



PI04040023
PI04040023

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

CARTA PATENTE Nº PI 0404002-3

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 0404002-3

(22) Data do Depósito: 23/09/2004

(43) Data da Publicação do Pedido: 24/05/2005

(51) Classificação Internacional: E21B 21/08

(30) Prioridade Unionista: 24/09/2003 EP 03 256018.7

(54) Título: SISTEMA SUBMARINO E SEPARADOR SUBMARINO PARA USO EM OPERAÇÕES FURO ABAIXO E MÉTODO SUBMARINO DE SEPARAR MATERIAL PRODUZIDO A PARTIR DE UM POÇO

(73) Titular: COOPER CAMERON CORPORATION, Sociedade Norte Americana. Endereço: 1333 West Loop South, Suite 1700, Houston, TX 77027, Estados Unidos da América (US).

(72) Inventor: HANS PAUL HOPPER

Prazo de Validade: 10 (dez) anos contados a partir de 07/07/2015, observadas as condições legais.

Expedida em: 7 de Julho de 2015.

Assinado digitalmente por:

Liane Elizabeth Caldeira Lage
Diretora de Patentes Substituta



Relatório Descritivo da Patente de Invenção para **"SISTEMA SUBMARINO E SEPARADOR SUBMARINO PARA USO EM OPERAÇÕES FURO ABAIXO E MÉTODO SUBMARINO DE SEPARAR MATERIAL PRODUZIDO A PARTIR DE UM POÇO"**.

[001] Esta invenção refere-se a um sistema para utilização na criação e realização de operações subsequentes em um poço e, em particular, a um sistema que permite acesso a um furo de poço, seja submarino ou na superfície, ao mesmo tempo assegurando que a pressão do poço na cabeça de poço seja controlada.

[002] Ao perfurar um poço, a única barreira mecânica de segurança é a coluna BOP conectada à cabeça de poço. O conjunto de êmbolos da BOP contém os êmbolos de alta pressão e usualmente o anelar de média pressão. Para conjunto submarino o pacote do condutor submarino inferior da BOP, conectada à extremidade superior do conjunto de êmbolos da BOP é arranjada para ser desconectada do conjunto de êmbolos da BOP, por exemplo, no caso de emergência para liberar o condutor submarino e o navio.

[003] A necessidade de perfurar ou a uma "baixa pressão" ou para controle de influxo é requerida ao penetrar uma formação permeável de baixa pressão que requer ser perfurada com uma lama específica. A maior parte das seções superiores de um furo podem ser perfuradas com uma lama padrão e em um método que segue práticas convencionais.

[004] Atualmente, poços são perfurados a partir da superfície com colunas de lama e o monitoramento necessário é realizado a partir de ou no piso de perfuração. Ao perfurar um poço, o peso da lama é um fator crítico por três razões principais. Em primeiro lugar, o diferencial de pressão sobre o gradiente influxo/fratura que fornece uma margem de pressão de perfuração entre as pressões de poro e fratura é crítico. Em segundo lugar, a pressão da formação contra a pressão da

lama (carga hidrostática e pressão de circulação) afeta a velocidade de penetração. Finalmente, as pressões de controle de influxo precisam ser controladas para administrar um influxo do poço e manter a capacidade de circular o gás fora do poço dentro dos limites de projeto do poço.

[005] Perfurar um poço de produção com um peso de lama equilibrado ou superequilibrado pode entupir formações abertas, provocando danos graves permanentes à permeabilidade, isto é, a vazão de hidrocarboneto a partir do poço é drasticamente reduzida. Uma solução é perfurar a formação com uma coluna de lama que tem uma pressão de carga hidrostática mais baixa do que a pressão do reservatório. Isto é genericamente conhecido como uma perfuração subequilibrada. Lamas que podem conseguir isto poderiam ser baseadas em água, baseadas em óleo, gás de espuma ou uma combinação.

[006] Para operações de BOP de superfície, a utilização de certas lamas preferenciais poderia resultar na pressão de lama na BOP estar acima da pressão atmosférica.

[007] É necessário um dispositivo para vedar ao redor da coluna de perfuração enquanto ao mesmo tempo permite que o equipamento tubular se mova para dentro ou para fora do poço. Em configurações conhecidas, a jusante de uma BOP de superfície, o escoamento anelar do poço deve ser estrangulado de volta antes de penetrar em um separador de baixa pressão, para remover qualquer gás arrastado no escoamento de retorno da lama. A lama na pressão atmosférica passa então sobre agitadores de cascalho para remover os detritos (de rochas) antes de penetrar nas bombas de lama. Para operações de BOP submarina, a densidade da coluna de lama significa que é necessário operar através da BOP de superfície com a pressão da cabeça de poço sendo menor do que a carga hidrostática da lama até a superfície.

[008] Tipicamente, perfuração subequilibrada tem sido limitada à

perfuração com tubulação bobinada devido à sua simplicidade, isto é, a tubulação bobinada não é girada, não tem juntas de ferramentas e BOPs para tubulação bobinada são projetadas para a tubulação ser esvaziada dentro e fora do furo sob pressão. Um critério importante para um poço subequilibrado, é que em nenhum momento em sua vida, a formação deve ser submetida a sobrepressão. Uma vez que a formação não tem qualquer proteção quanto à pressão excessiva, dano considerável irá ocorrer muito rapidamente. Isto se aplica em todos os aspectos de acessar o poço, por exemplo, durante a perfuração do poço, operações de revestimento realizando a completação, testes e aumento de produção.

[009] Uma das vantagens principais de perfuração subequilibrada é que a produção a partir das formações abertas e livres pode ser até 50% mais elevada do que se o poço tivesse sido perfurado de uma maneira convencional. Tipicamente, perfuração subequilibrada é apenas realizada em poços de terra em oposição a poços submarinos, devido à complexidade da operação e à dimensão considerável do equipamento requerido. Por exemplo, é necessário ter acesso a BOP, ao estranguladores, aos separadores, às bombas, e deve ser possível controlar o sistema de forma cuidadosa.

[0010] Em águas profundas (isto é, 1.000 metros ou mais), alguns reservatórios não estão submetidos à pressão de sobrecarga de terreno acima, o que seria experimentado em poços localizados em terra ou em águas rasas. Isto significa que estes reservatórios têm uma pressão de sobrecarga baixa em relação à carga hidrostática de água. Portanto, um pequeno aumento em pressão pode resultar em fraturar a formação, provocando uma explosão subterrânea. Uma pequena diminuição na pressão da lama irá resultar em um influxo do poço. Conseqüentemente, existe uma margem estreita de pressão de operação entre as formações de poro e de pressões de fraturamento, o que

limita as distâncias que podem ser perfuradas em um estágio, especialmente em uma seção horizontal. Para drenar completamente um reservatório, tipicamente é necessário que mais poços sejam fornecidos, e estes poços precisam ser espaçados igualmente através do campo para assegurar que todas as regiões do campo são acessadas. Conseqüentemente, desenvolvimentos deste tipo são extremamente onerosos.

[0011] Ao perfurar em águas profundas, o operador de um poço deve permanecer dentro dos limites seguros de perfuração para controlar o poço completamente e de modo que seja possível lidar com cenários não-planejados que incluem operações de influxo de poço, tais como detecção de influxo em relação ao grande volume circulante de lama, movimento de um navio flutuante que altera o volume de circulação de lama, o efeito de gelificação de lamas que aumenta o atrito e, portanto, a pressão de circulação, o atrito provocado pela dimensão e comprimento limitados de linhas de estrangulamento e de extinção, operando na janela estreita de peso de lama e, então, tentar controlar um influxo na superfície.

[0012] A US-A-6.276.455 mostra um sistema de separação submarino horizontal que é bombeado para fora da base da unidade de condutor submarino até uma unidade de separação por gravidade no fundo do mar, e com um condutor submarino independente para retornos de lama. O sistema opera na pressão da água ambiente e, portanto, suportaria qualquer lama no furo do condutor submarino de perfuração.

[0013] De acordo com a presente invenção, é fornecido um sistema para utilização em operações de poço, o sistema compreendendo: uma cabeça de poço; um conjunto de êmbolos de BOP conectado em uma extremidade à cabeça de poço e tendo um furo axial que se estende a partir da cabe-

ça de poço até a outra extremidade;
um dispositivo acima da outra extremidade do conjunto de êmbolos de BOP para conter a pressão da cabeça de poço;
uma tomada de fluido entre o dispositivo de contenção de pressão e o conjunto de êmbolos de BOP;
um separador em comunicação com a tomada de fluido, de tal modo que, em utilização, um meio multifásico obtido a partir do poço pode ser separado em suas fases constituintes; e
um dispositivo de controle de pressão em cada de uma ou mais saídas a partir do separador, para permitir ao sistema ser operado em diferentes pressões de cabeça de poço.

[0014] Preferivelmente o dispositivo de controle de pressão inclui, no mínimo, um dentre um estrangulamento ou uma bomba. Se uma bomba é utilizada, é preferível que ela seja uma bomba de velocidade variável. O sistema preferivelmente compreende um sistema de controle para monitorar e controlar a operação dos dispositivos de controle de pressão.

