



República Federativa do Brasil
Ministério da Economia
Instituto Nacional da Propriedade Industrial

(11) PI 1011128-0 B1

(22) Data do Depósito: 26/05/2010

(45) Data de Concessão: 05/01/2021



* B R P I 1 0 1 1 1 2 8 B 1 *

(54) Título: SISTEMA PARA MONITORAR UMA OPERAÇÃO DE EQUIPAMENTO DE PERFURAÇÃO, E, MÉTODO PARA OPERAR UMA OPERAÇÃO DE EQUIPAMENTO DE PERFURAÇÃO

(51) Int.Cl.: E21B 17/00; E21B 44/00; E21B 47/12.

(52) CPC: E21B 17/003; E21B 44/00; E21B 47/12; E21B 47/122.

(30) Prioridade Unionista: 02/06/2009 US 61/183282.

(73) Titular(es): NATIONAL OILWELL VARCO, L.P..

(72) Inventor(es): RICHARD LEE MURRAY, JR.; DAVID CARDELLINI; MATTHEW BECKER.

(86) Pedido PCT: PCT US2010036189 de 26/05/2010

(87) Publicação PCT: WO 2010/141287 de 09/12/2010

(85) Data do Início da Fase Nacional: 02/12/2011

(57) Resumo: SISTEMA PARA MONITORAR UMA OPERAÇÃO DE EQUIPAMENTO DE PERFURAÇÃO, E, MÉTODO PARA OPERAR UMA OPERAÇÃO DE EQUIPAMENTO DE PERFURAÇÃO. Um sistema para monitorar uma operação de equipamento de perfuração inclui um conjunto de equipamento de perfuração e pelo menos um sensor acoplado a um membro da conjunto de equipamento de perfuração para sensorear um parâmetro relacionado à operação da conjunto de equipamento de perfuração. Um dispositivo cliente acoplado a pelo menos um sensor inclui um dispositivo de aquisição de dados para receber dados a partir de pelo menos um sensor. O dispositivo cliente também inclui um primeiro rádio, que é acoplado ao dispositivo de aquisição de dados. Uma estação base localizada a uma distância a partir do dispositivo cliente compreende um segundo rádio que se comunica no modo sem fio com o primeiro rádio de modo para transferir dados entre o dispositivo de aquisição de dados e a estação base.

“SISTEMA PARA MONITORAR UMA OPERAÇÃO DE EQUIPAMENTO DE PERFURAÇÃO, E, MÉTODO PARA OPERAR UMA OPERAÇÃO DE EQUIPAMENTO DE PERFURAÇÃO”

DECLARAÇÃO CONSIDERANDO PESQUISA OU
DESENVOLVIMENTO PATROCINADO PELO GOVERNO

Não aplicável.

FUNDAMENTOS

1. Campo da Invenção

[001] A invenção se refere geralmente à transmissão de dados entre um conjunto de equipamento de perfuração e um sistema de aquisição e controle durante uma operação de equipamento de perfuração. Mais particularmente, a invenção se refere à transmissão de dados a partir de sensores localizados em um membro rotativo ou não rotativo de um conjunto de equipamento de perfuração para um sistema de aquisição e controle durante uma operação de equipamento de perfuração.

2. Descrição da Técnica relacionada

[002] Medição em tempo real de vários parâmetros relacionados a uma operação de equipamento de perfuração é importante para execução bem sucedida da operação de equipamento de perfuração. Um conjunto de equipamento de perfuração pode incorporar um ou mais sensores em um ou mais membros, e.g. uma ferramenta de execução de operação de tubo ou eixo de unidade de topo, para sensoramento dos parâmetros desejados. Transmissão de dados a partir dos sensores tipicamente envolve uso de dispositivos de captura indutivos ou anéis coletores elétricos, que não são bem adequados para o ambiente de equipamento de perfuração porque eles requerem alinhamento preciso e tolerâncias estreitas para operação bem sucedida.

SUMÁRIO

[003] Em algumas modalidades, um sistema para monitorar uma operação de

equipamento de perfuração compreende um conjunto de equipamento de perfuração. Pelo menos um sensor é acoplado a um membro da conjunto de equipamento de perfuração para sensorear um parâmetro relacionado à operação da conjunto de equipamento de perfuração. Um dispositivo cliente acoplado a pelo menos um sensor inclui um dispositivo de aquisição de dados para receber dados a partir de pelo menos um sensor. O dispositivo cliente também inclui um primeiro rádio, que é acoplado ao dispositivo de aquisição de dados. Uma estação base localizada a uma distância do dispositivo cliente inclui um segundo rádio que se comunica no modo sem fio com o primeiro rádio de modo a transferir dados entre O dispositivo de aquisição de dados e a estação base.

[004] Em outras modalidades, uma transmissão sem fio compreende um dispositivo cliente tendo um dispositivo de aquisição de dados para receber dados a partir de pelo menos um sensor e um primeiro rádio acoplado ao dispositivo de aquisição de dados. O sistema ainda inclui uma estação base tendo um segundo rádio que se comunica no modo sem fio com o primeiro rádio de modo a transferir dados entre O dispositivo de aquisição de dados e a estação base.

[005] Em ainda outras modalidades, um método de operar uma operação de equipamento de perfuração compreende sensoriamento de um parâmetro relacionado à operação de equipamento de perfuração usando pelo menos um sensor acoplado a um membro de um conjunto de equipamento de perfuração. Dados são coletados a partir de pelo menos um sensor usando um dispositivo de aquisição de dados de um dispositivo cliente acoplado a pelo menos um sensor. Os dados coletados pelo dispositivo de aquisição de dados são transmitidos no modo sem fio para uma estação base localizada a uma distância do dispositivo de aquisição de dados usando um primeiro rádio acoplado ao dispositivo de aquisição de dados e um segundo rádio acoplado à

estação base.

[006] O escopo das modalidades da presente descrição será aparente a partir da seguinte descrição e das reivindicações anexas.

BREVE DESCRIÇÃO DOS DESENHOS

[007] Os desenhos anexos, descritos abaixo, ilustram várias modalidades exemplares da invenção e não são para serem considerados limitantes do escopo da descrição, a descrição pode admitir outras igualmente modalidades eficazes. The figuras não estão necessariamente em escala, e determinados recursos e determinadas vistas das figuras podem ser mostradas em escala exagerada ou em esquemático no interesse da clareza e concisão.

[008] A FIG. 1 é um diagrama de uma transmissão sem fio.

[009] A FIG. 2 é um diagrama de um rádio.

[0010] A FIG. 3 é uma vista em perspectiva do dispositivo cliente do sistema de transmissão sem fio da Fig. 1 montado em um cilindro oco equipado contendo instrumentos de medição.

[0011] A FIG. 4 mostra o cilindro oco equipado contendo instrumentos de medição e dispositivo cliente da Fig. 3 localizados entre um conjunto de unidade de topo e uma ferramenta de execução de operação de tubo.

[0012] A FIG. 5 mostra o dispositivo cliente do Sistema para transmissão sem fio da Fig. 1 montado em uma ferramenta de execução de operação de tubo.

[0013] A FIG. 6 mostra um sistema para monitorar inclinação e ângulos rotacionais de um elemento de inclinação do enlace de unidade de topo.

[0014] A FIG. 7 mostra um sistema para monitorar ângulo de inclinação ou ângulo rotacional de um elemento de inclinação do enlace de unidade de topo.

