



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

(21) PI 0808079-8 A2



* B R P I 0 8 0 8 0 7 9 A 2 *

(22) Data de Depósito: 29/09/2008
(43) Data da Publicação: 22/07/2014
(RPI 2272)

(51) Int.Cl.:
B63C 11/52
B63C 11/00

(54) Título: APARELHO PARA DAR APOIO À OPERAÇÃO SUBMARINA DE DISPOSITIVOS ROBÓTICOS, E MÉTODO PARA DAR APOIO À OPERAÇÃO SUBMARINA DE DISPOSITIVO ROBÓTICOS.]

(57) Resumo:

(30) Prioridade Unionista: 05/11/2007 US 11/935.212

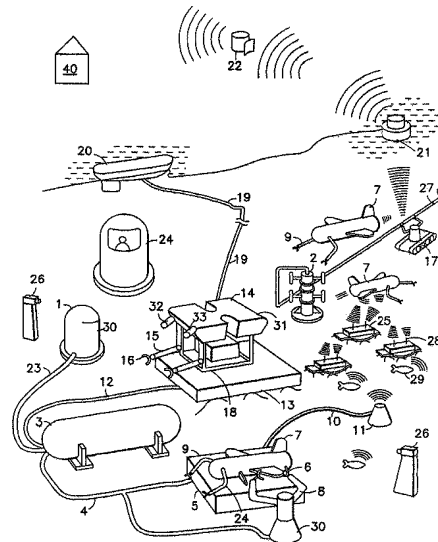
(73) Titular(es): Prad Research And Development Limited

(72) Inventor(es): Hitoshi Tashiro, Julio C. Guerrero, Pascal Panetta

(74) Procurador(es): Walter de Almeida Martins

(86) Pedido Internacional: PCT US2008078057 de 29/09/2008

(87) Publicação Internacional: WO 2009/061562de 14/05/2009



APARELHO PARA DAR APOIO À OPERAÇÃO SUBMARINA DE
DISPOSITIVOS ROBÓTICOS, E MÉTODO PARA DAR APOIO À OPERAÇÃO
SUBMARINA DE DISPOSITIVOS ROBÓTICOS

Campo da Invenção

5 Essa invenção se refere, de um modo geral, à
operação submarina autônoma e semi-autônoma de sistemas
mecânicos e dispositivos robóticos e, de modo particular, à
provisão de apoio logístico para a operação dos
dispositivos. Funções do sistema de suporte às operações
10 submarinas podem incluir a provisão de transferência de
energia e dados em apoio às tarefas relacionadas a pelo
menos uma das operações de exploração, monitoração,
manutenção, e construção.

Antecedentes da Invenção

15 A fim de recuperar recursos naturais das formações
subterrâneas submarinas, muitas vezes é necessário realizar
operações de exploração, monitoração, manutenção e
construção no leito marinho, ou abaixo desse. Em
profundidades relativamente rasas, essas tarefas podem ser
20 realizadas por mergulhadores. Porém, a maiores
profundidades, e também quando as condições forem perigosas
em profundidades rasas, as tarefas são geralmente
realizadas por dispositivos robóticos. Vários tipos de
dispositivos robóticos são conhecidos. Por exemplo, um
25 veículo operado a distância (ROV) é um dispositivo

robótico, que funciona sob o controle de um operador através de um cabo de alimentação que conecta o ROV a uma embarcação na superfície. Um dispositivo algo similar, conhecido como veículo submarino autônomo (AUV), opera de acordo com uma programação, sem ligação física com uma embarcação na superfície. ROVs híbridos, que podem operar por meios autônomos, ou através de uma ligação física com uma embarcação da superfície, são também conhecidos. Em geral, ROVs são caracterizados por um alcance relativamente limitado, por causa da ligação física com a embarcação na superfície. Porém, um ROV pode operar por tempo indefinido, porque a energia é alimentada pela embarcação na superfície. AUVs não têm seu alcance limitado por uma ligação física à superfície, mas não podem operar por tempo indefinido, porque eles tendem a esgotar suas baterias acumuladoras de forma rápida, necessitando freqüente retorno à superfície para recarga. Outra diferença é que ROVs trocam dados e comandos com a embarcação na superfície através do cabo de alimentação, enquanto que AUVs trocam dados e comandos através de comunicação sem fio. Embora ROVs, AUVs e HROVs sejam capazes de realizar tarefas, que não possam ser praticamente executadas de maneira econômica por mergulhadores, a necessidade para que uma embarcação de superfície permaneça na estação durante as operações é dispendiosa. A fim de reduzir os custos operacionais, seria desejável um sistema capaz de realizar tarefas com poucos

operadores, ou nenhum operador humano próximo à área.

