



INPI
INSTITUTO
NACIONAL
DA PROPRIEDADE
INDUSTRIAL
Assinado
Digitalmente

REPÚBLICA FEDERATIVA DO BRASIL
MINISTÉRIO DA INDÚSTRIA, COMÉRCIO EXTERIOR E SERVIÇOS
INSTITUTO NACIONAL DA PROPRIEDADE INDUSTRIAL

CARTA PATENTE Nº PI 0823090-0

O INSTITUTO NACIONAL DA PROPRIEDADE INDUSTRIAL concede a presente PATENTE DE INVENÇÃO, que outorga ao seu titular a propriedade da invenção caracterizada neste título, em todo o território nacional, garantindo os direitos dela decorrentes, previstos na legislação em vigor.

(21) Número do Depósito: PI 0823090-0

(22) Data do Depósito: 14/11/2008

(43) Data da Publicação do Pedido: 01/04/2010

(51) Classificação Internacional: E02F 3/88; E02F 5/00; E21B 7/12; E21C 45/00.

(30) Prioridade Unionista: US 12/236,023 de 23/09/2008.

(54) Título: MÉTODO PARA MINERAÇÃO EM ÁGUAS PROFUNDAS EM UM LEITO DE MAR, E, SISTEMA DE MINERAÇÃO EM ÁGUAS PROFUNDAS EM UM LEITO DE MAR

(73) Titular: TECHNIP FRANCE, Sociedade Francesa. Endereço: 6-8 Allee De L'Arche, Faubourg De L'Arche, Zac Danton, 92400 Courbevoie, FRANÇA(FR); NAUTILUS MINERALS PACIFIC PTY LTD. Endereço: Level 7, 303 Coronation Drive, Milton QLD 4073, AUSTRÁLIA(AU)

(72) Inventor: CHENTEH ALLAN YU; ROBERT SCHOENBERG.

Prazo de Validade: 10 (dez) anos contados a partir de 21/11/2018, observadas as condições legais

Expedida em: 21/11/2018

Assinado digitalmente por:

Alexandre Gomes Ciano

Diretor Substituto de Patentes, Programas de Computador e Topografias de Circuitos Integrados

"MÉTODO PARA MINERAÇÃO EM ÁGUAS PROFUNDAS EM UM LEITO DE MAR, E, SISTEMA DE MINERAÇÃO EM ÁGUAS PROFUNDAS EM UM LEITO DE MAR"

Campo da Invenção

[0001] As invenções descritas e ensinadas aqui se referem em geral à mineração em águas profundas e a um sistema de içamento para mineração e produção de sólidos incluindo depósitos maciços de sulfeto no leito do mar (SMS).

Descrição da Técnica Relacionada

[0002] Depósitos maciços de sulfeto no leito do mar, ou depósitos de SMS, são os equivalentes modernos dos antigos depósitos de minério de sulfeto maciços de origem vulcânica ou depósitos de VMS. Os depósitos de SMS estão atualmente se formando no fundo do oceano em torno de arcos vulcânicos submarinos, onde passagens hidrotérmicas exalam fluidos mineralizantes ricos em sulfeto para o oceano. Os depósitos de SMS são extensivos lateralmente e compreendem uma elevação de ventilação central em torno da área por onde sai a circulação hidrotérmica, com uma ampla cobertura de lodo ou escoamento de sulfeto não consolidado que se precipita no leito do mar. Uma descoberta recente mostra que campos de SMS têm um tamanho típico de cerca de 500 metros de largura por 1000 metros de comprimento por cerca de 10 a 20 metros de profundidade em um leito de mar com terreno bastante acidentado. A profundidade da água também varia de 1.500 a 2.500 metros.

[0003] Uma extração econômica de depósitos de SMS está em grande parte no estágio teórico, a maior complicação sendo as extremas profundidades da água em que esses depósitos estão se formando. Assim, permanece uma necessidade de um tubo ascendente para mineração em águas profundas e um sistema de içamento para mineração e produção de sólidos, tais como depósitos de sulfeto maciços no leito (SMS) do mar.

[0004] As invenções descritas e ensinadas aqui são dirigidas a sistemas e métodos aperfeiçoados para um sistema de coluna de ascensão e içamento em mineração em águas profundas para a mineração e produção de sólidos incluindo depósitos maciços de sulfeto (SMS) no leito do mar.

Breve Sumário da Invenção

[0005] As requerentes criaram um método e um sistema para mineração em águas profundas compreendendo minerar depósitos de SMS a partir do leito do mar com um minerador submarino, bombear os sólidos a partir do minerador submarino através de um cabo de ligação, e bombear os sólidos para cima a partir do cabo de ligação por um tubo ascendente até uma embarcação que se encontra na superfície. Além disso, as requerentes criaram um método de organizar um sistema para mineração em águas profundas, que compreende empilhar uma estrutura de boça de coluna de ascensão no topo de um módulo de bomba submarina formando uma unidade; recolher a unidade por um mecanismo de suspensão, suspender a unidade em um poço, fixar uma primeira junta de coluna de ascensão; desconectar a estrutura de boça do tubo ascendente da unidade; e prender pelo menos uma segunda junta de coluna de ascensão para formar o tubo ascendente.

Breve Descrição das Diversas Vistas Dos Desenhos

[0006] A Figura 1 ilustra uma modalidade particular de um sistema de coluna de ascensão e içamento para mineração em águas profundas utilizando certos aspectos das presentes invenções.

[0007] A Figura 2 ilustra uma modalidade particular de conexão no fundo de válvula de descarga utilizando certos aspectos das presentes invenções.

[0008] A Figura 3 ilustra uma modalidade particular de uma terminação de extremidade superior de um sistema de coluna de ascensão e içamento para mineração em águas profundas utilizando certos aspectos das presentes invenções.

[0009] A Figura 4 ilustra uma modalidade particular de uma instalação de um cabo de ligação na válvula de descarga utilizando certos aspectos das presentes invenções.

[00010] A Figura 5 ilustra uma modalidade particular de uma instalação de bombas submarinas em uma válvula de descarga utilizando certos aspectos das presentes invenções.

[00011] A Figura 6 ilustra uma modalidade particular de uma junta de coluna de ascensão para amarração no módulo da bomba utilizando certos aspectos das presentes invenções.

[00012] A Figura 7 ilustra uma modalidade particular da organização do sistema de coluna de ascensão e içamento para mineração em águas profundas utilizando certos aspectos das presentes invenções.

[00013] A Figura 8 ilustra uma modalidade particular da organização do sistema de coluna de ascensão e içamento para mineração em águas profundas utilizando certos aspectos das presentes invenções.

[00014] A Figura 9 ilustra uma modalidade particular da organização do sistema de coluna de ascensão e içamento para mineração em águas profundas utilizando certos aspectos das presentes invenções.

Descrição Detalhada

[00015] As Figuras descritas acima e a descrição por escrito de estruturas e funções específicas a seguir não são apresentadas para limitar o escopo da invenção das Requerentes ou o escopo das reivindicações anexas. Ao contrário, as Figuras e a descrição por escrito são proporcionadas para ensinar a qualquer pessoa versada na técnica como fazer e utilizar as invenções para as quais se busca a proteção patentária. Os versados na técnica irão apreciar que nem todas as características de uma modalidade comercial das invenções são descritas ou ilustradas, para que se preserve a clareza e a compreensão. Os versados nesta técnica observarão que o desenvolvimento de uma modalidade comercial efetiva incorporando aspectos das presentes

invenções vai requerer diversas decisões específicas relativas à implementação para atingir o objetivo final do inventor quanto à modalidade comercial. Tais decisões específicas relativas à implementação podem incluir cumprimento com restrições ligadas ao sistema, ligadas à comercialização, ligadas ao governo e outras, e provavelmente não apenas essas, as restrições podendo variar de tempos em tempos de acordo com a implementação e localização específicas. Embora os esforços dos inventores possam ser complexos e gastem muito tempo em um sentido absoluto, esses esforços são, entretanto, uma incumbência rotineira para os versados nessa técnica que se beneficiarem da descrição. Deve ser entendido que as invenções descritas e ensinadas aqui são suscetíveis a numerosas e diversas modificações e formas alternativas. Finalmente, o uso de um termo singular, tal como, mas não apenas, "um(a)" não se destina a limitar o número de itens. Além disso, o uso de termos afins, tais como, mas não apenas, "topo", "fundo", "esquerdo(a)", "direito(a)", "superior(a)", "inferior", "em baixo", "em cima", "de lado", e semelhantes são usados na descrição por escrito com a finalidade de esclarecimento em referência específica às Figuras e não se destinam a limitar o escopo da invenção ou reivindicações anexas.

