



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

(11) PI 0620876-2 B1

(22) Data do Depósito: 20/11/2006

(45) Data de Concessão: 02/01/2018



(54) Título: MÉTODO ASSOCIADO COM A AVALIAÇÃO DE LIMITES DE DESEMPENHO DE CONEXÕES ROSQUEADAS, MÉTODO ASSOCIADO COM A PRODUÇÃO DE HIDROCARBONETOS, E, MÉTODO ASSOCIADO COM A AVALIAÇÃO DE CONEXÕES ROSQUEADAS

(51) Int.Cl.: G01F 19/00; G01B 3/44; G01B 3/52; G01L 1/00; G01L 3/00; G01L 5/00

(30) Prioridade Unionista: 20/01/2006 US 60/760737

(73) Titular(es): EXXONMOBIL UPSTREAM RESEARCH COMPANY

(72) Inventor(es): A.S. DAVID KHEMAKHEM; DAVID A. BAKER; JASON A. BURDETTE; BRUCE A. DALE; ISAMIL CEYHAN; JAMES POWERS; JAMES H. MYERS; MARCUS ASMANN; MARK W. BIEGLER; JOHN W. MOHR

“MÉTODO ASSOCIADO COM A AVALIAÇÃO DE LIMITES DE DESEMPENHO DE CONEXÕES ROSQUEADAS, MÉTODO ASSOCIADO COM A PRODUÇÃO DE HIDROCARBONETOS, E, MÉTODO ASSOCIADO COM A AVALIAÇÃO DE CONEXÕES ROSQUEADAS”

CAMPO DA INVENÇÃO

[0001] Esta invenção é relativa genericamente a um método para avaliar limites de desempenho de um grupo de conexões rosqueadas que têm características similares. De maneira mais particular esta invenção é relativa a métodos para conduzir esta avaliação em um grupo de conexões rosqueadas associadas com um fator de desempenho característico com teste físico limitado das conexões rosqueadas, particularmente associado com a avaliação de limites de desempenho de conexões rosqueadas, com a produção de hidrocarbonetos, e, com a avaliação de conexões rosqueadas.

FUNDAMENTOS

[0002] A produção de hidrocarbonetos tais como petróleo e gás tem sido realizada por numerosos anos. Para produzir estes hidrocarbonetos um sistema de produção pode utilizar diversos dispositivos, tais como elementos tubulares dentro de um poço. Tipicamente, os elementos tubulares são colocados dentro do fundo de poço para fornecer suporte estrutural e isolamento em zonas, e permitir comunicação entre formações subterrâneas e instalações de superfície. Isto é, os elementos tubulares podem fornecer trajetos de escoamento para fluidos de formação tais como hidrocarbonetos dentro do furos de poço e para instalações localizadas na superfície. Quando estes elementos tubulares são seções individuais de tubos, dois ou mais elementos tubulares podem ser unidos juntos por meio de conexões rosqueadas ou soldas para fornecer esta funcionalidade dentro de um poço.

[0003] Para as conexões rosqueadas duas classificações distintas são utilizadas, que são API (American Petroleum Institute) e conexões “premium”. Conexões API se apóiam tipicamente no aprisionamento de composto de rosca em trajetos rosqueados helicoidais para proporcionar selabilidade. Ver as Patentes U.S. Nos. 5.411.301 e 5.212.885. Alternativamente, conexões “premium” tipicamente se

apoiam em uma selagem de metal com metal formada nas conexões rosqueadas para proporcionar selabilidade. Ver a Patente U.S. 6.041.487. Estas selagens de metal com metal são integradas ao projeto dos conectores dos elementos tubulares.

[0004] A despeito da classificação, conexões rosqueadas em um furo de poço são genericamente projetadas para manter a integridade estrutural e desempenho de selabilidade durante a vida do poço por diversas razões ambientais e de segurança. Por exemplo, selabilidade é uma característica de desempenho da conexão rosqueada que descreve como o reservatório pressurizado ou fluido de injeção são contidos dentro do elemento tubular. Desempenho de selabilidade das conexões rosqueadas é afetado, entre outras coisas, pelos fluidos que estão sendo transportados, temperatura, pressão, cargas de tração e compressão, dobramento, acabamento superficial, composto de rosca, propriedades do material base, geometria da conexão, torque de constituição e outros fatores. Também as conexões rosqueadas são expostas a diferentes condições durante composição, durante colocação no furo de poço e/ou durante carregamento cíclico de produção e injeção. Como tal, selabilidade é uma medida de desempenho que pode ser avaliada durante a avaliação das conexões rosqueadas formadas por diferentes elementos tubulares.

[0005] Diversos métodos podem ser utilizados para avaliar o desempenho das conexões rosqueadas. Um método para avaliar desempenho de uma conexão rosqueada testar fisicamente a conexão rosqueada sob possíveis condições esperadas durante seu tempo de vida. Para este método, algum entendimento antecipado de operações de campo deveria ser considerado para fornecer resultados de desempenho que reflitam de maneira precisa o ambiente no qual a conexão rosqueada provavelmente vai experimentar. Devido à complexidade, teste físico é caro e consumidor de tempo, levando muitas vezes diversos meses para completar com custos de diversas centenas de milhares de dólares.

[0006] Um segundo método para avaliar desempenho de uma conexão rosqueada pode incluir a análise de elementos finitos (AEF). AEF pode avaliar as características de contato de aspectos de conexão, isto é, selagens de metal com

metal, roscas, etc., bem como a resposta de tensão-deformação da conexão rosqueada sob condições variáveis de carga. Embora o método AEF seja genericamente econômico e não consumidor de tempo, avaliar o desempenho de conexão rosqueada baseado unicamente em critérios computacionais pode ser enganador. Por exemplo, o método AEF não captura micro-mecanismos, tais como interações superficiais durante a composição. Em algumas avaliações um falso positivo é alcançado indicando que os critérios computacionais são atendidos para uma carga específica, porém teste de físico subsequente indica que a conexão rosqueada não alcança o desempenho predito. Em outras avaliações o teste físico pode revelar desempenho adequado enquanto os critérios computacionais do método AEF não furo satisfeitos. Finalmente, embora AEF possa ser utilizado para avaliar resposta de tensão-deformação, ele não pode ser utilizado para avaliar de maneira explícita o impacto de certos parâmetros, tais como o composto de rosca e acabamento superficial no desempenho. Como tal, embora utilizar apenas o método AEF para avaliar desempenho de conexão rosqueada reduz a quantidade de tempo e o custo para identificar conexões rosqueadas candidatas para uma dada aplicação, as conexões rosqueadas individuais são, genericamente, cada uma testada fisicamente para assegurar desempenho adequado.

[0007] Um terceiro método para avaliar desempenho de uma conexão rosqueada é AEF em constituição com teste físico limitado. Ver Hilbert e outros, "Evaluation of Premium Threaded Connections Using Finite-Element Analysis and Full-Scale Testing" SPE 23904 (1992). Este método utiliza um programa de teste padronizado para verificar a integridade das conexões rosqueadas. Um resultado deste tipo de avaliação é tipicamente válido para qualquer aplicação (isto é, não é específico para um poço individual ou condição de carregamento). Contudo, extrapolar os resultados de um programa de teste de uma geometria de conexão (isto é, diâmetro e espessura de parede) para uma outra geometria diferente é desafiador e problemático. Em adição, o custo associado com a avaliação de desempenho de conexões rosqueadas geometricamente similares é elevado.

[0008] Um exemplo deste método inclui a utilização comercial de critérios AEF

para avaliar a selabilidade nos Estados Unidos em 2004. Nesta utilização os critérios de selabilidade furo desenvolvidos a partir de comparações de comportamento de selagem contra comportamento de vazamento apresentado durante teste físico com comportamento predito por AEF. Os critérios AEF furo então aplicados aos resultados AEF a partir de avaliações de conexão subseqüentes para avaliar combinações de carga e pressão nas quais desempenho de selabilidade adequado era esperado. Estes resultados furo então colocados em um banco de dados e utilizados para tomar decisões comerciais a respeito de compras de equipamento.

[0009] Além disto, embora a abordagem descrita acima tenha tipicamente sido utilizada para a avaliação de conexões rosqueadas individuais, ela também foi aplicada em 2004 para a avaliação de grupos de conexões nos EUA. Nesta aplicação teste físico foi realizado em conexões rosqueadas em extremos geométricos de um grupo. Os resultados AEF furo utilizados para finalidades comerciais para ajudar em interpolação de selabilidade entre estes extremos para outras conexões rosqueadas. Estes resultados furo então colocados em um banco de dados e utilizados para tomar decisões comerciais a respeito de compras de equipamento.

