



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

(21) **PI0905283-6 A2**

(22) Data de Depósito: 03/12/2009
(43) Data da Publicação: 22/03/2011
(RPI 2098)



(51) *Int.Cl.:*
E21B 47/12

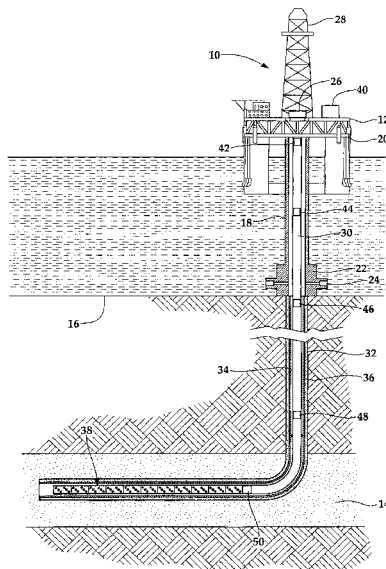
(54) Título: **MÉTODO PARA VERIFICAR O STATUS DE UM CANHÃO DE PERFURAÇÃO, MÉTODO PARA VERIFICAR O STATUS DE UM SISTEMA DE CANHÃO DE PERFURAÇÃO, SISTEMA PARA VERIFICAR O STATUS DE UM CANHÃO DE PERFURAÇÃO, MÉTODO PARA VERIFICAR A CONDIÇÃO AMBIENTAL RELATIVA A UM CANHÃO DE PERFURAÇÃO E SISTEMA PARA VERIFICAR A CONDIÇÃO AMBIENTAL RELATIVA A UM CANHÃO DE PERFURAÇÃO**

(30) Prioridade Unionista: 03/12/2008 US 12/327,019

(73) Titular(es): HALLIBURTON ENERGY SERVICES INC

(72) Inventor(es): John D. Burleson, John H. Hales, Kevin D. Fink

(57) Resumo: METODO PARA VERIFICAR O STATUS DE UM CANHÃO DE PERFURAÇÃO, MÉTODO PARA VERIFICAR O STATUS DE UM SISTEMA DE CANHÃO DE PERFURAÇÃO, SISTEMA PARA VERIFICAR O STATUS DE UM CANHÃO DE PERFURAÇÃO, MÉTODO PARA VERIFICAR A CONDIÇÃO AMBIENTAL RELATIVA A UM CANHÃO DE PERFURAÇÃO E SISTEMA PARA VERIFICAR A CONDIÇÃO AMBIENTAL RELATIVA A UM CANHÃO DE PERFURAÇÃO. Sistema para verificar o status de um canhão de perfuração antes de perfurar um furo de poço. O sistema inclui um canhão de perfuração (38) tendo um sensor de vazamento disposto em seu interior posicionável em uma localização alvo em um furo de poço em uma coluna de tubos (30). Um sistema de comunicação (42, 44, 46, 48, 50) é integrado à coluna de tubos (30). O sistema de comunicação (42, 44, 46, 48, 50) é operável para se comunicar com o sensor de vazamento. Um controlador de superfície (40) é operável para enviar um primeiro sinal de telemetria através do sistema de comunicação (42, 44, 46, 48, 50) para interrogar o sensor de vazamento a respeito do status de vazamento do canhão de perfuração (38), receber um segundo sistema de telemetria a partir do sensor de vazamento através do sistema de comunicação (42, 44, 46, 48, 50) incluindo o status de vazamento do canhão de perfuração (38), e determinar o canhão de perfuração (38) pode ser operado com base na informação de status de vazamento.





"MÉTODO PARA VERIFICAR O STATUS DE UM CANHÃO DE PERFURAÇÃO, MÉTODO PARA VERIFICAR O STATUS DE UM SISTEMA DE CANHÃO DE PERFURAÇÃO, SISTEMA PARA VERIFICAR O STATUS DE UM CANHÃO DE PERFURAÇÃO, MÉTODO PARA VERIFICAR A
5 CONDIÇÃO AMBIENTAL RELATIVA A UM CANHÃO DE PERFURAÇÃO E SISTEMA PARA VERIFICAR A CONDIÇÃO AMBIENTAL RELATIVA A UM CANHÃO DE PERFURAÇÃO".

Campo da Invenção

A presente invenção se relaciona, em geral, a abrir
10 trajetórias de comunicação através de um revestimento disposto em um furo de poço e, em particular, a sistemas e métodos para verificar o status de canhões de perfuração antes de perfurar o furo de poço.

Histórico da Invenção

15 Sem propósito limitante para o escopo da invenção, o histórico será descrito em relação à perfuração de um furo de poço em caráter exemplar.

Depois de perfurar as várias seções de um furo de poço subterrâneo trespassando uma formação, extensões
20 individuais de tubos metálicos de diâmetro relativamente grande são tipicamente acopladas para formar uma coluna no furo de poço. Esta coluna de revestimento provê integridade para o furo de poço e provê uma trajetória para trazer fluidos a partir de intervalos produtores
25 para a superfície. Convencionalmente, a coluna de revestimento é cimentada no furo de poço. Para colher fluidos para a coluna de revestimento, devem ser providas aberturas hidráulicas ou perfurações através da coluna, do cimento, a uma distância da formação.

30 Tipicamente, as perfurações são providas detonando uma série de cargas conformadas (shaped charges) dispostas dentro da coluna de revestimento e posicionadas adjacentes à formação. Especificamente, um ou mais porta-cargas ou canhões de perfuração são carregados com cargas
35 conformadas conectadas a um detonador por um cabo de detonação. Os porta-cargas são então conectados em uma coluna ferramenta, que é baixada no furo de poço

na extremidade de uma coluna de tubos ou de outro meio de transporte. Uma vez os porta-cargas (charge-carriers) apropriadamente posicionados no furo de poço, localizando as cargas adjacentes à formação a ser perfurada, as cargas podem ser disparadas, e se for pretendido perfurar outras zonas, pode se empregar um esquema de disparo seletivo para os canhões de perfuração, de modo que, depois de perfurada a primeira zona, as zonas subseqüentes sejam perfuradas reposicionando e disparando os canhões não disparados, sem precisar removê-los do furo de poço.

Tipicamente, quando os canhões de perfuração estão montados, os porta-cargas protegem as cargas em seu interior contra os fluidos de furo de poço. Descobriu-se, no entanto, que os canhões de perfuração algumas vezes desenvolvem vazamentos, por exemplo, durante operação do processo, preenchendo parcialmente ou completamente os canhões com fluido de poço. Se ocorrer infiltração de fluido, e o canhão de perfuração sendo disparado, então haverá grande probabilidade de o canhão se dividir, que não apenas acarreta uma falha da operação de perfuração, mas também pode fazer que o evento explosivo danifique outros equipamentos, e produza a fragmentação do canhão alojado no furo de poço, que requer uma dispendiosa operação para recuperar o equipamento danificado, e fazendo abandonar a completação, e requerendo perfurar um poço lateral.