[00016] As Requerentes criaram um método e um sistema para mineração em águas profundas compreendendo a mineração de depósitos de SMS no leito do mar com um minerador submarino, o bombeamento os sólidos do minerador através de um cabo de ligação e o bombeamento dos sólidos a partir do cabo de ligação por um tubo ascendente até uma embarcação na superfície. Além disso, as requerentes criaram um método de organizar um sistema de mineração para águas profundas, compreendendo empilhar uma estrutura de boça de coluna de ascensão no topo de um módulo de bomba submarina formando uma unidade; recolher a unidade por um mecanismo de suspensão, suspender a unidade em um poço, fixar uma primeira junta de coluna de ascensão; desconectar a estrutura de boça do tubo

ascendente da unidade; e prender pelo menos uma segunda junta de coluna de ascensão para formar o tubo ascendente.

[00017] A Figura 1 é uma ilustração de um sistema para mineração e produção de sólidos, incluindo SMS, através de uma bomba ou bombas submarinas suspensas dinamicamente no fundo de um tubo ascendente vertical que se estende até a embarcação da superfície utilizando um sistema de água servida de circuito fechado de superfície ambientalmente seguro para energizar a bomba submarina. O minerador submarino 105 pode ser usado para minerar os sólidos, incluindo SMS, a partir do leito do mar. Uma descoberta recente mostrou que os campos de SMS têm um tamanho típico de cerca de 500 metros de largura por 1000 metros de comprimento por cerca de 10 a 20 metros de profundidade em um terreno de leito do mar muito acidentado. A profundidade da água também varia de 1.500 metros a 2.500 metros. O minerador submarino 105 pode operar no terreno acidentado com inclinações de até 25 graus. Portanto, o minerador submarino 105 de maneira ideal seria projetado para operar sob essas condições de fundo do mar com leito acidentado. O minerador submarino 105 poderia ser projetado para minerar os SMS desempenhando uma combinação qualquer das seguintes etapas, que incluem, mas não se limitam a (1) escavar os SMS a partir dos campos localizados na superfície do leito do mar, (2) quebrar os SMS em tamanhos de pedaços grossos utilizando um cortador montado no escavador, e (3) impelir os SMS para um triturador para triturar os SMS até tamanhos operáveis para garantir que os SMS passem através do cabo de ligação 115. Muitas variações e modalidades podem ser previstas para o minerador submarino 105.

[00018] O cabo de ligação 115 também pode ser chamado de tubo de transporte horizontal ou tubo de transporte de coluna de ascensão. O cabo de ligação pode ser configurado em forma de "S" e estar posicionado em uma direção horizontal para desacoplar o movimento da bomba e o movimento da

embarcação do minerador submarino 105. Quando o cabo de ligação está configurado em forma de "S", ele permite alguma folga entre o minerador submarino 105 e a unidade de válvula de descarga 120 de modo que, quando os dois dispositivos se movem, o minerador submarino 105 não seja deslocado, virado ou perturbado devido a uma tensão no cabo de ligação 115. A força exercida pela bomba submarina 190 no minerador submarino 105 também pode ser minimizada. Sem um desacoplamento do movimento, a força de tração exercida no minerador submarino 105 em conjunto com um ângulo de campo alto pode derrubar o minerador submarino 105.

[00019] A outra função do cabo de ligação 115 em forma de "S" é proporcionar uma inclinação suave e um raio grande para diminuir a força centrífuga dos sólidos que passam através do cabo de ligação 115. Um raio grande pode diminuir a força centrífuga e o desgaste. O raio grande do cabo de ligação pode proporcionar o fluxo da mistura do produto ficar afastado a partir do mecanismo de impacto de desgastes de partícula e para o interior do mecanismo de desgaste por deslizamento. Os dois parâmetros chave do desgaste por deslizamento são a velocidade de fluxo V e o raio R . O cabo de ligação 115 pode ser girado ao longo do seu eixo geométrico para chegar até a unidade de válvula de descarga 120 e ao minerador submarino 105. Fazendo assim, o lado curvado para cima na seção marcada com bóias 110 é girado de campo a campo, o que pode aumentar a vida útil em campo do cabo de ligação. Para acompanhar o giro, marcações especiais podem ser usadas para registrar o lado curvo do cabo de ligação 115 para aumentar a vida útil. Por exemplo, para um cabo de ligação com 200 metros de comprimento, a distância horizontal nominal entre a válvula de descarga e o escavador submarino se encontra entre 125 metros $\pm$ 25 metros. As diferenças de elevação entre a válvula de descarga e a escavadeira podem ser de até $\pm$ 25 metros. Para mudanças na elevação total em um campo com 180 metros, o comprimento do tubo de ascensão 130 pode ter de ser mudado apenas por

algumas poucas vezes.

[00020] O minerador submarino 105 pode manter seu perfil horizontal e forma de "S" utilizando uma variedade de aparelhos e técnicas. Primeiramente, dispositivos resilientes, tais como boias (coletivamente 110) podem ser usados para fazer flutuar o cabo de ligação 115 no lugar ideal. Em segundo lugar, a distância apropriada entre o minerador submarino 105 e a unidade de válvula de descarga 120 pode ser mantida, utilizando-se um sistema para controlar a posição da embarcação de superfície 195, tal como um navio de posicionamento dinâmico, uma embarcação em forma de navio, ou uma barça para águas profundas. A fim de maximizar o tempo de produção e manter a forma horizontal em "S" do cabo de ligação 115, um rastreamento de embarcação de posição dinâmica pode ser usado para rastrear o minerador submarino 105. Para fazer isso, transponders podem ser montados no minerador submarino 105 bem como na unidade de válvula de descarga 120. A posição e elevação do minerador submarino 105 e da válvula de descarga podem ser alimentadas para um computador a bordo de uma embarcação de superfície 195, tal como uma embarcação de posicionamento dinâmico, para computar a distância horizontal e vertical entre o minerador submarino 105 e a unidade de válvula de descarga 120. Uma janela operacional das distâncias horizontal e vertical é fornecida. Uma vez que aquelas distâncias estejam fora da janela operacional proporcionada, ou a localização nominal da embarcação de superfície 195 (e, como um resultado da unidade de válvula de descarga 120) ou o comprimento do tubo ascendente 130 podem precisar de ajuste. Por exemplo, para um cabo de ligação 115 com comprimento de 200 metros, a distância horizontal entre a unidade de válvula de descarga 120 e o minerador submarino 105 seria mantida de forma ideal a 125 metros +/- 25 metros e a elevação seria mantida a 30 metros +/- 25 metros. Deve ser notado que, devido à conexão, a unidade de válvula de descarga 120 pode se mover com a embarcação de superfície 195. A distância horizontal

entre a embarcação de superfície 195 (e como resultado a unidade de válvula de descarga 120) e o minerador submarino 105 pode ser mantida movendo-se a embarcação de superfície 195. Entretanto, se a diferença na elevação estiver fora dos +/- 25 metros operacionais, as juntas de conjuntos de tubos curtos podem ter de ser acrescentadas ou removidas do tubo ascendente para alongar o tubo ascendente 130 para compensar as diferenças em elevação.

[00021] Em sua modalidade exemplificativa, o diâmetro interno do cabo de ligação 115 pode ser dimensionado propositadamente menor que o tubo vertical para aumentar a velocidade de fluxo para evitar o depósito de sólidos dentro do tubo de transporte horizontal. O termo "acoplado", "acoplamento" e termos semelhantes usados aqui em relação à invenção descrita incluem qualquer método ou dispositivos para prender, ligar, firmar, anexar, engatar, unir, inserir, ou formar, com outros membros associados na forma de um componente integrado ou não. Após os sólidos terem sido minerados pelo minerador submarino 105, o qual está acoplado ao cabo de ligação 115, o sólido pode ser transportado através de um cabo de ligação 115.

[00022] Os sólidos podem ser então transportados através da unidade de válvula de descarga 120, para cima através do tubo principal 125 do tubo ascendente até a embarcação de superfície 195. A(s) bomba(s) submarina(s) pode(m) ser configurada(s) em dois sub-módulos, sendo um sub-módulo suficiente para produção parcial. Uma das linhas de injeção de água 135 está direcionada para energizar um sub-módulo de bomba para duplicação. A(s) bomba(s) submarina(s) 190 dentro da unidade de válvula de descarga 120 podem estar penduradas passivamente no fundo do tubo ascendente 130.