[0010] Limitações dos métodos de avaliação precedentes incluem (1) a falta de selabilidade adequada para as conexões rosqueadas individuais; e (2) a despesa ou tempo consumido pelos métodos. Também conexões rosqueadas contidas no grupo de avaliação não furo selecionadas com base em qualquer critério para assegurar que seus limites de desempenho individual deveriam ser similares a outras conexões rosqueadas no grupo. Como tal, existe a necessidade por um método para avaliar um grupo de conexões rosqueadas com a especificidade de teste de físico, simplicidade de teste AEF e a clareza de limites de desempenho que considerem os diversos fatores que governam o desempenho de conexão.

[0011] Outro material relacionado pode ser encontrado pelo menos na Publicação de Pedido de Patente U.S. 2003/0178847; Patente U.S. 6.607.220, Patente U.S. 6.636.598, Patente U.S. 6.176.524, Patente U.S. 6.123.368, Patente U.S. 6.041.487, Patente U.S. 5.895.079, Patente U.S. 5.689.671, Patente U.S.

5.661.888, Patente U.S. 5.411.301, Patente U.S. 5.212.885, Patente U.S. 4962.579, e Patente U.S. 4.707.001.

SUMÁRIO

[0012] Em uma configuração, um método associado com a avaliação de limites de desempenho de conexões rosqueadas está descrito. Neste método, constituintes de um grupo de avaliação de conexões rosqueadas são determinados por meio de análise de modelo na qual o grupo de avaliação inclui uma primeira pluralidade das conexões rosqueadas e uma segunda pluralidade das conexões rosqueadas. Então, é conduzido teste físico na primeira pluralidade de conexões rosqueadas no grupo de avaliação. A análise de modelagem na primeira pluralidade de conexões rosqueadas e na segunda pluralidade de conexões rosqueadas é realizada, na qual a segunda pluralidade de conexões rosqueadas não é fisicamente testada. Uma vez modelados, os resultados do teste físico e a análise de modelagem são comparados para avaliar um fator de desempenho característico para a primeira pluralidade de conexões rosqueadas. Então, o fator de desempenho característico é aplicado à segunda pluralidade de conexões rosqueadas e os limites de desempenho são definidos com base neste fator de desempenho característico.

[0013] Em uma configuração alternativa, um método associado com a produção de hidrocarbonetos é descrito. Este método inclui avaliar um grupo de avaliação de conexões rosqueadas, no qual uma primeira pluralidade de conexões rosqueadas no grupo de avaliação e uma segunda pluralidade de conexões rosqueadas no grupo de avaliação são analisadas por meio de uma análise de modelagem e somente a primeira pluralidade das conexões rosqueadas no grupo de avaliação é fisicamente testada; obter elementos tubulares com base na avaliação das conexões rosqueadas; instalar os elementos tubulares dentro do furo de poço; produzir fluido de formação a partir dos elementos tubulares.

[0014] Em uma segunda configuração alternativa, um método associado com a avaliação de conexões rosqueadas é descrito. O método inclui conduzir teste físico em uma primeira pluralidade das conexões rosqueadas em um grupo de avaliação; realizar análises de modelagem na primeira pluralidade de conexões

rosqueadas e em uma segunda pluralidade de conexões rosqueadas no grupo de avaliação, no qual a segunda pluralidade de conexões rosqueadas não é testada fisicamente; comparar resultados do teste físico e da análise de modelagem para avaliar um fator de desempenho para a primeira pluralidade de conexões rosqueadas, no qual o fator de desempenho é pelo menos um dentre fator de integridade estrutural, fator de resistência a esfoladura, fator de resistência ambiental, fator de resistência à fadiga e qualquer constituição dos mesmos; aplicar o fator de desempenho à segunda pluralidade de conexões rosqueadas; e definir os limites de desempenho com base neste fator de desempenho característico.

BREVE DESCRIÇÃO DOS DESENHOS

[0015] O que precede e outras vantagens da técnica presente podem se tornar evidentes da leitura da descrição detalhada a seguir e de referência aos desenhos nos quais:

[0016] A Figura 1 é um sistema de produção tomado como exemplo de acordo com certos aspectos da presente técnica;

[0017] As Figuras 2A-2B são vistas tomadas como exemplo de dois elementos tubulares utilizados no sistema de produção da Figura 1 sendo acoplados juntos com uma selagem metal com metal;

[0018] A Figura 3 é um fluxograma tomado como exemplo da seleção e utilização de elementos tubulares para o sistema de produção da Figura 1 de acordo com aspectos das técnicas presentes;

[0019] A Figura 4 é um fluxograma tomado como exemplo do processo de avaliação utilizado no fluxograma da Figura 3 de acordo com aspectos das técnicas presentes; e

[0020] A Figura 5 é um gráfico de conexões rosqueadas diferentes e uma envoltória formada pelo processo da Figura 4 de acordo com certos aspectos das presentes técnicas.

DESCRIÇÃO DETALHADA

[0021] Na descrição detalhada a seguir, as configurações específicas da

presente invenção estão descritas em conexão com suas configurações preferenciais. Contudo, na extensão em que a descrição a seguir é específica para uma configuração particular ou uma utilização particular das presentes técnicas, é intenção ser somente ilustrativa e meramente fornecer uma descrição concisa das configurações tomadas como exemplo. Conseqüentemente, a invenção não está limitada às configurações específicas descritas abaixo, mas ao invés disto a invenção inclui todas as alternativas, modificações e equivalentes que caem dentro do verdadeiro escopo das reivindicações anexas.

[0022] A presente técnica descreve um método de utilizar um fator de desempenho característico, tal como o fator de selabilidade para auxiliar na avaliação das conexões rosqueadas. Sob as presentes técnicas, modelagem tal como a análise de elementos finitos pode ser realizada nas conexões rosqueadas para identificar constituintes de um grupo de avaliação. Então a análise de elementos finitos adicional é utilizada para cada conexão rosqueada no grupo de avaliação enquanto somente um número limitado de conexões rosqueadas dentro deste grupo é fisicamente testado. Os resultados ou dados a partir dos testes físicos e da análise de elementos finitos são utilizados para confirmar a resposta do modelo e ajustar o valor do fator de desempenho característico para o grupo de avaliação. Desta maneira um único fator de desempenho pode ser definido para conexões rosqueadas com características similares e que apresentam desempenho similar com base em uma constituição de modelagem e teste físico limitado. Assim, as presentes técnicas proporcionam um mecanismo eficiente para avaliar conexões rosqueadas.

[0023] Voltando agora para os desenhos e fazendo referência inicialmente à Figura 1, um sistema de produção 100 tomado como um exemplo de acordo com certos aspectos das presentes técnicas está ilustrado. No sistema de produção tomado como exemplo 100, uma instalação de superfície 102 está acoplada a uma árvore 104 localizada na superfície 106 da Terra. Através desta árvore 104 a instalação de superfície 102 acesso a uma ou mais formações de sub-superfície tal como a formação de sub-superfície 108 que pode incluir diversos intervalos de

produção ou zonas que têm hidrocarbonetos tais como petróleo e gás. De maneira benéfica, elementos tubulares tais como coluna de revestimento de superfície 124, coluna de revestimento intermediária ou de produção 126 e/ou coluna de tubulação de produção 128, podem ser utilizadas dentro do furo de poço 114 para aprimorar a produção de hidrocarbonetos a partir da formação de sub-superfície 108. Contudo, deveria ser observado que o sistema de produção 100 está ilustrado para finalidades de exemplo e as presentes técnicas podem ser utilizadas na produção ou injeção de fluidos a partir de qualquer localização submarina, de plataforma ou de terra.

[0024] A instalação de superfície 102 é configurada para monitorar e produzir hidrocarbonetos a partir da formação de sub-superfície 108. A instalação de superfície 102 pode incluir tanques de armazenagem e/ou vasos de processamento que são utilizados para manipular a produção de fluidos de formação tais como hidrocarbonetos. Para avaliar os intervalos de produção da formação de sub-superfície 108, a instalação de superfície 102 é acoplada à árvore 104 por meio de uma tubulação 110. A tubulação 110 pode incluir seções de elementos tubulares que são acoplados juntos por meio de conexões soldadas ou rosqueadas.

