



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

(21) **PI 0713365-0 A2**



(22) Data de Depósito: 14/06/2007  
(43) Data da Publicação: 13/03/2012  
(RPI 2149)

(51) *Int.Cl.:*  
E21B 21/01  
E21B 33/14

**(54) Título:** CONJUNTO DE BOMBEAMENTO PARA FORNECIMENTO DE LAMA E PASTA DE CIMENTO PARA UM FURO PERFURADO, INSTALAÇÃO DE COMPLETAÇÃO DE POÇOS OFFSHORE, E MÉTODO DE FORNECIMENTO DE LAMA E PASTA DE CIMENTO PARA UM FURO PERFURADO

**(30) Prioridade Unionista:** 15/11/2006 US 11/560.258, 23/06/2006 US 60/805.693

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

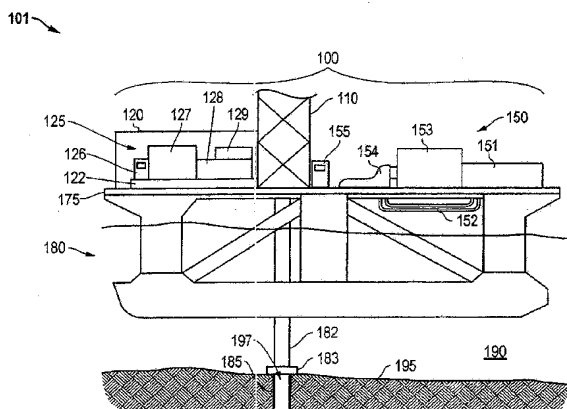
**(72) Inventor(es):** Jean-Louis Pessin, Laurent Coquilleau

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

**(86) Pedido Internacional:** PCT IB2007052272 de 14/06/2007

**(87) Publicação Internacional:** WO 2008/007252de 17/01/2008

**(57) Resumo:** CONJUNTO DE BOMBEAMENTO PARA FORNECIMENTO DE LAMA E PASTA DE CIMENTO PARA UM FURO PERFURADO, INSTALAÇÃO DE COMPLETAÇÃO DE POÇOS "OFFSHORE", E MÉTODO DE FORNECIMENTO DE LAMA E PASTA DE CIMENTO PARA UM FURO PERFURADO. Trata-se de um conjunto de bombeamento integrado para fornecimento tanto de lama quanto de pasta de cimento para um furo perfurado durante uma operação de completação de poço. O conjunto de bombeamento inclui bombas de lama e de cimento separadas para manter uma isolamento entre a lama e a pasta de cimento durante diversos estágios da operação. Entretanto, para eliminar a necessidade de uma unidade principal de provisão de força motriz dedicada para bomba de cimento, a bomba de cimento pode ser acionada pela bomba de lama propriamente dita ou por uma unidade principal de provisão de força motriz acoplada à bomba de lama. No caso de acoplamento da bomba de cimento, a bomba de lama pode ser empregada uma linha hidráulica de tal forma que bombas de lama e de cimento hidráulicamente compatíveis podem ser dispostas em posições mais remotas com relação uma à outra se assim for necessário com base em plantas de projeto de equipamentos para uma determinada instalação de completação de poços para localização em um local de produção.





PI0713365--0

CONJUNTO DE BOMBEAMENTO PARA FORNECIMENTO DE LAMA E PASTA DE CIMENTO PARA UM FURO PERFURADO, INSTALAÇÃO DE COMPLETAÇÃO DE POÇOS "OFFSHORE", E MÉTODO DE FORNECIMENTO DE LAMA E PASTA DE CIMENTO PARA UM FURO PERFURADO

5 TÉCNICA ANTERIOR

As configurações aqui descritas referem-se a equipamentos e aplicações de bombeamento de lama e bombeamento de cimento para completação de poços de hidrocarbonetos. Em particular, são descritas configurações de poços de hidrocarbonetos marítimos "offshore", técnicas para completação dos mesmos e equipamentos de completação tais como o referido equipamento de bombeamento.

ANTECEDENTES DA TÉCNICA ASSOCIADA

As atividades de exploração, perfuração, e completação de poços de hidrocarbonetos são geralmente empreendimentos complicados, demorados e de qualquer forma muito dispendiosos. Isto pode ser particularmente verdadeiro no caso de certas operações de perfuração e completação em que a configuração ou o ambiente do local de operação ou produção apresenta desafios adicionais.

No caso de operações marítimas "offshore" e certas outras operações de perfuração, o ambiente de operação pode apresentar certos desafios naturais que afetam drasticamente os custos de operação. No caso de perfuração marítima "offshore", são freqüentemente tomadas medidas para contenção de despesas tais como manutenção de níveis

mínimos de equipamentos e espaço para equipamentos. Isto é, para uma determinada operação "offshore", quaisquer aumentos de quantidades ou tipos de equipamentos requeridos, bem como das acomodações necessárias para os  
5 mesmos, implica um aumento bastante drástico das despesas de estabelecimento de instalação e operação "offshore". Em certas circunstâncias podem ser poupadas despesas mediante limitação dos equipamentos empregados. Entretanto, mesmo com determinados sacrifícios feitos em termos de seleção de  
10 equipamentos, o espaço disponível permanece sendo uma consideração importante em operações "offshore".

Independentemente da importância do espaço disponível em uma plataforma "offshore", tal como a maioria das sondas de perfuração, uma sonda de perfuração  
15 "offshore" inclui geralmente tanto um conjunto de circulação de lama quanto um conjunto de cimentação juntamente com múltiplos outros equipamentos de perfuração. Estes conjuntos em particular são alternativamente empregados para completação de um poço subterrâneo ou para  
20 provisão de um revestimento para o mesmo. Ou seja, quando uma broca de perfuração é feita avançar no sentido descendente para formar e prolongar um furo perfurado abaixo do solo, o conjunto de circulação de lama é empregado tanto para provisão de fluido quanto para remoção  
25 de detritos relativamente a uma localização próxima da broca em avanço. Após o furo perfurado ter sido perfurado até a profundidade desejada pela broca de perfuração, a

circulação de lama é temporariamente interrompida e a broca de perfuração e os tubos de perfuração associados à mesma são trazidos de volta para a superfície. Pode então ser feita avançar uma seção de revestimento do furo perfurado

5 no sentido descendente para o interior do furo perfurado. Após o revestimento do furo perfurado ter sido adequadamente posicionado e a circulação de lama ter sido encerrada, o conjunto de cimentação pode ser operado para bombear uma pasta de cimento através do furo perfurado,

10 fixando no lugar o revestimento do furo perfurado. Este processo pode ser então repetido até ter sido completado um poço com a profundidade desejada. Isto é, podem ser prosseguidas a perfuração, a circulação de lama e o avanço de revestimento adicional de furo perfurado, com

15 interrupções periódicas por operações subseqüentes de cimentação e fixação do revestimento conforme foi descrito.

No método de completação de poço referido acima dois diferentes tipos de fluido, lama e pasta de cimento, podem encontrar-se presentes no interior do furo perfurado

20 dependendo do estágio de operação que estiver em curso. Entretanto, estes fluidos atendem propósitos inteiramente diferentes. A lama é circulada através do furo perfurado com o propósito de lubrificar, refrigerar e promover o avanço da broca de perfuração. Por outro lado, o cimento é

25 introduzido no furo perfurado com o propósito de estabilizar o revestimento do furo perfurado em uma posição fixa e final. Desta forma, a introdução de qualquer um

destes fluidos no momento errado pode ter conseqüências graves para uma completação adequada do poço. Por exemplo a presença de uma quantidade não superior a cerca de 1% - 3% de lama em uma localização para cimentação pode impedir a cura da pasta de cimento e impedir a formação de uma união adequada entre o revestimento do furo perfurado e a parede do furo perfurado nessa localização. Alternativamente, contaminantes de cimento contidos na lama durante a perfuração podem impedir a perfuração e deter totalmente o avanço do revestimento do furo perfurado. Qualquer uma destas circunstâncias terá provavelmente conseqüências graves, podendo requerer que a operação inteira seja interrompida para ser realizada uma nova perfuração em uma nova localização, com custos prováveis de várias centenas de milhares de dólares ou até mais.

