



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

(11) PI 0905886-9 B1



(22) Data do Depósito: 11/02/2009

(45) Data de Concessão: 19/03/2019

(54) Título: "SISTEMA DE GERENCIAMENTO DO CICLO DE VIDA DE TUBO ASCENDENTE E MÉTODO PARA MONITORAR E GERENCIAR UMA PLURALIDADE DE ITENS DE TUBO ASCENDENTE"

(51) Int.Cl.: E21B 43/01.

(30) Prioridade Unionista: 11/02/2008 US 12/029,376.

(73) Titular(es): VETCO GRAY INC..

(72) Inventor(es): AMIN RADI.

(86) Pedido PCT: PCT US2009033826 de 11/02/2009

(87) Publicação PCT: WO 2009/102809 de 20/08/2009

(85) Data do Início da Fase Nacional: 10/08/2010

(57) Resumo: SISTEMA DE GERENCIAMENTO DO CICLO DE VIDA DE TUBO ASCENDENTE E MÉTODO PARA MONITORAR E GERENCIAR UMA PLURALIDADE DE ITENS DE TUBO ASCENDENTE A invenção refere-se a um sistema, produto de programa e método para monitorar e gerenciar uma pluralidade de itens de tubo ascendente marítimos. O sistema pode incluir uma ou mais embarcações flutuantes cada uma delas carregando um computador de bordo (41), uma pluralidade de itens de tubo ascendente a serem rastreados e monitorados, um sensor de identificação de item de tubo ascendente posicionado para identificar os itens de tubo ascendente selecionados sendo instalados para estabelecer uma coluna (23) de tubos ascendentes, um ou mais módulos de instrumento (91) de junta de tubo ascendente, posicionados ao longo da extensão da coluna de tubos ascendentes para prover dados de carga de itens de tubo ascendente, um depósito de dados centralizado para armazenar dados de carga e identificação de item de tubo ascendente para os itens de tubo ascendente instalados em múltiplos locais de embarcação remotos, e um servidor de gerenciamento do ciclo de vida (51) de tubo ascendente e produto de programa de gerenciamento do ciclo de vida (120) de tubo ascendente adaptado para monitorar as condições de item de tubo ascendente, emitir (...).

**"SISTEMA DE GERENCIAMENTO DO CICLO DE VIDA DE TUBO
ASCENDENTE E MÉTODO PARA MONITORAR E GERENCIAR UMA
PLURALIDADE DE ITENS DE TUBO ASCENDENTE"**

CAMPO DA INVENÇÃO

[001] A presente invenção se refere aos sistemas de gerenciamento de tubo ascendente (Riser). Mais particularmente, a presente invenção se refere a um sistema, produto de programa, e métodos relacionados para monitorar e gerenciar vários itens de tubo ascendente marítimos.

ANTECEDENTES DA INVENÇÃO

[002] Um problema apresentado pelas operações de perfuração e produção de hidrocarboneto em alto mar, conduzidas a partir de uma plataforma ou embarcação flutuante é a necessidade de se estabelecer uma via de fluido vedada entre cada furo de poço, ou poço, no solo oceânico e a plataforma de trabalho da embarcação na superfície do oceano. Essa via de fluido vedada é provida tipicamente por intermédio de um sistema de tubo ascendente de perfuração. Os tubos ascendentes de perfuração, as quais são utilizadas para perfuração em alto mar, se estendem a partir da plataforma de perfuração até um sistema de segurança contra estouro (BOP). Similarmente, os tubos ascendentes de produção se estendem desde, e proporcionam comunicação entre um sistema de cabeça de poço submarino e a embarcação flutuante.

[003] Um típico tubo ascendente de perfuração marítimo permite a passagem do tubo de perfuração que é usado para bombear a lama de lubrificação para o poço durante as operações de perfuração, retorna a lama de perfuração que foi bombeada através do tubo de perfuração para o tubo principal do tubo ascendente, e quaisquer detritos de perfuração associadas, e proporciona uma conexão da embarcação de perfuração com o poço acima do

conjunto de escape BOP submarino. O tubo ascendente de perfuração pode ser desconectado do poço acima do conjunto de escape BOP, permitindo que a embarcação de perfuração recupere o tubo ascendente e temporariamente se desloque do local de perfuração se surgir a necessidade (isto é, durante uma ocorrência de furacão, ou um mau funcionamento). O conjunto de escape BOP tendo permanecido na cabeça de poço, provê a retenção de um poço ativo enquanto a embarcação não está no local. Após retornar, a embarcação pode instalar o tubo ascendente, reconectar o conjunto de escape BOP e restabelecer a comunicação do hidrocarboneto com o poço.

[004] O tubo ascendente de perfuração marítimo também permite controle do poço se o conjunto de escape BOP tiver que ser operado. Isso é tipicamente associado com a perfuração através de uma zona com pressão de fluido geológico que é substancialmente superior àquela a qual a lama de perfuração pode conter. Durante tais eventos, o BOP é operado, e o controle do poço é restabelecido mediante ao bombeamento de uma lama de densidade apropriada através da linha de paralisação e eventualmente circulando a mesma de volta para a superfície por intermédio da linha de obturação. O tubo ascendente de perfuração marítimo também permite aperfeiçoamento da velocidade de circulação da lama. Quando necessário isso é realizado mediante bombeamento de lama adicional através de uma linha de reforço e injeção da mesma para dentro do furo do tubo ascendente no conjunto de escape BOP. Isso aumenta o volume de lama no tubo ascendente; aperfeiçoando a velocidade de retorno. O tubo ascendente de perfuração marítimo permite adicionalmente o fornecimento de fluido hidráulico ao sistema de controle de conjunto de escape BOP. Tal fluido é fornecido através de uma linha hidráulica externa dedicada.

[005] O tubo ascendente de perfuração, por exemplo, é tipicamente instalado diretamente a partir de um guindaste de perfuração na

plataforma da embarcação mediante conexão de uma série de juntas de tubo ascendente, conectadas em conjunto. Após conectar o tubo ascendente com a cabeça de poço submarina no leito oceânico, o tubo ascendente é colocado sob tensão mediante tambores de flutuação ou sistemas tensionadores montados na plataforma. O tubo ascendente é projetado ascendentemente através de uma abertura referida como poço na embarcação, para o equipamento de trabalho e conexões próximas a um piso operacional na embarcação. Nas operações de perfuração, a coluna de perfuração se estende através de um tubo ascendente de perfuração, com o tubo ascendente de perfuração servindo para proteger a coluna de perfuração e para prover uma via de retorno fora da coluna de perfuração para os fluidos de perfuração. Similarmente, nas operações de produção, um tubo ascendente de produção é usado para prover uma via para a transmissão de óleo e gás para a plataforma de trabalho.

[006] Os componentes básicos de um sistema de tubo ascendente incluem tipicamente, a partir da linha de lama e se estendendo até a superfície: um conector hidráulico de cabeça de poço que permite a conexão com uma cabeça de poço submarina; um conjunto de escape BOP usado para controle do poço, um pacote de tubo ascendente marítimo inferior que permite desconectar e reconectar o tubo ascendente marítimo no conjunto de escape BOP; múltiplas juntas de tubo ascendente marítimo normalmente na forma de juntas descobertas e flutuantes individualmente adaptadas com um obturador e linha de paralisação, uma linha de reforço, e uma linha hidráulica; e uma junta de terminação que é uma junta de tubo ascendente especial onde as linhas externas são terminadas e desviadas para a instalação apropriada na embarcação. Por exemplo, a linha de paralisação é terminada e conectada com a bomba de lama por intermédio de uma linha flexível de alta pressão. Os componentes incluem também um anel de tensão que provê a interface do tubo

ascendente marítimo com o tensionador de tubo ascendente hidro-pneumático projetado para prover resistência à carga lateral enquanto proporciona uma tensão vertical de certo modo constante; e uma junta telescópica feita tipicamente de dois tubos deslizantes vedados em conjunto por intermédio de um elastômero usado principalmente para desacoplar o movimento da embarcação, enquanto permite que o sistema tensionador de coluna ascendente aplique uma tensão quase constante na coluna ascendente marítima. Os componentes incluem também um desviador usado para desviar o gás indesejado na coluna ascendente marítima; um balanceiro localizado no piso da plataforma usado durante instalação e recuperação do tubo ascendente marítimo para amortecer o movimento de arfagem da embarcação, e uma braçadeira de tubo ascendente de perfuração marítimo usado durante o ajuste de cada seção de tubo ascendente com a próxima seção.

[007] Outro equipamento de tubo ascendente mais especializado inclui uma válvula de enchimento projetada para prevenir colapso do tubo ascendente devido à pressão diferencial entre o interior do tubo de tubo ascendente e a água ao redor, uma junta de tubo ascendente de instrumento usada tipicamente para monitorar a tensão e flexão devido às condições ambientais que permite ajuste na tensão superior e posicionamento da embarcação, equipamento de supressão de vórtice que ajuda a suprimir as vibrações induzidas por vórtices encontradas tipicamente em condições de forte corrente e longo comprimento de tubo ascendente, e um dispositivo de liberação de tubo ascendente de emergência que provê um sistema de liberação especializado do tubo ascendente para prevenir falha catastrófica encontrada tipicamente em condições onde pode ocorrer posicionamento incorreto da embarcação ou condições ambientais extremas.

[008] Durante uma instalação típica no campo, os componentes do tubo ascendente marítimo são elevados individualmente da plataforma,

conectados uns aos outros na braçadeira de tubo ascendente, e deslocados para baixo. As juntas de tubo ascendente, as quais compreendem o comprimento principal do tubo ascendente, são fabricados em comprimentos variando a partir de 15,24 metros (50 pés) a 27,43 metros (90 pés). Durante o procedimento de instalação, a porção do tubo ascendente que é composta completamente é colocada sobre a braçadeira de tubo ascendente. A próxima junta do tubo ascendente é então recolhida e colocada exatamente sobre a braçadeira, imediatamente acima do tubo ascendente suspensa. As duas seções de tubo ascendente são então unidas por intermédio de um conector mecânico, etc. O tipo mais comum para uma junta de tubo ascendente provê uma configuração de flange aparafusado.

[009] Tubos ascendentes marítimos são submetidos a cargas de impacto assim como as cargas laterais inesperadas, que podem danificar os dispositivos eletrônicos frágeis. Os tubos ascendentes marítimos também são submetidos às cargas ambientais assim como às cargas induzidas pela embarcação. Os parâmetros ambientais associados incluem, entre outras coisas, altura das ondas e período, profundidade da água, corrente, vento, e marés. No ambiente submarino, a pressão hidrostática pode atingir 31,02 MPa (4.500 psi) em áreas de águas profundas atuais, e provavelmente atingirão 37,92 MPa (5.500 psi) em poucos anos, e a temperatura da água do mar pode ser tão fria quanto a $-1,11^{\circ}\text{C}$ (30°F). A alta temperatura da lama de perfuração também poderia afetar o equipamento eletrônico e sensor, particularmente equipamento eletrônico fixado diretamente no corpo do tubo (junta) do tubo ascendente. As cargas induzidas pela embarcação incluem a tensão superior aplicada necessária para manter o formato ótimo para um tubo ascendente, e aquelas transmitidas pelo tubo ascendente marítimo durante o movimento da embarcação quando ela é submetida às ondas, vento, e carga de corrente. O componente mais crucial das cargas ambientais geralmente é a carga de

corrente transmitida diretamente sobre o tubo ascendente. As cargas de corrente variam tipicamente com a profundidade da água, mas geralmente são mais forte próximo à superfície.

[0010] Alguns locais ao redor do mundo, tal como o Oeste das Shetlands e o Golfo do México, oferecem desafios singulares associados com as fortes correntes. No Golfo do México, por exemplo, um evento ambiental estabelece uma “Corrente Repetitiva” sazonal, que se desloca em um padrão circular atingindo um diâmetro de 161 km (100 milhas) ou mais. Tais respectivas correntes transmitem cargas ambientais excepcionalmente elevadas sobre um tubo ascendente, frequentemente por muitas vezes por semanas. A elevada carga de corrente também pode resultar na irradiação de vórtices por uma coluna de tubos ascendentes marítimos que em conjunto com amortecimento desfavorável do tubo ascendente, podem resultar em movimento violento de um tubo ascendente marítimo, tipicamente em uma direção de fluxo transversal. Isso é comumente referido como “Vibração Induzida por Vórtice”, ou “VIV”. A grande amplitude do movimento do tubo ascendente durante um evento VIV pode resultar em elevados níveis de tensão na coluna de tubos ascendentes, o que por sua vez reduz drasticamente a vida útil das juntas de tubo ascendente, individuais. Um único evento de fadiga pode potencialmente resultar em falha catastrófica do tubo ascendente marítimo. Ainda pior, um evento VIV pode ocorrer em modos superiores, por exemplo, tal como onde apenas uma pequena porção da coluna de tubos ascendentes, possivelmente centenas de metros (pés) abaixo da superfície da água, é excitada e experimenta VIV. É reconhecido pelo Requerente que em tal cenário, um observador na embarcação, olhando para baixo nas porções visíveis da coluna de tubos ascendentes, não veria evidência desse evento VIV. Felizmente, falha catastrófica dos tubos ascendentes tem ocorrido em poucas oportunidades e bem distantes entre as falhas.

[0011] Um objetivo ou uma série de objetivos para os tubos ascendentes de perfuração e também de produção é de gerenciar as tensões e carga das seções individuais de tubo ascendente para prover análise de fadiga e assim permitir que o operador formule uma inspeção otimizada, manutenção, e programa de rotação de junta de tubo ascendente. Se uma única junta de tubo ascendente em um tubo ascendente falhar ou de outro modo exceder um limite operacional resultando em uma exigência de manutenção imediata, um tubo ascendente inteira pode ter que ser recuperada e reinstalada. Em operações em águas profundas, poderia levar dois ou mais dias para instalar ou recuperar um tubo ascendente marítima. Dada a taxa aproximada de bem mais de 500.000 dólares por dia para uma embarcação de perfuração de 5ª geração, tal cenário custaria ao operador mais de um milhão de dólares apenas para estabelecer a comunicação com o poço submarino. Esse ponto deve ilustrar a importância de se economizar tempo durante a instalação e recuperação do tubo ascendente. Ele também deve ilustrar a importância do tempo perdido, e o custo associado, resultando da falha de um componente do tubo ascendente. Até o presente, entretanto, não houve sistemas ou métodos eficazes para eficientemente monitorar os itens do tubo ascendente, eficientemente monitorar a tensão acumulativa ou outra carga sobre cada item do tubo ascendente, ou determinar com exatidão ou diferenciar os níveis de tensão esperados entre as embarcações ou campos para adequadamente prever a manutenção exigida.

[0012] Portanto, é reconhecida pelo Requerente a necessidade no sentido de um sistema, produto de um programa, e métodos para gerenciar itens de tubo ascendente, especialmente as juntas de tubo ascendente, que podem prover aos gerenciadores de itens, uma lista de todos os itens de tubo ascendente alocados para cada embarcação específica e prover um desmembramento adicional desses itens que estão atualmente instalados, que

estão na plataforma, ou estão em manutenção, em conjunto com a data de retorno esperada; uma lista de próximos eventos de manutenção programados; uma estimativa da vida útil operacional sendo gasta por um item de tubo ascendente específico; e uma estimativa do período total de vida útil operacional acumulativa usada por um item de tubo ascendente específica, em conjunto com os detalhes dos eventos mais danosos (isto é, em certo caso de furacão). Também é reconhecida a necessidade de um sistema, produto de programa, e métodos de gerenciar itens de tubo ascendente, especialmente juntas de tubo ascendente, que incluem um banco de dados central que pode ser usado pelo pessoal de manutenção e de campo para manter e comunicar informação crucial de item de tubo ascendente, e que pode otimizar não apenas a programação de manutenção de rotina como também o processo de identificar uma exigência para um evento de manutenção não programado. Também é reconhecida a necessidade de tal sistema, produto de programa, e métodos que possam proporcionar informação detalhada sobre o histórico de manutenção de tubo ascendente e informação de fabricação crucial/relevante e prover a capacidade de adequadamente monitorar os itens de tubo ascendente de modo que eles possam ser movidos de uma embarcação para outra com o seu histórico intacto.

[0013] É conhecida ainda a necessidade de tal sistema, produto de programa, e métodos que possam proporcionar uma marcação de tempo para cada instalação de tubo ascendente para permitir a determinação de onde, na coluna de água, cada item de tubo ascendente estava localizado para qualquer campanha de produção ou perfuração específica, que possa, por sua vez, prover ao usuário a informação para reconstruir uma configuração de coluna de tubos ascendentes de qualquer instalação específica para desse modo analisar a performance do item de tubo ascendente e o posicionamento preferido. Também é reconhecida a necessidade de um sistema, produto de

programa, e métodos que possam permitir que um usuário posicione de forma ótima uma junta de tubo ascendente, específica em uma posição (profundidade) específica ao longo da coluna de tubos ascendentes, por exemplo, com base em uma quantidade de vida útil operacional disponível (restante), por exemplo, para combinar as juntas de tubo ascendente que tenham uma elevada quantidade de vida útil operacional restante com as profundidades de coluna de tubos ascendentes que deve encontrar uma tensão superior.

[0014] Ainda adicionalmente, é reconhecida a necessidade de um sistema, produto de programa, e métodos de gerenciar itens de tubo ascendente, especialmente juntas de tubo ascendente, que incluem provisões para controlar um sistema de tensionamento de tubo ascendente para prolongar a vida útil operacional dos diversos itens de tubo ascendente e controlar a performance de tubo ascendente tal como, por exemplo, ao encontrar vibração induzida por vórtice.

DESCRIÇÃO DA INVENÇÃO

[0015] Em vista do precedente, as realizações da presente invenção proporcionam vantajosamente um sistema, produto de programa, e métodos de gerenciar itens de tubo ascendente, especialmente juntas de tubo ascendente, e podem proporcionar aos gerenciadores de itens uma lista de todos os itens de tubo ascendente alocados a cada embarcação específica e prover um desmembramento adicional desses itens que estão atualmente instalados, que estão na plataforma, ou que estão em manutenção, em conjunto com a data de retorno esperada; uma lista de próximos eventos de manutenção programados; uma estimativa da quantidade de vida útil operacional sendo expandida por um item de tubo ascendente específico; e uma estimativa da quantidade total de vida útil operacional usada por um item de tubo ascendente específico, em conjunto com os detalhes dos eventos mais

danosos (isto é, em certo caso de furacão). As modalidades da presente invenção também proporcionam um sistema, produto de programa, e métodos de gerenciar itens de tubo ascendente, especialmente juntas de tubo ascendente, que incluem um banco de dados central que pode ser usado pelo pessoal de campo e de manutenção para manter e comunicar informação crucial de tubo ascendente, e que pode melhorar não apenas a programação de manutenção de rotina como também identificar uma necessidade de um evento de manutenção não programado.

[0016] As modalidades da presente invenção também proporcionam um sistema, produto de programa, e métodos que podem prover informação detalhada sobre o histórico de manutenção de itens de tubos ascendentes e informação de fabricação crucial/relevante; e que pode prover da capacidade de monitorar adequadamente os itens de tubo ascendente de modo que eles possam ser movidos de uma embarcação para outra com o seu histórico intacto. As modalidades da presente invenção também proporcionam um sistema, produto de programa, e métodos que possam prover uma marcação de tempo para cada emprego de item de tubo ascendente para permitir a determinação de onde, na coluna de água, cada item de tubo ascendente estava localizado para qualquer campanha de perfuração específica, que possa, por sua vez, prover ao usuário informação para reconstruir uma configuração de coluna de tubos ascendentes de qualquer instalação específica para assim analisar o desempenho do item de tubo ascendente e o posicionamento preferido. Realizações da presente invenção também proporcionam um sistema, produto de programa, e métodos que podem permitir que um usuário posicione de forma ótima, uma junta de tubo ascendente, específico em uma posição específica (profundidade) ao longo da coluna de tubos ascendentes, por exemplo, com base em uma quantidade de vida útil operacional disponível (restante), por exemplo, para combinar as

juntas de tubo ascendente que têm uma elevada quantidade de vida útil operacional restante com as profundidades de coluna de tubos ascendentes que devem encontrar uma tensão superior. As modalidades da presente invenção também proporcionam um sistema, produto de programa, e métodos de gerenciar itens de tubo ascendente, especialmente juntas de tubo ascendente, que incluem provisões para controlar um sistema de tensionamento de tubo ascendente para prolongar a vida útil operacional dos vários itens de tubo ascendente e para controlar o desempenho do tubo ascendente tal como, por exemplo, ao encontrar vibração induzida por vórtice.