[0025] Para avaliar a formação de sub-superfície 108 o furo de poço 114 penetra na superfície 106 até uma profundidade que interfaceia com o intervalo de produção da formação de sub-superfície 108. A árvore 104 que é posicionada sobre o furo de poço 114 na superfície 106, fornece uma interface entre dispositivos dentro do furo de poço 114 e a instalação de superfície 102. Consequentemente, a árvore 104 pode ser acoplada à coluna de revestimento de superfície 124, a coluna de revestimento de produção 126 e/ou coluna de tubulação de produção 128 para fornecer trajetos de escoamento de fluido. Os dispositivos dentro do furo de poço 114 podem incluir uma válvula de segurança de sub-superfície 132, engaxetamentos 134 e uma ou mais ferramentas 136. A válvula de segurança de sub-superfície 132 pode ser utilizada para bloquear o escoamento de fluidos a partir da coluna de tubulação de produção 128 no caso de ruptura ou quebra acima da válvula de segurança de sub-superfície 132. Além disto, o engaxetamento 134 pode ser utilizado para isolar zonas específicas dentro da “coroa circular” do furo de poço uma

da outra. Também as ferramentas 136 podem incluir dispositivos de controle de areia ou outros dispositivos de controle de escoamento que são utilizados para fornecer trajetos de escoamento para os hidrocarbonetos na formação de sub-superfície 108.

[0026] Para fornecer estabilidade e impedir vazamento dentro do furo de poço 114, o sistema de produção 100 pode também incluir diferentes elementos ou tubulares, tal como a coluna de revestimento da superfície 124, a coluna de revestimento de produção 126 e/ou a coluna de tubulação de produção 128. A coluna de revestimento de superfície 124 pode ser instalada a partir da superfície 106 até uma localização em uma profundidade específica abaixo da superfície 106. Dentro da coluna de revestimento de superfície 124 a coluna de revestimento intermediária ou de produção 126 que pode se estender para baixo até uma profundidade próxima à formação de sub-superfície 108 pode ser utilizada para fornecer suporte para paredes do furo de poço 114. As colunas de revestimento de superfície e de produção 124 e 126 podem ser cimentadas em uma posição fixa dentro do furo de poço 114 para estabilizar ainda mais o furo de poço 114. Dentro das colunas de revestimento de superfície e de produção 124 e 126, uma coluna de tubulação de produção 128 pode ser utilizada para fornecer trajetos de escoamento através do furo de poço 114 para hidrocarbonetos e outros fluidos. Seções de cada uma da coluna de revestimento de superfície 124, a coluna de revestimento de produção 126 e/ou a coluna de tubulação de produção 128 podem ser unidas ou acopladas com conexões rosqueadas como discutido acima.

[0027] Como um exemplo de uma conexão rosqueada, as Figuras 2A-2B são vistas tomadas como exemplo de dois elementos tubulares no sistema de produção da Figura 1 que são unidos juntos. Consequentemente, as Figuras 2Ae 2B podem ser mais bem entendidas vendo ao mesmo tempo a Figura 1. Nas Figuras 2A-2b dois elementos tubulares 200a e 200b estão mostrados em uma configuração explodida e selada. Contudo, deveria ser observado que os elementos tubulares 200a e 200b podem ser quaisquer duas ou mais seções da coluna de revestimento de superfície 124 da coluna de revestimento de produção 126 e/ou da coluna de

tubulação de produção 128.

[0028] Na Figura 2A o primeiro elemento tubular 200a e o segundo elemento tubular 200b têm, cada um, uma seção corpo principal 201a e 201b, uma seção de estrangulamento 203a e 203b e seção entalhada 208a e 208b. Os elementos tubulares 200a e 200b podem ser feitos de aço ou ligas de aço com as seções corpo principal 201a e 201b configuradas para serem de um comprimento específico 212 tal como 30 até 40 pés (9,12 a 12,2 m) tendo diâmetros específicos interno e externo. A seção de estrangulamento 203a e 203b pode ter roscas externas 204a e 204b, enquanto a seção entalhada 208a e 208b tem roscas internas 206a e 206b. Também a seção de estrangulamento 203a e 203b pode ter seções de estrangulamento de metal com metal 205a e 205b enquanto a seção entalhada 208a e 208b pode ter seções de selagem metal com metal 207a e 207 b. Estas seções de estrangulamento metal com metal 205a, 205b, 207a, 207b podem formar uma selagem para pelo menos alguma porção de um comprimento de selagem 210. As roscas externas 204a e 204b podem ser configuradas para juntar com as roscas internas 206a e 206b para formar a selagem estanque entre elementos tubulares 200a e 200b, como mostrado na Figura 2B.

[0029] Na Figura 2B a porção pescoço 203a do primeiro elemento tubular 200a é acoplada com a porção entalhada 208b do segundo elemento tubular 200b. Os elementos tubulares 200a e 200b são acoplados juntos engatando as roscas externas 204a com as roscas internas 206b para formar uma conexão rosqueada. A selagem que é formada pelas seções de estrangulamento metal com metal 205a, 205b, 207a e 207b e roscas 204a, 204b, 206a e 206b podem impedir vazamentos. Consequentemente, utilizando a conexão rosqueada, os elementos tubulares 200a e 200b podem ser presos juntos para formar um trajeto de escoamento contínuo dentro do furo de poço 114 que pode também ser utilizado para estabilizar o furo de poço 114.

[0030] A tolerância para vazamento através da conexão rosqueada pode variar para diferentes aplicações como observado acima. Por exemplo, conexões rosqueadas em ambientes hostis, tais como dentro do furo de poço 114 podem

envolver pressões e temperaturas extremas quando o poço penetra profundidades maiores e é submetido a diferentes ambientes. Novamente o desempenho de conexões rosqueadas pode ser influenciado pelos fluidos que estão sendo transportados, temperatura, pressão, cargas de tração e compressão, dobramento, acabamento de superfície, composto de rosca, propriedades do material base, geometria da conexão, torque de constituição, condições durante composição, condições enquanto em operação, carregamento cíclico de produção e/ou injeção e outras razões. Com o custo elevado de reparar elementos tubulares dentro do furo de poço 114, a coluna de revestimento de superfície 124, a coluna de revestimento de produção 126 e a coluna de tubulação de produção 128 são genericamente projetadas para manter a estabilidade estrutural e selabilidade pela vida do poço para impedir problemas ambientais, manter produção e manter segurança. Como tal, as conexões rosqueadas podem operar pela vida do poço.

[0031] Para avaliar o desempenho de conexões rosqueadas diversos fatores de desempenho característicos tais como um fator de selabilidade, um fator de integridade estrutural, um fator de resistência a esfoladura, um fator de resistência ambiental, um fator de resistência à fadiga ou qualquer constituição dos mesmos pode ser utilizada. Deveria ser observado que pode ser benéfico utilizar apenas um dos fatores de desempenho característico para um grupo de avaliação. Como um exemplo dos fatores de desempenho característico o fator de selabilidade é uma característica da conexão rosqueada que descreve quão bem o reservatório pressurizado ou fluidos de injeção estão contidos dentro do tubular. O fator de selabilidade das conexões rosqueadas é afetado por, entre outras coisas, os fluidos que estão sendo transportados, temperatura e pressão, cargas de tração e compressão, acabamento de superfície, dobramento, composto de rosca, propriedades do material base, geometria de conexão, torque de constituição e outros fatores. Também, o fator de selabilidade é influenciado por diferentes condições experimentadas durante a composição, durante colocação no furo de poço, e/ou carregamento cíclico durante produção e injeção. Para estas condições, condições de fabricação incluem pelo menos um dentre propriedades do material

base, acabamento de superfície, dimensões de aspecto e interferências entre aspectos, condições durante montagem e instalação da conexão rosqueada incluem pelo menos um dentre torque de constituição, velocidade de constituição e composto de rosca, e as condições de serviço da conexão rosqueada incluem pelo menos um dentre temperatura, pressão, cargas de tração, compressão dobramento ou torção. Como tal, fator de selabilidade é uma medida de desempenho que pode ser avaliada durante a avaliação das conexões rosqueadas formadas por diferentes elementos tubulares.

[0032] O fator de integridade estrutural é uma característica da conexão rosqueada que descreve quão bem cargas aplicadas são distribuídas entre aspectos da conexão rosqueada. O fator de integridade estrutural é afetado por, entre outras coisas, temperatura, pressão, cargas de tração e de compressão, dobramento, acabamento de superfície, composto de rosca, propriedades do material base, geometria de conexão, torque de constituição e outros fatores. Similar à discussão acima, as condições de fabricação incluem pelo menos um dentre propriedades do material base, acabamento de superfície, dimensões de aspecto e interferência entre aspectos, condições durante montagem e instalação da conexão rosqueada inclui pelo menos um dentre torque de constituição, velocidade de constituição e composto de rosca e condições de serviço da conexão rosqueada incluem pelo menos um dentre temperatura, pressão, cargas de tração, compressão, dobramento e torção. Também o fator de integridade estrutural é influenciado por diferentes condições experimentadas durante a constituição, durante colocação no furo de poço e/ou carregamento cíclico durante produção e injeção.