DESCRIÇÃO DETALHADA

[0015] A FIG. 1 é um diagrama de uma transmissão sem fio 10

incluindo um dispositivo cliente 12, uma estação base 13, e um sistema de aquisição e controle 42. O dispositivo cliente 12 inclui um dispositivo de aquisição de dados 14, rádio 16, e bateria 20. O dispositivo cliente 12 pode ainda incluir processador 22, memória 24, um ou mais acelerômetros 27, e.g., acelerômetro de eixo geométrico único ou de múltiplos eixos geométricos de MEMS (“sistemas micro eletro-mecânico”), e um ou mais giroscópios 29, e.g., giroscópios de MEMS. O processador 22 pode incluir, por exemplo, uma interface de entrada/saída, um relógio, uma CPU, RAM, e ROM (nenhum desses componentes são mostrados separadamente). A bateria 20 aciona de energia os componentes do dispositivo cliente 12 conforme necessário. Alternativamente, como será explicado abaixo, os componentes do dispositivo cliente 12 podem ser acionados de energia autonomamente por energia coletada.

[0016] O dispositivo cliente 12 também pode ser equipado com sensores redundantes para uso em um sistema de prevenção de colisão de ferramentas da conjunto de perfuração. Equipamentos de perfuração modernos usam sistemas computadorizados de controle para auxiliar operadores em controlar ferramentas no equipamento de perfuração. As muitas várias ferramentas no equipamento de perfuração frequentemente operam nas mesmas áreas ao mesmo tempo. É imperativo que essas ferramentas não interfiram ou colida conforme descrito acima uma com a outra. Os sistemas de controle usam sensores para avisar aos operadores de colisões ou interferência em potencial, ou para desligar as ferramentas para prevenir colisões. Um exemplo clássico é o operador de perfuradora içando um bloco em movimento em um guindaste. Sensores são usados para dizer ao operador de perfuradora quando o bloco em movimento fica muito perto do guindaste tal que o operador de perfuradora pode parar o bloco em movimento antes de uma colisão ocorrer. Ou, os trabalhos de extração podem se desligar automaticamente e o freio aplicado

para prevenir uma colisão.

[0017] O dispositivo de aquisição de dados 14 coleta dados a partir dos sensores 26 que monitoram parâmetros relacionados a uma operação de perfuração. Como usado aqui, o termo “sensor” se refere à qualquer um de uma fonte (que emite ou transmite energia ou sinais), um receptor (que recebe ou detecta energia ou sinais), e um transdutor (que opera como uma fonte ou um receptor). Exemplos de sensores 26 incluem, mas não são limitados à, medidores de tensão, acopladores térmicos, células de carga, e transdutores. Em uso, os sensores 26 estão localizados em um membro rotativo ou não rotativo de um conjunto de equipamento de perfuração de modo a medir parâmetros relacionados ao uso do conjunto de equipamento de perfuração. Exemplos de medições que poderia ser feitas pelos sensores 26 incluem, mas não são limitados à, momento de flexão do eixo de unidade de topo, torque da unidade de topo, tensão da unidade de topo, carga de elevação do equipamento de perfuração, peso e outros dados de perfuração relacionados, e alinhamento rotacional de ferramentas do fundo do poço.

[0018] O dispositivo de aquisição de dados 14 observa entradas de sinal externo e entradas de sinal interno. Os sinais de externo podem ser, por exemplo, sinais a partir dos sensores 26. Os sinais internos podem ser, por exemplo, sinais de um contador de alta velocidade operados pelo relógio do processador 22, a saída do acelerômetro 27, a saída do giroscópio 29, e sinal indicador de vida a partir da bateria 20. O dispositivo de aquisição de dados 14 amostra, filtra, e armazena dados para canais pré-selecionados. O dispositivo de aquisição de dados 14 permite para cada canal ter sua própria taxa de amostra configurável por usuário e única, tipo de filtro, e taxa de armazenamento. Por exemplo, a saída do acelerômetro 27 pode ser usada para capturar transientes durante carga de choque, que pode usar taxas de amostragem muito alta, enquanto a saída do giroscópio 29 pode ser usada

para sensorar se um membro está estacionário, que pode usar taxas de amostragem muito lenta relativa à saída do acelerômetro supracitado. Nesta circunstância, o dispositivo de aquisição de dados 14 permite dois canais a serem configurados, um para receber os sinais de acelerômetro nas taxas de amostragem altas e um outro para receber os sinais do giroscópio nas taxas de amostragem baixas. Além disso, vários canais podem ser ativados para monitorar a mesma saída de sinal, onde cada canal estaria com uma taxa de amostragem diferente, tipo de filtro, e taxa de armazenamento. Por exemplo, o giroscópio 29 pode ser usado para sensorar se um membro é estacionário e para medir a posição rotacional do membro, o último pode empregar um novo canal e uma taxa de amostragem maior e taxa de armazenamento. Nesta circunstância, o dispositivo de aquisição de dados 14 permite a dois canais a serem configurados, um para receber os sinais do giroscópio indicativo de se o membro é estacionário e um outro para receber os sinais do giroscópio indicativos da posição de rotacional do membro. Em geral, o dispositivo de aquisição de dados 14 pode permitir tantos muitos canais quanto necessários a serem configurados com uma taxa de amostragem específica, tipo de filtro, e taxa de armazenamento.

[0019] Dados nos canais pré-selecionados são transmitidos para a estação base 13 e/ou pode ser armazenado na memória 24. Como a taxa de amostragem, tipo de filtro, e taxa de armazenamento, a taxa de transmissão para cada canal é também única e configurável por usuário. Isto permite para um esquema de monitoração muito mais eficiente em energia. Por exemplo, um sinal com uma taxa de amostragem alta e taxa de armazenamento pode ser configurado para ter uma taxa de transmissão baixa, assim sendo reduzindo o número de transmissões e reduzindo o montante de energia usado enquanto ainda capturando grandes quantidades de dados. Por outro lado, se o sinal tem importância real, então ele pode ser configurado para ter uma taxa de

transmissão alta.

[0020] O rádio 16 é usado para transmitir dados do dispositivo de aquisição de dados 14 (ou memória 24) para a estação base 13. De modo a conservar energia, o rádio 16 é preferencialmente um rádio de micro-potência. Por outro lado, tecnologia de micro-potência pode permitir ao dispositivo cliente 12 funcionar sem uma bateria. Energia para fazer funcionar o dispositivo pode ser coletada a partir de fontes externas, capturados, e armazenados e usados para fazer funcionar o dispositivo cliente 12. Energia pode ser coletada a partir de, por exemplo, vibrações no ambiente, vento, calor ou luz, que permitiria ao dispositivo funcionar autonomamente e indefinidamente. Preferencialmente, o rádio de micro-potência é com base no padrão de IEEE 802.15.4. Em determinados aspectos, o rádio 16 pode ser um rádio ZigBee, que é com base no padrão de IEEE 802.15.4. Tecnologia de ZigBee é usada como um exemplo aqui e é de nenhuma maneira o único exemplo de uma tecnologia de rádio de micro-potência que pode ser usado com modalidades do sistema 10. Conforme mostrado na Fig. 2, o rádio de ZigBee 16 pode incluir um processador 17, um transceptor 18 (ou transmissor e receptor separados), uma antena 19, e um controle de espalhamento de sequência direto (DSSS) 21. Retornando à Fig. 1, a estação base 13 inclui um rádio 28 que se comunica com o rádio 16. O rádio 28 também pode ser um rádio de micro-potência, preferencialmente um com base no IEEE 802.15.4. Em determinados aspectos, o rádio 28 pode ser um rádio ZigBee, por exemplo, tendo uma estrutura similar para o um mostrado para o rádio 16 na Fig. 2. O rádio 28 pode receber energia através da conexão de entrada de energia 37 da estação base 13.