[0015] Vantajosamente, o dispositivo de isolamento de pressão pode ser arranjado para permitir, em utilização, que uma coluna furo abaixo seja passada através dele, ao mesmo tempo que mantém sua capacidade de isolamento de pressão. Por coluna furo abaixo entende-se qualquer forma de tubo de perfuração, tubulação, revestimento, tubulação bobinada, cabo, linha de cabo ou outro tal dispositivo, que é passado para baixo em um poço, durante ou depois da perfuração do poço.

[0016] O dispositivo de isolamento de pressão pode ser uma vedação flexível, tal como uma vedação anelar, e é preferivelmente montado de forma rotativa para permitir, por exemplo, que uma coluna de perfuração, a qual em utilização será girada, seja operada sem resistência de atrito de rotação.

[0017] O dispositivo de contenção de pressão pode incluir um condutor submarino que contém uma carga hidrostática de fluido.

[0018] Em uma modalidade preferencial o separador inclui, no mínimo, um separador toroidal. Um separador toroidal adequado está descrito no Pedido de Patente Internacional N° PCT/GB03/01253, e é definido como um separador para separar escoamento multifásico, o separador compreendendo uma entrada para um fluido multifásico, uma pluralidade de saídas, no mínimo, uma para cada fase separada selecionada e um furo tubular anelar principal através do qual o fluido multifásico é forçado a escoar e a separar em fluidos mais leves e mais pesados, o furo tendo uma saída para cada um dos fluidos mais leve e mais pesado.

[0019] O sistema pode compreender adicionalmente um ou dois outros separadores toroidais e ou cada separador toroidal pode ser montado ao redor de um carretel de furo completo, através do qual é obtido acesso ao poço.

[0020] O separador preferivelmente tem uma saída para cada fluido gasoso, líquido e pasta fluida sólida.

[0021] O sistema adicionalmente pode incluir uma unidade de moagem de detritos entre o separador e uma bomba de pasta fluida.

[0022] De acordo com um outro aspecto da presente invenção, é fornecido um separador para utilização durante operações de poço, a unidade separadora compreendendo:

um carretel de furo completo para, em utilização, conexão a um conjunto de êmbolos de BOP; e

um separador toroidal que circunda, e em comunicação com o carretel para, em utilização, separar material multifásico distribuído para o carretel a partir do conjunto de êmbolos de BOP em suas fases constituintes.

[0023] Tal separador preferivelmente tem, no mínimo, um disposi-

tivo de controle de pressão em cada saída a partir do separador toroidal.

[0024] A presente invenção também fornece um método para separar material produzido a partir de um poço durante operações furo abaixo, o método compreendendo as etapas de:

fornecer material multifásico a partir de uma cabeça de poço através de um conjunto de êmbolos de BOP até um carretel de furo completo; desviar o escoamento multifásico através de um separador toroidal; e separar o escoamento multifásico em suas fases constituintes.

[0025] O método preferivelmente ainda compreende a etapa de estrangular de maneira seletiva, ou bombear, as fases constituintes para conseguir uma pressão de cabeça de poço especificada, permitindo, com isto, que o sistema opere em diferentes pressões de cabeça de poço.

[0026] A capacidade de separar na cabeça de poço em uma pressão específica independentemente da pressão da água do mar ambiente, permite que uma variedade de vantagens seja alcançada utilizando a presente invenção. Em primeiro lugar, perfuração de baixa pressão, que se estende até perfuração subequilibrada pode ser realizada. Existe um controle superior das pressões de lama ao perfurar em áreas de margem estreita de pressão de poro, controlando a operação no fundo do mar. Em terceiro lugar, a capacidade de controlar um influxo em uma BOP submarina ao invés de na superfície, resulta em controle maior e mais confiável. Conseqüentemente, as vantagens acima permitem a operadores estenderem sua faixa de perfuração em uma formação permeável e resulta em um desempenho mais elevado de produção a partir do poço completado.

[0027] A presente invenção permite que os efeitos da profundidade de água sejam eliminados ao remover a contrapressão sobre o poço provocada pela coluna hidrostática de lama até a superfície e o atri-

to de escoamento através da seção vertical do condutor submarino. Como tal, os benefícios, especialmente ao perfurar em águas profundas, são consideráveis. Contudo, a invenção é ainda aplicável a poços de superfície, e não deveria ser vista como limitada a montagens submarinas.

[0028] Em um ambiente submarino, um separador posicionado próximo à cabeça de poço para separar qualquer gás e detritos a partir do escoamento de lama de retorno assegura que, utilizando bombas apropriadas, o controle do poço pode ser movido do lado de topo afastado, para baixo, até o fundo do mar, removendo com isto parcialmente, ou eliminando, o efeito da profundidade de água. Isto permite ao separador ser operado na pressão desejada, o que poderia melhorar operações de perfuração convencionais e permitiria a utilização de técnicas de perfuração de "baixa pressão" e permitir uma margem mais ampla para controle de influxo. Na US-A- 6.276.455, o módulo separador está localizado de um lado da BOP, e assim irá requerer serviço de tubulação de interconexão significativo e controles até a coluna de BOP. Tal configuração é difícil de conseguir em águas profundas e, uma vez que um grande número de fundos de mar de águas profundas consistem em materiais instáveis, tal como 5 até 15 metros de lama, silte e areia fofa, o estabelecimento de uma área firme ao redor de um poço, sobre a qual o módulo separador pode ter sua base, é uma operação extremamente difícil.

[0029] Os dispositivos de controle de pressão também asseguram que os níveis de fase no separador podem ser mantidos, isto é, uma bomba de líquido tem que desligar ou operar mais lentamente se o nível de líquido cai, de modo que ele não traga qualquer gás para dentro.

[0030] Um exemplo da presente invenção será descrito agora com referência aos desenhos que acompanham, nos quais:

[0031] As figuras 1A e B mostram uma configuração da presente invenção do conjunto de separação BOP conectado entre um conjunto de êmbolos de BOP submarino e um conjunto BOP de condutor submarino inferior (LRP) utilizando uma carga hidrostática de lama definida no condutor submarino;

[0032] A figura 2 é uma vista em seção transversal, esquemática, através de um sistema com uma carga hidrostática de lama definida no condutor submarino, de acordo com a presente invenção;

[0033] A figura 3 é uma vista esquemática do separador das figuras 1 e 2;

[0034] A figura 4 mostra uma vista em seção transversal esquemática através do sistema da figura 2, utilizando um elemento de vedação na BOP submarina para eliminar a coluna hidrostática de lama no condutor submarino;

[0035] As figuras 5A até F mostram diversos estágios de perfuração e instalação de poço utilizando o sistema durante a formação de um poço submarino;

[0036] A figura 6 mostra um arranjo de superfície convencional para a perfuração de um poço; e

[0037] A figura 7 mostra um arranjo de superfície para perfurar um poço utilizando a presente invenção.

[0038] As figuras 1A e B mostram um conjunto de coluna BOP submarino 10 e um conjunto de cabeça de poço 11. Um conjunto de cabeça de poço 11 é formado na extremidade superior de um furo no fundo do mar 12. O conjunto de coluna de BOP 10 é, neste exemplo, constituído de um conjunto BOP de condutor submarino inferior 15, um separador BOP 16 e um conjunto de êmbolos de BOP 17. O separador BOP 17 compreende um carretel de furo completo 18. O carretel de furo completo 18, o conjunto de condutor submarino inferior 15 e o conjunto de êmbolos de BOP 17 são conectados de tal maneira que

existe um furo contínuo 20 desde a extremidade inferior da coluna de BOP vazada até a extremidade superior do LRP 15. A extremidade inferior da coluna de BOP 17 é conectada à extremidade superior da cabeça de poço 11 e é vedada no lugar.

[0039] O condutor submarino 22 é conectado ao LRD 15. A figura 1 mostra o sistema operando em uma pressão de lama de retorno de cabeça de poço que é insuficiente para permitir à lama escoar até o navio de superfície. A pressão da lama de retorno na cabeça de poço será a leve pressão hidrostática de lama 100 uma vez que a parte restante do condutor submarino irá conter ar atmosférico 101. A parte superior da LRP 15 é conectada à extremidade de um condutor submarino (22). O condutor submarino conecta o conjunto BOP 10 a um navio de superfície mostrado na figura 1.

[0040] Dentro do furo 20 é fornecida uma coluna tubular 23. Tal coluna pode incorporar um número de diferentes tipos de componentes que inclui tubulação simples, elementos de junção, equipamento de orientação de furo, e podem ter ligados em suas extremidades inferiores uma ferramenta de teste, uma broca de perfuração ou um dispositivo simples que permite a circulação ou o escoamento de fluidos desejados através do poço. Alternativamente, a coluna pode tomar a forma de revestimento, tubulação, tubulação bobinada, linha de cabo ou cabos, ou outros componentes que são necessários para atravessar o separador BOP e o conjunto de êmbolos da BOP para o interior da cabeça de poço 11. A figura 2 mostra a carcaça da cabeça de poço 13 como um exemplo, tendo uma bucha de desgaste 24 e uma pluralidade de suportes de revestimento 25 que são ajustados na cabeça de poço e se estendem para o interior do furo no fundo do mar 12, na operação de perfuração de poço.

