



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

(11) PI 0313093-2 B1

(22) Data do Depósito: 14/08/2003

(45) Data de Concessão: 24/05/2016
(RPI 2368)



(54) Título: SISTEMA DE INJEÇÃO DE UM OU MAIS ADITIVOS EM UM FLUIDO DE PRODUÇÃO E MÉTODO DE GARANTIA DE FLUXO PARA UM FLUIDO DE PRODUÇÃO

(51) Int.Cl.: E21B 37/06; E21B 41/02

(30) Prioridade Unionista: 14/08/2002 US 60/403.445, 14/08/2003 US 10/641.350

(73) Titular(es): BAKER HUGHES INCORPORATED

(72) Inventor(es): CHRISTOPHER KEMPSON SHAW, CINDY L. CROW, WILLIAM EDWARD AESCHBACHER JR., SUNDER RAMACHANDRAN, MITCH C. MEANS, PAULO S. TUBEL

SISTEMA DE INJEÇÃO DE UM OU MAIS ADITIVOS EM UM FLUIDO DE
PRODUÇÃO E MÉTODO DE GARANTIA DE FLUXO PARA UM FLUIDO DE
PRODUÇÃO

ANTECEDENTES DA INVENÇÃO

5 Campo da Invenção

Esta invenção se refere, geralmente, a operações no campo petrolífero e, mais particularmente, a uma injeção de substância química submarina e sistemas de processamento de fluido e métodos.

10 Antecedentes da Técnica

As instalações de produção de alto-mar convencionais freqüentemente têm plataformas flutuantes ou fixas estacionadas na superfície da água e um equipamento submarino, tal como uma cabeça de poço posicionada sobre os
15 poços submarinos na linha de lama de um leito de mar. Os poços de produção perfurados em uma formação submarina, tipicamente, produzem fluidos (os quais podem incluir um ou mais dentre óleo, gás e água) para a cabeça de poço submarina. Este fluido (fluido de furo de poço) é levado
20 para a plataforma através de um condutor submarino ou para uma unidade de separação de fluido submarina para processamento. Freqüentemente, uma variedade de produtos químicos (também referidos aqui como "aditivos") é introduzida nesses poços de produção e unidades de
25 processamento para controle, dentre outras coisas, de corrosão, incrustação, parafina, emulsão, hidratos, sulfeto de hidrogênio, asfaltenos, inorgânicos e formação de outros produtos químicos prejudiciais. Em campos petrolíferos de alto mar, uma plataforma em alto-mar única (por exemplo,
30 embarcação, semi-submersível ou sistema fixo) pode ser

usada para o suprimento destes aditivos para vários poços de produção.

O equipamento usado para a injeção de aditivos inclui na superfície uma unidade de suprimento de produto químico, uma unidade de injeção de produto químico, e um capilar ou tubulação (também referida aqui como "linha condutora") que corre da plataforma em alto-mar através ou ao longo do condutor submarino e para o furo de poço submarino. Preferencialmente, os sistemas de injeção de aditivo suprem 5 quantidades precisas de aditivos. Também é desejável que estes sistemas monitorem de forma periódica ou contínua a quantidade real de aditivos sendo distribuídos, determinem o impacto de aditivos dispersos, e variem a quantidade de aditivos dispersos, como necessário, para manutenção de certos parâmetros desejados de interesse nas suas respectivas faixas desejadas ou em seus valores desejados. 10

Em arranjos convencionais, contudo, a unidade de injeção de produto químico é posicionada na superfície da água (por exemplo, na plataforma em alto-mar ou em uma embarcação), a qual pode estar a várias centenas a milhares de metros da cabeça de poço submarina. Além disso, o tubo pode direcionar os aditivos para produzir fluidos nos furos de poço estando a várias centenas a milhares de metros de distância abaixo no fundo do mar. A distância de separação da unidade de injeção de produto químico e o locus de 20 atividade de injeção pode reduzir a efetividade do processo de injeção de aditivo. Por exemplo, é conhecido que a cabeça de poço é um ambiente dinâmico em que pressão, temperatura e composição de fluidos de formação podem continuamente flutuar ou mudar. A distância entre a unidade 25 30

de injeção de produto químico localizada na superfície e o ambiente submarino introduz perdas por atrito e um atraso entre a detecção de uma dada condição e a execução de medidas para endereçamento daquela condição. Assim, por exemplo, uma unidade de injeção de produto químico convencionalmente localizada pode injetar produtos químicos para remediar uma condição que já mudou.

A presente invenção se dirige aos problemas citados acima e provê um sistema de injeção de aditivo melhorado adequado para aplicações submarinas.

SUMÁRIO DA INVENÇÃO

Esta invenção provê um sistema e um método para emprego de produtos químicos ou aditivos em operações de poço de óleo submarino. Os produtos químicos usados impedem ou reduzem o acúmulo de elementos prejudiciais, tal como parafina ou incrustação, e evitam ou reduzem a corrosão das ferragens no furo de poço e no leito do mar, incluindo tubulações e, também, promovem a separação e/ou o processamento de fluidos de formação produzidos pelos furos de poço submarinos. Em um aspecto, o sistema inclui um ou mais tanques submarinos montados para armazenamento de produtos químicos, um ou mais sistemas de tubulação submarinos para injeção ou bombeamento de produtos químicos em um ou mais furos de poço e/ou unidade(s) de processamento submarina(s), um sistema para suprimento de produtos químicos para tanques submarinos, o qual pode ser através de um cabo umbilical tendo uma interface dos tanques submarinos com uma unidade de suprimento de produto químico de superfície ou uma unidade controlada remotamente ou veículo, que pode substituir os tanques submarinos

vazios por tanques preenchidos com produto químico ou preencher os tanques submarinos com produtos químicos. Os tanques submarinos também podem ser substituídos por quaisquer outros métodos convencionais. Os tanques de superfície e submarinos podem incluir múltiplos compartimentos ou tanques separados para manutenção de diferentes produtos químicos, os quais podem ser empregados em furos de poço em momentos diferentes ou nos mesmos. A unidade de injeção de produto químico submarina pode ser selada em um invólucro estanque à água. O sistema de armazenamento e injeção de produto químico submarino diminui problemas de viscosidade relacionados ao bombeamento de produtos químicos da superfície através de tubulações capilares cabos umbilicais para uma localização de instalação submarina que pode, em alguns casos, estar a 32,2 km da estação de bombeamento de superfície.

O sistema inclui sensores associados ao tanque submarino, os tubos submarinos transportando os fluidos produzidos, o furo de poço, o cabo umbilical e as instalações de superfície. A interface de superfície para submarino pode usar cabos de fibra ótica para a monitoração da condição do cabo umbilical e das linhas e prover dados químicos, físicos e ambientais, tais como composição química, pressão, temperatura, viscosidade, etc.. Os sensores de fibra ótica juntamente com sensores convencionais também podem ser utilizados no furo de poço do sistema. Outros sensores adequados para a determinação das características químicas e físicas do produto químico sendo injetado no furo de poço e do fluido extraído do furo de poço também podem ser usados. Os sensores podem ser

distribuídos por todo o sistema para a provisão de dados relacionados às propriedades dos produtos químicos, do fluido produzido no furo de poço, do fluido processado em uma unidade de processamento submarina, e à unidade de superfície e à saúde e à operação dos vários equipamentos submarinos e de superfície.

As unidades de suprimento de superfície podem incluir tanques transportados por uma plataforma ou embarcação ou bóias associadas aos poços submarinos. A potência elétrica na superfície pode ser gerada a partir de potência solar ou de geradores de potência convencionais. As unidades de potência hidráulica são providas nas unidades de injeção de produto químico de superfície e submarinas. Controladores na superfície apenas ou em localizações submarinas ou em combinação controlam a operação do sistema de injeção submarino em resposta a um ou mais parâmetros de interesse relativos ao sistema e/ou em resposta a instruções programadas. Um sistema de telemetria de duas vias preferencialmente provê uma comunicação de dados entre o sistema submarino e o equipamento de superfície. Comandos da unidade de superfície são recebidos pela unidade de injeção submarina e pelo equipamento e pelos controladores localizados nos furos de poço. Os sinais e os dados são transmitidos entre e/ou dentre equipamento, unidades de injeção de produto químico submarinas, de processamento de fluido e equipamento de superfície. Uma unidade remota, tal como uma instalação em terra, também pode ser provida. A localização remota, então, é tornada capaz de controlar a operação das unidades de injeção de produto químico do sistema da presente invenção.

Em uma modalidade, a presente invenção provê um sistema de injeção de aditivo submarino para o tratamento de fluidos de formação. Em um modo, o sistema injeta, monitora e controla o suprimento de aditivos para fluidos recuperados através dos furos de poço de produção submarinos. O sistema pode incluir uma instalação de superfície tendo uma unidade de suprimento para o suprimento de aditivos para uma unidade de injeção de produto químico localizada em uma localização submarina.

10 A unidade de injeção de produto químico inclui uma bomba e um controlador. A bomba supre, sob pressão, um aditivo selecionado a partir de uma unidade de suprimento de produto químico para o furo de poço submarino através de uma linha de suprimento adequada. Em uma modalidade, um ou mais aditivos são bombeados a partir de um cabo umbilical disposto no exterior de um condutor submarino que se estende até uma instalação de superfície. Em uma modalidade, os aditivos são supridos a partir de um ou mais tanques submarinos. O controlador em uma localização no leito do mar determina uma vazão de aditivo e controla a operação da bomba de acordo com os parâmetros armazenados no controlador. O controlador submarino ajusta a vazão do aditivo para o furo de poço para a obtenção do nível desejado de aditivos químicos.