Dadas as potenciais conseqüências catastróficas de contaminação de pasta de cimento ou de lama em um estágio inadequado de completação do poço, o conjunto de circulação de lama e o conjunto de cimentação são mantidos separadamente e mutuamente isolados na sombra. Desta forma, o conjunto de circulação de lama, que opera 90% - 97% do tempo durante operações de perfuração ativas, é operado a partir de uma localização na sonda com uma multiplicidade de motores principais de alta potência, bombas e outros equipamentos. Quando se aproxima o momento de realizar a cimentação, a circulação de lama é interrompida e o conjunto de cimentação descrito acima é operado a partir de

uma sala de cimentação separada na sonda, empregando seus próprios motores principais de potência comparativamente menor, bombas e equipamentos associados. Muito embora seja compreensiva tendo em vista as potenciais conseqüências de contaminação conforme se descreveu acima, no caso de uma sonda "offshore", esta manutenção de conjuntos e equipamentos associados inteiramente separados implica um custo significativo para uma disponibilidade de espaço já em si escassa.

10

#### SUMÁRIO

É provido um conjunto de bombeamento para fornecimento de lama e pasta de cimento para um furo perfurado. O conjunto de bombeamento inclui uma unidade principal de provisão de força motriz acoplada a uma bomba de lama. Uma bomba de cimento é acoplada a uma de entre a unidade principal de provisão de força motriz e a bomba de lama propriamente dita para fornecer a pasta de cimento para o furo perfurado.

15

#### BREVE DESCRIÇÃO DOS DESENHOS

20

A Fig. 1 é uma vista lateral de um conjunto de bombeamento da técnica anterior para aplicações de bombeamento de lama e de bombeamento de cimento em um furo perfurado.

25

A Fig. 2 é uma vista lateral de uma configuração de um conjunto de bombeamento para aplicações de bombeamento de lama e de bombeamento de cimento no furo perfurado da Fig. 1.

A Fig. 3 é uma vista lateral do conjunto de bombeamento da Fig. 2 durante uma aplicação de bombeamento de lama no furo perfurado da Fig. 1.

A Fig. 4 é uma vista lateral do conjunto de bombeamento da Fig. 2 durante uma aplicação de bombeamento de cimento no furo perfurado da Fig. 1.

A Fig. 5 é uma vista lateral de uma configuração alternativa de um conjunto de bombeamento para aplicações de bombeamento de lama e de bombeamento de cimento no furo perfurado da Fig. 1.

A Fig. 6 é um diagrama de fluxo que sumariza uma configuração de emprego de um conjunto de bombeamento para bombeamento de lama e bombeamento de cimento em um furo perfurado.

| 15 | DESCRIÇÃO DETALHADA |
|----|---------------------|
|----|---------------------|

As configurações são descritas com referência a determinadas instalações marítimas "offshore" de completação de poços ou produção de hidrocarbonetos tais como uma plataforma semi-submersível. Entretanto, outros tipos de instalações de produção "offshore" incluem plataforma auto-eleváveis, e plataformas tipo balsa que empregam configurações aqui descritas. Adicionalmente, instalações de completação ou produção baseadas em terra podem empregar esses equipamentos. De qualquer forma, as configurações aqui descritas podem ser empregadas para redução do equipamento total requerido para uma operação de completação de poço, proporcionando assim economias em

termos de custo de capital, certas ineficiências operacionais, espaço disponível, e peso total de equipamentos. Como tal, as configurações aqui descritas podem ser particularmente benéficas para operações "offshore".

Fazendo agora referência às Figs. 1 e 2, um emprego da técnica anterior de um conjunto de bombeamento 100 incluindo equipamentos totalmente separados de bombeamento de cimento e de bombeamento de lama 125, 150 pode ser considerado à luz de um conjunto de bombeamento 200 possuindo equipamentos integrados ou acoplados de bombeamento de cimento e de bombeamento de lama 225, 150. Devido ao acoplamento dos equipamentos de bombeamento de cimento e de bombeamento de lama 225, 150, o conjunto de bombeamento 200 da Fig. 2 pode ser menor e mais leve em comparação com o conjunto de bombeamento 100 da Fig. 1. Desta forma, é possível realizar uma economia significativa de espaço e peso em um local de produção conforme se encontra aqui adicionalmente detalhado.

As economias de espaço e peso referidas acima podem vir a reduzir os custos de operação e proporcionar outras vantagens para uma operação de completação de poço. Por exemplo, conforme se encontra ilustrado nas Figs. 1 e 2, os conjuntos de bomba 100, 200 são providos para um local de produção "offshore" através de uma plataforma semi-submersível 101. Em termos de despesas e características práticas, são inerentes a uma tal sonda 101 restrições

significativas de espaço e peso devido a sua natureza semi-submersível para operações marítimas "offshore". Ou seja, diferentemente do que ocorre em um local de produção terrestre, o espaço para equipamentos é limitado à  
5 quantidade de espaço disponível na plataforma 175. Adicionalmente, para ser assegurado uma estabilidade de uma plataforma semi-submersível 101, deve ser exercido um controle bastante rígido relativamente ao peso da plataforma 101 incluindo todos os seus equipamentos. Desta  
10 forma, a disponibilidade de um conjunto de bombeamento 200 de menores dimensões e peso conforme se encontra ilustrado na configuração da fig. 2 pode ser significativamente benéfica conforme é detalhado adicionalmente mais abaixo.

Continuando agora com referência à Fig. 2, a  
15 plataforma semi-submersível 101 encontra-se ilustrada na figura acomodando o conjunto de bombeamento 200 na plataforma 175 conforme indicado acima. Diferentemente do conjunto de bombeamento 100 da Fig. 1, o conjunto de bombeamento 200 da Fig. 2 inclui um equipamento 225 de  
20 bombeamento de cimento que é acoplado diretamente ao equipamento 150 de bombeamento de lama através de linhas de acoplamento hidráulicas 250. Em particular, as linhas de acoplamento hidráulicas 250 acoplam uma bomba de cimento 128 do equipamento 225 de bombeamento de cimento a uma  
25 bomba de lama 154 do equipamento 150 de bombeamento de lama. Este acoplamento permite que a bomba de lama 154 atue como uma unidade principal de provisão de força motriz para

a bomba de cimento 128.

Conforme se encontra ilustrado nas Figs. 2-4, as linhas de acoplamento hidráulicas 250 circulam fluido para e da bomba de cimento 128 para deslocar em vaivém um mecanismo de êmbolo na mesma por meios convencionais, acionando dessa forma a bomba de cimento 128. O fluido hidráulico deslocado através das linhas de acoplamento hidráulicas 250 pode ser um óleo hidráulico ou até mesmo a própria lama 300 empregada durante uma aplicação de perfuração conforme se descreve mais abaixo. Mais preferencialmente, entretanto, pode ser empregada água, em parte porque isto poderá ajudar a limpar adicionalmente a bomba de lama 154 após seu bombeamento precedente de lama 300 conforme é detalhado abaixo. De qualquer forma, o fluido empregado é enviado para o mecanismo de êmbolo mas não é enviado para outras partes da bomba de cimento 128 onde pode ser encontrada pasta de cimento 400. É assim possível evitar uma contaminação da pasta de cimento 400 pelo fluido hidráulico selecionado.

Como resultado do acoplamento descrito acima, o equipamento de bombeamento de cimento 225 da configuração ilustrada não necessita de uma unidade principal de provisão de força motriz de cimentação 127 conforme ocorre na configuração da técnica anterior ilustrada na Fig. 1. Na medida em que o equipamento convencional de bombeamento de cimento 125 incluirá provavelmente uma multiplicidade de bombas 128 e motores principais 127, a eliminação de uma

tal unidade principal de provisão de força motriz 127 de cimento poderá ser consideravelmente significativa. Conforme se descreve adicionalmente mais abaixo, é possível obter uma redução de entre cerca de 40% e cerca de 65% na  
5 quantidade de espaço necessário para acomodar o equipamento 225 de bombeamento de cimento. Um aumento de espaço disponível 201 pode ser visto como um resultado.