Por conseguinte, se constata a necessidade de um aparelho e método para perfurar um furo de poço revestido, que crie túneis efetivos de perfuração. Faz-se necessário um aparelho e método que determinem se o canhão de perfuração experimentou vazamentos antes de dispará-lo.

Sumário da Invenção

A presente invenção provê sistemas e métodos para uma comunicação bidirecional entre um sistema de superfície e um sistema no interior do poço que determine se um canhão de perfuração apresenta vazamento antes de dispará-lo.

Os sistemas e métodos da presente invenção permitem tal determinação através de sinais codificados, providos por telemetria a partir do sistema de superfície, e outras informações ambientais e sinais codificados telemetria a partir do sistema no interior de poço para o sistema de superfície, incluindo o status de vazamento ou outras informações ambientais que se julgarem necessárias.

Em um aspecto, a invenção é direcionada para um método para verificar o status do canhão de perfuração antes de perfurar o poço. O método inclui: mover um canhão de perfuração, incluindo um sensor de vazamento disposto em seu interior, para uma localização alvo dentro do poço em uma coluna de tubos; integrar um sistema de comunicação com o furo de poço, qual sistema é operável para se comunicar com o sensor de vazamento; enviar um primeiro sinal de telemetria através do sistema de comunicação para interrogar o sensor de vazamento a respeito do status de vazamento do canhão de perfuração; retornar um segundo sinal de telemetria a partir do sensor de vazamento, através do sistema de comunicação incluindo o status de vazamento do canhão de perfuração; e determinar se o canhão de perfuração pode operar com base na informação de status de vazamento.

Em uma configuração, o sensor de vazamento pode ser um sensor de umidade. Nesta configuração, o método pode determinar se o canhão de perfuração pode operar com base na informação do status de umidade. Em outra configuração, o sensor de vazamento pode ser um sensor de pressão. Nesta configuração, o meio pode determinar se o canhão de perfuração pode operar com base na informação do status de pressão. Em uma configuração adicional, o sistema de comunicação pode ser um sistema de comunicação acústico integrado à coluna de tubos. Nesta configuração, o método pode enviar um sinal acústico codificado incluindo o pedido de status de vazamento para

o sensor de vazamento, e retornar um sinal acústico codificado incluindo a informação do status de vazamento a partir do sensor de vazamento.

Em outro aspecto, a presente invenção é direcionada para um método para verificar o status do sistema de canhão de perfuração antes de perfurar um furo de poço, incluindo mover o sistema de canhão de perfuração para uma localização alvo dentro de um furo de poço em uma coluna de tubos, o sistema de canhão de perfuração compreende uma pluralidade de canhões de perfuração, cada um deles tendo um sensor de vazamento disposto em seu interior, integrar um sistema de comunicação à coluna de tubo, qual sistema é operável para se comunicar com os sensores de vazamento, enviar um sinal telemetria através do sistema de comunicação para interrogar os sensores de vazamento a respeito do status de vazamento de cada canhão de perfuração, retornar um segundo sinal de telemetria a partir dos sensores de vazamento através do sistema de comunicação incluindo o status de vazamento de cada canhão de perfuração, e determinar se o sistema de canhão de perfuração pode ser operado com base na informação do status de vazamento.

Em um aspecto adicional, a invenção é direcionada a um sistema para verificar o status do canhão de perfuração antes de perfurar um poço. O sistema inclui um canhão de perfuração incluindo um sensor de vazamento disposto em seu interior. O canhão de perfuração pode ser instalado em uma coluna de tubos e posicionado em uma localização alvo no interior do poço. Um sistema de comunicação é integrado à coluna de tubos O sistema de comunicação é operável se comunicando com o sensor de vazamento. Um controlador de superfície é operável para enviar um primeiro sinal de telemetria através do sistema de comunicação para interrogar o sensor de vazamento a respeito do status de vazamento do canhão, e determinar se o canhão de perfuração pode ser operado com base na informação do status de vazamento.

Em ainda outro aspecto, a invenção é direcionada para um método que verifica a condição ambiental relativa a um canhão de perfuração disposto dentro de um furo de poço. O método inclui mover o canhão de perfuração incluindo pelo menos um sensor ambiental associado para uma localização alvo no poço em uma coluna de tubos, integrar um sistema de comunicação à coluna de tubos, qual sistema de comunicação é operável para se comunicar com o sensor ambiental, enviar um primeiro sinal de telemetria através do sistema de comunicação para interrogar o sensor ambiental a respeito de uma condição ambiental relativa ao canhão de perfuração, e retornar um segundo sinal de telemetria a partir do sensor ambiental através do sistema de comunicação incluindo a condição ambiental relativa ao canhão de perfuração.

Em uma configuração, o sensor ambiental pode incluir um ou mais dentre sensor de umidade, sensor de pressão, sensor de pressão de alta velocidade, sensor de temperatura, acelerômetro, sensor de carga de choque, sensor de deslocamento linear, sensor de profundidade, e sensor de fluido. Estes sensores ambientais podem ser dispostos no interior e exterior do canhão de perfuração, ou nas proximidades do canhão de perfuração. Em outra configuração, o sistema de comunicação, pode ser um sistema de comunicação acústico para enviar um sinal acústico codificado incluindo o pedido de condição ambiental e retornar um sinal acústico codificado incluindo a informação de condição ambiental.

Em um aspecto adicional, a invenção é direcionada para um sistema que verifica uma condição ambiental relativa a um canhão de perfuração disposto dentro de um poço. Pelo menos um sensor ambiental é associado ao canhão de perfuração localizado em uma localização alvo em um furo de poço em uma coluna de tubos. Um sistema de comunicação é integrado à coluna de tubos. O sistema de comunicação é operável para se comunicar com o sensor ambiental. Um controlador de superfície é operável para enviar

um primeiro sinal de telemetria através do sistema de comunicação para interrogar o sensor ambiental a respeito de uma condição ambiental relativa ao canhão, e receber um segundo sinal de telemetria a partir do sensor ambiental através do sistema de comunicação, incluindo a condição ambiental relativa ao canhão de perfuração.

