(45) Data de Concessão:** 06/02/2018



---

**(54) Título:** APARELHO DE ESCAVAÇÃO SUBMARINA, E, MÉTODO DE ESCAVAÇÃO SUBMARINA.

**(51) Int.Cl.:** E02F 3/88; E02F 5/00

**(30) Prioridade Unionista:** 29/11/2006 GB 0623806.7

**(73) Titular(es):** ROTECH LIMITED

**(72) Inventor(es):** HECTOR FILIPPUS ALEXANDER VAN DRENTAM SUSMAN; KENNETH RODERICK STEWART

## “APARELHO DE ESCAVAÇÃO SUBMARINA, E, MÉTODO DE ESCAVAÇÃO SUBMARINA”

### Campo da invenção

Esta invenção refere-se a um aparelho de escavação aperfeiçoado e, em particular, a um aparelho de escavação submarina aperfeiçoado. A invenção refere-se a um método de usar esse aparelho de escavação.

A invenção também se refere a um sistema de escavação de fluxo de massa submarina aperfeiçoado e ao método relacionado incluindo meios de orientação e colocação do sistema, por exemplo, acima de um cabo, tubulação ou estrutura que é tipicamente assentada sobre o leito marinho.

### Fundamentos da invenção

Aparelhos de escavação submarina são conhecidos. WO 98/027286, também pelos presentes inventores, compreende um aparelho de escavação submarina compreendendo um corpo oco tendo pelo menos duas entradas e pelo menos uma saída, pelo menos um par de rotores montados de modo giratório no corpo oco, e meios para acionar os rotores, onde as pelo menos duas entradas são dispostas substancialmente simetricamente ao redor de um eixo se estendendo a partir de pelo menos uma saída. Neste, de preferência, os meios de acionamento fazem os rotores serem acionados em direções de contra-rotação, e um dos rotores é provido dentro de uma das entradas e outro dos rotores é provido dentro de outra das entradas.

Escavadeiras ou sistemas de escavação de fluxo de massa operam direcionando um jato de fluido de alto volume, sob baixa pressão, para o leito do mar, para deslocar o material de leito do mar. A escavadeira é amarrada a partir de uma embarcação por meio de um cabo de guindaste, que é usado para abaixar e recuperar a escavadeira, e para manter uma dada distância do leito do mar ou de estrutura exigindo escavação, como uma tubulação de petróleo ou gás submarina. A fim de controlar a escavação,

meios de detecção por sonar são usados para permitir ao operador de escavadeira observar a escavação em tempo real. Câmeras e meios de detecção de metal também podem ser usados para assistir o operador.

5 Durante a escavação de uma tubulação ou cabo, a escavadeira é tipicamente exigida para seguir a direção da tubulação. Isso é conseguido movendo-se a embarcação ao longo da tubulação, usando o posicionamento dinâmico (DP) da embarcação, enquanto o operador de DP faz referência às  
10 imagens de sonar retransmitidas à superfície. A fim de seguir a linha e observar o processo de escavação, é essencial que a orientação correta da escavadeira seja mantida, para assegurar que o sonar fique corretamente posicionado acima da linha. A presente técnica utiliza linhas de rebocador (linhas esticadas anexadas à escavadeira) para manter e ajustar a orientação. No clima rigoroso, a direção de vento e maré podem exigir que a embarcação  
15 tome um rumo diferente da direção da linha a ser escavada, tornando excessivamente difícil manter a orientação correta da escavadeira e do sonar devido à diferença no rumo da embarcação e a direção de tubulação. No aparelho de escavação submarina usando um único rotor, como na US 5.607.289, o torque reativo criado pelo rotor torna o aparelho de escavação instável na água.

20 É um objetivo de pelo menos um modo de realização de pelo menos um aspecto da presente invenção procurar impedir ou, pelo menos, mitigar um ou mais dos problemas na técnica anterior mencionados acima.

É um objetivo adicional de pelo menos um modo de realização de pelo menos um aspecto da presente invenção procurar impedir ou, pelo  
25 menos, mitigar um ou mais problemas na técnica anterior.

### Sumário da invenção

Um ou mais objetivos da presente invenção são conseguidos por meio da solução geral de prover um aparelho de escavação submarina compreendendo um meio para mover o aparelho.

De acordo com um primeiro aspecto da presente invenção é provido um aparelho de escavação submarina compreendendo pelo menos um meio para mover o aparelho de escavação submarina, o pelo menos um meio de movimentação sendo provido sobre o, ou, adjacente ao aparelho de escavação submarina.

O pelo menos um meio de movimentação compreende meios para orientar, posicionar, girar (por exemplo, no uso, ao redor de pelo menos um eixo substancialmente vertical e/ou de pelo menos um eixo horizontal), neutralizar o torque reativo e/ou dirigir o aparelho.

O/cada meio de movimentação pode permitir a realização e a manutenção de uma posição/orientação desejada do aparelho.

O meio de movimentação pode ser capaz de mover o aparelho: para a frente e/ou para trás;

para um lado e/ou para outro lado;

para cima e/ou para baixo;

rotacionalmente ao redor de um eixo se estendendo verticalmente em uma e/ou em outra direção de modo girável ao redor de pelo menos um eixo (ou dois eixos perpendiculares) se estendendo horizontalmente em uma e/ou outra direção.

O meio de movimentação causa, no uso, um ou mais jatos de fluido, por exemplo, do fluido submarino.

O meio de movimentação pode compreender uma pluralidade de meios de movimentação.

Em um arranjo, os meios de movimentação podem compreender pelo menos um par de meios de movimentação, que podem ser dispostos substancialmente simetricamente sobre o, ou, adjacentes ao aparelho, por exemplo, um primeiro par de meios de movimentação pode ser disposto em, ou, adjacente a uma superfície superior do aparelho e/ou próximo a extremidades adjacentes do aparelho. Adicionalmente, ou

alternativamente, um segundo par dos meios de movimentação é disposto nas, ou, adjacente às respectivas faces opostas do aparelho. Os meios de movimentação podem ser conectados/conectáveis ao aparelho de escavação, por exemplo, por meios de conexão como suportes ou braços.

5 O requerente chamou o/cada meio de movimentação de um “impulsor”.

O/cada meio de movimentação pode compreender pelo menos um impulsionador/propulsor/pá, por exemplo, montado para rotação.

10 O/cada meio de movimentação pode compreender um corpo tendo uma passagem transpassante, por exemplo, um corpo cilíndrico oco.

O/cada respectivo rotor pode ser montado no respectivo corpo cilíndrico para rotação ao redor de um eixo longitudinal da passagem transpassante.

O aparelho pode compreender meios para acionar o/cada rotor.

15 O/cada meio de acionamento pode compreender um meio de acionar eletricamente ou hidraulicamente.

O/cada meio de acionamento pode ser adaptado para acionar de modo selecionável o respectivo rotor em uma ou outra direção de rotação.

20 Alternativamente (e vantajosamente) o meio de acionamento pode ser adaptado para acionar o respectivo rotor em uma única direção de rotação.

No uso, os rotores de um par de meios de movimentação podem ser feitos girar em direções diferentes, de modo a fazer o aparelho girar ao redor de um eixo se estendendo substancialmente verticalmente.

25 No uso, os rotores de um par de meios de movimentação podem ser feitos girar na mesma direção, de modo a fazer o aparelho se mover em uma direção selecionada, por exemplo, para frente, para trás ou para um lado ou para outro.

O/cada meio de movimentação pode compreender um arranjo

de bocal e válvula.

Por exemplo, pode ser provido pelo menos um par de bocais opostos e válvulas associadas para prover o movimento rotacional em uma ou outra direção ao redor de um eixo se estendendo substancialmente verticalmente.

Em um arranjo vantajoso, são providos dois pares de bocais em ambas as extremidades do aparelho. O controle adequado das válvulas provê que, no uso, o aparelho possa ser feito girar e/ou se mover para frente e para trás, e/ou de um lado para o outro.

O aparelho pode compreender meios para conectar ou amarrar e/ou prender o aparelho a uma embarcação.

Os meios para conectar, amarrar, e/ou prender podem compreender pelo menos um olhal, o/cada olhal sendo capaz de receber um cabo, linha ou amarração se estendendo a partir da embarcação.