[0017] Mais especificamente, as realizações da presente invenção proporcionam um sistema de gerenciamento do ciclo de vida de tubo ascendente para monitorar e gerenciar uma pluralidade de itens de tubo ascendente marítimo que podem ser posicionados em uma ou mais embarcações flutuantes separadas, cada uma tendo geralmente um piso, um compartimento de poço se estendendo através do mesmo, uma rede local de comunicação a bordo, carregada pela embarcação, e um computador de bordo em comunicação com a rede local de comunicação a bordo e incluindo um processador, e memória acoplada ao processador para armazenar na mesma as instruções de operação. O sistema, de acordo com uma realização da presente invenção, inclui uma embarcação, um sensor de identificação de junta de tubo ascendente posicionado no compartimento de poço ou adjacente a ele e acoplado operativamente com a rede de comunicação a bordo, e uma pluralidade de juntas de tubo ascendente carregando um indicador de identificação, que pode ser instalado a partir da embarcação para formar uma coluna de tubos ascendentes. O sistema também pode incluir uma pluralidade de módulos de instrumentos de medição de junta de tubo ascendente, cada um deles posicionado para detectar uma carga imposta a uma junta separada entre a pluralidade de juntas instaladas de tubos ascendentes, e um receptor

de dados de carga de junta de tubo ascendente conectado à embarcação na superfície ou adjacente à superfície do mar (isto é, posicionado no compartimento de poço, ou conectado a uma junta de tubo ascendente adjacente à superfície) e acoplado operativamente com a rede local de comunicação a bordo para receber dados de carga diretos ou multiplexados para cada uma das várias juntas instaladas de tubo ascendente a partir da pluralidade de módulos de instrumentos de medição de junta de tubo ascendente. O receptor de dados de carga de junta de tubo ascendente e cada um dos vários módulos de instrumentos de medição de junta de tubo ascendente estabelecem uma via de comunicação através de uma coluna de água associada com a coluna de tubos ascendentes.

[0018] O sistema inclui também o produto de programa de gerenciamento de item de tubo ascendente armazenado na memória do computador de bordo para monitorar e gerenciar uma pluralidade de itens de tubo ascendente. O produto de programa de gerenciamento de itens de tubos ascendentes da embarcação pode incluir instruções que ao serem executadas pelo computador de bordo, fazem com que o computador de bordo realize diversas operações inclusive receber os dados de identificação da junta de tubo ascendente a partir do sensor de identificação de junta de tubo ascendente para cada uma das várias juntas de tubo ascendente durante instalação a partir da embarcação para formar a coluna de tubos ascendentes, e determinar uma localização de posição instalada de cada uma das várias juntas instaladas de tubo ascendente dentro da coluna de tubos ascendentes. O produto de programa de gerenciamento de tubo ascendente da embarcação pode incluir ainda instruções que ao serem executadas pelo computador de bordo, fazem com que o computador de bordo realize as operações de receber os dados de carga para cada uma das várias juntas instaladas de tubo ascendente a partir do receptor de dados de juntas de tubos ascendentes,

monitorando a carga de cada uma das várias juntas instaladas de tubo ascendente em resposta aos dados de carga providos pelos vários módulos de instrumentos de medição de junta de tubo ascendente, estimando uma condição de carga de junta de tubo ascendente para cada uma das várias juntas instaladas de tubo ascendente em resposta aos dados de carga de uma ou mais das várias juntas instaladas de tubo ascendente, e proporcionando um alarme responsivo à condição de carga estimada se aproximando de um modelo de operação ou envelope de serviço.

[0019] O sistema também pode incluir ao menos um computador para gerenciar remotamente as juntas de tubo ascendente para uma pluralidade de localizações separadas de embarcação definindo um servidor de gerenciamento do ciclo de vida de tubo ascendente que tem um processador e memória acoplada ao processador para armazenar na mesma as instruções de operação, uma rede de comunicação global proporcionando uma via de comunicação entre o computador de bordo e o servidor de gerenciamento do ciclo de vida de tubo ascendente para permitir a transferência de informação de item de tubo ascendente entre o computador de bordo e o servidor de gerenciamento do ciclo de vida de tubo ascendente, e produto de programa de gerenciamento do ciclo de vida de tubo ascendente armazenado na memória do servidor de gerenciamento do ciclo de vida de tubo ascendente para gerenciar uma pluralidade de itens de tubo ascendente posicionados em uma pluralidade de locais separados da embarcação. O produto de programa de gerenciamento do ciclo de vida de tubo ascendente pode incluir instruções que ao serem executadas pelo servidor de gerenciamento do ciclo de vida de tubo ascendente, fazem com que o servidor de gerenciamento do ciclo de vida de tubo ascendente realize as operações de receber dados de localização e instalação de junta de tubo ascendente para a pluralidade de juntas de tubo ascendente, instaladas, receber dados de histórico de carga de junta de tubo

ascendente para as várias juntas instaladas de tubo ascendente a partir do computador de bordo, transformar os dados de histórico de carga recebidos no domínio de tempo a partir do computador de bordo em dados de histórico de carga no domínio de frequência, e enviar os dados de histórico de carga de tubo ascendente no domínio de frequência para o computador de bordo. As instruções também podem incluir aquelas para realizar as operações de determinar a fadiga de cada uma das várias juntas instaladas de tubo ascendente em resposta aos dados de histórico de carga de junta de tubo ascendente, recebidos, avaliando a vida de fadiga restante em resposta aos dados de histórico de carga de junta de tubo ascendente, recebidos, e propriedades do material de junta de tubo ascendente, programar eventos de manutenção de rotina para cada uma das várias juntas instaladas de tubo ascendente, e programar eventos de manutenção não programados em resposta a uma anomalia de histórico de carga nos dados de histórico de carga de junta de tubo ascendente resultando em engajamento de um nível de acionamento preestabelecido de vida de fadiga exigindo inspeção. As instruções podem incluir ainda aquelas para realizar as operações de reconstruir uma configuração de coluna de tubos ascendentes de qualquer uma das várias juntas de tubo ascendente instaladas em qualquer um dos vários locais separados da embarcação em resposta aos dados de localização e instalação de junta de tubo ascendente associados com uma respectiva coluna de tubos ascendentes, e prever uma magnitude de uma carga imposta a um sistema de cabeça de poço submarino associado com a respectiva coluna de tubos ascendentes, responsiva aos dados de histórico de carga de tubo ascendente, correspondentes para ao menos um subconjunto de uma pluralidade de juntas de tubo ascendente formando a respectiva coluna de tubos ascendentes.

[0020] O sistema pode incluir ainda um depósito de dados que

pode ser acessado pelo processador do servidor de gerenciamento do ciclo de vida de tubo ascendente e incluindo pelo menos um banco de dados armazenando informação de item, tal como, por exemplo, dados de localização e de instalação de junta de tubos ascendentes, e dados de histórico de carga de junta de tubo ascendente para a pluralidade de juntas de tubo ascendente na pluralidade de locais separados da embarcação, e pelo menos um banco de dados que pode ser acessado pelo processador de um computador de bordo e armazenando informação de item, tal como, por exemplo, dados de identificação de junta de tubo ascendente, dados de localização e emprego de junta de tubo ascendente, e dados de histórico de carga de junta de tubo ascendente para cada uma das várias juntas de tubo ascendente, instaladas a partir de uma respectiva embarcação.

[0021] As modalidades da presente invenção também podem incluir um produto de programa de computador, armazenado em um meio de memória de computador tangível, operável em um computador para gerenciar uma pluralidade de itens de tubo ascendente marítimos posicionáveis em um ou mais locais separados da embarcação. O produto de programa de computador pode incluir instruções representadas, por exemplo, pelos seguintes elementos de computador: um dispositivo de monitoração de localização e instalação de item de tubo ascendente adaptado para receber dados de posicionamento de localização relativa e de instalação de sub-superfície para várias juntas de tubo ascendente a serem instaladas para formar uma coluna de tubo ascendente marítimo, um receptor de dados de sensor de carga de item de tubo ascendente adaptado para receber os dados de carga para cada uma das várias juntas de tubo ascendente quando empregadas para formar a coluna de tubos ascendentes marítimos, e um determinador de fadiga de item de tubo ascendente adaptado para estimar uma condição de cada uma das várias juntas de tubo ascendente responsivos aos

dados de carga de junta de tubo ascendente, recebidos, e/ou dados de tensão de tubo ascendente determinados a partir dos dados de carga de junta de tubo ascendente, recebidos, para cada junta separada da pluralidade de juntas de tubo ascendente.

[0022] Realizações da presente invenção também proporcionam vários métodos relacionados à monitoração e gerenciamento de uma pluralidade de itens de tubo ascendente marítimo. De acordo com uma realização da presente invenção, um método para monitorar e gerenciar uma pluralidade de itens de tubo ascendente marítimo pode incluir as etapas de receber os dados de identificação de junta de tubo ascendente a partir de um sensor de identificação de junta de tubo ascendente posicionado dentro de um compartimento de poço, e determinar uma localização de posição instalada relativa de cada uma das várias juntas de tubo ascendente, instaladas a partir da embarcação para formar uma coluna de tubos ascendentes marítimos. Cada uma das juntas de tubo ascendente inclui correspondentemente sinais legíveis por um sensor de identificação de junta de tubo ascendente para identificar separadamente cada uma das várias juntas de tubo ascendente entre cada uma das várias juntas de tubo ascendente. O método também pode incluir o recebimento de dados de carga para cada uma das várias juntas de tubo ascendente a partir de uma pluralidade de módulos de instrumentos de medição de junta de tubo ascendente que podem ser conectados a uma junta correspondente da pluralidade de juntas instaladas de tubo ascendente, e monitorar a carga de cada uma das juntas de tubo ascendente, instaladas, em resposta aos dados de carga providos pela pluralidade de módulos de instrumentos de medição de junta de tubo ascendente.

[0023] De acordo com outra realização da presente invenção, um método para monitorar e gerenciar vários itens de tubo ascendente marítimo inclui as etapas de determinar uma localização de posição instalada relativa de

cada uma das várias juntas de tubo ascendente, instaladas a partir de uma embarcação e tendo sinais legíveis por um sensor de identificação de junta de tubo ascendente para separadamente identificar cada uma das várias juntas de tubo ascendente, uma das outras, da pluralidade de juntas de tubo ascendente durante instalação das mesmas, receber dados de carga para cada uma das várias juntas instaladas de tubo ascendente a partir de uma pluralidade de módulos de instrumentos de medição de junta de tubo ascendente conectados a pelo menos um subconjunto da pluralidade de juntas de tubo ascendente, instaladas, monitorar a carga de cada uma das várias juntas de tubo ascendente, instaladas em resposta aos dados de carga providos pela pluralidade de módulos de instrumentos de medição de junta de tubo ascendente, estimar uma condição de carga de junta de tubo ascendente para cada uma das várias juntas de tubo ascendente instaladas, e prover um alarme responsivo à condição de carga estimada se aproximando de um modelo de operação ou envelope de serviço para uma ou mais das várias juntas de tubo ascendente instaladas.

[0024] De acordo com outra realização da presente invenção, um método para monitorar e gerenciar vários itens de tubo ascendente, marítimos posicionados em um ou mais dos separados locais de embarcação, pode incluir as etapas de receber os dados de localização e emprego de junta de tubo ascendente para cada uma das diversas juntas instaladas de tubo ascendente, instaladas em um de uma pluralidade de locais separados da embarcação carregando a junta de tubo ascendente respectivo, receber os dados de histórico de carga de junta de tubo ascendente para cada uma das várias juntas de tubo ascendente empregadas na pluralidade de locais separados da embarcação a partir de um computador de bordo associado, transformar os dados de histórico de carga de junta de tubo ascendente recebidos no domínio de tempo, em dados históricos de carga no domínio de

frequência, e determinar um nível de dano de cada uma das várias juntas instaladas de tubo ascendente em resposta a pelo menos um dos seguintes: os dados de histórico de carga de juntas de tubo ascendente, recebidos ou os dados de histórico de carga de juntas de tubo ascendente, transformados.

BREVE DESCRIÇÃO DOS DESENHOS

[0025] Para que a forma na qual os aspectos e vantagens da invenção, assim como outros, que se tornarão evidentes, possa ser entendida em mais detalhe, uma descrição mais específica da invenção resumida brevemente acima pode ser obtida mediante referência às suas realizações que são ilustradas nos desenhos anexos, os quais formam parte desse relatório descritivo. Deve-se entender, contudo, que os desenhos ilustram apenas várias realizações da invenção e, portanto, não devem ser considerados como limitante do escopo da invenção uma vez que o mesmo também pode incluir outras realizações efetivas.

[0026] A Figura 1 é uma vista geral de um sistema para monitorar e gerenciar uma pluralidade de itens de tubo ascendente marítimo de acordo com uma realização da presente invenção.

[0027] A Figura 2A-B é uma vista geral de uma porção do sistema para monitorar e gerenciar uma pluralidade de itens de tubo ascendente marítimo, de acordo com uma realização da presente invenção.

[0028] A Figura 3 é uma vista em perspectiva de uma junta de tubo ascendente transportando hardware de comunicação e identificação de acordo com uma realização da presente invenção.

[0029] A Figura 4 é um diagrama esquemático de blocos de um módulo de instrumento de medição de junta de tubo ascendente de acordo com uma realização da presente invenção.

[0030] A Figura 5 é uma vista em perspectiva e diagrama esquemático de blocos em combinação de um sistema de tensionamento de

acordo com uma realização da presente invenção.

[0031] A Figura 6 é um diagrama esquemático de blocos de um produto de programa de gerenciamento do ciclo de vida de tubo ascendente armazenado na memória de um servidor de gerenciamento do ciclo de vida de tubo ascendente de acordo com uma realização da presente invenção.

[0032] A Figura 7 é um diagrama esquemático de blocos de um produto de programa de gerenciamento de item de tubo ascendente armazenado na memória de um computador de bordo de acordo com uma realização da presente invenção.

DESCRIÇÃO DAS REALIZAÇÕES DA INVENÇÃO

[0033] A presente invenção será descrita agora mais completamente em seguida com referência aos desenhos anexos, os quais ilustram realizações da invenção. Essa invenção, contudo, pode ser incorporada em muitas formas diferentes e não deve ser considerada como limitada às realizações ilustradas aqui apresentadas. Mais propriamente, essas realizações são providas de modo que essa revelação será completa e minuciosa, e transmitirá integralmente o escopo da invenção para aqueles versados na técnica.

[0034] As Figuras 1-7 ilustram uma realização de um Sistema de Monitoração do ciclo de Vida de Tubo Ascendente (RLMS) que provê uma ferramenta integrada projetada para melhorar o desempenho do ciclo de vida de um tubo ascendente marítimo através da aplicação de diagnósticos remotos, avaliação de item online, e histórico de manutenção de item de tubo ascendente prontamente acessível, e para permitir gerenciamento remoto de itens de tubo ascendente, com ênfase específica nas juntas de tubo ascendente. O sistema de gerenciamento do ciclo de vida de tubo ascendente inclui componentes de produto de programa/hardware e software integrados que podem ser combinados em um banco de dados central localizado

preferivelmente em terra. Esse banco de dados pode armazenar informação de itens em cada tubo ascendente equipado com sistema de gerenciamento do ciclo de vida de tubo ascendente no mundo. Ele também permite a transferência de um item de tubo ascendente a partir de uma embarcação para outra enquanto mantendo todos os dados históricos. Os computadores da embarcação, por sua vez, podem recuperar os dados a partir de sensores colocados, por exemplo, em cada item de tubo ascendente. Tais registros de instalação de tubo ascendente podem ser comunicados entre os sensores de item de tubo ascendente e o computador de bordo do navio por intermédio de uma identificação de radiofrequência simples ou identificador “RFID” ou outro sinal de identificação no item de tubo ascendente e um receptor apropriado em uma porção da embarcação tal como, por exemplo, a braçadeira de tubo ascendente de perfuração. Quando a junta de tubo ascendente ou outro item está sendo instalado ou recuperado, o receptor, por exemplo, na braçadeira de tubo ascendente, detecta o identificador ID de item de tubo ascendente singular armazenado no chip RFID, e comunica essa informação ao computador de bordo junto com uma marcação de tempo. O sistema de gerenciamento do ciclo de vida do tubo ascendente provê vantajosamente aquisição dos dados de histórico de carga do tubo ascendente. Tal aquisição pode incluir a compilação dos dados de sensor, multiplexação desses dados, e comunicação dos mesmos através da coluna de água até uma embarcação, enquanto permitindo um nível aceitável de tolerância à falha. Os dados adquiridos dependem do tipo de sensor usado no item de tubo ascendente. Por exemplo, se apenas acelerômetros forem usados na junta de tubo ascendente, então um mapa de tempo real das acelerações de tubo ascendente estaria disponível. Processamento adicional pelo computador de bordo ou pelo computador baseado em terra, por exemplo, pode ser realizado para converter a informação em um mapa de tempo real das tensões do tubo ascendente.

Alternativamente, se curvatura de junta de tubo ascendente ou tensão for medida, por exemplo, em uma junta de tubo ascendente, então os dados de tensão da junta de tubo ascendente podem ser calculados por intermédio de uma manipulação relativamente simples dos dados. As tensões do tubo ascendente, como uma função do tempo, podem ser então manipuladas adicionalmente para se estimar a condição da junta de tubo ascendente a partir de um ponto de vista da vida operacional do item. Tais dados providos pelas realizações do sistema também podem permitir manutenção programada e não programada e controle de um sistema de tensionamento de tubo ascendente, associado.

[0035] Mais especificamente, as Figuras 1-2B ilustram vários sistemas de perfuração e/ou produção em alto mar 21, e um sistema de gerenciamento do ciclo de vida 30 de tubo ascendente para gerenciar remotamente os itens de tubo ascendente, marítimos, posicionados em um ou mais locais separados do sistema de produção/perfuração/embarcação, de acordo com uma realização da presente invenção. O sistema de perfuração e/ou produção 21 pode incluir um tubo ascendente instalado ou condutor definindo uma coluna 23 de tubos ascendentes se estendendo entre o sistema de cabeça de poço submarino 25, tal como, por exemplo, a cabeça de poço submarino ilustrada, e uma embarcação flutuante 27, tal como, por exemplo, uma embarcação dinamicamente posicionável. A coluna 23 de tubos ascendentes inclui múltiplas seções do tubo ascendente ou juntas 29 conectados entre si, por exemplo, por intermédio de um flange aparafusado ou outro meio conhecido daqueles versados na técnica. A embarcação 27 inclui um compartimento de poço 31 que se estende através de um piso da embarcação 27, e inclui tipicamente uma braçadeira 32 posicionada em uma plataforma operacional 33 em um compartimento de poço 31 para sustentar a coluna 23 de tubos ascendentes quando as conexões de junta de tubo

ascendente estão sendo feitas ou desfeitas durante a instalação ou recuperação da coluna 23 de tubos ascendentes. Observar que embora as realizações da presente invenção se apliquem aos tubos ascendentes de perfuração e também aos tubos ascendentes de produção, o tubo ascendente de perfuração foi selecionado para ilustração e discussão devido à necessidade de componentes adicionais tais como, por exemplo, ou Pacote de Tubos Ascendentes, Marítimo, Inferior e Sistema de Segurança contra Estouro mostrado dentro do sistema de cabeça de poço submarino 25, que não é geralmente exigido em um tubo ascendente de produção.

[0036] A embarcação 27 inclui também um sistema de tensionamento 35, 35', localizado na plataforma operacional 33 que provê resistência à carga lateral e tensão vertical, preferivelmente aplicado a um anel de deslizamento ou tensionamento 37 fixado no topo da coluna 23 de tubos ascendentes. O sistema de tensionamento 35, 35' inclui um controlador de tensionamento 39 de tubo ascendente (Figura 5) posicionado para controlar o tensionamento da coluna 23 de tubos ascendentes quando completamente instalada. A embarcação 27 inclui também um computador de bordo 41 em comunicação com uma rede local de comunicação a bordo 43, por exemplo, LAN. O computador de bordo 41 pode incluir um processador 45, e memória 47 acoplada ao processador 45. Também em comunicação com a rede de comunicação a bordo 43 está um receptor/transmissor 44 proporcionando, por exemplo, comunicação via satélite para instalações em terra. Pelo menos um banco de dados 49 acessível ao processador 45 do computador de bordo 41 também é provido o qual pode ser usado para armazenar informação de item para cada uma das várias juntas de tubo ascendente, instaladas a partir da embarcação 27 também podem ser provido. Conforme será descrito em mais detalhe abaixo, tal informação de item pode incluir dados de identificação de junta de tubo ascendente, dados de instalação e localização de junta de tubo

ascendente, e dados de histórico de carga de junta de tubo ascendente para cada uma das várias juntas de tubo ascendente, instaladas a partir da embarcação 27.