[0041] A coluna de BOP é dotada de um número de elementos de fechamento para fechar ambos, o furo 20 e/ou na coluna 23, e estes

incluem êmbolos de tubo inferior 26, êmbolos de tubo médio 27, êmbolos de tubo superior 28 e êmbolos cegos de cisalhamento 29. Estes quatro conjuntos de êmbolos compreendem a zona de alta pressão na coluna de BOP 17 e eles podem suportar a pressão máxima. Os êmbolos de tubos inferior, médio e superior são projetados de tal modo que eles podem fechar ao redor de diversos diâmetros de colunas tubulares 23.

[0042] Naturalmente, quando os êmbolos de tubos inferior 26, médio 27 ou superior 28 estão fechados, enquanto o furo 20 está vedado, o furo da coluna de perfuração 23 está ainda aberto. Assim, os êmbolos cegos de cisalhamento 29 são projetados de tal maneira que quando operados eles podem cortar através da coluna de perfuração 23 ou outro tubular no furo e fornecer uma barreira única mecânica de isolamento de pressão entre o fluido de perfuração pressurizado e a superfície.

[0043] Acima dos êmbolos cegos de cisalhamento 29, um anelar inferior 30 é fornecido, e este pode também vedar ao redor da coluna de perfuração 23 ou outros tubulares de diâmetros diferentes quando fechados e fornecer uma zona de pressão média contida. Dentro do conjunto de condutor submarino inferior 15, um anelar superior 31 é fornecido e, acima deste, a zona de pressão inferior está localizada e inclui a junta flexível 21, o adaptador de condutor submarino 22 e o condutor submarino. O dispositivo que contém baixa pressão desta zona é principalmente a pressão hidrostática do fluido que está retido no furo aberto até a superfície.

[0044] O conjunto de BOP 10 é também dotado de estrangulamento 60, extinção 61 e reforço de lama 62, linha de retorno de lama 104, linha de detritos/pasta fluida 102, linhas para fornecer fluido para e a partir da BOP. A figura 2 mostra que estas são parte do sistema do condutor submarino, porém elas poderiam ser linhas flexíveis inde-

pendentes, conduzindo para longe da coluna de BOP 10 e até a superfície. A linha de estrangulamento 60 é equipada com uma válvula de estrangulamento 67. A linha de estrangulamento 60 está, neste exemplo, em comunicação direta com o furo 20 em três localizações 63, cada localização tendo um ramal individual que é controlado por um par de válvulas 64.

[0045] Do lado oposto da BOP, a linha de extinção 61 é equipada com uma válvula de estrangulamento da linha de extinção 65 antes que a linha de extinção 61 penetre no furo 20 em duas localizações, novamente cada uma das quais por meio de um par de válvulas 66.

[0046] A linha de reforço de lama 62 conecta em diversos estágios do separador 16 e furo 15 do conjunto condutor submarino inferior por meio de válvulas 68.

[0047] Entre o anelar inferior 30 e o anelar superior 31 é fornecido o separador BOP. O separador BOP 16 é conectado de maneira removível através de diversos pontos de conexão 32, de modo que ele pode ser removido da extremidade superior do conjunto de êmbolos de BOP 17 caso isto seja necessário, ou instalado quando requerido para trabalhar em certas seções do poço.

[0048] O separador BOP 16 inclui o carretel de furo completo 18 que ele mesmo tem um separador anelar 33 que pode vedar ao redor da coluna de perfuração ou diversos tubulares dimensionados 23.

[0049] O separador toroidal 19 é fornecido ao redor do carretel de furo completo 18 e inclui um furo tubular 40 que pode manipular a vazão, pressões de ruptura e colapso, é na forma de um anel horizontal e é fornecido para receber escoamento multifásico através da entrada 41 que é conectada à passagem de escoamento 42, a qual, ela mesma, é conectada ao furo 18. Neste exemplo, lama de perfuração não-separada a partir do furo do conjunto de êmbolos de BOP 20 penetra no carretel de furo completo do conjunto de separador BOP 18. A co-

luna hidrostática estática de lama 100 exerce uma pressão de operação ajustada na coluna de BOP submarina 10 e força o retorno de escoamento de lama não-separada e quaisquer fluidos que saíram das formações do poço para serem fornecidas para o separador 19 através da porta 70 na parede do carretel 18. Como tal, o separador 19 pode ser utilizado para separar este escoamento multifásico em suas fases contínuas para processamento adicional e distribuição até a superfície.

[0050] O diâmetro do furo 40 é dependente da vazão e pressões de ruptura e colapso, estando tipicamente entre 300 e 1.000 milímetros em diâmetro. O fluido que penetra no furo 40 é preferivelmente forçado a penetrar em uma direção tangencial e na circunferência externa do furo 40, fazendo com isto uma ação de jateamento que ajuda a induzir e manter a velocidade do escoamento dentro do furo 40. O escoamento circular que é induzido no fluido multifásico faz com que fluidos mais pesados e quaisquer partículas sólidas se movam até a circunferência externa do furo 40 com os fluidos mais leves na circunferência interna do furo 40. Uma vez que o furo 40 é montado substancialmente de forma horizontal, efeitos gravitacionais puxam os fluidos mais pesados no sentido da porção externa inferior do furo 40 e isto resulta em os fluidos mais leves se moverem até a porção superior interna do furo 40.

[0051] Como pode ser visto na figura 3, o furo principal 40 é dotado de linhas de saída 42 e 43 para os fluidos mais pesados e mais leves, respectivamente. A linha de saída 42 é tangencial à circunferência de fundo do furo 40 e está montada na porção de fundo inferior externa do furo 40. A linha de saída 43 para os fluidos mais leves está montada tangencialmente à porção de topo interna superior do furo 40. A localização da saída é naturalmente dependente do escoamento que é esperado receber e, portanto, a localização das conexões das linhas de saída pode ser mudada sem afetar a operação da invenção.

[0052] O separador é dividido em cinco áreas de interligação, uma espiral de gás 44, um anel toroidal de lama 45, uma seção espiral de estabilização de líquido 46, uma seção de separação de detritos de lama 47 e uma seção de remoção de detritos 48. O modo usual poderia compreender lama de perfuração e sólidos. Neste exemplo, escoamento multifásico através da entrada 41 tipicamente também poderia compreender gás, óleo, água, lama de perfuração e sólidos, e a separação no furo 40 permite gás úmido que é principalmente gás, porém com líquido arrastado, para sair através da linha de saída 43. Sólidos, óleo, água, lama e um pouco de gás arrastado deixam o furo 40 através da linha de saída 42.

[0053] O gás úmido viaja para cima através da espiral de gás 44 através de um conduto espiral 49 com a pressão/vazão controladas por uma válvula de estrangulamento 56. O líquido dentro do gás úmido é forçado sobre a parede externa do conduto 49 e se agrupa. Em certos pontos na parede externa são fornecidos tubos de drenagem de líquido 50 para direcionar qualquer líquido que tenha sido separado para escoar de volta na seção de estabilização de líquido 46. O líquido multifásico que tem gás aprisionado, que sai através da linha de saída 42, passa para o interior da seção de estabilização de líquido 46, que é a porção superior de um conduto espiral 51. Uma vez que o líquido espirala para baixo no conduto 51, qualquer gás arrastado é separado para a porção superior interna do conduto e é separado através das linhas de saída 52 e é direcionado para a espiral de gás 44. Uma vez que o fluido passe ainda mais para baixo através do conduto 51 e o gás tenha sido removido, é a lama que move para a porção interna superior, e esta é separada através das linhas de saída 53 para um trajeto comum que passa através de uma válvula de isolamento de lama 54 até uma bomba de lama 55. O gás que alcança a extremidade superior da espiral de gás 44 atravessa uma válvula de isolamento de

gás 59, depois de um estrangulamento de gás 56 e para o interior da linha de estrangulamento 60.

[0054] Na extremidade mais inferior do conduto 51, a pasta fluida de detritos contendo algum líquido residual e detritos a partir do processo de perfuração, passa para fora do conduto espiral 51 através da válvula de isolamento de detritos 57 para o interior de uma bomba de pasta fluida de detritos 58. Como mostrado na figura 2, uma unidade de moagem de detritos 59 pode ser fornecida entre a válvula de isolamento de detritos 57 e a bomba de pasta fluida 58 para reduzir a dimensão das partículas de detritos que devem ser bombeadas de volta até a superfície em uma linha de detritos/pasta fluida 102.

[0055] Se forem requeridos níveis mais elevados de separação, as fases podem ser admitidas para uma separação adicional utilizando um segundo ou terceiro separador. Alternativamente, furos tubulares adicionais 40 podem ser fornecidos como uma ou cada linha de saída 42, 43 para fornecer separação adicional antes dos condutos em espiral 43, 51.