[0033] O fator de resistência a esfoladura é uma característica da conexão rosqueada que descreve quão bem dano superficial devido a deslizamento em atrito é suportado por aspectos da conexão rosqueada. O fator de resistência a esfoladura é afetado por, entre outras coisas, temperatura, pressão, cargas de tração e compressão, dobramento, o acabamento de superfície, composto de rosca, propriedades do material base, geometria de conexão, torque de constituição e outros fatores. Para estas condições, condições de fabricação incluem pelo menos

um dentre propriedades do material base, acabamento de superfície, dimensões de aspecto e interferências entre aspectos, condições durante montagem e instalação da conexão rosqueada incluem pelo menos um dentre torque de constituição, velocidade de constituição, e composto de rosca, e condições de serviço da conexão rosqueada incluem pelo menos um dentre temperatura, pressão, cargas de tração, compressão, dobramento e torção. Também o fator de resistência à esfoladura é influenciado por diferentes condições experimentadas durante a constituição, durante colocação no furo de poço, e/ou carregamento cíclico durante produção e injeção.

[0034] O fator de resistência ambiental é uma característica da conexão rosqueada que descreve quão bem cargas aplicadas e tensões e deformações resultantes são manipuladas pelos aspectos da conexão rosqueada na presença de um ambiente agressivo. O ambiente agressivo, por exemplo, é uma formação que tem fluidos que contém níveis elevados de sulfeto de hidrogênio (H₂S) do exército. O fator de resistência ambiental é afetado por, entre outras coisas, composição de fluido produzido ou “in situ”, temperatura, pressão, cargas de tração e compressão, dobramento acabamento de superfície, composto de rosca, propriedades do material base, geometria de conexão, torque de constituição e outros fatores. Novamente, para estas condições, condições de fabricação incluem pelo menos um dentre propriedades de material base, acabamento de superfície, dimensões de aspecto e interferências entre aspectos, condições durante montagem e instalação da conexão rosqueada incluem pelo menos um dentre torque de constituição, velocidade de constituição e composto de rosca, e condições de serviço da conexão rosqueada incluem pelo menos um dentre temperatura, pressão, cargas de tração, compressão, dobramento e torção. Também o fator de resistência ambiental é influenciado por diferentes condições experimentadas durante a constituição, durante colocação no furo de poço e/ou durante carregamento cíclico de produção e injeção.

[0035] O fator de resistência à fadiga é uma característica da conexão rosqueada que descreve quão bem carregamento cíclico é suportado por aspectos da conexão

rosqueada. O fator de resistência à fadiga é afetado por, entre outras coisas, temperatura, pressão, cargas de tração e compressão dobramento. acabamento de superfície, composto de rosca, propriedades do material base, geometria de conexão, torque de constituição e outros fatores. Também o fator de resistência à fadiga é influenciado por diferentes condições experimentadas durante a constituição, durante colocação no furo de poço e/ou durante carregamento cíclico de produção e injeção. Para estas condições, condições de fabricação incluem pelo menos um dentre propriedades do material base, acabamento de superfície dimensões de aspecto e interferência entre aspectos, condições durante montagem e instalação da conexão rosqueada incluem pelo menos um dentre torque de constituição, velocidade de constituição e composto de rosca, e condições de serviço da conexão rosqueada incluem pelo menos um dentre temperatura, pressão, cargas de tração, compressão, dobramento e torção. O ciclo de vida de elementos tubulares dentro de um sistema de produção estão mais discutidos na Figura 3.

[0036] A Figura 3 é um fluxograma tomado como exemplo da seleção e utilização de elementos tubulares para o sistema de produção da Figura 1 de acordo com aspectos das técnicas presentes. Este fluxograma que está referido pelo numeral de referência 300 pode ser mais bem entendido vendo ao mesmo tempo as Figuras 1 e 2. Neste fluxograma 300 conexões rosqueadas podem ser avaliadas antes de serem utilizadas para uma aplicação específica. Isto é, as conexões rosqueadas entre elementos tubulares podem ser avaliadas para determinar características de desempenho específicas de grupos de conexões rosqueadas, tais como selabilidade, integridade estrutural, resistência à esfoladura, resistência ambiental e resistência à fadiga.

[0037] O fluxograma começa no bloco 302. No bloco 304 conexões rosqueadas em um grupo de avaliação são avaliadas. O processo de avaliação, que está descrito em maior detalhe na Figura 4, pode incluir modelar diferentes conexões rosqueadas e identificar constituintes de um grupo de avaliação com base nos resultados da modelagem. Então as conexões rosqueadas no grupo de avaliação podem ser submetidas a teste físico e AEF. O teste físico pode ser realizado em um

subconjunto das conexões rosqueadas que definem uma envoltória de conexões rosqueadas, uma pluralidade de envoltórias, ou envoltória com outras conexões rosqueadas delineadas. A partir dos resultados do teste físico e AEF, características específicas podem ser escalonadas para outras conexões rosqueadas dentro do grupo de avaliação sem que qualquer teste físico tenha que ser realizado nestas conexões rosqueadas. No bloco 306, elementos tubulares para um poço podem ser projetados. O projeto dos elementos tubulares pode ser baseado na localização de poço, avaliações geofísicas ou outros processos que estão discutidos acima. Os elementos tubulares para o poço podem ser projetados com base nas condições na localização do poço e requisitos de serviço esperados. Elementos tubulares para o poço podem então ser obtidos com base no projeto e avaliação de conexão rosqueada precedente, como mostrado no bloco 308. Deveria ser observado que o grupo de avaliação pode ser formado antes ou depois de uma aplicação específica ou campo de petróleo ser identificado.

[0038] Uma vez que os elementos tubulares sejam obtidos os elementos tubulares podem ser instalados no poço como mostrado no bloco 310. Os elementos tubulares podem ser instalados como parte das operações de perfuração que são realizadas para perfurar o furo de poço 114. No bloco 312 os elementos tubulares podem ser utilizados para produzir fluidos de formação, tais como hidrocarbonetos, através dos elementos tubulares. A produção de hidrocarbonetos pode incluir acoplar juntos elementos tubulares, acoplar elementos tubulares à árvore 104 e ferramentas 136 para formar trajetos de escoamento de fluido através do furo de poço 114. Estes trajetos de escoamento de fluido podem permitir que hidrocarbonetos sejam fornecidos para as instalações de superfície 102. Consequentemente o processo termina no bloco 314.

[0039] Devido ao risco e custos envolvidos em produzir hidrocarbonetos, fatores de desempenho característicos específicos tais como selabilidade, integridade estrutural, resistência a esfoladura, resistência ambiental ou resistência à fadiga da conexão rosqueada, podem ser avaliados para diferentes elementos tubulares para limitar o risco de falhas de conexão rosqueada dentro do poço. Contudo, os métodos

de avaliação anteriormente descritos ou são caros e consumidores de tempo ou não têm a escalabilidade adequada para as aplicações individuais como observado acima. Como tal, existe uma necessidade por um método para avaliar um grupo de conexões rosqueadas com a especificidade de teste físico e simplicidade e de teste de AEF e de possibilitar a definição de limites de desempenho que levam em conta os diversos fatores que governam o desempenho de conexão, o que é discutido na Figura 4.

[0040] A Figura 4 é um fluxograma tomado como exemplo do processo de avaliação utilizado para o sistema de produção da Figura 1 de acordo com aspectos das presentes técnicas. Este fluxograma que é referido pelo numeral de referência 400 pode ser mais bem entendido vendo ao mesmo tempo as Figuras 1-3. Neste fluxograma 400 um processo para a determinação baseada fisicamente em desempenho de conexão para o qual nenhum teste físico foi conduzido é descrito. O processo utiliza teste físico de conexões rosqueadas realizado anteriormente como uma base para a avaliação. Resultados destes testes físicos e análise de modelagem podem ser associados para formar um grupo de conexões rosqueadas. Por exemplo, os resultados de testes físicos para conexões rosqueadas podem ser comparados com o desempenho de selabilidade utilizando um fator de calibração k de selabilidade determinado computacionalmente. Com este método, conexões rosqueadas específicas podem ser testadas fisicamente e utilizadas para definir um fator de caracterização para outras conexões rosqueadas. As conexões rosqueadas dentro da envoltória ou grupo definido, podem ser utilizadas sem a despesa ou tempo geralmente utilizados para teste físico de cada conexão rosqueada.

[0041] O fluxograma começa no bloco 402. No bloco 404 constituintes ou conexões rosqueadas de um grupo de avaliação são determinados. Constituintes do grupo de avaliação podem incluir conexões rosqueadas que têm aspectos consistentes tais como projeto de selagem (esférica ou cônica), projeto de rosca (roscas por polegada, geometria) localizações de ressalto, etc., sobre a faixa definida. Os constituintes do grupo de avaliação podem ser formados em uma envoltória baseada em informação do fabricante fornecida a respeito dos respectivos

elementos tubulares. Alternativamente, os constituintes do grupo de avaliação podem ser identificados a partir de análise de modelagem de informação de fabricante a respeito dos elementos tubulares. A análise de modelagem pode incluir a análise de elementos finitos (AEF) para avaliar similaridades e/ou diferenças entre conexões rosqueadas de diferentes dimensões, diferentes projetos de rosca, ou projetos de selagem.