[0037] De acordo com uma realização da presente invenção, o sistema de gerenciamento do ciclo de vida 30 de tubo ascendente inclui porções em terra e porções em cada um dos locais da embarcação. A porção do sistema 30 localizada em terra ou em outro local ou locais centralizados pode incluir ao menos um computador para gerenciar remotamente os itens de tubo ascendente para uma pluralidade de locais separados da embarcação definindo um servidor de gerenciamento do ciclo de vida 51 de tubo ascendente posicionado em comunicação com uma rede de comunicação de área local em terra 53. O servidor de gerenciamento do ciclo de vida 51 de tubo ascendente pode incluir um processador 55 e memória 57 acoplada ao processador 55. Também em comunicação com a rede de comunicação em terra 53 está um receptor/transmissor 54 proporcionando, por exemplo, comunicação via satélite com uma pluralidade de instalações de produção/perfuração/embarcações cada uma tendo um receptor/transmissor 44. Essa porção do sistema 30 também pode incluir uma rede de comunicação global 61 proporcionando uma via de comunicação entre os computadores de bordo 41 de cada respectiva embarcação 27 e o servidor de gerenciamento do ciclo de vida 51 de tubo ascendente para permitir a transferência de informação de item de tubo ascendente entre os computadores de bordo 41 e o servidor de gerenciamento do ciclo de vida 51 de tubo ascendente.

[0038] Observar que a memória 45, 55 pode incluir memória volátil e não volátil conhecida daqueles versados na técnica incluindo, por exemplo, RAM, ROM, e discos magnéticos ou óticos, citando apenas alguns. Também deve ser entendido que a configuração do computador de bordo e servidor em terra, preferida e é fornecida como exemplo nas Figuras 1 e 2A-B e

que outros tipos de servidores e computadores configurados de acordo com várias outras metodologias conhecidas daqueles versados na técnica podem ser usados. Particularmente, o servidor 51, mostrado esquematicamente, por exemplo, na Figura 1 representa um servidor ou grupo de servidores ou conjunto de servidores e não é limitado a qualquer servidor físico individual. O sítio do servidor pode ser empregado como um conjunto de servidor ou agrupamento de servidores gerenciado por um provedor de hospedagem de servidor. O número de servidores e a arquitetura e configuração dos mesmos pode ser aumentado com base na utilização, demanda e exigências de capacidade para o sistema 30.

[0039] No núcleo dessa porção do sistema 30 está um depósito de dados 63 que pode armazenar dados relevantes sobre cada peça de componentes de tubo ascendente equipado com sistema de gerenciamento do ciclo de vida de tubo ascendente em qualquer lugar no mundo. O depósito de dados 63 pode ser acessado pelo processador 55 do servidor de gerenciamento do ciclo de vida 51 de tubo ascendente e pode ser implementado em hardware, software, ou uma combinação dos mesmos. O depósito de dados 63 pode incluir ao menos um banco de dados, centralizado 65, configurado para armazenar informação de item para uma pluralidade de juntas 29 de tubo ascendente e outros itens de tubo ascendente de interesse, empregados em diversos locais de embarcação, separados. A informação de item pode incluir, por exemplo, o número da peça, número de série, registros de fabricação relevantes, procedimentos operacionais, e todos os registros de manutenção (incluindo informação detalhada sobre a natureza da manutenção), citando apenas alguns. Essa informação geralmente é chaveada no sistema 30 no momento da fabricação ou manutenção. O banco de dados 65 também pode reter informação de histórico de carga e emprego, que é adquirido automaticamente a partir dos computadores de bordo 41 localizados

em cada embarcação equipada com sistema de gerenciamento do ciclo de vida 27 de tubo ascendente Os computadores de bordo 41, por sua vez, podem recuperar os dados a partir de um ou mais dispositivos de identificação 71 (vide, por exemplo, Figura 3) colocados preferivelmente em cada junta 29 de tubo ascendente ou outro tubo ascendente ou outro item a ser monitorado.

[0040] De acordo com uma realização da presente invenção, os dados de identificação e instalação de tubo ascendente para cada junta 29 de tubo ascendente (ou outro item de tubo ascendente de interesse) são comunicados, por exemplo, ao computador de bordo 41 por intermédio de um identificador tal como, por exemplo, um chip RFID ou identificador 71 (vide, por exemplo, Figura 3) posicionado em cada junta 29 de tubo ascendente, e um sensor de identificação de junta de tubo ascendente ou receptor apropriado 73 posicionado, por exemplo, no compartimento de poço 31 ou adjacente a ele, preferivelmente na braçadeira 32; se utilizada; e acoplado operativamente ou de outro modo em comunicação com o computador de bordo 41 através da rede local de comunicação a bordo 43. Quando uma junta 29 de tubo ascendente, por exemplo, está sendo instalado ou recuperado, o sensor/receptor 73 na braçadeira 32 detecta o ID de item de tubo ascendente singular armazenado no identificador RFID 71, e comunica essa informação ao computador de bordo 41 junto com uma marcação de tempo. O computador de bordo 41 compara então os dados de ID com a lista de identificadores recentemente registrados. Se um item duplicata for informado, ele é desconsiderado. Isto é, ao utilizar sensores de leitura automatizados, o mesmo item de tubo ascendente pode ser escaneado múltiplas vezes enquanto sendo posicionado na braçadeira 32 ou durante o curso normal de manejo. Como tal, os procedimentos de manejo preferidos podem incluir a desconsideração de registros duplicatas ou leituras duplicatas tendo de um período de tempo pré-selecionado. Observar que embora os identificadores RFID 71 proporcionem

certas vantagens, outros meios de identificação aceitáveis podem incluir tais dispositivos como botões de memória de contato, códigos de barra, ou outros dispositivos legíveis de memória.

[0041] A comunicação dos dados de histórico de carga de tubo ascendente para cada junta 29 de tubo ascendente instalada (ou outro item de tubo ascendente de interesse) é muito mais complexa. Conforme será descrito em mais detalhe abaixo, a comunicação de dados de carga para cada junta 29 de tubo ascendente pode exigir a detecção e a multiplexação de dados de carga através dos dados de coluna de água, enquanto permitindo um nível aceitável de tolerância à falha. Diversos elementos de produto de programa de computador associados com o banco de dados em terra 65 e/ou computador de bordo 41 utilizam então o histórico de carga de tubo ascendente para monitorar a integridade dos itens de tubo ascendente marítimo, e fazer quaisquer recomendações apropriadas para a temporização e natureza do próximo evento de manutenção.

[0042] Conforme indicado acima, de acordo com uma realização da presente invenção, o banco de dados 65 (e/ou banco de dados 49) pode incluir, por exemplo, três categorias básicas de dados: dados digitados por um operador, dados adquiridos automaticamente a partir de um sensor ou computador de bordo, e finalmente os dados derivados diretamente por um elemento de programa de computador a partir da manipulação da informação armazenada. Campos básicos do banco de dados 65 e/ou 49, de acordo com uma realização da presente invenção, são descritos abaixo com relação ao banco de dados 65.

[0043] Com relação aos dados digitados, o banco de dados 65 pode incluir para cada item de tubo ascendente, um número de série, um número de peça e carta de revisão, registros de fabricação, registros de manutenção, e procedimentos de serviço operacional. O número de série provê

o número de série único do item de tubo ascendente específico. O número de peça e a carta de revisão proporcionam documentação onde um item de tubo ascendente é revisado durante sua vida útil normal. Os registros de fabricação podem prover registros cruciais tipicamente exigidos durante manutenção de rotina ou monitoração de condição. Por exemplo, as propriedades de material e os tipos de solda usados na fabricação podem ser empregados para determinar a vida de fadiga quando o item de tubo ascendente é submetido às cargas operacionais. Inversamente, certas irregularidades de fabricação, e a disposição das mesmas, em conjunto com quaisquer detalhes de dados de revisão, podem ser de grande valor durante os procedimentos de manutenção de rotina onde reparos podem ser necessários. Os registros de manutenção proporcionam um número de registros que são documentados durante manutenção de rotina ou durante manutenção única do item de tubo ascendente. A estrutura dos registros de manutenção inclui otimamente referências à razão para manutenção, onde, quando, e quem realizou o trabalho, e quaisquer instruções especiais para manutenção futura. Os procedimentos de serviço operacional proporcionam documentação dos procedimentos operacionais recomendados pelo fabricante. Os procedimentos operacionais preferivelmente são armazenados como um local separado e vinculados ao número de peças de uma maneira transparente para o usuário, para melhorar a aplicação de atualizações pelo fabricante.

[0044] Com relação aos dados automaticamente adquiridos, o banco de dados 65 pode incluir para cada item de tubo ascendente, registros de instalação, e uma ou mais tabelas de histórico de carga, junto com um registro de tensionador e/ou outros dados da embarcação. Os registros de instalação podem prover dados identificando onde e quando foi usado o item de tubo ascendente específico. Como tal, um registro de instalação faria referência a um campo específico, a marcação de tempo quando o tubo

ascendente foi instalado e a marcação de tempo quando ele foi recuperado. Informação de valor de instalação adicional, tal como o local do item de tubo ascendente em relação à linha de água, também pode ser armazenado ou automaticamente determinado com base na sequência de instalação e o comprimento de cada junta 29 de tubo ascendente. De acordo com uma realização da presente invenção, os registros de instalação são transmitidos ao banco de dados 65 por intermédio de um identificador RFID, o qual é encapsulado dentro do item de tubo ascendente em um local específico. Como será discutido em detalhe adicional abaixo, movimento do identificador RFID 71 passando por uma leitora/sensor RFID 73 localizado, por exemplo, na braçadeira 32 de tubo ascendente, acionaria o identificador RFID 71 para enviar um sinal para o sensor/receptor 73.

[0045] As tabelas de histórico de carga podem prover uma imagem completa da carga imposta ao item de tubo ascendente. As tabelas de histórico de carga podem incluir aquelas no domínio de tempo e no domínio de frequência. As tabelas de histórico de carga providas no domínio de tempo podem prover carga de tubo ascendente em tempo real para certo período de tempo definido pelo usuário (por exemplo, três meses). Dados de histórico de carga mais antigos do que o período de tempo definido, ou alternativamente, uma combinação de tais dados mais antigos junto com os dados mais recentes, contudo, podem ser, e preferivelmente são mantidos no domínio de frequência, o qual cobriria todo o histórico de carga de tubo ascendente disponível. Observa-se que o histórico de carga de tubo ascendente no domínio de tempo é usado para calcular as cargas de tubo ascendente no domínio de frequência. Além disso, os registros de domínio de tempo podem ser usados para extrair magnitudes extremas de cargas de tubo ascendente e o evento específico o qual eles foram associados, e podem ser usados para validação interna dos resultados derivados a partir dos dados de domínio de

frequência.

[0046] As medições dos dados baseados no domínio de tempo podem depender do tipo de sensor usado no item de tubo ascendente. Por exemplo, se apenas acelerômetros forem usados em uma junta 29 de tubo ascendente para identificar a carga da junta de tubo ascendente individual, então um mapa de tempo real das acelerações de tubo ascendente seria provido. Processamento adicional poderia ser então empregado para converter a informação em um mapa de tempo real das tensões do tubo ascendente. Por exemplo, um banco de dados de modelo (não mostrados) pode ser usado para modelar a carga imposta a cada junta 29 de tubo ascendente instalada com base no mapa das acelerações de tubo ascendente, e/ou curvatura determinada e/ou direção de uma ou mais das juntas 29 de tubo ascendente, instaladas. Alternativamente, se a tensão for medida na junta 29 de tubo ascendente, através de meio direto ou indireto, os dados de tensão de junta de tubo ascendente podem ser calculados por intermédio de uma manipulação relativamente simples dos dados de tensão em combinação com o conhecimento anterior de um ou mais parâmetros de item de tubo ascendente, tal como, por exemplo, “Fator de Amplificação de Tensão” (SAF) de junta de tubo ascendente em relação à localização de sensor de carga de tubo ascendente (instrumento de medição). Independentemente do tipo de sensor ou módulo de instrumento de medição colocado na junta 29 de tubo ascendente ou outro item de tubo ascendente, a estrutura do banco de dados 65 pode prover flexibilidade suficiente para a substituição futura e atualização do equipamento de módulo ou sensor de instrumento de medição para aquele de um tipo diferente.

[0047] Observar que uma distinção foi feita entre dados baseados em domínio de tempo e dados baseados em domínio de frequência. Os dados dinâmicos geralmente são representados no domínio de tempo. Por exemplo,

um gráfico mostrando a altura (amplitude) de uma onda como uma função do tempo para dois anos é um histórico de tempo simples da onda representada no domínio de tempo. Essa informação também pode ser representada no domínio de frequência, geralmente muito mais compacta, mas à custa de perda de algum detalhe. Por exemplo, no caso descrito acima, em vez de traçar a altura da onda como uma função do tempo, pode-se criar uma tabela com centenas de linhas, cada uma representando uma faixa de alturas de onda (ou mais preferivelmente o RMS das alturas de onda), e também um período e uma probabilidade, associados a cada altura de onda e combinação de período.

Quanto mais linhas na tabela, mais exata a faixa da altura de onda, e assim, melhor a resolução. Conforme pode ser esperado, dois anos de dados de altura de onda se representados no domínio de tempo em uma taxa de amostragem por segundo, poderia resultar em mais de 60 milhões de pontos de dados, enquanto que a mesma informação se representada no domínio de frequência poderia resultar em uma tabela com apenas uma centena de pontos de dados. A tabela de domínio de frequência, contudo, geralmente perde a informação associada aos transientes de onda/onda. Adicionalmente, operações numéricas em conjuntos de dados de domínio de frequência são normalmente significativamente mais eficientes, mas à custa de perda de clareza durante transientes (nesse caso, entre duas ondas) e frequentemente requer verificações de pontos com resultados analíticos a partir dos dados de domínio de tempo para garantir a exatidão. Análises de domínio de frequência, contudo, são exatas e adequadas na maioria dos casos, e particularmente para avaliação de fadiga, de acordo com uma realização da presente invenção.

[0048] O registro de tensionador pode prover armazenamento de vários parâmetros tais como, por exemplo, ajuste de tensão, tensão aplicada, e curso do tensionador, os quais podem ser usados individualmente ou em

conjunto com os dados de histórico de carga de junta de tubo ascendente para determinar diversas configurações necessárias para ajustar a carga de junta de tubo ascendente e para formular sinais de controle para realizar ajustes de tempo real, descritos em mais detalhe posteriormente.

[0049] Com relação aos dados computados, o banco de dados 65 pode incluir para cada item de tubo ascendente, uma tabela de Fator de Amplificação de Tensão (SAF) de item de tubo ascendente, a tabela de histórico de carga no domínio de frequência, uma matriz de amplitude máxima, e a vida de fadiga estimada, restante. A tabela SAF de item de tubo ascendente pode prover uma tabela compacta que relaciona os locais críticos (posições) no ativo de tubo ascendente onde as computações de fadiga devem ocorrer, tal como no local dos flanges de conexão. A tabela SAF também pode prover o próprio SAF para cada local respectivo, em conjunto com a informação de referência SAF (por exemplo, Diâmetro Interno de tubo nominal e espessura de parede).

[0050] A tabela de histórico de carga baseado em domínio de frequência; conforme observado anteriormente; pode prover ao operador um mapa abrangente das cargas impostas a cada junta 29 de tubo ascendente específica, e finalmente, as inteiras cargas impostas à coluna 23 de tubos ascendentes. A tabela de histórico de carga baseado em domínio de frequência pode ser usada para avaliar, por exemplo, o dano por fadiga total transmitido ao item de tubo ascendente. Essa informação pode ser computada por intermédio da transformação de um grande volume de histórico de carga de tubo ascendente baseado em domínio de tempo em uma tabela relativamente compacta no domínio de frequência. Um elemento de programa de computador pode realizar a transformação e pode atualizar a tabela em intervalos regulares (por exemplo, uma vez por dia, ou instantaneamente em resposta a uma consulta, etc.). Independente do tipo de dados compilados pelos

sensores/módulos de instrumento de medição de carga (por exemplo, acelerações, tensão, curvatura, etc.) no item de tubo ascendente, a tabela de domínio de frequência pode ser manipulada para conter apenas certas quantidades que são de interesse específico (por exemplo, esforços ou tensões). Em outras palavras, duas transformações podem ocorrer ao mesmo tempo para preparar a tabela final no domínio de frequência, a conversão de dados (cálculo ou modelagem) para produzir uma quantidade de interesse, e uma conversão de dados a partir do domínio de tempo para o domínio de frequência.

[0051] A matriz de amplitude máxima pode prover valores de amplitude máxima de um ou mais parâmetros de interesse. Quando o volume de dados armazenados é relativamente pequeno, os dados máximos de amplitude podem ser retidos para cada item de tubo ascendente para cada operação de perfuração/completação, fazendo referência ao nome do campo e também ao poço.

[0052] O sistema de gerenciamento do ciclo de vida 30 de tubo ascendente inclui também vários componentes transportados a bordo e no tubo ascendente. Por exemplo, o computador de bordo 41, em conjunto com a rede de comunicação a bordo 43, banco de dados 49, identificadores RFID 71, e sensor ou receptor 73 de identificação de junta de tubo ascendente, já foram identificados. Adicionalmente, o sistema 30 também pode incluir módulos de instrumentos de medição 91 de junta de tubo ascendente cada um deles posicionado para detectar uma carga representada por esforço, curva de tubo ascendente, ou dados de acelerômetro, etc. impostos a uma junta separada entre as juntas 29 de tubo ascendente formando a coluna 23 de tubos ascendentes, um receptor de dados 93 de carga de junta de tubo ascendente montado ou de outro modo conectado a uma embarcação 27 na superfície ou adjacente à superfície do mar e acoplado operativamente à rede local de

comunicação a bordo 43 para receber os dados de carga para cada uma das juntas 29 de tubo ascendente instaladas a partir dos módulos de instrumento de medição 91 de junta de tubo ascendente, e um meio de comunicação de sub-superfície 95 ilustrado como provido por intermédio de uma série de estações de telemetria de dados sem fio, substituíveis por ROV proporcionando uma via de comunicação entre cada um dos módulos de instrumentos de medição 91 de junta e receptor de dados 93 de carga de junta ascendente através de uma coluna de água associada com a coluna 23 de tubos ascendentes. Como talvez mostrado melhor nas Figuras 3 e 4, cada módulo de instrumento 91 (por exemplo, estação de telemetria de dados) pode incluir um processador 101 em comunicação com ao menos um elemento sensor 103, memória cache 105 para armazenar os dados de carga coletados, uma fonte de energia 107 incluindo preferivelmente uma bateria ou outro dispositivo de armazenamento de energia, e um transmissor/multiplexador de dados 109 para prover dados de carga coletados e recebidos ao receptor de dados 93 de carga de junta de tubo ascendente, diretamente ou por intermédio de um ou mais dos outros módulos de instrumento 91. Uma discussão mais detalhada vem a seguir a qual inclui uma discussão de outras configurações.

[0053] Os módulos de instrumento de medição 91 podem determinar a magnitude das cargas impostas à coluna 23 de tubos ascendentes para calcular a magnitude da tensão em vários locais na junta 29 de tubo ascendente ou outro item de tubo ascendente. Há alguns métodos sob os quais as tensões de tubo ascendente podem ser medidas. Uma opção preferida é aquela que lê a tensão do tubo ascendente no sensor 103, uma vez que a conversão dos dados de esforço em tensões é razoavelmente direta e pode ser feita por intermédio de um elemento de programa de computador relativamente simples. Alternativamente, a dinâmica do tubo ascendente pode ser obtida por intermédio de acelerômetros, o que pode exigir um conjunto mais

complexo de operações para conversão em tensão de material a partir da qual a vida operacional (por exemplo, fadiga) pode então ser calculada. Outras opções de medição, contudo, estão dentro do escopo da presente invenção. Em qualquer um dos casos, os dados de carga enviados ao servidor de gerenciamento do ciclo de vida 51 de tubo ascendente podem ser dados brutos ou convertidos em tensões locais pelo computador de bordo 41, ou alguma forma intermediária se algum processamento for realizado pelos módulos de instrumento 91.