[0056] A figura 4 mostra um outro refinamento do sistema em que o carretel de furo completo 18 tem um par de vedações 34, preferivelmente vedações removíveis, como descrito no Pedido de Patente copendente depositado no mesmo dia e intitulado "Vedação Removível" e que tem a referência de Agente de Patente MJB07416EP.

[0057] A vedação removível superior 34 é ativada de modo a fornecer uma vedação estanque a fluido entre a lama separada e a porção superior do furo 20 e a lama não-separada na porção inferior do furo 20, a lama não-separada sendo fornecida para o separador 19 através da porta 70 na parede do carretel 18.

[0058] A vedação superior 34 atua como um dispositivo de isolamento de pressão para conter a pressão da lama de perfuração na cabeça de poço e de qualquer fluido que penetra na cabeça de poço a

partir da formação, o que elimina a necessidade por uma cabeça de lama hidrostática estática de altura fixa 100 neste condutor submarino. O furo do condutor submarino 22 ou o anelar formado no furo sendo qualquer coluna tubular 23, é agora independente do sistema de escoamento de lama que retorna. Lama separada a partir da bomba de lama 55 pode agora penetrar novamente no furo do carretel 18 acima do par de vedações removíveis 34 e escoar até a superfície na configuração de lama de retorno convencional. Esta configuração elimina a necessidade por uma linha extra na forma de uma linha de retorno de lama 104 mostrada na figura 3.

[0059] As figuras 5A até F mostram diversas operações e como o separador BOP pode ser otimizado em um programa de perfuração de poço.

[0060] A figura 5A mostra o conjunto de separação BOP 16 que foi operado de maneira separada preferivelmente em uma coluna de perfuração para reduzir tempo de equipamento, e estacionado em uma cabeça de poço próxima ou cabeça de poço falsa 106.

[0061] A figura 5B mostra um conjunto de êmbolos de BOP submarino convencional 17 e LRP 15 conectados a uma cabeça de poço 11, para perfurar de forma convencional a seção de furo superior de um poço como mostrado na figura 5C.

[0062] Quando o conjunto de separação de BOP 16 é requerido, o poço pode ser isolado utilizando as características do conjunto de êmbolos de BOP 17 e a LRP é desconectada. O navio pode agora mover através e conectar o LRP 15 ao conjunto de separação de BOP 16 como mostrado na figura 5D, e movê-lo através e conecta-lo ao topo do conjunto de êmbolos de BOP 17 como mostrado na figura 5E. Utilizando as características de separação e bombeamento desta invenção, isto permite agora à próxima sessão do furo ser perfurada com uma densidade de lama ótima que ou a pressão do poro da formação

ou a pressão de fratura poderia não suportar até a superfície como mostrado na figura 5F.

[0063] A capacidade de alterar a pressão da lama de retorno na BOP submarina significa que seções mais compridas, ou a maior parte do poço, podem ser perfuradas com uma densidade de lama constante. Isto economiza a troca onerosa da densidade de lama e tempo de equipamento envolvido para cada seção de furo.

[0064] Selecionando uma lama de densidade ótima e combinando isto com a capacidade de selecionar a pressão de lama de retorno da BOP submarina, um gradiente diferente de pressão de lama/profundidade pode ser conseguido. Este gradiente pode ser selecionado para estar na faixa de operação segura entre a formação de poros do fraturamento e a formação de pressão, o que não é possível se a lama de retorno tiver que escoar até a superfície. Em poços convencionais, isto requer agora a passagem e a cementação de uma coluna de revestimento para isolar a pressão da formação perfurada antes de penetrar na próxima formação, o que poderia requerer diferença de parâmetro de perfuração. Utilizar o separador BOP significa que seções mais compridas de furo podem ser perfuradas em uma fase, e menos colunas de revestimento são requeridas. Ambos os fatores irão reduzir de forma considerável o custo do poço e a exposição a certos riscos operacionais.

[0065] As diversas etapas mostradas nas figuras 5A-F podem ser aplicadas em uma ordem diferente em relação à operação de poço, seja sendo perfuração, uma intervenção de restauração no poço ou retirar o conjunto de separador BOP para manutenção, serviço ou reparo utilizando ou não o condutor submarino de perfuração.

[0066] A figura 6 mostra um arranjo de superfície 126, ou em terra ou um convés de plataforma, no qual a extremidade superior de uma cabeça de poço 16 é conectada a um conjunto de êmbolos de BOP 17

que tem, como descrito em figuras anteriores, diversos êmbolos, anelares e válvulas, para permitir operação apropriada. O conjunto de êmbolos de BOP é conectado em sua extremidade superior a um conjunto que contém pressão 107, que utiliza anelares para assegurar que a pressão do fluido dentro do furo que está sendo perfurado está contida. Acima disto, uma configuração convencional de superfície está mostrada com uma sistema de desvio de lama atmosférica 114 e, acima deste, o piso de perfuração 115. O conjunto que contém pressão tem uma linha de alimentação de saída para o interior de um distribuidor de estrangulamento automatizado 108, que reduz a pressão do meio multifásico retornado da zona de perfuração até pressão atmosférica 109. O meio multifásico na pressão atmosférica então escoar até um conjunto de processamento de sólidos 110, tanques de armazenagem de fluido 111 e uma bomba opcional de injeção de detritos 112.

[0067] Os tanques de armazenagem de fluido atmosféricos 111 funcionam como uma zona de condicionamento de lama, de modo que o líquido, primariamente lama de perfuração, pode ser bombeado utilizando uma bomba 113 através de uma linha de retorno, de volta para o interior do tubo de perfuração ou coluna de tubulação 125 e reutilizado durante o processo de perfuração. A pasta fluida sólida pode ser passada para o interior da bomba de injeção de detritos, de modo que ela possa ser reinjetada para o interior do poço através da linha de injeção de cabeça de poço.

[0068] Na figura 7 o conjunto de êmbolos de BOP, a cabeça de poço e o conjunto de contenção de pressão são substancialmente similares àquele na figura 6, porém a linha de alimentação de saída passa para o interior de um separador toroidal 116, tal como aquele descrito com relação à modalidade submarina para separar o meio multifásico em sua fase individual. Isto assegura que a pressão para as fases individuais não tem que cair até a pressão atmosférica.

[0069] As fases separadas são fornecidas ao longo de linhas de suprimento individuais 117. O gás é passado ao longo da linha de descarga de gás 118 para um conjunto de manipulação de gás 119, onde o gás pode ser processado ainda mais. A pasta fluida de sólidos passa para o interior de uma linha de ventilação de gás onde qualquer gás residual é separado e fornecido para a linha de descarga de gás. A pasta fluida de sólidos passa, então, para o interior de um conjunto de processamento de sólidos 121 para processamento adicional.

[0070] A lama é fornecida ao longo de uma linha de suprimento de lama, porém não foi reduzida em pressão de forma significativa. Bombas adicionais 123 são fornecidas para reforçar a pressão da lama até a pressão do tubo de perfuração requerida. Lama condicionada nova fornecida a partir das bombas 124, fornece um sistema de mistura pressurizado.

REIVINDICAÇÕES

1. Sistema submarino para utilização em operações furo abaixo, compreendendo:

uma cabeça de poço (11); e

um conjunto de êmbolos de BOP (10) conectado em uma extremidade à cabeça de poço (11) e tendo um furo axial (20) que se estende a partir da cabeça de poço até a outra extremidade;

caracterizado pelo fato de compreender ainda

um dispositivo submarino de isolamento de pressão (100; 34) acima da outra extremidade do conjunto de êmbolos de BOP (10);

uma tomada de fluido (70) entre o dispositivo de isolamento de pressão (100; 34) e o conjunto de êmbolos de BOP (10);

um separador submarino (16) em comunicação com a tomada de fluido (70), de tal modo que, em utilização, um meio multifásico obtido a partir do poço pode ser separado em pelo menos três fases;

uma pluralidade de saídas (50, 52, 53) dispostas no separador submarino (16), incluindo pelo menos uma saída para cada uma das mencionadas três fases; e

uma pluralidade de dispositivos de controle de pressão (55, 56, 58) , sendo que um dispositivo de controle de pressão é associado com cada uma da referida pluralidade de saídas (50, 52, 53) para permitir ao sistema ser operado em diferentes pressões de cabeça de poço.

. 2. Sistema, de acordo com a reivindicação 1, **caracterizado** pelo fato de que o dispositivo de controle de pressão inclui, no mínimo, um dentre um estrangulamento (56) e uma bomba (55, 58).

3. Sistema, de acordo com a reivindicação 2, **caracterizado** pelo fato de que a bomba é uma bomba de velocidade variável.

4. Sistema, de acordo com a reivindicação 1, **caracterizado**

pelo fato de compreender ainda um sistema de controle para monitorar e controlar o dispositivo de controle de pressão.

5. Sistema, de acordo com a reivindicação 1, **caracterizado** pelo fato de que o dispositivo de isolamento de pressão é arranjado para permitir, em utilização, que no mínimo uma coluna furo abaixo (23) seja passada através dele, ao mesmo tempo em que mantém sua capacidade de isolamento de pressão.