[0021] Um rádio 34 pode ser fornecido entre o dispositivo cliente 12 e a estação base 13 para agir como um repetidor. Em determinados aspectos, o rádio 34 pode ser um rádio de micro-potência. Em determinados aspectos, o

rádio 34 pode ser com base no protocolo de IEEE 802.15.4. Em determinados aspectos, o rádio 34 pode ser um rádio ZigBee implementando o protocolo de IEEE 802.15.4. Em um modo geral, dados são transmitidos entre o rádio 16 do dispositivo cliente 12 e o rádio 28 da estação base 13. Em um modo de repetição, dados são transmitidos entre o rádio 16 do dispositivo cliente 12 e o rádio repetidor 34 e entre o rádio repetidor 34 e a estação base 13. O rádio 34 pode ser fornecido com uma conexão de entrada de energia 35 para permitir um fornecimento de energia externo. Tipicamente, o sistema 10 opera no modo geral e reserva o modo de repetição par propósitos de backup.

[0022] Em adição ao rádio 28, a estação base 13 pode ter um processador 38 e memória 40. Memória 40 pode ser usada para armazenar dados recebidos através do rádio 28, enquanto o processador 38 pode controlar operação de uma estação base 13, e.g., coordenar armazenamento de dados na memória 40 após receber os dados através do rádio 28. A estação base 13 torna os dados recebidos a partir do dispositivo cliente 12 disponível para um sistema de aquisição e controle 42 através de um elo de comunicação de rede 44, que pode ser com fio ou sem fio. A estação base 13 pode incluir uma interface Ethernet 45 para conexão a um elo de comunicação de rede 44. O sistema de aquisição e controle 42 pode incluir processador 46, memória 47, dispositivo de exibição 48, e outros dispositivos periféricos conforme necessário para observar os dados recebidos a partir das estação base 13.

[0023] O escrito a seguir são exemplos de sistemas para monitora uma operação de equipamento de perfuração. Os seguintes exemplos não são pretendidos para limitar uso do Sistema para transmissão sem fio com por outro lado descrito acima.

Exemplo 1

[0024] A FIG. 3 mostra o dispositivo cliente 12 montado em um cilindro oco equipado contendo instrumentos de medição 56. Uma capa 50 protege os

sensores presos ao cilindro oco equipado contendo instrumentos de medição 56. Um compartimento 13 contendo os componentes do dispositivo cliente 12 é preso à capa 50. Qualquer meios adequados de prender o compartimento 13 à capa 50 podem ser usados. A antena 19 do rádio (16 na Fig. 2) do dispositivo cliente 12 é mostrada como uma antena do tipo de contato. O compartimento 13 é de uma construção adequada para o ambiente de operação. O compartimento 13 deve geralmente ser robusto, capaz de suportar temperaturas altas, e fornecer um ambiente selado para os componentes contidos nele. Um conector elétrico 54 é fornecido na capa 50 para conectar as entradas do sensor ao dispositivo cliente 12. O conector elétrico 54 pode ser removível para permitir acesso ao interior do compartimento 13, e.g., para permitir a bateria do dispositivo cliente 12 ser facilmente substituída.

Exemplo 2

[0025] A FIG. 4 mostra um sistema para monitorar o torque transmitido em uma ferramenta de execução de operação de tubo. Nesta figura, o cilindro oco equipado contendo instrumentos de medição 56 do Exemplo 1 conecta um conjunto de unidade de topo 58, pendurada em um bloco em movimento 62, a uma ferramenta de execução de operação de tubo 60. Uma ferramenta de execução de operação de tubo 60 é designada para montar pedaços de tubos em sequência e inclui um conjunto de engate de tubo (não indicado separadamente) para engatar um segmento de tubo 64. O cilindro oco equipado contendo instrumentos de medição 56 pode incluir medidores de tensão e outro hardware para medir torque transmitido através do eixo da conjunto de unidade de topo 58 para a ferramenta de execução de operação de tubo 60. Os sinais a partir do cilindro oco equipado contendo instrumentos de medição 56 são transferidos para o dispositivo cliente 12, onde eles são processados e então enviados no modo sem fio para uma estação base (13 na Fig. 1) e então no sistema de aquisição e controle (42 na Fig. 1). A conexão

para transferir os sinais entre o cilindro oco equipado contendo instrumentos de medição 56 e o dispositivo cliente 12 pode ser um conector elétrico (e.g., 54 na Fig. 3), um cabo, ou qualquer dispositivo de contato elétrico adequado para o ambiente. Os sinais coletados pelo dispositivo de aquisição de dados (14 na Fig. 1) do dispositivo cliente 12 são processados e então transmitidos para a estação base (13 na Fig. 1), que transmite os sinais para o sistema de aquisição e controle (42 na Fig. 1). O cilindro oco equipado contendo instrumentos de medição 56 poderia ser equipado com instrumentos para ler outras cargas impostas além do torque, tal como cargas de tensão e cargas de flexão.

Exemplo 3

[0026] Ainda referindo à Fig 4, o giroscópio (29 na Fig. 1) do dispositivo cliente 12 mede a velocidade angular que a ferramenta de execução de operação de tubo 60 gira. O dispositivo de aquisição de dados (14 na Fig. 1) do dispositivo cliente 12 coleta os sinais a partir dos giroscópio, processa os sinais, e envia os sinais no modo sem fio para a estação base (13 na Fig. 1), que então envia os sinais para o sistema de aquisição e controle (42 na Fig. 1). Os sinais são integrados para obter a posição rotacional da ferramenta de execução de operação de tubo 60. Enquanto a posição rotacional da ferramenta de execução de operação de tubo 60 está sendo medida, o torque aplicado à ferramenta de execução de operação de tubo 60 é também medido como no Exemplo 2. A posição rotacional e a informação de torque são usadas para determinar a apropriada composição das conexões em rosca do tubo. Neste exemplo, o giroscópio (29 na Fig. 1) do dispositivo cliente 12 fornece uma maneira fácil de medir voltas de conexão de tubo. Dispositivos alternativos que podem ser usados para medir voltas de conexão de tubo conexão incluem codificador rotativo, comutador de proximidade com o alvo, e qualquer outro dispositivo que pode precisamente medir

posições rotacionais. Esses dispositivos alternativos podem ser usados no lugar de, ou junto com, o giroscópio 29. Em um exemplo, um codificador rotativo pode ser usado como um dispositivo de backup para o giroscópio 29. O dispositivo cliente 12 pode coletar sinais a partir de qualquer desses dispositivos alternativos e enviar os sinais no modo sem fio para o sistema de aquisição e controle (42 na Fig. 1) via a estação base (13 na Fig. 1).

Exemplo 4

[0027] Este exemplo se refere ao controle do uso de energia do dispositivo cliente 12. Referindo à Fig 1, o giroscópio 29 do dispositivo cliente 12 auxilia no controle do estado de energia do dispositivo cliente 12 enquanto o dispositivo cliente 12 é acoplado a um membro giratório, tal como nos Exemplos 1 à 3. O giroscópio 29 emite um sinal variável dependendo se o membro giratório ao qual o dispositivo cliente 12 é preso está sendo girado ou não. A força do sinal do giroscópio 29 é usada para determinar quando ligar ou desligar o dispositivo cliente 12. Em uma implementação, o dispositivo cliente 12 tem três estados de potência: um estado de alta potência, um estado de baixa potência, e um estado de auto-potência. O estado de alta potência ocorre quando o sinal do giroscópio 29 está fora de uma banda limite pré-definida. O estado de baixa potência ocorre quando o sinal do giroscópio 29 está dentro da banda limite pré-definida. O estado de auto-potência é similar ao estado de baixa potência mas permite ao rádio 16 continuar a operar no estado de alta potência para um período de tempo flexível após o sinal do giroscópio 29 entrar na banda limite pré-definida. O período de tempo flexível pode ser mudado usando comunicação bidirecional entre a estação base 13 e o dispositivo cliente 12.

