



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

**(11) PI 0821484-0 B1**

**(22) Data do Depósito:** 22/12/2008

**(45) Data de Concessão:** 08/05/2018



---

**(54) Título:** CONEXÃO TUBULAR ROSQUEADA VEDADA QUE É RESISTENTE A CARGAS DE PRESSÃO SUCESSIVAS

**(51) Int.Cl.:** E21B 17/042; F16L 15/04

**(30) Prioridade Unionista:** 28/12/2007 FR 07 09159

**(73) Titular(es):** VALLOUREC OIL AND GAS FRANCE. NIPPON STEEL & SUMITOMO METAL CORPORATION

**(72) Inventor(es):** LAURENT GILLOT

Relatório Descritivo da Patente de Invenção para **"CONEXÃO TUBULAR ROSQUEADA VEDADA QUE É RESISTENTE A CARGAS DE PRESSÃO SUCESSIVAS"**.

5 A presente invenção refere-se a uma conexão tubular rosqueada vedada que é resistente a cargas estáticas tal como tensão axial, compressão axial, dobra plana, pressão interna ou externa e uma combinação das mesmas.

10 Tais conexões tubulares rosqueadas, que serão doravante chamadas conexões, podem ser produzidas pela conexão de um elemento macho na extremidade de um primeiro componente tubular que pode, por exemplo, ser um tubo de grande comprimento, e um elemento fêmea na extremidade de um segundo componente tubular que pode, por exemplo, ser um tubo de grande comprimento ou um acoplamento, cada um de seus elementos sendo fornecido com uma superfície de vedação metálica e sendo  
15 radialmente encaixado por interferência contra a superfície de vedação metálica do outro elemento.

Tais conexões são utilizadas para produzir um envoltório vedado ou cordões de tubulação para poços de hidrocarbono ou para poços similares tal como poços geotérmicos, por exemplo.

20 Mais particularmente, a invenção refere-se a conexões conhecidas como conexões premium (de melhor qualidade) que compreendem superfícies de vedação metálicas que interferem radialmente e são associadas com superfícies de apoio internas, externas ou centrais que servem para posicionar com precisão as ditas superfícies de vedação.

25 Tais superfícies de vedação são zonas que são extremamente críticas que fornecem a conexão com uma vedação contra altas pressões de fluidos, incluindo gases.

Em poços de hidrocarbono, tais conexões são submetidas a várias cargas tal como tensão, compressão, dobra ao longo do eixo geométrico dos tubos, ou pressão. Essas várias cargas podem variar com o tempo, por  
30 exemplo, quando se está cimentando os cordões de envoltório (aumento na pressão externa) ou durante a etapa de produção (aumento na pressão

interna) ou até mesmo durante as operações de manutenção (interrupção então recomeço da produção) e podem agir sozinhas ou em combinação.

Tais conexões devem não apenas tolerar tais cargas mecânicas, mas também permanecer justas quando tais cargas são aplicadas e em particular quando uma pressão interna é aplicada quando tais conexões possu-  
5 em, por exemplo, apenas um apoio externo e/ou apoio central, mas nenhum apoio interno.

O termo "apoio interno" significa um apoio localizado perto da superfície interna dos componentes tubulares e, dessa forma, localizado per-  
10 to da extremidade livre do elemento macho.

Por essa razão, têm se buscado aperfeiçoar tais conexões, especialmente as que não possuem um apoio interno, a fim de aumentar suas características de vedação no que refere-se à pressão interna pela otimiza-  
ção em particular da função da superfície de vedação localizada perto das  
15 roscas.

A técnica anterior no que diz respeito a tais conexões compreendendo ou não compreendendo um apoio interno propõe dispositivos para o aperfeiçoamento da vedação de superfícies de vedação metálicas que são submetidas a cargas tal como pressão interna. Esses dispositivos foram, em  
20 particular, descritos na Patente Alemã DE 4446806 e Pedido de Patente Internacional WO 00/08367.

A figura 3 de DE 4446806 descreve uma conexão fornecida com um apoio interno (10) compreendendo um elemento fêmea (1) e um elemento macho (7) a extremidade livre da qual compreende um sistema de veda-  
25 ção de metal com metal constituído de um par de superfícies de contato principal (4) perto das roscas e um par de superfícies de contato secundárias (8) perto do apoio interno (10) separadas por uma superfície de transição (11). O formato das superfícies de contato secundárias (8) é afunilado independentemente do elemento no qual estão localizadas; o das superfícies de  
30 contato principal (4) é em forma de cúpula para a superfície localizada no elemento macho (7) e afunilada para a superfície localizada no elemento fêmea (1). Para se otimizar a vedação da conexão com a pressão interna, a

superfície periférica externa da zona (12) do elemento macho adjacente ao apoio interno (10) é usinada para reduzir a espessura da virola nesse nível e, dessa forma, fornecer a extremidade livre do elemento macho (7) com maior elasticidade e, dessa forma, uma melhor pressão de contato nas superfícies de contato secundárias (8) quando a pressão interna é aplicada. A superfície de contato secundária (8) também garante um posicionamento radial ideal da superfície de contato principal (4) através de toda a sua periferia no caso de irregularidades do componente tubular tal como defeitos de usinagem ou defeitos de ovalidade.