Descrição Resumida dos Desenhos

Para um entendimento mais completo da presente invenção, incluindo seus aspectos e vantagens, será feita referência à descrição detalhada da presente invenção, em conexão com desenhos anexos, onde os mesmos números identificam partes similares, nos quais:

A figura 1 é uma ilustração esquemática da de uma plataforma oceânica (offshore) de óleo e gás que opera um sistema, que verifica o status dos canhões de perfuração antes de perfurar um furo de poço, que incorpora os princípios da presente invenção;

A figura 2 é uma vista parcialmente em corte longitudinal de um canhão de perfuração para ser usado em um sistema para verificar o status dos canhões de perfuração antes de perfurar um furo de poço, que incorpora os princípios da presente invenção; e

A figura 3 é um fluxograma de ilustrando um método para verificar o status e canhões de perfuração antes de perfurar um furo de poço que incorpora os princípios da presente invenção.

Descrição Detalhada da Invenção

Conquanto a execução e utilização das várias configurações da invenção venham a ser discutidas em detalhes na descrição que se segue, deve ser apreciado que a mesma provê muitos conceitos inventivos que podem ser incorporados a uma ampla variedade de contextos específicos. As configurações específicas discutidas aqui têm apenas caráter ilustrativo e não delimitam do escopo da presente invenção.

Referindo-se inicialmente à figura 1, um sistema para verificar o status de canhões de perfuração antes de

perfurar um furo de poço está operando em uma plataforma oceânica de óleo e gás esquematicamente ilustrada e geralmente designada com o número 10. Uma plataforma semi-submersível 12 está centrada sobre uma formação de óleo e gás 14 sob o leito do mar 16. Um duto submarino 18 se estende do deque 20 da plataforma 12 para a cabeça de perfuração ("wellhead") 22, incluindo válvulas de proteção anti-explosão 24 ("blow-out preventer"). A plataforma 12 inclui um guindaste 26 e uma torre 28 para elevar e baixar a coluna de tubos, tal como a coluna de trabalho 30 ("work-string").

Um furo de poço 32 se estende através de estratos geológicos incluindo a formação 14. Um revestimento 34 é cimentado no furo de poço 32 com cimento 36. A coluna de trabalho 30 inclui várias ferramentas, tal como uma pluralidade de canhões de perfuração 38 disposta em uma porção geralmente horizontal do furo de poço 32 e um sistema de comunicação incluindo os nós de comunicação 42, 44, 46, 48, 50. Na configuração ilustrada, um nó ou controlador de comunicação de superfície 40 provê uma interface de usuário incluindo, por exemplo, dispositivos de entrada e saída, tal como um ou mais monitores de vídeo, incluindo telas sensíveis ao toque, um ou mais teclados, um ou mais dispositivos de navegação ou direção, assim como outros dispositivos de interface correntemente conhecidos por aqueles habilitados na técnica ou ainda a serem desenvolvidos. A interface de usuário pode ser um computador, incluindo um "notebook". Em adição, um controlador de superfície 40 pode incluir um módulo lógico com vários controladores, processadores, componentes de memória, sistemas operacionais, instruções, protocolos de comunicação, etc., para implementar sistemas e métodos para verificar o status dos canhões de perfuração da invenção. O controlador de superfície 40 é acoplado a um link de comunicação bidirecional para prover comunicação entre o controlador de superfície 40 e o nó 42 no furo de poço, integrado

ou afixado à coluna de trabalho 30.

O link de comunicação bidirecional inclui pelo menos uma trajetória de comunicação do controlador de superfície 40 para o nó 42 e pelo menos uma trajetória de comunicação do nó 42 para o controlador de superfície 40. Em certas configurações, se consegue a comunicação bidirecional através de um meio principal duplex, que permita apenas uma trajetória de comunicação, que pode ser aberta em qualquer instante. Preferivelmente, a comunicação bidirecional é feita através de um canal duplex total, que permite comunicação simultânea através de múltiplas trajetórias de comunicação. Isto é feito, por exemplo, provendo conexões cabeadas ("hardwired") independentes ou por um meio físico compartilhado através de duplexação com divisão de frequência, cancelamento de eco, ou técnica similar. Em qualquer caso, o link de comunicação pode incluir um ou mais condutores elétricos, condutores ópticos, ou outros condutores físicos.

Cada um dos nós de comunicação 42, 44, 46, 48, 50 inclui um transmissor, receptor, e módulo lógico incluindo, por exemplo, múltiplos circuitos lógicos fixos controladores, processadores, componentes de memória, sistemas operacionais, instruções, protocolos de comunicação, etc., para implementar sistemas e métodos para verificar o status dos canhões de perfuração da invenção. Ainda, cada nó de comunicação 42, 44, 46, 50 também inclui uma fonte de energia elétrica, tal como um conjunto de baterias, incluindo uma pluralidade de baterias, tal como baterias de níquel-cádmio, baterias de lítio, baterias alcalinas, ou outras baterias adequadas, que devem ser configuradas para prover um nível adequado de corrente e voltagem.

Em uma configuração, os nós de comunicação 42, 44, 46, 48, 50 são operáveis para transmitir e receber sinais acústicos que se propagam pela coluna de trabalho 30. Neste caso, os transmissores e receptores preferivelmente incluem um ou mais transdutores em forma de pilhas de

cristais cerâmicos piezo-elétricos. Deve ser notado que um único transdutor poderia ser operado, quer como transmissor ou receptor com respeito a um dado nó de comunicação. Qualquer número de nós de comunicação pode ser operado no sistema da presente invenção, sendo que o número é determinado pela extensão da coluna de trabalho 30, ruído no furo de poço, meio de comunicação usado, etc.. Como ilustrado, os nós de comunicação 44, 46, 48 servem como repetidores e são posicionados para receber sinais acústicos transmitidos ao longo da coluna de trabalho 30 em um ponto, onde os sinais acústicos devem ter magnitude suficiente para recepção adequada. Quando os sinais acústicos atingem um dado nó, os sinais são convertidos em corrente elétrica que representa as informações que estão sendo transmitidas, que daí são alimentadas para o módulo lógico para serem processadas. A corrente então é enviada para o transdutor para gerar sinais acústicos, que, por sua vez, são transmitidos para o próximo nó. Assim, se consegue a comunicação do nó 40 para o nó 50, e vice-versa. Quando se deseja perfurar o revestimento 34, a coluna de trabalho 30 é baixada no revestimento 34 até os canhões de perfuração 38 se posicionarem apropriadamente em relação à formação 14. Para verificar a condição de canhões de perfuração 38 antes de perfurar, um comando de interrogação é enviado do controlador de superfície 40 para os sensores dispostos nos canhões de perfuração 38. Por exemplo, como será discutido em detalhes adiante, cada canhão de perfuração 38 pode incluir um ou mais sensores, tal como sensor de umidade, sensor de pressão, ou outros sensores de vazamento. Preferivelmente, cada sensor deve ser individualmente endereçável e se comunicar com o nó de comunicação 50 por conexão cabeada, mas, saliente-se, uma conexão sem-fio de curto alcance, tal como, por exemplo, um link de comunicação magnético, também poderia ser usado. Por conseguinte, quando o controlador de superfície 40

