



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

(21) **PI0806146-7 A2**



(22) Data de Depósito: 19/06/2008
(43) Data da Publicação: 06/04/2010
(RPI 2048)

(51) *Int.Cl.*:
G01L 1/24 (2010.01)

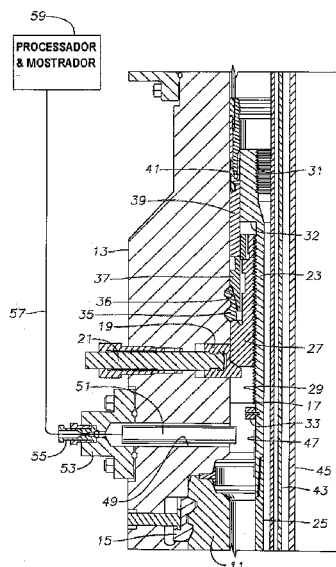
(54) Título: **MEDIÇÃO DE ESFORÇO, TENSÃO E FADIGA DE TUBULAÇÃO DE POÇO**

(30) Prioridade Unionista: 11/06/2008 US 12/137,283,
19/06/2007 US 60/944,895

(73) Titular(es): Vecto Gray Inc

(72) Inventor(es): Frank C. Adamek

(57) Resumo: MEDIÇÃO DE ESFORÇO, TENSÃO E FADIGA DE TUBULAÇÃO DE POÇO. Descreve-se um sistema para monitorar tensão em um revestimento de poço incluindo um ou mais medidores que são fixados a uma superfície externa do revestimento de poço. Cada medidor inclui uma ou mais aberturas. Durante a operação, variações no formato e espaçamento das aberturas são monitoradas e utilizadas para determinar um nível de tensão no revestimento de poço.





PI0806146-7

"MEDIÇÃO DE ESFORÇO, TENSÃO E FADIGA DE TUBULAÇÃO DE POÇO"

REFERÊNCIA CRUZADA A PEDIDOS RELACIONADOS

A presente invenção reivindica o benefício da data de depósito do pedido provisional norte-americano
5 número de série 60/944.895, depositado em 19/6/2007, cuja descrição é aqui incorporada a título de referência.

CAMPO DA INVENÇÃO

Essa descrição refere-se, em geral, à medição de tensão, esforço e fadiga de equipamento tubular de poços de
10 gás e petróleo e, particularmente, a condutos localizados no interior de um alojamento de cabeça de poço.

BREVE DESCRIÇÃO DOS DESENHOS

A figura 1 é uma vista em corte de uma quarta parte de uma porção de um conjunto de cabeça de poço
15 superficial de um poço offshore mostrada tendo um sistema de medição de acordo com uma modalidade exemplificativa.

A figura 2 é uma vista em elevação lateral esquemática de uma porção do suspensor de revestimento do conjunto de cabeça de poço da figura 1.

20 A figura 3 é uma vista ampliada ilustrando um calibre de medição que é ligado ao suspensor de revestimento como ilustrado na figura 2.

A figura 4 é uma vista em corte esquemática ilustrando a inserção de uma leitora sob um ambiente de
25 pressão controlada para ler um dos medidores da figura 2.

DESCRIÇÃO DETALHADA

Nos desenhos e descrição que se seguem, partes similares são marcadas em todo relatório descritivo e desenhos com os mesmos números de referência,
30 respectivamente. Os desenhos não são necessariamente em escala. Certas características da invenção podem ser mostradas exageradas em escala ou em forma de um certo modo

esquemático e alguns detalhes de elementos convencionais podem não ser mostrados no interesse de clareza e brevidade. A presente invenção é suscetível a modalidades de formas diferentes. Modalidades específicas são descritas em detalhe e são mostradas nos desenhos, com o entendimento de que a presente descrição deve ser considerada uma exemplificação dos princípios da invenção, e não pretende limitar a invenção àquela ilustrada e aqui descrita. Deve ser plenamente reconhecido que os diferentes ensinamentos das modalidades discutidas abaixo podem ser empregados separadamente ou em qualquer combinação apropriada para produzir resultados desejados. As várias características mencionadas acima, bem como outros aspectos e características descritas em mais detalhes abaixo, serão prontamente evidentes para aqueles versados na técnica após leitura da seguinte descrição detalhada das modalidades e mediante referência aos desenhos em anexo.