Adicionalmente ao benefício do aumento de espaço disponível 201 assinalado acima, podem ser obtidas outras  
10 vantagens derivadas da eliminação da unidade principal de provisão de força motriz 127 de cimento da Fig. 1 conforme se encontra ilustrado na configuração da Fig. 2. Por exemplo, uma unidade principal de provisão de força motriz 127 de cimento convencional pode ter um peso superior a  
15 cerca de 12.000 libras (5.443,11 kg). Desta forma, a remoção de cada unidade principal de provisão de força motriz de cimentação não apenas economiza espaço, mas também proporciona uma redução significativa do peso de equipamentos a ser suportado pela parte submersível 180 da  
20 plataforma 101. Desta forma é possível proporcionar um certo grau de controle para a parte submersível 180 com uma resultante estabilidade adicional em geral para a plataforma parcialmente flutuante 101.

Continuando a fazer referência à Fig. 2, com  
25 referência adicional à Fig. 1, pode ser obtido um benefício adicional do acoplamento do equipamento 225 de bombeamento de cimento ao equipamento 150 de bombeamento de lama

conforme indicado acima. Ou seja, conforme se encontra  
ilustrado na Fig. 1, uma unidade 126 de controle de  
bombeamento de cimento é provida para controlar uma  
aplicação de cimentação conforme se descreve adicionalmente  
5 mais abaixo. Uma unidade 155 de controle de bombeamento de  
lama separada é similarmente provida para controle de uma  
aplicação de bombeamento de lama (também detalhada mais  
abaixo). Entretanto, muito embora não sendo necessário, a  
configuração da Fig. 2 revela que pode ser provida uma  
10 única unidade 255 de controle de completação para dirigir  
ambas as partes de bombeamento de lama e de cimentação de  
uma operação de completação de poço. Desta forma, um único  
operador pode dirigir operações de completação de poço a  
partir de uma única localização na plataforma 101, dessa  
15 forma tornando mais eficiente a interface entre o operador  
e o conjunto de bombeamento 200. Adicionalmente, é possível  
economizar uma quantidade adicional de espaço e peso  
mediante eliminação de um outro item de equipamento na  
plataforma 175 (isto é, a unidade 126 de controle de  
20 bombeamento de cimento eliminada).

Continuando a fazer referência à Fig. 2, é  
adicionalmente detalhada na mesma a integração ou  
acoplamento do equipamento 225 de bombeamento de cimento ao  
equipamento 150 de bombeamento de lama. Deverá ser  
25 observado o fato de que muito embora os equipamentos 225,  
150 se encontrem acoplados na configuração da Fig. 2, esta  
integração é obtida de uma forma que mantém a lama 300 e a

pasta de cimento 400 isoladas uma da outra durante aplicações de completação de poço (vide as Figs. 3 e 4). Assim, os benefícios descritos acima tais como aumento de espaço disponível 201, redução de peso de equipamentos, e  
5 outros, são obtidos sem sacrifício da integridade dessas aplicações.

Conforme se encontra ilustrado na fig. 2, o equipamento de cimentação 225 é provido em uma sala de cimentação 220 na plataforma 175. Na configuração  
10 ilustrada, o equipamento de cimentação 225 inclui uma bomba de cimento 128 e um misturador de cimento 129 sobre o topo de uma base tipo cavalete transportável ("skid") 222. Entretanto, conforme se encontra indicado, foi eliminado o requisito de uma unidade principal de provisão de força  
15 motriz 127 de cimento separada e uma unidade 126 de controle de cimento conforme se encontra ilustrado na Fig. 1. Assim, o tamanho da base tipo "skid" 222 e também da sala de cimentação 220 inteira foram significativamente reduzidos, relativamente à base tipo "skid" 122 e sala de  
20 cimentação 120 da Fig. 1, com um resultante maior espaço disponível 201 conforme se encontra ilustrado na configuração da Fig. 2.

Um equipamento de cimentação convencional 125 disposto sobre uma base tipo "skid" 122, conforme se  
25 encontra ilustrado na Fig. 1, pode estender-se até uma altura de cerca de 30 pés (9,144 m). Entretanto, em configurações aqui descritas, o equipamento de cimentação

225 e a base tipo "skid" 222 podem estender-se somente desde cerca de 5 pés (1,524 m) até cerca de 15 pés (4,572 m) em sua maior dimensão. Ou seja, conforme foi referido acima, pode ser obtida uma redução de entre cerca de 40% e  
5 cerca de 65% do espaço necessário para equipamentos mediante eliminação da unidade principal de provisão de força motriz 127 de cimento e da unidade de controle 126 de cimento da Fig. 1 juntamente com os recursos de isolamento sonora associados e outros materiais. O efeito dessa  
10 eliminação pode ser amplificado pelo fato de que o equipamento de cimentação pode compreender mais de uma bomba de cimento e portanto as configurações aqui descritas podem incluir a eliminação de mais de uma correspondente unidade principal de provisão de força motriz de cimentação  
15 126.

Continuando a fazer referência às Figs. 1 e 2, para eliminar o requisito de uma unidade principal de provisão de força motriz 127 de cimento de maiores especificações, são providas linhas de acoplamento hidráulicas 250 para  
20 acoplamento da bomba de cimento 128 e da bomba de lama 154. Em uma configuração em que as bombas 128, 154 são hidraulicamente compatíveis, as linhas de acoplamento hidráulicas 250 indicadas acima entre as mesmas podem permitir que ambas as bombas 128, 154 sejam acionadas pela  
25 mesma unidade principal de provisão de força motriz 153. Na configuração ilustrada na Fig. 2, a bomba de lama 154 é mais potente que a bomba de cimento 128, assegurando dessa

forma um fornecimento adequado de energia para bombeamento de lama ou para bombeamento de cimento conforme descrito com referência às Figs. 3 e 4 abaixo. Adicionalmente, muito embora seja ilustrada uma única bomba de cimento 128 acoplada a uma única bomba de lama 154 na configuração da Fig. 2, em uma configuração alternativa podem ser providas múltiplas bombas de cimento 128 como parte do equipamento de cimento 225 acopladas a uma única bomba de lama ou múltiplas bombas de lama 154 do equipamento de bombeamento de lama 150.

A utilização de linhas de acoplamento hidráulicas 250 para acoplamento das bombas 128, 154 conforme foi indicado acima permite igualmente que o equipamento de cimentação 225 seja de certa forma localizado remotamente com relação à unidade principal de provisão de força motriz 153. Isto é, a capacidade inerente de transferência de energia dos meios hidráulicos convencionais é tal que a utilização de linhas de acoplamento hidráulicas 250 tais como aquelas aqui ilustradas permitiria a disposição das bombas hidraulicamente compatíveis 128, 154 em praticamente qualquer localização em uma plataforma "offshore" convencional 101 relativamente uma à outra. Desta forma, não é necessário modificar drasticamente os desenhos de projeto para configurações de plataformas convencionais com equipamentos de bombeamento relativamente não associados para acomodação das configurações aqui descritas que empregam equipamentos de bombeamentos acoplados conforme

indicado.

Continuando a fazer referência à Fig. 2, e com referência adicional à Fig. 1, a bomba de lama 154 descrita acima é ilustrada como parte de um conjunto de equipamentos de bomba de lama 150 incluindo igualmente uma unidade principal de provisão de força motriz 153 e um tanque de lama 151. A bomba de lama 154 é acoplada diretamente à unidade principal de provisão de força motriz 153, que pode consistir em um motor convencional a diesel, elétrico, ou outro motor, de grandes proporções. A bomba de lama 154 é igualmente acoplada ao tanque de lama 151 por linhas de circulação 152. Conforme é descrito abaixo, estas linhas de circulação fornecem um fluxo de fluido de lama e água ou outros líquidos em entrada e saída do tanque 151 e um furo perfurado 197 em formação.