envia comandos de interrogação para determinar o status de vazamento dos canhões de perfuração 38 para um ou mais sensores, os comandos são recebidos pelo nó de comunicação 42, e retransmitidos como sinais acústicos codificados ao longo da coluna de trabalho 30, para o nó de comunicação 44, que atua como repetidor para receber, processar, e retransmitir os comandos através de sinais acústicos ao longo da coluna de trabalho 30, para o nó de comunicação 46. Similarmente, este nó, o nó de comunicação 46, encaminha os comandos para o nó de comunicação 50 através de sinais acústicos ao longo da coluna de trabalho 30, que por sua vez encaminha os comandos para o nó de comunicação 50 por meio de sinais acústicos ao longo da coluna de trabalho 30. O nó de comunicação 50 então envia os comandos para interrogar cada sensor nos canhões de perfuração 38. Os sensores obtêm os dados desejados a respeito do status de vazamento de cada canhão 38 e retornam as informações ao nó de comunicação 50, que as converte em sinais acústicos, que são enviados ao nó de comunicação 48 ao longo da coluna de trabalho 30. Os nós de comunicação 48, 46, 44 atuam como repetidores - recebem, processam, e retransmitem as informações, em forma de sinais acústicos, ao longo da coluna de trabalho 30. O nó de comunicação 42 recebe os sinais acústicos a partir do nó de comunicação 44 e processa as informações, de modo que as mesmas sejam encaminhadas para o controlador de superfície 40 para análise.

Se os sensores não reportarem nenhum vazamento nos canhões 38, então o sistema de comunicação pode ser usado de maneira similar, para permitir armar e disparar os canhões de perfuração 38, usando um ou mais dispositivos de disparo eletrônicos ou hidráulicos. Em seguida, as cargas conformadas nos canhões de perfuração 38 são seqüencialmente disparadas, quer em sentido ascendente ou descendente no furo de poço. Com a detonação, as cápsulas das cargas conformadas

formam jatos que criam uma série espaçada de perfurações, que se estendem através do revestimento 34, do cimento, e na formação 14, daí permitindo uma comunicação fluídica entre a formação 14 e o furo de poço 32.

5 Como deve ser entendido por aqueles habilitados na técnica, qualquer função, descrita nesta com referência a um módulo lógico, pode ser implementada usando software e hardware incluindo circuitagem lógica fixa, processamento manual, ou combinação destes. Assim,
10 o termo "módulo lógico" como usado nesta, geralmente representa software, hardware, ou uma combinação software e hardware. Por exemplo, no caso de uma implementação com software, o termo "módulo lógico" representa um código de programa e/ou conteúdo declarativo, i.e. um conteúdo de
15 linguagem "mark_up" que executa tarefas específicas em um dispositivo (ou dispositivos) de processamento, tal como, um ou mais processadores, ou CPUs. O código de programa pode ser armazenado em um ou mais dispositivos de memória legíveis por computador. Mais geralmente,
20 a funcionalidade dos módulos lógicos pode ser implementada em unidades distintas em agrupamentos (clusters) separados ou corresponder a uma alocação conceitual de diferentes tarefas realizadas por um único programa de software e/ou unidade de hardware. Os módulos
25 podem ficar em um único local, tal como implementados por um único dispositivo de processamento, ou, ao invés, distribuídos em uma pluralidade de localizações, tal como computadores de mesa ou notebooks, assistentes digitais (PDAs) em combinação com outros dispositivos físicos
30 que se comunicam quer por conexões sem-fio ou cabeadas. Referindo-se a seguir à figura 2, onde se representa um canhão de perfuração para o sistema que verifica o status de canhões de perfuração da presente invenção, geralmente designado pelo número de referência 100.
35 O canhão de perfuração 100 tem um portador (carrier) 102 tendo vários recessos, tal como recessos 104, definidos nesta. Alinhada radialmente com cada um dos recessos,

é disposta a respectiva carga da pluralidade de cargas conformadas, tal como a carga conformada 106.

As cargas conformadas são presas no portador 102 por um membro suporte 108b incluindo luvas porta-carga externa 110 e interna 112. Nesta configuração, o tubo externo 110 espaça as extremidades de descarga das cargas conformadas, enquanto o tubo interno 112 suporta as extremidades de iniciação das cargas conformadas. No tubo interno 112 se encontra um cabo de detonação 116. Na configuração ilustrada, as extremidades de iniciação das cargas conformadas se estendem através do eixo geométrico longitudinal central do canhão 100 permitindo que o cabo de detonação 115 conecte o explosivo no vértice do alojamento das cargas. Nesta configuração, o portador 102 é selado para proteger as cargas em seu interior dos fluidos do furo de poço.

Cada uma das cargas conformadas, tal como a carga 106 está disposta longitudinalmente e fica radialmente alinhada com um recesso, tal como o recesso 104, no portador 102, quando o aparelho de perfuração 100 estiver completamente montado. Na configuração ilustrada, as cargas conformadas são arranjadas em espiral, de modo que cada carga conformada fique disposta em seu próprio nível e seja detonada individualmente, de modo que apenas uma carga seja disparada por vez. Deve ser notado, no entanto, por aqueles habilitados na técnica, que arranjos alternativos de cargas conformadas podem ser usados incluindo arranjos em grupo (clusters), onde mais que uma carga conformada se encontra no mesmo nível e são detonadas simultaneamente, sem sair dos princípios da presente invenção.

Como discutido acima, os canhões de perfuração para serem usados no sistema para verificar o status de canhões de perfuração da presente invenção, tal como o canhão 100, inclui um ou mais sensores que são usados para colher e ao canhão de perfuração 100. Na configuração ilustrada, o canhão de perfuração 100 inclui uma pluralidade de

sensores, tal como o sensor 120 posicionado externamente ao membro suporte 108, sensor 122 posicionado internamente ao membro suporte 108, sensor 124 posicionado internamente ao portador 102, e sensor 126
5 posicionado externamente ao portador 102. Como discutido, os sensores 120, 122, 124, 126 são preferencialmente acoplados ao nó de comunicação 50 por conexão cabeada, mas outros meios de comunicação também podem ser usados e considerados dentro do escopo da presente invenção.

