



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

(11) BR 112017016126-5 B1



(22) Data do Depósito: 27/01/2016

(45) Data de Concessão: 27/10/2020

(54) Título: MÉTODO PARA SUBSTITUIR UM SUPORTE FLEXÍVEL DE TENDÃO EM UMA PLATAFORMA DE PERNA DE TENSÃO

(51) Int.Cl.: B63B 21/00; B63B 21/50.

(30) Prioridade Unionista: 27/01/2015 US 62/108,353.

(73) Titular(es): SINGLE BUOY MOORINGS, INC..

(72) Inventor(es): ROBERT KIPP; KENT DAVIES.

(86) Pedido PCT: PCT US2016015162 de 27/01/2016

(87) Publicação PCT: WO 2016/123236 de 04/08/2016

(85) Data do Início da Fase Nacional: 27/07/2017

(57) Resumo: A presente invenção se refere a um método e aparelho para substituir um suporte flexível de tendão em uma plataforma de perna de tensão que inclui instalar uma ferramenta de tensão do tendão no Encaixe de Ajuste de Extensão (LAJ) de um tendão e fornecer um módulo de flutuação suplementar no tendão. A ferramenta de tensão do tendão é usada para desengatar os deslizamentos do conector superior de tendão. A flutuação do módulo de flutuação suplementar pode então ser ajustada para suportar o tendão depois do que a ferramenta de tensão do tendão pode ser desengatada permitindo a remoção e substituição do suporte flexível de tendão. Seguindo a instalação do novo (ou remodelado) suporte de flexão, as etapas do procedimento podem ser revertidas para retornar o tendão para seu estado de operação normal. Em determinadas modalidades, o dispositivo de acionamento do grampo superior é fornecido na ferramenta de tensão do tendão para remover deslizamentos do grampo.

"MÉTODO PARA SUBSTITUIR UM SUPORTE FLEXÍVEL DE TENDÃO EM
UMA PLATAFORMA DE PERNA DE TENSÃO"

REFERÊNCIA CRUZADA COM PEDIDOS RELACIONADOS

[001] A presente invenção reivindica o benefício de Pedido Provisório U.S. de Série Nº 62/108353, depositado em 27 de janeiro de 2015, cuja descrição encontra-se inteiramente incorporada ao presente por referência.

FUNDAMENTOS DA INVENÇÃO

1. Campo da Técnica

[002] A presente invenção se refere em geral a plataformas de flutuação para produção offshore de petróleo e gás. Especificamente, a presente invenção se refere às plataformas de perna de tensão (TLPs).

2. Descrição do Estado da Técnica incluindo informação divulgada sob 37 CFR 1.97 e 1.98

[003] Suporte flexível de tendão é um elemento estrutural que permite uma rotação relativa entre a parte superior do tendão e do pórtico de tendão, isto é, o casco TLP. O suporte flexível de tendão está no caminho de carga direto das forças de manutenção da estação principal. Um plano operacional do ciclo de vida completo TLP não exige a substituição desses elementos.

[004] A manutenção da estação de um típico TLP é fornecida por no mínimo de seis tendões. Um TLP é projetado para condições extremas e de sobrevivência, bem como para condições em que falta um tendão (isto é, o TLP é reestabilizado para manter tensão apropriada de tendão) e para uma condição de tendão partido (isto é, nenhuma compensação de reestabilização imediata). Apesar de o TLP ser projetado para tais condições, as ações corretivas geralmente não são desenvolvidas como parte do processo de design.