O pelo menos um olhal pode compreender pelo menos um par de olhais, par de olhais que podem ser dispostos substancialmente simetricamente sobre o aparelho, por exemplo, sobre uma superfície mais superior do mesmo, nas, ou, adjacentes às extremidades opostas do mesmo.

No uso, os meios para conectar, amarrar e/ou prender podem ser usados para a grosso modo, aproximadamente ou “grosseiramente” posicionar e/ou localizar o aparelho (por exemplo, por meio do movimento da embarcação e/ou da operação do posicionamento dinâmico da embarcação), enquanto os meios de movimentação podem ser usados para posicionar, localizar e/ou orientar o aparelho mais exatamente, precisamente ou “finamente”.

Em uma implementação vantajosa, o aparelho de escavação submarina compreende um corpo oco, por exemplo, um corpo oco tendo pelo menos uma entrada e pelo menos uma saída, de preferência, pelo menos um par de rotores montados de modo giratório no corpo oco e, de preferência,

meios adicionais para acionar os rotores.

Vantajosamente, os meios de acionamento adicionais fazem os rotores serem acionados na direção de rotação contrária, no uso.

5 A pelo menos uma entrada pode ser inclinada em um ângulo com um eixo ao longo do qual a pelo menos uma saída é provida.

De preferência, é provido pelo menos um par de entradas.

De preferência, pelo menos um par de entradas é disposto substancialmente simetricamente ao redor de um eixo se estendendo a partir da entrada.

10 Em um modo de realização, o aparelho de escavação submarina compreende um par de entradas horizontalmente, ou, pelo menos, parcialmente horizontalmente opostas se comunicando com uma única saída, a saída, vantajosamente, sendo disposta verticalmente para baixo substancialmente a meio caminho entre as duas entradas, no uso. Neste caso,  
15 o aparelho de escavação pode, portanto, ser substancialmente em forma de “T” no perfil.

Em um modo de realização alternativo, o aparelho de escavação submarina pode compreender um par de entradas se comunicando com uma única saída, as entradas sendo dispostas substancialmente  
20 simetricamente ao redor de um eixo se estendendo a partir da saída, a saída sendo disposta verticalmente para baixo substancialmente a meio caminho entre as duas entradas, no uso. Neste caso, o aparelho de escavação pode, portanto, ser substancialmente em forma de “Y” no perfil.

Vantajosamente, as saídas são, cada uma, espaçadas/inclinadas substancialmente a 45° a partir do eixo se estendendo a partir da saída.  
25

Pelo menos um (dos) impulsor(es) é provido dentro/adjacente a cada entrada.

Os meios para acionar o(s)/cada (um dos) rotor(es) pode(m) incluir pelo menos um motor de perfuração.

O pelo menos um motor de perfuração pode compreender um estator e um rotor montado de modo giratório no estator, o estator sendo provido com um recesso de haste e uma porta de descarga, o rotor sendo provido com um canal de rotor e pelo menos um canal para conduzir fluido  
5 motriz a partir do canal de rotor para uma câmara entre o rotor e o estator, o recesso de haste sendo provido com uma haste que, no uso, forma uma vedação entre o estator e o rotor.

Embora não essencial, é altamente desejável que o rotor seja provido com uma vedação ou membro de vedação para o encaixe com o  
10 estator.

De preferência, a(s) vedação(ões) ou membro de vedação é/são feita(s) de um material selecionado a partir do grupo consistindo de material plástico, polietil-etil-cetona, metal, ligas de cobre e aço inoxidável.

Vantajosamente, a haste é feita a partir de um material  
15 selecionado a partir de um grupo consistindo de material plástico polietil-etil-cetona, metal, ligas de cobre e aço inoxidável.

De preferência, o estator é provido com dois recessos de haste que são dispostos um oposto ao outro, e duas portas de descarga que são dispostas uma oposta à outra, cada um dos recessos de haste sendo provido  
20 com uma respectiva haste, o rotor tendo duas vedações que são dispostas uma oposta à outra.

O motor de perfuração pode compreender, vantajosamente, dois motores de perfuração arranjados com seus respectivos rotores conectados juntos, cada motor compreendendo um estator e um rotor montado  
25 de modo girável no estator, o estator sendo provido com um recesso de haste e uma porta de descarga, o rotor sendo provido com um canal de rotor e pelo menos um canal para conduzir o fluido motriz a partir do canal de rotor para uma câmara entre o rotor e o estator, o recesso de haste sendo provido com uma haste, que, no uso, forma uma vedação entre o estator e o rotor.

De preferência, os motores de perfuração são conectados em paralelo, embora os motores de perfuração possam ser conectados em série se desejado.

5 Vantajosamente, os motores de perfuração são arranjos de modo que, no uso, um motor de perfuração opere fora de fase com o outro. Desse modo, em um modo de realização preferido, cada motor de perfuração tem duas câmaras e as câmaras no primeiro motor de perfuração ficam 90° fora de fase com as câmaras no segundo motor de perfuração. De modo semelhante, em um modo de realização no qual cada motor de perfuração tem 10 quatro câmaras, as câmaras no primeiro motor de perfuração poderiam, de preferência, ficar 45° fora de fase com as câmaras no segundo motor de perfuração. Esse arranjo ajuda a assegurar a produção de energia estável e inibir o retardamento.

Alternativamente, o pelo menos um motor de perfuração pode 15 ser um motor “Moineau”, um motor hidráulico ou um motor elétrico adequadamente adaptado.

Os impulsadores podem ser acionados por meio de um caixa de engrenagem ou por meio da exploração do torque reativo oposto sobre um corpo de acionamento do motor.

20 Quando o torque reativo sobre o corpo de motor é utilizado, pelo menos um rotor pode ser conectado a um eixo de saída do motor, enquanto pelo menos um outro rotor pode ser conectado ao corpo de motor.

Alternativamente, os rotores podem ser acionados por um par de motores operando em direções opostas. Neste caso, os motores e rotores 25 podem ser equilibrados e podem correr a velocidade igual.

O aparelho de escavação submarina pode compreender adicionalmente um dispositivo de agitador tendo meios de distúrbio mecânico e meios de distúrbio de fluxo de fluido.

O aparelho de escavação submarina pode, no uso, ser suspenso

a partir de uma embarcação de superfície ou montado sobre um trenó do tipo correntemente conhecido para o uso em operações de escavação submarina.

De preferência, o aparelho de escavação submarina pode compreender um corpo oco tendo um par de entradas se comunicando com uma saída, pelo menos um par de rotores montados de modo giratório no corpo oco e meios para acionar os rotores, as entradas sendo dispostas substancialmente simetricamente ao redor de um eixo se estendendo a partir da saída, onde as entradas não ficam horizontalmente opostas uma à outra.

De acordo com um segundo aspecto da presente invenção, é provido um método de escavação submarina compreendendo:

prover um aparelho de escavação submarina de acordo com o primeiro aspecto da presente invenção;

escavar uma área submarina usando o aparelho.

#### Descrição resumida dos desenhos

Os modos de realização da presente invenção serão descritos agora a título de exemplo somente, e com referência aos desenhos anexos, que são:

Figura 1 uma vista em seção transversal frontal de um primeiro aparelho de escavação de acordo com a técnica anterior;

Figura 2 uma vista em seção transversal frontal de um segundo aparelho de escavação de acordo com a técnica anterior;

Figura 3 (a) a (c) vistas frontal, lateral e de topo de um primeiro modo de realização de um aparelho de escavação de acordo com a presente invenção;

Figura 4 uma vista frontal de um segundo modo de realização de um aparelho de escavação de acordo com a presente invenção;

Figura 5 (a) a (c) vistas frontal, lateral e de topo de um terceiro modo de realização de um aparelho de escavação de acordo com a

presente invenção; e

Figura 6 uma vista de topo de um quarto modo de realização de um aparelho de escavação de acordo com a presente invenção.

### Descrição detalhada dos desenhos

Com referência à fig. 1, é mostrado um primeiro modo de realização de um aparelho de escavação submarina 300a de acordo com a técnica anterior. O aparelho 300a compreende um corpo oco 370a formado a partir de um par de dutos de entrada horizontalmente opostos 371a e de um duto de saída 373a, de um motor de acionamento 310a e de um par de impulsioneadores 335a, 340a.