25 O sistema da presente invenção pode ser configurado para múltiplos poços de produção. Em uma modalidade, um sistema como esse inclui uma bomba separada, uma linha de fluido e um controlador submarino para cada poço submarino. Alternativamente, um controlador submarino comum pode ser provido para se comunicar com e controlar múltiplas bombas

30

de local de poço através de uma sinalização endereçável. Um
medidor de fluxo separado para cada bomba provê sinais
representativos da vazão para sua bomba associada para o
controlador comum no local. O controlador de leito do mar
5 pelo menos periodicamente interroga cada medidor de fluxo e
realiza as funções descritas acima. Se um aditivo comum for
usado para vários poços, uma fonte de aditivo única pode
ser usada. Uma bomba única ou comum também pode ser usada
com uma válvula de controle separada em cada linha de
10 suprimento que seja controlada pelo controlador, para o
ajuste de suas respectivas vazões. A injeção de aditivo da
presente invenção também pode utilizar um misturador, onde
diferentes aditivos são misturados ou combinados em um
local de poço e a mistura combinada é injetada por uma
15 bomba comum e medida por um medidor comum. O controlador de
leito do mar controla as quantidades dos vários aditivos no
misturador.

O sistema de injeção de aditivo ainda pode incluir uma
pluralidade de sensores de furo de poço os quais provêem
20 sinais representativos de um ou mais parâmetros de
interesse. O parâmetro de interesse pode incluir o status,
a operação e a condição do equipamento (por exemplo,
válvulas) e as características do fluido produzido, tal
como a presença ou a formação de sulfetos, sulfeto de
25 hidrogênio, parafina, emulsão, incrustação, asfaltenos,
hidratos, vazões de fluido de várias zonas perfuradas,
vazões através de válvulas de fundo de poço, pressões de
fundo de poço e qualquer outro parâmetro desejado. O
sistema também pode incluir sensores ou aparelhos de teste
30 que provêem informação sobre as características do fluido

produzido. As medições relacionadas a estes vários parâmetros são providas para o controlador de lado de poço o qual interage com um ou mais modelos ou programas providos para o controlador ou determina a quantidade dos
5 vários aditivos a serem injetados no furo de poço e/ou em uma unidade de tratamento de fluido submarina e, então, faz com que o sistema injete as quantidades corrigidas de tais aditivos. Em um aspecto, o sistema atualiza de forma contínua ou periódica os modelos com base nas várias
10 condições de operação e, então, controla a injeção de aditivo em resposta a modelos atualizados. Isto provê um sistema de laço fechado em que modelos estáticos ou dinâmicos podem ser utilizados para a monitoração e o controle do processo de injeção de aditivo. Os aditivos
15 injetados usando-se a presente invenção são injetados em quantidades muito pequenas. Preferencialmente, a razão para um aditivo injetado usando-se a presente invenção é a uma taxa de modo que o aditivo esteja presente em uma concentração de cerca de 1 parte por milhão (ppm) a cerca
20 de 10.000 ppm no fluido sendo tratado.

A instalação de superfície suporta as atividades de injeção e monitoração de produto químico submarinas. Em uma modalidade, a instalação de superfície é uma sonda de alto mar que provê potência e tem um suprimento de produto
25 químico que provê aditivos para uma ou mais unidades de injeção. Esta modalidade inclui uma plataforma de alto-mar que tem uma unidade de suprimento de produto químico, uma unidade de processamento de fluido de produção e um suprimento de potência. São mostrados fora do condutor
30 submarino uma linha de transmissão de potência e um feixe

cabo umbilical, os quais transferem potência elétrica e aditivos, respectivamente, da instalação de superfície para a unidade de injeção de produto químico submarina. O feixe cabo umbilical pode incluir condutores de metal, fios de fibra ótica e linhas hidráulicas.

Em uma outra modalidade, a instalação de superfície inclui uma bóia relativamente estacionária e uma embarcação de serviços móvel. A bóia provê acesso a um cabo umbilical adaptado para o transporte de produtos químicos para a unidade de injeção de produto químico submarina. Em uma modalidade, a bóia inclui um casco, um conjunto de janela, uma unidade de potência, um transceptor, e um ou mais processadores. O cabo umbilical inclui um condutor submarino de proteção externo, uma tubulação adaptada para o transporte de aditivos, linhas de potência e linhas de transmissão de dados que têm condutores de metal e/ou fios de fibra ótica. As linhas de potência transmitem energia da unidade de potência para a unidade de injeção de produto químico e/ou para um outro equipamento submarino. Em certas modalidades, o transceptor e os processadores cooperam para a monitoração de condições de operação submarinas através de linhas de transmissão de dados. Os sensores podem ser posicionados na unidade de suprimento de produto químico, na unidade de processamento de fluido de produção e no condutor submarino. Os sinais providos por estes sensores podem ser usados para a otimização da operação da unidade de injeção de produto químico. A embarcação de serviços inclui uma unidade de suprimento de produto químico de superfície e uma estação de docagem ou um outro equipamento adequado para encaixe da bóia e/ou da janela. Durante um

emprego, a embarcação de serviços visita uma ou mais bóias, e bombeia um ou mais produtos químicos para a unidade de injeção de produto químico através da janela e do cabo umbilical.

5 Os exemplos de recursos mais importantes da invenção foram resumidos de forma bastante ampla, de modo que a descrição detalhada dos mesmos, que se segue, possa ser mais bem compreendida e de modo que as contribuições que eles representam para a técnica possam ser apreciadas.

10 Obviamente, há recursos adicionais da invenção que serão descritos a partir deste ponto e os quais formarão o assunto das reivindicações em apenso a isto.

BREVE DESCRIÇÃO DOS DESENHOS

Para uma compreensão detalhada da presente invenção, 15 uma referência deve ser feita à descrição detalhada a seguir das modalidades de um modo, tomada em conjunto com os desenhos em anexo, nos quais elementos iguais receberam números iguais, onde:

a Figura 1 é uma ilustração esquemática de uma 20 instalação de produção em alto-mar que tem um sistema de injeção e monitoração de aditivo feito de acordo com uma modalidade da presente invenção;

a Figura 2 é uma ilustração esquemática de um sistema de injeção e monitoração de aditivo de acordo com uma 25 modalidade da presente invenção;

a Figura 3 mostra um diagrama funcional que descreve uma modalidade do sistema para o controle e a monitoração da injeção de aditivos em múltiplos furos de poço, utilizando-se um controlador central em um barramento de 30 controle endereçável;

a Figura 4 é uma ilustração esquemática de um sistema de injeção de aditivo de local de poço, o qual responde a medições *in situ* de parâmetros de fundo de poço e de superfície de interesse, de acordo com uma modalidade da presente invenção;

a Figura 5A é uma ilustração esquemática de uma instalação de superfície que tem uma plataforma de acordo com uma modalidade da presente invenção; e

a Figura 5B é uma ilustração esquemática de uma instalação de superfície que tem uma embarcação de serviços e bóia feita de acordo com uma modalidade da presente invenção.

DESCRIÇÃO DETALHADA DAS MODALIDADES PREFERIDAS

Com referência, inicialmente, à Figura 1, é mostrado esquematicamente um sistema de injeção e monitoração de produto químico 100 (a partir deste ponto, o "sistema 100") feito de acordo com a presente invenção. O sistema 100 pode ser empregado em conjunto com uma instalação de superfície 110 localizada em uma superfície de água 112 que serve a um ou mais poços de produção submarinos 60 residindo em um leito de mar 116. Convencionalmente, cada poço 60 inclui uma cabeça de poço 114 e um equipamento relacionado posicionado sobre um furo de poço 118 formado em uma formação subterrânea 120. Os furos de poço 118 podem ter uma ou mais zonas de produção 122 para a drenagem de hidrocarbonetos da formação 120 ("fluidos produzidos" ou "fluidos de produção"). O fluido de produção é transportado para uma instalação de coleta de superfície (por exemplo, a instalação de superfície 110 ou uma estrutura separada) ou uma instalação de coleta e/ou processamento submarina 126

através de uma linha 127. O fluido pode ser transportado para a instalação de superfície 110 através de uma linha 128 em um estado não tratado ou, preferencialmente, após ser processado, pelo menos parcialmente, pela unidade de
5 processamento de fluido de produção 126.

O sistema 100 inclui uma unidade de suprimento de produto químico de superfície 130 na instalação de superfície 110, um único ou múltiplos cabos umbilicais 140 dispostos dentro ou fora do condutor submarino 124, um ou
10 mais sensores S, uma unidade de injeção de produto químico submarina 150 localizada em uma localização submarina remota (por exemplo, no ou próximo do leito de mar 116), e um controlador 152. Os sensores S são mostrados coletivamente e em locais representativos; isto é,
15 superfície de água, cabeça de poço e furo de poço. Em algumas modalidades, o sistema 100 pode incluir um suprimento de potência 153 e uma unidade de processamento de fluido 154 posicionada na instalação de superfície 110. O cabo umbilical 140 pode incluir linhas hidráulicas 140h
20 para suprimento de um fluido hidráulico pressurizado, um ou mais tubos para o suprimento de aditivos 140c, e linhas de transmissão de potência/dados 140b e 140d, tais como condutores de metal ou fios de fibra ótica para a troca de dados e sinais de controle. A unidade de injeção de produto
25 químico pode ser selada em um invólucro estanque à água.