Exemplo 5

[0028] A FIG. 5 mostra um outro sistema para monitorar torque transmitido na ferramenta de execução de operação de tubo 60 (somente a

porção da ferramenta de execução de operação de tubo 60 relevante para descrição deste exemplo é mostrada). O dispositivo cliente 12 é montado na ferramenta de execução de operação de tubo 60 em proximidade com um eixo estriado 61 e uma bucha estriada 63 da ferramenta de execução de operação de tubo 60. A interface de estria entre o eixo estriado 61 e bucha estriada 63 transmite torque. A bucha estriada 63 e/ou eixo estriado 61 são equipados com instrumentos (e.g., com medidores de tensão) para medir o torque transmitido. O dispositivo cliente 12 é usado para coletar e transmitir as medições de torque no modo sem fio para a estação base (13 na Fig. 1), que por sua vez transmite as medições para o sistema de aquisição e controle (42 na Fig. 1). Qualquer conexão adequada entre o dispositivo cliente 12 e os sensores no bucha estriada 63 e/ou eixo estriado 61 para permitir transferência de sinais entre os sensores e o dispositivo cliente 12 pode ser usada.

Exemplo 6

[0029] Neste exemplo, o dispositivo cliente (12 na Fig. 1) é mecanicamente acoplado a um membro giratório e dados coletados por sensores no dispositivo cliente é usado para derivar informação outra do que quais os sensores foram originalmente projetados. Especificamente, dados coletados a partir de um acelerômetro de 3 eixos geométricos é usado para ambos, determinar uma ângulo de inclinação e um ângulo rotacional de um enlace de unidade de topo. O ângulo de inclinação depende da gravidade, mas o ângulo rotacional não depende da gravidade. Enlaces de unidade de topo são usados para suspender um elevador a partir de uma unidade de topo (ver, e.g., FIG. 8 da Patente dos US de N° 4.489.794, emitido para Boyadjieff). O elevador é fornecido suportar um tubo de perfuração. Um mecanismo de inclinação de enlace é acoplado para os enlaces de unidade de topo para de forma seletiva inclinar os enlaces de unidade de topo e o elevador suspenso, e.g., de modo a posicionar o elevador sobre um buraco.

[0030] A configuração de monitoração é mostrada na Fig. 6. Nesta figura, uma engrenagem de pinhão 71 com hardware de montagem se engrena com uma engrenagem de rotação 73 de um manipulador de tubo da unidade de topo 72. O manipulador de tubo da unidade de topo 72 é conectado ao eixo de unidade de topo 74 da unidade de topo 76. A engrenagem de pinhão 71 é presa a um cabo flexível 75 que transmite movimento giratório da engrenagem de pinhão 71 para um conjunto de caixa de engrenagem 77, que é montada em um elemento de inclinação do enlace 79. Um pequeno conjunto de caixa 77 contém uma redução de caixa de engrenagem configurada como o inverso da proporção de engrenagem do pinhão 71 e engrenagem de rotação gear 73. Uma “taxa de engrenagem” é uma relação entre os números de dentes nas duas engrenagens que estão engrenados. O dispositivo cliente 12 é preso à saída da redução de caixa de engrenagem 77. O acelerômetro de 3 eixos geométricos (27 na Fig. 1), que é um membro do dispositivo cliente 12, vai ter o mesmo ângulo que o elemento de inclinação do enlace 79. O acelerômetro de 3 eixos geométricos vai girar em torno de um de seus eixos uma vez por revolução do manipulador de tubo da unidade de topo. Os sinais do acelerômetro mudando permite determinação de ângulo de inclinação e ângulo rotacional do elemento de inclinação do enlace 79. O dispositivo de aquisição de dados é configurado para extrair a inclinação e ângulos rotacionais a partir dos dados de acelerômetro de 3 eixos geométricos.

[0031] No exemplo acima, se o dispositivo cliente 12 é equipado com três acelerômetro de 3 eixos geométricos para sensoriamento de ângulo de inclinação e ângulo rotacional redundante de elemento de inclinação do enlace de unidade de topo, então, deve um acelerômetro falhar, um aviso pode ser emitido para manutenção programada/reparo do dispositivo enquanto há ainda dois acelerômetros remanescentes para checagem de integridade dos dados e monitoração de prevenção de colisão bem sucedida.

Exemplo 7

[0032] Referindo à Fig 7, em vez de usar um acelerômetro conforme descrito no Exemplo 6 para medir ângulo de inclinação, um cilindro de potência 91 (tal como a cilindro hidráulico ou pneumático) é usado. O cilindro de potência 91 is mecanicamente acoplado ao braço do elemento de inclinação do enlace 79 e equipado com um instrumento de medição de batida 92, e.g. a string potenciômetro ou outro tipo de transdutor linear. Conforme o braço elemento de inclinação do enlace 79 muda o ângulo, o cilindro de potência 91 bate para dentro e para fora, assim sendo mudando o sinal gerado pelo instrumento de medição de batida 92. O dispositivo cliente 12 é conectado ao instrumento de medição de batida 92 para coletar os sinais ou dados gerados pelo instrumento de medição de batida 92.

Exemplo 8

[0033] No lugar de usar um acelerômetro para medir ângulo rotacional, conforme descrito no Exemplo 6, um codificador giratório pode ser usado. Referindo à Fig 7, o codificador rotativo 94 é acoplado a uma engrenagem da unidade codificador 96, que engrena com a engrenagem de rotação 73 do manipulador de tubo da unidade de topo 72. O dispositivo cliente 12 é conectado ao codificador rotativo 94 para coletar os sinais ou dados gerados pelo codificador rotativo 94.

[0034] Retornando à Fig. 1, o dispositivo cliente 12 fornece uns meios muito confiáveis para transmitir dados a partir de sensores localizados em um membro giratório, e.g., invólucro ou ferramenta de execução de operação de tubo ou eido da unidade de topo, ou um membro não rotativo para a estação base 13, onde os dados podem então ser feitos disponíveis para comunicação sobre uma rede para um sistema de aquisição e controle 42. O dispositivo de aquisição de dados 14 tem uma configuração genérica e flexível para permitir

seu uso em múltiplas aplicações e com vários sinais de dados. O dispositivo cliente 12 is de configuração robusta e designado para uso no ambiente de campo petrolífero perigoso.

[0035] Entre as vantagens fornecidas pelas técnicas descritas existe a comunicação em tempo real de sinais/dados durante aplicações de perfuração. Será apreciado por aqueles com qualificação na técnica que as técnicas aqui descritas podem ser implementadas para aplicações automatizadas/autônomas via software configurado com algoritmos para efetuar as funções desejadas. Esses aspectos podem ser implementados programando um ou mais adequados computadores de propósito geral tendo apropriado hardware. A programação pode se realizada através do uso de um ou mais dispositivos de armazenamento de programa legíveis pelo processador(s) e codificação de um ou mais programas de instruções executáveis pelo processador para efetuar as operações aqui descrita. O dispositivo de armazenamento de programa pode tomar a forma de, e.g., um ou mais discos flexíveis, um CD ROM ou outro disco óptico, uma fita magnética, um chip de memória de somente leitura (ROM), e outras formas do tipo bem conhecido na técnica ou subsequentemente desenvolvido. O programa de instruções pode ser “código objeto”, i.e., na forma binária que é executável mais ou menos diretamente pelo processador; em “código fonte” que pode ser compilado ou interpretado antes de execução; ou em alguma forma intermediária tal como código parcialmente compilado. As formas precisas do dispositivo de armazenamento de programas e da codificação de instruções são aqui imateriais. Modalidades podem ser configuradas para efetuar as funções de computação descritas (via apropriado hardware/software) no sítio e/ou remotamente controladas via uma rede de comunicação estendida (e.g., sem fio, internet, etc.).