Com referência à figura 1, um alojamento 11 é localizado na extremidade superior de um conduto submarino (riser) (não mostrado) que se estende para baixo até um conjunto de cabeça de poço submarino. O alojamento 11 é montado de forma estacionária em uma plataforma offshore nesse exemplo, e a plataforma tem pernas que se estendem até o fundo do mar. O conduto submarino e alojamento 11 são estacionários em relação à plataforma e não sujeitos a movimentos de corrente e onda.

Outro componente do conjunto de cabeça de poço superficial inclui uma cabeça de revestimento 13 montada no alojamento 11 por um conector 15. A cabeça de revestimento 13 é um elemento tubular que tem um furo 17 se estendendo através do mesmo. A cabeça de revestimento 13 tem uma pluralidade de ressalto de carga 19 que, nesse exemplo, são retráteis. Cada ressalto de carga 19 é retraído por um

conjunto de parafuso 21 nessa modalidade. Enquanto na posição estendida mostrada na figura 1, os ressaltos de carga 19 se projetam para dentro do furo 17. Alternativamente, os ressaltos de carga 19 poderiam
5 compreender um único ressalto de carga fixo.

Um suspensor de revestimento 23 é sustentado em ressaltos de carga 19. O suspensor de revestimento 23 sustenta uma coluna de revestimento 25 que tem uma extremidade inferior que trava ou liga por extensão em um
10 suspensor de revestimento submarino no alojamento de cabeça de poço submarino no fundo do mar. O operador deseja aplicar tensão ao revestimento 25 a um nível desejado e manter o revestimento 25 naquela quantidade de tensão. A aplicação e manutenção de tensão podem ser lidadas de
15 formas diferentes. Por exemplo, um mecanismo de deslocamento pode ser empregado. O mecanismo de deslocamento permite que parte do suspensor de revestimento desloque para cima em relação à cabeça de revestimento, porém não para baixo de modo a manter a tensão. Nessa
20 modalidade, entretanto, o suspensor de revestimento 23 tem um corpo externo 27 que se fixa em roscas externas 29 no suspensor de revestimento 23. O suspensor de revestimento 23 tem também um conjunto de roscas interiores 31 ou um perfil para fixar-se em uma ferramenta de assentamento (não
25 mostrado). Enquanto uma porção da ferramenta de assentamento puxa tensão sobre o suspensor de revestimento 23 para fornecer a quantidade desejada de tensão no revestimento 25, outra porção da ferramenta de assentamento gira o corpo externo 27 para baixo para contato com os
30 ressaltos de carga 19. Na figura 1, a extremidade superior do corpo externo 27 é mostrada espaçada abaixo de um ressalto voltado para baixo 32 na porção superior do suspensor de revestimento 23. Enquanto sendo iniciado, a

extremidade superior do corpo externo 27 estará em contato com o ressalto voltado para baixo 32. Um anel de batente 33 localizado na extremidade inferior das roscas 29 fornece um limite sobre quão distante para baixo o corpo externo 27
5 pode ser girado.

Além disso, nessa modalidade, um mecanismo pode ser opcionalmente incluído para evitar qualquer movimento ascendente do suspensor de revestimento 23 em relação à cabeça de revestimento 13 após instalação. Esse mecanismo
10 inclui um anel de travamento 35 que é um anel fendilhado o qual é expandido para fora para dentro de um perfil casado 36 por intermédio de um anel de energizamento afilado 37. Após o corpo externo 27 ter sido girado para baixo para contato com ressaltos de carga 19, a ferramenta de
15 assentamento empurra o anel de energizamento 37 para baixo para mover o anel de travamento 35 para dentro do perfil 36.