[00023] Tensões apropriadas podem ser importantes para quaisquer sistemas de coluna de ascensão vertical, inclusive o tubo ascendente 130, especialmente nessa profundidade da água, a fim de manter a forma dos tubos ascendentes, para evitar choque com o equipamento adjacente, e para reduzir

as intensidades de tensão cíclica ao longo do tubo ascendente 130. Colocando-se a(s) bomba(s) submarina(s) 190 no fundo do tubo ascendente 130, toda o tubo ascendente 130 pode receber a tensão de coluna de ascensão necessária devido ao peso da(s) bomba(s) submarina(s) 190. Na modalidade preferida, o fator ideal de tensão pode ser maior do que 1.2. O fator de tensão é definido como a relação entre a tensão da extremidade superior e o peso submerso da coluna de tubos ascendentes. Por exemplo, se os módulos de bomba pesam de 100 a 150 toneladas quando colocados no fundo e o diâmetro externo da coluna é de 330,2 a 355,6 mm (treze a quatorze polegadas) com uma parede de 12,7 mm (meia polegada) a 19,05 mm (três quartos de polegada), um fator de tensão 1.2 pode ser alcançado.

[00024] Os sistemas descritos aqui podem ser projetados de forma ideal para ter a força e eficiência de bombeamento para levantar os sólidos especialmente os SMS, do leito do mar até a superfície. Além disso, o tubo ascendente vertical, ou simplesmente o tubo ascendente 130, pode ser projetada com a tensão apropriada como discutido acima, para suportar a vibração induzida pelo fluxo, a corrente e o desgaste induzido pelo movimento da embarcação. Ao chegar à extremidade superior do tubo ascendente 130, os sólidos, tais como os SMS, podem ser desaguados. A água servida resultante do desaguamento pode ser bombeada para fora na superfície ou, de preferência, bombeada para dentro das linhas de injeção de água 135A e 135B (coletivamente 135), as quais podem ser conectadas no tubo principal 125 do tubo ascendente (ambos contidas no tubo ascendente 130) até a câmara de compressão dos módulos de bomba 190. A água servida pode ser usada para energizar a câmara de compressão da(s) bomba(s) 190 para erguer os sólidos até a embarcação de superfície 195. A água servida pode então ser descarregada em um difusor para reduzir a velocidade e a pressão da água servida antes da descarga para o leito do mar. Para evitar a carga lateral e a formação de pluma criada pelo descarte da água servida, um

difusor submarino será criado na extremidade da linha de descarga para descarregar água servida horizontalmente com a força de descarga equilibrada na direção horizontal. Essa disposição das linhas de injeção 135 de água servida e de água forma um circuito fechado de superfície para descarte de água servida. Nessa modalidade, a água servida é utilizada para energizar a(s) bomba(s) submarina(s) 190 e a seguir descarregada para o mar no nível do leito do mar. Como um resultado, ou todos os sólidos minerados do leito do mar são capturados na embarcação na superfície em forma de produto sólido ou como o resíduo da água servida que é descarregado de volta para o leito do mar. O processo de ciclos para a água servida pode ocorrer em cerca de quinze minutos. Esse tipo de disposição pode formar um sistema de água servida de circuito fechado de superfície. A descarga da água servida próxima do leito do mar em contraste com próxima do nível do mar é melhor para o meio ambiente e permite que a água servida energize as bombas submarinas 190. Além disso, essa modalidade descarrega a água servida próximo do leito do mar sem outros tubos ascendentes porque a água servida se movimenta para baixo no único tubo ascendente 130 dessa modalidade.

[00025] Pode haver situações em que a unidade de válvula de descarga pode ter de ser desconectada do tubo ascendente 130 e por isso também a embarcação de superfície 195. Por exemplo, no caso de falha no sistema dinâmico, a extremidade superior da unidade de válvula de descarga 120 é equipada com (1) um veículo submarino operado à distância (ROV) ou (2) um conector hidráulico operado por acumulador de bomba que pode ser desconectado para evitar que o cabo de ligação 115 seja esticado demais ou que o minerador submarino 105 seja desalojado. O ROV pode ser mantido em modo de espera para executar o procedimento de desconexão, para desconectar a unidade de válvula de descarga 120, o ROV pode agarrar a barra de alça do cabo de ligação do painel de controle nas bombas submarinas 190. A sequência de válvulas na embarcação pode ser preparada para uma

desconexão de emergência. O ROV pode então desconectar o conector hidráulico entre a unidade de válvula de descarga 120 e o tubo ascendente 130. Se um ROV não está disponível ou não é desejável, outra opção pode ser conectar os circuitos hidráulicos do conector hidráulico ao painel de controle das bombas submarinas 190. Um cabo umbilical para enviar os sinais hidráulicos ou elétricos a partir do painel de controle da bomba pode ser instalado na sala de controle da embarcação de superfície 195. Uma vez desconectada, a unidade de válvula de descarga 120, juntamente com o cabo de ligação horizontal 115, pode cair no leito do mar. Um procedimento de recuperação pode ser efetuado para recuperar a unidade de válvula de descarga 120 e o cabo de ligação horizontal 115.

[00026] Há pelo menos dois tipos de mecanismo de desgaste para o transporte de lama: (1) o desgaste por deslizamento e (2) o desgaste por impacto de partícula. A seção vertical do tubo ascendente principal é suscetível principalmente ao desgaste por fluxo com exceção da saída de bomba na saída de canto na extremidade de fundo e extremidade superior para a configuração de coluna de ascensão vertical mostrada na Figura 1.0. Essas áreas não retas sofrerão fluxo com turbulência e contracorrente em torno das discontinuidades, o que pode causar desgaste e efeito de atrito. Para a seção de coluna de ascensão vertical, o material com alta resistência e ao mesmo tempo maleável pode ser selecionado com uma tolerância de desgaste de 3,175 mm (um oitavo de polegada) para a espessura de parede, para suportar o desgaste potencial. A combinação dos dados não conhecidos de distribuição de tamanho de partícula, dureza, valores de PH e concentração volumétrica no fluido apontaram todos para o teste de programa post facto para quantificar o coeficiente de desgaste para os projetos futuros. Um exame periódico in situ ultrassônico do diâmetro externo da espessura da parede em áreas estratégicas do tubo ascendente vertical pode proporcionar uma maneira de assegurar que uma espessura de parede suficiente permaneça para o período de produção

restante. Para a saída de bomba onde o fluxo de turbulência pode prevalecer, uma tolerância de desgaste de 12,7 mm (meia polegada) pode ser implementada juntamente com as peças forjadas com alto teor de cromo. O diâmetro externo do sistema de coluna de ascensão também pode ser revestido com alumínio pulverizado termicamente com anodos colocados nos módulos de bomba e próximos do poço. A continuidade elétrica ao longo de todo o tubo ascendente pode ser acrescentada para afetar o sistema de proteção contra corrosão. A interação do desgaste com a corrosão pode ser minimizada com os sistemas e métodos descritos acima.

[00027] A Figura 2 é uma ilustração do fundo da bomba sendo suspenso acima do leito do mar, de preferência a uma altura de cerca de trinta metros. Essa distância é ideal para assegurar que o fundo da(s) bomba(s) submarina(s) 190 não entre em contato com o leito do mar durante a operação de produção. Uma unidade de válvula de descarga 120 na proximidade das bombas pode ser desejável quando os sólidos no tubo ascendente 130 caírem e se acumularem no fundo do tubo ascendente 130, como acontece quando o fluxo de água é interrompido ou quando a ação de bombeamento é interrompida. Para remover os sólidos caídos, a unidade de válvula de descarga 120 pode ser aberta para permitir que os sólidos acumulados sejam expelidos e a produção reiniciada. A unidade de válvula de descarga 120 pode ser aberta e fechada seja abrindo uma válvula operada manualmente com o ROV ou uma operação ajudada por acumulador a partir da(s) bomba(s) 190. Uma passagem e calha totalmente vazada podem ser necessárias para expelir rapidamente os sólidos e direcionar os sólidos para longe do topo da(s) bomba(s) submarinas 190. O ROV pode ser usado para assegurar que os sólidos não obstruam o tubo ascendente 130 e fechem a unidade de válvula de descarga 120 e retomar a produção.