[0036] Enquanto a presente descrição descreve várias modalidades de

uma transmissão sem fio, numerosas modificações e variações se tornarão aparente para aqueles com qualificação na técnica após estudar a descrição, incluindo uso de substitutos funcionais e/ou estruturais equivalentes para elementos aqui descritos. Por exemplo, algumas modalidades podem ser implementadas para operação em combinação com outros conhecidos sistemas de telemetria conhecidos (e.g., pulso de lama, fibras ópticas, tubo de perfuração com fio, sistemas de linha de fio, etc.). As técnicas descritas não são limitados à qualquer particular tipo de meio de transporte ou operação de campo petrolífero. Por exemplo, algumas modalidades são adequadas para operações tal como registro enquanto perfurando (LWD) e medição enquanto perfurando (MWD), registro enquanto excursionando, operações marítimas, e assim por diante. É pretendido que as seguintes reivindicações sejam interpretadas para englobar todas tais variações e modificações.

REIVINDICAÇÕES

1. Sistema para monitorar uma operação de equipamento de perfuração, caracterizado pelo fato de compreender:

um conjunto de equipamento de perfuração compreendendo um conjunto de unidade de topo (58), o conjunto de unidade de topo tendo um membro que se estende a partir dele para engatar um tubo (64);

pelo menos um sensor (26) acoplado ao membro para sensorear um parâmetro relacionado à operação do conjunto de equipamento de perfuração;

um dispositivo cliente (12) acoplado a pelo menos um sensor (26) fora do membro e montável de forma removível no membro, o dispositivo cliente (12) compreendendo:

um dispositivo de aquisição de dados (14) para receber dados a partir de pelo menos um sensor (26); e

um primeiro rádio (16) acoplado ao dispositivo de aquisição de dados (14);

em que o dispositivo cliente é configurado para mudar os estados de potência com base na saída de pelo menos um sensor; e

uma estação base (13) localizada a uma distância do dispositivo cliente, a estação base compreendendo um segundo rádio (28) que se comunica no modo sem fio com o primeiro rádio de modo a transferir os dados entre o dispositivo de aquisição de dados e a estação base;

em que o dispositivo cliente é configurado para mudar os estados de potência com base na saída de pelo menos um sensor, a saída compreendendo a rotação do membro do conjunto de equipamento de perfuração;

em que um estado de auto-potência ocorre quando um sinal do dispositivo cliente está dentro de um limite predefinido e permite que o

primeiro rádio continue a operar em um estado de alta potência por um período de tempo flexível; e

em que quando ligar ou desligar o dispositivo cliente é determinado com base em uma intensidade de sinal do sensor do dispositivo cliente.

2. Sistema de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de que o primeiro rádio (16) é um rádio de micro-potência.

3. Sistema de acordo com a reivindicação 2, caracterizado pelo fato de que o dispositivo cliente (12) compreende um dispositivo de medição de posição rotacional (29) configurado para detectar uma velocidade rotacional do dispositivo cliente, e o dispositivo cliente é configurado para selecionar um de um estado de alta potência e um estado de baixa potência com base na velocidade rotacional.

4. Sistema de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de compreender adicionalmente um sistema de aquisição e controle (42) em comunicação com a estação base (13).

5. Sistema de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de que o dispositivo cliente compreende adicionalmente pelo menos um acelerômetro (27).

6. Sistema de acordo com a reivindicação 5, caracterizado pelo fato de que o membro da conjunto de equipamento de perfuração é um elemento de inclinação do enlace de unidade de topo (58), e o dispositivo de aquisição de dados é configurado para receber dados a partir de pelo menos um acelerômetro (27).

7. Sistema de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de que o dispositivo cliente compreende adicionalmente um acelerômetro de eixos geométricos, o membro do conjunto de equipamento de perfuração é um elemento de inclinação de enlace de unidade de topo, e o

dispositivo de aquisição de dados é configurado para extrair ângulo de inclinação e ângulo rotacional do elemento de inclinação do enlace de unidade de topo a partir dos dados recebidos do acelerômetro de três eixos geométricos.

8. Sistema de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de que o dispositivo cliente tem uma pluralidade de canais configuráveis, cada canal configurável sendo atribuído para monitorar os dados a partir de o pelo menos um sensor (26).

9. Sistema para transmissão sem fio, caracterizado pelo fato de compreender:

um dispositivo cliente (12) compreendendo:

pelo menos um sensor (26) um dispositivo de aquisição de dados para receber dados a partir de o pelo menos um sensor; e

um primeiro rádio acoplado ao dispositivo de aquisição de dados;

em que o dispositivo cliente é configurado para mudar seu estado de potência com base em uma saída de pelo menos um sensor e em que o dispositivo cliente é removivelmente montável em um membro de um conjunto de equipamento de perfuração, o conjunto de equipamento de perfuração compreendendo um conjunto de unidade de topo (58), tendo o membro que se estende a partir dele para engatar um tubo (64), o dispositivo cliente e o pelo menos um sensor montado fora do membro; e

uma estação base (13) localizada a uma distância do dispositivo cliente, a estação base compreendendo um segundo rádio que se comunica no modo sem fio com o primeiro rádio de modo para transferir os dados entre o dispositivo de aquisição de dados e a estação base;

em que o dispositivo cliente é configurado para mudar os estados de potência com base na saída de pelo menos um sensor, a saída

compreendendo a rotação do membro do conjunto de equipamento de perfuração;

em que um estado de auto-potência ocorre quando um sinal do dispositivo cliente está dentro de um limite predefinido e permite que o primeiro rádio continue a operar em um estado de alta potência por um período de tempo flexível; e

em que quando ligar ou desligar o dispositivo cliente é determinado com base em uma intensidade de sinal do sensor do dispositivo cliente.

10. Sistema para transmissão sem fio de acordo com a reivindicação 9, caracterizado pelo fato de que o primeiro rádio e o segundo rádio se comunicam usando o padrão de IEEE 802.15.4.

11. Sistema para transmissão sem fio de acordo com a reivindicação 9, caracterizado pelo fato de que o primeiro rádio é um rádio de micro-potência.

12. Sistema para transmissão sem fio de acordo com a reivindicação 11, caracterizado pelo fato de que o dispositivo cliente é acionado por uma bateria.

13. Sistema para transmissão sem fio de acordo com a reivindicação 11, caracterizado pelo fato de que o dispositivo cliente é acionado por energia coletada.

14. Sistema para transmissão sem fio de acordo com a reivindicação 13, caracterizado pelo fato de que o dispositivo cliente é configurado para coletar energia das vibrações do ambiente.

15. Sistema para transmissão sem fio de acordo com a reivindicação 9, caracterizado pelo fato de que o dispositivo cliente compreende um dispositivo de medição de posição rotacional configurado para detectar uma velocidade rotacional do dispositivo cliente, e o dispositivo

cliente é configurado para selecionar um de um estado de alta potência e um estado de baixa potência com base na velocidade rotacional.

16. Sistema para transmissão sem fio de acordo com a reivindicação 9, caracterizado pelo fato de que o dispositivo de aquisição de dados é configurado para receber dados selecionados a partir momento de flexão do eixo de unidade de topo, dados de torque do eixo de unidade de topo, dados de tensão do eixo de unidade de topo, dados de carga de elevação do equipamento de perfuração, dados de peso na broca, dados de perfuração, e dados de alinhamento rotacional da ferramenta.

17. Sistema para transmissão sem fio de acordo com a reivindicação 9, caracterizado pelo fato de que o dispositivo de aquisição de dados é configurado para receber dados de pelo menos uma ferramenta auxiliar medindo pelo menos um parâmetro selecionado a partir de torque, tensão, momento de flexão, velocidade rotacional, posição rotacional, e aceleração.