10 Os sensores 120, 122, 124, 126 podem ser do mesmo tipo, e incluindo sensores de umidade, sensores de pressão, sensores de pressão de alta temperatura, acelerômetros, sensores de deslocamento linear, sensores de profundidade, sensores de fluido, sensores de CO₂,
15 sensores de H₂S, sensores de CO, sensores de decomposição térmica, localizadores de anel de revestimento, detectores gama, ou outros tipos de sensores adequados para prover informações relativas ao ambiente de canhões. Os sensores 120, 122, 124, 126 e sensores similares
20 associados ao sistema de canhão de perfuração podem ser usados para monitorar uma variedade de condições ambientais relativa à coluna de canhão, tal como profundidade e orientação dos canhões no furo de poço; a condição dos canhões antes dispará-los, incluindo
25 status de vazamento, pressão, decomposição térmica, e umidade; se os canhões dispararam de modo apropriado, incluindo pressão, aceleração, e cargas de choque; os parâmetros de reservatório do furo de poço próximo incluem temperaturas, pressão hidrostática, pressão
30 de pico e pressão de transiente, e outras condições ambientais conhecidas por aqueles habilitados na técnica. A operação de uma configuração da invenção será agora descrita como o processo 200 com referência à figura 3. Os canhões de perfuração 38 tendo sido posicionados
35 na localização alvo no furo de poço (etapa 202) e antes de detonar as cargas conformadas, o sistema da invenção é operável para executar uma diversidade de verificações

com respeito à condição de canhão, como aquelas descritas, incluindo verificação de profundidade, orientação e condição do canhão de perfuração. Esta verificação é feita usando o controlador de superfície em conjunção com os nós de comunicação posicionados ao longo da coluna de trabalho para interrogar os sensores associados aos canhões a respeito das informações desejadas. Por exemplo, um comando de interrogação que solicita o status de vazamento de um dos canhões de perfuração é enviado a um dos sensores em sentido descendente no furo de poço através dos nós de comunicação ao longo da coluna de trabalho, qual sensor responde à informação solicitada através dos nós de comunicação dispostos ao longo da coluna de trabalho (etapa 204). A seguir, o controlador de superfície determina se todos os sensores foram interrogados (decisão 206). Se nem todos os sensores tiverem sido interrogados, um comando de interrogação, solicitando status de vazamento de outro canhão de perfuração, é enviado a outro canhão, e aquele sensor responde à informação solicitada (etapa 208). O processo segue até todos os detectores forem interrogados (decisão 206). Uma vez interrogados todos os canhões de perfuração, o controlador de superfície determina se todos os canhões de perfuração estão secos (decisão 210). Se, de fato, todos os canhões de perfuração estiverem secos, o controlador de superfície pode seguir a seqüência de disparo, enviando comandos de autorizar, armar, disparar através dos nós de comunicação para um dispositivo de disparo adequado (etapa 212). Tal ação remedial inclui repetir o processo de verificação para determinar se uma condição fora de gama persiste, identificar quais canhões têm a condição fora de gama, para removê-los da seqüência de disparo ou similar. Se realizando a ação remedial, o controlador de superfície determinar que o evento de perfuração deve ocorrer, então a controlador de superfície segue a seqüência de disparo (etapa 212).

Se realizando a ação remedial, o controlador de superfície determinar que o evento de perfuração pode não ocorrer, então o processo é terminado.

5 Durante o evento de perfuração, os sensores associados aos canhões de perfuração podem continuar a colher e transmitir informações. Especificamente, sensores, tal como aqueles descritos acima, que podem ser acelerômetros, sensores de pressão, sensores de pressão de alta velocidade, sensores de temperatura, e similares
10 são usados para obter uma variedade de dados dos canhões de perfuração próximos reservatório de furo de poço. Por exemplo, os sensores de pressão de alta velocidade são operáveis em colher dados de pressão na faixa de milisegundos, de modo que surtos de pressão e ciclos de
15 pressão associados criados por um evento de perfuração possam ser medidos. Similarmente, os acelerômetros são operáveis para colher dados de choque associados ao evento de perfuração. O uso destes e outros dados provêm a determinação do nível de intensidade da
20 detonação associado aos canhões de perfuração. Durante, imediatamente depois, ou em um instante subsequente, estas informações são comunicadas dos sensores para o controlador de superfície pelo sistema de comunicação. Estas informações podem ser usadas para determinar
25 a qualidade do evento de perfuração, tal como se foi detonado o iniciador, se foi detonada qualquer das cargas conformadas no canhão de perfuração, se foram detonadas todas as cargas no canhão, ou se foram detonadas apenas algumas das cargas no canhão. Estas informações
30 permitirão que o operador determine em tempo real, por exemplo, se a zona deve voltar a ser perfurada. Similarmente, seguindo o evento de perfuração, os sensores associados aos canhões de perfuração podem continuar a colher e enviar informações. Especificamente,
35 sensores, tais como sensores de pressão, sensores de temperatura, sensores de fluido, e similares, são usados para colher uma variedade de dados de reservatório

a partir do furo de poço próximo. Estes dados podem se mostrar úteis para a próxima fase da completação, tal como, se deve ser realizada uma estimulação de fratura ou um processo com ácido.

- 5 Conquanto a presente invenção tenha sido descrita com referência a configurações ilustrativas, deve ser entendido que a mesma não pretende ser tomada em senso limitante. Deve ser entendido que por aqueles habilitados na técnica que várias modificações e combinações das
- 10 configurações ilustrativas, e de outras configurações da presente invenção serão aparentes àqueles habilitados na técnica em conexão com a descrição. Por conseguinte, pretende-se que as reivindicações anexas incorporem tais modificações ou configurações.

REIVINDICAÇÕES

- 1- Método para verificar o status de um canhão de perfuração, antes de perfurar um furo de poço, caracterizado pelo fato de compreender:
- 5 - mover um canhão de perfuração incluindo um sensor de vazamento em seu interior para uma localização alvo dentro do furo de poço em uma coluna de tubos;
- integrar um sistema de comunicação à coluna de tubos, o sistema de comunicação sendo operável para
- 10 se comunicar com o sensor de vazamento;
- enviar um primeiro sinal de telemetria através do sistema de comunicação para interrogar o sensor de vazamento a respeito do status de vazamento do canhão de perfuração;
- 15 - retornar um segundo sinal de telemetria a partir do sensor de vazamento a respeito do status de vazamento do canhão de perfuração; e
- determinar se o canhão de perfuração pode ser operado, com base na informação do status de vazamento.
- 20 2- Método, de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de mover o canhão de perfuração com um sensor de vazamento disposto em seu interior adicionalmente compreender mover o canhão de perfuração incluindo um sensor de umidade em seu interior.
- 25 3- Método, de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de a mover o canhão de perfuração com um sensor de vazamento em seu interior, adicionalmente, compreender mover o canhão de perfuração incluindo um sensor de pressão em seu interior.
- 30 4- Método, de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de a integração de um sistema de comunicação à coluna de tubos adicionalmente compreender integrar um sistema de comunicação acústica à coluna de tubos.
- 35 5- Método, de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de enviar um primeiro sinal de telemetria, através do sistema de comunicação

para interrogar o sensor de vazamento a respeito do status de vazamento do canhão de perfuração; e adicionalmente enviar um sinal acústico codificado incluindo o pedido de status de vazamento.