Durante operações de produção, em uma modalidade, a unidade de suprimento de produto químico de superfície 130 supre (ou bombeia) um ou mais aditivos para a unidade de injeção de produto químico 150. A unidade de suprimento de
30 produto químico de superfície 130 pode incluir múltiplos

tanques para o armazenamento de diferentes produtos químicos e uma ou mais bombas para o bombeamento de produtos químicos para o tanque submarino 131. Este suprimento de aditivos pode ser contínuo. Múltiplos tanques 5 submarinos podem ser usados para o armazenamento de uma quantidade predeterminada de cada produto químico. Estes tanques 131 então são repletados como necessário pela unidade de suprimento de superfície 130. A unidade de injeção de produto químico 150 seletivamente injeta estes 10 aditivos no fluido de produção em uma ou mais localizações predeterminadas. Em uma operação de um modo, o controlador 152 recebe sinais dos sensores S referentes a um parâmetro de interesse o qual pode se relacionar a uma característica do fluido produzido. Os parâmetros de interesse podem se 15 relacionar, por exemplo, a condições ambientais ou à saúde do equipamento. Os parâmetros representativos incluem, mas não estão limitados a temperatura, pressão, vazão, uma medida de um ou mais dentre hidrato, asfalteno, corrosão, composição química, cera ou emulsão, quantidade de água e 20 viscosidade. Com base nos dados providos pelos sensores S, o controlador 152 determina a quantidade apropriada de um ou mais aditivos necessários para a manutenção de uma vazão desejada ou predeterminada e outros critérios de operação e alteração da operação da unidade de injeção de produto 25 químico 150 de modo conforme. Um controlador de superfície 152S pode ser usado para a provisão de sinais para o controlador submarino 152 para o controle do envio de aditivos para o furo de poço 118 e/ou a unidade de processamento 126.

30 Com referência, agora, à Figura 2, é mostrado um

diagrama esquemático de uma unidade de injeção de produto químico submarina 150 de acordo com uma modalidade da presente invenção. O sistema 150 é adaptado para a injeção de aditivos 13a em um furo de poço 118 e/ou em uma unidade

5 de tratamento ou de processamento de superfície submarina 126. O sistema 150 ainda é adaptado para a monitoração de condições predeterminadas (discutidas mais tarde) e alteração do processo de injeção de modo conforme. O furo de poço 118 é mostrado como um poço de produção que usa um

10 equipamento de completação típico. O furo de poço 118 tem uma zona de produção 122 que inclui múltiplas perfurações 54 através da formação 120. O fluido de formação 56 entra em uma tubulação de produção 59 no poço 118 através de perfurações 54 e passagens 62. Uma tela 58 no espaço anular

15 51 entre a tubulação de produção 59 e a formação 120 impede o fluxo de sólidos para a tubulação de produção 59 e, também, reduz a velocidade do fluido de formação entrando na tubulação de produção 59 para níveis aceitáveis. Um obturador superior 64a acima das perfurações 54 e um

20 obturador inferior 64b no espaço anular 51 respectivamente isolam a zona de produção 122 do espaço anular 51a acima e do espaço anular 51b abaixo da zona de produção 122. Uma válvula de controle de fluxo 66 na tubulação de produção 59 pode ser usada para o controle do escoamento de fluido para

25 a superfície de leito de mar 116. Uma válvula de controle de fluxo 67 pode ser colocada na tubulação de produção 62 abaixo das perfurações 54 para o controle do escoamento de fluido de qualquer zona de produção abaixo da zona de produção 122.

30 Uma pequena tubulação de diâmetro 68 pode ser usada

para o transporte do fluido das zonas de produção para a cabeça de poço submarina 114. O poço de produção 118, usualmente, inclui um revestimento 40 próximo da superfície do leito de mar 116. A cabeça de poço 114 inclui um
5 equipamento tal como uma pilha de prevenção de explosão 44 e passagens 14 para o suprimento de fluidos para o furo de poço 118. Válvulas (não mostradas) são providas para o controle de escoamento de fluido para a superfície do leito de mar 116. O equipamento de cabeça de poço e o equipamento
10 de poço de produção, tal como mostrado no poço de produção 118, são bem conhecidos e, assim, não foram descritos em maiores detalhes.

Com referência, ainda, à Figura 2, em um aspecto da presente invenção, o aditivo desejado 13a é injetado no
15 furo de poço 118 através de uma linha de injeção 14 por uma bomba adequada, tal como uma bomba de deslocamento positivo 18 ("bomba de aditivo"). Em um aspecto, o aditivo 13a flui através da linha 14 e é descarregado na tubulação de produção 60 próximo da zona de produção 122 através de
20 entradas ou passagens 15. As mesmas linhas de injeção ou diferentes podem ser usadas para o suprimento de aditivos para diferentes zonas de produção. Na Figura 2, a linha 14 é mostrada se estendendo para uma zona de produção abaixo da zona 122. Linhas de injeção separadas permitem a injeção
25 de diferentes aditivos em diferentes profundidades de poço. Os aditivos 13a podem ser supridos a partir de um tanque 131 que é periodicamente preenchido através da linha de suprimento 140. Alternativamente, os aditivos 13a podem ser supridos diretamente a partir do suprimento de produto
30 químico de superfície 130 através da linha de suprimento

140c. O tanque 131 pode incluir múltiplos compartimentos e pode ser de tanques substituíveis, os quais são periodicamente substituídos. Um sensor de nível S_L pode prover ao controlador 152 ou 152S (Fig. 1) uma indicação do aditivo remanescente no tanque 131. Quando o nível de aditivo cai abaixo de um nível predeterminado, o tanque é re completado ou substituído. Alternativamente, um veículo operado remotamente 700 ("ROV") pode ser usado para se re completar o tanque através da linha de alimentação 140. O ROV 700 se afixa à linha de suprimento e re completa o tanque 131. Outros métodos convencionais podem ser usados para a substituição do tanque 131. Os tanques substituíveis preferencialmente são do tipo de desengate rápido (por exemplo, mecânico, hidráulico, etc.). Obviamente, certas modalidades podem incluir uma combinação de arranjos de suprimento.

Em uma modalidade, um medidor de fluxo de alta precisão, baixo fluxo adequado 20 (tal como um medidor tipo de engrenagem ou um medidor de natação) mede a vazão através da linha 14 e provê sinais representativos da vazão. A bomba 18 é operada por um dispositivo adequado 22, tal como um motor. O curso da bomba 18 define a saída de volume de fluido por curso. O curso de bomba e/ou a velocidade de bomba são controlados, por exemplo, por um sinal de controle de 4 a 20 miliampères para o controle da saída da bomba 18. O controle de suprimento de ar controla uma bomba pneumática. Quaisquer bomba e sistema de monitoração adequados podem ser usados para a injeção de aditivos no furo de poço 118.

Em uma modalidade da presente invenção, um controlador

de leito de mar 80 controla a operação da bomba 18 pela utilização de programas armazenados em uma memória 91 associada ao controlador submarino 80. O controlador submarino 80 preferencialmente inclui um microprocessador 90, uma memória residente 91, a qual pode incluir memórias apenas de leitura (ROM) para o armazenamento de programas, tabelas e modelos, e memórias de acesso randômico (RAM) para o armazenamento de dados. O microprocessador 90 utiliza sinais do medidor de fluxo 20 recebidos através da linha 21 e programas armazenados na memória 91 para a determinação da vazão de aditivo. O controlador de local de poço 80 pode ser programado para alterar a velocidade da bomba, o curso da bomba ou o suprimento de ar para o envio da quantidade desejada do aditivo 13a. A velocidade ou o curso da bomba, como for o caso, é aumentado, se a quantidade medida do aditivo injetado for menor do que a quantidade desejada, ou diminuído, se a quantidade injetada for maior do que a quantidade desejada.

O controlador de leito de mar 80 preferencialmente inclui protocolos de modo que o medidor de fluxo 20, o dispositivo de controle de bomba 22 e ligações de dados 85 feitas por fabricantes diferentes possam ser utilizados no sistema 150. Na indústria de óleo, a saída analógica para controle de bomba tipicamente é configurada para um sinal de 0 a 5 VDC ou de 4 a 20 miliampères (mA). Em um modo, o controlador submarino 80 pode ser programado para operar para tal saída. Isso permite que o sistema 150 seja usado com controladores de bomba existentes. Uma unidade de potência 89 provê potência para o controlador 80, o conversor 83 e outros elementos de circuito elétrico. A

unidade de potência 89 pode incluir uma unidade de potência AC, um gerador no local, e/ou uma bateria elétrica que é periodicamente carregada a partir da energia suprida a partir de uma localização de superfície. Alternativamente, a potência pode ser suprida a partir da superfície através de uma linha de potência disposta ao longo do condutor submarino 124 (discutido em detalhes abaixo).

Ainda com referência à Figura 2, o fluido produzido 69 recebido na superfície de leito de mar 116 pode ser processado por uma unidade de tratamento ou unidade de processamento 126. A unidade de processamento de leito de mar 126 pode ser do tipo que processa o fluido 69 para a remoção de sólidos e certos outros materiais, tais como sulfeto de hidrogênio, ou que processa o fluido 69 para a produção de produtos de semi-refinados a refinados. Em tais sistemas, é desejado injetar de forma periódica ou contínua certos aditivos. Assim, o sistema 150 mostrado na Figura 1 pode ser usado para a injeção e a monitoração de aditivos 13b para a unidade de processamento 126. Estes aditivos podem ser os mesmos ou diferentes dos aditivos injetados no furo de poço 118. Estes aditivos 13b são adequados para o processo do fluido de furo de poço produzido, antes do transporte dele para a superfície. Na configuração da Fig. 2, a mesma unidade de injeção de produto químico pode ser utilizada para o bombeamento de produtos químicos em múltiplos furos de poço, tubulações submarinas e/ou unidades de processamento submarinas.