Após o revestimento 25 ter sido tensionado e o corpo externo 27 ajustado, o operador removeria tipicamente
20 a ferramenta de assentamento, a seguir instalaria uma vedação 41. A vedação 41 está localizada na extremidade superior de um espaçador 39 que contata a extremidade superior do anel de energizamento 37. A vedação 41 pode ser de vários tipos, quer de metal com metal ou elastomérica. A
25 vedação 41 veda entre o diâmetro externo da porção superior do suspensor de revestimento 23 e o furo da cabeça de revestimento 17.

Nesse exemplo, duas colunas de revestimento adicionais 43 são mostradas se estendendo através do
30 revestimento 25. Cada coluna 43 pode ser tencionada e sustentada similarmente em cabeças de revestimento localizadas acima da cabeça de revestimento 13. Também, uma coluna de tubo de produção 45 é mostrada se estendendo

através da coluna de revestimento interno 43. A coluna de tubo de produção 45 pode ser também tensionada e sustentada em uma cabeça de tubulação do mesmo modo.

5 Ao instalar colunas de revestimento 25, 43 e tubo de produção 45, seria vantajoso ser capaz de conhecer a tensão e a quantidade de tensão que existe após ajuste dos suspensores de revestimento ou suspensor de tubulação. Além disso, de tempos em tempos seria útil monitorar a tensão para determinar se a tensão inicial diminuiu, como poderia
10 ocorrer se a plataforma assentar. Fadiga pode ocorrer devido a ciclos de tensão, a partir de alterações térmicas ou outros fatores. Embora a cabeça de revestimento 13 e os vários alojamentos para as colunas de revestimento 43 e tubo de produção 45 sejam localizadas em uma plataforma
15 acima do mar, colunas de revestimento 25, 43 e tubo de produção 45 são ocultadas nos alojamentos e outros elementos tubulares. Conseqüentemente, não é possível medir convencionalmente a tensão do mesmo modo como seria feito com condutos acessíveis.

20 Nessa modalidade exemplificativa, uma pluralidade de medidores 47 é montada no suspensor de revestimento 23 abaixo das roscas 29. Cada medidor 47 é de um tipo que fornecerá uma indicação de tensão sem exigir quaisquer fios ou bateria. Como mostrado esquematicamente na figura 3,
25 cada medidor 47 é um filme delgado de um polímero que é revestido com um adesivo para ligação a um conduto de metal. Alternativamente, cada medidor 47 poderia ser gravado a laser diretamente sobre o corpo de aço do suspensor de revestimento 23. Cada medidor 47 tem uma
30 pluralidade de aberturas 46 que são usinadas a laser em um padrão geométrico. Aberturas 46 são separadas uniformemente entre si em uma fileira e são preferivelmente de tamanho idêntico. Nesse exemplo, aberturas 46 se estendem

axialmente ao longo de uma borda lateral do medidor 47 e horizontalmente ao longo de outra borda lateral. Quando se aplica tensão, o medidor 47 estira levemente, mudando o espaçamento entre as aberturas 46. Essa mudança em
5 espaçamento é detectável e provê uma indicação do esforço sendo aplicado e a tensão que ocorre.

Opcionalmente, cada medidor 47 pode ter uma ou duas fileiras de aberturas 48 que são separadas entre si em diferentes proporções e têm larguras diferentes para
10 definir um código de barras contendo informações. Nesse exemplo, aberturas 48 se estendem ao longo de outra borda lateral axial e outra borda horizontal a partir de aberturas 46. Opcionalmente, uma abertura central 50 pode ser cortada no filme de medidor 47, porém isso não é
15 necessário.

Uma leitora 51 lê opticamente aberturas 46, 48 do medidor 47 e fornece medição direta de tensão e outras informações. A leitora 51 tem uma lente, uma fonte de luz de anel e software de medição de tensão. A leitora 51 é
20 localizada dentro de um orifício de observação 49 que se estende através da parede lateral da cabeça de revestimento 13. Preferivelmente, o orifício de observação 49 é localizado em uma linha radial do eixo geométrico da cabeça de revestimento 13. Um flange 53 cavilha no exterior da
25 cabeça de revestimento 13 em torno do orifício de observação 47. Um condutor elétrico 57 se estende através de um conjunto de vedação 55 do flange 53 e se estende até um processador e mostrador 59 que pode ser localizado em outro nível na plataforma, como no piso da sonda. O
30 processador 59 contém algoritmos que fornecerão uma leitura de tensão diretamente baseada na leitura óptica da leitora 51. Medidores 47, leitora 51 e processador 59 são comercialmente disponíveis. Um fabricante é Direct

Manufacturing, Inc., Columbia, Carolina do Sul.