O aparelho 300a é adicionalmente provido com septos defletores 302a dentro do corpo oco 370a, suportes de suspensão 306a para capacitar o aparelho 300a a ser suspenso a partir de uma embarcação de superfície, palhetas guias 386a, para regular o fluxo de fluido passado pelos impulsioneadores 335a, 340a, e grades de segurança 385a para procurar impedir o ingresso de matéria sólida que pode danificar os impulsioneadores 335a, 340a. Nesta primeira escavadeira da técnica anterior, o motor de acionamento 310a é provido ao longo de um eixo comum aos dutos de entrada horizontalmente opostos 371a e impulsioneadores 335a, 340a. Um eixo de saída 330a do motor 310a é conectado a um primeiro impulsioneador 335a, enquanto o segundo rotor 340a é anexado a um eixo 342a conectado via um tornel 325a a um alojamento externo do motor de acionamento 310a.

No uso, o fluido motriz é suprido ao motor 310a via entrada de fluido 308a que, por sua vez, faz o eixo de saída 330a e o impulsioneador 335a girarem. O torque reativo a partir dessa rotação faz o alojamento externo do motor de acionamento 310a girar em uma direção oposta àquela do eixo de saída 330a. Isso, por sua vez, resulta na rotação do segundo rotor 340a. Os impulsioneadores 335a, 340a são configurados de modo que, apesar de girarem

em direções opostas, cada um deles proveja uma taxa de fluxo igual de água para dentro do corpo oco 370a. A água puxada para dentro do corpo oco 370a, desse modo, é direcionada via septos defletores 302a através do duto de saída 373a e em direção ao leito do mar 400a.

5 O eixo 342a e o tornel 325a podem, em um modo de realização alternativo, ser substituídos por um segundo motor que aciona diretamente o rotor 340a, como descrito com referência à fig. 2.

O dispositivo de escavação 300a pode ser suspenso, por exemplo, a partir da proa ou da popa de uma embarcação de superfície, ou  
10 através de uma cratera de uma embarcação de operações submarinas dedicado.

O aparelho de escavação 300a pode, adicionalmente, ser provido com um dispositivo de agitador (não mostrado) tendo meios de distúrbio mecânico e meio de distúrbio de fluxo de fluido.

15 Em uma versão vantajosa, o motor 310a compreende um motor de perfuração, como aquele revelado em WO 95/19488, o conteúdo do qual é incorporado aqui pela referência.

O motor de perfuração 310a pode compreender um primeiro motor e um segundo motor, substancialmente que aquele revelado em EP 1  
20 007 796 B1.

Com referência agora à fig. 2, é mostrado um segundo aparelho de escavação submarina 300b da técnica anterior. Partes semelhantes àsquelas do aparelho 300a são identificadas pelos números usados para identificar partes do aparelho 300a da fig. 1, exceto que subscritos com “b” ao  
25 invés de “a”.

O aparelho 300b difere do aparelho 300a pelo fato de que o eixo 342a e o tornel 325a são substituídos por um segundo motor 310'b e por um acoplamento em T 326b. Desse modo, neste modo de realização, os rotores 335b, 340b são acionados pelos respectivos motores 310b, 310'b. No

uso, o fluido motriz é suprido aos motores 310b, 310'b via entrada de fluido 308b e acoplamento em T 326b.

Com referência às figs. 3 (a) a 3(c), é mostrado um aparelho de escavação submarina, geralmente designado 300c, de acordo com um primeiro modo de realização da presente invenção. O aparelho 300c é semelhante ao aparelho 300a ou 300b em muitos aspectos, como as partes sendo indicadas por números semelhantes, exceto que sufixadas "c".

Como pode ser visto a partir da fig. 3 (a), o aparelho 300c inclui uma cabeça de sonar 400c. O aparelho 300c também compreende pelo menos um meio 405c para mover o aparelho de escavação submarina, o pelo menos um meio de movimentação 405c sendo provido sobre o, ou, adjacente ao aparelho de escavação submarina 300c.

O pelo menos um meio de movimentação 405c compreende meios para orientar, posicionar, girar (por exemplo, no uso, ao redor de pelo menos um eixo substancialmente vertical, e de pelo menos um eixo substancialmente horizontal), neutralizar o torque reativo e/ou dirigir o aparelho 300c.

O meio de movimentação 405c é capaz de mover o aparelho 300c:

para a frente e/ou para trás;  
para um lado e/ou para outro lado;  
para cima e/ou para baixo;  
rotacionalmente ao redor de um eixo se estendendo verticalmente em uma e/ou em outra direção de modo girável ao redor de pelo menos um eixo (ou dois eixos perpendiculares) se estendendo horizontalmente em uma e/ou outra direção.

O/cada meio de movimentação 405c permite a realização e a manutenção de uma posição/orientação desejada do aparelho.

O meio de movimentação causa, no uso, um ou mais jatos de

fluido, por exemplo, do fluido submarino.

O meio de movimentação 405c compreende uma pluralidade de meios de movimentação 405c, conectados ao aparelho 400c por meio de meios de conexão 406c, como suportes, braços, ou o equivalente.

5                    Neste arranjo, os meios de movimentação 405c compreendem um par de meios de movimentação 405c, que são dispostos substancialmente simetricamente sobre o, ou, adjacentes ao aparelho 405c. O par de meios de movimentação 405c é disposto em, ou, adjacente a uma superfície superior do aparelho 300c, e nas, ou próximo às extremidades adjacentes do aparelho  
10                   300c. O aparelho 300c compreende adicionalmente um par adicional dos meios de movimentação 405c, colocado sobre um dos respectivos lados do aparelho 300c.

O requerente chamou o/cada meio de movimentação de um “impulsor”.

15                   O/cada meio de movimentação 405c compreende um rotor/hélice/pá 410c. O/cada meio de movimentação 405c também compreende um corpo 415c tendo uma passagem transpassante, por exemplo, um corpo cilíndrico oco. O/cada respectivo rotor 410c é montado no respectivo corpo cilíndrico 415c para rotação ao redor de um eixo  
20                   longitudinal da passagem transpassante.

O aparelho 300c também compreende meios para acionar o/cada rotor (não mostrado). O/cada meio de acionamento tipicamente compreende um meio de acionar eletricamente ou hidraulicamente (não mostrado). Este é controlável a partir da superfície, por exemplo, via um  
25                   umbilical. O meio de acionamento pode ser adaptado para acionar o respectivo rotor 410c em uma ou outra direção de rotação. Alternativamente (e vantajosamente, por exemplo, devido à simplicidade) o meio de acionamento pode ser adaptado para acionar o respectivo rotor 410c em uma única direção de rotação.

No uso, os rotores 410c de um par de meios de movimentação podem ser feitos girar em direções diferentes, de modo a fazer o aparelho 300c girar ao redor de um eixo se estendendo substancialmente verticalmente.

5 No uso, os rotores 410c de um par de meios de movimentação 405c podem ser feitos girar na mesma direção, de modo a fazer o aparelho se mover em uma direção selecionada, por exemplo, para frente, para trás ou para um lado ou para outro.

O aparelho 300c compreende meios para conectar ou amarrar e/ou prender o aparelho 300c a uma embarcação.

10 No uso, os meios para conectar, amarrar, e/ou prender tipicamente compreendem pelo menos um olhal, o/cada olhal sendo capaz de receber um cabo, linha ou amarração se estendendo a partir da embarcação. O pelo menos um olhal pode compreender pelo menos um par de olhais, par de olhais que são dispostos substancialmente simetricamente sobre o aparelho 300c, por exemplo, sobre uma superfície mais superior do mesmo, nas, ou, 15 adjacentes às extremidades opostas do mesmo.

Os meios para conectar, amarrar e/ou prender podem ser usados para a grosso modo, aproximadamente ou “grosseiramente” posicionar e/ou localizar o aparelho 300c, enquanto os meios de movimentação podem 20 ser usados para posicionar, localizar e/ou orientar o aparelho 300c mais exatamente, precisamente ou “finamente”.