[0054] De acordo com uma realização da presente invenção, o sensor 103 é carregado por uma esteira composta de fixação, fina (não mostrado), a qual pode ser usada para determinar exatamente a deflexão na junta 29 de tubo ascendente. Em tal configuração, a esteira tem preferivelmente 0,91 m (3 pés) de comprimento e cobre aproximadamente 170 graus da circunferência da junta 29 de tubo ascendente. Cada esteira contém fibras óticas conectadas a um sensor eletrônico 103 que é sintonizado para medir o comprimento de onda da luz nas fibras. Como a rigidez da esteira composta é substancialmente inferior a do material formando a junta 29 de tubo ascendente, a esteira assume a mesma curvatura que a junta 29 de tubo ascendente a qual ela é conectada, assim, mudando o comprimento dos fios de fibra ótica embutidos na esteira e o comprimento de onda medido. Conforme observado acima, várias outras metodologias de posicionamento ou transporte do sensor 103 conforme conhecidos por aqueles versados na técnica estão dentro do escopo da presente invenção.

[0055] Em uma configuração preferida, as leituras de instrumento realizadas por cada módulo de instrumento de medição 91 são transmitidas a partir de uma junta 29 de tubo ascendente ou de outro item para o próximo, multiplexadas com as leituras de instrumento de tubo ascendente, atuais e enviadas até que alcance o receptor montado na embarcação 93. Esse

receptor 93, por sua vez, envia o fluxo completo de dados ao computador de bordo 41 para processamento e comunicação de volta ao servidor de gerenciamento do ciclo de vida 51 de tubo ascendente e banco de dados em terra 65. Embora a multiplexação de dados seja um conceito bem entendido, a comunicação através da coluna de água introduz desafios específicos. Diversas opções para telemetria de dados são telemetria de ligação por fios, acústica, eletromagnética, e telemetria a laser.

[0056] Meios de transmissão por fios é provavelmente o método mais direto para comunicação de uma grande quantidade de dados. A opção de conexão por fios, contudo, tem algumas desvantagens significativas. Entre outras, um fio danificado, especialmente próximo ao topo da coluna 23 de tubos ascendentes, poderia resultar em perda total de dados a partir de uma maior parte significativa da junta 29 de tubo ascendente ou outros itens. Além disso, uma opção de conexão por fios tipicamente exigiria penetrações impermeáveis em cada junta 29 de tubo ascendente. Ao instalar e recuperar a coluna 23 de tubos ascendentes, essas penetrações estão sujeitas a um ambiente de certo modo perigoso em termos de “abuso” e de contaminantes, os quais estão sempre presentes nas operações de tubo ascendente. A opção de conexão por fio poderia ser mais prática como uma ponte entre duas juntas 29 de tubo ascendente, adjacentes, mas idealmente apenas como uma solução de curto prazo quando a telemetria de dados de tubo ascendente principal tiver falhado. Tal opção, não obstante exigiria tipicamente certo nível de intervenção de ROV.

[0057] A acústica provavelmente é a forma mais estabelecida de comunicação para telemetria de dados subaquática. A acústica oferece algumas vantagens e algumas desvantagens, ambas sendo bem entendidas. Em faixas muito curtas (aproximadamente 60,96 metros (200 pés)), uma taxa de dados de 500 kbps pode ser obtida enquanto se opera em uma frequência

de portadora de ~1 MHz. Essa largura de faixa excede àquela exigida para telemetria através de uma faixa que cobre duas juntas de tubo ascendente 29 ou outros itens de tubo ascendente. De acordo com uma realização do sistema implementando acústica, cada item de tubo ascendente é equipado com um transceptor que recebe os dados, ignora a parte que não é endereçada a ele, multiplexa os dados de chegada com suas próprias leituras de sensor, codifica os mesmos com sua identificação, e então transmite o pacote de dados combinados para o próximo item de tubo ascendente, o qual utiliza a mesma rotina para adicionar mais dados e passar os mesmos adiante. De acordo com uma configuração preferida, cada item de tubo ascendente inicialmente é programado para apenas se comunicar com os itens de tubo ascendente localizados imediatamente acima e abaixo do mesmo tendo um módulo de instrumento de medição 91; ignorando os dados destinados a qualquer outro item de tubo ascendente. Essa sequenciação é realizada durante instalação do tubo ascendente. No caso de mau funcionamento de um sistema de telemetria de dados em um item de tubo ascendente, um sinal a partir da superfície, por exemplo, é enviado o qual percorre todos os itens de tubo ascendente equipados com módulo de instrumento e realiza uma nova sequenciação dos transceptores de modo que o item de tubo ascendente com mau funcionamento é removido da cadeia. Alternativamente, o módulo de instrumento 91 acima do módulo de instrumento com mau funcionamento 91, por exemplo, pode incluir instruções armazenadas de tal modo que após falhar em detectar qualquer sinal a partir de seu módulo de instrumento adjacente 91, tal módulo começa a ouvir o próximo módulo de instrumento mais próximo 91.

[0058] Como com outras opções de telemetria não ligada fisicamente, ao implementar a acústica, o gerenciamento da vida útil da bateria é essencial para garantir um tempo de operação suficientemente longo. Para ser robusta, a suficiente vida útil de bateria, por exemplo, para ao menos seis

meses, pode ser facilmente alocada a cada item de tubo ascendente para que ele atenda às demandas de seus vários subsistemas por toda a campanha de perfuração/completação. O uso de baterias marítimas, como uma fonte de energia alternativa, pode ajudar a compensar tal limitação. Adicionalmente, os módulos de instrumento 91 podem ser programados para prover transmissão periódica de dados, por exemplo, uma vez a cada 30 segundos ou períodos mais longos, de modo que os transceptores 109 estão no modo de escuta na maior parte do tempo. Adicionalmente, os módulos de instrumento 91 podem receber memória suficiente 105, não apenas para armazenar os dados para as transmissões periódicas, mas para armazenar os dados por um período de tempo pré-selecionado no caso da comunicação de dados ser interrompida enquanto a ação corretiva está sendo realizada. De acordo com outra realização da presente invenção, o sistema acústico provê transmissão de multibanda não apenas para compensar a interrupção de sinal de banda única, quando ocorrerem, como também para aumentar a largura de banda de transmissão.

[0059] Comunicações eletromagnéticas ou EM (rádio) podem ser implementadas, embora elas não sejam amplamente utilizadas para aplicações subaquáticas. Um problema fundamental com EM são as dificuldades encontradas ao prover a comunicação de dados através da água do mar condutora, o que tradicionalmente tem exigido antenas relativamente longas e elevada energia. Comunicação EM oferece uma vantagem significativa com relação à instalação, mas à custa de prover uma faixa relativamente limitada. Por exemplo, uma faixa de 54,86 m (180 pés) limita a taxa baud de comunicação para dígitos duplos, e comunicação de banda larga é tipicamente limitada na faixa de transmissão a umas poucas polegadas na melhor das hipóteses. Uma das vantagens mais significativas do uso de EM, contudo, é a capacidade de prover uma alternativa prática para a conexão por fio. Em tal

caso, cada módulo de instrumento de medição 91 pode conter um transceptor EM vedado adjacente a cada conector de junta de tubo ascendente, localizados preferivelmente de modo que eles estejam em proximidade estreita com cada outro transceptor quando as juntas de tubo ascendente são conectadas, possibilitando assim a comunicação de banda larga. Os dados entre conectores de tubo ascendente de cada junta 29 de tubo ascendente individual são então comunicados por intermédio de conexão física por fio. O sensor 103 e hardware restante podem estar vantajosamente localizados em algum outro local (conforme desejado) ao longo da extensão da junta 29 de tubo ascendente, diretamente conectado à linha de fio anteriormente mencionada. Adicionalmente, tal tecnologia de comunicação EM pode ser expandida com comunicações a laser ou acústicas, para prover um esquema de telemetria de dados global, mais robusto.

[0060] Tecnologia de telemetria a laser (ondas óticas) adicionalmente pode ser utilizada. Embora a telemetria a laser exija mais precisão de localização do que a acústica, a telemetria a laser pode ser facilmente conseguida, especialmente quando implementada nas juntas 29 de tubo ascendente, relativamente retas. Ondas óticas, contudo, são afetadas pela dispersão.

[0061] Independentemente de qual meio ou meios de comunicação 95 sejam utilizados, um nível aceitável de tolerância à falha, pré-selecionado, pode ser obtida. Deve-se supor que todos os componentes dos módulos de instrumento de medição 91, em cada item de tubo ascendente, possam funcionar mal de tempos em tempos. Esse mau funcionamento, contudo, pode não ser uma causa direta dos meios eletrônicos, mas pode ser associada a um ambiente/manejo severo ao qual o equipamento é submetido durante operação ou instalação. Realizações do meio ou meios de comunicação de sub-superfície 95, não obstante, devem operar quando

os meios eletrônicos em um ou mais itens de tubo ascendente não estão em operação. As opções tolerantes às falhas selecionadas são uma função do ambiente, do tipo de sistema de tubo ascendente, e do desempenho operacional desejado. Uns poucos exemplos de opções de telemetria de dados com tolerância à falha são: uso de re-sequenciação de item de tubo ascendente, uso de energia variável, uso de pontes de ligação física por fio, uso de estações de telemetria de dados substituíveis ROV, e uso de RAM interna aperfeiçoada.

[0062] Conforme observado anteriormente, a opção de re-sequenciação de item de tubo ascendente prescreve uma metodologia de tolerância à falha pelo que os dados são transmitidos para cobrir uma extensão de mais do que um item de tubo ascendente, e pelo que cada módulo de instrumento de medição 91 atua sobre os dados destinados a ele, e ignora o restante. No caso de uma falha em uma junta 29 de tubo ascendente ou outro item de tubo ascendente da coluna 23 de tubos ascendentes carregando um módulo de instrumento de medição 91, um sinal a partir da superfície pode ser provido para a re-sequenciação dos transceptores 109 de modo a ignorar o módulo com mau funcionamento 91. Isso é possível porque o alcance do sinal dos módulos de instrumento 91 pode ser fornecido para cobrir dois ou mais itens de tubo ascendente.

[0063] A opção de energia variável prescreve uma metodologia de tolerância à falha pelo que, no contexto da acústica, por exemplo, o módulo de instrumento 91 sintonizaria o transceptor 109 de modo que ele normalmente se comunicaria apenas com a estação diretamente acima ou abaixo dele. No caso de uma falha, um sinal de superfície seria provido o qual instruiria cada módulo de instrumento de medição 91 a transmitir uma energia superior, informando ao menos duas estações mais próximas. Tal esquema, entre outros, pode ser usado para determinar a localização da falha, e instruir os módulos de

instrumento com mau funcionamento 91 exatamente acima e abaixo do módulo de instrumento defeituoso 91 para operar com energia superior, retornando os módulos restantes 91 ao modo de consumo de energia normal.

[0064] Uma metodologia de tolerância à falha de ponte de ligação por fios prescreve uma opção corretiva que exigiria intervenção de ROV. Nesse cenário, um módulo de instrumento de medição com mau funcionamento 91 poderia ser acessado pelas pontes de conexão por fios entre eles e as estações diretamente acima e abaixo.

[0065] A opção de estação de telemetria de dados substituível por ROV prescreve uma metodologia de tolerância à falha similar àquela da opção de ligação por fios, exceto que o pacote de hardware inteiro, normalmente menos o sensor 103 e equipamento de fornecimento/instalação associado, é facilmente substituído utilizando-se um ROV.

[0066] A opção de RAM interna prescreve uma metodologia de falha pelo que certa quantidade de RAM interna em excesso ou outra memória 105 seria provida para armazenar os dados no caso em que a porção de telemetria de dados do módulo de instrumento 91 não está funcionando, enquanto que o sensor 103 continua a compilar dados. A quantidade de memória 105 é uma função linear da quantidade de tempo esperada para a ação corretiva. Um sistema muito robusto incluiria aquele que pode armazenar localmente vários meses de dados de sensor assim como vários dias de dados de sensor a partir do item de tubo ascendente diretamente abaixo. Isso depende claramente da quantidade e do volume de informação que o operador pretende ter compilado pelos sensores 103 e o custo de empacotamento da memória interna 105.

[0067] Embora poucas opções para tolerância à falha sejam descritas acima, deve-se observar que diversas outras opções de tolerância à falha podem ser incorporadas em todos os subsistemas. Isso pode incluir

verificações de integridade de dados do navio para a terra assim como disponibilidade de banco de dados em um centro de dados redundante.

[0068] Independente do meio ou meios de comunicação de sub-superfície, de acordo com uma realização da presente invenção, o computador de bordo 41 recebe os diversos dados de sensor, separa os mesmos, acrescenta informação adicional (isto é, nome do campo, número do poço, e outra informação relevante), e envia a mesma para o depósito de dados baseado em terra 63 por intermédio de uma rede de comunicação tal como, por exemplo, uma rede de comunicação global 61. Como uma cópia de segurança, o computador de bordo 41 mantém o histórico inteiro do poço específico em relação ao qual está ocorrendo a operação de perfuração, completação, produção, etc.

[0069] De acordo com a realização ilustrada do sistema, o computador de bordo 41 em intervalos regulares, recebe o histórico de carga de item de tubo ascendente mais recente para cada um de seus itens de tubo ascendente no domínio de frequência a partir do depósito de dados 63. O computador de bordo 41 também realiza monitoração de rotina da condição dos vários itens, por exemplo, várias vezes por minuto.

[0070] O computador de bordo 41 pode vantajosamente prover um sistema de alarme principal para quando uma anomalia for detectada diretamente a partir de um módulo de instrumento 91, ou para quando o dano por fadiga acelerada for previsto. Exemplo de uma anomalia nos dados detectados seriam tensões excessivas, deflexões, acelerações, etc. Rotinas integradas providas pelos elementos de programa de computador, descritas em detalhe abaixo, podem determinar a origem da anomalia, e alertar o operador em relação à causa de origem possível. Por exemplo, vibração induzida por vórtice ("VIV") causada por irradiação de vórtices VX podem ser informadas em uma seção a 91,44 metros (300 pés) do tubo ascendente alguns a 152,4

metros (500 pés) abaixo da linha de água se ele estiver experimentando tensões alternadas de alta frequência em um movimento de fluxo transversal. Em tal caso, o computador de bordo 41 pode realizar monitoração adicional da junta 29 de tubo ascendente excitada ou seção, e prever a condição da junta 29 de tubo ascendente ou seção por vários dias, semanas, ou meses antecipadamente. Observa-se que, de acordo com uma realização da presente invenção, o servidor de gerenciamento do ciclo de vida de tubo ascendente de bordo 51 inclui elementos de programa de computador para realizar verificações de monitoração de integridade mais abrangentes, mas à custa de um atraso de tempo no informe dos resultados. Adicionalmente, tendo detectado tal evento, o computador de bordo 41, através da rede de comunicação a bordo 43 pode fornecer comandos a um controlador de tensionador 39 (Figura 5) para prover controle do sistema de tensionamento 35, 35' para reduzir ou minorar o efeito do VIV.

[0071] Como talvez mostrado melhor nas Figuras 6 e 7, realizações da presente invenção incluem produto de programa de gerenciamento do ciclo de vida 120 de tubo ascendente armazenado na memória 57 do servidor 55 de gerenciamento do ciclo de vida de tubo ascendente para monitorar e gerenciar diversos itens de tubo ascendente incluindo a junta 29 e tubo ascendente posicionada em diversos locais de embarcação, separados (por exemplo, na embarcação 27 ou instalada por cada embarcação 27). Similarmente, as realizações da presente invenção incluem produto de programa de gerenciamento de item 120' de tubo ascendente armazenado na memória 47 do computador de bordo 41 para monitorar e gerenciar diversos itens de tubo ascendente incluindo a junta 29 de tubo ascendente atribuída à embarcação específica 27. Como a maioria dos elementos de programa de computador executados pelos computadores de bordo 41 e pelo servidor de gerenciamento do ciclo de vida 51 de tubo

ascendente são muito similares em função, os elementos de programa de computador serão descritos principalmente com relação àqueles executados individualmente ou conjuntamente pelo servidor de gerenciamento do ciclo de vida 51 de tubo ascendente.

[0072] Observar que o produto de programa de gerenciamento do ciclo de vida 120 de tubo ascendente e o produto de programa de gerenciamento de item 120' de tubo ascendente podem estar na forma de microcódigo, programas, rotinas, e linguagens simbólicas que proporcionam um conjunto ou conjuntos específicos de operações ordenadas que controlam o funcionamento do hardware e dirigem a sua operação, como conhecido e entendido por aqueles versados na técnica. Observar também que nem o produto de programa de gerenciamento do ciclo de vida 120 de tubo ascendente nem o produto de programa de gerenciamento de item 120' de tubo ascendente, de acordo com uma realização da presente invenção, precisam residir em sua totalidade na memória volátil, mas podem ser carregados seletivamente, conforme necessário, de acordo com as várias tecnologias conforme conhecido e entendido por aqueles versados na técnica. Adicionalmente, o produto de programa de gerenciamento do ciclo de vida 120 de tubo ascendente e o produto de programa de gerenciamento de item 120' de tubo ascendente incluem individualmente diversos elementos funcionais como será descrito em detalhe abaixo, os quais foram agrupados e denominados apenas para clareza. Aqueles versados na técnica entenderiam que os diversos elementos funcionais não precisam ser fisicamente implementados em qualquer hierarquia, mas podem ser prontamente implementados como objetos separados ou macros. Várias outras convenções também podem ser utilizadas, como seria conhecido e entendido por aqueles versados na técnica. Observar ainda, embora as descrições dos elementos funcionais a seguir seja dirigida principalmente à junta 29 de tubo ascendente,

aqueles versados na técnica reconheceriam que tal funcionalidade pode abranger outros itens de tubo ascendente de interesse.

[0073] De acordo com uma realização da presente invenção, o produto de programa de gerenciamento do ciclo de vida 120 de tubo ascendente pode incluir um dispositivo de monitoração de localização e instalação de item 121 de tubo ascendente, um gerenciador de histórico de carga de item 123' de tubo ascendente, um gerenciador de manutenção 125 de tubo ascendente, e um gerenciador de aquisição de dados de carga de item 127 de tubo ascendente, que quando executados pelo servidor de gerenciamento do ciclo de vida 51 de tubo ascendente fazem com que o servidor 51 realize várias operações, descritas abaixo. O dispositivo de monitoração de localização e instalação de item 121 de tubo ascendente pode funcionar para receber dados de posicionamento de localização relativa e instalação de sub-superfície para uma pluralidade de juntas de tubo ascendente adaptadas para instalação para formar diversas colunas 23 de tubos ascendentes marítimos associados a uma pluralidade de embarcações 27.

[0074] O gerenciador de histórico de carga 123 de tubo ascendente gerencia e manipula o histórico de carga. De acordo com a realização da presente invenção, o gerenciador de histórico de carga 123 de tubo ascendente inclui um receptor de histórico de carga de item 131 de tubo ascendente, um registrador de histórico de carga de item 133 de tubo ascendente, um transformador de dados de domínio de tempo/frequência de histórico de carga de item 135 de tubo ascendente, e um transmissor de histórico de carga de item 137 de tubo ascendente. O receptor de histórico de carga de item 131 de tubo ascendente pode funcionar para receber dados de histórico de carga para cada uma das juntas 29 de tubo ascendente ou outros itens de tubo ascendente a partir de cada embarcação 27 e para armazenar o

histórico de carga em um banco de dados tal como, por exemplo, o banco de dados 65. O registrador de histórico de carga de item 133 de tubo ascendente pode funcionar para formar e armazenar uma tabela de histórico de carga baseada em tempo-domínio a qual, como descrito anteriormente, pode prover carga de tubo ascendente em tempo real em cada uma das juntas 29 de tubo ascendente ou outros itens para cada embarcação 27 ou outras instalações por um período de tempo pré-selecionado, e pode funcionar para armazenar amplitudes máximas para um ou mais parâmetros de interesse para cada uma das juntas 29 de tubo ascendente ou outros itens de tubo ascendente, na forma de uma matriz de amplitude máxima, como descrito anteriormente. O transformador de dados de domínio de tempo/frequência de histórico de carga de item 135 de tubo ascendente pode funcionar para transformar os dados de histórico de carga com base em tempo-domínio em um domínio de frequência e para prover uma tabela de histórico de carga baseado em frequência-domínio, conforme descrito anteriormente, para assim prover armazenamento para substancialmente todo o histórico de carga de junta de tubo ascendente disponível para cada uma das juntas 29 de tubo ascendente ou outros itens de tubo ascendente, para reduzir as exigências de armazenamento e para reduzir a quantidade de tempo de computação necessário para análise dos dados. O transmissor de histórico de carga de item 137 de tubo ascendente pode funcionar para enviar o histórico de carga de junta de tubo ascendente baseado em frequência-domínio para um subconjunto das juntas de tubo ascendente 29 ou outros itens de tubo ascendente formando uma coluna 23 de tubos ascendentes instalados associados, para um computador de bordo 41 transportado pela embarcação 27 instalando o subconjunto das várias juntas 29 de tubo ascendente ou outros itens de tubo ascendente. Isso pode ser realizado através de uma rede de comunicação, tal como, por exemplo, a rede de comunicação global 61.