Pesquisas consideráveis foram realizadas com relação aos problemas associados à recuperação de recursos submarinos. Os a seguir são alguns exemplos. A Patente

5 norte americana U.S. N° 3.643.736, intitulada "Estação de Produção Submarina", descreve a produção de depósitos submarinos através de um sistema via satélite. O sistema não é configurado para dar apoio às operações autônomas. A Patente norte americana U.S. N° 3.454.083, intitulada

10 "Sistema Transportador de Fluidos Submarinos à Prova de Falhas", descreve um sistema para produção de minerais fluidos. O sistema inclui uma rede para coleta de produtos tendo satélites de produção, onde as relações entre água e gásóleo de cada poço são periodicamente testadas, e as

15 vazões são automaticamente controladas. A Patente norte americana U.S. N° 6.808.021 B2, intitulada "Sistema de Intervenção Submarina", descreve um sistema que é usável dentro de poços submarinos, que se estendem abaixo do leito marinho, incluído uma estação que está localizada no leito

20 marinho e um veículo submarino. O veículo submarino é alojado na estação, e é adaptado para prestar apoio aos poços submarinos. A Patente norte americana U.S. N° 4.194.857, intitulada "Estação Submarina", descreve uma instalação, onde um ou mais armações verificadoras de base

25 rígida alongada são adaptadas para ser posicionadas de forma permanente sobre um leito marinho. Cada armação

verificadora da base possui um receptor para outros módulos que contêm equipamentos de maneira protegida. A Patente norte americana U.S. Nº 5.069.580, intitulada "Sistema de Instalação de Carga Útil", descreve o assentamento e
5 fixação de uma carga útil a um conjunto submarino, tal como o conjunto recuperador de hidrocarbonetos, utilizando uma embarcação de superfície e um ROV submarino.

Outras referências relacionadas às operações submarinas incluem o seguinte. A Patente U.S. Nº 4.255.068,
10 intitulada "Método e Dispositivo para Perfuração Submarina", descreve a perfuração de um poço no leito marinho, para formar uma estação de perfuração de tamanho suficiente para acomodar pessoas e equipamentos. A Patente norte americana U.S. Nº 5.425.599, intitulada "Método para
15 Reparar uma Tubulação Submersa", descreve o reparo de uma tubulação submarina danificada no leito marinho, pelo abaixamento das armações de suporte dos tubos abaixo da tubulação submarina em cada um dos lados da seção da tubulação danificada, usando-se ROVs e cortadores
20 submarinos. Também descrito é o uso de airbags ativados pelos ROVs, que seguram equipamentos e tubos durante as operações no ambiente marinho. A Patente U.S. Nº 3.964.264, intitulada "Sonda de Perfuração Submarina com Ação de Ondas", descreve a transformação da energia do movimento da
25 água no fundo do mar, e o uso dessa energia para acionar um sistema de perfuração. O sistema usa estruturas de lâminas

de turbina posicionadas e configuradas, de forma que a força das correntes da água sobre as estruturas de lâmina da turbina transmita um movimento no sentido horário para a bóia. A Patente norte americana U.S. Nº 5.372.617, 5 intitulada "Geração de Hidrogênio por Hidrólise de Hidretos para Sistemas de Energia para Células de Combustível de Veículos Submarinos", descreve a geração de energia em sistemas fechados, tais como veículos submarinos. É divulgado um gerador de hidrogênio para hidrolisar hidretos 10 substancialmente na estequiometria para fornecer hidrogênio sob demanda a uma célula de combustível. O gerador compreende um vaso vedável, pressurizável, termicamente isolado, em cujo interior é carregado um hidreto de formato granulado. Água, a maior parte dela sendo um subproduto da 15 célula de combustível, é introduzida de modo controlável no vaso para reação com o hidreto, para gerar hidrogênio. A taxa de introdução da água é determinada pela demanda de hidrogênio na célula de combustível. Um aparelho transferidor de calor é disposto junto ao vaso para 20 controlar a temperatura da reação. Um mecanismo agitador é disposto no vaso para evitar o empolamento do hidreto, distribuir a água ao hidreto não-reagido, e dispersar o calor da reação através da massa de hidreto e, assim, ao aparelho transferidor de calor. Uma saída do vaso é 25 prevista para transferência do hidrogênio gerado para a célula de combustível. A Patente norte americana U.S. Nº

6.856.036 B2, intitulada "Instalação para Captar Correntes Oceânicas", descreve a captação de energia cinética de correntes oceânicas em águas profundas utilizando uma plataforma semi-submersível e turbinas hidráulicas com funis do tipo Darrieus verticalmente orientadas. As turbinas estão localizadas abaixo do nível marinho a uma distância suficiente para impedir que elas sejam afetadas por ação de ondas. Os geradores de energia elétrica se acham localizados numa estrutura acima da água e transmitem energia elétrica para a terra utilizando cabo flexível a partir do semi-submersível até o fundo do mar, e cabo submarino indo até a superfície, onde ele é conectado na rede distribuidora de energia.

Sumário da Invenção

De acordo com uma modalidade da invenção, o aparelho para dar apoio a operações submarinas de dispositivos robóticos compreende: um módulo armazenador de energia operativo para armazenar energia, e para baixar energia armazenada sob demanda; uma interface operável para conectar temporariamente o módulo armazenador de energia com um dispositivo robótico, o dispositivo robótico recebendo energia armazenada e descarregada do módulo armazenador de energia através da interface; e um dispositivo de comunicação energizado pelo módulo armazenador de energia, o dispositivo de comunicação operável para fornecer um enlace de comunicação entre o

dispositivo robótico e uma estação de superfície, o dispositivo robótico recebendo instruções da estação de superfície e fornecendo dados para a estação de superfície através do dispositivo de comunicação. A estação de docagem
5 pode transferir dados e energia ao mesmo tempo.