No uso, a orientação pode ser conseguida e mantida exercendo-se impulsão sobre o aparelho 310c ou “escavadeira” a partir de um jato ou jatos de fluido gerados pelos meios de movimentação ou de impulsão 25 405c anexados à escavadeira. O meio impulsor pode ser uma hélice acionada eletricamente ou hidraulicamente girando dentro de um alojamento tubular, de modo que as pontas da hélice ficam em estreita proximidade ao alojamento tubular. Uma hélice aberta pode ser usada, mas é menos eficiente. Com a rotação da hélice, o fluido é movido através do alojamento e é exercida

impulsão reativa sobre o alojamento e a escavadeira, desse modo, fazendo a escavadeira se mover. Um único impulsor é suficiente para manter a orientação se ele for capaz de operação inversa, ou seja, a operação inversa do motor elétrico ou hidráulico fará a hélice girar na direção oposta, direcionando o jato de fluido (e, desse modo, a impulsão) na direção oposta.

Para enterramento eficiente, também é importante manter o fluxo de fluido emanando a partir da escavadeira, ao lado e/ou sobre a linha. O posicionamento lateral da escavadeira é conseguido normalmente pelo movimento da embarcação. Entretanto, com o uso de dois impulsores, o operador pode controlar a posição lateral da escavadeira em relação à linha. Para conseguir isso, o operador pode:

(1) Ajustar o controle de azimuth para conseguir a orientação desejada:

- (a) usando um único impulsor ou
- (b) dois impulsores atuando em direções opostas.

(2) Depois disso, ajustar a posição lateral usando os dois impulsores juntos.

Ao invés de fixar manualmente a orientação, é preferível derivar um sinal de controle a partir do circuito com referência a uma bússola localizada sobre a escavadeira e, desse modo, automatizar o controle de azimuth e o posicionamento do aparelho de sonar ou de detecção de metal acima do cabo ou tubulação submarino.

O uso do arranjo acima capacita a escavadeira a ser usada a partir de navios com posicionamento dinâmico de grau baixo, por exemplo, DP I, em oposição a DP II ou maior, onde o número indica a qualidade do equipamento de posicionamento usado.

Com referência agora à fig. 4, é mostrada uma vista lateral de um segundo modo de realização de um aparelho de escavação, geralmente designado 300d, de acordo com a presente invenção.

O aparelho 300d difere do aparelho 300c no provimento de um par de meios de movimentação 405d sobre uma ou outra extremidade do aparelho 400d, e um par adicional de meios de movimentação 405'd voltando-se para fora, de modo a prover movimento de um lado para outro.

5 Com referência às figs. 5 (a) a 5(c), é mostrado um terceiro modo de realização de um aparelho de escavação, geralmente designado 300e, de acordo com a presente invenção.

O aparelho 300e difere do aparelho 300b pelo fato de que um par adicional de meios de movimentação 405e é provido sobre o topo do  
10 aparelho 300e. Portanto, no aparelho 300e, são providos dois meios de movimentação em uma ou outra extremidade. Um dos dois sobre uma ou outra extremidade tendo um rotor que gira em uma direção, e o outro dos dois na outra extremidade do rotor que gira na direção contrária.

Com referência agora à fig. 6, é mostrado um quarto modo de  
15 realização do aparelho de escavação, geralmente designado 300f, de acordo com a presente invenção.

Neste modo de realização, o/cada meio de movimentação 405f compreende um arranjo de bocal e válvula. Por exemplo, pode ser provido pelo menos um par de bocais opostos 405f e válvulas associadas 455f para  
20 prover o movimento rotacional em uma ou outra direção ao redor de um eixo se estendendo substancialmente verticalmente.

Em um arranjo vantajoso, são providos dois pares de bocais 450f em ambas as extremidades do aparelho 300f. O controle adequado das válvulas 455f provê que, no uso, o aparelho 300f possa ser feito girar e/ou se  
25 mover para frente e para trás, e/ou de um lado para o outro.

Os meios de movimentação ou de impulsão 405f podem, portanto, ser providos por um mecanismo de impulsão de vetor, com uma fonte de energia central, como uma bomba de fluxo misturado ou centrífuga, bombeando fluido para dentro de um coletor com uma pluralidade de bocais

de saída.

As válvulas de controle podem ser usadas para abrir e fechar cada bocal. Neste modo de realização, um par oposto de bocais controlados pode substituir um arranjo de hélice reversível.

5 O arranjo de bomba e bocal mostrado pode ser montado sobre o topo da escavadeira.

Será apreciado que os modos de realização da presente invenção descritos aqui são dados a título de exemplo somente, e não são pensados para limitar o escopo da invenção de qualquer modo.

10 Por exemplo, embora os modos de realização revelados sejam geralmente em forma de “T”, outras formas de alojamento podem ser contempladas. Por exemplo, em forma de “Y”, como revelado em EP 1 007 796 B1.

15 Pode ser contemplado que os meios de movimentação (impulsores) possam ser providos sobre o, ou, montados, por exemplo, de modo destacável e anexável, a uma armação, armação que pode ser destacável e anexável ao aparelho de escavação. Isso pode facilitar o aperfeiçoamento dos impulsores para o aparelho de escavação existente. A armação também pode facilitar a provisão de uma unidade de força, por exemplo, conectada à  
20 superfície por meio de um cabo umbilical elétrico, a unidade de força energizando os impulsionadores/impulsores. Isso pode ser vantajoso em “água profunda”.

Também será apreciado que os vários meios de movimentação dos vários modos de realização revelados podem ser combinados de modo a  
25 prover maior controle, ou um maior número de graus de liberdade de movimento do aparelho.

## REIVINDICAÇÕES

1. Aparelho de escavação submarina (300c; 300d; 300e; 300f), compreendendo um corpo oco (370c; 370d; 370e; 370f) tendo pelo menos um par de entradas (371c; 371d; 371e; 371f) e pelo menos uma saída (373c; 373d; 373e; 373f), pelo menos um par de impulsadores (335c, 340c; 335d, 340d; 335e, 340e; 335f, 340f) montados de modo giratório no corpo oco (370c; 370d; 370e; 370f), e meios para acionar os impulsadores (335c, 340c; 335d, 340d; 335e, 340e; 335f, 340f), caracterizado por compreender ainda pelo menos um meio de movimentação (405c; 405d; 405e; 405f) para mover o aparelho de escavação submarina, o pelo menos um meio de movimentação sendo provido sobre ou adjacente ao aparelho de escavação submarina (300c; 300d; 300e; 300f).

2. Aparelho de escavação submarina (300c; 300d; 300e; 300f), de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de que o pelo menos um meio de movimentação compreende meios para orientar, posicionar, girar - tal como, em uso, ao redor de pelo menos um eixo substancialmente vertical e/ou pelo menos um eixo horizontal, contrariar torque reativo e/ou dirigir o aparelho.

3. Aparelho de escavação submarina (300c; 300d; 300e; 300f), de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 ou 2, caracterizado pelo fato de que cada meio de movimentação permite a realização e a manutenção necessárias de uma posição/orientação desejada do aparelho.

4. Aparelho de escavação submarina (300c; 300d; 300e; 300f), de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 3, caracterizado pelo fato de que o meio de movimentação é capaz de mover o aparelho: para a frente e/ou para trás; para um lado e/ou para outro lado; para cima e/ou para baixo; rotacionalmente ao redor de um eixo se estendendo verticalmente numa e/ou outra direção de modo giratório ao redor de pelo menos um/dois eixo(s) perpendicular(es) se estendendo horizontalmente numa e/ou outra direção.

5. Aparelho de escavação submarina (300c; 300d; 300e; 300f), de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 4, caracterizado pelo fato

de que o meio de movimentação causa, em uso, um ou mais jatos de fluido, tal como do fluido submarino.

5                   6. Aparelho de escavação submarina (300c; 300d; 300e; 300f), de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 5, caracterizado pelo fato de que o meio de movimentação compreende uma pluralidade de meios de movimentação.

10                   7. Aparelho de escavação submarina (300c; 300d; 300e; 300f), de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 6, caracterizado pelo fato de que os meios de movimentação compreendem pelo menos um par de meios de movimentação, que estão dispostos substancialmente simetricamente sobre ou adjacentes ao aparelho.

15                   8. Aparelho de escavação submarina (300c; 300d; 300e; 300f), de acordo com a reivindicação 7, caracterizado pelo fato de que um primeiro par de meios de movimentação está disposto em ou adjacente a uma superfície superior do aparelho e/ou próximo a extremidades adjacentes do aparelho.

                    9. Aparelho de escavação submarina (300c; 300d; 300e; 300f), de acordo com a reivindicação 7 ou 8, caracterizado pelo fato de que um par/um segundo par de meios de movimentação está disposto em ou adjacente a faces opostas respectivas do aparelho.