[0075] O gerenciador de manutenção 125 de tubo ascendente gerencia a determinação e a programação das exigências de manutenção. O gerenciador de manutenção 125 de tubo ascendente pode incluir um determinador de fadiga de item 141 de tubo ascendente, um avaliador de vida de fadiga de item 143 de tubo ascendente, um analisador de sistema de cabeça de poço submarino 145, um programador de manutenção de item 147 de tubo ascendente, e um notificador de evento de manutenção de item 149 de tubo ascendente. O determinador de fadiga de item 141 de tubo ascendente pode funcionar para estimar uma condição de cada uma das juntas 29 de tubo ascendente e outros itens de tubo ascendente de interesse a partir dos dados de carga de junta de tubo ascendente, recebidos a partir dos computadores de bordo 41 ou dados de tensão de tubo ascendente (como uma função do tempo) recebidos a partir dos computadores de bordo 41 ou determinados a partir dos dados de carga de junta de tubo ascendente recebidos pelo servidor 51, ou uma combinação dos mesmos, para cada junta 29 de tubo ascendente ou outro item de tubo ascendente de interesse através do espectro de embarcações e instalações em comunicação com o servidor de gerenciamento do ciclo de vida 51 de tubo ascendente. O estimador de vida de fadiga de item 143' de tubo ascendente pode funcionar para estimar a vida de fadiga restante para cada uma das juntas 29 de tubo ascendente ou outro item de tubo ascendente de interesse a partir dos dados de carga recebidos, dados de histórico de carga armazenados, e dados de propriedades de material de item de tubo ascendente específicos para cada item de tubo ascendente respectivo, ou uma combinação dos mesmos, e para emitir um alerta quando a vida de fadiga de um item de tubo ascendente respectivo cair abaixo de um nível de acionamento de vida de fadiga preestabelecido exigindo inspeção. O analisador de sistema de cabeça de poço submarino 145 pode funcionar para prever uma magnitude da carga imposta a um sistema de cabeça de poço submarino 25 com base

nos dados de histórico de carga de tubo ascendente para um subconjunto de juntas 29 de tubo ascendente e/ou formando uma coluna 23 de tubos ascendentes marítimos associados. O programador de manutenção de item 147 de tubo ascendente pode funcionar para gerar uma programação de eventos de manutenção de rotina para cada uma das juntas 29 de tubo ascendente ou outro item de tubo ascendente de interesse, com base nos dados de carga recebidos, no histórico de carga armazenado, e nas respectivas propriedades de material de itens, ou uma combinação dos mesmos, e para gerar eventos de manutenção não programados responsivos a uma anomalia de dados de carga quando ocorrer, detectada nos dados de carga recebidos e resultando no engajamento de um nível de acionamento de vida de fadiga preestabelecido exigindo inspeção. O notificador de evento de manutenção de item 149 de tubo ascendente pode funcionar para emitir um alerta online fornecendo um lembrete a um usuário de um evento da próxima manutenção programado, e pode funcionar para emitir um alerta online indicando uma exigência de evento de manutenção não programado quando existente.

[0076] O gerenciador de aquisição de dados de carga de item 127 de tubo ascendente gerencia e revisa as qualidades dos dados de carga de item de tubo ascendente, adquiridos. De acordo com uma realização da presente invenção, o gerenciador de aquisição de dados de carga de item 127 de tubo ascendente inclui um gerenciador de falha de sensor de item 151 de tubo ascendente, um detector de anomalia de sensor de item 153 de tubo ascendente, um preditor de dados de sensor de item 155 de tubo ascendente, com verificador de integridade de sensor de item 157 de tubo ascendente, e um gerenciador de remoção de dados de sensor de item 159 de tubo ascendente. O gerenciador de falha de sensor de item 151 de tubo ascendente pode funcionar para identificar um módulo de instrumento de medição de junta de

tubo ascendente com mau funcionamento 91 associado a uma ou mais das várias juntas de tubo ascendente instaladas formando a coluna 23 de tubos ascendentes marítimos, e para sinalizar para um ou mais módulos de instrumento de medição de junta de tubo ascendente, adjacentes 91 para ignorar o módulo de instrumento de medição de junta de tubo ascendente com mau funcionamento 91 ou para de outro modo implementar uma ou mais das metodologias de tolerância à falha previamente descritas, para assim prover aquisição de dados de carga substancialmente contínua para cada módulo de instrumento de medição 91 de junta de tubo ascendente posicionado abaixo do módulo de instrumento de medição de junta de tubo ascendente com mau funcionamento 91. Observar que conforme será entendido por aqueles versados na técnica o tipo de metodologia de falha implementada depende do tipo de meios de comunicação utilizados, do tipo de sensores associados aos módulos de instrumento 91, e do espaçamento dos módulos 91 que podem ou não estar posicionados em cada junta 29 de tubo ascendente formando a coluna 23 de tubos ascendentes.

[0077] O detector de anomalia de sensor de item 153 de tubo ascendente pode funcionar para detectar uma anomalia de dados de carga quando ocorrendo em resposta aos dados de histórico de carga/carga recebida. O preditor 155 de dados de sensor de item de tubo ascendente pode funcionar para gerar dados de sensor previstos que um módulo de instrumento de medição 91 de junta de tubo ascendente associado com uma ou mais juntas 29 de tubo ascendente, instaladas ou outros itens de tubo ascendente de interesse, devem informar com base no histórico de carga recente para o módulo de instrumento respectivo 91 e/ou aqueles providos pelos outros módulos de instrumento adjacentes 91 instalados na mesma coluna 23 de tubos ascendentes. O verificador de integridade de sensor de item 157 de tubo ascendente pode funcionar para comparar as leituras de sensor de um módulo

de instrumento de medição 91 de junta de tubo ascendente associado a uma ou mais juntas 29 de tubo ascendente instaladas ou outros itens de tubo ascendente formando a mesma coluna 23 de tubos ascendentes instalados para leituras de sensor para pelo menos duas juntas 29 de tubo ascendente adjacentes ou outros itens de tubo ascendente formando a coluna 23 de tubos ascendentes para assim determinar uma integridade do módulo de instrumento de medição 91 de junta de tubo ascendente, e para sinalizar as leituras de sensor provenientes do módulo de instrumento respectivo 91 quando for determinado que a integridade é questionável. O gerenciador de remoção de dados de sensor de item 159 de tubo ascendente pode funcionar para remover os dados sinalizados associados a um sensor defeituoso a partir dos dados de registro ativo, e opcionalmente substituir os dados removidos com os dados previstos correspondentes gerados pelo preditor 155 de dados de sensor de tubo ascendente.

[0078] Vantajosamente a funcionalidade provida pelos produtos de programa de gerenciamento do ciclo de vida 120 de tubo ascendente proporciona aos gerenciadores de itens, informação de banco de dados, armazenada e em tempo real para manter os vários itens de tubo ascendente de interesse. Como um exemplo, de acordo com uma realização da presente invenção, quando um usuário se conecta ao sistema, o usuário visualizaria as várias embarcações 27 equipadas de acordo com a realização da presente invenção e associadas com o usuário, junto com campos de interface gráfica de usuário que permitem que o usuário consulte os tais dados por embarcação, item de tubo ascendente, ou campo. A consulta sobre a embarcação pode prover vantajosamente ao usuário uma lista de todos os itens de tubo ascendente alocados para a embarcação e proporcionar um desmembramento adicional daqueles itens de tubo ascendente que estão atualmente instalados, ou na plataforma, ou estão em manutenção, junto com a data de retorno

prevista. Essa visão dos dados também pode ser utilizada para gerar uma lista de próximos eventos de manutenção programados. A consulta de item de tubo ascendente pode prover vantajosamente ao usuário uma estimativa da vida operacional usada por um determinado item de tubo ascendente, junto com os detalhes dos eventos mais danosos (isto é, em certo caso de furacão). Essa consulta também pode prover informação detalhada sobre o histórico de manutenção de tubo ascendente e informação de fabricação crucial/relevante. Ativos de tubo ascendente individuais podem ser potencialmente deslocados de uma embarcação 27 para outra com os seus históricos intactos. A consulta de campo pode prover ao usuário informação para reconstruir uma configuração de coluna de tubos ascendentes de qualquer instalação específica. A disponibilidade da marcação de tempo para cada instalação de tubo ascendente permite a determinação de onde, na coluna de água, cada item de tubo ascendente estava localizado para qualquer campanha de perfuração específica. Essa informação também pode ser usada para automaticamente criar entrada para um programa de análise de tubo ascendente.

[0079] Conforme observado acima, os produtos de programa de gerenciamento de item 120' de tubo ascendente de embarcação podem geralmente incluir grande parte da funcionalidade provida pelos produtos de programa de gerenciamento do ciclo de vida 120 de tubo ascendente, mas preferivelmente em um nível de embarcação local, mais propriamente do que em um nível de programa operacional, frota, ou empreendimento. Consequentemente, o produto de programa de gerenciamento 120' de tubo ascendente de embarcação pode incluir um dispositivo de monitoração de local 121' e instalação de item de tubo ascendente, um gerenciador de histórico de carga de item 123' de tubo ascendente, um gerenciador de manutenção 125' de tubo ascendente, e um gerenciador de aquisição de dados de carga de item

127' de tubo ascendente, que quando executados pelo computador de bordo respectivo 41, fazem com que o computador 41 realize diversas operações, descritas abaixo.

[0080] O dispositivo de monitoração de local e instalação de item 121' de tubo ascendente pode funcionar para receber dados de posicionamento de localização relativa e instalação de sub-superfície para uma pluralidade de juntas de tubo ascendente adaptadas para instalação para formar uma coluna 23 de tubos ascendentes marítimos associados à respectiva embarcação 27.

[0081] O gerenciador de histórico de carga 123' de tubo ascendente gerencia e manipula o histórico de carga para a junta 29 de tubo ascendente ou outros itens de interesse associados à respectiva embarcação 27. Embora grande parte da funcionalidade seja implementada preferivelmente pelo servidor de gerenciamento do ciclo de vida 51 de tubo ascendente, de acordo com uma realização da presente invenção, o gerenciador de histórico de carga 123' de tubo ascendente não obstatamente é provido e inclui correspondentemente um registrador de histórico de carga 131' de item de tubo ascendente, um registrador de histórico de carga 133' de item de tubo ascendente, um transformador de dados 135' de domínio de tempo/frequência de histórico de carga de item de tubo ascendente, e um transmissor de histórico 137' de carga de item de tubo ascendente, para ao menos parcialmente realizar as funções realizadas pelo servidor de gerenciamento do ciclo de vida 51 de tubo ascendente.

[0082] De acordo com uma realização da presente invenção, o registrador de histórico de carga 131' de item de tubo ascendente pode funcionar para receber os dados de histórico de carga para cada uma das juntas 29 de tubo ascendente ou outros itens de tubo ascendente a partir do servidor de gerenciamento do ciclo de vida 51 de tubo ascendente e para armazenar o histórico de carga em um banco de dados tal como, por exemplo,

o banco de dados 49. Tais dados são tipicamente os dados baseados em frequência-domínio. De acordo com uma realização da presente invenção, um transformador de dados 135' de domínio de tempo/frequência de histórico de carga de item de tubo ascendente também pode funcionar para, ou alternativamente, transformar independentemente os dados de histórico de carga baseados em tempo-domínio em um domínio de frequência e para prover uma tabela de histórico de carga baseado em frequência-domínio, conforme descrito anteriormente, para desse modo prover armazenamento para substancialmente todo o histórico de carga de junta de tubo ascendente disponível para cada uma das juntas 29 de tubo ascendente ou outro item de tubo ascendente de interesse associado com a coluna 23 de tubos ascendentes instalados para a respectiva embarcação 27, para reduzir as exigências de armazenamento e para reduzir a quantidade de tempo de computação necessário para análise dos dados. O registrador de histórico de carga 133' de item de tubo ascendente pode funcionar para formar e armazenar uma tabela de histórico de carga baseada em tempo-domínio a qual, conforme descrito anteriormente pode prover carga de tubo ascendente em tempo real imposta a cada junta 29 de tubo ascendente ou outros itens para cada embarcação 27 ou outras instalações por um período de tempo pré-selecionado, e pode funcionar para armazenar amplitudes máximas para um ou mais parâmetros de interesse para cada uma das juntas 29 de tubo ascendente ou outros itens de tubo ascendente, por exemplo, na forma de uma matriz de amplitude máxima, como descrito anteriormente. O transmissor de histórico de carga 137' de item de tubo ascendente pode funcionar para enviar dados brutos, dados baseados em tempo-domínio, ou o histórico de carga de junta de tubo ascendente baseado em frequência-domínio para as juntas 29 de tubo ascendente ou outros itens de tubo ascendente de interesse formando uma coluna 23 de tubos ascendentes, instalada associada, para o servidor de

gerenciamento do ciclo de vida de tubo ascendente através de uma rede de comunicação, tal como, por exemplo, a rede de comunicação global 61.

[0083] O gerenciador de manutenção 125' de tubo ascendente, similar àquele para os produtos de programa de gerenciamento do ciclo de vida 120 de tubo ascendente, pode gerenciar a determinação e a programação das exigências de manutenção para as juntas 29 de tubo ascendente ou outros itens de tubo ascendente de interesse, particularmente aqueles associados com a embarcação 27 específica. O gerenciador de manutenção 125' de tubo ascendente pode incluir um determinador de fadiga 141' e item de tubo ascendente, um estimador de vida de fadiga 143' de item de tubo ascendente, um analisador de sistema de cabeça de poço submarino 145', um programador de manutenção 147' de item de tubo ascendente, e um notificador de evento de manutenção 149' de item de tubo ascendente. O determinador de fadiga de item 141' de tubo ascendente pode funcionar para estimar uma condição de cada uma das juntas 29 de tubo ascendente e outros itens de tubo ascendente de interesse a partir dos dados de carga de junta de tubo ascendente, por exemplo, dados de tensão de tubo ascendente (como uma função do tempo) recebidos a partir dos módulos de instrumento de medição 91 ou determinados a partir dos dados recebidos a partir dos módulos de instrumento de medição 91, dados de histórico de carga de item de tubo ascendente armazenados, e propriedades de material de item de tubo ascendente, ou uma combinação dos mesmos, para cada junta 29 de tubo ascendente ou outro item de tubo ascendente de interesse geralmente para a embarcação 27 específica ou instalação.

[0084] O estimador de vida de fadiga 143' de item de tubo ascendente é similarmente adaptado para estimar a vida de fadiga restante para cada uma das juntas 29 de tubo ascendente ou outro item de tubo ascendente de interesse a partir dos dados de carga recebidos, dados de

histórico de carga armazenados, e propriedades de material de item de tubo ascendente, específicas para cada item de tubo ascendente respectivo, ou uma combinação dos mesmos, e para emitir um alerta quando a vida de fadiga de um item de tubo ascendente respectivo cair abaixo de um nível de acionamento de vida de fadiga preestabelecido exigindo inspeção. O analisador de sistema de cabeça de poço submarino 145' adicionalmente é adaptado similarmente para prever uma magnitude da carga imposta a um sistema de cabeça de poço submarino 25 com base nos dados de carga recebidos e/ou dados de histórico de carga armazenados associados às juntas 29 de tubo ascendente, instaladas ou outros itens de tubo ascendente de interesse formando a coluna 23 de tubos ascendentes marítimos respectivos.

[0085] O programador de manutenção de item 147' de tubo ascendente pode funcionar para gerar uma programação de eventos de manutenção de rotina para cada junta 29 de tubo ascendente ou outro item de tubo ascendente de interesse, com base nos dados de carga recebidos, no histórico de carga armazenado, e nas respectivas propriedades de material de item de tubo ascendente, ou uma combinação dos mesmos, e para gerar eventos de manutenção não programados em resposta a uma anomalia de dados de carga quando ocorrerem, detectadas nos dados de carga recebidos e resultando no engajamento de um nível de acionamento de vida de fadiga preestabelecido exigindo inspeção. O notificador de evento de manutenção de item 149' de tubo ascendente pode funcionar para emitir um alerta online proporcionando um lembrete para um usuário sobre um próximo evento de manutenção programado, e pode funcionar para emitir um alerta online indicando uma exigência de evento de manutenção não programado quando existente.

[0086] O gerenciador de aquisição de dados de carga 127' de item de tubo ascendente gerencia e analisa as qualidades dos dados de carga

de item de tubo ascendente, adquiridos. De acordo com uma realização da presente invenção, o gerenciador de aquisição de dados de carga de item 127' de tubo ascendente inclui um gerenciador de falha de sensor de item 151' e tubo ascendente, um detector de anomalia de sensor de item 153' de tubo ascendente, um preditor de dados de sensor de item 155' de tubo ascendente, um verificador de integridade de sensor de item 157' de tubo ascendente, um gerenciador de remoção de dados de sensor de item 159' e tubo ascendente, e um receptor de dados de sensor de carga de item 161 de tubo ascendente.

[0087] O receptor de dados de sensor de carga de item 161 de tubo ascendente pode funcionar para receber os dados de carga coletados a partir dos módulos de instrumento de medição 91 quando as juntas 29 de tubo ascendente ou outros itens de tubo ascendente de interesse são instalados no lugar para formar a coluna 23 de tubos ascendentes e/ou durante a instalação. O gerenciador de falha de sensor de item 151' de tubo ascendente pode funcionar para identificar um módulo de instrumento de medição 91 de junta de tubo ascendente com mau funcionamento associado a uma ou mais das várias juntas de tubo ascendente instaladas formando a coluna 23 de tubos ascendentes marítimos, e para sinalizar para um ou mais dos módulos de instrumento de medição 91 de junta de tubo ascendente, adjacentes para ignorar o módulo de instrumento de medição 91 de junta de tubo ascendente com mau funcionamento ou para de outro modo implementar uma ou mais das metodologias de tolerância a falhas anteriores descritas anteriormente, para assim prover aquisição de dados de carga, substancialmente contínua para cada módulo de instrumento de medição de junta de tubo ascendente 91, posicionado abaixo do módulo de instrumento de medição 91 de junta de tubo ascendente com mau funcionamento.

[0088] O detector de anomalia de sensor de item 153' de tubo ascendente pode funcionar para detectar uma anomalia de dados de carga

quando ocorrendo em resposta aos dados de carga recebidos. O preditor de dados de sensor de item 155' de tubo ascendente pode funcionar para gerar dados de sensor previstos que cada módulo de instrumento de medição 91 de junta de tubo ascendente associado a uma ou mais juntas 29 de tubo ascendente, instaladas ou outros itens de tubo ascendente de interesse, devem reportar com base no histórico de carga recente para o respectivo módulo de instrumento 91 e/ou aqueles providos por outros módulos de instrumento 91 instalados na mesma coluna 23 de tubo ascendente. O verificador de integridade de sensor de item 157' de tubo ascendente pode funcionar para comparar as leituras de sensor de um módulo de instrumento de medição 91 de junta de tubo ascendente, associado a uma ou mais juntas 29 de tubo ascendente instaladas ou outros itens de tubo ascendente formando a mesma coluna 23 de tubos ascendentes instalados para leituras de sensor para ao menos duas juntas 29 adjacentes de tubo ascendente ou outros itens de tubo ascendente formando a coluna 23 de tubos ascendentes para assim determinar uma integridade do módulo de instrumento de medição 91 de junta de tubo ascendente, e para sinalizar leituras de sensor provenientes do módulo de instrumento 91 respectivo quando a integridade for determinada como sendo questionável. O gerenciador de remoção de dados de sensor de item 159' de tubo ascendente pode funcionar para remover os dados sinalizados associados a um sensor defeituoso a partir dos dados de registro ativo, e opcionalmente substituir os dados removidos com dados previstos correspondentes gerados pelo preditor de dados de sensor 155' de tubo ascendente.