[005] As estacas acionadas para o fundo do mar são fixadas nas extremidades inferiores dos tendões. A extremidade superior do tendão se conecta ao

casco TLP. A própria extremidade superior do tendão compreende elementos de corpo do tendão e, acima, um encaixe de ajuste de comprimento (LAJ). O diâmetro do LAJ é geralmente menor do que o diâmetro do corpo do tendão. A seção do LAJ é equipada com sulcos concêntricos que permitem que os deslizamentos com projeção correspondentes se prendam ao tendão (LAJ). Esses deslizamentos, chamados de “o grampo”, são suportados pelo suporte flexível. O suporte flexível permite rotação diferencial entre o corpo do tendão e o TLP. O suporte flexível pode ser suportado por um anel de carga que é suportado por células de carga usadas para medir a tensão do tendão. As células de carga podem ser suportadas por um segundo anel de carga que é rigidamente fixado ao pórtico de tendão que é conectado ao casco TLP. Alternativamente, alguns TLPs são configurados de modo que o suporte flexível de tendão seja suportado diretamente no pórtico de tendão ou em um anel no pórtico de tendão. A maioria desses dispositivos é circular em seção transversal e, quando instalados, possuem um eixo geométrico longitudinal comum. Como tal, o LAJ (e o tendão) está no centro e se projetam verticalmente através dos centros do grampo, do suporte flexível, dos centros tanto dos anéis de carga quanto do centro geométrico das células de carga. A Figura 1 ilustra um layout típico de um tendão e seu suporte flexível associado.

SUMÁRIO DA INVENÇÃO

[006] A metodologia e hardware aqui descritos possibilita a substituição no local de um suporte flexível de tendão em uma plataforma de perna de tendão.

[007] O desafio com a substituição de um suporte flexível é remover esse elemento do caminho de carga principal nas condições do local com custo eficiente embora assegurando a integridade de segurança da plataforma. A substituição do suporte flexível requer as seguintes etapas:

A. liberar o grampo do LAJ;

B remover o grampo;

- C. remover o suporte flexível;
- D. instalar um novo (reparado ou remodelado) suporte flexível;
- E. reinstalar o grampo; e,
- F. prender o grampo no LAJ.

[008] Tipicamente, a pretensão em cada dos tendões é de aproximadamente de um terço a metade da carga máxima permitida. Não se pode simplesmente liberar o grampo (conforme mencionado na etapa A, acima). A tensão no tendão (no grampo) precisa ser primeiramente reduzida de modo significativo. Contudo, a tensão precisa permanecer suficiente para impedir qualquer empeno do tendão. Além disso, o grampo não pode ser descarregado aplicando uma carga à parte superior do LAJ, porque a configuração não permite que o suporte flexível existente seja removido e um novo seja instalado (devido aos problemas de interferência).

[009] Em um método de acordo com a invenção, um módulo de flutuação suplementar é fixado ao tendão e sua flutuabilidade é ajustada para aplicar uma força maior do que o peso na água do tendão.

[010] Uma ferramenta de tensão do tendão é usada para desengatar os deslizamentos do conector superior do tendão. A flutuação do módulo de flutuação suplementar suporta o tendão depois do que a ferramenta de tensão do tendão pode ser desengatada permitindo a remoção e substituição do suporte flexível de tendão.

BREVE DESCRIÇÃO DAS VÁRIAS VISTAS DOS DESENHOS

[011] A Figura 1 é uma vista esquemática, parcialmente em seção transversal da parte superior de um tendão TLP junto com seu pórtico de tendão associado e conector superior de tendão em sua condição de operação normal.

[012] A Figura 2 é uma vista esquemática, parcialmente em seção transversal do aparelho mostrado na Figura 1 com uma ferramenta de tensão do tendão instalada e um módulo de flutuação suplementar fixado ao tendão.

[013] A Figura 3 é uma vista esquemática, parcialmente em seção transversal,

do aparelho mostrado na Figura 2 com um espaçador anular instalado entre o tendão e a superfície interna do pórtico de tendão.

[014] A Figura 4 é uma vista explodida, vista esquemática, parcialmente em seção transversal, do aparelho mostrado nas Figuras 2 e 3.

[015] A Figura 5 é uma vista esquemática, parcialmente em seção transversal, que mostra a ferramenta de tensão do tendão retraída e desengatada, permitindo que o peso do tendão seja transportado pelo módulo de flutuação suplementar. Nesse estado, a ferramenta de tensão do tendão pode ser liberada e pode ser levantada do tendão.

DESCRIÇÃO DETALHADA DA INVENÇÃO

[016] Aqui, é divulgado um método para substituir um suporte flexível de tendão em um TLP instalado.