Como o operador não saberá antecipadamente exatamente quanto estiramento existirá no revestimento 25 após ser tensionado, preferivelmente uma pluralidade de
5 medidores 47 é montada no suspensor de revestimento 23 e axialmente separados entre si. A figura 2 mostra três fileiras de medidores 47 e os mesmos são axialmente espaçados de modo que com a quantidade mínima de estiramento esperada, a fileira superior será visível à
10 leitora 51. Com a quantidade máxima de estiramento esperado no revestimento 25, a fileira inferior de medidores 47 seria legível pela leitora 51.

Além disso, tipicamente enquanto assenta o revestimento 25, o operador não orienta o suspensor de
15 revestimento 23 para qualquer posição rotacional específica em relação à cabeça de revestimento 13. Embora a orientação possa ser feita, uma alternativa é montar um número de medidores 47 em fileiras horizontais que se estendem totalmente em torno do suspensor de revestimento 23. Pelo
20 menos um dos medidores 47 estará sempre alinhado com a leitora 51, independente da orientação do suspensor de revestimento 23. Além disso, mais do que um orifício de observação 49 é preferivelmente empregado, com os orifícios de observação sendo espaçados circunferencialmente em torno
25 da cabeça de revestimento 13. Os orifícios de observação adicionais 49 permitem que um operador insira a leitora 51 e faça leituras a partir de lados diferentes do suspensor de revestimento 23.

Na modalidade preferida, uma leitora 51 é
30 posicionada na cabeça de revestimento 13 enquanto o revestimento 25 está sendo tensionado. O operador será desse modo capaz de ler a tensão diretamente a partir do display do processador 59 enquanto o procedimento de

tensionamento está ocorrendo. O operador saberá desse modo o nível de tensão que existe no revestimento 25 após a ferramenta de assentamento ter sido desconectada do suspensor de revestimento 23 e o corpo externo 27 aterrissado em ressaltos de carga 19. Posteriormente, o
5 operador pode remover a leitora 51 e utilizar a mesma para tensionar colunas de revestimento internas 43 e tubo de produção 45, cada uma das quais conterá medidores 47 fixados em seus suspensores em um modo similar.

10 Além disso, periodicamente o operador pode inserir a leitora 51 em um dos orifícios de observação 49 para monitorar a tensão em anos subseqüentes. Essa informação permite que o operador determine a tensão e fadiga. Se controle de pressão for necessário, isso pode
15 ser facilmente manipulado pelo uso de um conjunto de lubrificante 61, mostrado esquematicamente na figura 4. O operador insere a leitora 51 no orifício de observação 49 em uma ferramenta de inserção 63. A ferramenta de inserção 63 compreende uma haste tubular através da qual o condutor
20 57 estenderá. O conjunto de lubrificante tem uma válvula 65, em sua extremidade interna e uma cabeça de injeção 67 em sua extremidade externa. O operador fecha a válvula 65 e insere a leitora 51 em uma câmara localizada entre a válvula 65 e a injeção 67. A cabeça de injeção 67 é um
25 mecanismo de vedação convencional que emprega, tipicamente, uma bomba que bombeia graxa em torno de um elemento tubular para formar uma vedação e simultaneamente permitir que o elemento tubular seja movido ao longo de seu eixo geométrico. Nesse pedido, a cabeça de injeção 67 é acionada
30 para manter uma vedação em torno da ferramenta de inserção 63 enquanto a válvula 65 é aberta e a ferramenta de inserção 63 é empurrada para dentro para empurrar a leitora 51 para proximidade estreita com um dos medidores 47. Após

fazer uma leitura, o operador inverte o procedimento para remover a leitora 51.

Deve ser entendido que variações podem ser feitas no acima descrito sem se afastar do escopo da invenção.