De acordo com outra modalidade da invenção, um método para dar apoio às operações submarinas de dispositivos robóticos compreende: armazenagem de energia em um módulo armazenador de energia para descarga sob
10 demanda; conexão temporária do módulo armazenador de energia com um dispositivo robótico através de uma interface, e descarga de pelo menos parte da energia armazenada pelo módulo armazenador de energia para o dispositivo robótico através da interface; e uso da energia
15 do módulo armazenador de energia, para energizar um dispositivo de comunicação, fornecendo um enlace de comunicação entre o dispositivo robótico e uma estação de superfície, o dispositivo robótico recebendo instruções da estação de superfície e fornecendo dados para a estação de
20 superfície através do dispositivo de comunicação.

Uma vantagem de pelo menos uma modalidade da invenção é que o desempenho de tarefas autônomas e semi-autônomas associadas às operações de exploração, monitoração, manutenção e construção no, e abaixo do, leito
25 marinho pode ser executado sem a presença contínua de mergulhadores ou de uma embarcação de superfície nas

proximidades durante as operações. Operações marítimas são particularmente dispendiosas, devido à necessidade de dar apoio a embarcações tripuladas, isto é, navios ou sondas de superfície, situados no, ou próximo ao, local de exploração. Algumas das tarefas de apoio, para as quais as embarcações tripuladas têm sido necessárias, incluem a condução de AUVs até a superfície para recarga e troca de dados, e operação remota de ROVs e HROVs. Através da provisão de comunicação e recarga de energia num ambiente submarino, nas proximidades de uma área de atividades, a invenção reduz pelo menos a necessidade de manter embarcações tripuladas no local. Dependendo das capacitações dos veículos robóticos assistidos pelo sistema, algumas ou a maioria das tarefas podem ser completadas sem uma embarcação tripulada no local. Além disso, as operações, para as quais uma embarcação tripulada permanece no local, podem ser tornadas mais eficientes pela redução do número de viagens entre o fundo do mar e a superfície para recarga, reconfiguração e reparo. É vantajoso ter um sistema capaz de realizar tarefas no leito marinho sem a necessidade da presença contínua de uma embarcação tripulada, devido ao fato das operações submarinas independentes de hardware na superfície do mar reduzirem os custos operacionais.

Outras características e vantagens da invenção tornar-se-ão óbvias a partir da descrição detalhada a

seguir, quando tomada em conjunto com o Desenho anexo.

Breve Descrição do Desenho

A fig. 1 ilustra um sistema de suporte às operações submarinas.

5 A fig. 2 ilustra um método para realizar operações de exploração, monitoração, manutenção e construção submarinas.

Descrição Detalhada

A fig. 1 ilustra um sistema de suporte às operações
10 submarinas, operável para dar apoio ao desempenho de tarefas autônomas e semi-autônomas associadas às operações de exploração, monitoração, manutenção e construção no, e abaixo do, leito marinho. Na modalidade ilustrada, o sistema inclui um acumulador de energia (1), planta de
15 energia (3), estações de docagem (5, 13), estação de comunicação (11), bóia de comunicação (21), dispositivo de relé de comunicação de alta altitude (22), robô de manutenção (30), e vários cabos para transmissão de energia (4, 10, 12, 23). O sistema presta serviços a veículos
20 robóticos, tais como ROVs, HROVs, AUVs, e a outros equipamentos.

Uma das funções do sistema de suporte às operações submarinas é a provisão de energia para operações de exploração, monitoração, manutenção e construção. O
25 acumulador de energia (1) é operativo para armazenar

energia, de acordo com qualquer um de vários meios, incluindo, mas não limitado a, meios químicos e mecânicos armazenadores de energia. A energia armazenada pode ser descarregada de qualquer maneira desejável, incluindo, mas não limitado a, energia elétrica. A energia armazenada pode ser utilizada, sob demanda, para operar a estação de comunicação (11), e quaisquer outros equipamentos conectados ao acumulador de energia, tal como o robô de manutenção (30). A energia armazenada pode ser também usada para recarregar dispositivos robóticos, que não são conectados de modo permanente ao acumulador de energia. No exemplo ilustrado, a energia armazenada é transferida do acumulador de energia (1) ao veículo robótico (31), que pode ser um HROV, através de cabos transmissores de força (23, 12) e a estação de docagem (13). Da mesma forma, a energia armazenada é transferida ao AUV (7) através dos cabos transmissores de energia (23, 4) e da estação de docagem (5). Os HROV (31) e AUV (7) possuem meios para armazenar uma quantidade limitada de força, tais como baterias.