[017] A invenção pode ser mais bem compreendida por referência às figuras dos desenhos em que um método particular de acordo com a invenção está mostrado sequencialmente. Nos desenhos das figuras, os números de referência que se seguem são usados para designar os elementos listados.

10 encaixe de ajuste de extensão (LAJ)

12 sulcos LAJ

14 grampo

15 deslizamentos

16 suporte flexível

18 base de suporte flexível

20 anel de carga superior

22 célula de carga

24 anel de carga inferior

26 pórtico de tendão

28 corpo de tendão

- 30 ferramenta de tensão do tendão
- 32 cilindros hidráulicos
- 34 carneiros hidráulicos
- 36 placa
- 40 módulo de flutuação suplementar
- 42 linha de mensagens
- 44 espaçador
- 46 adaptador de linha de mensagem
- 48 conector superior do tendão

[018] Referindo-se à Figura 1, um tendão instalado 28 está mostrado preso em seu estado de operação normal no pórtico de tendão 26 de um TLP (não mostrado). A parte superior 10 do tendão 28 compreende o encaixe de ajuste de extensão (LAJ) que pode ter um diâmetro reduzido com relação à parte de corpo principal do tendão 28. Os sulcos LAJ 12 são fornecidos em uma parte da superfície externa do LAJ 10 para engatar os deslizamentos 15 no grampo 14. O grampo 14 se apoia contra o suporte flexível 16 suportado na base de suporte flexível 18. A base de suporte flexível 18 se apoia contra o anel de carga superior 20 que se apoia contra a célula de carga 22 suportada no anel de carga inferior 24 de modo a fornecer uma medida da tensão no tendão 28. Deve ser apreciado que essa é meramente uma configuração exemplificativa e outras configurações usadas na indústria podem também empregar o método da invenção. Por exemplo, em algumas configurações, a célula de carga está incorporada no corpo do tendão, em ainda outras configurações, o suporte flexível é suportado diretamente no pórtico de tendão.

[019] Juntos, o grampo 14, o suporte flexível 16 e a base 18 compreendem o conector superior de tendão 48.

[020] Na Figura 2, o conjunto de tendão mostrado na Figura 1 está ilustrado com ferramenta de tensão do tendão 30 fixada. A linha de mensagem 42 (conectada

ao LAJ por meio do adaptador de linha de mensagem 46) pode ajudar na instalação da ferramenta de tensão do tendão 30 no LAJ 10 do tendão 28. Como será apreciado por aqueles versados na técnica, o aparelho ilustrado nas figuras dos desenhos está abaixo da linha de água do TLP no qual está instalado. Portanto, a linha de mensagem 42 pode agir para guiar a ferramenta de tensão do tendão 30 durante a instalação e remoção.

[021] A ferramenta de tensão do tendão 30 compreende os cilindros hidráulicos 32 contendo os carneiros hidráulicos 34 que agem contra a placa 36 de modo a aplicar tensão adicional ao tendão 28 – isto é, mais tensão do que devida para a flutuação do TLP aplicada por meio do caminho de carga compreendendo o pórtico de tendão 26, o anel de carga inferior 24, a célula de carga 22, o anel de carga superior 20 e o suporte flexível 16. O resultado líquido da tensão adicional aplicada pela ferramenta de tensão do tendão 30 é uma redução da carga criada pelos deslizamentos de conector superior 16.

[022] A parte superior da ferramenta de tensão do tendão 30 funciona temporariamente como um conector superior de tendão durante partes do processo.

[023] Também mostrado na Figura 12 está o módulo de flutuação suplementar removível 40 fixado ao tendão 28 em um ponto abaixo do pórtico de tendão 26. Em determinadas modalidades, o módulo de flutuação suplementar 40 tem meios para adicionar ou liberar um gás (que pode ser ar) para deslocar ou admitir água dentro do compartimento(s) do módulo de flutuação suplementar 40 desse modo ajustando sua flutuação.