A operação do conjunto de bombeamento 200 é dirigida de uma única unidade de controle de completção unitária 255 ao invés de uma multiplicidade de unidades de controle espalhadas pela plataforma 101. Além de dirigir as operações de bombeamento de lama, a unidade 255 de controle de completção é configurada para acoplamento ao equipamento 225 de bombeamento de cimento para dirigir uma aplicação de cimentação conforme se descreve adicionalmente mais abaixo. Na configuração ilustrada, uma torre 110 forma uma interface com a plataforma 175 da sonda 101 em uma localização central. A torre 110 pode ser empregada para suportar uma variedade de ferramentas para formação ou

acesso de um furo perfurado 197 abaixo da mesma. Esse acesso pode ter como propósito uma completação do poço conforme se descreve adicionalmente mais abaixo, pode ser destinado a produzir o poço, ou pode ter como objetivo uma  
5 variedade de aplicações de acesso a poço.

A sonda 101 inclui uma parte submersível 180 configurada para suportar a plataforma 175 acima da água 190 em todos os momentos. A parte submersível 180 ou outras partes da sonda 101 podem ser ancoradas, fixadas com cabos,  
10 ou presas de outra forma ao leito 195 do oceano ou outro corpo de água 190. A eficácia da ancoragem da parte submersível 180 pode ser particularmente aperfeiçoada até certo ponto mediante eliminação de um equipamento substancialmente maciço sobre a mesma tal como quaisquer  
15 motores principais 127 de cimento (vide a Fig. 1). Conforme se encontra ilustrado na Fig. 2, a sonda 101 pode apresentar um benefício de estabilidade aperfeiçoada conforme foi indicado incluindo simultaneamente um benefício adicional de acréscimo de espaço disponível 201.  
20 Com uma sonda 101 posicionada e fixada de forma estável no local de produção, é possível iniciar um furo perfurado 197 e fazer avançar para o interior do mesmo um revestimento 185 de furo perfurado. Podem ser subsequente-mente realizadas operações de completação de poço conforme  
25 descritas mais detalhadamente abaixo.

Fazendo agora referência à Fig. 3, é descrita uma aplicação de bombeamento de lama na qual é empregada uma

configuração do conjunto de bombeamento 200 descrito acima. Na configuração ilustrada, a bomba de lama 154 do conjunto de bombeamento 200 pode consistir em uma bomba de 1.500 até 2.500 Hp para enviar lama 300 no sentido descendente através de um tubo de perfuração 325 contido no interior do tubo "riser" marítimo 182. Nesta mesma ocasião, uma broca 350 é feita rodar para triturar, cortar e remover pedaços de rocha e aparas de terra, aumentando a profundidade do furo perfurado 197. Na configuração ilustrada, a lama 300 pode ser enviada para a broca 350 pela bomba de lama 154 com uma pressão de até cerca de 5.000 psi (351,534 kgf/cm<sup>2</sup>) durante a formação do furo perfurado 197.

Continuando a fazer referência à Fig. 3, a lama 300 é transportada pelo tubo de perfuração 325 conforme se encontra indicado e sai da broca 350 no fundo do furo perfurado 197. Desta forma é possível proporcionar lubrificação e um certo grau de regulação térmica à broca 350 enquanto a mesma tritura, remove e corta rocha e terra. Adicionalmente, a lama 300 é fornecida para o furo perfurado com uma pressão suficiente para forçar essas rochas e aparas de terra a retornarem no sentido ascendente através do tubo "riser" marítimo 182 na adjacência do tubo de perfuração 325. Desta forma, a lama 300 e as aparas podem ser removidas através de uma linha de retorno 375. Na configuração ilustrada, a linha de retorno 375 esvazia-se para o interior do tanque de lama 151. Uma peneira de agitação de lama ou outro mecanismo de peneirar poderá ser

empregado para assegurar que as aparas de maiores dimensões sejam separadas da lama de retorno 300. Desta forma, a lama 300 pode ser recirculada em retorno para a bomba de lama 154 através de linhas de circulação 152 e subsequêntemente de volta para o tubo de perfuração 325 para ser utilizada no prosseguimento da perfuração conforme foi indicado acima.

Conforme se encontra descrito acima, a perfuração com simultâneo emprego de circulação da lama 300 proporciona lubrificação e um certo grau de refrigeração à broca trituradora 350. A circulação da lama 300 também permite a remoção de aparas e detritos à medida que o furo perfurado 197 se aprofunda abaixo do leito 195. Na configuração ilustrada, essas operações de circulação de lama e perfuração são dirigidas a partir de uma unidade de controle de completação 255. Após ser alcançada uma determinada profundidade do furo perfurado, a unidade 255 de controle de completação pode ser empregada para cessar a circulação indicada da lama 300 e recolher o tubo de perfuração 325. Desta forma, pode ser realizada subsequêntemente a cimentação de uma seção de revestimento 185 do furo perfurado. Conforme se descreve com referência adicional à Fig. 4 abaixo, a unidade 255 de controle de completação pode igualmente ser utilizada para dirigir a aplicação de cimentação subsequente.

Fazendo agora referência à Fig. 4, a unidade 255 de controle de completação pode dirigir a cimentação conforme

se encontra indicada. Com o furo perfurado 197 substancialmente livre de lama 300 (ver a Fig. 3), pode ser feito avançar um tubo de cimentação 425 na direção da extremidade terminal de uma seção de revestimento 186 de furo perfurado avançada abaixo do conjunto de cabeça de poço 183 localizado no leito marinho e do tubo "riser" marítimo 182. Conforme se encontra ilustrado na Fig. 4, um tampão obturador 460 pode ser posicionado em uma extremidade terminal de uma seção de revestimento 186 de furo perfurado avançada para vedação da mesma conforme foi anteriormente realizado com a seção de revestimento 185 de furo perfurado acima da mesma. Desta maneira, o tubo de cimentação 425 que perfura o tampão obturador 460 pode ser empregado para transportar uma pasta de cimento 400 para uma localização mais inferior no poço relativamente ao mesmo. Assim, a pasta de cimento 400 pode ser forçada a retornar no sentido ascendente do poço na adjacência da seção de revestimento 186 de furo perfurado para estabilização e fixação da mesma no lugar.

Em uma configuração a bomba de cimento 128 descrita acima opera a uma potência de entre cerca de 200 Hp e cerca de 800 Hp, preferencialmente a cerca de 300 Hp fornecida pela bomba de lama 154 para dirigir a pasta de cimento 400 conforme indicado. Pode ser desta forma gerada uma pressão de entre cerca de 1.500 psi (105,460 kgf/cm<sup>2</sup>) e cerca de 15.000 psi (1.054,604 kgf/cm<sup>2</sup>) para a movimentação da pasta de cimento 400 conforme se encontra ilustrado.

Adicionalmente, o misturador de cimento 129 pode ser acionado em baixa pressão antes ou durante o envio da pasta de cimento 400 para o interior do furo perfurado 197. De fato, em uma configuração, o misturador de cimento 129 pode  
5 ser acionado pela bomba de cimento 128. Também em uma tal configuração a energia para acionamento da bomba de cimento 128 para realização dessas tarefas é obtida por meio do acoplamento da bomba de cimento 128 à bomba de lama 154 através das linhas de acoplamento hidráulicas 250.

10 Conforme foi indicado acima, a mesma unidade 255 de controle de completação que é empregada para dirigir a circulação de lama pode ser empregada para dirigir a cimentação descrita. Assim, é possível economizar algum espaço de equipamento na sala de cimentação 220.  
15 Entretanto, ainda mais significativamente, a configuração do conjunto de bombeamento 200 propriamente dito permite que a aplicação de cimentação descrita prossiga sem utilização de uma unidade principal de provisão de força motriz dedicada para cimentação tal como a da técnica  
20 anterior (ver a unidade principal de provisão de força motriz 127 da Fig. 1). Desta forma é obtido um acréscimo adicional de tamanho do espaço disponível 201 na plataforma 201.