[00028] A Figura 3 é uma ilustração das linhas de injeção de água 135 de circuito fechado com superfície dupla 135 para um descarte

ambientalmente seguro da água servida e a duplicação do sistema de içamento. A figura mostra a terminação da extremidade superior do sistema de coluna de ascensão onde um carretel de terminação superior ou junta flexível 170 é sustentada em um receptáculo de suporte o qual por sua vez é suportado por uma estrutura 145 de viga em cruzeta. Também são mostradas na Figura 30, as linhas duplas de injeção de água 135A e 135B (coletivamente 135) do sistema de desaguamento até o topo do tubo ascendente 130. Os sólidos produzidos e a mistura de água podem ser descarregados no interior do funil de desaguamento através do carretel 165 de produção de superfície. A água servida pode ser filtrada e bombeada para o interior das linhas de injeção de água 135 pelo filtro 150. As linhas de injeção de água 135 podem ser enfeixadas ao tubo 125 do tubo ascendente principal.

[00029] As Figuras 4 a 6 são ilustrações de uma modalidade exemplificativa de um sistema de sonda e guindagem para distribuir e recuperar o sistema de coluna de ascensão e içamento. As Figuras 4 a 6 ilustram a sequência de instalação de um sistema de coluna de ascensão e içamento exemplar. A unidade de válvula de descarga pode ser a primeira unidade a ser apresentada no poço 400 e sobre a viga em cruzeta 145. O poço pode ser projetado para ser uma abertura grande o bastante para permitir a passagem da(s) bomba(s) submarina(s) 190. O cabo de ligação 115 pode ser armazenado no carretel. Uma linha mensageira pode ser instalada e conectada a partir do poço até o cabeçote de tração do cabo de ligação horizontal. Com a ajuda de um ROV, o cabo de ligação 115 pode ser apresentado ao poço verticalmente como mostrado na Figura 4. A extremidade superior do cabo de ligação 115 está conectada à entrada lateral da unidade de válvula de descarga 120. Devido à carga excêntrica, a cruzeta 145 pode ser designada para suportar e manter a unidade de válvula de descarga 120 e a unidade de cabo de ligação 115 em posição vertical para conexão à(s) bomba(s) submarina(s) 190. Por motivos de segurança, uma unidade de conector hidráulico pode ser

montada abaixo do fundo das bombas submarinas 190, sendo o encanamento hidráulico dirigido para a interface de controle de bomba. Como mostrado na Figura 5, os dois receptáculos de linha de injeção de água podem ser montados próximos do conector hidráulico macho. O conector hidráulico pode ser assentado no conector hidráulico macho com o estabilizador da linha de injeções de água no receptáculo ao mesmo tempo. As vedações do tipo anel em "o" podem ser usadas para vedar as linhas de injeção de água contra os seus receptáculos. Um estabilizador quente fictício ROV pode ser necessário para acionar a função de travamento hidráulico após o conector hidráulico estar devidamente assentado no topo da válvula de descarga. Uma haste indicadora no conector hidráulico pode mostrar a constituição adequada do conector hidráulico. A bomba submarina 190 pode então ser recolhida pela broca 180. Como é mostrado na Figura 6, a viga em cruzeta 145 pode abrir para permitir que a bomba passe através, e a seguir fechar para suportar a(s) bomba(s) submarina(s) 190 na junta de transição. A primeira junta de coluna de ascensão pode ser apresentada ao poço 140 e a seguir conectada ao topo da bomba. O mesmo procedimento é usado para dirigir toda a coluna de tubo ascendente.

[00030] As Figuras 79 são ilustrações de modalidades particulares do posicionamento do sistema de coluna de ascensão e içamento para mineração em águas profundas utilizando certos aspectos das presentes invenções. A Figura 7 ilustra a estrutura de boça 705 do tubo ascendente, que pode ser uma soldadura, que se encaixa na borda no topo do poço e suporta o tubo ascendente durante as operações de instalação e mineração. A estrutura de boça do tubo ascendente (RHS) com uma cruzeta de coluna de ascensão suspensa pode ser empilhada no topo da(s) bomba(s) submarina(s) 190. A unidade 720 combinada pode então ser recolhida pelo gancho 700 de sonda como uma unidade combinada. A Figura 8 ilustra como a unidade combinada 720 pode ser abaixada e suspensa no poço 140. Uma "saliência" no topo do

poço pode ser incluída para acomodar e sustentar a estrutura de boça de coluna de ascensão 705. Como ilustrado na Figura 9, quando o gancho recolhe o peso da(s) bomba(s) submarina(s) 190 com a primeira junta de coluna de ascensão do tubo ascendente 130, a estrutura de boça 705 do tubo ascendente é desconectada da(s) bomba(s) submarina(s) 190 e o restante do tubo ascendente 130 recolhido e instalado.

[00031] Além disso, uma torre de perfuração 185 pode ser centralizada acima do poço. O tubo do tubo ascendente pode ser enviado para a torre de perfuração para instalação a partir das passarelas. As passarelas em cada um dos lados da torre de perfuração podem ter, cada uma delas, uma ferramenta para operação da passarela do tubo ascendente, a qual pode aceitar o tubo enviado pelos guindastes com gruas e enviá-lo para o centro do tubo de perfuração. Pode haver uma empilhadeira 715A e 715B (coletivamente 715) antes e depois da torre de perfuração. Uma empilhadeira de tubos pode ter condutores sustentados acima dela. É preferido que esses condutores saiam do caminho (distribuídos debaixo d'água ou deslocados) antes que esse tubo seja posicionado. As bombas submarinas e vários condutores serão enviados para o centro da torre de perfuração por um condutor de transporte que é oposto ao trabalho de extração. Condutores de transporte podem aceitar equipamento do guindaste da plataforma e podem ou conduzir o equipamento até a linha central do poço ou ser usados para sustentar rolos de mangueira conforme a instalação requeira. A torre de perfuração pode estar completa com luzes, comunicação, ar industrial, e suprimento hidráulico, conforme o necessário. O equipamento de guindagem, que pode ser utilizado para posicionar o sistema de coluna de ascensão e bomba, consiste em guinchos de sonda, bloco de coroamento, bloco de deslocamento, com plataforma móvel e fardos e elevadores. Rebocadores pneumáticos utilitários também podem estar situados na plataforma principal debaixo da torre de perfuração para ajudar nas operações de manejo do tubo ascendente.

[00032] O processo de "empilhar" a estrutura de boça 705 do tubo ascendente no topo da(s) bomba(s) submarina(s) permite um projeto simples para a broca sem a necessidade de se ter estruturas complicadas utilizando estruturas de suporte conduzidas hidraulicamente ou articuladas. Também pode ser desejável suspender ou suportar a(s) bomba(s) submarina(s) 190 a partir de baixo ao mesmo tempo em que se ative uma estrutura de suporte conduzida hidraulicamente ou articulada.

[00033] Outras e adicionais modalidades utilizando um ou mais aspectos da invenção descrita acima podem ser imaginados sem que haja um afastamento do espírito da presente invenção. Além disso, os vários métodos e modalidades do sistema de coluna de ascensão e içamento podem ser incluídos em combinação entre si para produzir variações dos métodos e modalidades descritos. A discussão dos elementos singulares pode incluir elementos plurais e vice-versa.

[00034] A ordem das etapas pode ocorrer em uma variedade de sequências a menos que haja uma limitação específica contrária. As várias etapas descritas aqui podem ser combinadas com outras etapas, e/ou se dividir em múltiplas etapas. Da mesma forma, elementos foram descritos funcionalmente e podem ser configurados como componentes separados ou podem ser combinados em componentes que possuem funções múltiplas.

[00035] As invenções foram descritas no contexto das modalidades preferidas e de outras, e nem toda modalidade da invenção foi descrita. Modificações e alterações óbvias para as modalidades descritas estão disponíveis àqueles medianamente versados na técnica. As modalidades descritas e não descritas não se destinam a limitar ou restringir o escopo da invenção concebida, mas, ao contrário, de acordo com as leis de patente, pretende-se proteger totalmente todas essas modificações e melhorias que venham a se encaixar dentro do escopo ou abrangência equivalente à das reivindicações a seguir.

REIVINDICAÇÕES

1. Método para mineração em águas profundas em um leito de mar que compreende:

minerar sólidos a partir do leito do mar com um minerador submarino (105);

bombear os sólidos a partir do minerador submarino (105) através de um cabo de ligação (115);

bombear os sólidos a partir do cabo de ligação (115) através de um tubo ascendente até uma embarcação (195) que se encontra na superfície;

monitorar a distância entre o minerador submarino (105) e pelo menos um módulo de bomba submarina; e

ajustar a distância entre o minerador submarino (105) e o pelo menos um módulo de bomba submarina,

caracterizado pelo fato de o ajuste assegurar que a distância entre o minerador submarino (105) e o pelo menos um módulo de bomba submarina permaneça dentro de uma tolerância para minimizar a força sobre o minerador submarino (105) exercida pelo módulo de bomba submarina.