- 5 Embora modalidades específicas tenham sido mostradas e descritas, modificações podem ser feitas por uma pessoa versada na técnica sem se afastar do espírito ou ensinamento da presente invenção. As modalidades como descrito são somente exemplificativas e não são
- 10 limitadoras. Muitas variações e modificações são possíveis e estão compreendidas no escopo da invenção. Por conseguinte, o escopo de proteção não é limitado às modalidades descritas, porém é limitado somente pelas reivindicações que se seguem, cujo escopo incluirá todos os
- 15 equivalentes da matéria das reivindicações.

REIVINDICAÇÕES

1. Sistema para monitorar uma condição operacional em um revestimento de poço, compreendendo
pelo menos um medidor adaptado para ser afixado
5 em uma superfície externa do revestimento de poço,
uma cabeça de revestimento que define uma passagem para receber o revestimento de poço que define pelo menos um orifício de observação radialmente orientado;
pelo menos uma leitora óptica posicionada dentro
10 de cada orifício de observação adaptado para visualizar o medidor; e
um controlador acoplado operativamente às leitoras ópticas adaptado para processar a visão do medidor para determinar uma condição operacional do revestimento de
15 poço.
2. Sistema, de acordo com a reivindicação 1, em que o sistema compreende uma pluralidade de medidores.
3. Sistema, de acordo com a reivindicação 2, em que uma pluralidade dos medidores é posicionada ao longo da
20 superfície externa do revestimento de poço em uma direção longitudinal e circunferencial.
4. Sistema, de acordo com a reivindicação 1, em que a condição operacional compreende pelo menos um dentre tensão, esforço e fadiga.
- 25 5. Método para monitorar uma condição operacional em um revestimento de poço, compreendendo:
afixar pelo menos um medidor em uma superfície externa do revestimento de poço;
sustentar uma extremidade do revestimento de poço
30 dentro de uma cabeça de revestimento que define pelo menos um orifício de observação orientado radialmente;
posicionar uma ou mais leitoras ópticas dentro de cada orifício de observação em relação oposta ac

revestimento de poço;

operar as leitoras ópticas para gerar vistas do medidor; e

determinar uma condição operacional do
5 revestimento de poço utilizando a vista do medidor.

6. Método, de acordo com a reivindicação 5, em que uma pluralidade de medidores é afixada a uma superfície externa do revestimento de poço.

7. Método, de acordo com a reivindicação 6, em
10 que uma pluralidade de medidores é afixada a uma superfície externa do revestimento de poço em uma direção longitudinal e circunferencial.

8. Método, de acordo com a reivindicação 5, em que a condição operacional compreende pelo menos um dentre
15 tensão, esforço e fadiga.

9. Conjunto de suspensor de revestimento de poço, compreendendo:

um suspensor de revestimento de poço; e
pelo menos um medidor acoplado a uma superfície
20 externa do suspensor de revestimento de poço.

10. Conjunto, de acordo com a reivindicação 9, em que uma pluralidade de medidores é afixada à superfície externa do suspensor de revestimento de poço.

11. Conjunto, de acordo com a reivindicação 10,
25 em que uma pluralidade de medidores é afixada à superfície externa do suspensor de revestimento de poço e estendida em uma pluralidade de direções.

12. Conjunto, de acordo com a reivindicação 9, em que uma pluralidade de medidores é afixada à superfície
30 externa do suspensor de revestimento de poço e estende-se em uma pluralidade de direções.

13. Conjunto de cabeça de revestimento, compreendendo:

uma cabeça de revestimento que define uma passagem para receber um revestimento de poço que define pelo menos um orifício de observação orientado radialmente; e

5 pelo menos uma leitora óptica posicionada dentro de cada orifício de observação adaptado para ver o revestimento de poço.