O componente da planta de energia (3) é operável para fornecer energia ao acumulador de energia (1) para armazenagem. A planta de energia pode gerar a energia através do combustível alimentado, ou transformar a energia do ambiente. Por exemplo, a planta de energia (3) pode incluir uma célula de combustível para gerar energia. A

planta de energia pode ainda incluir um motor de combustão interna, que usa combustível e oxigênio, e transfere os vapores de exaustão para dentro de uma mídia porosa no interior do componente, ou um motor que utiliza um
5 combustível oxigenado, tal como peróxido de hidrogênio. Uma planta de energia nuclear é outra opção para gerar energia. Várias técnicas podem ser empregadas para transformar energia do ambiente, incluindo, mas não limitado a, transformar energia cinética das correntes submarinas em
10 energia elétrica. Porém, deve ser observado que o acumulador de energia (1) pode ser também repletado através da superfície. Por exemplo, o acumulador de energia pode incluir uma bateria de grande capacidade ou tanque armazenador de combustível, configurado para ser
15 recarregado no local, ou recarregado na superfície.

Outra função do sistema de suporte às operações submarinas é a provisão do suporte de comunicação para operações de exploração, monitoração, manutenção e construção. Conforme acima citado, é dispendioso manter
20 mergulhadores e um navio de superfície nas proximidades das operações. Uma rede é fornecida para permitir que os operadores em um local remoto baseado em terra firme (40) controlem as operações na área submarina. A rede inclui um trajeto de comunicação entre a área submarina, uma estação
25 baseada em terra firme, e o navio mãe (20), incluindo quatro enlaces de comunicação bidirecional distintos. Um

primeiro enlace é estabelecido entre a estação baseada em terra firme e um dispositivo (22) operando em alta altitude, tal como um satélite de comunicação, balão aerostático ou veículo aéreo não-tripulado. Um segundo

5 enlace é estabelecido entre o dispositivo em alta altitude (22) e o módulo retransmissor de superfície (21). O módulo de superfície (21), que é ancorado no leito marinho e flutua na lâmina de água, é operativo para sinais de relé entre o dispositivo em alta altitude (22), navio mãe (20),

10 e estação de comunicação (11). A estação de comunicação (11) também se comunica com equipamentos, tais como os dispositivos robóticos no ambiente submarino. Os enlaces de comunicação através da atmosfera podem utilizar sinais eletromagnéticos, enquanto que os enlaces de comunicação

15 submarina podem utilizar sinais acústicos de baixa frequência. Os enlaces de comunicação são usados para transmitir comandos da estação baseada em terra firme e do navio mãe (20) aos dispositivos robóticos, e também para transmitir dados indicativos do estado das operações e das

20 condições ambientais dos dispositivos robóticos para a estação baseado em terra firme e o navio mãe (20).

A estação de docagem (13) facilita as funções de comunicação e transferência de energia, através do estabelecimento de ligação mecânica com um dispositivo

25 robótico. Uma interface mecânica da estação de docagem (13) inclui um componente de ancoragem (18), que prende o

veículo robótico (31) (um ROV ou HROV) numa posição segura, a fim de que conexões físicas possam ser feitas para comunicação e transferência de energia. Após o veículo robótico ser firmemente docado pela interface mecânica, a
5 estação de docagem fornece energia ao veículo robótico (se necessário), baixa dados armazenados do veículo robótico, e carrega comandos para o veículo robótico. Diagnósticos do veículo robótico podem ser também realizados, enquanto que o veículo robótico estiver preso na estação de docagem.
10 Quando a transferência de energia e de dados for concluída, a estação de docagem (13) lança o veículo robótico. A estação de docagem (5) facilita o desempenho das operações de transferência de energia e dados para veículos robóticos do tipo AUV, da mesma maneira.

15 Outra função do sistema de suporte às operações submarinas é a manutenção e reconfiguração dos dispositivos robóticos. O robô de manutenção (30) é operativo para manter e reconfigurar outros dispositivos robóticos, que são presos numa das estações de docagem (5, 13). O robô de
20 manutenção (30) é equipado com um atuador de manutenção (6) num manipulador de braço serial (8) para executar operações em outros robôs. O atuador pode ser especializado em tarefas específicas, e o robô de manutenção pode ser equipado com atuadores múltiplos, que podem ser montados e
25 utilizados sob demanda, a fim de que a funcionalidade do robô de manutenção possa ser adaptada a diferentes

necessidades. O manipulador de braço serial (8) inclui um número de partes, que definem sua amplitude de movimento. As características cinemáticas do manipulador de braço serial também definem o espaço operativo eficaz. O
5 manipulador serial pode ser reconfigurável para diferentes operações.