2. Método de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de que os sólidos compreendem depósitos maciços de sulfetos no leito do mar.

3. Método de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de que compreende ainda desaguar os sólidos.

4. Método de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de que compreende ainda descarregar uma quantidade de água servida usada para bombear os sólidos próximo ao leito marinho.

5. Método de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de que o bombeamento é realizado por pelo menos uma bomba submarina (190).

6. Método de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo

fato de que o cabo de ligação (115) é em forma de "S".

7. Método de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de que compreende ainda colocar bombas submarinas do módulo de bomba submarina dentro de uma unidade de válvula de descarga para o módulo de bomba.

8. Método de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de que compreende ainda desaguar os sólidos e bombear uma quantidade de água servida para dentro de uma ou mais linhas de injeção de água montada(s) em um tubo principal no tubo ascendente.

9. Método de acordo com a reivindicação 8, caracterizado pelo fato de que o bombeamento dos sólidos, a partir do cabo de ligação (115), compreende bombear com um módulo de bomba tendo uma câmara de compressão, e compreendendo ainda energizar pelo menos em parte a câmara de compressão com a água servida de uma ou mais linhas de injeção de água.

10. Sistema de mineração em águas profundas em um leito de mar que compreende:

um minerador submarino (105) acoplado a um cabo de ligação (115) substancialmente horizontal;

um módulo de bomba acoplado ao cabo de ligação (115) substancialmente horizontal distalmente do minerador submarino (105);

um sistema de tubo ascendente acoplado ao módulo de bomba;
e,

uma embarcação de superfície (195) acoplada ao sistema de tubo ascendente distalmente do módulo de bomba, em que um sólido é minerado a partir do leito do mar e bombeado para a embarcação de superfície (195); e a embarcação de superfície (195) compreende um computador que monitora uma distância entre o minerador submarino (105) e o módulo de bomba, a embarcação de superfície (195) sendo adaptada para ajustar a distância entre o minerador submarino (105) e o módulo de bomba,

caracterizado pelo fato de o ajuste assegurar que a distância entre o minerador submarino (105) e o módulo de bomba permaneça dentro de uma tolerância para minimizar a força sobre o minerador submarino (105) exercida pelo módulo de bomba.

11. Sistema de acordo com a reivindicação 10, caracterizado pelo fato de que o sólido compreende um depósito maciço de sulfetos no leito do mar.

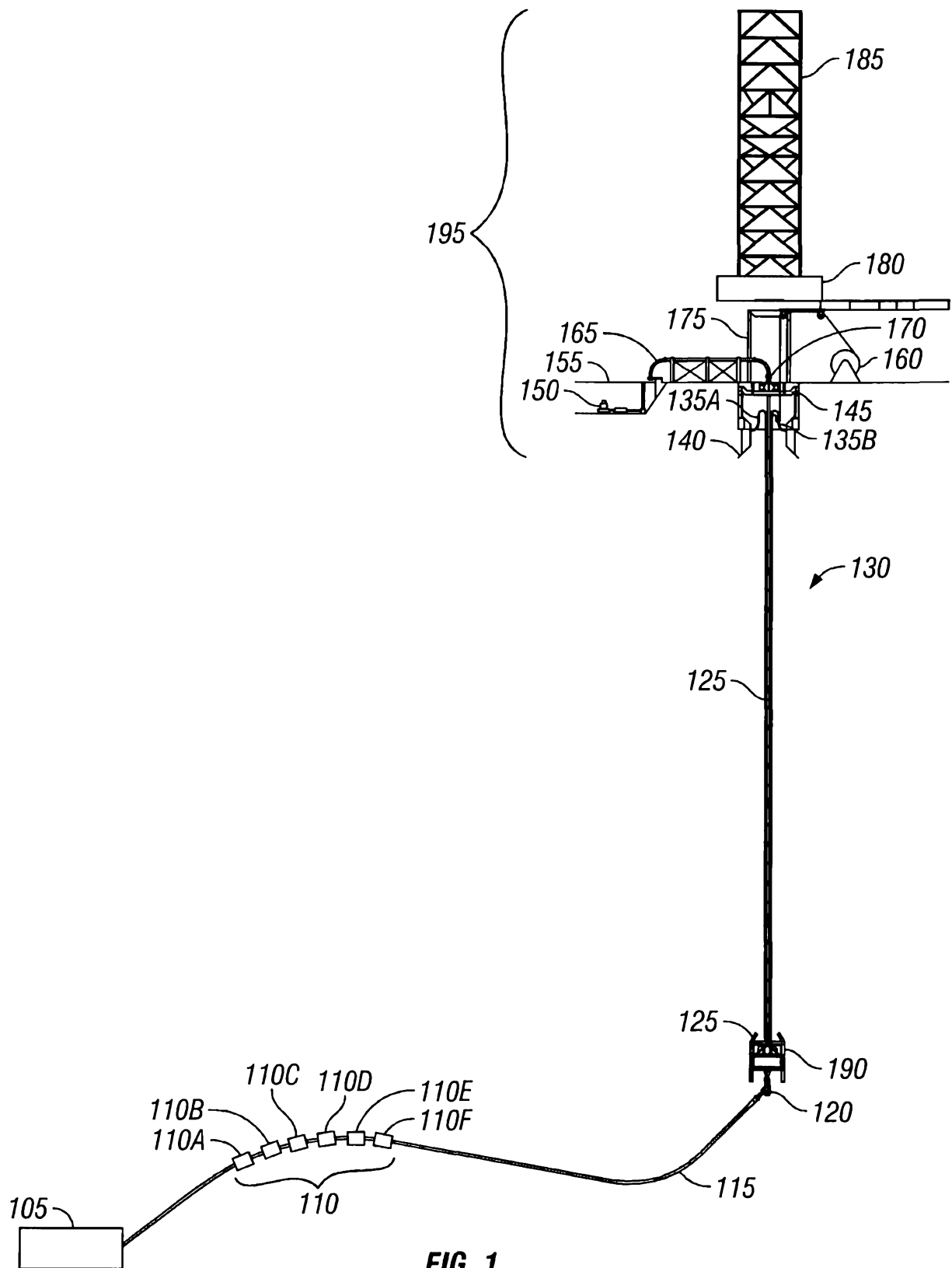
12. Sistema de acordo com a reivindicação 10, caracterizado pelo fato de que compreende ainda uma bomba de superfície para bombear água servida a partir de um processo de desagramento do sólido.

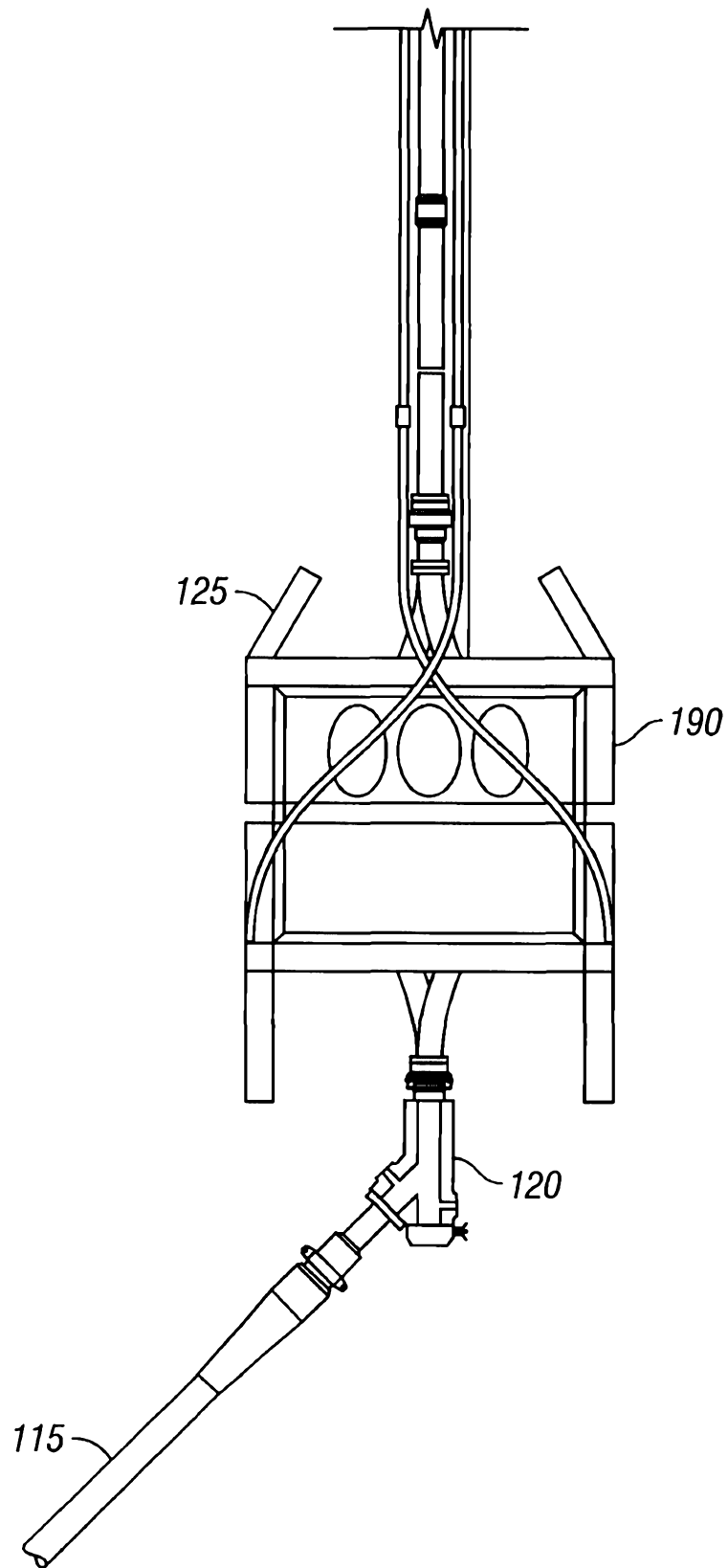
13. Sistema de acordo com a reivindicação 10, caracterizado pelo fato de que uma quantidade de água servida é descarregada próximo ao leito do mar.