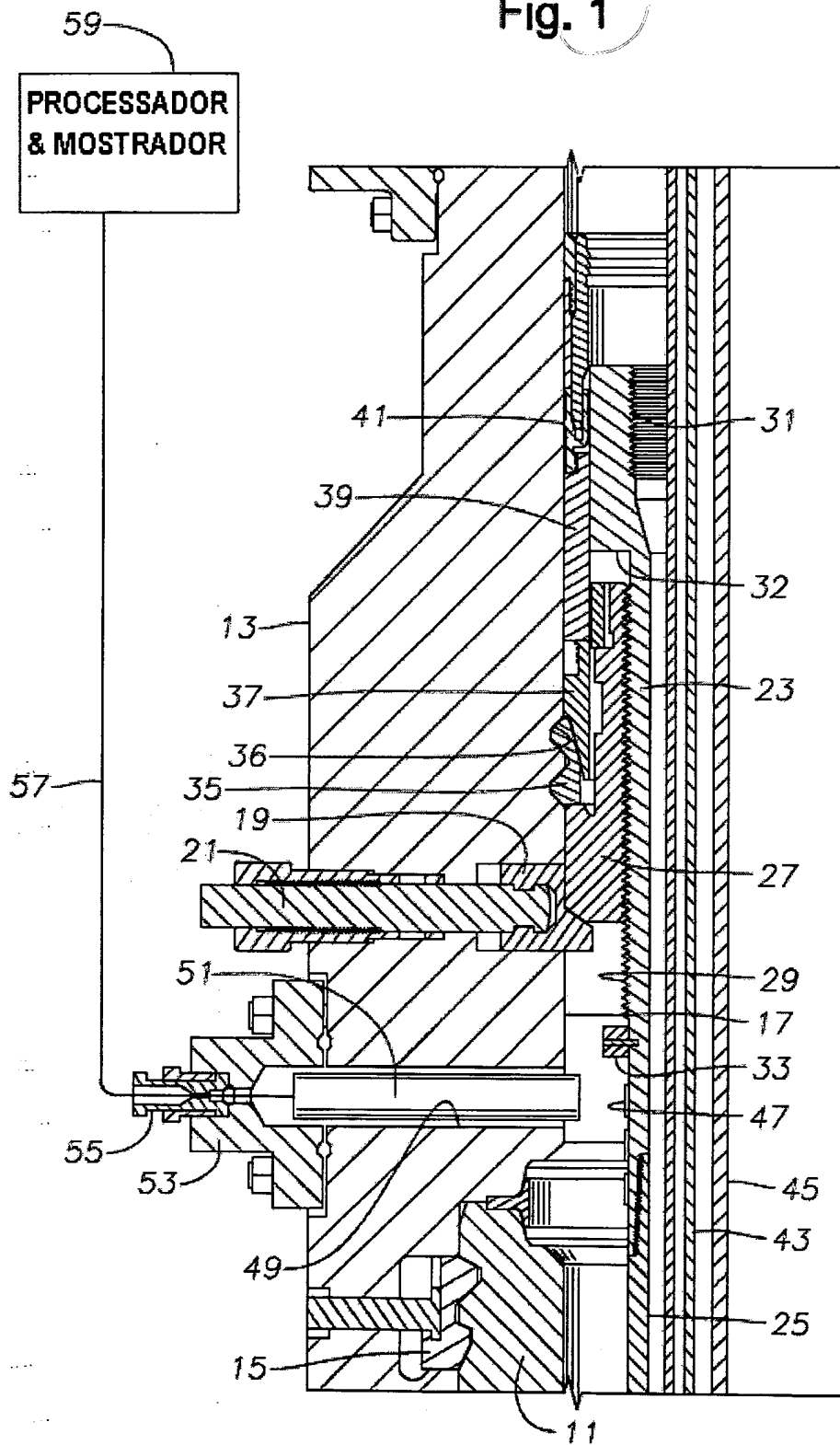
14. Conjunto de cabeça de revestimento, de acordo com a reivindicação 13, compreendendo adicionalmente:

10 um processador acoplado operativamente à leitora óptica para processar a visão do revestimento de poço para determinar uma condição operacional do revestimento de poço.