20                   10. Aparelho de escavação submarina (300c; 300d; 300e; 300f), de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 9, caracterizado pelo fato de que os meios de movimentação são conectados(áveis) ao aparelho de escavação por meios de conexão (406c; 406d; 406e; 406f) tais como suportes ou braços.

25                   11. Aparelho de escavação submarina (300c; 300d; 300e; 300f), de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 10, caracterizado pelo fato de que cada meio de movimentação compreende pelo menos um impulsor/propulsor/pá (410c; 410d; 410e; 410f) montado para rotação.

                    12. Aparelho de escavação submarina (300c; 300d; 300e; 300f),

de acordo com a reivindicação 11, caracterizado pelo fato de que cada meio de movimentação compreende um corpo (415c; 415d; 415e; 415f) tendo uma passagem transpassante, tal como um corpo cilíndrico oco.

13. Aparelho de escavação submarina (300c; 300d; 300e; 300f),  
5 de acordo com a reivindicação 12, caracterizado pelo fato de que cada respectivo impulsor (410c; 410d; 410e; 410f) fica montado no respectivo corpo cilíndrico (415c; 415d; 415e; 415f) para a rotação ao redor de um eixo longitudinal da passagem transpassante.

14. Aparelho de escavação submarina (300c; 300d; 300e; 300f),  
10 de acordo com qualquer uma das reivindicações 11 a 13, caracterizado pelo fato de que compreende ainda meios para acionar o/cada impulsor.

15. Aparelho de escavação submarina (300c; 300d; 300e; 300f),  
de acordo com a reivindicação 14, caracterizado pelo fato de que cada meio de acionar compreende um meio de acionar eletricamente ou hidráulicamente.

15 16. Aparelho de escavação submarina (300c; 300d; 300e; 300f),  
de acordo com a reivindicação 14 ou 15, caracterizado pelo fato de que cada meio de acionar é adaptado para acionar, de maneira selecionável, o respectivo impulsor (410c; 410d; 410e; 410f) em uma ou outra direção de rotação.

17. Aparelho de escavação submarina (300c; 300d; 300e; 300f),  
20 de acordo com a reivindicação 14 ou 15, caracterizado pelo fato de que o meio de acionar é adaptado para acionar o respectivo impulsor (410c; 410d; 410e; 410f) em uma única direção de rotação.

18. Aparelho de escavação submarina (300c; 300d; 300e; 300f),  
de acordo com qualquer uma das reivindicações 11 a 17, caracterizado pelo fato  
25 de que, em uso, impulsores (410c; 410d; 410e; 410f) de um par de meios de movimentação são feitos girar em direções diferentes de tal modo a fazer com que o aparelho (300c; 300d; 300e; 300f) gire ao redor de um eixo que se estende substancialmente verticalmente.

19. Aparelho de escavação submarina (300c; 300d; 300e; 300f),

de acordo com qualquer uma das reivindicações 11 a 18, caracterizado pelo fato de que, em uso, impulsionadores (410c; 410d; 410e; 410f) de um par de meios de movimentação são feitos girar na mesma direção de tal modo a fazer com que o aparelho (300c; 300d; 300e; 300f) se mova numa direção selecionada, tal como para frente, para trás ou para um lado ou para outro.

20. Aparelho de escavação submarina (300c; 300d; 300e; 300f), de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 19, caracterizado pelo fato de cada meio de movimentação compreender um arranjo de bocal e válvula (450f, 455f).

21. Aparelho de escavação submarina (300c; 300d; 300e; 300f), de acordo com a reivindicação 20, caracterizado por ser provido pelo menos um par de bocais opostos (450f) e válvulas associadas (455f) para prover movimento rotacional em uma ou outra direção ao redor de um eixo que substancialmente se estende verticalmente.

22. Aparelho de escavação submarina (300c; 300d; 300e; 300f), de acordo com a reivindicação 20 ou 21, caracterizado por serem providos dois pares de bocais (450f) em cada extremidade do aparelho, controle das válvulas (455f) provendo que, em uso, o aparelho possa ser feito girar e/ou se mover, tal como para frente e para trás, e/ou de um lado para o outro.

23. Aparelho de escavação submarina (300c; 300d; 300e; 300f), de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 22, caracterizado pelo fato de que compreende meios para conectar ou amarrar e/ou prender tal aparelho a uma embarcação.

24. Aparelho de escavação submarina (300c; 300d; 300e; 300f), de acordo com a reivindicação 23, caracterizado pelo fato de que ditos meios para conectar, amarrar, e/ou prender compreendem pelo menos um olhal, dito/ cada olhal sendo capaz de receber um cabo, linha ou amarração que se estende a partir da embarcação.

25. Aparelho de escavação submarina (300c; 300d; 300e; 300f),

de acordo com a reivindicação 24, caracterizado pelo fato de que o pelo menos um olhal compreende pelo menos um par de olhais, par de olhais estes estando substancialmente dispostos simetricamente sobre o aparelho (300c; 300d; 300e; 300f), tal como sobre uma superfície mais superior do mesmo em ou adjacentes a extremidades opostas do mesmo.

26. Aparelho de escavação submarina (300c; 300d; 300e; 300f), de acordo com qualquer uma das reivindicações 23 a 25, caracterizado pelo fato de que, em uso, os meios para conectar, amarrar e/ou prender podem ser usados para a grosso modo, aproximadamente ou grosseiramente posicionar e/ou localizar o aparelho (300c; 300d; 300e; 300f), enquanto os meios de movimentação podem ser usados para posicionar, localizar e/ou orientar tal aparelho mais exatamente, precisamente ou finamente.

27. Aparelho de escavação submarina (300c; 300d; 300e; 300f), de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de que tais meios de acionamento fazem com que os impulsadores (335c, 340c; 335d, 340d; 335e, 340e; 335f, 340f) sejam acionados na direção de rotação contrária, em uso.

28. Aparelho de escavação submarina (300c; 300d; 300e; 300f), de acordo com a reivindicação 27, caracterizado pelo fato de que tal pelo menos uma entrada (371c; 371d; 371e; 371f) é inclinada num ângulo com um eixo ao longo do qual tal pelo menos uma saída (373c; 373d; 373e; 373f) é provida.

29. Aparelho de escavação submarina (300c; 300d; 300e; 300f), de acordo com qualquer uma das reivindicações 1, 27 ou 28, caracterizado pelo fato de que aquele pelo menos um par de entradas (371c; 371d; 371e; 371f) está disposto simetricamente ao redor de um eixo que se estende a partir da entrada.

30. Aparelho de escavação submarina (300c; 300d; 300e; 300f), de acordo com qualquer uma das reivindicações 1, 27 a 29, caracterizado pelo fato de que compreende um par de entradas opostas horizontalmente, ou, pelo menos, parcialmente opostas horizontalmente (371c; 371d; 371e; 371f) que se

comunicam com uma única saída (373c; 373d; 373e; 373f), a saída estando disposta verticalmente para baixo a meio caminho entre ditas duas entradas, em uso.

31. Aparelho de escavação submarina (300c; 300d; 300e; 300f),  
5 de acordo com qualquer uma das reivindicações 1, 27 a 29, caracterizado pelo fato de que compreende um par de entradas (371c; 371d; 371e; 371f) que se comunicam com uma única saída (373c; 373d; 373e; 373f), aquelas entradas estando dispostas simetricamente ao redor de um eixo que se estende a partir da saída, tal saída estando disposta verticalmente para baixo a meio caminho  
10 entre as duas entradas, em uso.

32. Aparelho de escavação submarina (300c; 300d; 300e; 300f), de acordo com a reivindicação 31, caracterizado pelo fato de que as saídas são, cada qual, espaçadas/inclinadas a 45° a partir do eixo que se estende a partir da saída.

15 33. Aparelho de escavação submarina (300c; 300d; 300e; 300f), de acordo com qualquer uma das reivindicações 27 a 32, caracterizado pelo fato de que pelo menos um dos impulsioneiros é provido dentro/adjacente a cada entrada.

20 34. Aparelho de escavação submarina (300c; 300d; 300e; 300f), de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 33, caracterizado pelo fato de que compreende adicionalmente um dispositivo agitador tendo meios de distúrbio mecânico e meios de distúrbio de fluxo de fluido.