[0042] Uma vez que os constituintes do grupo de avaliação estejam identificados, teste físico pode ser realizado em certas conexões rosqueadas representativas, como mostrado no bloco 406. As certas conexões rosqueadas representativas ou constituintes podem ser um subconjunto ou grupo do grupo de avaliação, embora um outro subconjunto ou grupo do grupo de avaliação pode não ser testado fisicamente. O teste físico pode ser conduzido nos constituintes representativos do grupo de avaliação para avaliar os efeitos de tolerância geométrica, condições de carga (inclusive dobramento), temperatura, composto de rosca, acabamento de superfície, etc., em uma característica de desempenho específica tal como selabilidade de conexão, integridade estrutural, resistência a esfoladura, resistência ambiental ou resistência à fadiga. Estes testes físicos podem ser realizados com base em programas de teste de acordo com orientações específicas. Ver por exemplo “Connection Evaluation Program” 1ª edição, ExxonMobil (2001) e “petroleum and natural Gas industries – Procedures for testing casing and tubing connections”, ISSO 13679 (2002). Então, análise de modelagem tal como AEF é realizada em cada uma das conexões rosqueadas no grupo de avaliação como mostrado no bloco com 408. A análise de modelagem pode avaliar características padrão do projeto de conexão rosqueada e determina tendências que impactam o desempenho de conexão rosqueada tal como rigidez, contato de selagem e contato de ressalto. Por exemplo, modelagem AEF pode ser utilizada para calcular a resposta de tensão-deformação de aspectos a condições limites aplicadas ou para calcular pressão de contato entre aspectos. Este tipo de avaliação pode ser útil na verificação de consistência entre as conexões rosqueadas no grupo de avaliação para uma variedade de características de desempenho que podem incluir

selabilidade, integridade estrutural, resistência a esfoladura, resistência ambiental ou resistência à fadiga.

[0043] Então, o fator de desempenho característico global, tal como desempenho de selabilidade ou outros fatores observados acima das conexões rosqueadas em um grupo de avaliação, pode ser determinado em blocos 410-416. No bloco 410 o fator de desempenho característico pode ser avaliado. Esta avaliação pode envolver avaliar um valor para o fator de desempenho característico. Por exemplo se o fator de desempenho característico é o fator de selabilidade, um valor é estimado acima do qual conexão por hipótese sela, porém abaixo do qual a conexão por hipótese vaza. Então os resultados de teste físico são comparados com os resultados de modelagem (isto é, AEF) para certas conexões rosqueadas representativas no grupo de avaliação como mostrado no bloco 412. Esta comparação pode envolver determinar resposta de selagem ou de vazamento de conexão rosqueada sob diversas condições de carregamento aplicado. Então é feita uma determinação se os resultados são similares no bloco 414. Esta determinação pode incluir consideração para uma faixa limiar. Se os resultados não são similares, o que pode estar fora de uma faixa limiar específica, o fator de selabilidade é reavaliado novamente no bloco 410. Se os resultados são similares, o que pode estar dentro de uma faixa limiar específica, o fator de desempenho característico é aplicado a cada uma das conexões rosqueadas que não foram testadas fisicamente, como mostrado no bloco 416. Isto pode ser feito realizando AEF adicional e calculando o fator de selabilidade para diversas combinações carga. Para combinações de carga com fator de selabilidade acima do valor determinado no bloco 410, a conexão rosqueada é esperada vedar. Para combinações de carga com fator de selabilidade menor do que o valor determinado no bloco 410, a conexão rosqueada é esperada vazar. Consequentemente, o processo termina no bloco 418.

[0044] Embora a análise de elementos finitos AEF seja utilizada para cada conexão rosqueada para determinar desempenho, somente um número limitado de conexões rosqueadas com projeto e propriedades de material similares são fisicamente avaliadas para avaliar desempenho para um agrupamento ou faixa maior

de conexões rosqueadas em um dado grupo de avaliação. Modelagem adicional também pode ser realizada nas conexões fisicamente testadas para capturar detalhes dos programas de avaliação e teste, tal como comportamento dependente de trajeto exclusivo. Estes dados a partir dos programas de teste podem ser utilizados para confirmar a resposta de modelo e ajustar as tendências de desempenho identificadas anteriormente. As tendências são então utilizadas para definir desempenho de selabilidade de cada uma das conexões rosqueadas no grupo de avaliação. Desta maneira teste físico limitado pode ser realizado para avaliar os limites de desempenho de grupos de conexão rosqueada que incluem conexões rosqueadas de geometrias similares e/ou conexões rosqueadas que apresentam características de desempenho similares. Em particular, o fator de selabilidade juntamente e com a AEF é utilizado para avaliar os limites de desempenho de selabilidade para ambas, conexões testadas e não testadas. De forma benéfica, a utilização do fator de desempenho característico auxilia a avaliação possibilitando que uma quantidade única seja aplicada a cada um dos constituintes do grupo de avaliação.

[0045] A Figura 5 é um gráfico de diferentes conexões rosqueadas e do grupo de avaliação formado pelo processo da Figura 4 de acordo com certos aspectos da presente técnica. Na Figura 5 conexões rosqueadas de elementos tubulares que têm um diâmetro externo (OD) 504 desde 2 3/8 pol (5,8 cm) até 7 pol (17,8 cm) estão mostradas contra a espessura/OD 502 na forma de um gráfico 500. Neste gráfico 500 um grupo de avaliação de conexões rosqueadas inclui cinqüenta e duas conexões rosqueadas e cada uma tendo aspectos similares e sendo compostas de aço carbono similar (isto é, desde C75 a C95, que abrange quatro graus). Cada uma destas conexões rosqueadas individuais é mostrada por diversos pontos. Estes pontos incluem pontos limites 508 (representados por marcas conformadas triangulares), pontos de delineamento 512 (representados por marcas conformadas circulares) e pontos internos 510 (representados por marcas conformadas em losangos). Os pontos limites 508 formam uma envoltória 506 que define as conexões rosqueadas que satisfazem os limiares para aplicação respectiva.

[0046] Sob as presentes técnicas teste físico é realizado em constituintes representativos da família de conexão rosqueada para capturar a faixa de desempenho de selabilidade do projeto da conexão rosqueada dentro da dada faixa de propriedades de material. Para este exemplo um grupo de avaliação é determinado e testes físicos são realizados nas conexões rosqueadas representadas pelos pontos limites 508. Então, AEF é realizada em cada uma das conexões rosqueadas para avaliar as tendências de selagem e de contato de ressalto associadas com o grupo de avaliação. A partir da análise AEF oito conexões rosqueadas que são os pontos de delineamento 512, são determinadas para terem desempenho que não está completamente descrito pelos testes das oito conexões rosqueadas. Como tal, estas conexões rosqueadas associadas com os pontos de delineamento 512 são excluídas do grupo de avaliação, o que resulta em quarenta e quatro conexões rosqueadas sendo utilizadas.

[0047] Uma vez que a AEF seja completada um único fator de selabilidade é determinado da AEF das oito conexões rosqueadas fisicamente testadas. Estas conexões rosqueadas são submetidas a AEF adicional para capturar resultados exclusivos do programa de teste. O fator de selabilidade é correlacionado com os dados reunidos durante teste físico das conexões rosqueadas e pode ser ajustado com base nas condições de testes reais, combinações de interferência, torque de constituição, ou outras variáveis específicas de teste. Por exemplo, medições de deformação podem ser utilizadas para verificar que as avaliações de interferência de ressalto estão adequadamente combinadas com os modelos AEF resultando em uma modificação para o fator de selabilidade.

[0048] Uma vez que os ajustamentos tenham sido feitos ao fator de selabilidade ele é aplicado às trinta e seis conexões restantes no grupo de avaliação. Isto é, o fator de selabilidade das conexões rosqueadas testadas fisicamente é utilizado com a AEF padronizada para avaliar limites de desempenho de selabilidade para as conexões rosqueadas não testadas restantes no grupo de avaliação. O resultado desta análise é cento e setenta e seis conexões rosqueadas com desempenho de selabilidade. Na determinação deste resultado somente oito conexões rosqueadas

foram submetidas a testes físicos, enquanto o desempenho das cento e sessenta e oito conexões rosqueadas restantes foi determinado computacionalmente com o fator de selabilidade.