Além dos sinais de vazão 21 do medidor de fluxo 20, o controlador de leito do mar 80 pode ser configurado para receber sinais representativos de outros parâmetros, tal

como a rpm da bomba 18 ou do motor 22 ou a freqüência de modulação de uma válvula solenóide. Em um modo de operação, o controlador de local de poço 80 periodicamente interroga o medidor 20 e automaticamente ajusta o controlador de bomba 22 através de uma entrada analógica 22a e alternativamente através de um sinal digital de um sistema controlado por solenóide (bombas pneumáticas). O controlador 80 também pode ser programado para determinar se a saída de bomba, como medido pelo medidor 20, corresponde ao nível de sinal 22a. Esta informação pode ser usada para a determinação da eficiência da bomba. Ela também pode ser uma indicação de um vazamento ou de uma outra anormalidade relativa à bomba 18. Outros sensores 94, tais como sensores de vibração, sensores de temperatura, podem ser usados para a determinação da condição física da bomba 18. Os sensores S que determinam as propriedades do fluido de furo de poço podem prover uma informação da efetividade de tratamento do aditivo sendo injetado. Os sensores representativos incluem, mas não estão limitados a um sensor de temperatura, um sensor de viscosidade, um sensor de vazão de fluido, um sensor de pressão, um sensor para determinação de composição química formulação fluido de produção, um sensor de corte de água, um sensor ótico, e um sensor para a determinação de uma medida de pelo menos um dentre asfaleno, cera, hidrato, emulsão, espuma ou corrosão. A informação provida por estes sensores então pode ser usada para o ajuste da vazão de aditivo, como descrito mais plenamente abaixo com referência às Figuras 3 e 4.

Deve ser compreendido que uma quantidade relativamente

pequena de aditivos é injetada no fluido de produção durante a operação. Assim sendo, considerações, tal como a precisão na distribuição de aditivos, podem ser mais relevantes do que a mera capacidade volumétrica.

5 Preferencialmente, a vazão para um aditivo injetado usando-se a presente invenção é a uma taxa tal que o aditivo esteja presente em uma concentração de cerca de 1 parte por milhão (ppm) a cerca de 10.000 ppm no fluido sendo tratado. Mais preferencialmente, a vazão para um aditivo injetado
10 usando-se a presente invenção é a uma taxa tal que o aditivo esteja presente a uma concentração de cerca de 1 ppm a cerca de 500 ppm no fluido sendo tratado. Mais preferencialmente, a vazão para um aditivo injetado usando-se a presente invenção é a uma taxa tal que o aditivo
15 esteja presente a uma concentração de cerca de 10 ppm a cerca de 400 ppm no fluido sendo tratado.

Como notado acima, é comum perfurar vários furos de poço a partir do mesmo local. Por exemplo, é comum perfurar de 10 a 20 furos de poço a partir de uma única plataforma
20 em alto-mar. Após os poços estarem completados e produzindo, uma bomba submarina separada e um medidor são instalados para a injeção de aditivos em cada um desses furos de poço.

A Figura 3 mostra um diagrama funcional que descreve um sistema 200 para o controle e a monitoração da injeção
25 de aditivos em múltiplos furos de poço 202a a 202m, de acordo com uma modalidade da presente invenção. Na configuração de sistema da Figura 3, uma bomba separada supre um aditivo através de linhas de suprimento 140 a
30 partir de um suprimento de produto químico de superfície

130 (Fig. 1) para cada um dos furos de poço 202a a 202m. Por exemplo, a bomba 204a supre um aditivo e o medidor 208a mede a vazão do aditivo no furo de poço 202a e provê sinais correspondentes para um controlador de local de poço
5 central 240. O controlador de local de poço 240 em resposta a sinais de medidor de fluxo e às instruções programadas controla a operação do dispositivo de controle de bomba ou controlador de bomba 210a através de um barramento 241 que usa uma sinalização endereçável para o controlador de bomba
10 210a. Alternativamente, o controlador de local de poço 240 pode ser conectado a controladores de bomba através de uma linha em separado. O controlador de local de poço 240 também recebe um sinal de um sensor S1a associado à bomba 204a, através da linha 212a, e de um sensor S2a associado
15 ao controlador de bomba 210a através da linha 212a. Tais sensores podem incluir sensor de rpm, sensor de vibração ou qualquer outro sensor que proveja uma informação sobre um parâmetro de interesse de tais dispositivos. Os aditivos para os poços 202b a 202m são respectivamente supridos por
20 bombas 204b a 204m de fontes 206b a 206m. Os controladores de bomba 210b a 210m respectivamente controlam as bombas 204b a 204m, enquanto os medidores de fluxo 208b a 208m respectivamente medem as vazões para os poços 202b a 202m. As linhas 212b a 212m e as linhas 214b a 214m
25 respectivamente comunicam sinais do sensor S_{1b} a S_{1m} e S_{2b} a S_{2m} para o controlador central 240. O controlador 240 utiliza uma memória 246 para o armazenamento de dados na memória 244 para o armazenamento de programas da maneira descrita acima com referência ao sistema 100 da Figura 1.
30 Os controladores individuais se comunicam com sensores,

controladores de bomba e controlador remoto através de conexões correspondentes adequadas.

O controlador de local de poço central 240 controla cada bomba independentemente. O controlador 240 pode ser programado para determinar ou avaliar a condição de cada uma das bombas 204a a 204m a partir dos sinais S_{1a} a S_{1m} e S_{2a} a S_{2m} . Por exemplo, o controlador 240 pode ser programado para a determinação da vibração e da rpm para cada bomba. Isso pode prover uma informação sobre a efetividade de cada uma dessas bombas.

A Figura 4 é uma ilustração esquemática de um sistema de injeção de aditivo de laço fechado 300, o qual responde a medições de parâmetros de fundo de poço e de superfície de interesse, de acordo com uma modalidade da presente invenção. Certos elementos do sistema 300 são comuns ao sistema 150 da Figura 2. Por conveniência, tais elementos comuns foram designados na Figura 4 com os mesmos números como especificado na Figura 2.

O poço 118 na Figura 4 ainda inclui vários sensores de fundo de poço S_{3a} a S_{3m} para a provisão de medições relativas a vários parâmetros de fundo de poço. Os sensores podem estar localizados na cabeça de poço sobre pelo menos um furo de poço, no furo de poço e/ou em uma linha de suprimento entre a cabeça de poço e a unidade de injeção de produto químico submarina. O sensor S_{3a} provê uma medida de características químicas e físicas do fluido de fundo de poço, as quais podem incluir uma medida das parafinas, hidratos, sulfetos, incrustação, asfaltenos, emulsão, etc.. Outros sensores e dispositivos S_{3m} podem ser providos para a determinação da vazão de fluido através de perfurações

ou através de um ou mais dispositivos no poço 118. Estes sensores podem ser distribuídos ao longo do furo de poço e podem incluir uma fibra ótica ou outros sensores. Os sinais dos sensores podem ser processados de forma parcial ou plena no fundo de poço ou podem ser enviados poço acima através de linhas de sinal / dados 302 para um controlador de local de poço 340. Na configuração da Figura 3, uma unidade de controle central comum 340 é preferencialmente utilizada. A unidade de controle é uma unidade baseada em microprocessador e inclui dispositivos de memória necessários para o armazenamento de programas e dados.

O sistema 300 pode incluir um misturador 310 para a mistura ou combinação no local de poço de uma pluralidade de aditivo N° 1 a aditivo N° m armazenados em fontes 313a a 312m respectivamente. As fontes 313a a 312m são supridas com aditivos através da linha de suprimento 140. Em algumas situações, é desejável transportar certos aditivos nas suas formas componentes e misturá-los no local de poço por razões de segurança e ambientais. Por exemplo, os aditivos finais ou combinados podem ser tóxicos, embora as partes componentes possam não ser tóxicas. Os aditivos podem ser despachados em forma concentrada ou combinados com diluentes no local de poço, antes da injeção para o poço 118. Em uma modalidade da presente invenção, os aditivos a serem combinados, tais como os aditivos aditivo N° 1 a aditivo N° m são medidos no misturador por bombas associadas 314a a 314m. Os medidores 316a a 316m medem as quantidades de aditivos de fontes 312a a 312m e provêm sinais correspondentes para a unidade de controle 340, a qual controla as bombas 314a a 314m para distribuírem de

forma acurada as quantidades desejadas para o misturador 310. Uma bomba 318 bombeia os aditivos combinados do misturador 310 para o furo de poço 118, enquanto o medidor 320 mede a quantidade do aditivo distribuído e provê os
5 sinais de medição para o controlador 340. Um segundo aditivo requerido para ser injetado no poço 118 pode ser armazenado no tanque de armazenamento 131, a partir de cuja fonte uma bomba 324 bombeia a quantidade requerida do aditivo para o poço. Um medidor 326 provê a quantidade real
10 do aditivo distribuído a partir do tanque de fonte 131 para o controlador 340, o qual, por sua vez, controla a bomba 324 para a distribuição da quantidade correta.

O fluido de furo de poço que atinge a superfície pode ser testado no local com uma unidade de teste 330. A
15 unidade de teste 330 provê medições respeitando as características do fluido recuperado para o controlador central 340. O controlador central que utiliza a informação dos sensores de fundo de poço S_{3a} a S_{3m} , os dados de unidade de aparelho de teste e os dados de qualquer outro sensor de
20 superfície (como descrito com referência à Figura 2) computa a efetividade dos aditivos sendo supridos para o poço 118 e determina a partir dali as quantidades corretas dos aditivos e, então, altera as quantidades, se necessário, dos aditivos para os níveis requeridos. O
25 controlador 340 também pode receber comandos do controlador de superfície 152s e/ou de um controlador remoto 152s para controle e/ou monitoração dos poços 202a a 202m.

Assim, o sistema da presente invenção pelo menos periodicamente monitora as quantidades reais dos vários
30 aditivos sendo distribuídos, determina a efetividade dos

aditivos distribuídos, pelo menos com respeito à manutenção de certos parâmetros de interesse nas suas respectivas faixas predeterminadas, determina a saúde do equipamento de fundo de poço, tais como as vazões e a corrosão, determina
5 as quantidades dos aditivos que melhorariam a efetividade do sistema e, então, faz com que o sistema distribua aditivos de acordo com as quantidades recém computadas. Os modelos 344 podem ser modelos dinâmicos pelo fato de eles serem atualizados com base nas entradas de sensor.