25 35. Aparelho de escavação submarina (300c; 300d; 300e; 300f), de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 34, caracterizado pelo fato de que, em uso, é capaz de ser suspenso a partir de uma embarcação de superfície ou é capaz de ser montado sobre um trenó.

36. Aparelho de escavação submarina (300c; 300d; 300e; 300f), de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 35, caracterizado pelo fato de que compreende ainda um corpo oco (370c; 370d; 370e; 370f) possuindo

um par de entradas (371c; 371d; 371e; 371f) que se comunicam com uma saída (373c; 373d; 373e; 373f), pelo menos um par de impulsionadores (335c, 340c; 335d, 340d; 335e, 340e; 335f, 340f) montados de modo giratório no corpo oco (370c; 370d; 370e; 370f) e meios para acionar tais impulsionadores, 5 as entradas estando dispostas simetricamente ao redor de um eixo que se estende a partir da saída, onde aquelas entradas não ficam horizontalmente opostas uma à outra.

37. Método de escavação submarina, caracterizado pelo fato de compreender as etapas de:

10                   prover um aparelho de escavação submarina (300c; 300d; 300e; 300f) como definido em qualquer uma das reivindicações 1 a 36; e,  
                    escavar uma área submarina usando o referido aparelho.

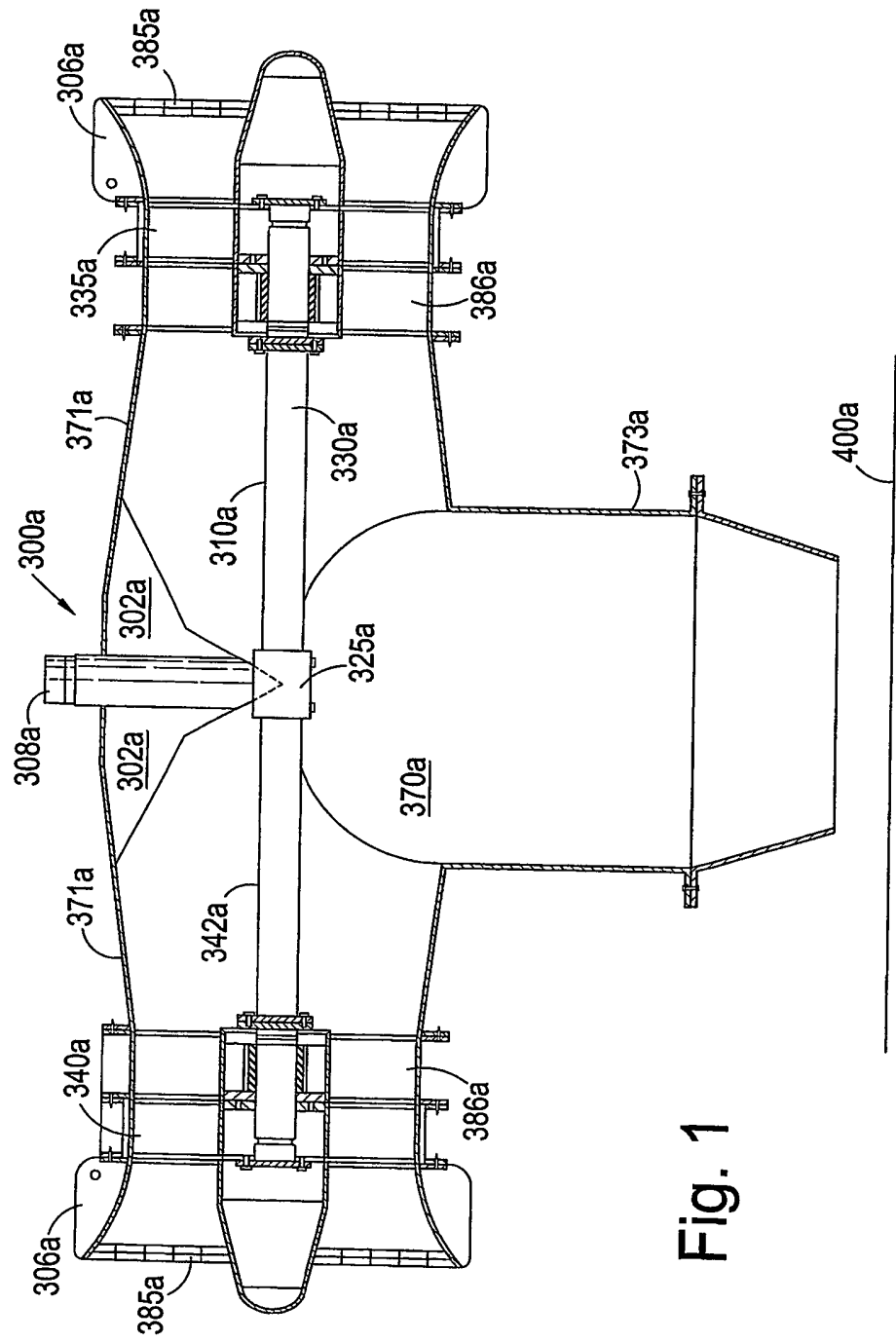
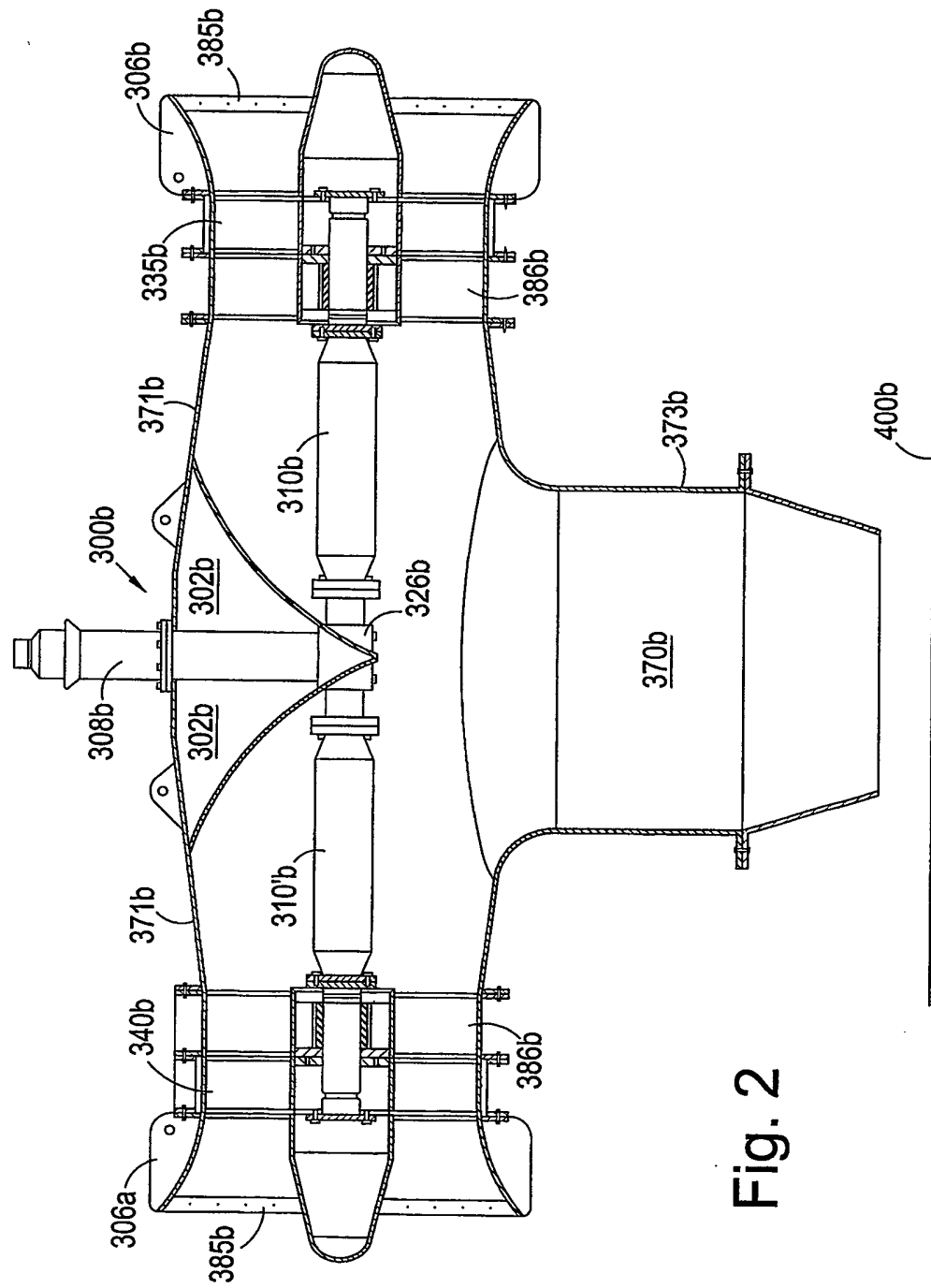