[0049] Em adição a uma única envoltória 506, o grupo de avaliação pode incluir conexões rosqueadas em diversas envoltórias ou com conexões rosqueadas individuais. Por exemplo, um grupo de avaliação pode incluir uma primeira pluralidade (isto é, grupo) de conexões rosqueadas e uma segunda pluralidade de conexões rosqueadas. Os primeiro e segundo grupos podem ser formados em uma envoltória baseada em geometria de conexão para definir o grupo de avaliação. Alternativamente, os primeiro e segundo grupo podem ser formados em uma pluralidade de envoltórias e baseada em geometria de conexão para definir o grupo de avaliação. Em uma outra configuração os primeiro e segundo grupos são formados de uma envoltória com uma porção do segundo grupo de conexões rosqueadas caindo fora dos limites geométricos definidos pelo primeiro grupo de conexões rosqueadas. Como um exemplo final os primeiro e segundo grupos são formados em uma pluralidade de envoltórias com uma porção do segundo grupo de conexões rosqueadas caindo fora dos limites geométricos definidos pelo primeiro grupo de conexões rosqueadas.

[0050] Além disto, como observado acima, diferentes combinações dos fatores de desempenho característicos podem ser utilizados. Por exemplo, o fator de selabilidade e o fator de resistência a esfoladura podem ser utilizados individualmente em um mesmo grupo de avaliação. Este tipo de avaliação pode ser realizado em uma maneira similar à discussão acima. Então, os resultados podem ser combinados para excluir diferentes conexões rosqueadas que não satisfazem ambos os fatores. Consequentemente, baseado nesta abordagem dois, três, quatro ou mais fatores podem ser utilizados juntos para certas avaliações.

[0051] Em adição à discussão acima, deveria ser observado que elementos tubulares podem ter diferentes aparências das apresentadas nas Figuras 2A-2B. Estas diferenças podem incluir, mas não estão limitadas a, localização e geometria de aspectos de conexão, tais como selagem, ressalto, roscas, etc. Em adição, o

mecanismo de junção pode ocorrer por meio de acoplador ou outras conexões rosqueadas. Como tal, estes aspectos diferentes podem estar dentro do escopo das presentes técnicas.

[0052] Embora as presentes técnicas da invenção possam ser suscetíveis de diversas modificações e formas alternativas, as configurações tomadas como exemplo discutidas acima foram mostradas à guisa de exemplo. Contudo, novamente deveria ser entendido que a invenção não tem a intenção de estar limitada às configurações particulares aqui divulgadas. Aliás, as presentes técnicas da invenção são para cobrir todas as modificações equivalentes e alternativas que caem dentro do espírito e escopo da invenção como definida pelas reivindicações anexas a seguir.

REIVINDICAÇÕES

1. Método associado com a avaliação de limites de desempenho de conexões rosqueadas (200a, 200b), caracterizado pelo fato de compreender as etapas de:

determinar os constituintes (402) de um grupo de avaliação de conexões rosqueadas (200a, 200b), os constituintes compreendendo uma primeira pluralidade das conexões rosqueadas e uma segunda pluralidade das conexões rosqueadas;

constituir uma conexão rosqueada para cada uma da primeira pluralidade de conexões rosqueadas a um torque dentro de uma faixa de torque determinada;

conduzir testes físicos (406) em cada constituinte da primeira pluralidade constituída das conexões rosqueadas (200a, 200b) em uma pluralidade de condições de teste de pressão e carga dentro de uma faixa de teste de pressão e carga para testar o desempenho da conexão do constituinte testado em cada uma da pluralidade de condições de teste de pressão e carga testadas, produzindo uma primeira pluralidade de resultados de desempenho de conexão testados;

realizar análise de modelagem (408) em cada constituinte da primeira pluralidade de conexões rosqueadas (200a, 200b) em uma pluralidade de condições de modelo de pressão e carga dentro da faixa de teste de pressão e carga para determinar um fator de desempenho de conexão modelado para cada uma da pluralidade modelada de condições modeladas de pressão e carga, produzindo uma primeira pluralidade de fatores de desempenho de conexão modelados, para cada constituinte da primeira pluralidade de conexões rosqueadas;

comparar para cada constituinte a primeira pluralidade de resultados de desempenho de conexão testados e a primeira pluralidade de fatores de desempenho de conexão modelada para determinar um limite de fator de desempenho característico (410) para cada constituinte da primeira pluralidade de conexões rosqueadas;

comparar cada um dos limites de fator de desempenho característico determinado para cada constituinte da primeira pluralidade de conexões rosqueadas entre si para determinar um limite de grupo de fator de desempenho característico

do grupo constituinte da primeira pluralidade que representa um limite de desempenho operacional determinado para cada uma da primeira pluralidade testada de constituintes de conexões rosqueadas;

realizar análise de modelagem em cada constituinte da segunda pluralidade de conexões rosqueadas em uma pluralidade de condições de modelo de pressão e carga dentro da faixa de teste de pressão e carga para determinar um fator de desempenho de conexão modelado de segunda pluralidade para cada uma da pluralidade modelada de condições modeladas de pressão e carga, produzindo uma segunda pluralidade de fatores de desempenho de conexão modelados, para cada constituinte da segunda pluralidade de conexões rosqueadas;

aplicar o limite de grupo de fator de desempenho característico (416) do grupo constituinte da primeira pluralidade à segunda pluralidade de constituintes de conexão rosqueada para definir uma faixa aceitável de limites de desempenho para pelo menos uma da segunda pluralidade de conexões rosqueadas.

2. Método de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de que o grupo de avaliação compreende conexões rosqueadas (200a, 200b) que têm aspectos consistentes.

3. Método de acordo com a reivindicação 2, caracterizado pelo fato de que os aspectos consistentes compreendem pelo menos um dentre projeto de selagem, projeto de rosca, localização de ressalto e qualquer combinação dos mesmos sobre uma faixa definida.

4. Método de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de que o grupo de avaliação compreende conexões rosqueadas (200a, 200b) que apresentam características de desempenho consistentes.

5. Método de acordo com a reivindicação 4, caracterizado pelo fato de que as características de desempenho consistentes compreendem pelo menos um dentre resposta mecânica a cargas aplicadas, resposta de pressão de contato a mudanças em carregamento mecânico e resposta de pressão de contato a diversas condições de constituição.

6. Método de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de

compreender formar a primeira pluralidade de conexões rosqueadas (200a, 200b) e a segunda pluralidade de conexões rosqueadas em pelo menos uma envoltória com base na geometria de conexão para definir o grupo de avaliação.

7. Método de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de que definir uma faixa aceitável de limites de desempenho para pelo menos uma da segunda pluralidade de conexões rosqueadas compreende ainda formar a primeira pluralidade de conexões rosqueadas (200a, 200b) e a segunda pluralidade de conexões rosqueadas em pelo menos uma envoltória com uma porção da segunda pluralidade de conexões rosqueadas caindo fora dos limites geométricos definidos pela primeira pluralidade de conexões rosqueadas.

8. Método de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de que a análise de modelagem compreende análise de elementos finitos.

9. Método de acordo com a reivindicação 8, caracterizado pelo fato de que a análise de elementos finitos compreende pelo menos um dentre calcular a resposta de tensão-deformação de aspectos a condições limites aplicadas, calcular pressão de contato entre aspectos e calcular deformações nas superfícies de aspectos.

10. Método de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de que o grupo de avaliação de conexões rosqueadas compreende conexões rosqueadas entre elementos tubulares utilizados na produção de hidrocarbonetos.

11. Método de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de que o teste físico compreende pelo menos um dentre testes de constituição e testes de fragmentação, tração ou compressão a testes de falha, testes de colapso ou explosão, testes de selabilidade a líquido ou selabilidade a gás, testes de fadiga, testes de dobramento, testes de ciclagem térmica e resfriamento brusco térmico.

12. Método de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de que o fator de desempenho característico (416) compreende pelo menos um dentre um fator de selabilidade, um fator de integridade estrutural, um fator de resistência à esfoladura, um fator de resistência à fadiga, um fator de resistência ambiental, e qualquer combinação dos mesmos.

13. Método de acordo com a reivindicação 12, caracterizado pelo fato de que o fator de selabilidade é definido como quão bem o reservatório pressurizado ou os fluidos de injeção são contidos dentro da conexão rosqueada formada por dois elementos tubulares.

14. Método de acordo com a reivindicação 12, caracterizado pelo fato de que o fator de desempenho de característica é baseado pelo menos em parte das condições de constituição que compreendem pelo menos um dentre as propriedades de material base, de acabamento de superfície, de dimensões de aspecto e de interferência entre aspectos.

15. Método de acordo com a reivindicação 12, caracterizado pelo fato de que o fator de desempenho de característica é baseado pelo menos em parte nas condições durante a montagem e instalação da conexão rosqueada, compreendendo pelo menos um dentre o torque de constituição, a velocidade de constituição e o composto de rosca.