5 6- Método, de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de retornar um segundo sinal de telemetria a partir do sensor de vazamento através do sistema de comunicação incluindo o status de vazamento do canhão de perfuração; e adicionalmente retornar um
10 sinal acústico codificado com a informação de status de vazamento.

7- Método, de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de determinar a operação do canhão de perfuração com base na informação de status de vazamento; e adicionalmente determinar a operação do
15 canhão de perfuração com base na informação de status de umidade.

8- Método, de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de determinar a operação do canhão de perfuração com base na informação de status de vazamento; e adicionalmente determinar a operação do
20 canhão de perfuração com base na informação de status de pressão.

9- Método para verificar o status de um sistema de canhão de perfuração, antes de perfurar um furo de poço caracterizado pelo fato de compreender:

- mover o sistema de canhão de perfuração para uma localização alvo dentro do furo de poço em uma coluna de tubos, o sistema de canhão de perfuração inclui uma
30 pluralidade de canhões de perfuração, cada um deles tendo um sensor de vazamento em seu interior;

- integrar um sistema de comunicação à coluna de tubos, o sistema de comunicação sendo operável para se comunicar com os sensores de vazamento;

35 - enviar um primeiro sinal de telemetria através do sistema de comunicação para interrogar os sensores de vazamento a respeito do status de cada um dos canhões

de perfuração;

- retornar um segundo sinal de telemetria a partir dos sensores de vazamento através do sistema de comunicação, incluindo o status de vazamento de cada um dos canhões de perfuração; e

- determinar o sistema de canhão de perfuração pode ser operado com base na informação de status de vazamento.

10- Método, de acordo com a reivindicação 9, caracterizado pelo fato de adicionalmente compreender selecionar os sensores de vazamento dentre sensores de umidade e sensores de pressão.

11- Método, de acordo com a reivindicação 9, caracterizado pelo fato de integrar um sistema de comunicação à coluna de tubos adicionalmente compreender integrar um sistema de comunicação acústica à coluna de tubos.

12- Sistema para verificar o status de um canhão de perfuração, antes de perfurar um furo de poço, caracterizado pelo fato de compreender:

- um canhão de perfuração incluindo um sensor de vazamento em seu interior, e posicionado em uma localização alvo dentro do furo de poço em uma coluna de tubos;

- um sistema de comunicação integrado à coluna de tubos, o sistema de comunicação sendo operável para se comunicar com o sensor de vazamento; e

- um controlador de superfície operável para enviar um primeiro sinal de telemetria através do sistema de comunicação para interrogar o sensor de vazamento a respeito do status de vazamento do canhão de perfuração, e receber um segundo sinal de telemetria a partir do sensor de vazamento através do sistema de comunicação incluindo o status de vazamento do canhão e determinar se o canhão de perfuração pode ser operado com base na informação do status de vazamento.

13- Sistema, de acordo com a reivindicação 12,

caracterizado pelo fato de o sensor de vazamento adicionalmente compreender um sensor de umidade.

14- Sistema, de acordo com a reivindicação 12, caracterizado pelo fato de o sensor de vazamento
5 adicionalmente compreender um sensor de pressão.

15- Sistema, de acordo com a reivindicação 12, caracterizado pelo fato de o sistema de comunicação adicionalmente compreender um sistema de comunicação acústico.

10 16- Método para verificar a condição ambiental relativa a um canhão de perfuração, disposto em um furo de poço, caracterizado pelo fato de compreender:

- mover um canhão de perfuração incluindo pelo menos um sensor ambiental associado para uma localização alvo
15 dentro do furo de poço em uma coluna de tubos;

- integrar um sistema de comunicação à coluna de tubos, o sistema de comunicação sendo operável para se comunicar com o sensor de vazamento;

20 - enviar um primeiro sinal de telemetria através do sistema de comunicação para interrogar o sensor ambiental a respeito da condição ambiental em relação ao canhão de perfuração;

25 - retornar um segundo sinal de telemetria a partir do sensor ambiental através do sistema de comunicação, incluindo a condição ambiental relativa ao canhão de perfuração.

17- Método, de acordo com a reivindicação 16, caracterizado pelo fato de mover um canhão de perfuração, incluindo pelo menos um sensor ambiental associado
30 ao mesmo, para uma localização alvo dentro do furo de poço; e adicionalmente selecionar pelo menos um sensor ambiental dentre pelo menos um de sensor de umidade, sensor de pressão, sensor de temperatura, acelerômetro, sensor de carga de choque, sensor de deslocamento linear,
35 sensor de profundidade, e sensor de fluido.

18- Método, de acordo com a reivindicação 16, caracterizado pelo fato de movendo o canhão de

perfuração, com pelo menos um sensor ambiental associado ao mesmo, para uma localização alvo dentro do furo de poço em uma coluna de tubos, adicionalmente compreender, colocar o pelo menos um sensor ambiental no interior do canhão de perfuração.

5

19- Método, de acordo com a reivindicação 16, caracterizado pelo fato de mover um canhão de perfuração, incluindo pelo menos um sensor ambiental associado ao mesmo, para uma localização alvo dentro do furo de poço em uma coluna de tubos; e adicionalmente colocar o pelo menos um sensor ambiental externamente ao canhão de perfuração.

10

20- Método, de acordo com a reivindicação 16, caracterizado pelo fato de integrar um sistema de comunicação à coluna de tubos; e adicionalmente integrar um sistema de comunicação acústico à coluna de tubos.

15

21- Método, de acordo com a reivindicação 16, caracterizado pelo fato de enviar um primeiro sinal de telemetria através do sistema de comunicação para interrogar o sensor ambiental a respeito de uma condição ambiental relativa ao canhão de perfuração; e adicionalmente enviar um sinal acústico codificado incluindo o pedido de condição ambiental.

20

22- Método, de acordo com a reivindicação 16, caracterizado pelo fato de retornar um segundo sinal de telemetria a partir do sensor ambiental através do sistema de comunicação, incluindo a condição ambiental relativa ao canhão de perfuração; e adicionalmente retornar de um sinal acústico codificado incluindo a informação de condição ambiental.

25

30

23- Método, de acordo com a reivindicação 16, caracterizado pelo fato de adicionalmente compreender determinar se o canhão de perfuração pode ser operado com base na condição ambiental.