10 O sistema da presente invenção pode automaticamente assumir a ampla faixa de ações para garantir do fluxo apropriado de hidrocarbonetos através de tubulações, o qual não apenas pode minimizar a formação de hidratos, mas, também, a formação de outros elementos prejudiciais, tais
15 como asfaltenos. Uma vez que o sistema 300 é de natureza de laço fechado e responde às medições *in situ* das características do fluido tratado e do equipamento no percurso de escoamento de fluido, ele pode administrar as quantidades ótimas dos vários aditivos para o furo de poço
20 ou a tubulação, para manutenção dos vários parâmetros de interesse nos seus respectivos limites ou faixas.

Com referência, agora, à Figura 5A, é mostrada uma modalidade de uma instalação de superfície e uma estação de controle remoto para suporte e controle de atividades de
25 injeção e monitoração de produto químico submarinas de um sistema de injeção de produto químico submarino, tal como o sistema 150 da Figura 1. A instalação de superfície 500 da Figura 5A pode prover potência e aditivos como necessário para uma ou mais unidades de injeção de produto químico
30 submarina 150 (Fig. 1). Também, a instalação de superfície

500 inclui um equipamento para processamento, teste e armazenamento de fluidos produzidos. Uma instalação de superfície 500 de um modo inclui uma plataforma de alto-mar ou sonda ou uma embarcação 510 que tem uma unidade de 5 suprimento de produto químico 520, uma unidade de processamento de fluido de produção 530, um suprimento de potência 540, um controlador 532 e pode incluir um controlador remoto 533 através de um satélite ou de um outro meio de longa distância. A unidade de suprimento de 10 produto químico 520 pode incluir tanque separados para cada tipo de produto químico que se deseja que seja suprido dali para a unidade de injeção de produto químico 150 (Fig. 1) através de uma linha de suprimento ou de um feixe de cabo umbilical 522 que é disposto dentro ou fora de um condutor 15 submarino 550. Cada produto químico / aditivo pode ter uma linha de suprimento dedicada (isto é, múltiplas linhas) ou compartilhar uma ou mais linhas de suprimento. Da mesma forma, o feixe de cabo umbilical 522 pode incluir linhas de 20 potência e/ou de transmissão de dados 544 para transmissão de potência do suprimento de potência 540 para os componentes submarinos do sistema 100 e transmissão de dados e sinais de controle entre o controlador de superfície 532 e o controlador submarino 152 (Fig. 1). As 25 linhas 544 adequadas incluem fios de fibra ótica e condutores de metal adaptados para o transporte de dados, sinais elétricos e potência. A unidade de processamento 530 recebe um fluido produzido da cabeça de poço 114 (Fig. 1) através do condutor submarino 550. Os sensores S_4 podem estar posicionados na unidade de suprimento de produto 30 químico 520, na unidade de processamento de fluido de

produção 530 e no condutor submarino 550 (sensores S_{4a-c} , respectivamente). Os sensores S_{4c} podem ser distribuídos ao longo do condutor submarino e/ou do cabo umbilical para a provisão de sinais representativos de escoamento de fluido, características físicas e químicas dos aditivos e do fluido de produção e condições ambientais. Como explicado anteriormente, a medição provida por estes sensores pode ser usada para a otimização da operação da unidade de injeção de produto químico 150 (Fig. 1). Será apreciado que uma única instalação de superfície, como mostrado na Figura 5A, pode ser usada para servir a múltiplos campos petrolíferos submarinos.

Com referência, agora, à Figura 5B, é mostrada uma outra modalidade de instalação de superfície. A instalação de superfície 600 da Figura 5B supre aditivos mediante demanda e em uma base predeterminada para a unidade de injeção de produto químico 150 (Fig. 1), sem o uso de uma unidade de suprimento de produto químico dedicada. Uma instalação de superfície 600 de um modo inclui uma bóia 610 em uma embarcação de serviços 630.

A bóia 610 provê um acesso relativamente estacionário a um cabo umbilical 611 e a um condutor submarino 612 adaptado para o transporte de potência, dados, sinais de controle e produtos químicos para a unidade de injeção de produto químico 150 (Fig. 1). A bóia 610 inclui um casco 614, um conjunto de janela 616, uma unidade de potência 618, um transceptor 620 e um ou mais processadores 624. O casco 614 é de um projeto convencional e pode ser fixo, flutuante, semi-submerso ou plenamente submerso. Em certas modalidades, o casco 614 pode incluir componentes

conhecidos, tais como tanques de lastro, para a provisão de flutuação seletiva. A janela 616 é adequadamente disposta no casco 614 e está em comunicação de fluido com o conduto 612. O conduto 612 inclui um condutor submarino de proteção externo 612a e o cabo umbilical 611, o qual pode incluir uma tubulação única ou múltipla 612b adaptada para o transporte de produtos químicos e aditivos, linhas de potência 612c e linhas de transmissão de dados 612d. As linhas de potência 612d transmitem a potência armazenada ou gerada da unidade de potência 618 para a unidade de injeção de produto químico (Fig. 1) e/ou para um outro equipamento submarino. As linhas de potência 612d também podem incluir linhas hidráulicas para o transporte de fluido hidráulico para o equipamento submarino. A potência pode ser gerada por um gerador convencional 622 e/ou armazenada em baterias 621, as quais podem ser carregadas através de um sistema de geração de potência solar 619. O transceptor 620 e os processadores 624 cooperam para a monitoração de condições de operação submarina através de linhas de transmissão de dados 612d. As linhas de transmissão de dados podem usar condutores de metal ou fios de fibra ótica. Em certas modalidades, o transceptor 620 e os processadores 624 podem determinar se qualquer equipamento submarino está com malfuncionamento ou se a unidade de injeção de produto químico (Fig. 1) exaurirá seu suprimento de um ou mais aditivos. Ao fazer uma determinação como essa, o transceptor 620 pode ser usado para a transmissão desta determinação para uma instalação de controle (não mostrada). O sensor S_5 pode ser posicionado na unidade de processamento de fluido de produção 640 (sensor S_{5a}), no

condutor submarino 612 (sensor S_{5b}), ou em uma outra localização adequada. Como explicado anteriormente, a medição provida por estes sensores pode ser usada para a otimização da operação da unidade de injeção de produto químico 130 (Fig. 1). A unidade de injeção de produto químico submarina pode ser selada em um invólucro estanque a água.

A embarcação de serviços 630 inclui uma unidade de suprimento de produto químico de superfície 632 e um equipamento adequado (não mostrado) para encaixe na bóia 610 e/ou na janela 616. A embarcação de serviços 630 pode ser auto-acionada (isto é, um navio ou uma estrutura rebocada). Durante o emprego, a embarcação de serviços 630 visita uma ou mais bóias 610 em uma escala predeterminada ou em uma base como necessário. Ao fazer uma conexão com a porta 616, um ou mais produtos químicos são bombeados para baixo para o tanque de armazenamento de produto químico 130 (Fig. 1) através da tubulação 612b. Após a operação de bombeamento estar completa, a bóia 610 é liberada e a embarcação de serviços 630 está livre para visitar outras bóias 610. Deve ser apreciado que a bóia 630 de acordo com a presente invenção é menos dispendiosa do que plataformas de alto-mar convencionais.

O fluido produzido a partir da cabeça de poço 114 (Fig. 1) é transportado através de uma linha 632 para uma unidade de processamento de fluido 640. Os fluidos produzidos processados são então transferidos para uma instalação de coleta de superfície ou submarina através da linha 642.

Com referência às Figuras 1, 5A e 5B, o sistema ainda

pode incluir dispositivos que aquecem o fluido de produção em linhas submarinas, tal como a linha 127. A potência para os dispositivos de aquecimento (189) pode ser derivada da potência suprida pela unidade de superfície para a unidade de injeção de produto químico submarina 150 ou para qualquer outro dispositivo submarino, tal como válvulas de cabeça de poço. Os sensores S monitoram a condição do fluido de produção. O sistema das Figuras 1 a 5 controla e monitora a injeção de produtos químicos em furos de poço submarinos 118. Uma injeção de produto químico submarina sozinha pode controlar e monitorar a injeção de produtos químicos no furo de poço 118 e na instalação de processamento submarina 126. O sistema também pode monitorar as linhas de transporte de fluido 127. A unidade 150 pode controlar e monitorar a injeção de produto químico em resposta a várias medições de sensor ou de acordo com instruções programadas. O sensor de produto químico no sistema provê uma informação de vários locais ao longo do furo de poço 118, do tubo 127, da unidade de processamento de fluido 126, e do condutor submarino 124 ou 150. Os outros sensores provêm uma informação sobre as condições físicas ou ambientais. O controlador submarino 152, o controlador de superfície 152s e o controlador remoto 152s cooperam uns com os outros, e em resposta a uma ou mais medições de sensor de parâmetros de interesse, controlam e monitoram a operação de todo o sistema mostrado nas Fig. 1 a 5.

Embora a exposição precedente seja dirigida a uma ou mais modalidades da invenção, várias modificações serão evidentes para aqueles versados na técnica. Pretende-se que

todas as variações no escopo e no espírito das reivindicações em apenso sejam englobadas na exposição precedente.