18. Sistema para transmissão sem fio de acordo com a reivindicação 9, caracterizado pelo fato de que o dispositivo cliente compreende adicionalmente pelo menos um acelerômetro (27).

19. Sistema para transmissão sem fio de acordo com a reivindicação 9, caracterizado pelo fato de compreender adicionalmente um sistema de aquisição e controle em comunicação com a estação base (13).

20. Sistema para transmissão sem fio de acordo com a reivindicação 9, caracterizado pelo fato de compreender adicionalmente um rádio repetidor para retransmitir dados entre o primeiro rádio e o segundo rádio.

21. Sistema para transmissão sem fio de acordo com a reivindicação 9, caracterizado pelo fato de que o dispositivo cliente tem uma pluralidade de canais configuráveis, cada canal configurável sendo atribuído

para monitorar dados a partir de o pelo menos um sensor (26).

22. Método para monitorar uma operação de equipamento de perfuração, caracterizado pelo fato de compreender:

sensorear um parâmetro relacionado à operação de equipamento de perfuração usando pelo menos um sensor (26) acoplado a um membro de um conjunto de equipamento de perfuração, o conjunto de equipamento de perfuração compreendendo um conjunto de unidade de topo (58), tendo o membro que se estende a partir dele para engatar um tubo (64);

montagem removível de um dispositivo cliente que compreende um dispositivo de aquisição de dados (14) e um primeiro rádio para o membro, em que o dispositivo cliente (12) e o pelo menos um sensor são montados fora do membro;

coletar dados a partir de pelo menos um sensor usando o dispositivo de aquisição de dados do dispositivo cliente acoplado a pelo menos um sensor;

determinar quando ligar ou desligar o dispositivo cliente com base em uma intensidade de sinal de pelo menos um sensor;

mudar um estado de potência do dispositivo cliente com base em uma saída do pelo menos um sensor, a saída compreendendo a rotação do membro do conjunto do equipamento de perfuração, um estado de auto-potência do dispositivo cliente ocorrendo quando um sinal do dispositivo cliente está dentro de um limite predefinido e permitindo que o primeiro rádio continue a operar em um estado de alta potência do dispositivo do cliente por um período flexível de tempo; e

transmitir os dados coletados pelo dispositivo de aquisição de dados no modo sem fio para uma estação base localizada a uma distância do dispositivo de aquisição de dados usando um primeiro rádio acoplado ao dispositivo de aquisição de dados e um segundo rádio acoplado a estação

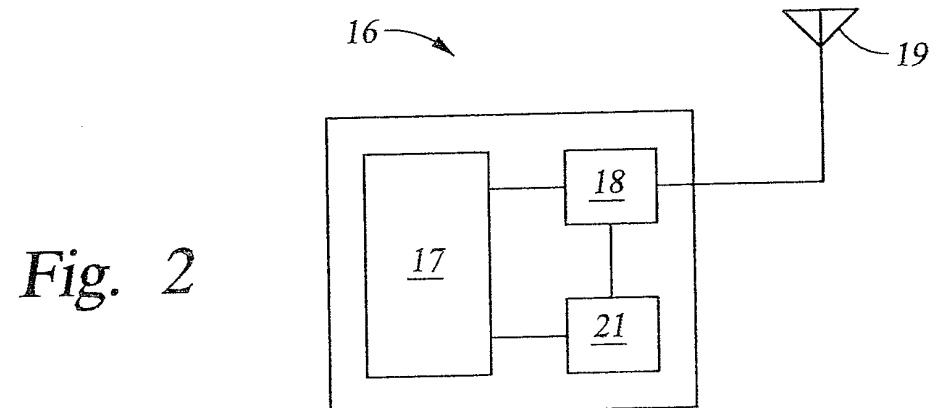
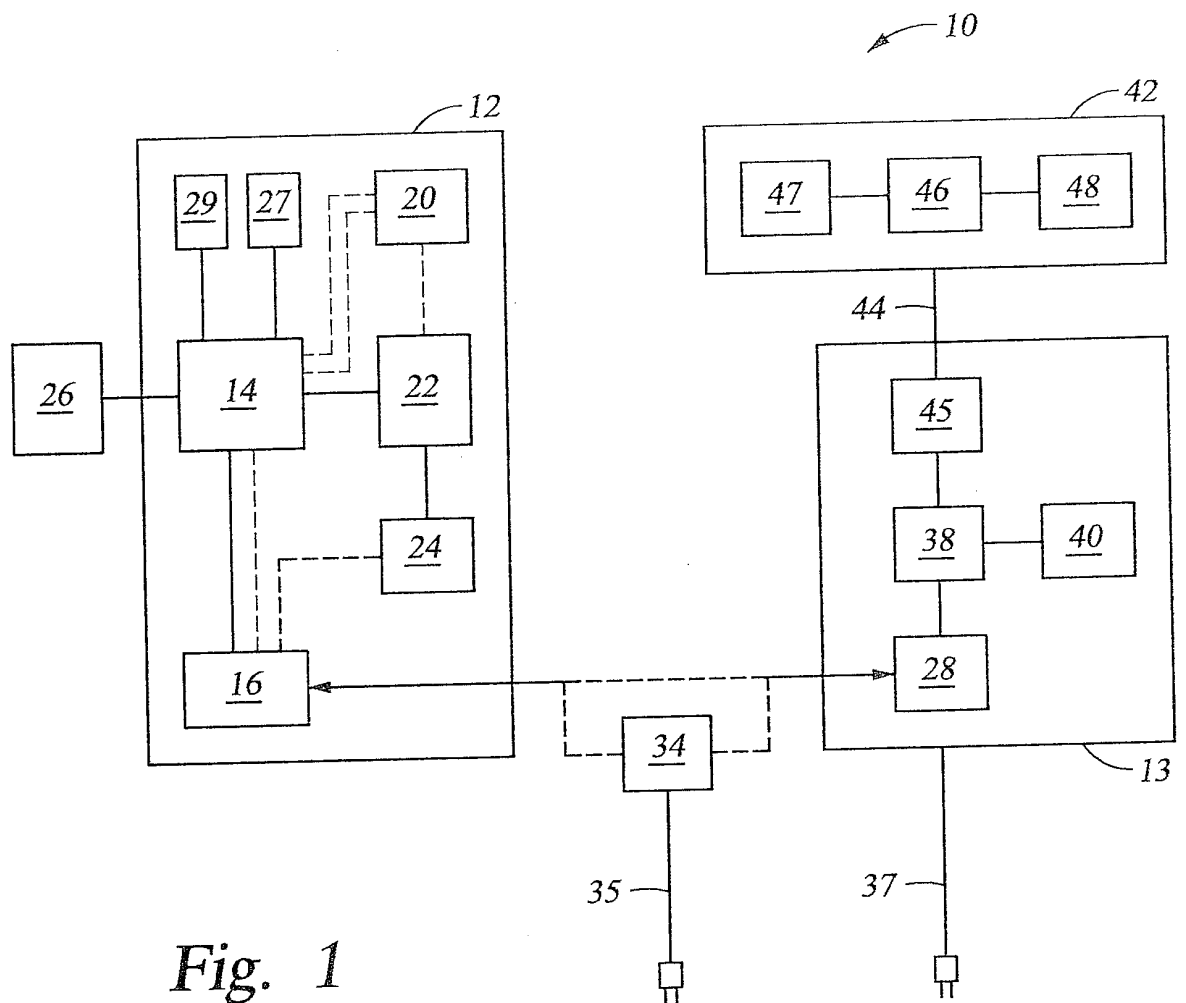
base.