6. Sistema, de acordo com a reivindicação 5, de acordo com a reivindicação 1, **caracterizado** pelo fato de que o dispositivo de isolamento de pressão é uma vedação flexível (34).

7. Sistema, de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de que o dispositivo de isolamento de pressão é uma vedação anelar (34).

8. Sistema, de acordo com a reivindicação 6, caracterizado pelo fato de que uma vedação flexível (34) é montada de forma rotativa.

9. Sistema, de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de que o separador contém, no mínimo, um separador toroidal (19).

10. Sistema, de acordo com a reivindicação 9, caracterizado pelo fato de que o separador (16) contém dois ou três separadores toroidais (19).

11. Sistema, de acordo com a reivindicação 9, caracterizado pelo fato de que o separador toroidal (19) é montado ao redor de um carretel de furo completo (18).

12. Sistema, de acordo com a reivindicação 1, **caracterizado** pelo fato de que o separador (16) tem saídas para fluido gasoso (50), líquido (52) e pasta fluida sólida (53).

13. Sistema, de acordo com a reivindicação 12, **caracterizado** pelo fato de compreender uma unidade de moagem de detritos

(59) entre o separador e uma bomba de pasta fluida (58).

14. Separador submarino para utilização durante operações furo abaixo, **caracterizado** pelo fato de compreender:

um carretel de furo completo (18) para, em utilização, conexão a um conjunto de êmbolos de BOP (10);

um separador toroidal (19) que circunda e está em comunicação com o carretel (18), em utilização separando o material multifásico distribuído para o carretel a partir do conjunto de êmbolos de BOP (10) em fases de gás, de lama e de pasta de detritos;

uma pluralidade de saídas dispostas no separador toroidal (19), sendo que a pluralidade de saídas inclui pelo menos uma saída para cada uma das referidas fases; e

uma pluralidade de dispositivos de controle de pressão (55, 56, 58), sendo que um dispositivo de controle de pressão é associado com cada uma da mencionada pluralidade de saídas.

15. Método submarino de separar material produzido a partir de um poço durante operações furo abaixo, **caracterizado** pelo fato de compreender as etapas de:

fornecer material multifásico, a partir de uma cabeça de poço (11) através de um conjunto de êmbolos de BOP (10) até um carretel de furo completo (18);

desviar o escoamento multifásico através de um separador toroidal submarino (19) que possui:

- uma pluralidade de saídas que inclui pelo menos uma saída para cada uma de uma fase gasosa, uma fase de lama e uma fase de pasta de detritos; e

- uma pluralidade de dispositivos de controle de pressão (55, 56, 58), sendo que um dispositivo de controle de pressão é associado com cada uma da mencionada pluralidade de saídas;

separar o escoamento multifásico em uma fase gasosa,

uma fase de lama e uma fase de pasta de detritos; e

controlar a pressão de cada uma das referidas fases mediante a dita pluralidade de dispositivos de controle de pressão (55, 56, 58) de modo a assegurar uma pressão de cabeça de poço especificada.

16. Sistema submarino compreendendo:

um corpo de carretel (18) tendo um furo (40) através do mesmo; e

uma primeira barreira de isolamento de pressão (17) acoplada ao corpo do carretel (18) e operável para isolar a pressão dentro do furo (40) da pressão existente em baixo da primeira barreira de isolamento de pressão (17);

caracterizado pelo fato de compreender ainda

uma segunda barreira submarina de isolamento de pressão (100; 34) acoplada ao corpo do carretel (18) e operável para isolar a pressão dentro do furo (40) da pressão existente acima da segunda barreira de isolamento de pressão;

uma tomada de fluido (70) em comunicação com o furo (40) entre as primeira e segunda barreiras de isolamento de pressão (17; 100, 34);

um separador submarino (16) em comunicação de fluido com a tomada de fluido (70); e

uma pluralidade de saídas (50, 52, 53) dispostas no separador (16), sendo que cada saída possui a ela acoplada um dispositivo de controle de pressão (55, 56, 58).

17. Sistema, de acordo com a reivindicação 16, **caracterizado** pelo fato de que a primeira barreira de isolamento de pressão compreende um conjunto de BOP (10).

18. Sistema, de acordo com a reivindicação 16, **caracterizado** pelo fato de que o corpo de carretel é um carretel de furo completo (18).

19. Sistema, de acordo com a reivindicação 16, 17 ou 18, **caracterizado** pelo fato de que o separador compreende pelo menos um separador toroidal (19).

20. Sistema, de acordo com a reivindicação 19, **caracterizado** pelo fato de que o separador toroidal (19) está montado em torno do carretel de furo completo (18).

21. Sistema, de acordo com a reivindicação 16, caracterizado pelo fato de que a segunda barreira de isolamento de pressão é uma vedação flexível (34).

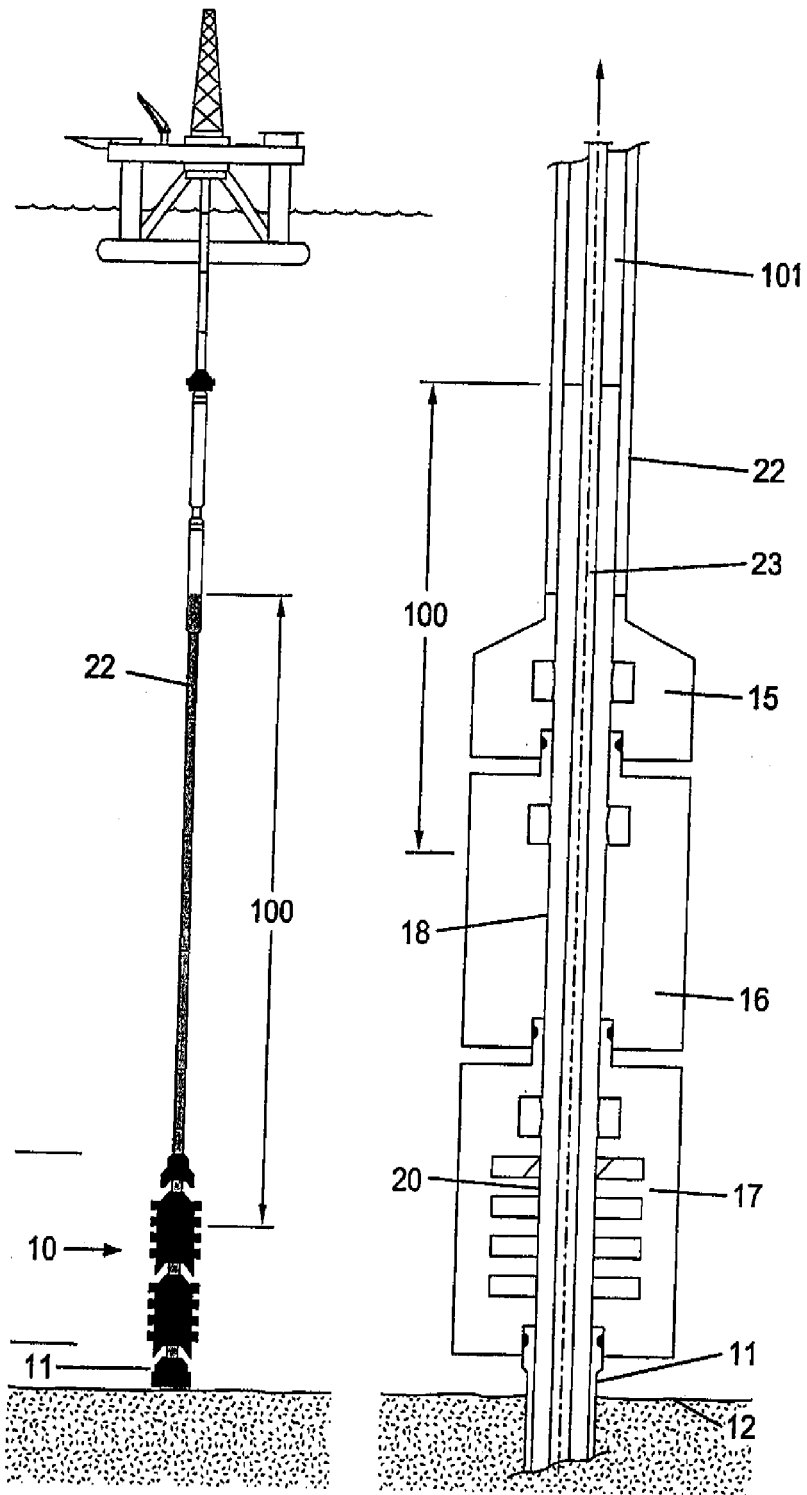
22. Sistema, de acordo com a reivindicação 21, **caracterizado** pelo fato de que a segunda barreira de isolamento de pressão é uma vedação anelar (34).

23. Sistema, de acordo com a reivindicação 22, **caracterizado** pelo fato de que a vedação anelar (34) é integrada no corpo do carretel (18).

24. Sistema, de acordo com a reivindicação 16, **caracterizado** pelo fato compreender ainda um furo de poço substancialmente alinhado, no sentido vertical, com o furo no corpo de carretel (18), os dois furos estando em comunicação de fluido.