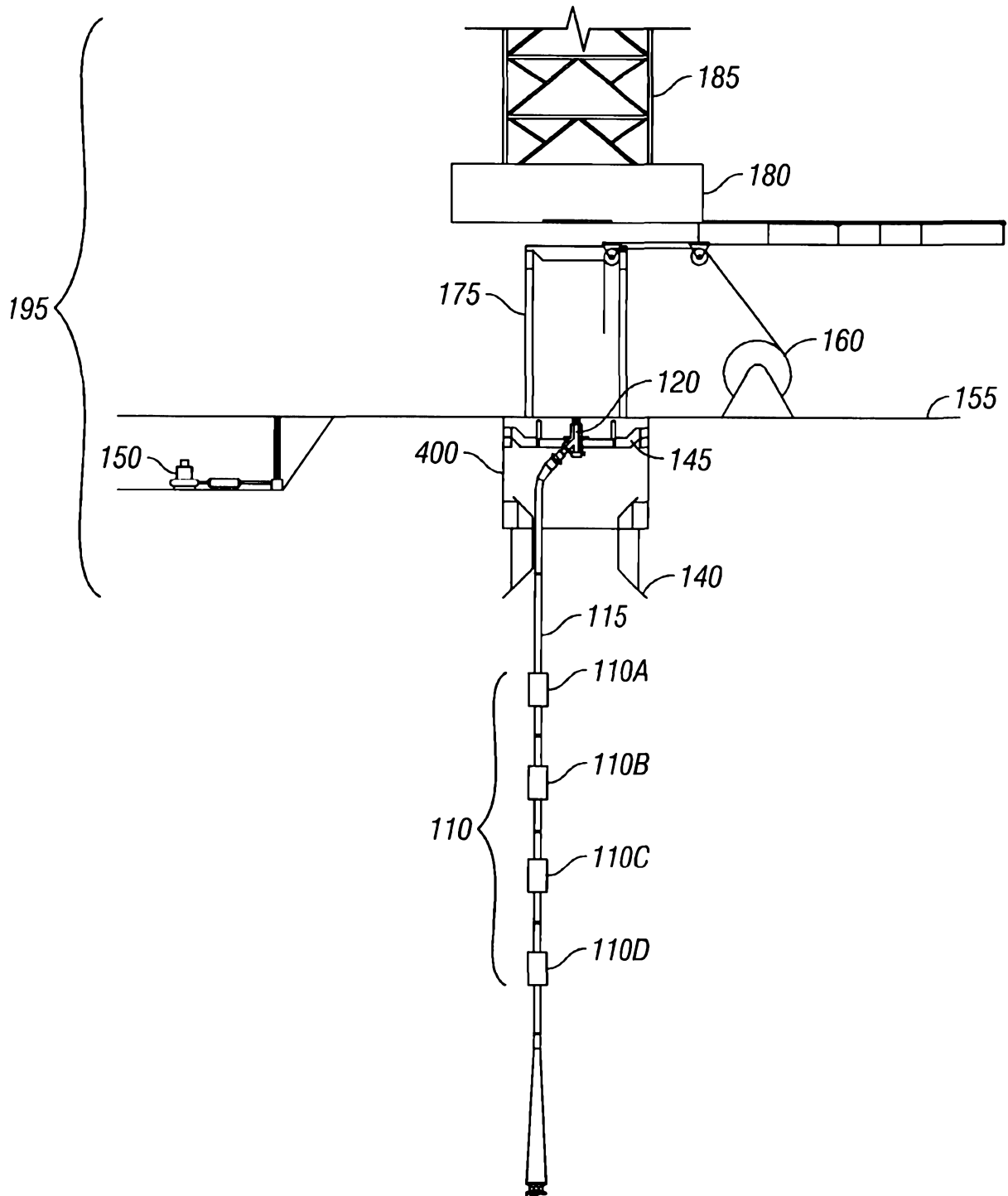
14. Sistema de acordo com a reivindicação 10, caracterizado pelo fato de que o módulo de bomba compreende um módulo submarino localizado próximo do leito do mar.

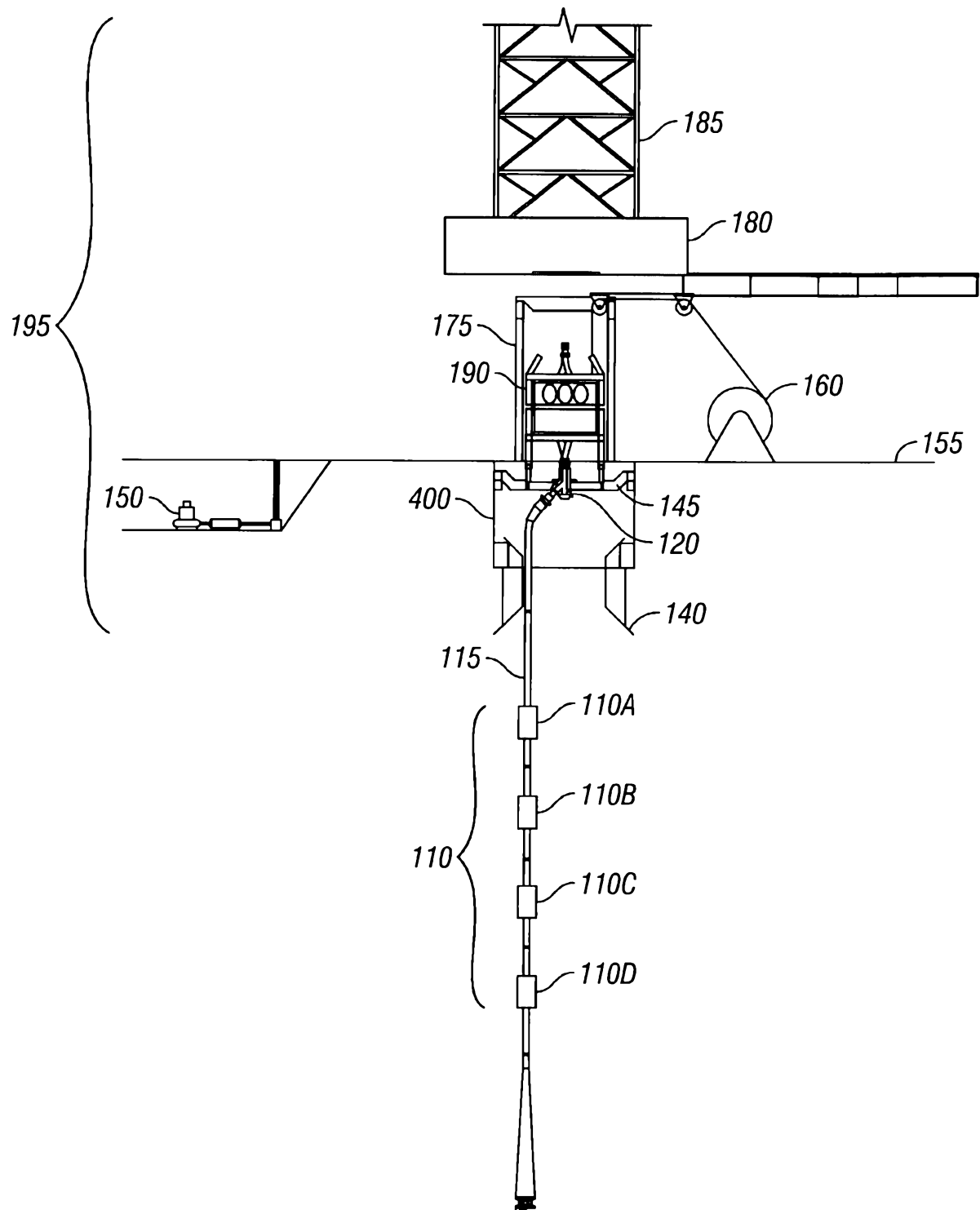
15. Sistema de acordo com a reivindicação 10, caracterizado pelo fato de que compreende ainda uma ou mais linhas de injeção de água adaptadas para permitir que a quantidade de água servida flua através da(s) mesma(s), em que a uma ou mais linhas de injeção está(ão) montada(s) no sistema de tubo ascendente.