Conforme foi indicado acima, a remoção da unidade  
25 principal de provisão de força motriz de cimentação dedicada pode ser obtida através do acionamento da bomba de cimento 128 pela bomba de lama 154. Conforme se encontra

ilustrado na Fig. 4, isto pode ser obtido mediante acoplamento das bombas 128, 154 com linhas de acoplamento hidráulicas 250 quando as bombas 128, 154 forem hidraulicamente compatíveis. Alternativamente, entretanto, 5 conforme se encontra ilustrado na Fig. 5, a bomba de cimento 128 pode ser integral com a unidade principal de provisão de força motriz 153 de forma a eliminar a necessidade de uma unidade principal de provisão de força motriz dedicada para cimentação. Ou seja, ao invés de se 10 instalar longas linhas de acoplamento hidráulicas 250 entre as bombas 128, 154, a bomba de cimento 128 pode ser acionada diretamente pela unidade principal de provisão de força motriz 153. Na realidade, na configuração ilustrada na Fig. 5, a sala de cimentação 220 inteira é posicionada 15 na adjacência da unidade principal de provisão de força motriz 153 com o tanque de lama 151 reposicionado em uma localização oposta à torre 110. Isto pode ser obtido mediante reconfiguração das linhas de circulação 552 conforme se encontra ilustrado. Não obstante, é provido 20 espaço disponível 501 adicional devido à ausência de requisito de uma unidade principal de provisão de força motriz dedicada para cimentação.

Nas configurações descritas acima, o equipamento 150 de bombeamento de lama e o equipamento 225 de 25 bombeamento de cimento foram interligados para aumento de eficiência de operações de completação de poço e redução do equipamento total requerido para o processo. Entretanto,

isto é feito de forma a manter a isolação da lama 300 relativamente à pasta de cimento 400. Ou seja, ao invés de ser empregada uma única bomba tal como a bomba de lama 154 para acionar diretamente tanto a circulação de lama 300 quanto a pasta de cimento 400, é mantida uma bomba separada tal como a bomba de cimento 128 como parte do conjunto de bombeamento 200. Desta forma, a circulação de lama 300 permanece fisicamente isolada do acionamento da pasta de cimento 400. Assim, o risco de contaminação com pasta de cimento 400 durante a perfuração ou com lama 300 durante a cimentação não é aumentado pelo emprego de configurações do conjunto de bombeamento 200 conforme aqui descrito. Ainda assim, é possível eliminar uma quantidade significativa de equipamentos (por exemplo, a unidade principal de provisão de força motriz 127 de cimento da Fig. 1) mediante acoplamento da bomba de cimento 128 diretamente a uma de entre a bomba de lama 154 e/ou sua unidade principal de provisão de força motriz 153.

Fazendo agora referência à Fig. 6, com referência adicional às Figs. 1-5, um método de completação de poço é sumariado na forma de um diagrama de fluxo. O método sumariado pode empregar configurações de conjuntos de bomba 200, 500 descritos acima para aplicações de perfuração e cimentação de uma operação de completação de poço. Por exemplo, conforme é indicado pelo numeral 600, um conjunto de bombeamento pode ser fornecido para um local de produção onde uma unidade principal de provisão de força motriz do

conjunto de bombeamento é ativada (ver 620). Conforme indicado em 640 e 660, a ativação da unidade principal de provisão de força motriz pode acionar uma bomba de lama do conjunto de bombeamento para bombeamento de lama durante  
5 uma aplicação de perfuração (ver a Fig. 3).

Diferentemente de um conjunto de bombeamento convencional conforme descrito acima com referência à Fig. 1, uma configuração de bomba de cimento para cimentação de um revestimento de furo perfurado após a perfuração pode  
10 ser acionada singularmente. Ou seja, conforme se encontra indicado em 680, uma bomba de cimento do conjunto de bombeamento pode ser acionada pela bomba de lama assinalada acima (ver as Figs. 2-4). Alternativamente, e igualmente aparente com referência a 680, a bomba de cimento pode ser  
15 acionada pela mesma unidade principal de provisão de força motriz que aciona a bomba de lama (ver a Fig. 5). De qualquer forma, é eliminada a necessidade de uma unidade principal de provisão de força motriz separada de bomba de cimento dedicada para acionamento somente da bomba de  
20 cimento. Conforme foi descrito acima, isto é obtido mediante integração ou acoplamento da bomba de cimento a um determinado equipamento de bomba de lama de uma forma que preserva a isolação entre lama e pasta de cimento durante a operação.

25 Conforme foi indicado, as configurações de conjuntos de bomba aqui descritas para utilização em uma operação de completação de poço são empregadas de uma forma

que evita as potenciais consequências catastróficas de contaminação por pasta de cimento ou por lama em um estágio inadequado de completação de um poço. Os conjuntos de bomba aqui descritos mantêm aplicações de circulação de lama e de  
5 pasta de cimento substancialmente isoladas incluindo simultaneamente equipamentos de bombeamento de lama e equipamentos de bombeamento de cimento acoplados estrategicamente. É desta forma provido um único conjunto integrado de completação de poço com uma quantidade  
10 reduzida de equipamentos, de peso total de equipamentos, e de espaço requerido para equipamentos, sem riscos quanto à possibilidade de contaminação indicada.

Muito embora as configurações exemplares descrevam um conjunto integrado de completação de poço específico  
15 incluindo um conjunto de bombeamento em uma plataforma semi-submersível, são possíveis configurações adicionais. Por exemplo, uma multiplicidade de tipos alternativos de plataformas podem ser empregados adicionalmente a conjuntos de completação de poços baseados em terra. Adicionalmente,  
20 a título de explicação, as configurações são principalmente descritas com referência a equipamentos de bombeamento incluindo uma única bomba e/ou unidade principal de provisão de força motriz. Entretanto, os equipamentos de bombeamento providos podem incluir na realidade uma  
25 multiplicidade de bombas ou de motores principais. Por exemplo, múltiplas bombas de cimento podem ser acopladas a múltiplas bombas de lama ou mais diretamente a seus

múltiplos motores principais para provisão de uma configuração de um conjunto de bombeamento conforme referido acima. Adicionalmente, muitas mudanças, modificações, e substituições podem ser feitas sem

5 afastamento do escopo das configurações descritas.

- REIVINDICAÇÕES -

1. CONJUNTO DE BOMBEAMENTO PARA FORNECIMENTO DE LAMA E PASTA DE CIMENTO PARA UM FURO PERFURADO, caracterizado por compreender:

5           uma bomba de lama para fornecimento da lama para o furo perfurado;

          uma unidade principal de provisão de força motriz para acionamento da referida bomba de lama e acoplada à mesma; e

10           uma bomba de cimento para fornecimento da pasta de cimento para o furo perfurado e acoplada a uma de entre a referida bomba de lama e a referida unidade principal de provisão de força motriz para acionamento da referida bomba de cimento.

15           2. Conjunto de bombeamento, de acordo com a reivindicação 1, caracterizado por a referida bomba de cimento ser acionada hidraulicamente pela referida bomba de lama.

20           3. Conjunto de bombeamento, de acordo com a reivindicação 2, caracterizado por o conjunto de bombeamento integrar uma instalação de completação de poços, em que a referida bomba de cimento fica localizada remotamente com relação à referida bomba de lama na instalação.

25           4. Conjunto de bombeamento, de acordo com a reivindicação 1, caracterizado por a lama ser substancialmente isolada com relação à pasta de cimento.

5. Conjunto de bombeamento, de acordo com a reivindicação 1, caracterizado por a referida bomba de cimento ser acoplada integralmente à referida unidade principal de provisão de força motriz.

5 6. Conjunto de bombeamento, de acordo com a reivindicação 1, caracterizado por compreender adicionalmente uma unidade de controle de completação unitária para dirigir o fornecimento da lama e o fornecimento da pasta de cimento.

10 7. Conjunto de bombeamento, de acordo com a reivindicação 1, caracterizado por a referida bomba de lama ser uma primeira bomba de lama, a referida unidade principal de provisão de força motriz ser uma primeira unidade principal de provisão de força motriz, e a referida  
15 bomba de cimento ser uma primeira bomba de cimento, e o conjunto de bombeamento compreender adicionalmente:

uma segunda bomba de lama para fornecimento de lama para o furo perfurado;

uma segunda unidade principal de provisão de força  
20 motriz para acionamento da referida segunda bomba de lama e acoplada à mesma; e

uma segunda bomba de cimento para fornecimento de pasta de cimento para o furo perfurado e acoplada a uma de entre a referida segunda bomba de lama e a referida segunda  
25 unidade principal de provisão de força motriz para acionamento da referida segunda bomba de cimento.