[024] Em determinadas modalidades, o dispositivo de acionamento do grampo superior para o grampo superior é fornecido na ferramenta de tensão do tendão. As ferramentas de acionamento do grampo superior do estado da técnica normalmente se ajusta na mesma área de interface onde a ferramenta de tensão do tendão precisa reagir na parte superior do corpo de grampo superior. Isso torna o uso tanto uma

ferramenta de acionamento quanto uma ferramenta de tensão do tendão ao mesmo tempo impossível. O fornecimento de meios de acionamento de grampo na ferramenta de tensão do tendão supera esse problema.

[025] A modalidade exemplificativa ilustrada da invenção compreende as seguintes etapas:

[026] Etapa 1: O módulo de flutuação suplementar 40 é fixado ao tendão 28 sendo submetido à substituição de suporte flexível 16; [esse estado está ilustrado na Figura 2];

[027] Etapa 2: O ar é adicionado no módulo de flutuação 40 para tomar / aplicar força maior do que o peso de tensão 28 na água;

[028] Etapa 3: A flutuação do TLP é ajustada para reduzir a tensão de tendão nos tendões no canto particular do TLP no qual é requerida a substituição do elemento flexível;

[029] Etapa 4: A tensão é aplicada ao tendão (submetido à remoção do elemento flexível) entre a parte superior da parte superior exposta do tendão e a parte superior do conector superior de tendão, usando a ferramenta de tensão do tendão 30;

[030] Etapa 5: O conector superior de tendão 48 é destravado;

[031] Etapa 6: Um dispositivo de espaçamento temporário 44 é inserido entre o tendão 28 e a parte interna do pórtico de tendão 26 (para impedir que o tendão 28 raspe no pórtico 26 enquanto o grampo superior é removido; [esse estado está ilustrado na Figura 3];

[032] Etapa 7: A tensão superior de tendão é reduzida empilhando na ferramenta de tensão do tendão 30 até que o peso na água do tendão 28 transportado pelo módulo de flutuação 40; [esse estado está ilustrado na Figura 5];

[033] Etapa 8: A ferramenta de tensão 30 é removida; o conector superior de tendão é removido e o elemento flexível 16 é substituído; [esse estado está ilustrado

na Figura 4];

[034] Etapa 9: O conector superior de tendão (ou, alternativamente, uma substituição do conector superior) é colocado no pórtico de tendão 26 (com a substituição do suporte flexível 16);

[035] Etapa 10: A ferramenta de tensão do tendão 30 é instalada; a tensão é aplicada ao tendão 28 reagindo contra a parte superior do conector superior de tendão;

[036] Etapa 11: O dispositivo de espaçamento temporário 44 é removido;

[037] Etapa 12: O ar é liberado do módulo de flutuação suplementar 40;

[038] Etapa 13: A tensão de tendão é ajustada com a ferramenta de tensão 30 para unir o(s) tendão (s) adjacente(s) e o grampo superior do tendão é engatado; [começando com a posição mostrada na Figura 5];

[039] Etapa 14: O módulo de flutuação suplementar 40 é removido;

[040] Etapa 15: A tensão de tendão é verificada e a tensão de tendão reaplicada com a ferramenta de tensão 30 e ajuste do grampo superior, se necessário; e,

[041] Etapa 16: O dispositivo de tensão de tendão 30 é removido [retornando o sistema para o estado ilustrado na Figura 1];

[042] O precedente apresenta modalidades particulares de um sistema que incorpora os princípios da invenção. Aqueles versados na técnica serão capazes de imaginar alternativas e variações que, mesmo se não explicitamente aqui divulgadas, incorporam esses princípios e estão, portanto, dentro do escopo da invenção. Apesar de terem sido mostradas e descritas as modalidades particulares da presente invenção, as mesmas não são intencionadas a limitar o que está coberto por esta invenção. Aquele versado na técnica irá compreender que podem ser feitas várias alterações e modificações sem se afastar do escopo da presente invenção conforme literalmente e de modo equivalente coberta pelas reivindicações.