16. Sistema de acordo com a reivindicação 15, caracterizado pelo fato de que a água servida energiza pelo menos parcialmente uma câmara de compressão do módulo de bomba.



**FIG. 2**

**FIG. 4**

**FIG. 5**

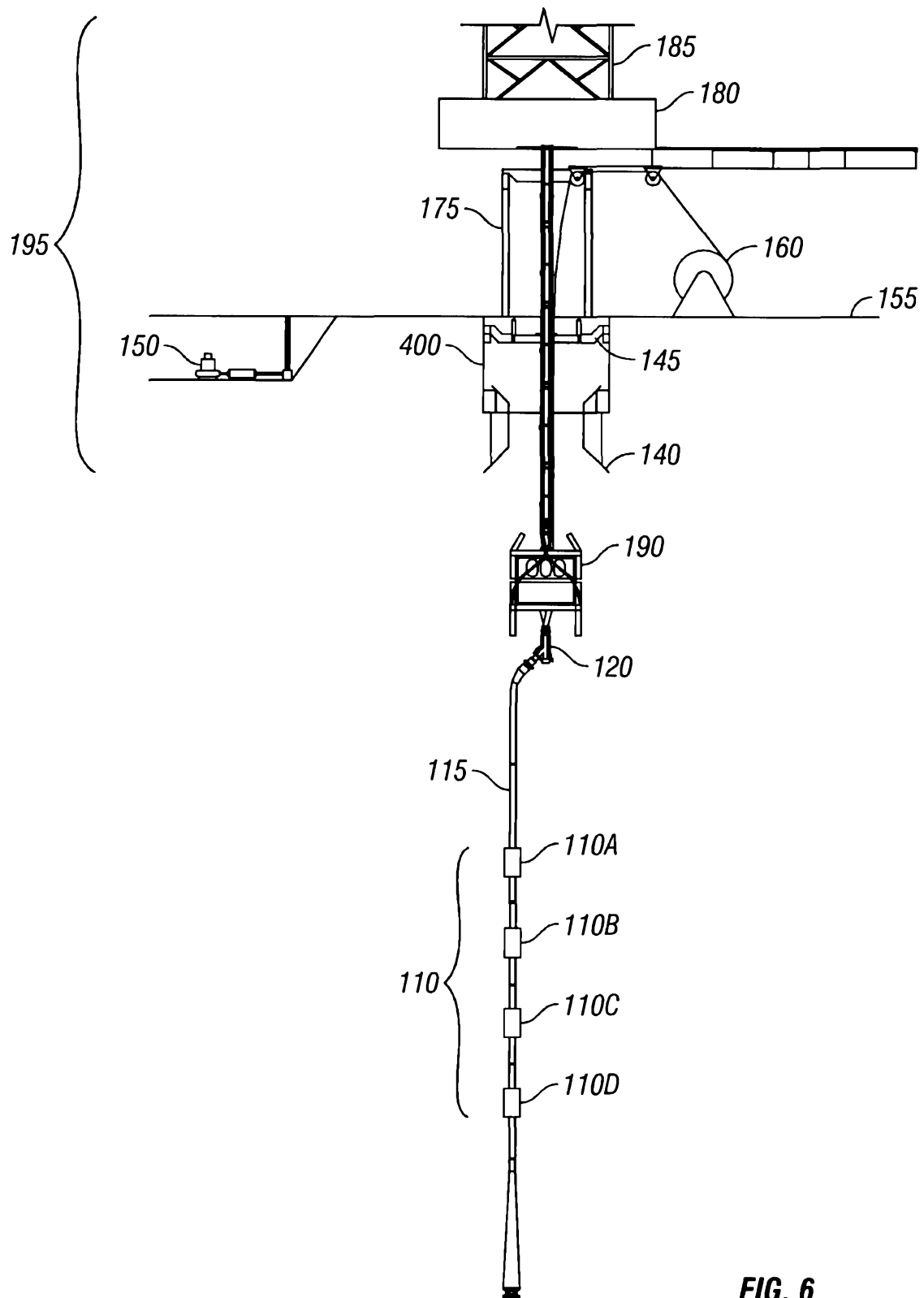


FIG. 6

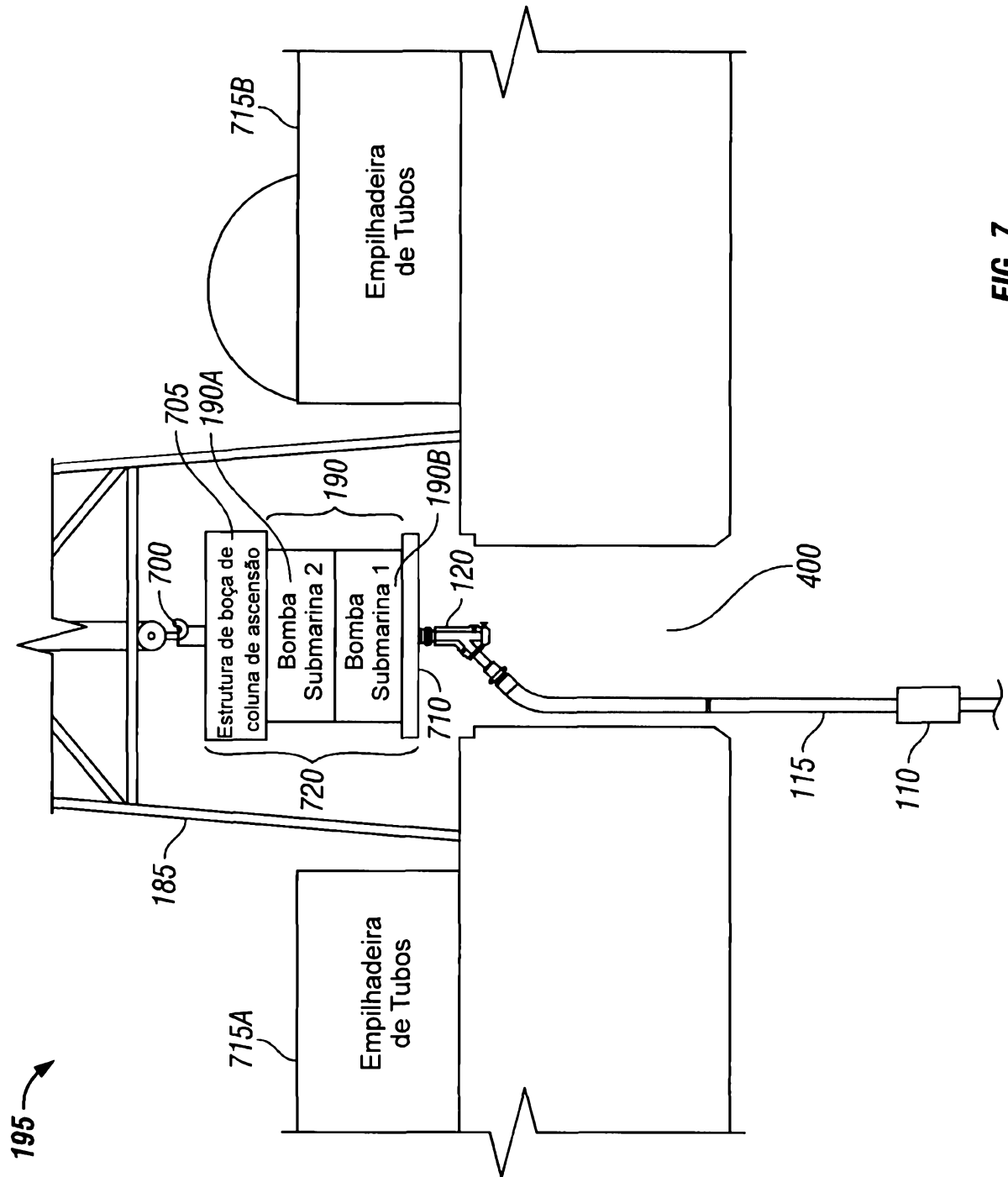


FIG. 7

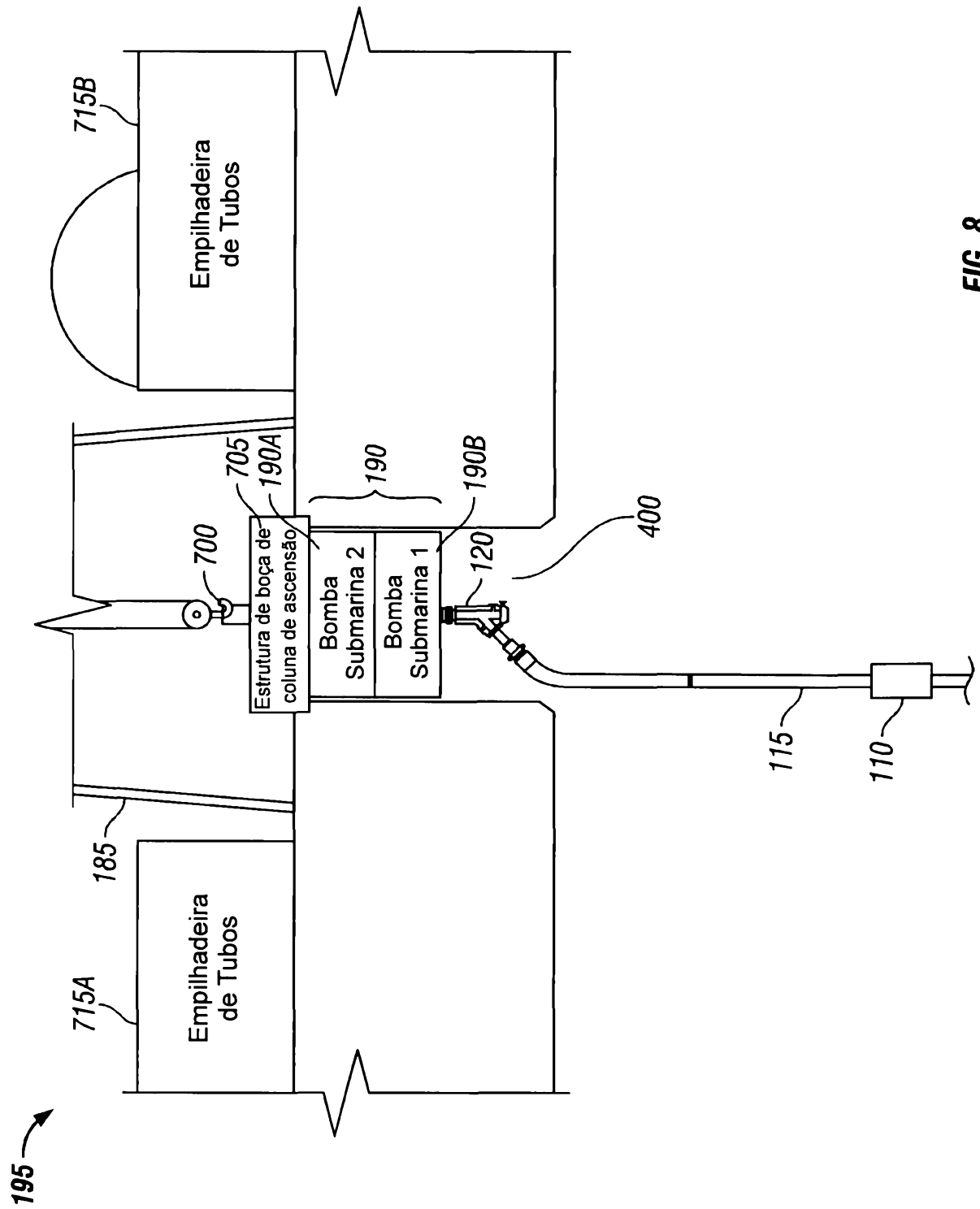


FIG. 8

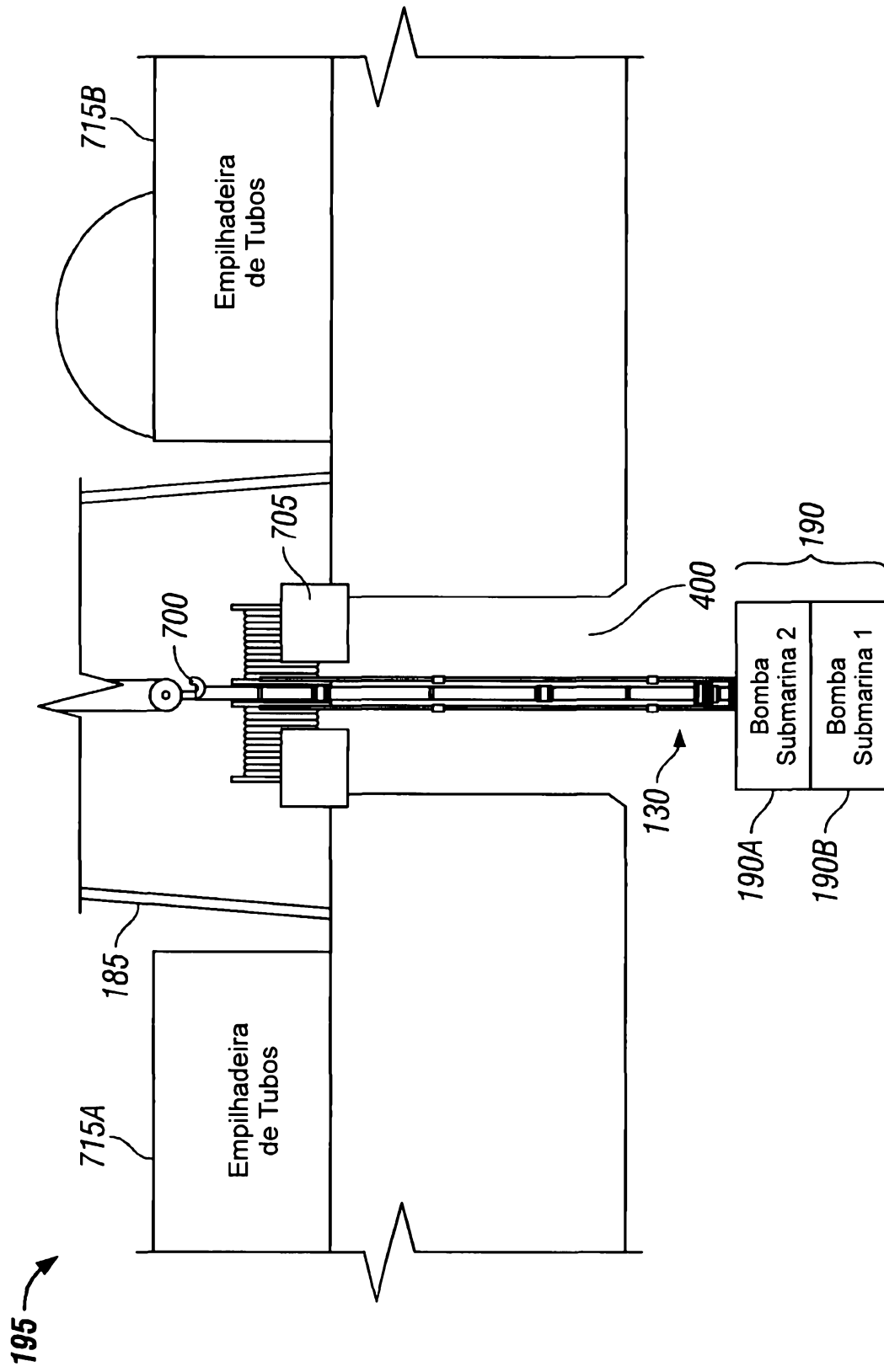


FIG. 9