O equipamento assistido pelo sistema de suporte às operações submarinas realiza operações autônomas e semi-autônomas de exploração, monitoração, manutenção e
10 construção no, e abaixo do, leito marinho. No exemplo ilustrado, pelo menos um AUV (7) é previsto para tarefas, tais como equipamentos posicionadores, execução de operações em equipamentos já assentados no leito marinho, e monitoração de desempenho dos sensores e equipamentos. Por
15 exemplo, o AUV pode ser usado para instalar e manter uma válvula de segurança (BOP) ou árvore de natal (2). O AUV pode ser equipado com um manipulador de braço serial (9) para equipamento de montagem e desmontagem, e execução de outras operações manuais. O manipulador de braço serial
20 pode ser também reconfigurável para diferentes tipos de tarefas. Um ROV pode ser previsto para tarefas mais bem adequadas ao desempenho sob controle direto de um operador a bordo de um navio de superfície (20). O ROV é ligado ao navio por um cabo de alimentação (19) (algumas vezes
25 chamado de *tether*). O cabo de alimentação é um grupo de cabos, que conduz sinais elétricos nos dois sentidos entre

o navio de superfície (20) e o ROV. O ROV pode ser também alimentado com energia hidráulica através do cabo de alimentação para tarefas demandando alta potência. A maioria dos ROVs é equipada com pelo menos uma câmara de vídeo e luzes. Equipamentos adicionais podem incluir sonar, magnetômetros, câmara (33), lâmpadas de iluminação (32), um braço manipulador ou de corte, amostradores de água, e instrumentos que medem a claridade, pressão, temperatura, e outras propriedades físicas da água. O veículo robótico (31), ROV ou HROV, pode ser equipado com um braço manipulador, cujo número de partes define seu grau de liberdade de movimento. Características cinemáticas do braço do manipulador definem o espaço operativo do veículo com relação à sua posição. O manipulador serial pode ser reconfigurável para diferentes tarefas. Um atuador (16) é disposto no braço do manipulador para fornecer funcionalidade específica para completar tarefas. Em outras palavras, o atuador interage diretamente com o equipamento, enquanto que o manipulador coloca o atuador numa posição de operação adequada. Um módulo transportador (17) pode ser previsto para facilitar a manutenção e configuração dos robôs. O módulo transportador é um dispositivo modulado, móvel, no qual robôs de manutenção e configuração podem ser montados e reposicionados ao longo do leito marinho. Um alojamento submarino para operador (24) pode ser previsto para alojar operadores, a fim de que eles possam monitorar

e controlar diretamente as atividades. Pequenos tratores com lagartas para fundo do mar (25), que são robôs que usam biomimética e mecânica de fluido de película fina, a fim de rastejar no leito marinho para coletar dados com sensores, 5 podem ser também previstos. Um transmissor (28) permite que os tratores com lagartas no fundo do mar se comuniquem com a bóia de comunicação (21). Câmeras submarinas (26) podem ser previstas para ajudar a monitorar operações submarinas. Dados de vídeo podem ser transmitidos das câmeras (26) para 10 o navio de superfície (20) e estação baseada em terra firme através da rede de comunicação. Um manipulador de distribuição submarina (27) pode ser previsto para montar e posicionar equipamentos pesados sobre o leito marinho. Pequenos nadadores para fundo de mar (29), que são robôs 15 utilizando biomimética para replicar peixes, a fim de navegarem próximo ao leito marinho para coleta de dados, podem ser também previstos. Iluminação (32) pode ser prevista para ajudar a iluminar a área dentro do alcance das câmeras (33).

20 A fig. 2 ilustra etapas conduzidas pelo sistema ilustrado na fig. 1 para realizar operações sobre o, ou em torno do, leito marinho. Na etapa (300), instruções associadas a uma tarefa a ser realizada são baixadas a partir da estação baseada em terra firme ou navio de 25 superfície (20) para a estação de comunicação (11). A estação de comunicação determina quais veículos robóticos

são necessários para concluir a tarefa na etapa (302). A tarefa é então enfileirada, com base na prioridade, até que os robôs demandados sejam disponibilizados, como mostrado na etapa (304). A qualquer dado momento, os operadores na

5 estação baseada em terra firme podem não ter uma indicação da localização precisa dos AUVs. Além disso, tarefas múltiplas de diferente prioridade podem ser enfileiradas. Uma decisão é tomada, quer pela estação de comunicação, estação baseada em terra firme, ou ambas, acerca de qual

10 tarefa realizar a seguir, com base na prioridade de tarefas e veículos robóticos disponíveis. Quando um veículo robótico, p. ex., AUV (7), doca com a estação (5), o veículo é recarregado pelo acumulador de energia (1), e a estação de comunicação (11) baixa dados associados à tarefa

15 anterior através do veículo robótico para a estação baseada em terra firme, conforme mostrado na etapa (306). Testes de diagnóstico podem ser então realizados, conforme mostrado na etapa (308), para determinar se o veículo robótico necessita de reparos. Se o veículo robótico não necessitar

20 de reparos, e não tiver concluído a tarefa anterior, p. ex., porque o veículo precisava ser recarregado, o veículo robótico é relançado para prosseguir o serviço referente à tarefa anterior, como mostrado na etapa (316). Se os diagnósticos indicarem a necessidade de reparos, o veículo

25 robótico é enviado para reparos, como indicado pela etapa (310). Se o veículo robótico não necessitar de reparos, e a

tarefa anterior estiver concluída, então os comandos associados à próxima tarefa na fila são transferidos para a memória no veículo robótico, como indicado pela etapa (312). O veículo robótico é então reconfigurado para a nova