Fig. 1



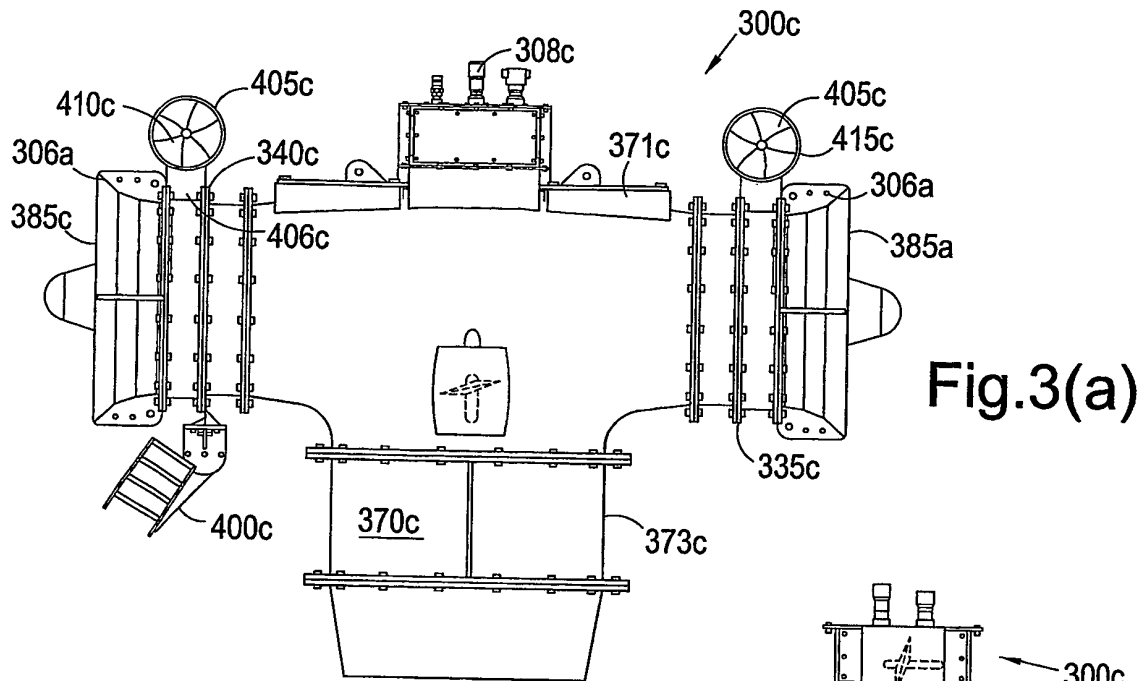
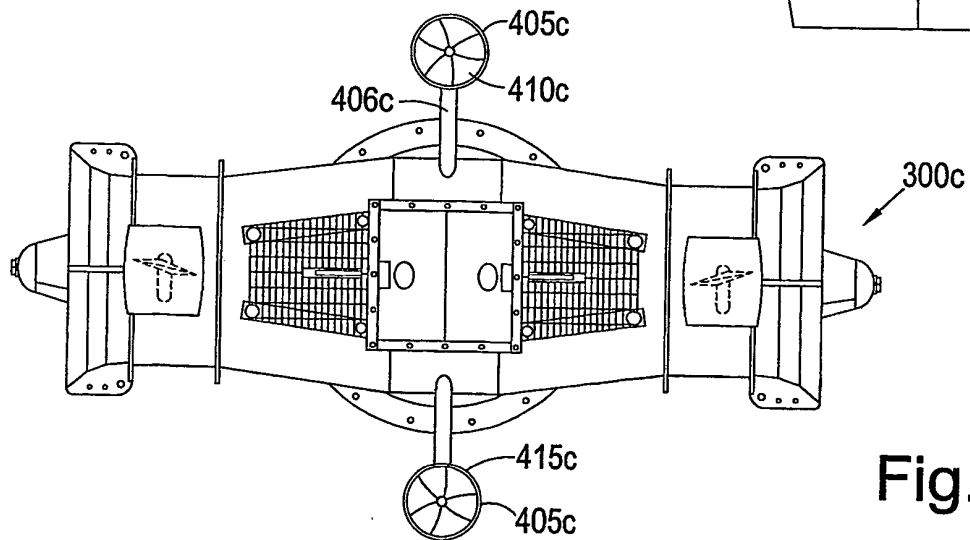
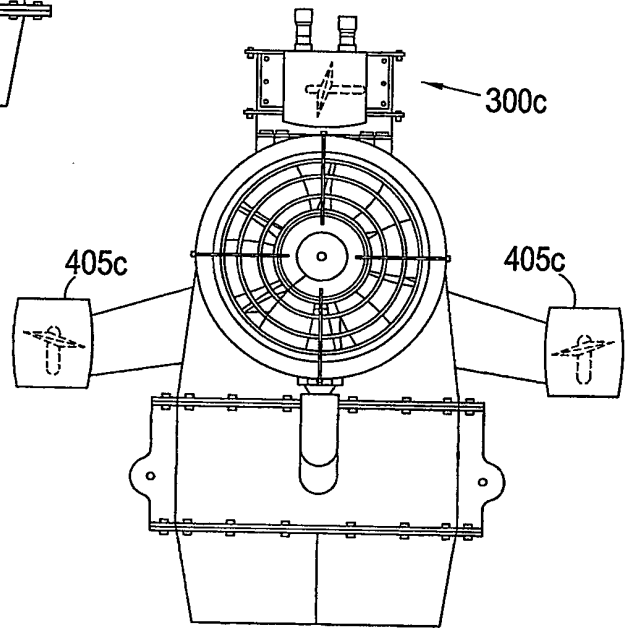


Fig. 3(b)