25. Sistema de acordo com a reivindicação 16, **caracterizado** pelo fato de que a primeira barreira de isolamento de pressão (17) é operável para isolar a pressão dentro do furo (40) a partir da pressão existente em baixo da primeira barreira de isolamento de pressão (17), quando uma coluna tubular (23) está disposta dentro do furo (40).

26. Sistema, de acordo com a reivindicação 16, caracterizado pelo fato de compreender ainda um conjunto de conduto submarino inferior (15) acoplado removivelmente ao corpo de carretel (18), num local acima da segunda barreira submarina de isolamento de pressão (34).



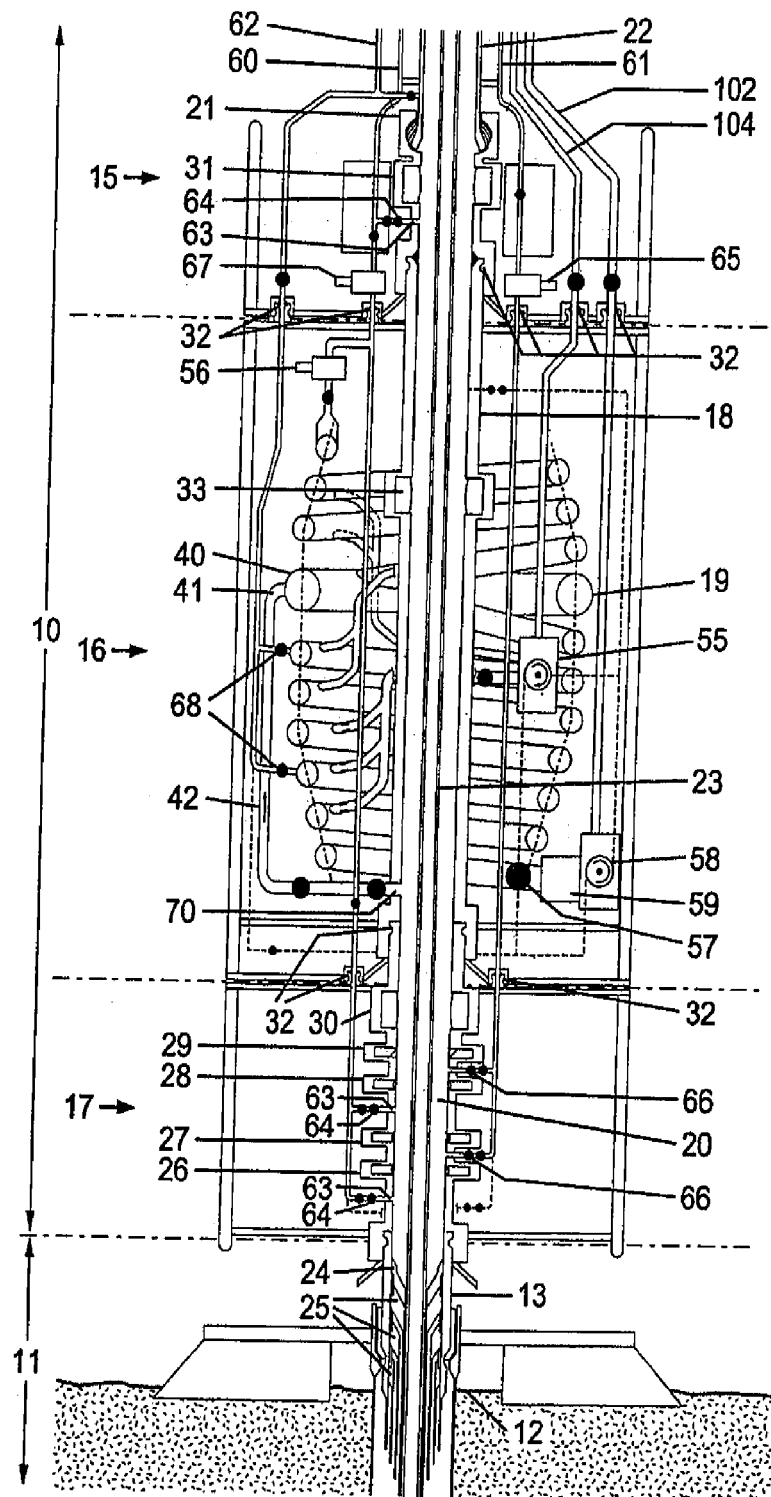


Fig 2

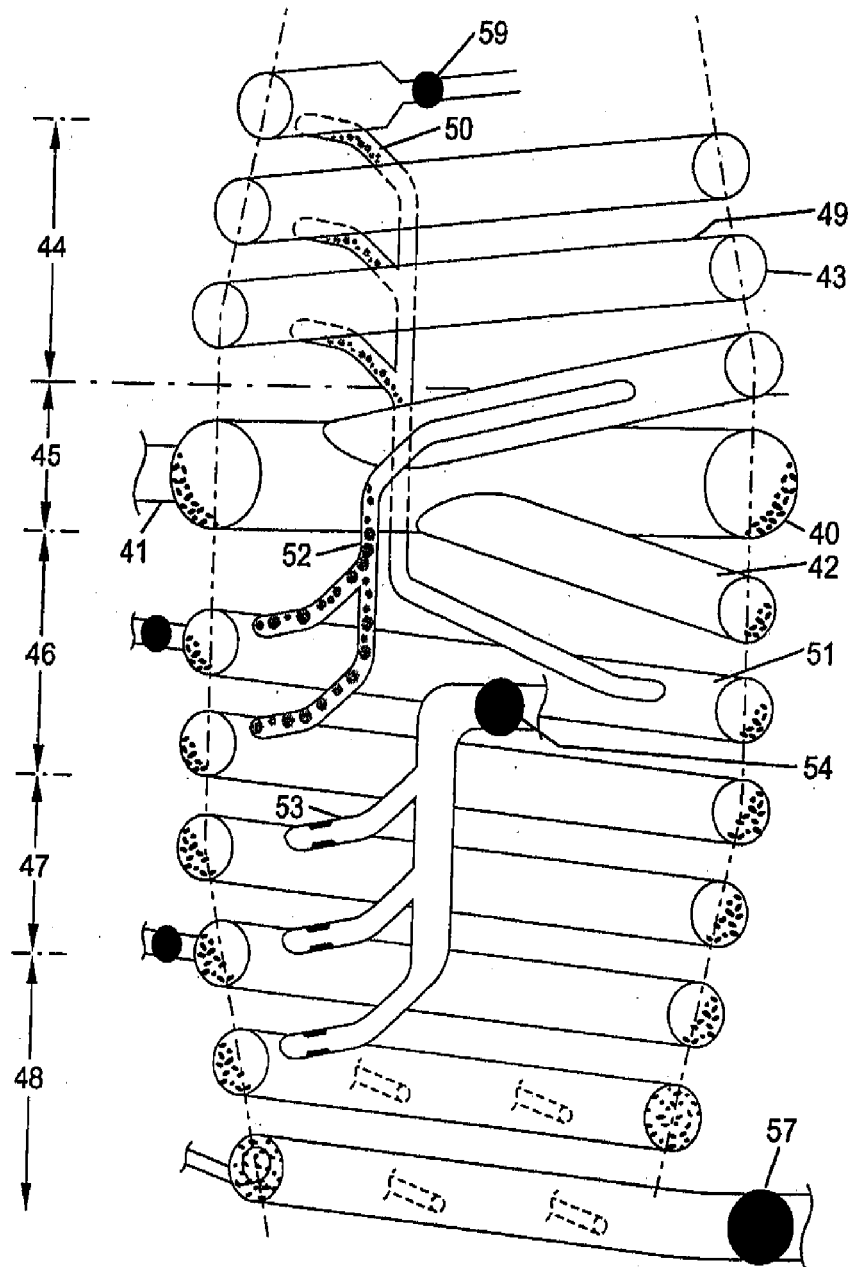


Fig 3

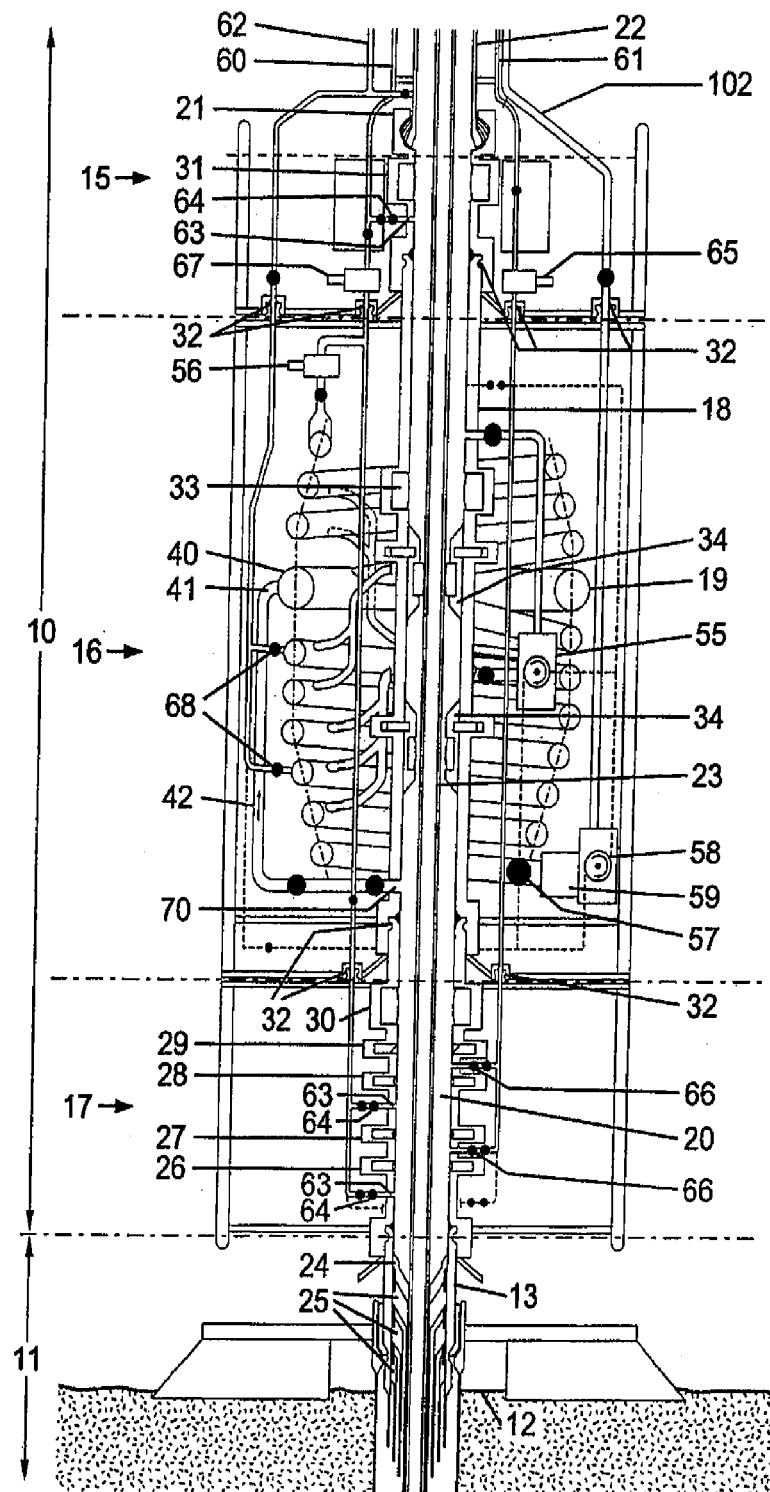


Fig 4