REIVINDICAÇÕES

1. Método para substituir um suporte flexível (16) de tendão em uma plataforma de perna de tensão (TLP) que tem um tendão (28) com um encaixe de ajuste de extensão (LAJ) preso a um pórtico de tendão (26) no TLP por meio de um grampo superior (14) que tem deslizamentos (15) passíveis de serem liberados

CARACTERIZADO pelo fato de que compreende:

instalar uma ferramenta de tensão do tendão (30) no LAJ;

fixar um módulo de flutuação suplementar (40) ao tendão (28);

aplicar tensão ao tendão (28) com a ferramenta de tensão do tendão (30) suficiente para liberar os deslizamentos (15) do grampo superior (14);

ajustar a flutuação do módulo de flutuação suplementar (40);

liberar a tensão aplicada ao tendão com a ferramenta de tensão do tendão (30);

remover a ferramenta de tensão do tendão (30) no LAJ; e,

remover o suporte flexível (16) de tendão.

2. Método, de acordo com a reivindicação 1, **CARACTERIZADO** pelo fato de que a instalação da ferramenta de tensão do tendão (30) no LAJ compreendendo instalar a ferramenta de tensão acima do grampo superior (14).

3. Método, de acordo com a reivindicação 1, **CARACTERIZADO** pelo fato de que a fixação do módulo de flutuação suplementar (40) ao tendão (28) compreende fixar o módulo de flutuação suplementar abaixo do pórtico de tendão (26).

4. Método, de acordo com a reivindicação 1, **CARACTERIZADO** pelo fato de que o ajuste da flutuação do módulo de flutuação suplementar (40) compreende aumentar a flutuação do módulo de flutuação suplementar (40) de modo suficiente para suportar o tendão (28) substancialmente vertical no mar.

5. Método, de acordo com a reivindicação 1, **CARACTERIZADO** pelo fato de que compreende adicionalmente instalar um espaçador (44) entre o tendão (28) e o

pórtico de tendão (26).

6. Método, de acordo com a reivindicação 5, **CHARACTERIZADO** pelo fato de que o espaçador (44) é um espaçador anular.

7. Método, de acordo com a reivindicação 1, **CHARACTERIZADO** pelo fato de que instalar uma ferramenta de tensão do tendão (30) no LAJ compreende instalar uma linha de mensagem (42) no LAJ.

8. Método, de acordo com a reivindicação 1, **CHARACTERIZADO** pelo fato de que a ferramenta de tensão do tendão (30) compreende uma ferramenta de acionamento (32) configurada para desengatar os deslizamentos (15) do encaixe de ajuste de extensão (LAJ).

9. Método, de acordo com a reivindicação 1, **CHARACTERIZADO** pelo fato de que a ferramenta de tensão do tendão (30) compreende pelo menos um cilindro hidráulico (32).

10. Método, de acordo com a reivindicação 9, **CHARACTERIZADO** pelo fato de que adicionalmente compreende monitorar a tensão aplicada ao tendão (28) pela ferramenta de tensão do tendão (30) pela medição da pressão dentro de pelo menos um cilindro hidráulico (32).

11. Método, de acordo com a reivindicação 1, **CHARACTERIZADO** pelo fato de que compreende adicionalmente:

ajustar a flutuação do TLP para reduzir a tensão no tendão (28).

12. Método, de acordo com a reivindicação 1, **CHARACTERIZADO** pelo fato de que compreende adicionalmente:

reduzir a tensão do tendão empulhando a ferramenta de tensão do tendão (30) até que o peso do tendão (28) na água seja criado pelo módulo de flutuação suplementar (40).

13. Método, de acordo com a reivindicação 1, **CHARACTERIZADO** pelo fato de que compreende adicionalmente:

reinstalar a ferramenta de tensão do tendão (30) após a substituição do suporte flexível (16); e,

aplicar tensão ao tendão (28) pela reação da ferramenta de tensão do tendão (30) contra o grampo superior (14).

14. Método, de acordo com a reivindicação 13, **CHARACTERIZADO** pelo fato de que compreende adicionalmente:

diminuir a flutuação do módulo de flutuação suplementar (40).