8. Conjunto de bombeamento, de acordo com a

reivindicação 1, caracterizado por compreender adicionalmente:

um misturador de cimento; e

uma base tipo "skid", em que o misturador de cimento e a bomba de cimento são dispostos sobre a base tipo "skid".

9. Conjunto de bombeamento, de acordo com a reivindicação 8, caracterizado por a referida base tipo "skid" ter entre cerca de 5 pés (1,524 m) de comprimento e cerca de 15 pés (4,572 m) de comprimento.

10. Conjunto de bombeamento, de acordo com a reivindicação 8, caracterizado por a referida base tipo "skid" ter menos de cerca de 10 pés (3,048 m) de comprimento.

11. Conjunto de bombeamento, de acordo com a reivindicação 10, caracterizado por compreender adicionalmente um tanque de lama acoplado à referida bomba de lama para circulação da lama do furo perfurado para a referida bomba de lama, e em que o referido tanque de lama inclui um mecanismo de peneiramento para separar aparas do furo perfurado retirando as mesmas da lama.

12. INSTALAÇÃO DE COMPLETAÇÃO DE POÇOS "OFFSHORE", caracterizada por compreender:

uma parte submersível residente sob a água;

uma plataforma disposta sobre o topo da referida parte submersível e destinada a residir acima da água; e

um conjunto de bombeamento fixado à referida

plataforma, em que o referido conjunto de bombeamento compreende:

uma bomba de lama para envio de lama para o interior de um furo perfurado,

5        uma unidade principal de provisão de força motriz para acionamento da bomba de lama e acoplada à mesma, e

uma bomba de cimento para envio de pasta de cimento para o interior do furo perfurado e acoplada a uma de entre a bomba de lama e a unidade principal de provisão de força  
10        motriz para acionamento da bomba de cimento.

13. Instalação de completação de poços "offshore", de acordo com a reivindicação 12, caracterizada por a bomba de cimento ser acoplada a uma de entre a bomba de lama e a unidade principal de provisão de força motriz de uma forma  
15        que aumenta o espaço disponível na referida plataforma.

14. Instalação de completação de poços "offshore", de acordo com a reivindicação 12, caracterizada por a bomba de cimento ser acoplada a uma de entre a bomba de lama e a unidade principal de provisão de força motriz de uma forma  
20        que reduz o peso total de equipamentos na instalação de completação de poços "offshore".

15. Instalação de completação de poços "offshore", de acordo com a reivindicação 12, caracterizada por a instalação consistir em uma de entre uma plataforma semi-submersível, uma plataforma auto-elevável, e uma plataforma  
25        tipo balsa.

16. Instalação de completação de poços "offshore",

de acordo com a reivindicação 12, caracterizada por compreender adicionalmente:

uma torre fixada à referida plataforma;

um tubo "riser" marítimo para ser descido abaixo da referida torre; e

um revestimento de furo perfurado para ser feito avançar através do referido tubo "riser" e para o interior do furo perfurado.

17. Instalação de completação de poços "offshore", de acordo com a reivindicação 16, caracterizada por compreender adicionalmente um tubo de perfuração que termina em uma broca para descida para o interior do referido revestimento de furo perfurado, para perfurar o furo perfurado, e para transportar lama para o mesmo.

18. Instalação de completação de poços "offshore", de acordo com a reivindicação 16, caracterizada por compreender adicionalmente:

um tampão obturador para vedar uma extremidade terminal do referido revestimento de furo perfurado; e

um tubo de cimentação para ser descido para o interior do referido revestimento de furo perfurado e furar o referido tampão obturador para transportar a pasta de cimento para o furo perfurado.

19. MÉTODO DE FORNECIMENTO DE LAMA E PASTA DE CIMENTO PARA UM FURO PERFURADO, o método sendo caracterizado por compreender:

ativação de uma unidade principal de provisão de

força motriz para acionamento de uma bomba de lama acoplada à mesma;

emprego da bomba de lama para envio de lama para o furo perfurado;

5           acionamento de uma bomba de cimento com uma de entre a unidade principal de provisão de força motriz e a bomba de lama; e

emprego da bomba de cimento para envio da pasta de cimento para o furo perfurado.

10           20. Método, de acordo com a reivindicação 19, caracterizado por o referido emprego da bomba de lama e o referido emprego da bomba de cimento serem dirigidos por uma unidade de controle de completção de tipo unitário.

15           21. Método, de acordo com a reivindicação 19, caracterizado por compreender adicionalmente a manutenção de uma isolação substancial entre a lama e a pasta de cimento, entre o referido emprego da bomba de lama e o referido emprego da bomba de cimento.

20           22. Método, de acordo com a reivindicação 19, caracterizado por a lama ser enviada para o furo perfurado através de um tubo de perfuração, e o método compreender adicionalmente a rotação de uma broca em uma extremidade terminal do tubo de perfuração para aumento de uma profundidade do furo perfurado.

25           23. Método, de acordo com a reivindicação 22, caracterizado por compreender adicionalmente:

remoção de lama e aparas do furo perfurado e para

um tanque de lama;

separação das aparas retirando as mesmas da lama; e  
circulação de lama do tanque de lama para a bomba  
de lama.

5           24. Método, de acordo com a reivindicação 22,  
caracterizado por o furo perfurado ser forrado com um  
revestimento de furo perfurado, e o método compreender  
adicionalmente:

          retração do tubo de perfuração do furo perfurado; e  
10           posicionamento de um tampão obturador em uma  
extremidade terminal do revestimento de furo perfurado para  
vedar o revestimento de furo perfurado.

          25. Método, de acordo com a reivindicação 24,  
caracterizado por compreender adicionalmente a furação do  
15   tampão obturador com um tubo de cimentação, em que o tubo  
de cimentação é destinado a transportar a pasta de cimento  
para o furo perfurado para cimentar o revestimento de furo  
perfurado ao mesmo.