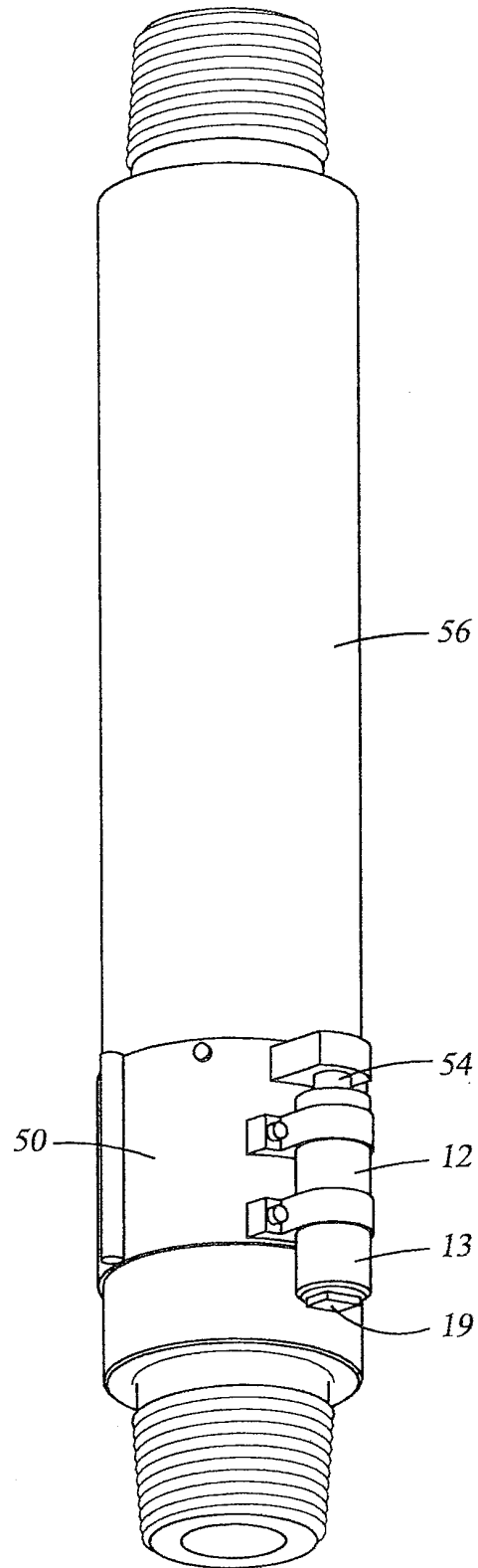
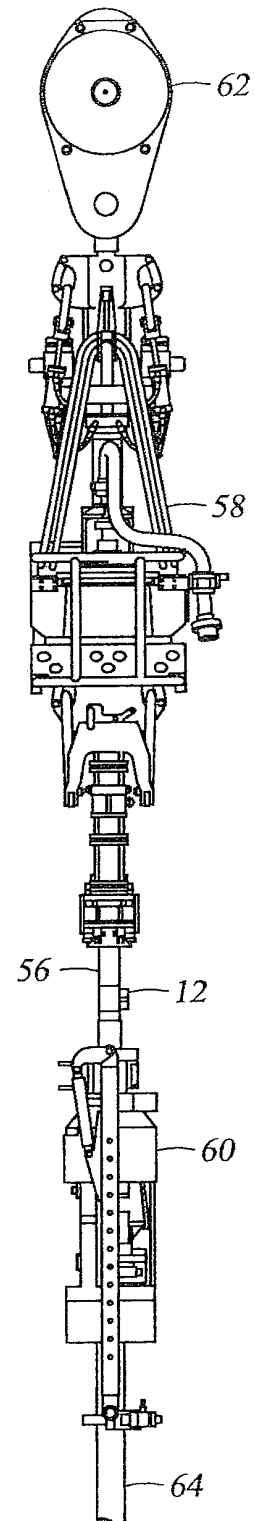
23. Sistema de acordo com a reivindicação 5, caracterizado pelo fato de que o dispositivo cliente é parte de um sistema de evitar colisão, e o pelo menos um acelerômetro (27) é configurado para monitoramento de evitar colisão.

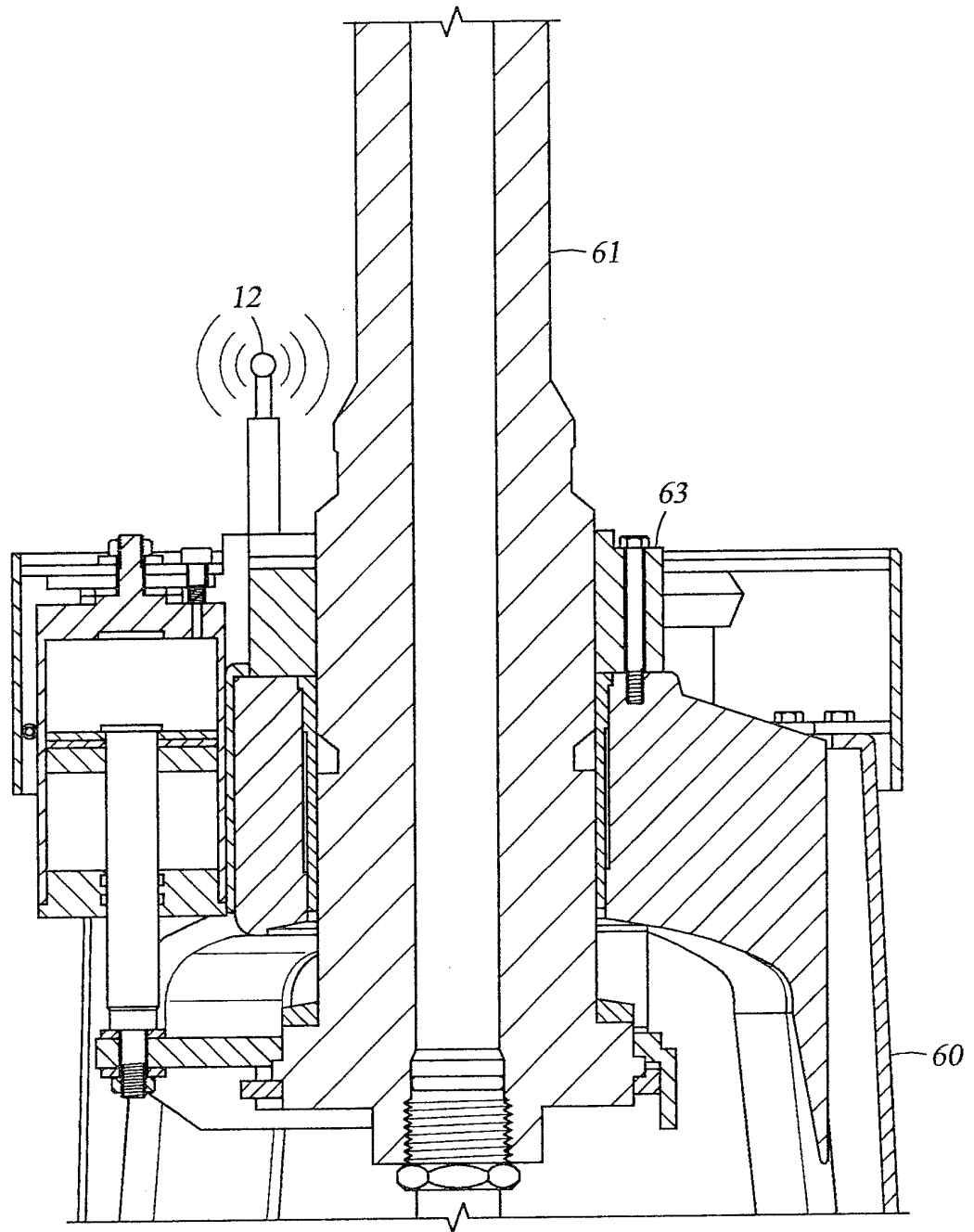
24. Sistema para transmissão sem fio de acordo com a reivindicação 18, caracterizado pelo fato de que o cliente é configurado para adquirir transientes durante o carregamento de choque com base na saída de pelo menos um acelerômetro.