REIVINDICAÇÃO

1. Sistema de injeção de um ou mais aditivos em um fluido de produção produzido por pelo menos um poço submarino caracterizado pelo fato de compreender:

5 a) uma unidade de suprimento de produto químico de superfície (130, 520, 632) para o suprimento de pelo menos um produto químico para uma localização submarina selecionada;

10 b) pelo menos uma linha de suprimento de produto químico (140, 522, 611) para transporte de pelo menos um produto químico da superfície para a localização submarina selecionada;

15 c) uma unidade de injeção de produto químico submarina (150) na localização submarina selecionada, que recebe pelo menos um produto químico da unidade de suprimento de produto químico de superfície (632) e seletivamente injeta pelo menos um produto químico no fluido de produção.

20 2. Sistema, de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de ainda compreender um controlador (152, 532) que controla a quantidade de pelo menos um produto químico injetado em resposta a pelo menos um parâmetro de interesse.

25 3. Sistema, de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de o parâmetro de interesse ser um dentre

(i) temperatura,

(ii) pressão,

(iii) vazão,

30 (iv) uma medida de um dentre hidrato, asfalteno, corrosão, composição química, cera ou emulsão,

(v) quantidade de água e

(vi) viscosidade.

4. Sistema, de acordo com a reivindicação 3, caracterizado pelo fato de ainda compreender pelo menos um
5 sensor (S) para a provisão de informação sobre pelo menos um parâmetro de interesse, o referido pelo menos um sensor (S) sendo selecionado a partir do grupo que consiste em um sensor de temperatura, um sensor de viscosidade, um sensor de vazão, um sensor de pressão, um sensor para determinação
10 da composição química do fluido de produção, um sensor de corte de água, um sensor ótico, e um sensor para determinação de uma medida de pelo menos um dentre asfalto, cera, hidrato, emulsão, espuma e corrosão.

5. Sistema, de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de a unidade de injeção de produto
15 químico submarina (150) incluir uma unidade de armazenamento para o armazenamento de pelo menos um produto químico suprido pela unidade de suprimento (632) de produto químico de superfície.

20 6. Sistema, de acordo com a reivindicação 5, caracterizado pelo fato de pelo menos uma linha de suprimento de produto químico (611) incluir uma pluralidade de linhas para transporte (612b) de uma pluralidade de produtos químicos para a unidade de injeção de produto
25 químico submarina (150).

7. Sistema, de acordo com a reivindicação 6, caracterizado pelo fato de a unidade de suprimento de produto químico de superfície (632) suprir uma pluralidade de produtos químicos para a unidade de injeção de produto
30 químico submarina (150) através da pluralidade de linhas.

8. Sistema, de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de a unidade de suprimento de produto químico de superfície (632) estar localizada em uma sonda em alto-mar.

5 9. Sistema, de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de a unidade de suprimento de produto químico de superfície (632) incluir uma bóia (610) na superfície do mar e pelo fato de pelo menos uma linha de suprimento de produto químico (140, 522, 611) transportar
10 produtos químicos da bóia (610) para a localização submarina selecionada.

10. Sistema, de acordo com a reivindicação 9, caracterizado pelo fato de a bóia (610) incluir uma unidade de armazenamento de produto químico que é periodicamente
15 preenchida.

11. Sistema, de acordo com a reivindicação 10, caracterizado pelo fato de pelo menos uma linha de suprimento (611) incluir uma pluralidade de linhas de suprimento (612b), uma para cada produto químico, entre a
20 bóia (610) e a localização submarina selecionada.

12. Sistema, de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de a unidade de injeção de produto químico submarina (150) ainda compreender um coletor para a mistura de pelo menos dois produtos químicos, antes da
25 injeção de pelo menos dois produtos químicos no fluido de produção.

13. Sistema, de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de a unidade de injeção de produto químico submarina (150) compreender um dentre uma válvula
30 de controle e uma bomba de controle para o controle da

quantidade de pelo menos um produto químico injetado em pelo menos um poço submarino.

14. Sistema, de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de ainda compreender uma unidade de potência submarina (89) para suprimento de potência para a unidade de injeção de produto químico (150).

15. Sistema, de acordo com a reivindicação 14, caracterizado pelo fato de a unidade de potência submarina (89) incluir uma bateria elétrica que é periodicamente carregada de energia suprida a partir de uma localização de superfície.

16. Sistema, de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de ainda compreender um condutor submarino para transporte do fluido de produção para a superfície, e onde pelo menos uma linha de suprimento de produto químico (140, 522, 611) está localizada em um dentre:

(i) no interior do condutor submarino e

(ii) no exterior do condutor submarino.

17. Sistema, de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de ainda compreender uma pluralidade de sensores (S) distribuídos ao longo de um percurso de fluido de produção.

18. Sistema, de acordo com a reivindicação 4, caracterizado pelo fato de pelo menos um sensor (S) estar localizado em um dentre:

(i) uma cabeça de poço (114) sobre pelo menos um furo de poço,

(ii) no furo de poço e

(iii) em uma linha de suprimento entre a cabeça de

poço (114) e a unidade de injeção de produto químico submarina (150).

19. Sistema, de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de pelo menos um poço submarino
5 incluir uma pluralidade de porções e a unidade de injeção de produto químico submarina (150) separadamente suprir pelo menos um produto químico para cada referido poço submarino.

20. Sistema, de acordo com a reivindicação 1,
10 caracterizado pelo fato de ainda compreender uma unidade de processamento de fluido submarina (126) que recebe o fluido de produção através de uma linha.

21. Sistema, de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de a unidade de injeção de produto
15 químico submarina (150) injetar pelo menos um produto químico em um dente:

(i) pelo menos um poço submarino,

(ii) uma unidade de processamento de fluido submarina (126), e

20 (iii) uma tubulação submarina que transporta o fluido de produção.

22. Sistema, de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de ainda compreender um dispositivo de aquecimento (189) empregado submarino para aquecimento
25 do fluido de produção.

23. Sistema, de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de ainda compreender um controlador de superfície (152s, 532) para controle de um dente:

(i) pelo menos em parte a operação da unidade de
30 injeção de produto químico submarina (150) e

(ii) o suprimento de pelo menos um produto químico.

24. Sistema, de acordo com a reivindicação 23, caracterizado pelo fato de ainda compreender um controlador remoto (152r, 533) que provê sinais de comando para o controlador de superfície (152s, 532) para controle da injeção de pelo menos um produto químico.

25. Sistema, de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de ainda compreender uma pluralidade de sensores (S) distribuídos associados a referida pelo menos uma linha de suprimento de produto químico (140, 522, 611) para a provisão de sinais relativos a uma característica de pelo menos um produto químico transportado por pelo menos uma linha de suprimento de produto químico (140, 522, 611).

26. Sistema, de acordo com a reivindicação 25, caracterizado pelo fato de a unidade de suprimento de produto químico de superfície (632) controlar o suprimento de pelo menos um produto químico em resposta aos sinais relativos à característica de pelo menos um produto químico na linha de suprimento.

27. Sistema, de acordo com a reivindicação 22, caracterizado pelo fato de ainda compreender uma unidade de potência (540) na superfície que provê potência ao dispositivo de aquecimento (189).

28. Sistema, de acordo com a reivindicação 20, caracterizado pelo fato de a unidade de processamento (126) refinar pelo menos parcialmente o fluido de produção.

29. Sistema, de acordo com a reivindicação 28, caracterizado pelo fato de ainda compreender uma linha de fluido que transporta fluido processado da unidade de

processamento (126) para a superfície.

30. Sistema, de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de compreender:

(i) uma instalação de superfície adaptada para suprir
5 um produto químico selecionado; e

(ii) uma unidade de injeção de produto químico submarina (150) que injeta o produto químico selecionado no fluido de formação produzido por pelo menos um poço submarino.

10 31. Sistema, de acordo com a reivindicação 30, caracterizado pelo fato de ainda compreender pelo menos um sensor (S) medindo um parâmetro de interesse.

32. Sistema, de acordo com a reivindicação 31, caracterizado pelo fato de a unidade de injeção de produto
15 químico submarina (150) incluir um controlador que controla pelo menos em parte a injeção do produto químico selecionado em resposta ao parâmetro de interesse medido.

33. Sistema, de acordo com a reivindicação 31, caracterizado pelo fato de o parâmetro de interesse ser:

20 (i) uma propriedade física do fluido de formação;
(ii) uma propriedade química do fluido de formação;
(iii) um parâmetro relativo à unidade de injeção de produto químico (150); ou

(iv) um parâmetro relativo a um dispositivo associado
25 a pelo menos um poço submarino.

34. Sistema, de acordo com a reivindicação 30, caracterizado pelo fato de a unidade de injeção de produto químico (150) injetar o produto químico selecionado em um
dentre:

30 (i) em uma localização em pelo menos um poço

submarino, e

(ii) em um local no leito do mar.

35. Sistema, de acordo com a reivindicação 30, caracterizado pelo fato de o sistema de suprimento de produto químico incluir um tanque de armazenamento submarino (131) para o armazenamento do produto químico selecionado ali, e o tanque de armazenamento submarino (131) sendo suprido pela instalação de superfície.

36. Sistema, de acordo com a reivindicação 30, caracterizado pelo fato de o sistema de suprimento de produto químico incluir um tanque de armazenamento de produto químico submarino (131) que é adaptado para ser um dentre:

(i) poder ser repreenchido por um dispositivo operado remotamente e

(ii) substituível através de um desengate rápido.

37. Método de garantia de fluxo para um fluido de produção por pelo menos um poço submarino caracterizado pelo fato de compreender:

a) a provisão de uma unidade de suprimento de produto químico de superfície (632) para o suprimento de pelo menos um produto químico para uma localização submarina selecionada;

b) a provisão de pelo menos uma linha de suprimento de produto químico (140, 522, 611) para transporte de pelo menos um produto químico da superfície para a localização submarina selecionada;

c) a medição de um parâmetro de interesse relativo a uma característica do fluido de produção; e

d) a provisão de uma unidade de injeção de produto

químico submarina (150) na localização submarina selecionada, para o recebimento de pelo menos um produto químico da unidade de suprimento de produto químico de superfície (632) através da linha de suprimento de produto químico (140, 522, 611) e para injeção seletiva de pelo menos um produto químico no fluido de produção, pelo menos em parte em resposta ao parâmetro de interesse.