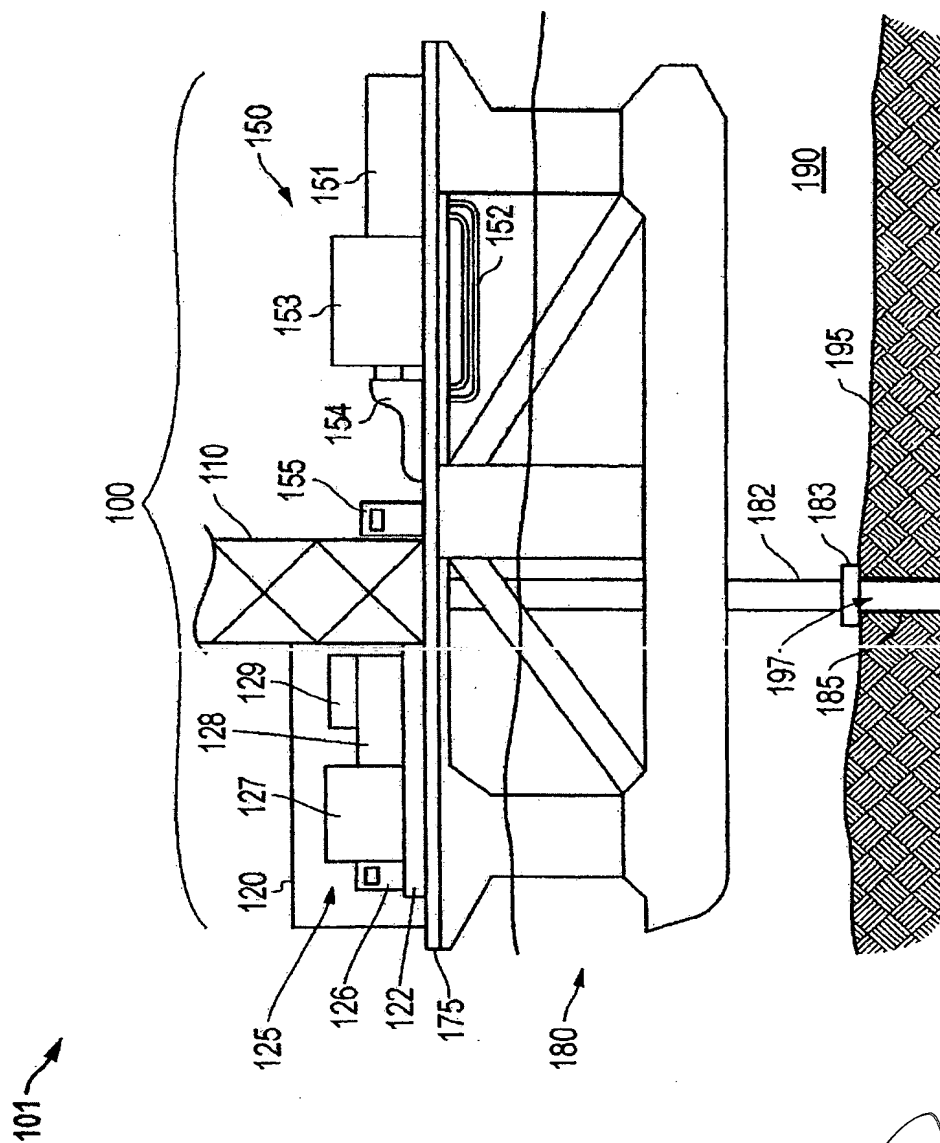


FIG. 1  
(Técnica Anterior)