15 15. Conjunto de cabeça de revestimento, de acordo com a reivindicação 14, em que a condição operacional compreende pelo menos um dentre tensão, esforço e fadiga.

h

Fig. 1



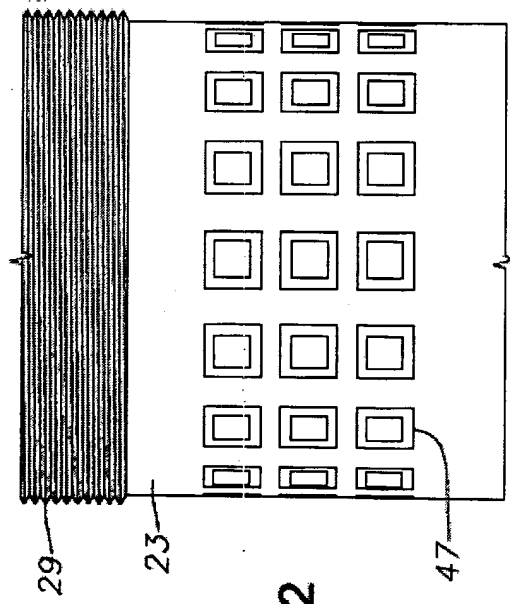


Fig. 2

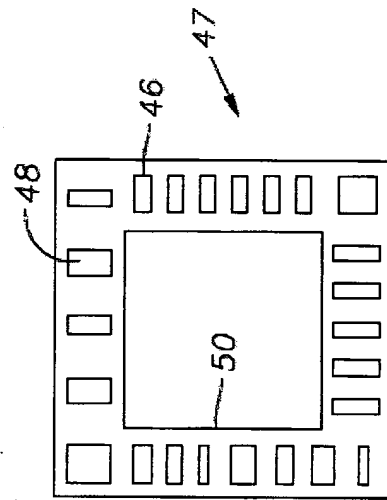


Fig. 3

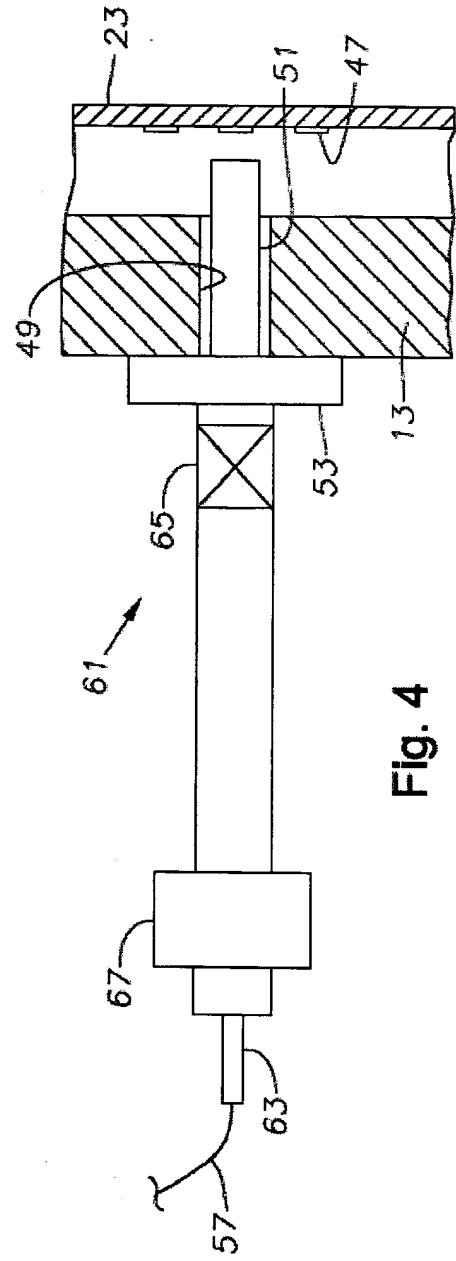


Fig. 4

RESUMO**"MEDIÇÃO DE ESFORÇO, TENSÃO E FADIGA DE TUBULAÇÃO DE POÇO"**

5 Descreve-se um sistema para monitorar tensão em um revestimento de poço incluindo um ou mais medidores que são fixados a uma superfície externa do revestimento de poço. Cada medidor inclui uma ou mais aberturas. Durante a operação, variações no formato e espaçamento das aberturas são monitoradas e utilizadas para determinar um nível de tensão no revestimento de poço.