5 tarefa, se necessário, como indicado pela etapa (314). O veículo robótico recarregado, reprogramado e reconfigurado é então lançado, como indicado pela etapa (316). Quando o veículo robótico retornar para a estação de docagem, os dados acumulados pelo veículo durante a operação são

10 novamente transmitidos para a estação baseada em terra firme através da estação de comunicação (11), como indicado pela etapa (306). Instruções associadas às novas tarefas podem ser descarregadas, enquanto o veículo robótico estiver trabalhando em outras tarefas, ou docado. Assim,

15 deve ser apreciado que o fluxo de trabalho pode prosseguir, ao mesmo tempo, em circuitos múltiplos das etapas ilustradas.

Embora a invenção seja descrita através das modalidades exemplificantes acima, deverá ficar claro às

20 pessoas versadas na técnica, que modificações e variações das modalidades ilustradas podem ser feitas, sem se afastarem dos conceitos inventivos aqui divulgados. Além disso, embora as modalidades preferidas sejam descritas com relação a várias estruturas ilustrativas, as pessoas

25 versadas na técnica deverão reconhecer que o sistema pode ser incorporado, usando-se uma variedade de estruturas

específicas. Por conseguinte, a invenção não deve ser interpretada como limitada, exceto pelo escopo e espírito das reivindicações apensas.

- REIVINDICAÇÕES -

1. APARELHO PARA DAR APOIO À OPERAÇÃO SUBMARINA DE DISPOSITIVOS ROBÓTICOS, caracterizado pelo fato de compreender:

5 módulo armazenador de energia operativo para armazenar e para descarregar energia sob demanda;

 interface operável para conectar temporariamente o módulo armazenador de energia com um dispositivo robótico, o dispositivo robótico recebendo energia armazenada e descarregada do módulo armazenador de energia
10 através da interface; e

 dispositivo de comunicação energizado pelo módulo armazenador de energia, o dispositivo de comunicação operável para fornecer um enlace de comunicação entre o
15 dispositivo robótico e uma estação de superfície, o dispositivo robótico recebendo instruções da estação de superfície e fornecendo dados para a estação de superfície através do dispositivo de comunicação.

2. Aparelho, de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato da interface incluir uma estação de
20 docagem, através da qual energia e comunicação são fornecidas aos dispositivos robóticos.

3. Aparelho, de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de ainda incluir um gerador de
25 energia operativo para fornecer energia ao módulo armazenador de energia.

4. Aparelho, de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de ainda incluir um transformador de energia operável para transformar energia do ambiente submarino numa forma diferente, e para fornecer essa
5 energia transformada ao módulo armazenador de energia.

5. Aparelho, de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato do dispositivo de comunicação incluir um transceptor acústico operativo para se comunicar com um módulo de superfície, sendo operativo para se
10 comunicar com a estação de superfície através de um dispositivo de comunicação de alta altitude.

6. Aparelho, de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de ainda incluir um robô de manutenção operativo para manter o dispositivo robótico.

15 7. Aparelho, de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de ainda incluir um robô de reconfiguração operativo para reconfigurar o dispositivo robótico.

8. Aparelho, de acordo com a reivindicação 1,
20 caracterizado pelo fato de ainda incluir um módulo de transporte para mover um dispositivo robótico imóvel.

9. Aparelho, de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de ainda incluir um transceptor acústico para estabelecer comunicação submarina sem fio com
25 um dispositivo robótico.

10. MÉTODO PARA DAR APOIO À OPERAÇÃO SUBMARINA DE

DISPOSITIVOS ROBÓTICOS, caracterizado pelo fato de compreender:

armazenagem de energia em um módulo armazenador de energia para descarga sob demanda;

5 conexão temporária do módulo armazenador de energia com um dispositivo robótico através de uma interface, e descarga de pelo menos parte da energia armazenada pelo módulo armazenador de energia para o dispositivo robótico através da interface; e

10 uso da energia do módulo armazenador de energia, para energizar um dispositivo de comunicação, fornecendo um enlace de comunicação entre o dispositivo robótico e uma estação de superfície, o dispositivo robótico recebendo instruções da estação de superfície e fornecendo dados para
15 a estação de superfície através do dispositivo de comunicação.

11. Método, de acordo com a reivindicação 10, caracterizado pelo fato de ainda incluir a etapa de prender o dispositivo robótico a uma estação de docagem, através da
20 qual energia e comunicação são fornecidas ao dispositivo robótico.

12. Método, de acordo com a reivindicação 10, caracterizado pelo fato de ainda incluir a etapa de fornecer energia ao módulo armazenador de energia com um
25 gerador de energia.

13. Método, de acordo com a reivindicação 10,

caracterizado pelo fato de ainda incluir as etapas de utilizar um transformador de energia para transformar energia do ambiente submarino numa forma diferente, e para fornecer essa energia transformada ao módulo armazenador de energia.