35

24- Sistema para verificar a condição ambiental relativa a um canhão de perfuração, disposto em um furo de poço, caracterizado pelo fato de compreender:

- pelo menos um sensor ambiental associado ao canhão de perfuração posicionado em uma localização alvo no interior de um furo de poço em uma coluna de tubos;
 - um sistema de comunicação integrado à coluna de tubos, o sistema de comunicação sendo operável para se comunicar com o sensor ambiental; e
 - um controlador de superfície operável para enviar um primeiro sinal de telemetria através do sistema de comunicação para interrogar o sensor ambiental a respeito da condição ambiental relativa ao canhão de perfuração, e receber um segundo sinal de telemetria a partir do sensor de vazamento através do sistema de comunicação incluindo a condição ambiental relativa ao canhão de perfuração.
- 25- Sistema, de acordo com a reivindicação 24, caracterizado pelo fato de o sistema de comunicação adicionalmente compreender um sistema de comunicação acústico.

1/3

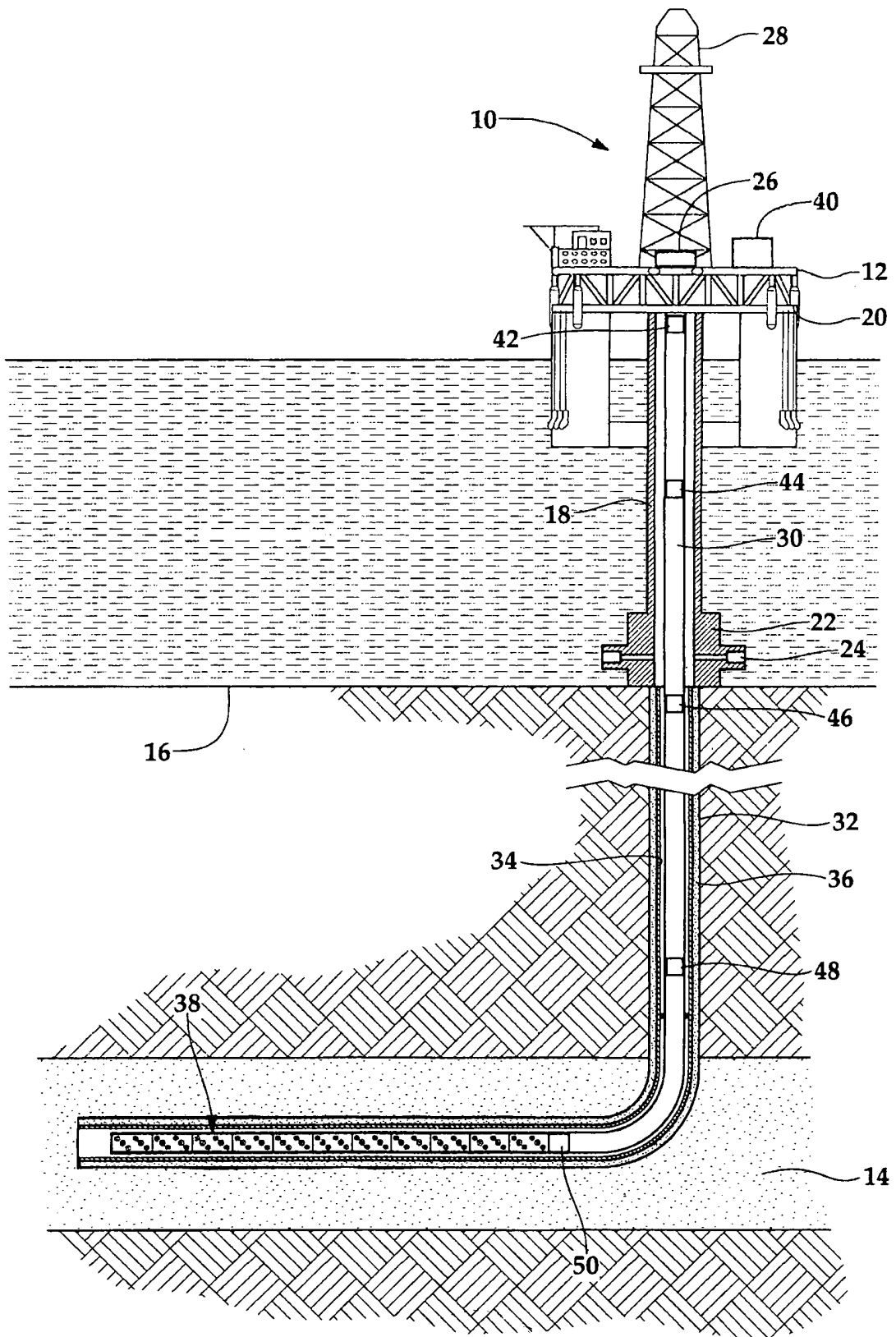


FIG.1

2/3

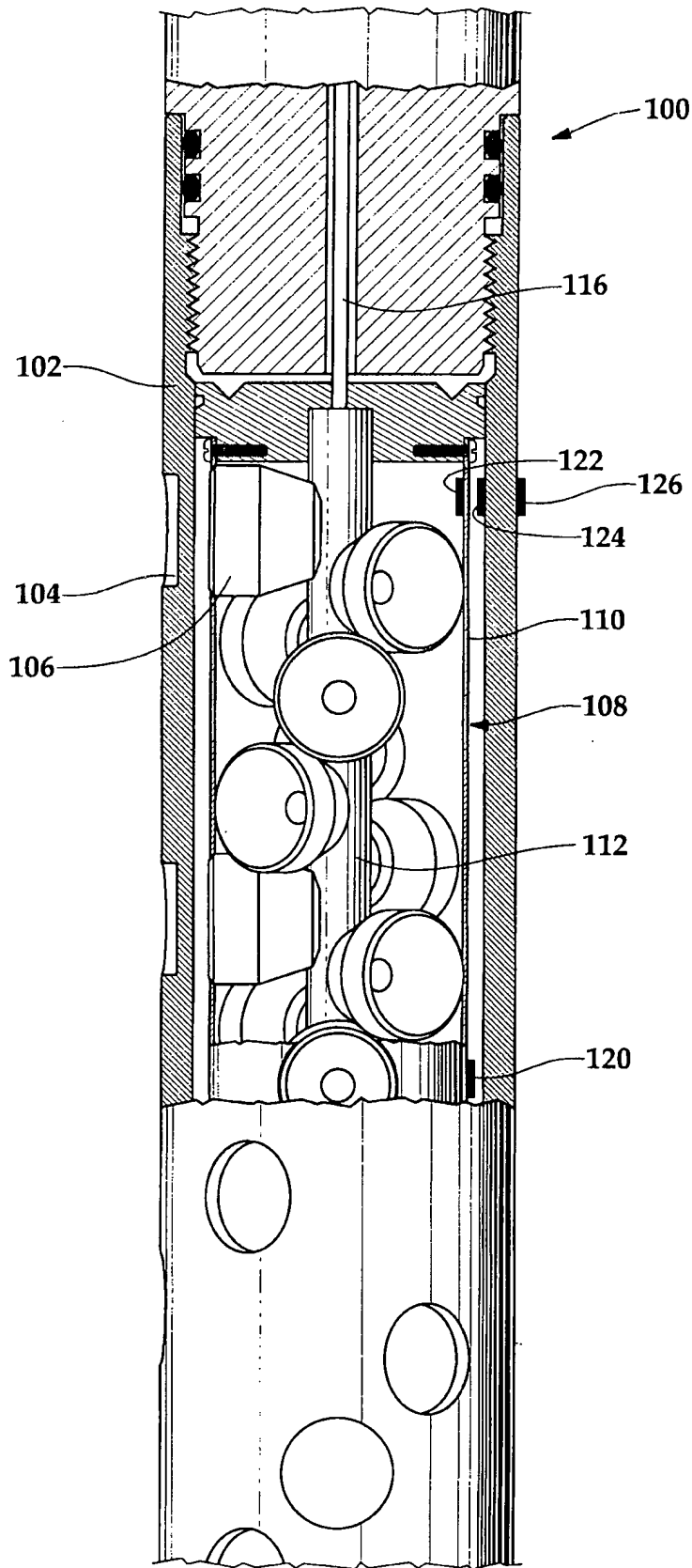


FIG.2

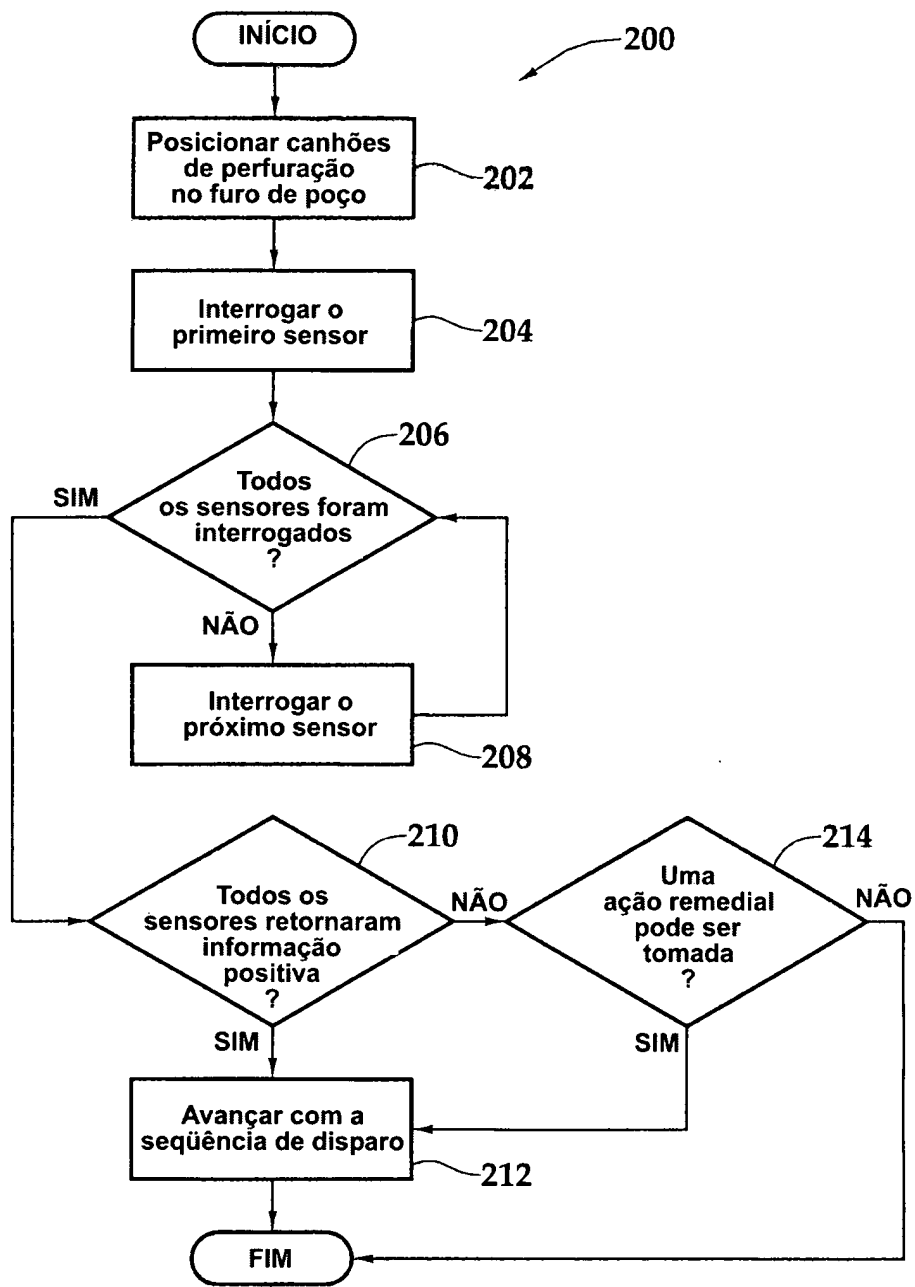


FIG.3

RESUMO