16. Método de acordo com a reivindicação 12, caracterizado pelo fato de que o fator de desempenho de característica é baseado pelo menos em parte nas condições de serviço da conexão rosqueada que compreendem pelo menos um dentre temperatura, pressão, carga de tração, carga de compressão, carga de dobramento e carga de torção.

17. Método de acordo com a reivindicação 13, caracterizado pelo fato de que o fator de selabilidade é baseado em pelo menos parte nos fluidos sendo transportados através dos elementos tubulares.

18. Método de acordo com a reivindicação 12, caracterizado pelo fato de que o fator de integridade estrutural é definido como quão bem cargas aplicadas são distribuídas entre aspectos de conexão rosqueada.

19. Método de acordo com a reivindicação 12, caracterizado pelo fato de que o fator de resistência a esfoladura é definido como quão bem dano de superfície devido a deslizamento por atrito é suportado pelos aspectos de conexão rosqueada.

20. Método de acordo com a reivindicação 12, caracterizado pelo fato de que o fator de resistência à fadiga é definido como quão bem carregamento cíclico é

suportado por aspectos da conexão rosqueada.

21. Método de acordo com a reivindicação 12, caracterizado pelo fato de que o fator de resistência ambiental é definido como quão bem cargas aplicadas e tensões e deformações resultantes são manipuladas pelos aspectos da conexão rosqueada na presença de um ambiente agressivo.

22. Método de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de que compreende ainda:

aplicar o fator de desempenho característico (416) do grupo de avaliação da primeira pluralidade à primeira pluralidade de constituintes de conexão rosqueada para definir os limites de desempenho para cada um dos constituintes do grupo de avaliação da primeira pluralidade.