14. Método, de acordo com a reivindicação 10, caracterizado pelo fato de ainda incluir a etapa de utilizar um transceptor acústico operativo para se comunicar com um módulo de superfície, o módulo de superfície sendo operativo para se comunicar com a estação de superfície através de um dispositivo de comunicação de alta altitude.

15. Método, de acordo com a reivindicação 10, caracterizado pelo fato de ainda incluir a etapa de dirigir um robô de manutenção para dar manutenção ao dispositivo robótico.

16. Método, de acordo com a reivindicação 10, caracterizado pelo fato de ainda incluir a etapa de dirigir um robô de reconfiguração para reconfigurar o dispositivo robótico.

17. Método, de acordo com a reivindicação 10, caracterizado pelo fato de ainda incluir a etapa de mover um dispositivo robótico imóvel com um módulo de transporte.

18. Método, de acordo com a reivindicação 10, caracterizado pelo fato de ainda incluir a etapa de usar comunicação sem fio para comunicação com um dispositivo

robótico.

19. Método, de acordo com a reivindicação 18, caracterizado pelo fato de um transceptor acústico ser utilizado para estabelecer comunicação submarina sem fio com o dispositivo robótico.

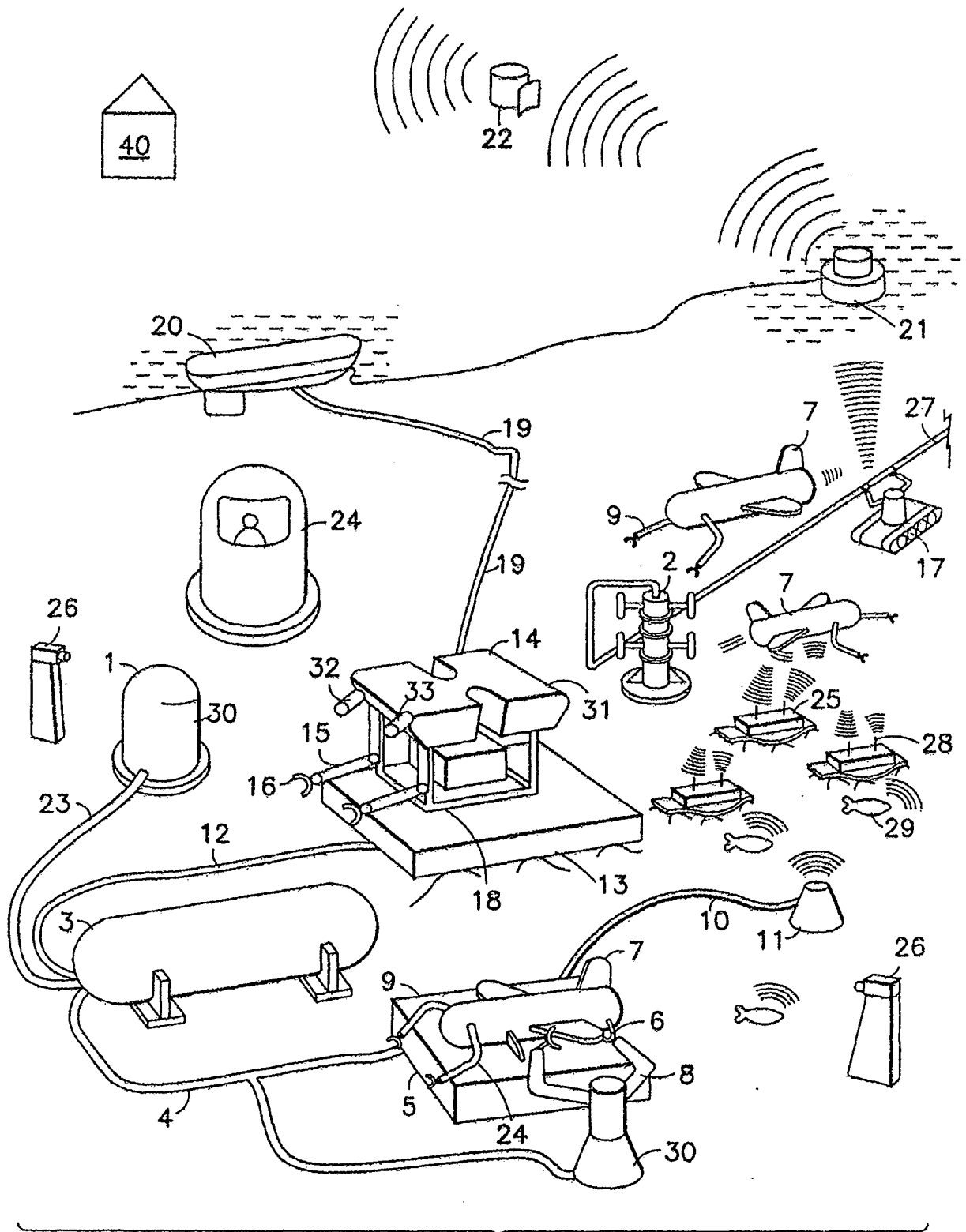


FIG. 1

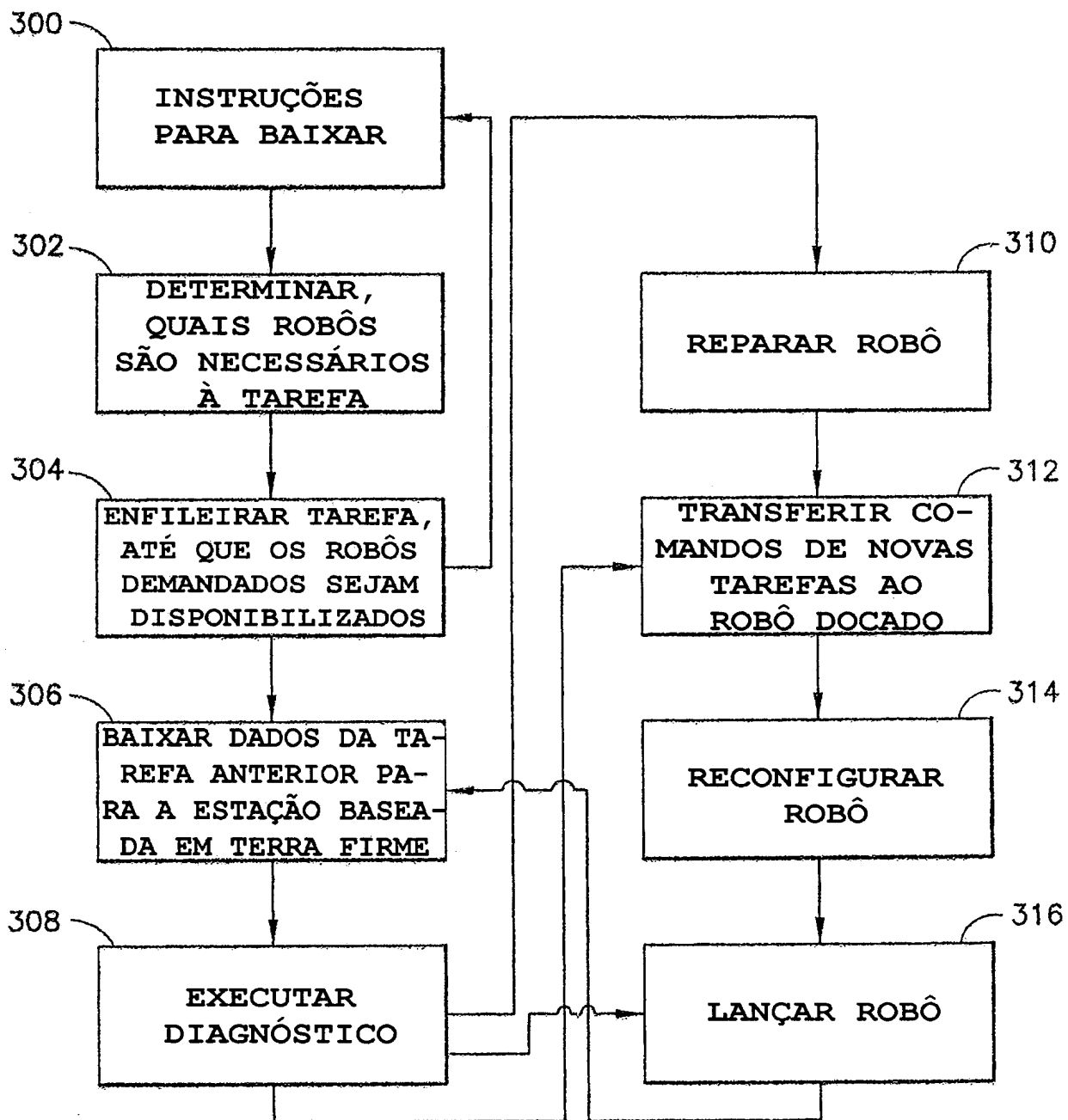


FIG.2

- RESUMO -

APARELHO PARA DAR APOIO À OPERAÇÃO SUBMARINA DE
DISPOSITIVOS ROBÓTICOS, E MÉTODO PARA DAR APOIO À OPERAÇÃO
SUBMARINA DE DISPOSITIVOS ROBÓTICOS

5 Um sistema de suporte às operações submarinas
facilita as operações submarinas de exploração,
monitoração, manutenção e construção associadas ao
desenvolvimento de recursos naturais. O sistema de suporte
às operações pode incluir subsistemas acumuladores de
10 energia, subsistemas de comunicação, estações de docagem,
robôs de reparos e manutenção, alojamentos para
mergulhadores, e subsistemas de vídeo. O equipamento
assistido inclui ROVs, HROVs, AUVs, e outros robôs móveis
autônomos e semi-autônomos, que movem materiais, executam
15 tarefas manuais, e analisam o meio ambiente. A eficiência
operacional é melhorada por veículos de recarga, reparo e
reconfiguração, e por transferência de dados e comandos
entre veículos e uma estação de controle, sem mover o
veículo para e a partir da superfície, e sem a necessidade
20 da permanência de uma embarcação de superfície na área
durante as operações.