[0089] Os produtos de programa de gerenciamento do ciclo de vida 120 de tubo ascendente e/ou produto de gerenciamento de item 120' de tubo ascendente podem vantajosamente estabelecer interface com um produto de programa de gerenciamento de tensão 170 de tubo ascendente que pode registrar e gerenciar a tensão do tubo ascendente, ou alternativamente, pode

incluir vários elementos de programa para realizar tal função. Consequentemente, uma realização da presente invenção pode prover um registrador de tensionador 171 de tubo ascendente, um gerenciador de tensionador de tubo ascendente, e um gerenciador de alerta de vibração induzida por vórtice. O registrador de tensionador 171 de tubo ascendente pode funcionar para registrar as configurações de tensão, tensão aplicada do tubo ascendente, e curso do tensionador para um sistema de tensionador de tubo ascendente conectado a uma coluna 23 de tubos ascendentes marítimos. O gerenciador 173 de tubo ascendente pode funcionar para prover dados utilizáveis por um controlador 39 do sistema de tensionador de tubo ascendente 35, 35', para ajustar uma configuração de tensionador para aplicar continuamente tensão de tubo ascendente ótima responsiva aos dados de tensão de tubo ascendente, determinados a partir dos dados de carga recebidos. O gerenciador de alerta de vibração induzida por vórtice 175 pode funcionar para detectar uma condição de vibração induzida por vórtice iminente ou em andamento e local aproximado da mesma em conjunto com uma extensão ad coluna 23 de tubos ascendentes marítimos quando existente em resposta pelo menos aos dados de carga recebidos, para sinalizar um alerta de emergência do mesmo em resposta à detecção da condição de vibração induzida por vórtice, e para determinar uma ação para reduzir ou aliviar a vibração induzida por vórtice, detectada. Se implementado no produto de programa de gerenciamento do ciclo de vida 120 de tubo ascendente, tal elemento de programa provê uma cópia de segurança para a embarcação 27, embora potencialmente com um retardo significativo.

[0090] Realizações da presente invenção também incluem vários métodos relacionados à monitoração e gerenciamento de uma pluralidade de itens de tubo ascendente, marítimos. De acordo com uma realização da presente invenção, um método para monitorar e gerenciar vários itens de tubo

ascendente marítimos pode incluir as etapas de receber os dados de identificação de junta de tubo ascendente a partir de um sensor de identificação 73 de junta de tubo ascendente, posicionado dentro de um compartimento de poço 31 para cada uma das várias juntas 29 de tubo ascendente (ou outros itens de tubo ascendente de interesse) durante instalação a partir da respectiva embarcação 27 para formar uma coluna 23 de tubos ascendentes marítimos, e determinar uma localização de posição instalada relativa de cada uma das juntas 29 de tubo ascendente instaladas a partir da embarcação 27 para formar a coluna 23 de tubos ascendentes marítimos. Cada uma das juntas 29 de tubo ascendente inclui correspondentemente sinais (por exemplo, identificador RFID 71) legíveis por um sensor de identificação 73 de junta de tubo ascendente para identificar separadamente cada uma das juntas 29 ascendentes a partir de cada uma das outras juntas 29 de tubo ascendente. O método também pode incluir receber os dados de carga para cada uma das juntas 29 ascendentes a partir de uma pluralidade de módulos de instrumento de medição 91 de junta de tubo ascendente e monitorar a carga de cada uma das juntas 29 de tubo ascendente, instaladas em resposta aos dados de carga providos pelos módulos de instrumento de medição 91 de junta de tubo ascendente.

[0091] O método também pode incluir estimar uma condição de carga de junta de tubo ascendente para cada uma das juntas 29 de tubo ascendente, instaladas em resposta aos dados de carga de uma ou mais das juntas 29 de tubo ascendente instaladas, e prover um alarme em resposta à condição de carga estimada se aproximando de um modelo de operação ou envelope de serviço de uma ou mais das juntas 29 de tubo ascendente instaladas. O método também pode, ou alternativamente, incluir a avaliação de dano por fadiga nas juntas 29 de tubo ascendente, instaladas em resposta aos dados de carga de uma ou mais das juntas de tubo ascendente instaladas, e prover um alarme em resposta ao dano por fadiga estimado excedendo um

limite operacional pré-selecionado. O método também pode, ou alternativamente, incluir a detecção de uma anomalia nos dados de carga de uma ou mais das juntas 29 de tubo ascendente, instaladas, quando existentes, e prover um alarme em resposta à detecção da anomalia.

[0092] O método também pode, ou alternativamente pode incluir o recebimento dos dados de carga para cada uma das juntas 29 de tubo ascendente a partir de uma pluralidade de módulos de instrumento de medição 91 de junta de tubo ascendente, monitorando a carga de cada uma das juntas de tubo ascendente instaladas em resposta aos dados de carga providos pelos módulos de instrumento de medição 91 de junta de tubo ascendente, monitorando as configurações de tensão, a tensão aplicada ao tubo ascendente, e o curso do tensionador de um sistema de tensionamento 35, 35', e prover dados a um controlador de tensionador 39 para controlar o ajuste das configurações de tensão do sistema de tensionamento para aplicar continuamente tensão ótima ao tubo ascendente em resposta aos dados de carga.

[0093] De acordo com outra realização da presente invenção, um método para monitorar e gerenciar vários itens de tubo ascendente marítimos inclui as etapas de determinar uma localização de posição instalada relativo de cada uma das várias juntas 29 de tubo ascendente (ou outros itens de tubo ascendente de interesse) instalados a partir de uma embarcação 27 para formar uma coluna 23 de tubos ascendentes marítimos, receber os dados de carga para cada uma das juntas 29 de tubo ascendente instaladas a partir de uma pluralidade de módulos de instrumento de medição 91 de junta de tubo ascendente conectado a pelo menos um subconjunto das juntas 29 de tubo ascendente instaladas, monitorar a carga de cada uma das juntas 29 de tubo ascendente instaladas em resposta aos dados de carga providos pelos módulos de instrumento de medição de junta 91 de tubo ascendente, estimar

uma condição de carga de junta de tubo ascendente para cada uma das juntas 29 de tubo ascendente instaladas em resposta aos dados de carga de uma ou várias das várias juntas 29 de tubo ascendente instaladas, e prover um alarme em resposta à condição de carga estimada se aproximando de um modelo de operação ou envelope de serviço para uma ou mais das juntas 29 de tubo ascendente instaladas.

[0094] O método também pode incluir um computador de bordo 41 enviando dados de localização de instalação de junta de tubo ascendente e dados de carga e localização de posição instalada relativa para as juntas 29 de tubo ascendente, instaladas a um depósito de banco de dados central (por exemplo, depósito de dados 63) localizado distante da embarcação 27 e adaptado para receber tais dados a partir de uma pluralidade de tais embarcações 27 cada uma delas instalando as juntas 29 de tubo ascendente formando uma ou mais colunas 23 de tubos ascendentes. O método também pode incluir, ou incluir alternativamente a detecção de uma condição de vibração induzida por vórtice iminente ou em andamento e sua localização aproximada ao longo de uma extensão da coluna 23 de tubos ascendentes, e ajustar o tensionamento da coluna 23 de tubos ascendentes para reduzir ou aliviar a condição de vibração induzida por vórtice detectada.

[0095] De acordo com outra realização da presente invenção, um método para monitorar e gerenciar vários itens de tubos ascendentes marítimos, por exemplo, posicionados em um ou mais locais separados da embarcação, pode incluir as etapas de receber os dados de localização e instalação de junta de tubo ascendente para cada uma das várias juntas 29 de tubo ascendente instaladas (ou outros itens de tubo ascendente de interesse) instalados em um de uma pluralidade de locais separados da embarcação transportando a respectiva junta 29 de tubo ascendente, receber a partir de um computador de bordo associado 41, os dados de histórico de carga de junta de

tubo ascendente para cada uma das juntas 29 de tubo ascendente instaladas nos vários locais separados da embarcação, transformar os dados de histórico de carga de junta de tubo ascendente recebidos no domínio de tempo em dados de histórico de carga no domínio de frequência, e determinar um nível de dano de cada uma das juntas 29 de tubo ascendente instaladas em resposta aos dados de histórico de carga de junta de tubo ascendente, recebidos e/ou os dados de histórico de carga de junta de tubo ascendente transformados.

[0096] O método também pode incluir, ou alternativamente incluir avaliação da duração em serviço da junta de tubo ascendente restante em resposta às propriedades de material de junta de tubo ascendente para cada respectiva junta 29 de tubo ascendente e os dados de histórico de carga de junta de tubo ascendente, recebidos e/ou os dados histórico de carga de junta de tubo ascendente transformados, programando os eventos de manutenção de rotina para cada uma das juntas 29 de tubo ascendente instaladas, e programando um evento de manutenção não programado (por exemplo, ação imediata ou de emergência) em resposta a uma anomalia de histórico de carga (por exemplo, incidente inesperado) nos dados de histórico de carga de junta de tubo ascendente recebidos resultando no engajamento de um nível de acionamento de vida de fadiga operacional preestabelecida exigindo inspeção. O método também pode, ou alternativamente, pode incluir a reconstrução de uma configuração de colunas de tubos ascendentes de qualquer uma das juntas 29 de tubo ascendente, instaladas em qualquer um dos vários locais separados da embarcação a partir dos dados de localização e instalação da junta de tubo ascendente associados à respectiva coluna 23 de tubos ascendentes, e prever uma magnitude de uma carga imposta a um sistema de cabeça de poço submarino 25 associado com a respectiva coluna 23 de tubos ascendentes a partir dos dados de histórico de carga de tubo ascendente,

correspondentes para pelo menos um subconjunto de uma pluralidade de juntas 29 de tubo ascendente formando a respectiva coluna 23 de tubos ascendentes. Observar que cada junta 29 de tubo ascendente não precisa ter um respectivo módulo de instrumento 91 anexado ao mesmo. Ainda adicionalmente, o método também pode incluir ou alternativamente pode incluir o envio de dados de histórico de carga de tubo ascendente no domínio de frequência para cada uma das várias juntas 29 de tubo ascendente, instaladas ao respectivo computador de bordo 41 localizado no local associado dos vários locais da embarcação carregando a respectiva junta 29 de tubo ascendente instalada.

[0097] É importante observar que embora as realizações da presente invenção tenham sido descritos no contexto de um sistema completamente funcional, aqueles versados na técnica considerarão que o mecanismo de ao menos porções da presente invenção e/ou seus aspectos são capazes de distribuição na forma de um meio legível por computador de instruções em uma variedade de formas para execução em um processador, processadores, ou semelhante, e que a presente invenção se aplica igualmente independentemente do tipo específico dos meios portando sinais usados para efetivamente realizar a distribuição. Exemplos de meios legíveis por computador incluem, mas não são limitados a: meios do tipo codificados permanentemente, não voláteis tais como memórias de leitura (ROMs), CD-ROMs, e DVD-ROMs, ou memórias apagáveis, eletricamente programáveis e de leitura (EEPROMs), meios do tipo gravável, tais como disquetes, unidades de disco rígido, CD-R/RWs, DVD-RAMs, DVD-R-RWs, DVD+R/RWs, unidades de memória flash, e outros tipos mais recentes de memórias, e meios do tipo transmissão tal como links de comunicação digital e analógica. Tais meios podem incluir instruções de operação e instruções de operação relacionadas aos produtos de programa de gerenciamento do ciclo de vida 120 de tubo

ascendente, ao produto de programa de gerenciamento de item 120' de tubo ascendente, ao produto de programa de gerenciamento ou tensão 170 de tubo, e às etapas de método executáveis por computador, descritas acima.

[0098] As modalidades da presente invenção provêm várias vantagens. Por exemplo, as realizações da presente invenção provêm um sistema incluindo um banco de dados central que pode ser usado pelo pessoal de manutenção e de campo para manter e comunicar informação crucial de tubo ascendente. Tal banco de dados central também pode vantajosamente prover visibilidade prematura do evento de próxima manutenção e planejá-los de acordo. O depósito dos dados de tubo ascendente marítimo vantajosamente pode resultar em algumas outras oportunidades para o gerenciamento e manutenção dos itens de desenvolvimento do campo marítimo. Por exemplo, a informação de histórico de carga de tubo ascendente pode ser usada para aperfeiçoar o modelo de junta de tubo ascendente, que é vinculado ao fato de se ter melhor conhecimento do histórico atual de carga de tubo ascendente. Adicionalmente, a informação de histórico de carga de tubo ascendente para uma determinada operação de perfuração ou produção, através de extrapolação ou por intermédio de um programa de análise de tubo ascendente separado, pode ser usada para prever a magnitude das cargas impostas ao sistema de cabeça de poço submarino. Essa informação, por sua vez, pode ser então usada para otimizar a configuração dos próximos poços submarinos na mesma área geral (isto é, desenvolvimento do mesmo campo). Realizações da presente invenção também podem vantajosamente permitir tolerância à falha substancial no subsistema que é considerado como mais vulnerável, isto é, o equipamento de telemetria de dados, em conjunto com recursos adicionais de tolerância à falha.

[0099] Realizações da presente invenção também proporcionam flexibilidade suficiente para comunicação através de itens de terceiros. Por

exemplo, o banco de dados pode reter os parâmetros essenciais do tensionador de tubo ascendente tal como curso e tensão aplicada do tubo ascendente. Tal integração de sistemas, em conjunto com os dados de carga em tempo real, pode permitir a manipulação direta do sistema de tensionamento de tubo ascendente para melhorar a performance e prolongar a vida útil das juntas de tubo ascendente.

[00100] Realizações do sistema podem notificar automaticamente o usuário sobre eventos de manutenção de rotina e não programados. Um evento de manutenção de rotina é aquele que é programado há algum tempo antecipadamente, mas pode ter sido auxiliado por informação de histórico de carga no banco de dados. Um evento de manutenção não programado é aquele associado a um incidente inesperado. Por exemplo, uma ou mais juntas de tubo ascendente, em uma coluna, que foram submetidas a um impacto direto por um furacão podem atingir um nível de acionamento de vida de fadiga preestabelecido, exigindo pelo menos uma inspeção da junta de tubo ascendente. Em tal cenário, o operador teria um elevado grau de certeza de que os itens restantes de tubo ascendente estão adequados para instalação marítima, reduzindo o tempo de paralisação associado à inspeção da coluna inteira de tubos ascendentes. Realizações do sistema também podem notificar automaticamente o usuário sobre os eventos de manutenção não apenas de rotina como também os não programados.

[00101] Esse pedido se relaciona e reivindica prioridade para o Pedido de Patente dos Estados Unidos 12/029.376, intitulado “Riser Lifecycle Management System, Program Product, and Related Methods”, depositado em 11 de fevereiro de 2008 e relacionado ao Pedido de Patente dos Estados Unidos 10/951.563, intitulado “System for Sensing Riser Motion”, depositado em 28 e setembro de 2004, agora Patente dos Estados Unidos 7.328.741, individualmente aqui incorporados integralmente mediante

referência.

[00102] Nos desenhos e no relatório descritivo, foi revelada uma realização típica preferida da invenção, e embora termos específicos sejam empregados, os termos serão usados apenas em um sentido descritivo e não tem o propósito de limitação. A invenção foi descrita em detalhe considerável com referência específica a essas realizações ilustradas. Será evidente, contudo, que diversas modificações e alterações podem ser feitas no espírito e escopo da invenção conforme descrito no relatório descritivo precedente. Por exemplo, embora a descrição se concentre principalmente na aplicação em plataformas de perfuração e tubos ascendentes de perfuração, realizações da presente invenção se aplicam igualmente às plataformas/tubos ascendentes de produção TLP e SPAR.

REIVINDICAÇÕES

1. SISTEMA DE GERENCIAMENTO DO CICLO DE VIDA DE TUBO ASCENDENTE (30), para monitorar e gerenciar uma pluralidade de itens de tubo ascendente marítimos que podem ser posicionados em uma ou mais embarcações (27) flutuantes separadas cada uma delas tendo um piso, um compartimento de poço (31) se estendendo através do mesmo, uma rede local de comunicação a bordo (43) transportada pela embarcação (27), e um computador de bordo (41) em comunicação com a rede de comunicação a bordo (43) local e incluindo um processador (45) e memória (47) acoplada ao processador (45, 55) para armazenar na mesma as instruções de operação, o sistema (30) caracterizado por compreender:

um sensor (73) de identificação de junta (29) de tubo ascendente posicionado no compartimento de poço (31) ou adjacente ao mesmo e acoplado operativamente à rede de comunicação (43);

várias juntas (29) de tubo ascendente que podem ser instaladas a partir da embarcação (27) para formar uma coluna (23) de tubos ascendentes, cada junta (29) de tubo ascendente incluindo um identificador de identificação (71); e

a memória (47) acoplada ao processador (45) tendo gravada instruções para monitorar e gerenciar os vários itens de tubo ascendente, para execução pelo computador de bordo (41), que compreendem as etapas de:

receber os dados de identificação de junta (29) de tubo ascendente a partir do sensor de identificação (73) de junta de tubo ascendente para cada uma das várias juntas (29) de tubo ascendente durante instalação a partir da embarcação (27) para formar a coluna (23) de tubos ascendentes; e

determinar uma localização de posição instalada relativa de cada uma das várias juntas (29) de tubo ascendente instaladas dentro da coluna (23) de tubos ascendentes respondendo os dados de identificação conjunta

recebidas dos tubos ascendentes.

2. SISTEMA (30), de acordo com a reivindicação 1, caracterizado por compreender ainda:

vários módulos de instrumento de medição (91) de junta (29) de tubo ascendente cada um deles posicionado para detectar uma carga imposta a uma junta (29) separada das várias juntas (29) de tubo ascendente, instaladas;

um receptor de dados (93) de carga de junta de tubo ascendente conectado à embarcação (27) na superfície ou adjacente à superfície do mar e acoplado operativamente com a rede local de comunicação (43) a bordo para receber os dados de carga para cada uma das várias juntas (29) de tubo ascendente, instaladas, a partir da pluralidade de módulos de instrumento de medição (91) de junta (29) de tubo ascendente; e em que

a memória (47) acoplada ao processador (45) tem gravada instruções, para execução pelo computador de bordo (41), que compreendem adicionalmente as etapas de:

receber os dados (93) de carga para cada uma das várias juntas (29) de tubo ascendente, instaladas a partir do receptor de dados (93) de junta de tubo ascendente,

monitorar a carga de cada uma das várias juntas (29) de tubo ascendente instaladas em resposta aos dados de carga providos pelos vários módulos de instrumento de medição (91) de junta de tubo ascendente,

estimar uma condição de carga de junta (29) de tubo ascendente para cada uma das várias juntas (29) de tubo ascendente instaladas em resposta aos dados de carga de uma ou mais das várias juntas (29) de tubo ascendente instaladas, e

prover um alarme responsivo à condição de carga estimada se aproximando de um modelo de operação ou envelope de serviço.

3. SISTEMA (30), de acordo com a reivindicação 2, caracterizado por compreender ainda:

pelo menos um banco de dados (49) que pode ser acessado pelo processador do computador de bordo (41) e armazenando informação de item para cada uma das várias juntas (29) de tubo ascendente instaladas a partir da embarcação (27), a informação de item compreendendo dados de identificação de junta de tubo ascendente, dados de localização e instalação de junta de tubo ascendente, e dados de histórico de carga de junta de tubo ascendente para cada uma das várias juntas (29) de tubo ascendente instaladas a partir da embarcação (27); e em que a memória (47) acoplada ao processador (45) tem gravada instruções, para execução pelo computador de bordo (41), que compreendem adicionalmente as etapas de:

detectar uma anomalia nos dados de carga de uma ou mais das várias juntas (29) de tubo ascendente instaladas quando existentes,

estimar o dano à pluralidade de juntas (29) de tubo ascendente instaladas em resposta aos dados de carga de uma ou mais juntas (29) de tubo ascendente instaladas, e

prover um alarme responsivo à detecção da anomalia ou do dano estimado excedendo um limite.