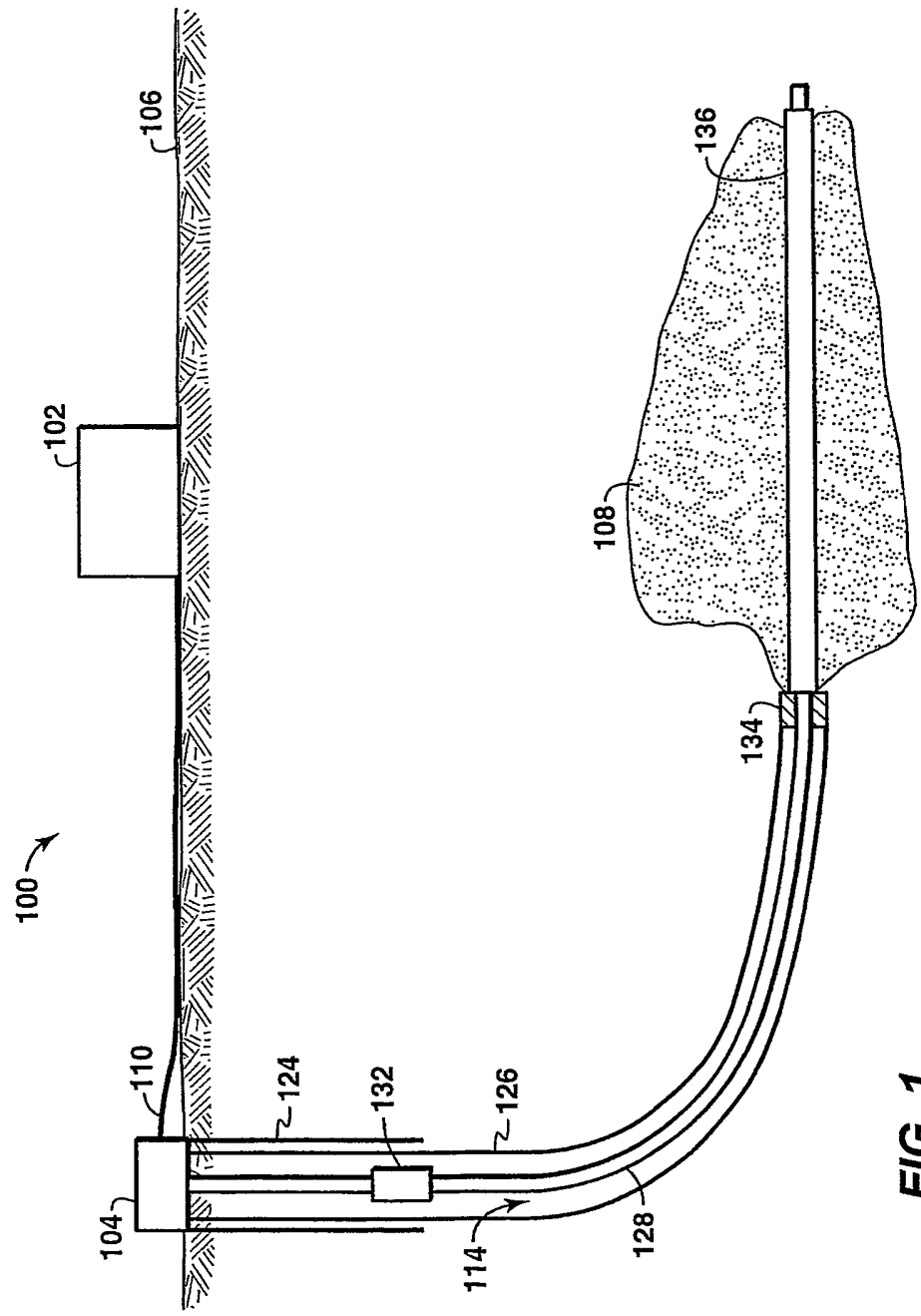


FIG. 1

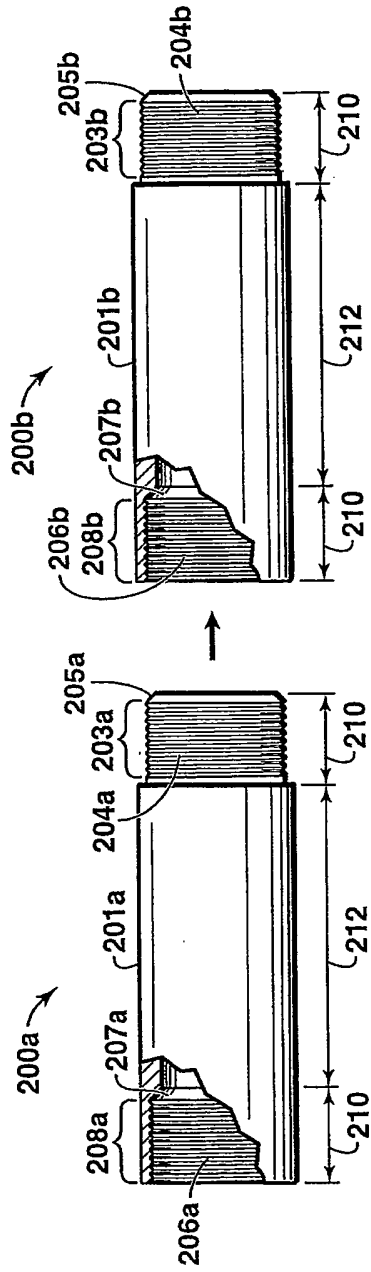


FIG. 2A

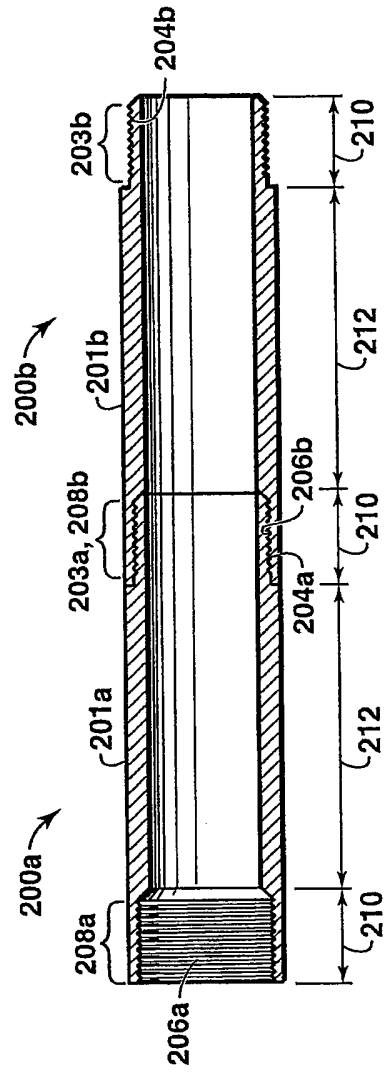
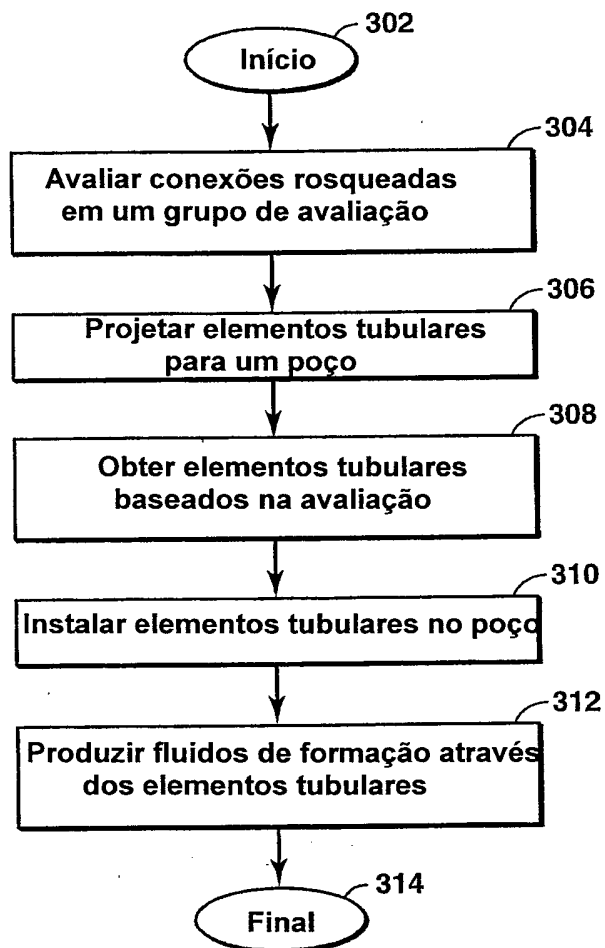


FIG. 2B

**FIG. 3**

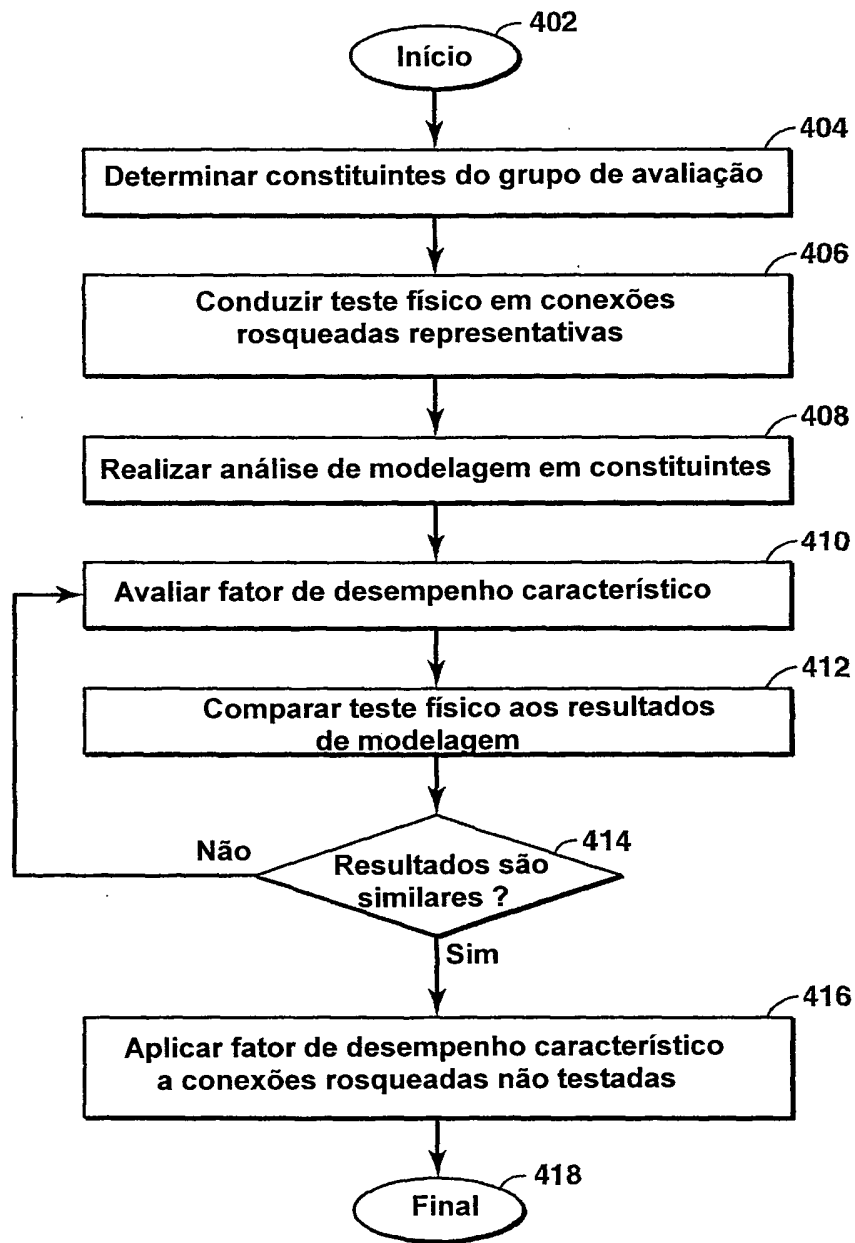


FIG. 4

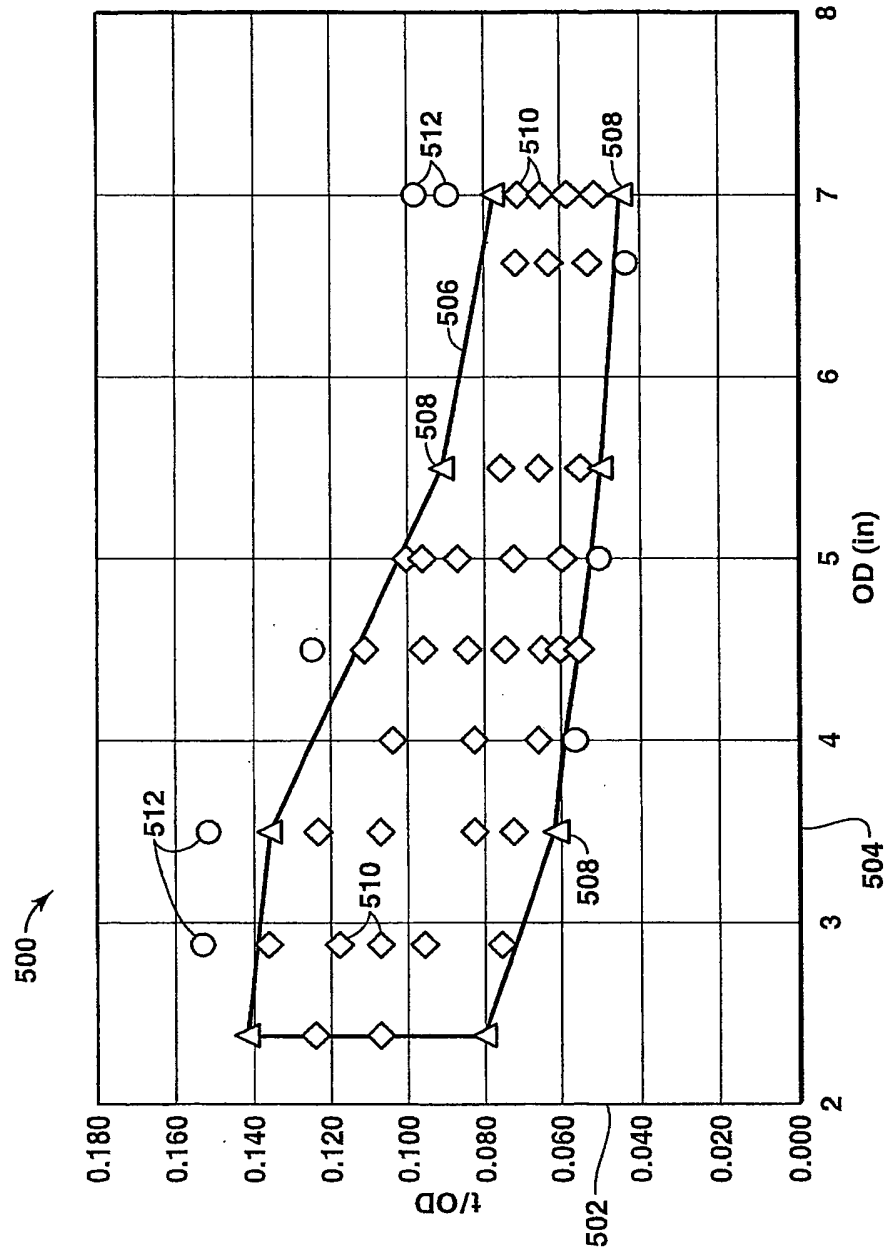


FIG. 5