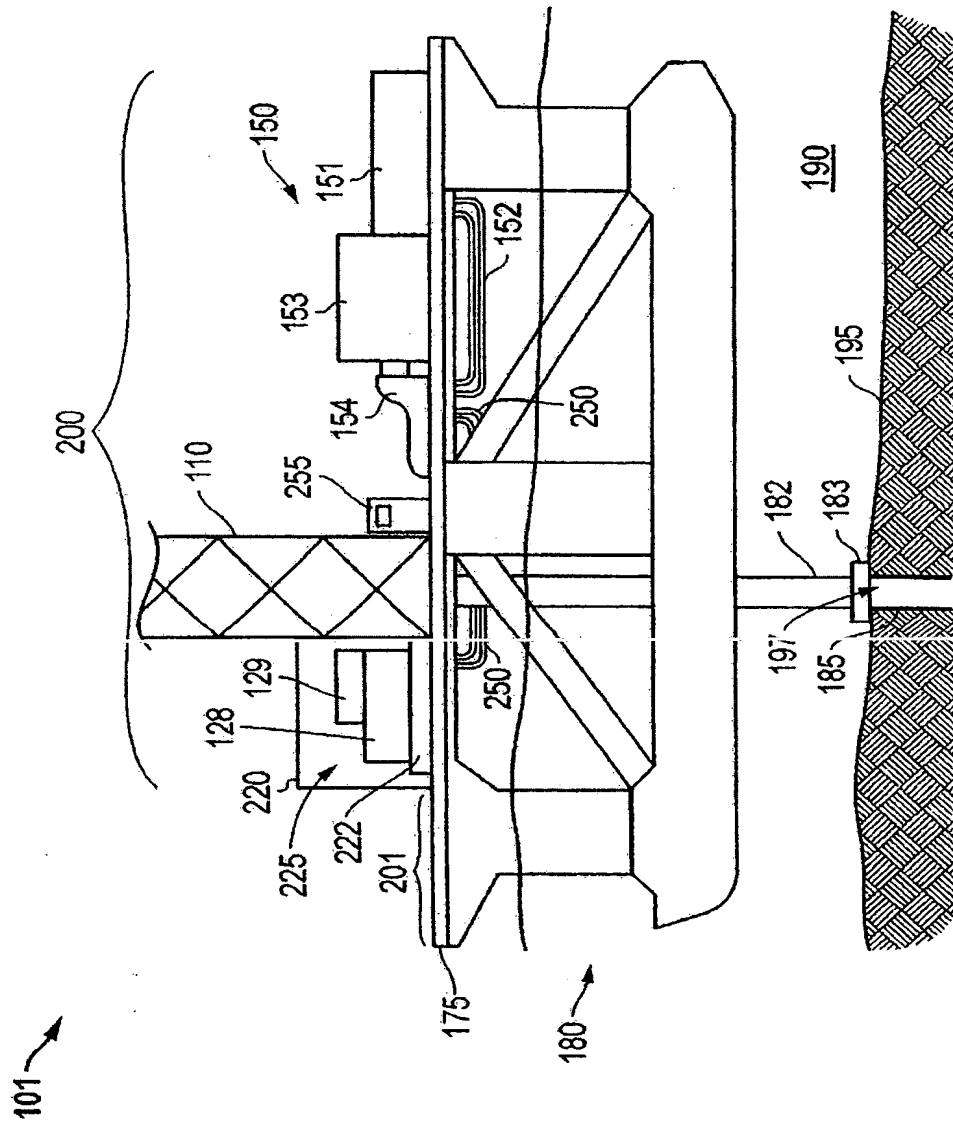


FIG. 2

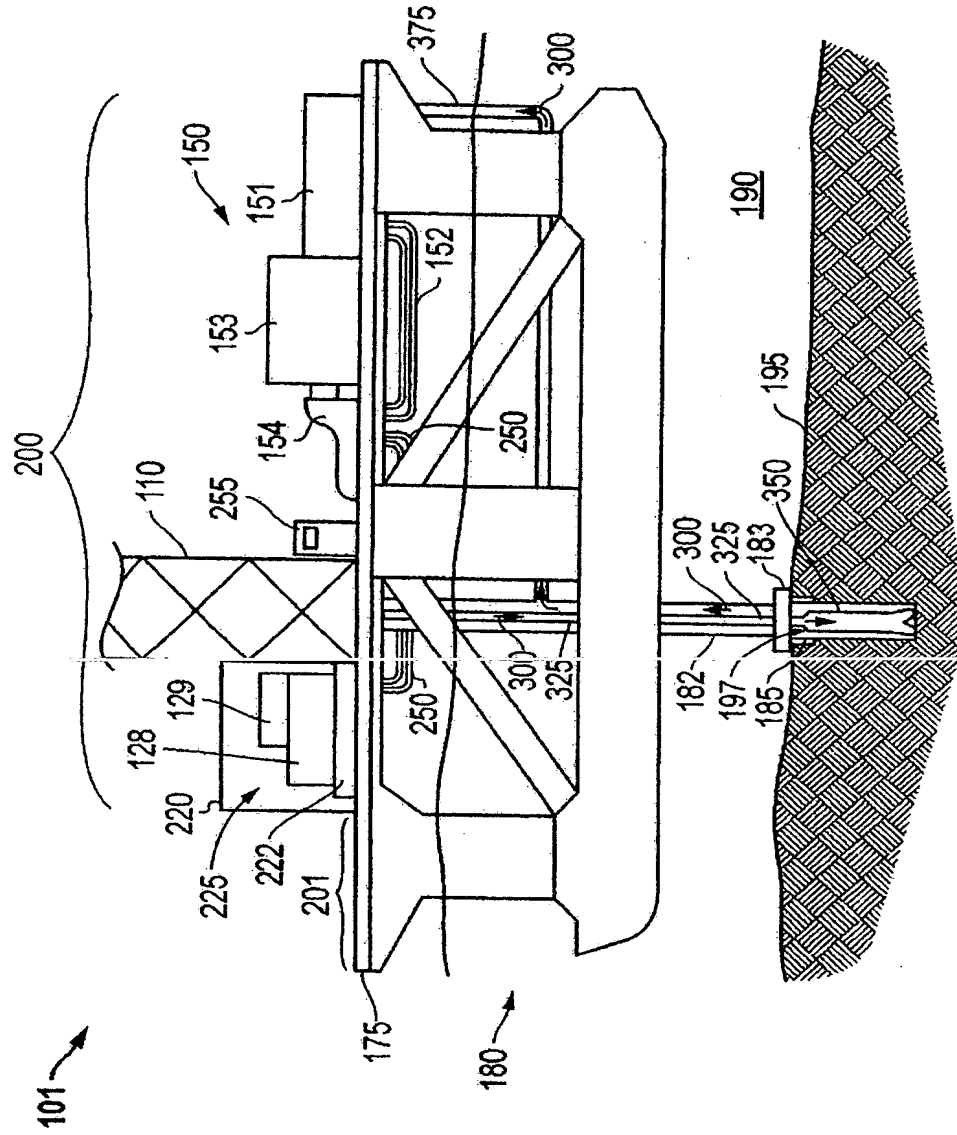


FIG. 3

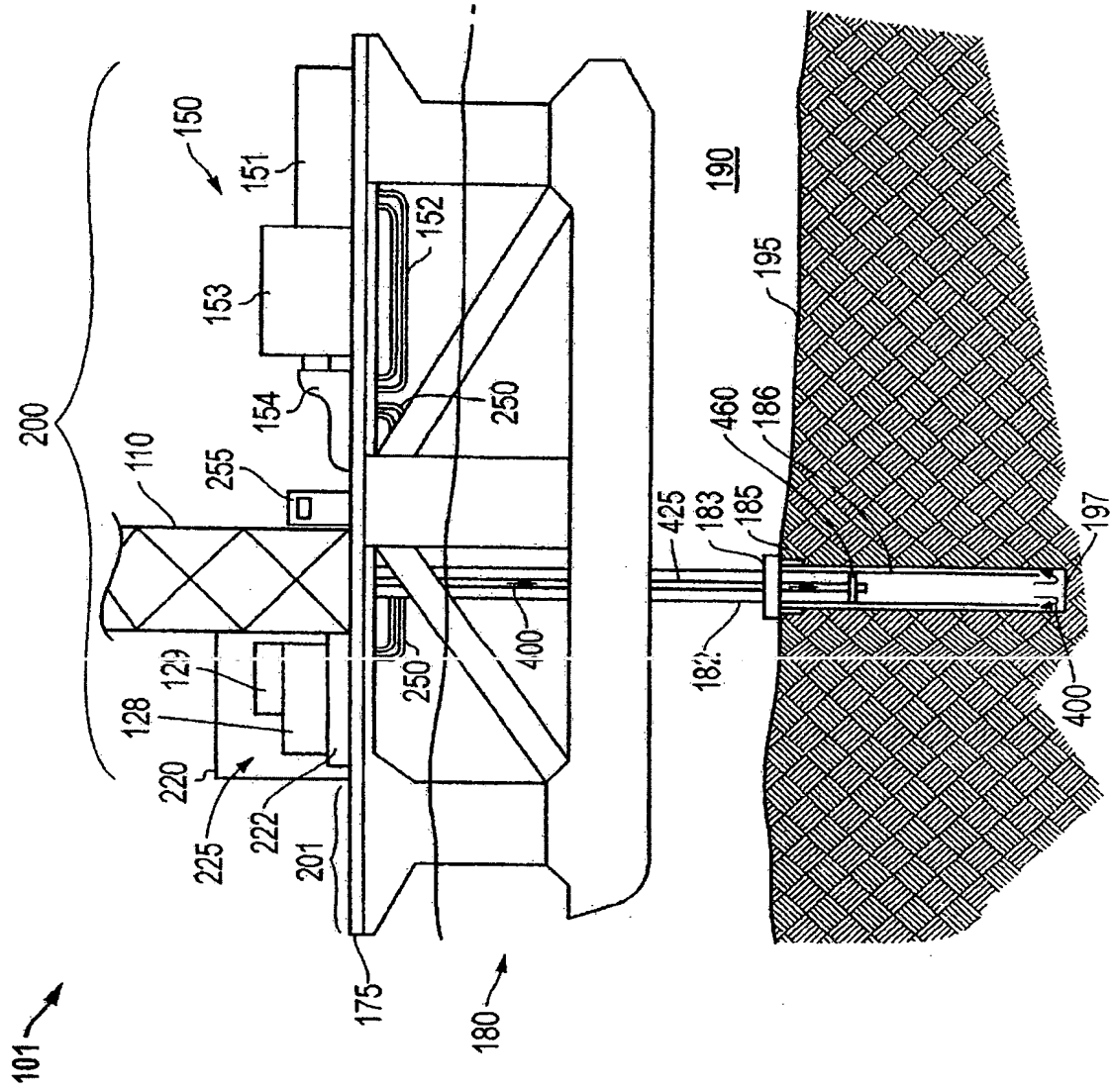


FIG. 4



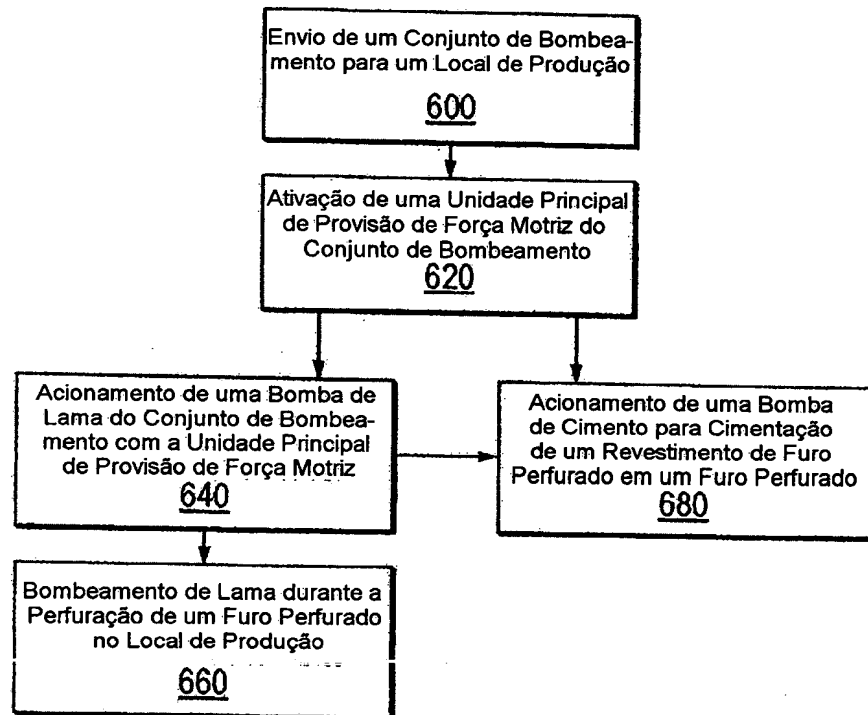


FIG. 6

## - RESUMO -

CONJUNTO DE BOMBEAMENTO PARA FORNECIMENTO DE LAMA E PASTA  
DE CIMENTO PARA UM FURO PERFURADO, INSTALAÇÃO DE  
COMPLETAÇÃO DE POÇOS "OFFSHORE", E MÉTODO DE FORNECIMENTO  
5 DE LAMA E PASTA DE CIMENTO PARA UM FURO PERFURADO

Trata-se de um conjunto de bombeamento integrado  
para fornecimento tanto de lama quanto de pasta de cimento  
para um furo perfurado durante uma operação de completação  
de poço. O conjunto de bombeamento inclui bombas de lama e  
10 de cimento separadas para manter uma isolação entre a lama  
e a pasta de cimento durante diversos estágios da operação.  
Entretanto, para eliminar a necessidade de uma unidade  
principal de provisão de força motriz dedicada para bomba  
de cimento, a bomba de cimento pode ser acionada pela bomba  
15 de lama propriamente dita ou por uma unidade principal de  
provisão de força motriz acoplada à bomba de lama. No caso  
de acoplamento da bomba de cimento à bomba de lama pode ser  
empregada uma linha hidráulica de tal forma que bombas de  
lama e de cimento hidraulicamente compatíveis podem ser  
20 dispostas em posições mais remotas com relação uma à outra  
se assim for necessário com base em plantas de projeto de  
equipamentos para uma determinada instalação de completação  
de poços para localização em um local de produção.