4. SISTEMA (30), de acordo com a reivindicação 2, caracterizado pelo fato de que:

a embarcação (27) inclui um sistema de tensionamento (35, 35') incluindo um controlador de tensionador (39) de tubo ascendente posicionado para controlar o tensionamento da coluna (23) de tubos ascendentes quando completamente instalada; e

a memória (47) acoplada ao processador (45) tendo gravada instruções para o gerenciamento de tensão de tubo ascendente, para execução pelo computador de bordo (41), para gerenciar a pluralidade de juntas (29) de

tubo ascendente instaladas a partir da embarcação (27), a memória (47) acoplada ao processador (45) tendo gravada instruções, para execução no computador de bordo (41), que compreendem adicionalmente as etapas de:

monitorar as configurações de tensão do sistema de tensionamento (35, 35'), a tensão aplicada ao tubo ascendente, e o curso do tensionador, e

prover dados para controlar automaticamente o ajuste das configurações de tensão do sistema de tensionamento (35, 35') para continuamente aplicar tensão ótima ao de tubo ascendente em resposta aos dados de carga.

5. SISTEMA (30), de acordo com a reivindicação 2, caracterizado pelo fato de que:

a embarcação (27) inclui um sistema de tensionamento (35, 35') incluindo um tensionador de tubo ascendente posicionado para controlar o tensionamento do tubo ascendente; e

a memória (47) acoplada ao processador (45) tendo gravada instruções de gerenciamento de tensão de tubo ascendente para gerenciar a pluralidade de juntas (29) de tubo ascendente instaladas a partir da embarcação (29), para execução no computador de bordo (41), em que as instruções compreendem adicionalmente as etapas de:

monitorar a carga de cada uma das várias juntas (29) de tubo ascendente instaladas em resposta aos dados de carga providos pelos vários módulos de instrumento de medição (91) de junta de tubo ascendente,

detectar uma condição de vibração induzida por vórtice iminente ou em andamento e sua localização aproximada ao longo de uma extensão da coluna (23) de tubos ascendentes, e

ajustar o tensionamento do tubo ascendente automaticamente para reduzir ou aliviar a vibração induzida por vórtice, detectada que sejam

sensíveis a ela.

6. SISTEMA (30), de acordo com a reivindicação 1, caracterizado por compreender ainda:

ao menos um computador para gerenciar remotamente as juntas (29) de tubo ascendente para uma pluralidade de locais de embarcação separados definindo um servidor de gerenciamento do ciclo de vida (51) de tubo ascendente, o servidor de gerenciamento do ciclo de vida (51) de tubo ascendente tendo um processador (55) e memória (57) acoplada ao processador (55) para armazenar na mesma as instruções de operação;

uma rede de comunicação global proporcionando uma via de comunicação entre o computador de bordo (41) e o servidor de gerenciamento do ciclo de vida (51) de tubo ascendente para permitir a transferência de informação de item de tubo ascendente entre o computador de bordo (41) e o servidor de gerenciamento do ciclo de vida (51) de tubo ascendente; e

a memória (57) do servidor de gerenciamento do ciclo de vida (51) de tubo ascendente tendo gravada instruções para gerenciar uma pluralidade de ativos de tubo ascendente posicionados em uma pluralidade de locais de embarcação separados, a memória (57) do servidor de gerenciamento do ciclo de vida (51) tendo gravada instruções, para execução pelo servidor de gerenciamento de ciclo de vida (51) de tubo ascendente, que compreendem adicionalmente as etapas de:

receber os dados de localização e instalação de junta de tubo ascendente para as várias juntas (29) de tubo ascendente instaladas,

receber os dados de histórico de carga de junta de tubo ascendente para as várias juntas de tubo ascendente instaladas a partir do computador de bordo (41),

transformar os dados de histórico de carga recebidos no domínio de tempo a partir do computador de bordo (41) em dados históricos de carga

no domínio de frequência; e

enviar os dados de histórico de carga de tubo ascendente no domínio de frequência para o computador de bordo (41).

7. SISTEMA (30), de acordo com a reivindicação 6, caracterizado pelo fato de que a memória (57) acoplada ao processador (55) tem gravada instruções, para execução pelo servidor de gerenciamento de ciclo de vida (51), que compreendem adicionalmente as etapas de:

determinar a fadiga de cada uma das várias juntas (29) de tubo ascendente instaladas em resposta aos dados de histórico de carga de junta de tubo ascendente recebidos;

estimar a vida de fadiga restante em resposta aos dados históricos de carga de junta de tubo ascendente recebidos e propriedades do material de junta de tubo ascendente;

programar os eventos de manutenção de rotina para cada uma das várias juntas (29) de tubo ascendente instaladas; e

programar eventos de manutenção não programados em resposta a uma anomalia de histórico de carga nos dados de histórico de carga de junta de tubo ascendente resultando no engajamento de um nível de acionamento de vida de fadiga preestabelecido exigindo inspeção.

8. SISTEMA (30), de acordo com a reivindicação 6, caracterizado por compreender ainda:

um depósito de dados (63) que pode ser acessado pelo processador (55) do servidor de gerenciamento do ciclo de vida (51) de tubo ascendente e incluindo ao menos um banco de dados (65) armazenando informação de item para uma pluralidade de juntas (29) de tubo ascendente instaladas em uma pluralidade de locais de embarcação separados, a informação de item compreendendo seus dados de identificação de junta de tubo ascendente, dados de localização e instalação de junta de tubo

ascendente, e dados de histórico de carga de junta de tubo ascendente para a pluralidade de juntas (29) de tubo ascendente empregadas nos vários locais de embarcação separados, e em que:

a memória (57) acoplada ao processador (55) tem gravada instruções, para execução pelo servidor de gerenciamento do ciclo de vida de tubo ascendente (51), que compreendem adicionalmente as etapas de:

construir virtualmente uma configuração de coluna (23) de tubos ascendentes de qualquer uma das várias juntas de tubo ascendente instaladas em qualquer um dos vários locais de embarcação separados em resposta aos dados de localização e instalação de junta de tubo ascendente associados com a coluna (23) de tubos ascendentes; e

prever uma magnitude de uma carga imposta a um sistema de cabeça de poço submarino associado com a respectiva coluna (23) de tubos ascendentes, em resposta aos dados de histórico de carga de tubo ascendente correspondentes para ao menos um subconjunto das várias juntas de tubo ascendente formando a respectiva coluna (23) de tubos ascendentes.

9. MÉTODO PARA MONITORAR E GERENCIAR UMA PLURALIDADE DE ITENS DE TUBO ASCENDENTE MARÍTIMOS, o método caracterizado por compreender as etapas de:

receber os dados de identificação de junta (29) de tubo ascendente a partir de um sensor de identificação (73) de junta de tubo ascendente posicionado dentro de um compartimento de poço (31), para cada uma das várias juntas de tubo ascendente durante a instalação a partir da embarcação (27) para formar uma coluna (23) de tubos ascendentes marítima, cada uma das várias juntas (29) de tubo ascendente tendo sinais que podem ser lidos por um sensor de identificação (73) de junta de tubo ascendente para identificar separadamente cada uma das várias juntas de tubo ascendente em relação umas às outras da pluralidade de juntas (29) de tubo ascendente; e

determinar uma localização de posição instalada relativa de cada uma das várias juntas de tubo ascendente instaladas a partir da embarcação para formar a coluna (23) de tubos ascendentes marítimos, o posicionamento de localização relativa incluindo uma instalação de localização relativa no interior da coluna (23) dos tubos ascendentes marítimos quando instalado.

10. MÉTODO, de acordo com a reivindicação 9, caracterizado por compreender ainda as etapas de:

receber dados de carga para cada uma das várias juntas de tubo ascendente a partir de uma pluralidade de módulos de instrumento de medição (91) de junta de tubo ascendente;

monitorar a carga de cada uma das várias juntas de tubo ascendente instaladas em resposta aos dados de carga providos pelos vários módulos de instrumento de medição (91) de junta de tubo ascendente;

estimar uma condição de carga de junta (29) de tubo ascendente para cada uma das várias juntas de tubo ascendente instaladas em resposta aos dados de carga de uma ou mais das várias juntas de tubo ascendente instaladas; e

prover um alarme responsivo à condição de carga estimada se aproximando de um modelo de operação ou envelope de serviço de uma ou mais das várias juntas de tubo ascendente instaladas.

11. MÉTODO, de acordo com a reivindicação 9, caracterizado por compreender ainda as etapas de:

receber os dados de carga para cada uma das várias juntas de tubo ascendente a partir de uma pluralidade de módulos de instrumento de medição (91) de junta de tubo ascendente;

monitorar a carga de cada uma das várias juntas de tubo ascendente instaladas em resposta aos dados de carga providos pelos vários módulos de instrumento de medição (91) de junta de tubo ascendente;

estimar o dano por fadiga às várias juntas de tubo ascendente instaladas em resposta aos dados de carga de uma ou mais das várias juntas de tubo ascendente instaladas; e

prover um alarme responsivo ao dano por fadiga estimado excedendo um limite operacional pré-selecionado.

12. MÉTODO, de acordo com a reivindicação 9, caracterizado por compreender ainda as etapas de:

receber os dados de carga para cada uma das várias juntas de tubo ascendente a partir de uma pluralidade de módulos de instrumento de medição (91) de junta de tubo ascendente;

monitorar a carga de cada uma das várias juntas de tubo ascendente instaladas em resposta aos dados de carga providos pelos vários módulos de instrumento de medição (91) de junta de tubo ascendente;

detectar uma anomalia nos dados de carga de uma ou mais das várias juntas de tubo ascendente instaladas quando existentes; e

prover um alarme responsivo à detecção da anomalia.

13. MÉTODO, de acordo com a reivindicação 9, caracterizado por compreender ainda as etapas de:

receber os dados de carga para cada uma das várias juntas de tubo ascendente a partir de uma pluralidade de módulos de instrumento de medição (91) de junta de tubo ascendente;

monitorar a carga de cada uma das várias juntas de tubo ascendente instaladas em resposta aos dados de carga providos pelos vários módulos de instrumento de medição (91) de junta de tubo ascendente;

monitorar as configurações de tensão do sistema de tensionamento, tensão aplicada ao tubo ascendentes, e curso do tensionador;

e

prover os dados para controlar o ajuste das configurações de

tensão do sistema de tensionamento para automaticamente continuamente aplicar tensão ótima ao tubo ascendente em resposta aos dados de carga.

14. MÉTODO PARA MONITORAR E GERENCIAR VÁRIOS ITENS DE TUBO ASCENDENTE, o método caracterizado por compreender as etapas de:

determinar uma localização de posição instalada relativa de cada uma das várias juntas de tubo ascendente instaladas a partir de uma embarcação para formar uma coluna (23) de tubos ascendentes marítima, o posicionamento de localização relativa incluindo uma instalação de localização relativa no interior da coluna (23) dos tubos ascendentes marítimos quando instalado de cada uma das várias juntas de tubo ascendente tendo sinais legíveis por um sensor de identificação de junta de tubo ascendente para identificar separadamente cada uma das várias juntas de tubo ascendente uma das outras da pluralidade de juntas (29) de tubo ascendente durante instalação submarina das mesmas;

receber os dados de carga para cada uma das várias juntas de tubo ascendente instaladas a partir de uma pluralidade dos módulos de instrumento de medição (91) de junta de tubo ascendente conectados a pelo menos um subconjunto das várias juntas de tubo ascendente instaladas;

monitorar a carga de cada uma das várias juntas de tubo ascendente instaladas em resposta aos dados de carga providos pelos vários módulos de instrumento de medição (91) de junta de tubo ascendente;

estimar uma condição de carga de junta de tubo ascendente para cada uma das várias juntas de tubo ascendente instaladas em resposta aos dados de carga de uma ou mais das várias juntas de tubo ascendente instaladas; e

prover um alarme responsivo à condição de carga estimada se aproximando de um modelo de operação ou envelope de serviço para uma ou

mais das várias juntas de tubo ascendente instaladas.

15. MÉTODO, de acordo com a reivindicação 14, caracterizado por compreender ainda as etapas de:

detectar uma condição de vibração induzida por vórtice iminente ou em andamento e seu local aproximado ao longo de uma extensão da coluna (23) de tubos ascendentes; e

ajustar o tensionamento da coluna (23) de tubos ascendentes para reduzir ou aliviar a condição de vibração induzida por vórtice, detectada.

16. MÉTODO, de acordo com a reivindicação 14, caracterizado por compreender ainda a etapa de enviar os dados de localização de instalação de junta de tubo ascendente e os dados de carga e localização de posição instalada, relativos para a pluralidade de juntas (29) de tubo ascendente instaladas para um depósito de banco de dados central localizado distante da embarcação e adaptado para receber tais dados a partir de uma pluralidade de embarcações cada uma delas instalando as juntas (29) de tubo ascendente formando uma ou mais colunas (23) de tubos ascendentes.

17. MÉTODO PARA MONITORAR E GERENCIAR UMA PLURALIDADE DE ITENS DE TUBO ASCENDENTE, posicionados em um ou mais locais de embarcação separados, o método caracterizado por compreender as etapas de:

receber os dados de localização e instalação de junta (29) de tubo ascendente para cada uma das várias juntas de tubo ascendente instaladas, cada junta de tubo ascendente instalada em um de vários locais de embarcação separados carregando a respectiva junta de tubos ascendentes, a posição de localização relativa incluindo uma instalação de localização de posição relativa no interior da coluna (23) dos tubos ascendentes operativamente suportado por respectivamente, vários locais separados da embarcação (27) quando instalado nele. Cada local de embarcação separado

tendo um computador de bordo (41);

receber os dados de histórico de carga de junta de tubo ascendente por um servidor remoto de gerenciamento do ciclo de vida (51) do tubo ascendente para cada uma das várias juntas de tubo ascendente empregadas na pluralidade de locais de embarcação separados a partir de um computador de bordo (41) associado;

transformar os dados de histórico de carga de junta de tubo ascendente recebidos no domínio de tempo em dados de histórico de carga no domínio de frequência; e

determinar um nível de dano de cada uma das várias juntas de tubo ascendente instaladas em resposta a pelo menos um dos seguintes: dados de histórico de carga de junta de tubo ascendente recebidos ou os dados de histórico de carga de junta de tubo ascendente transformados.

18. MÉTODO, de acordo com a reivindicação 17, caracterizado por compreender ainda as etapas de:

estimar a vida útil em serviço da junta (29) de tubo ascendente restante em resposta às propriedades de material de junta (29) de tubo ascendente para cada respectiva junta (29) de tubo ascendente e pelo menos um dos seguintes: os dados de histórico de carga de junta de tubo ascendente, recebidos ou os dados de histórico de carga de junta de tubo ascendente transformados;

programar os eventos de manutenção de rotina para cada uma das várias juntas de tubo ascendente instaladas; e

programar os eventos de manutenção não programados em resposta a uma anomalia de histórico de carga nos dados de histórico de carga de junta (29) de tubo ascendente, recebidos resultando no engajamento de um nível de acionamento de vida operacional preestabelecido exigindo inspeção.

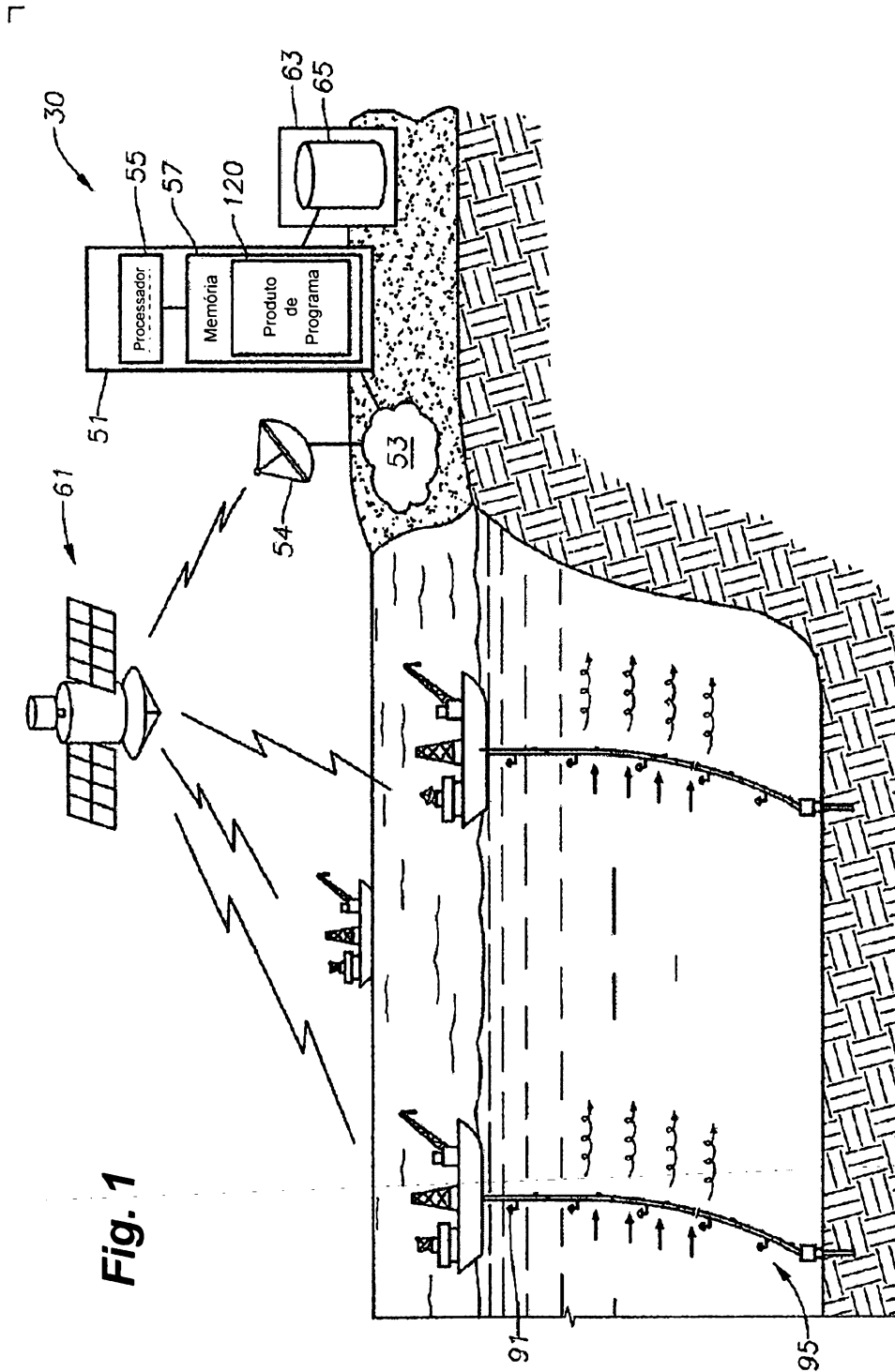
19. MÉTODO, de acordo com a reivindicação 17,