25. Sistema para transmissão sem fio de acordo com a reivindicação 21, caracterizado pelo fato de que cada canal configurável inclui uma taxa de amostragem ajustável individualmente para adquirir dados do sensor, o canal é atribuído para monitorar.

26. Sistema para transmissão sem fio de acordo com a reivindicação 21, caracterizado pelo fato de que cada canal configurável inclui uma taxa de amostragem configurável para transmitir a estação base.



*Fig. 3**Fig. 4*

*Fig. 5*

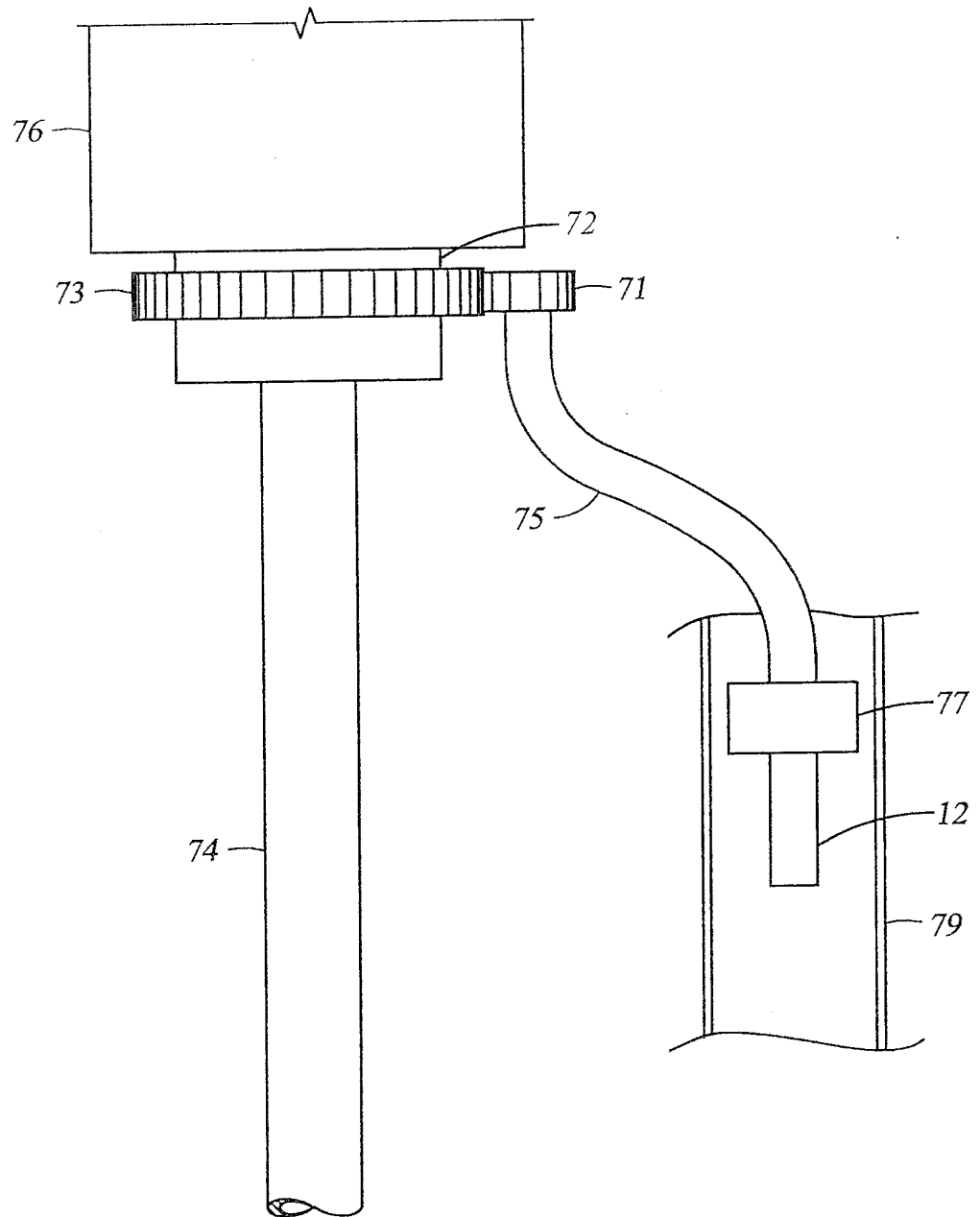
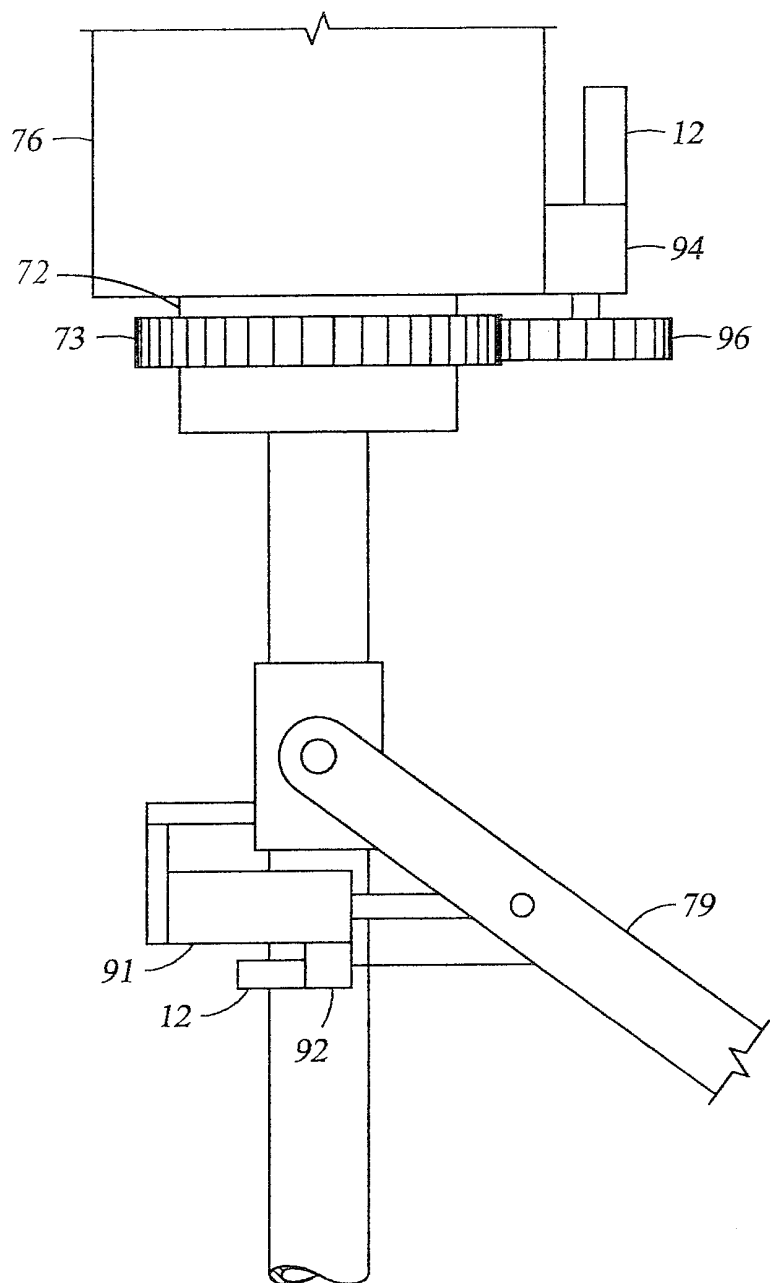


Fig. 6

*Fig. 7*