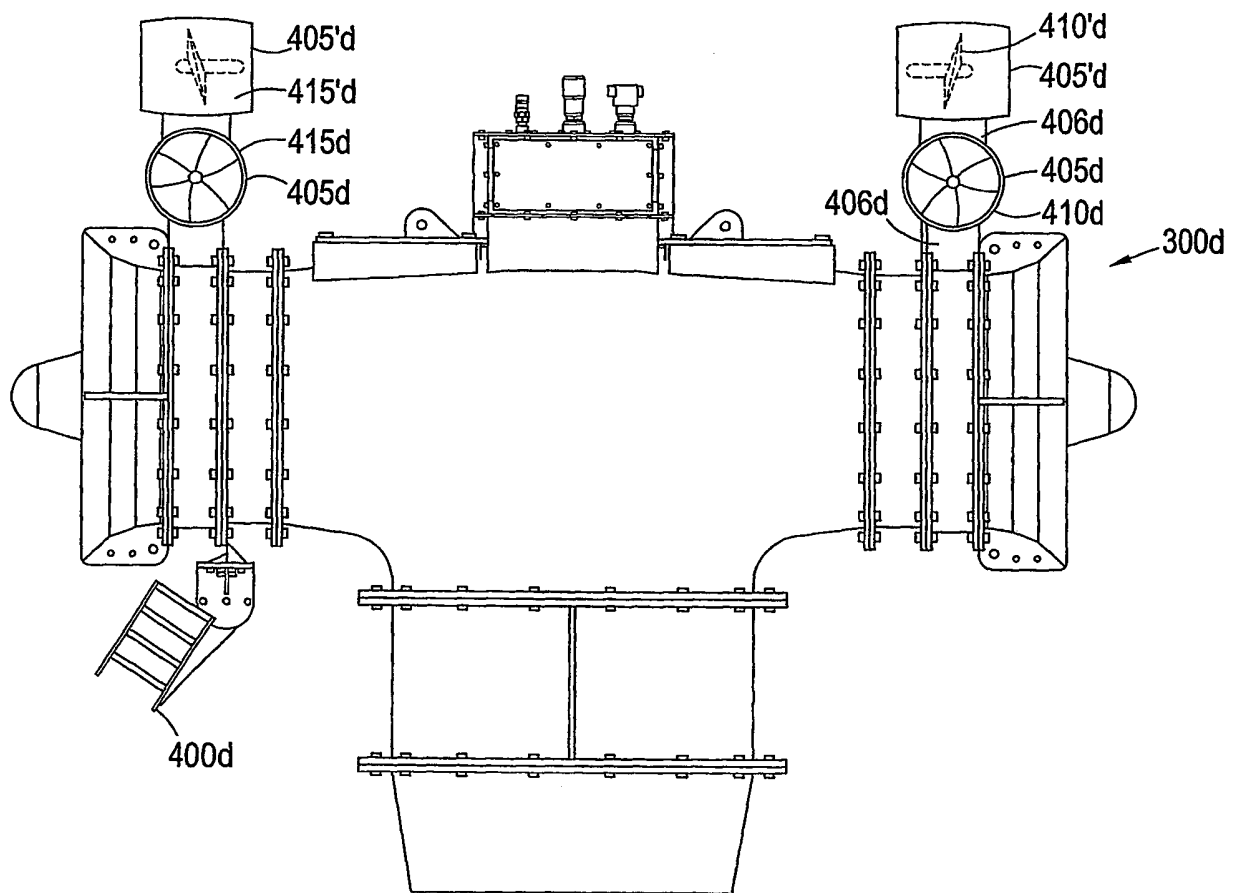


Fig. 4

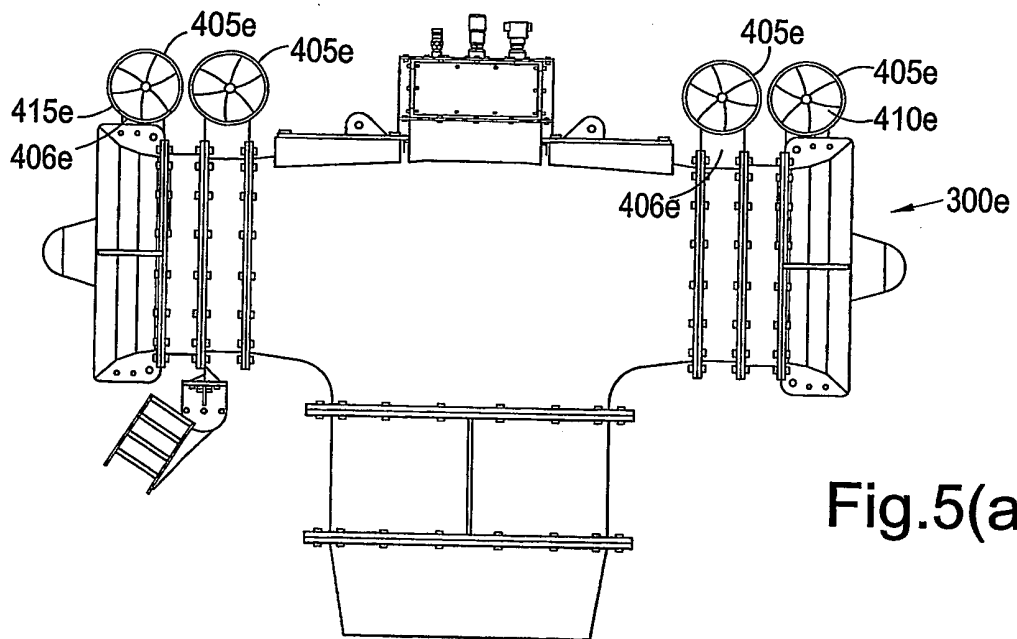


Fig. 5(a)

Fig. 5(b)

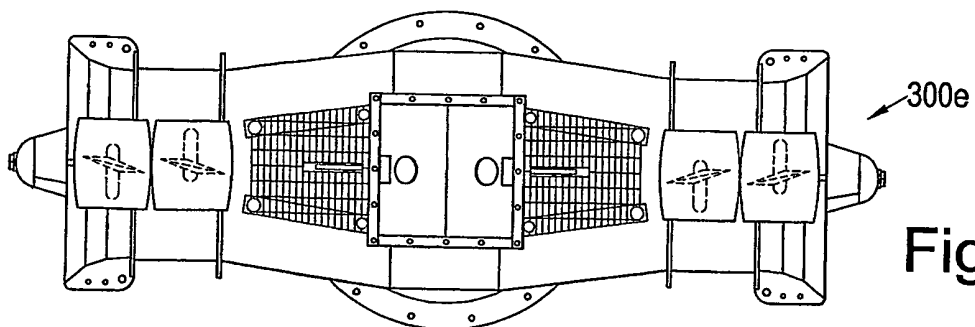
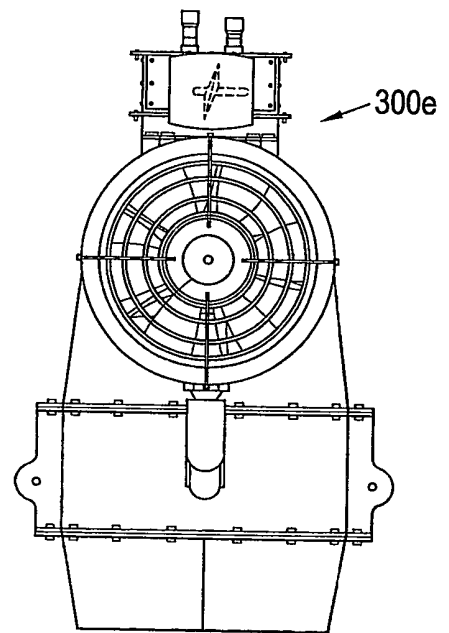


Fig. 5(c)

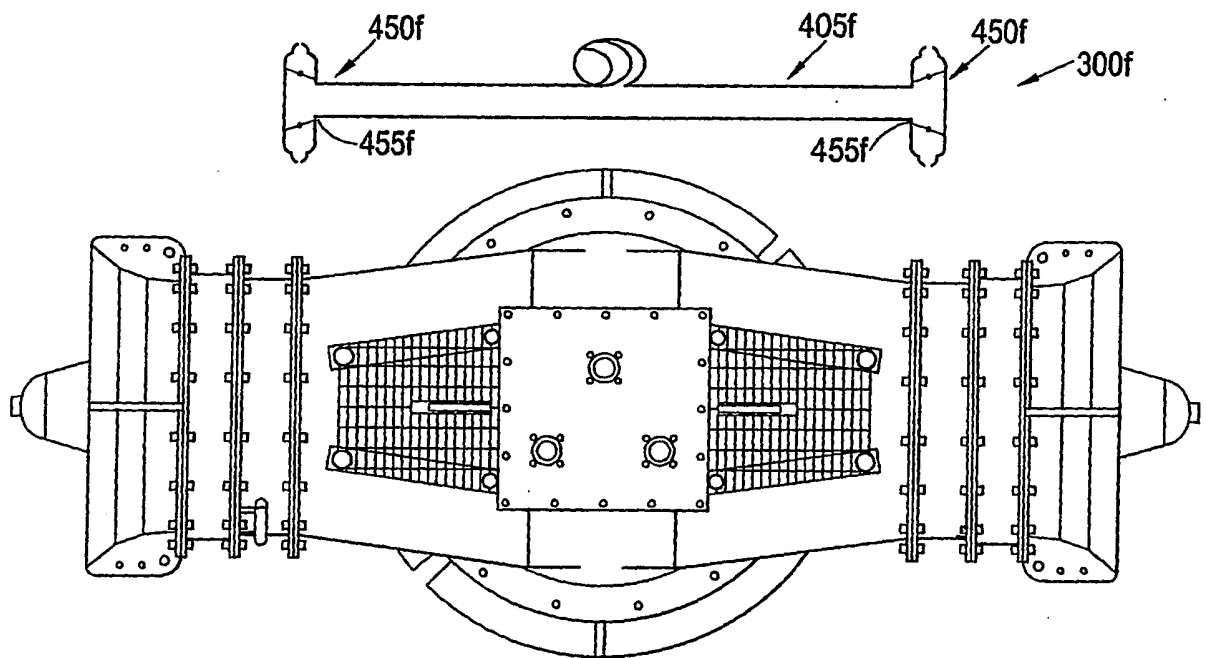


Fig. 6