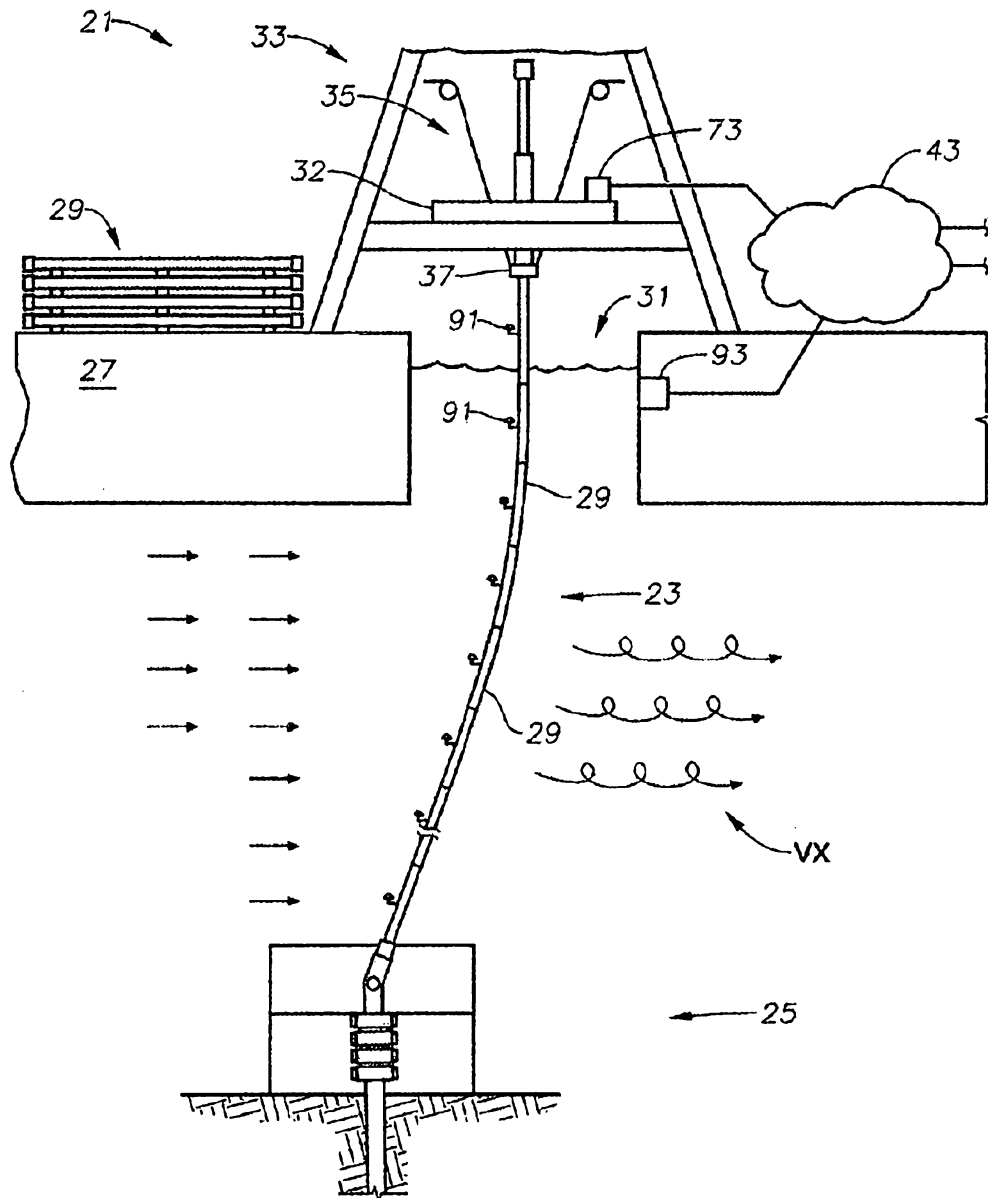
caracterizado por compreender as etapas de:

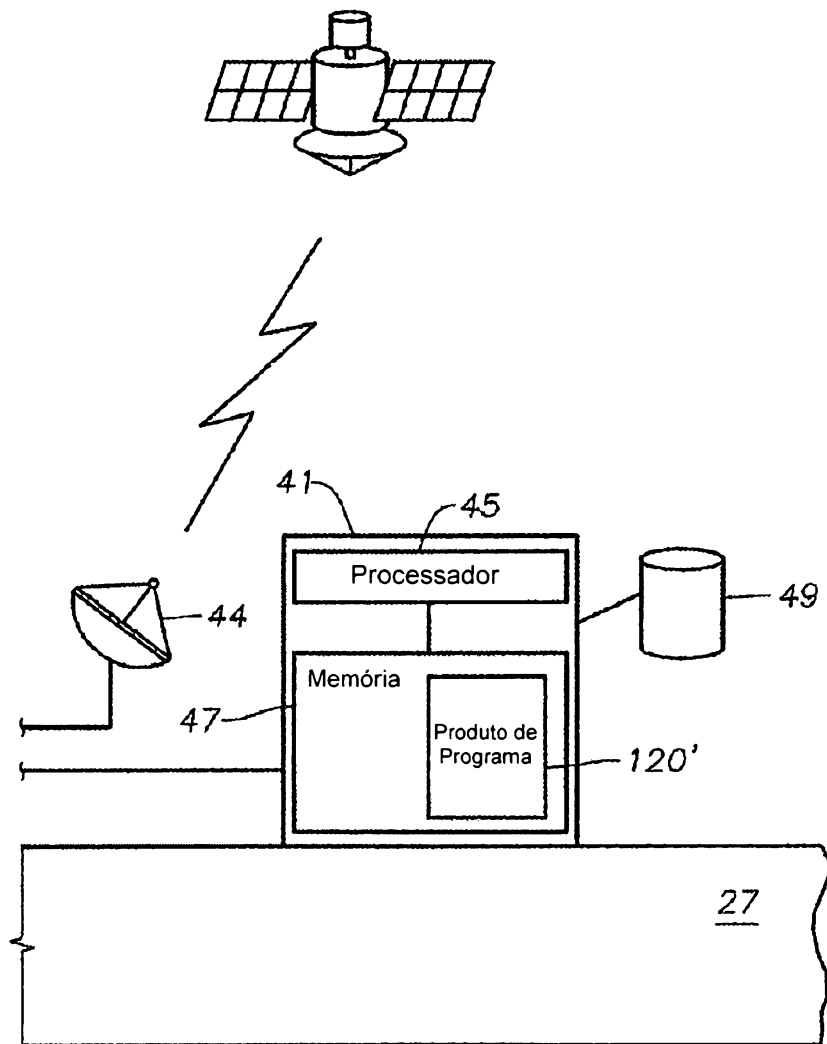
virtualmente construir uma configuração de coluna (23) de tubos ascendentes de qualquer uma das várias juntas de tubo ascendente instaladas em qualquer um dos vários locais de embarcação separados em resposta aos dados de localização e instalação de junta de tubo ascendente associados à respectiva coluna (23) de tubos ascendentes, e

prever uma magnitude de uma carga imposta a um sistema de cabeça de poço submarino associado à respectiva coluna (23) de tubos ascendentes, em resposta aos dados de histórico de carga de tubo ascendente, correspondentes para ao menos um subconjunto de uma pluralidade de juntas (29) de tubo ascendente formando a respectiva coluna (23) de tubos ascendentes.

20. MÉTODO, de acordo com a reivindicação 17, caracterizado por compreender ainda a etapa de transformar os dados de histórico de carga de junta (29) de tubo ascendente recebidos no domínio de tempo em dados de histórico de carga no domínio de frequência, é executada em uma localização remota a partir de vários locais separados da embarcação (27), o método compreende a etapa de enviar os dados de histórico de carga de tubo ascendente no domínio de frequência para cada uma das várias juntas de tubo ascendente instaladas ao computador de bordo (41) respectivo localizado no local associado da pluralidade de locais de embarcação carregando a respectiva junta (29) de tubo ascendente instalada.



**Fig. 2A**

**Fig. 2B**

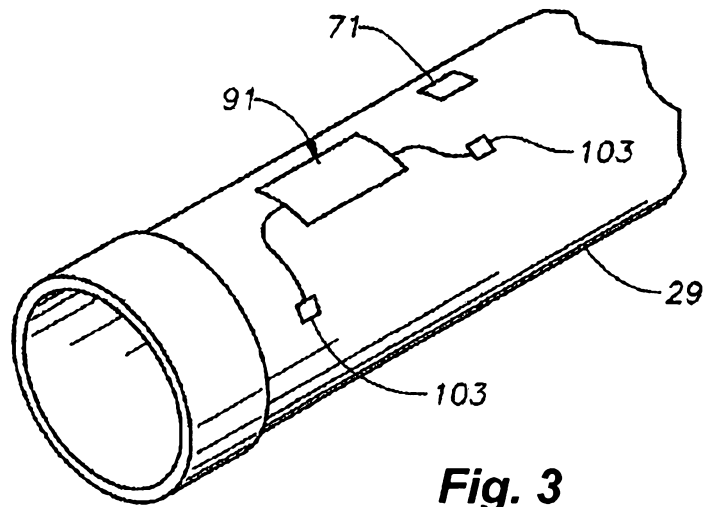


Fig. 3

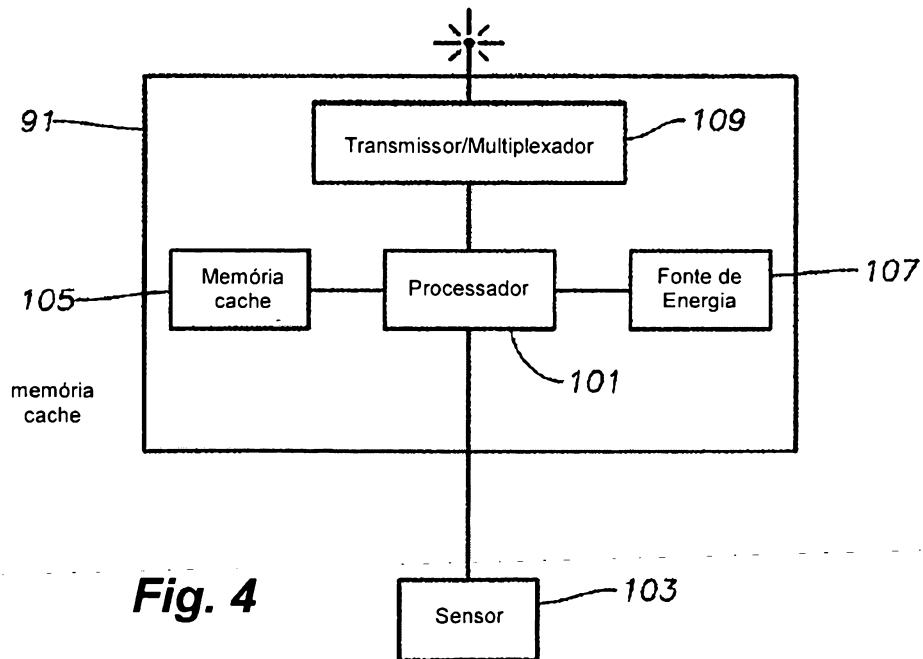
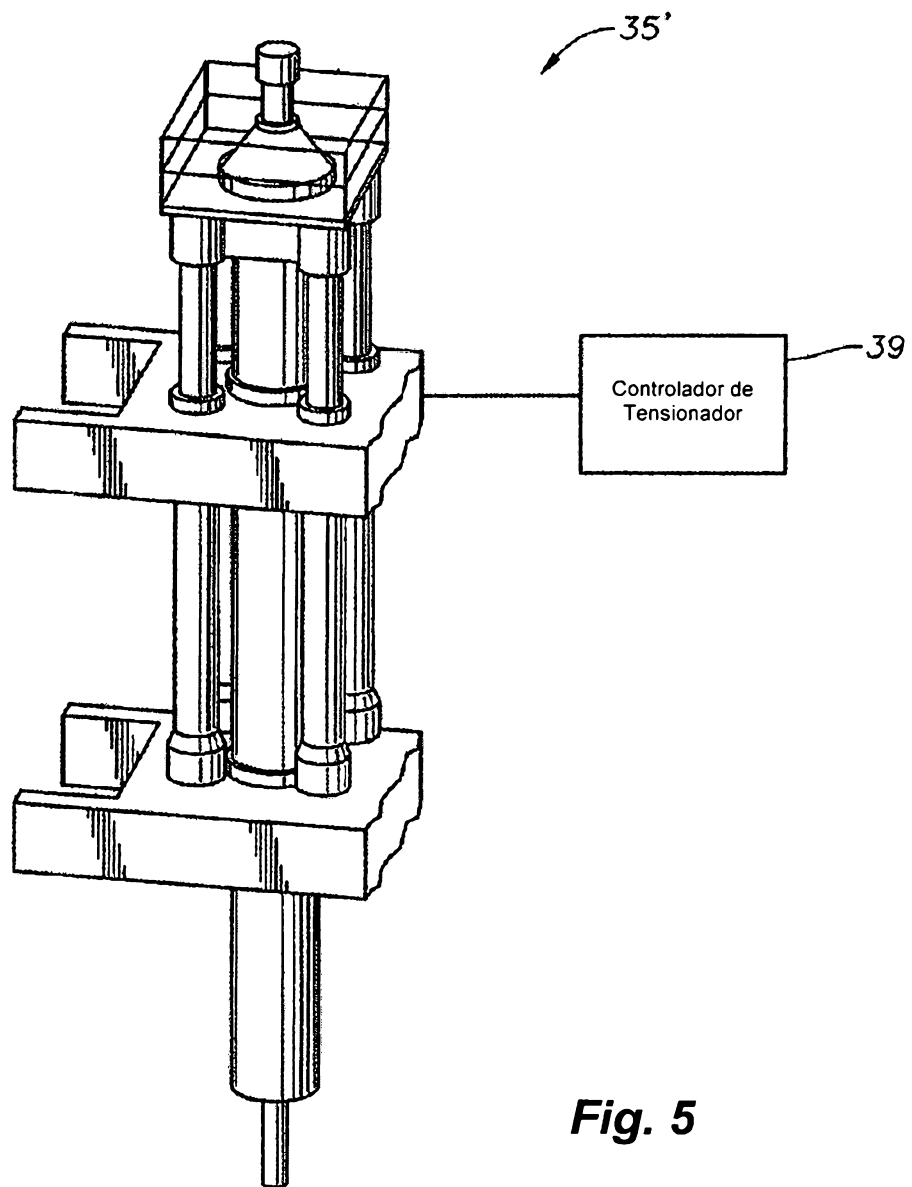


Fig. 4

**Fig. 5**

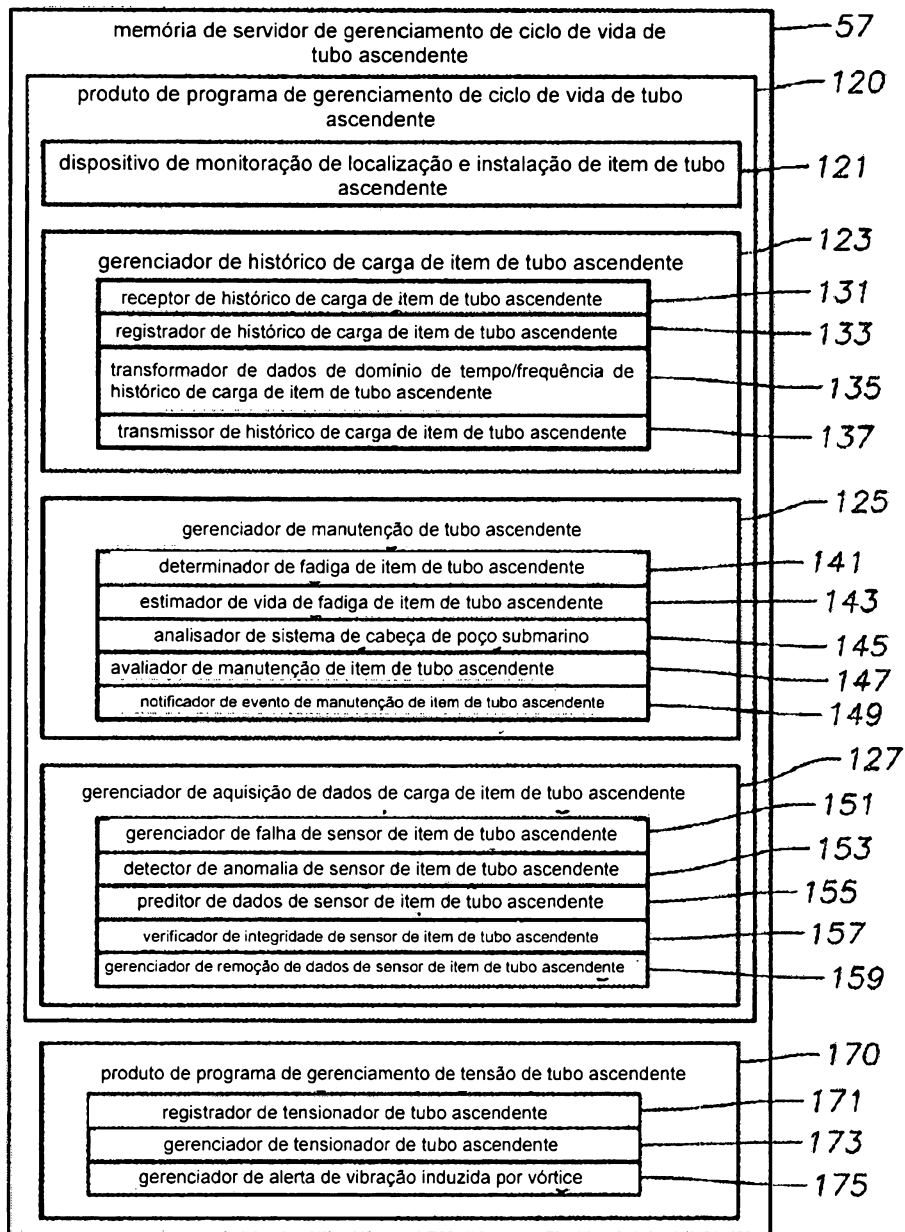


Fig. 6

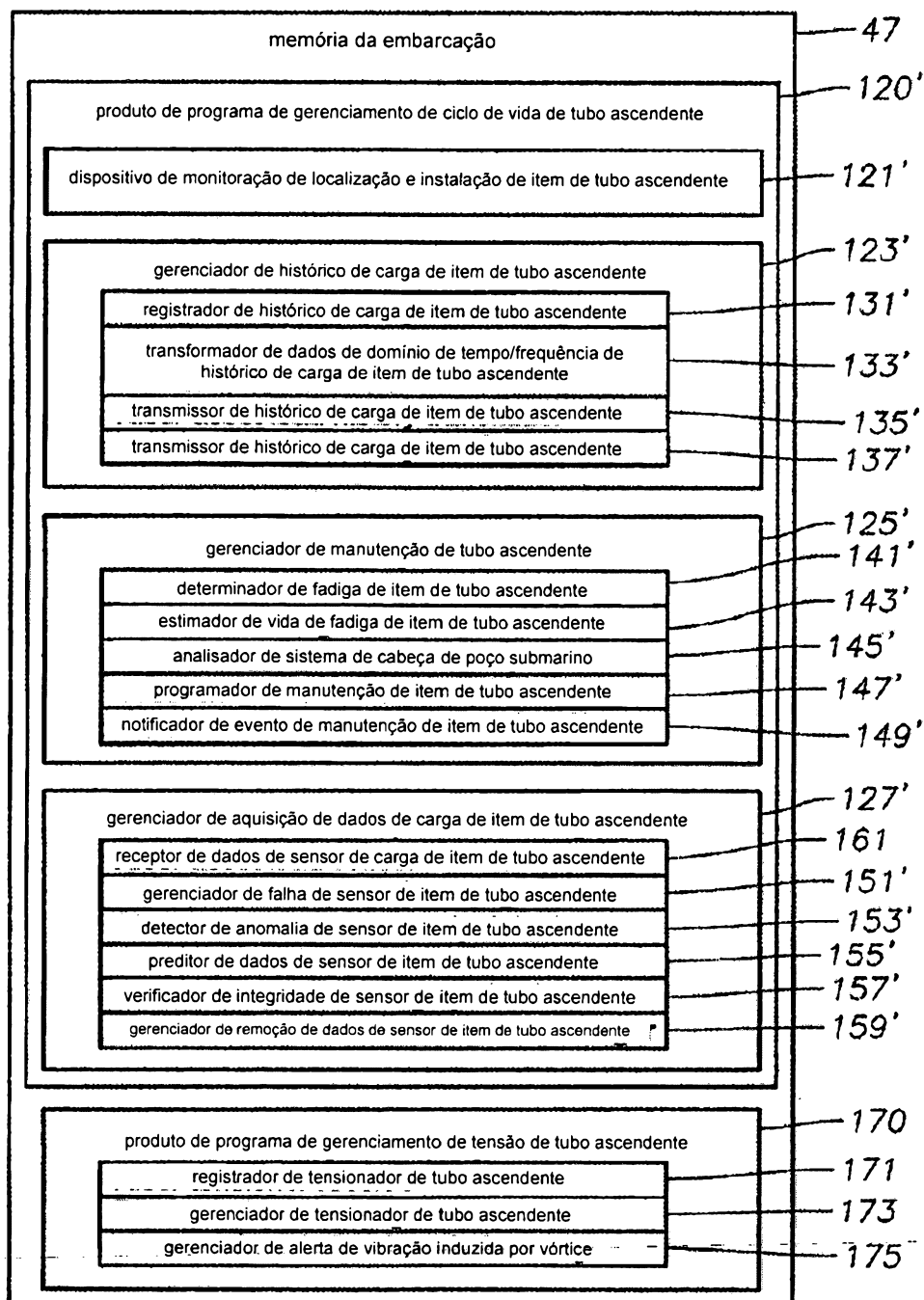


Fig. 7