38. Método, de acordo com a reivindicação 37, caracterizado pelo fato de a medição do parâmetro de interesse incluir a medição de um dentre temperatura, viscosidade, vazão de fluido, pressão e composição química do fluido produzido, uma medida de asfalto, cera, hidrato, emulsão, espuma, corrosão ou água, e uma propriedade ótica do fluido de produção.

39. Método, de acordo com a reivindicação 37, caracterizado pelo fato de ainda compreender a localização de uma extremidade de pelo menos uma linha de suprimento de produto químico (140, 522, 611) em uma bóia (610) na superfície da água.

40. Método, de acordo com a reivindicação 39, caracterizado pelo fato de ainda compreender o movimento da unidade de suprimento de produto químico de superfície (632) para a bóia (610) para suprimento de pelo menos um produto químico para a unidade de injeção de produto químico submarina (150) através de pelo menos uma linha de suprimento.

41. Método, de acordo com a reivindicação 39, caracterizado pelo fato de pelo menos uma linha de suprimento (611) incluir uma pluralidade de linhas de suprimento (612b) e a unidade de suprimento de produto

químico de superfície (632) bombear um produto químico separado através de cada uma da pluralidade de linhas de suprimento.

42. Método, de acordo com a reivindicação 37,
5 caracterizado pelo fato de a unidade de injeção de produto químico submarina (150) incluir:

(i) uma bomba para a injeção de pelo menos um produto químico no fluido de produção;

(ii) uma válvula de controle de fluxo; e

10 (iii) um controlador que controla a válvula de controle de fluxo para controle da quantidade de produto químico injetada em pelo menos um poço submarino.