15. Método, de acordo com a reivindicação 14, **CHARACTERIZADO** pelo fato de que compreende adicionalmente:

ajustar a tensão do tendão usando a ferramenta de tensão do tendão (30) para igualar substancialmente a tensão em um tendão adjacente.

16. Método, de acordo com a reivindicação 15, **CHARACTERIZADO** pelo fato de que compreende adicionalmente:

remover o módulo de flutuação suplementar (40);

reaplicar a tensão ao tendão (28) usando a ferramenta de tensão do tendão (30); e,

ajustar o grampo superior (14).

17. Método, de acordo com a reivindicação 15, **CHARACTERIZADO** pelo fato de que compreende adicionalmente:

remover o módulo de flutuação suplementar (40); e,

remover a ferramenta de tensão do tendão (30).

18. Método, de acordo com a reivindicação 17, **CHARACTERIZADO** pelo fato de que remover a ferramenta de tensão do tendão (30) compreende guiar a ferramenta de tensão do tendão com uma linha de mensagem (42) fixada ao tendão (28).

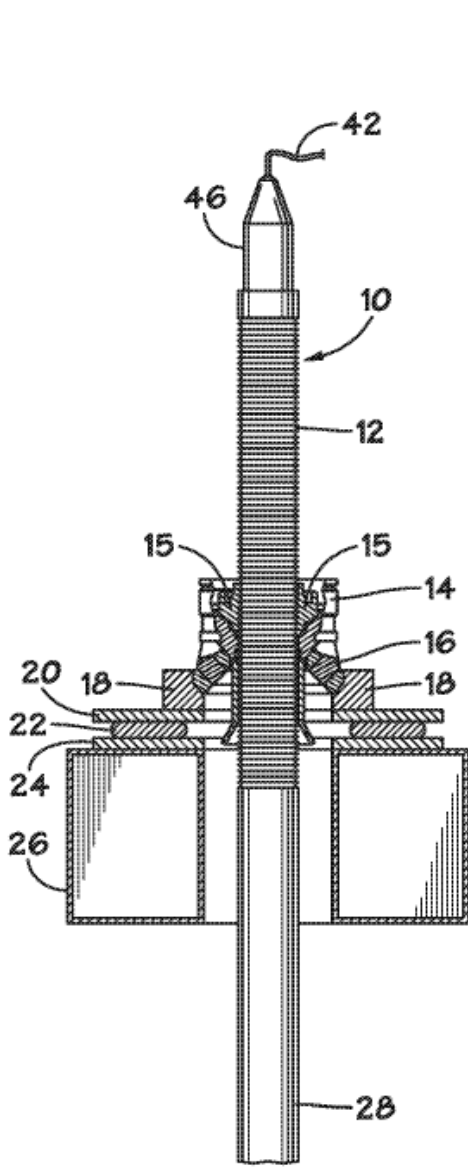


FIG. 1

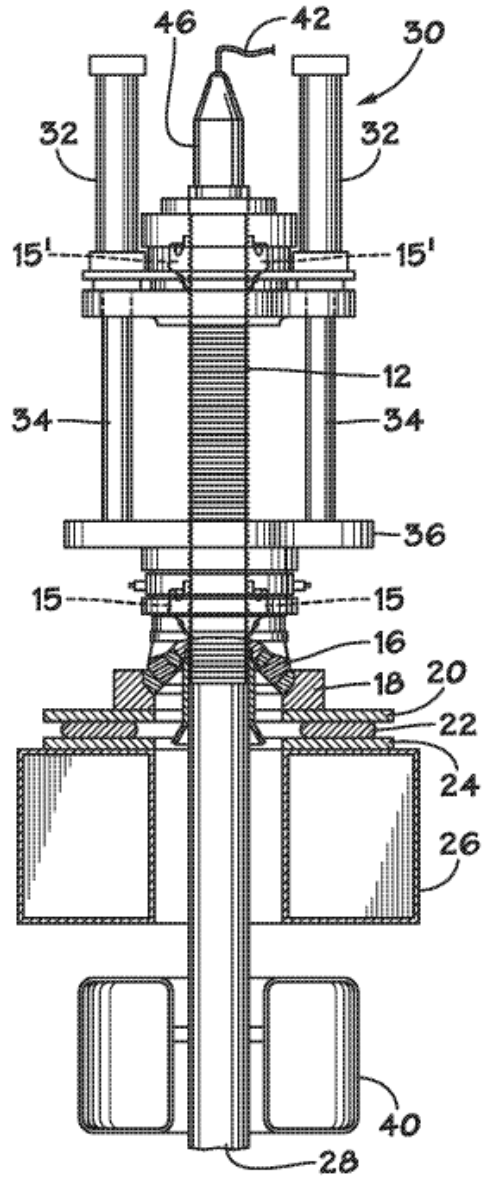


FIG. 2

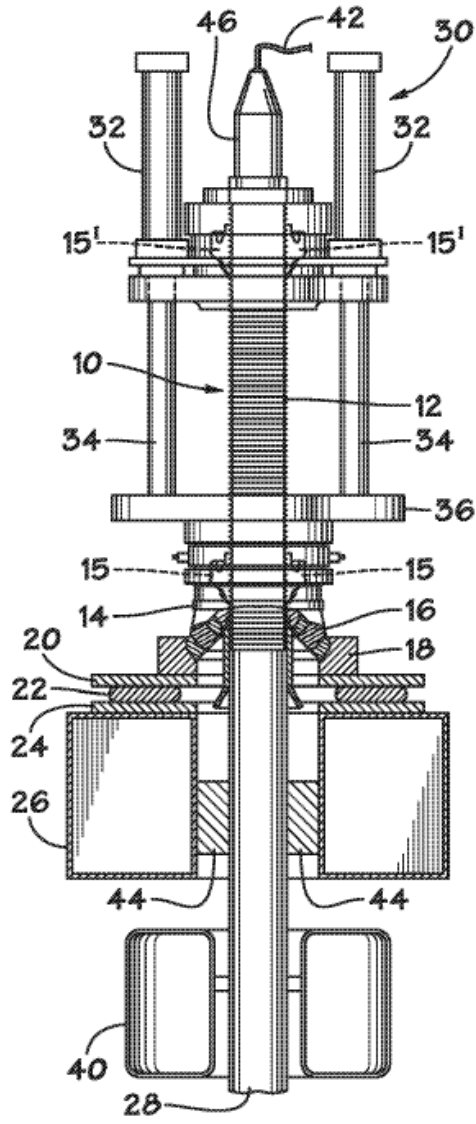


FIG. 3

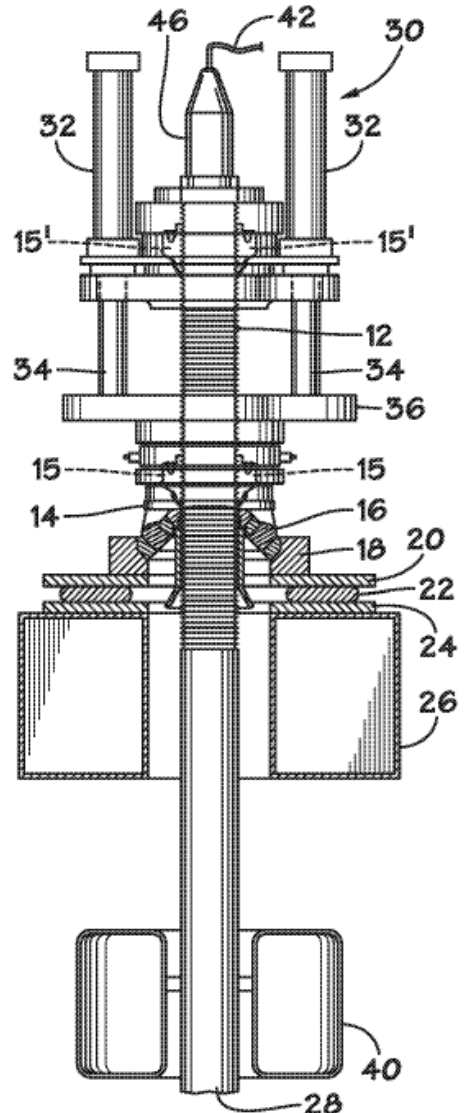


FIG. 5

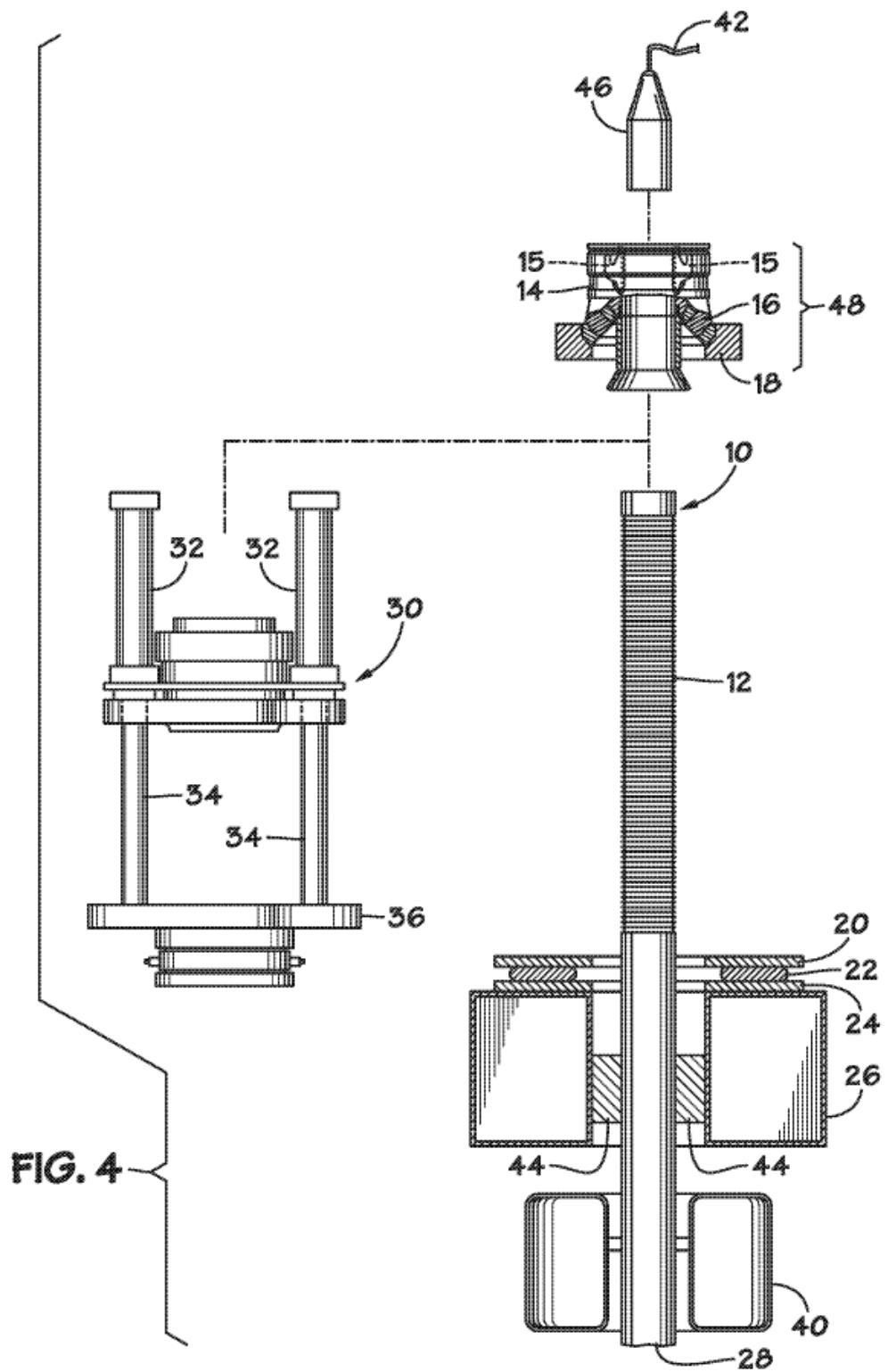


FIG. 4