"MÉTODO PARA VERIFICAR O STATUS DE UM CANHÃO DE PERFURAÇÃO, MÉTODO PARA VERIFICAR O STATUS DE UM SISTEMA DE CANHÃO DE PERFURAÇÃO, SISTEMA PARA VERIFICAR O STATUS DE UM CANHÃO DE PERFURAÇÃO, MÉTODO PARA VERIFICAR A CONDIÇÃO AMBIENTAL RELATIVA A UM CANHÃO DE PERFURAÇÃO E SISTEMA PARA VERIFICAR A CONDIÇÃO AMBIENTAL RELATIVA A UM CANHÃO DE PERFURAÇÃO".

Sistema para verificar o status de um canhão de perfuração antes de perfurar um furo de poço. O sistema inclui um canhão de perfuração (38) tendo um sensor de vazamento disposto em seu interior posicionável em uma localização alvo em um furo de poço em uma coluna de tubos (30). Um sistema de comunicação (42, 44, 46, 48, 50) é integrado à coluna de tubos (30). O sistema de comunicação (42, 44, 46, 48, 50) é operável para se comunicar com o sensor de vazamento. Um controlador de superfície (40) é operável para enviar um primeiro sinal de telemetria através do sistema de comunicação (42, 44, 46, 48, 50) para interrogar o sensor de vazamento a respeito do status de vazamento do canhão de perfuração (38), receber um segundo sistema de telemetria a partir do sensor de vazamento através do sistema de comunicação (42, 44, 46, 48, 50) incluindo o status de vazamento do canhão de perfuração (38), e determinar o canhão de perfuração (38) pode ser operado com base na informação de status de vazamento.