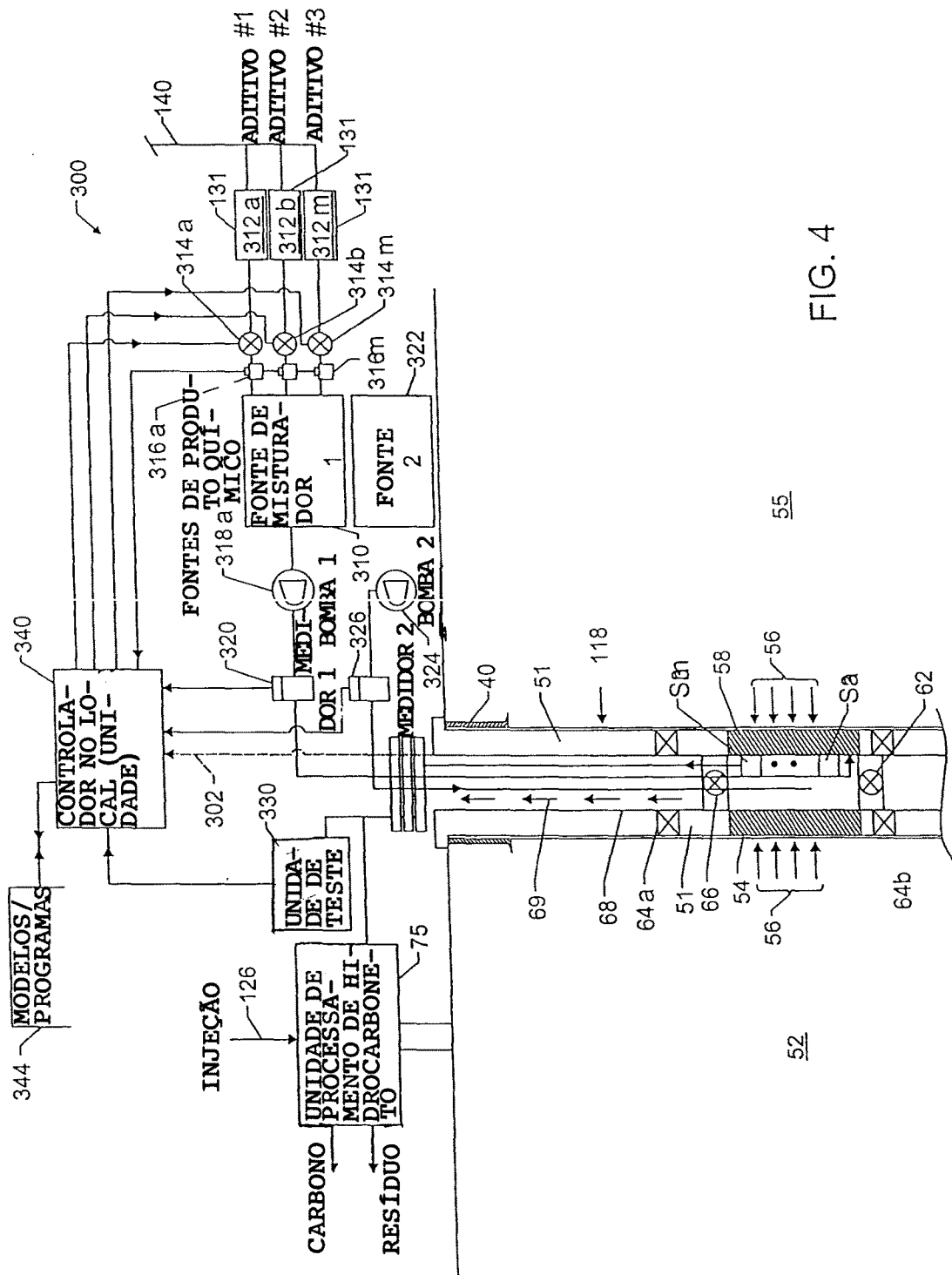


FIG. 4

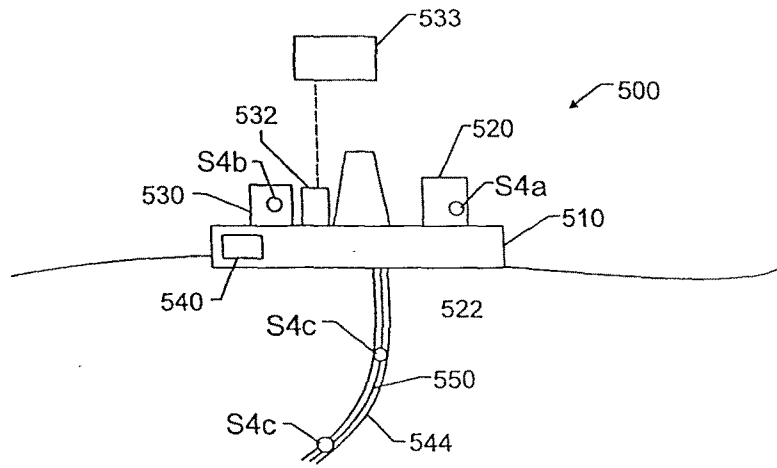


FIG. 5A

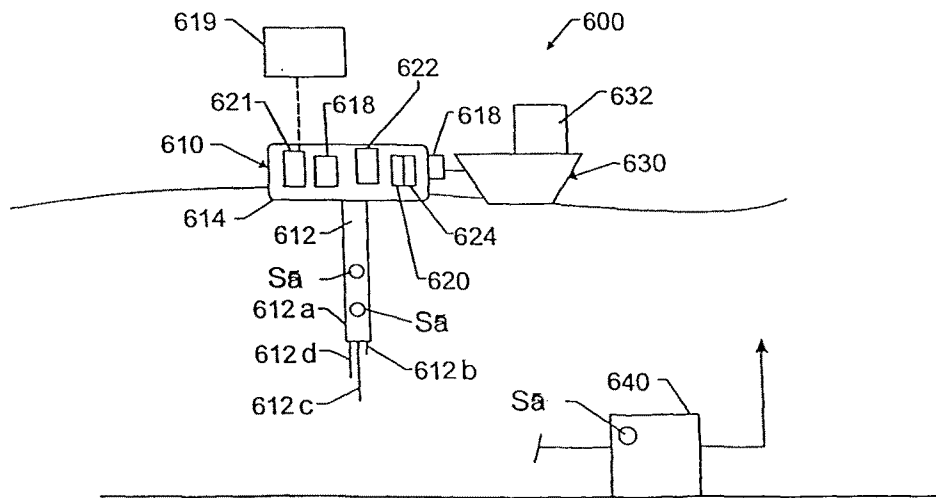


FIG. 5B

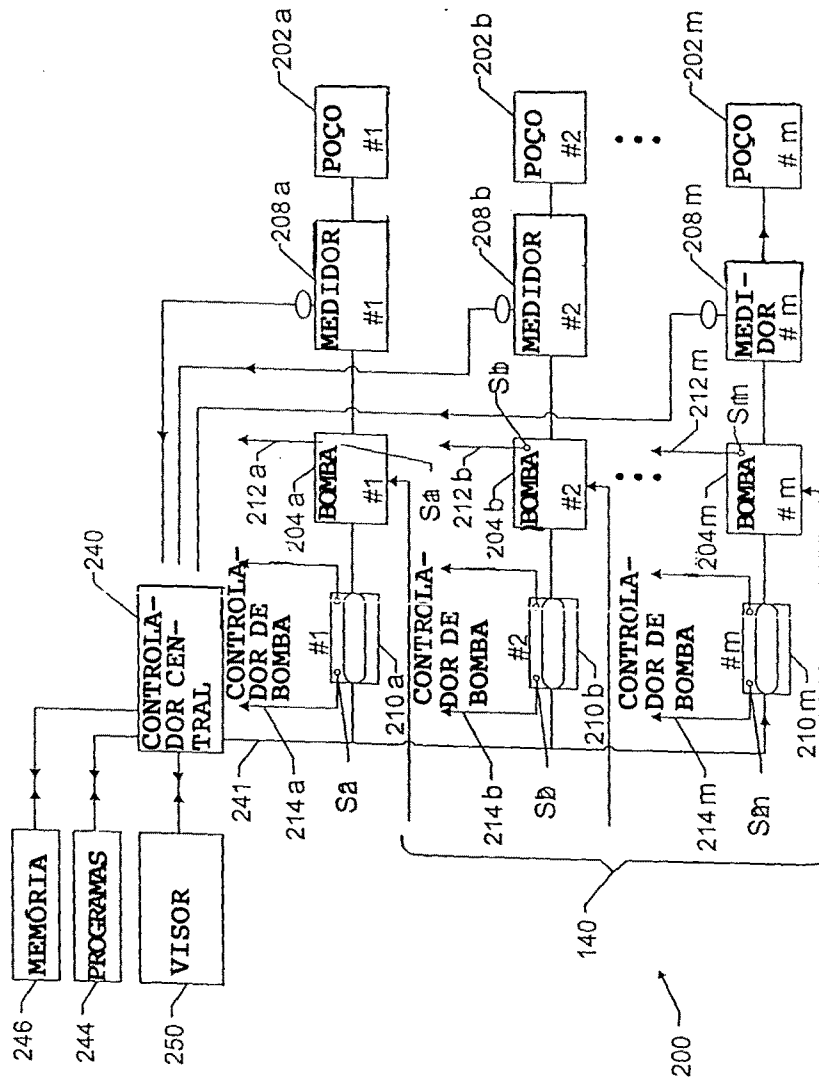


FIG. 3

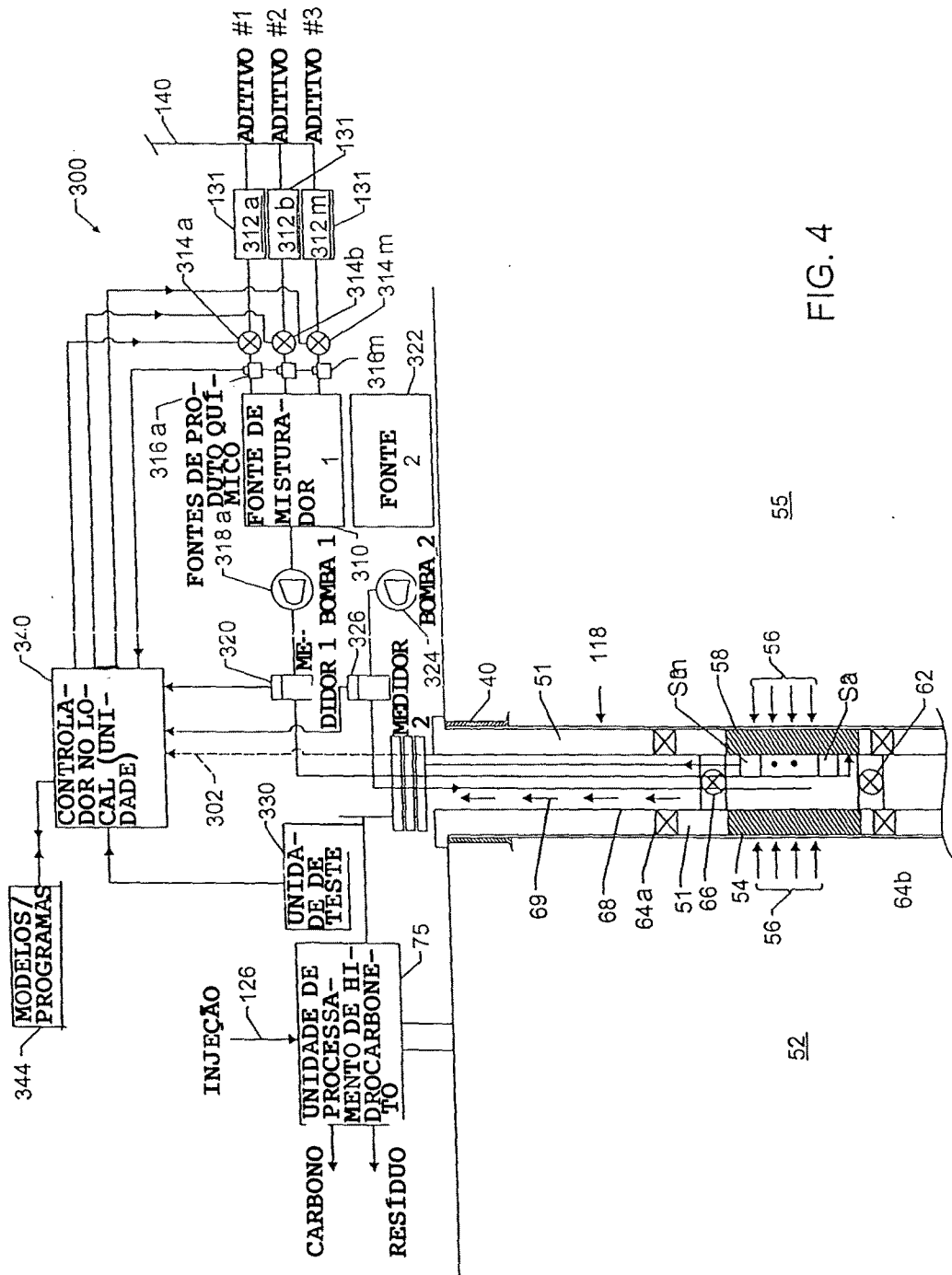


FIG. 4

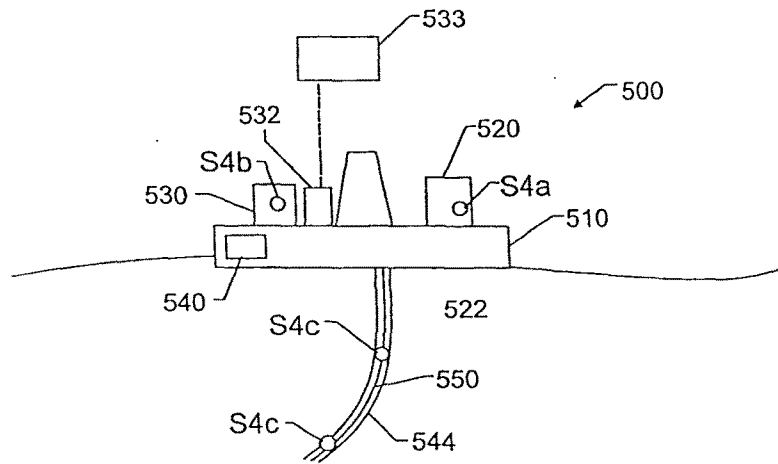


FIG. 5A

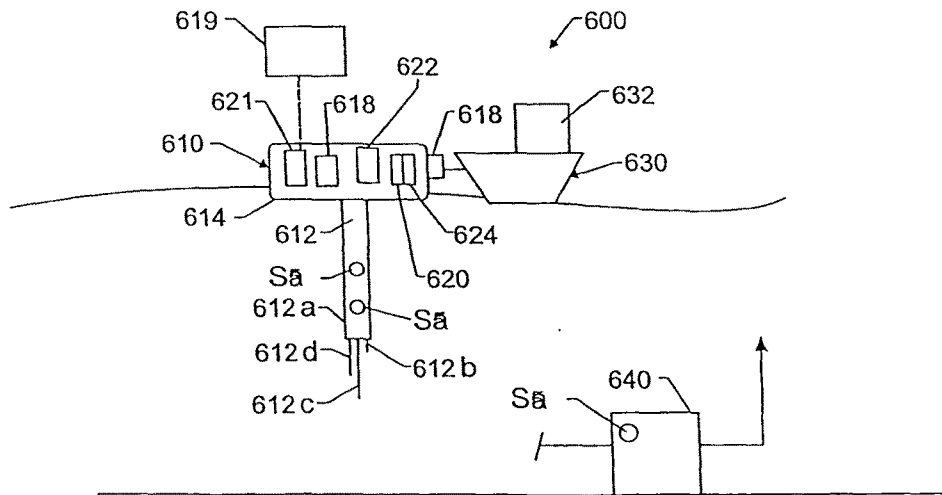


FIG. 5B

**SISTEMA DE INJEÇÃO DE UM OU MAIS ADITIVOS EM UM FLUIDO DE
PRODUÇÃO E MÉTODO DE GARANTIA DE FLUXO PARA UM FLUIDO DE
PRODUÇÃO**

Um sistema monitora e controla a injeção de aditivos
5 em fluidos de formação recuperados através de um poço
submarino. O sistema inclui uma unidade de injeção de
produto químico (150) e um controlador (152) posicionado em
uma localização submarina remota. A unidade de injeção usa
uma bomba para o suprimento de um ou mais aditivos
10 selecionados a partir de uma unidade de suprimento
submarina e/ou remota. O controlador opera a bomba para
controlar a vazão de aditivo com base nos sinais providos
por sensores que medem um parâmetro de interesse. Um
sistema de um modo inclui uma instalação de superfície
15 (110) para o suporte das atividades de injeção e
monitoração de produto químico submarinas. Em uma
modalidade, a instalação de superfície é uma sonda em alto-
mar, que provê potência e tem um suprimento de produto
químico que provê aditivo a uma ou mais unidades de
20 injeção. Em outra modalidade, a instalação de superfície
inclui uma bóia relativamente estacionária e uma embarcação
de serviços móvel. Quando necessário, a embarcação de
serviços transfere aditivos para as unidades de injeção de
produto químico através da bóia.