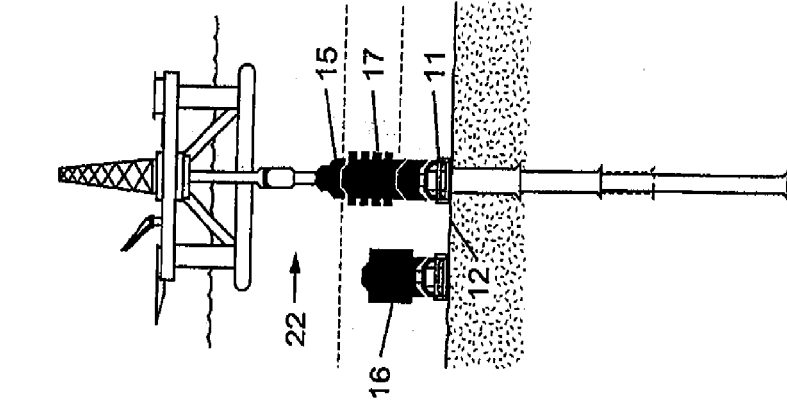


Fig 5c

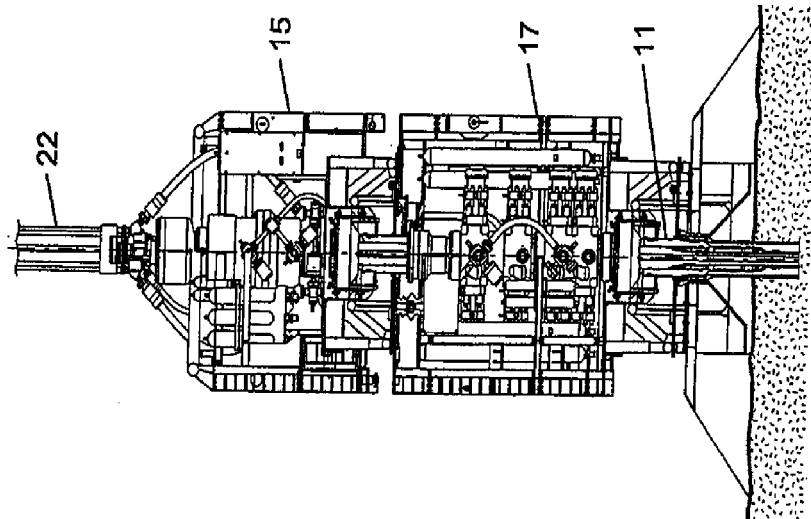


Fig 5b

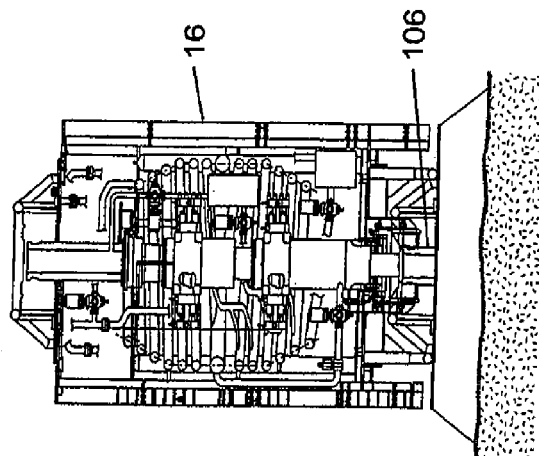


Fig 5a

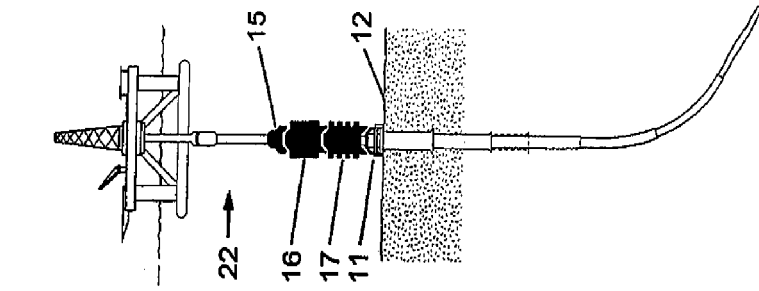


Fig 5f

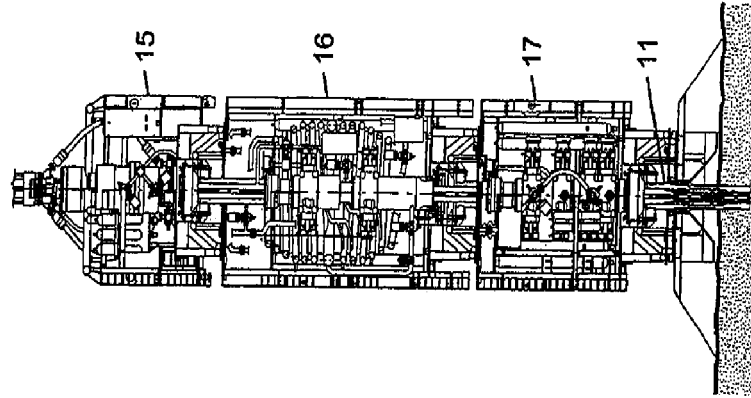


Fig 5e

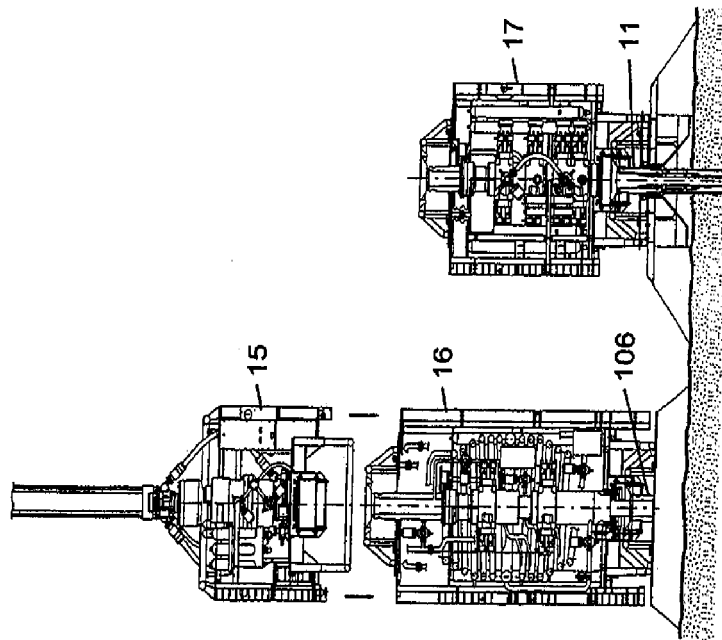


Fig 5d

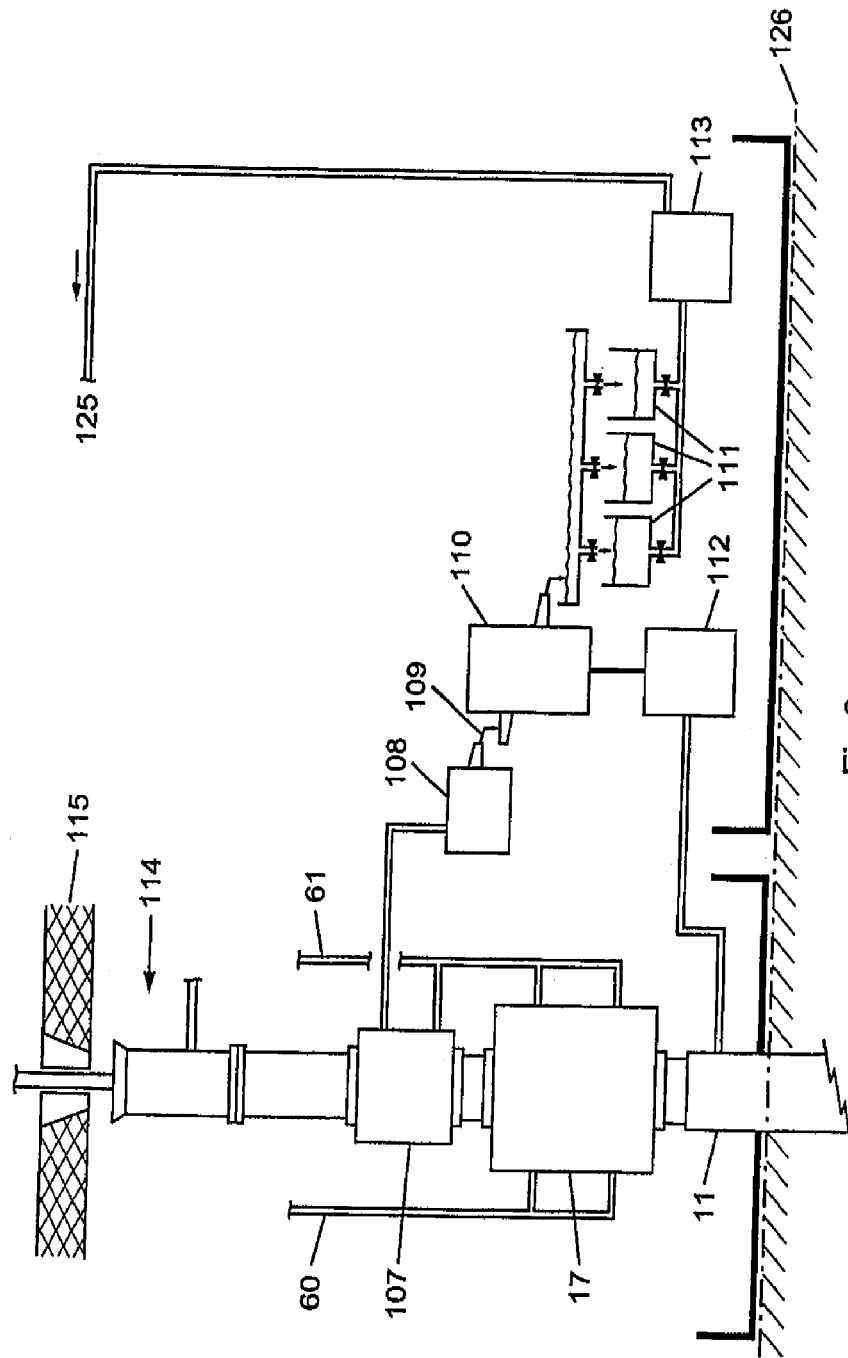


Fig 6

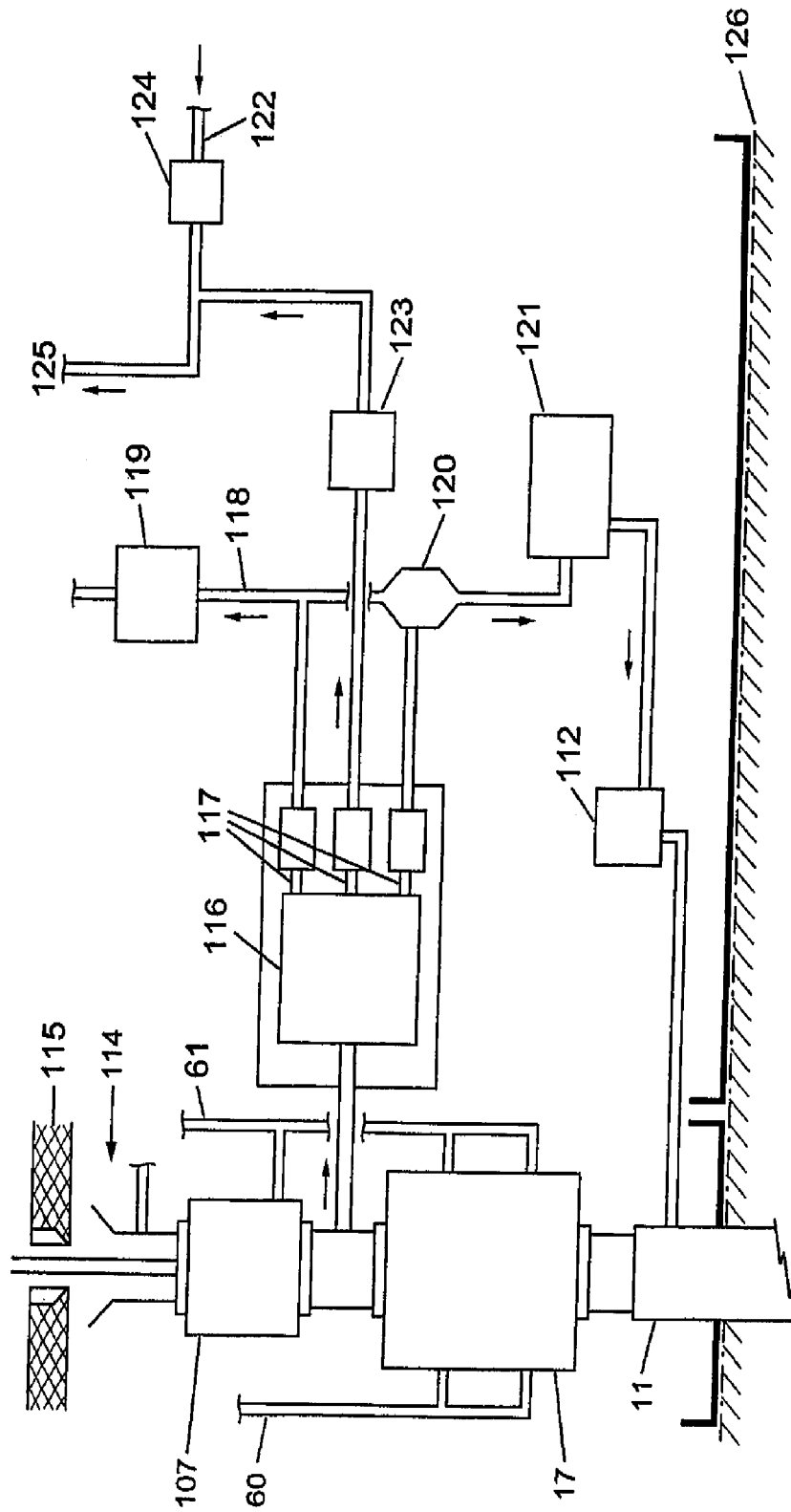


Fig 7

RESUMO

Patente de Invenção: **"SISTEMA SUBMARINO E SEPARADOR SUBMARINO PARA USO EM OPERAÇÕES FURO ABAIXO E MÉTODO SUBMARINO DE SEPARAR MATERIAL PRODUZIDO A PARTIR DE UM POÇO"**.

A presente invenção refere-se a um sistema para utilização em operações furo abaixo, o sistema compreendendo uma cabeça de poço (11); um conjunto de êmbolos de BOP (17) conectado em uma extremidade à cabeça de poço e tendo um furo axial que se estende desde a cabeça de poço até a outra extremidade; um dispositivo submarino (100; 34) acima da outra extremidade do conjunto de êmbolos de BOP (17) para isolar a pressão da cabeça de poço; uma tomada de fluido (70) entre o dispositivo submarino de isolamento de pressão (100; 34) e o conjunto de êmbolos de BOP (17); um separador submarino em comunicação com a tomada de fluido (70) de tal modo que, em utilização, um meio multifásico obtido a partir do poço pode ser separado em suas fases constituintes; e um dispositivo de controle de pressão (55, 56, 58) em cada uma ou mais saídas do separador (50, 52, 53), para permitir ao sistema ser operado a diferentes pressões de cabeça de poço.