10 A figura 7 de WO00/08367 descreve uma conexão sem qualquer apoio interno na qual o elemento macho (30) compreende, em sua extremidade livre, uma virola compreendendo duas zonas que são adequadas para entrar em contato com um alojamento correspondente disposto no elemento fêmea (40). A primeira zona de contato, disposta no lado rosqueado, possui

15 uma superfície de vedação afunilada (32) em sua superfície periférica externa. A segunda zona de contato, perto da primeira, é disposta a uma distância curta da extremidade livre do elemento macho (36) e possui uma superfície afunilada (33) o afunilamento da qual é maior do que o da superfície de vedação (32) em pelo menos 20%. Na primeira zona de contato (32), a interferência geométrica entre o elemento macho (30) e o elemento fêmea (40) é

20 mais fraca do que na segunda zona de contato (36). A posição das zonas de contato, dessa forma, permite se otimizar as forças transversais e o impulso de dobra ao qual a conexão é submetida na segunda zona de contato (36) e, dessa forma, proteger a superfície de vedação (32) contra qualquer plastificação para impedir que a conexão vaze. Como em DE 4446806, essa se-

25 gunda zona de contato (36) também fornece um posicionamento radial ideal da superfície de vedação através de toda a sua periferia no caso de irregularidades no componente tubular tal como defeitos de usinagem ou defeitos de ovalidade.

30 Outra forma de se otimizar as características de vedação de tais conexões que são submetidas a sucessivas cargas de pressão interna pelo aumento da pressão de contato de interferência entre as superfícies de ve-

dação dos elementos macho e fêmea também tem sido buscada.

Também se buscou uma conexão que tenha bom desempenho sob todos os vários modos de carga.

5 Também se procurou garantir que a invenção tenha aplicação particular às conexões compreendendo uma vedação interna e em particular conexões com um diâmetro externo constante (nivelamento) e conexões com um diâmetro externo que difere levemente entre os elementos macho e fêmea (seminivelamento).

10 De acordo com a invenção, a conexão compreende um elemento macho disposto no final de um primeiro componente tubular e incluindo uma rosca macho e um elemento fêmea disposto no final de um segundo componente tubular e incluindo uma rosca fêmea correspondente à rosca macho.

15 Pelo menos um dos elementos compreende uma virola se estendendo além da rosca para a extremidade livre do elemento. O outro elemento compreende um recesso para a virola.

20 A virola compreende uma primeira zona com uma superfície periférica virada na direção do outro elemento no qual é disposta uma primeira superfície de vedação que é adequada para ser encaixada radialmente por interferência contra uma segunda superfície de vedação correspondente disposta na superfície periférica do recesso do outro elemento.

25 A virola possui uma segunda zona localizada axialmente entre a dita primeira zona e a extremidade livre do elemento. Essa segunda zona é uma zona que suporta radialmente contra uma parte correspondente do outro elemento e compreende uma primeira superfície de suporte radial virada na direção do outro elemento em contato com uma segunda superfície radial de suporte na superfície periférica do dito recesso do outro elemento.

30 De acordo com uma característica principal da invenção, as ditas primeira e segunda zonas são separadas axialmente por uma terceira zona com uma rigidez radial inferior à das ditas primeira e segunda zonas e que pode ser radialmente deformada na direção do outro elemento por uma pressão que é exercida na mesma.

Vantajosamente, a espessura da dita terceira zona é inferior à espessura da primeira zona e à espessura da segunda zona.

Outra vez, vantajosamente, a espessura mínima da dita terceira zona está na faixa de 60% a 80% da espessura da dita virola.

- 5 Vantajosamente, a espessura mínima da dita terceira zona é 70% da espessura da dita virola.

Preferivelmente, o comprimento axial da dita terceira zona onde a espessura é mínima está na faixa de 0,25 a 5 mm.

Preferivelmente, o dito comprimento axial é de 0,5 mm.

- 10 Preferivelmente, a dita segunda zona está localizada na extremidade livre do elemento.

Preferivelmente, a primeira superfície de suporte radial é uma parte de uma superfície tórica.

- 15 Preferivelmente, o raio da dita parte de superfície tórica é de 5 mm ou menos.

Vantajosamente, a segunda superfície de suporte radial é uma parte com uma superfície cilíndrica.

- 20 Preferivelmente, as primeira e segunda superfícies de suporte radial possuem uma interferência geométrica que é 5% a 20% maior do que a entre as primeira e segunda superfícies de vedação.

Preferivelmente, as ditas primeira e segunda superfícies de vedação são partes de superfície afuniladas com um afunilamento substancialmente igual.

- 25 Vantajosamente, as ditas partes de superfície afuniladas possuem um afunilamento na faixa de 5% a 50%.

Preferivelmente, existe espaço entre uma superfície dianteira da extremidade livre da virola e outro elemento.

Preferivelmente, a dita virola é localizada no elemento macho.

- 30 De acordo com uma modalidade da invenção, a dita terceira zona é definida por um sulco anular na periferia externa da virola.

Outras vantagens e características da invenção se tornarão aparentes a partir da descrição detalhada a seguir e dos desenhos em anexo

que, dessa forma, não apenas agem para fornecer uma melhor compreensão da invenção, mas também contribuem para sua definição, como necessário.

5 A figura 1 ilustra uma meia seção longitudinal de uma conexão nivelada de acordo com uma modalidade da invenção. A figura 1 destaca as interferências geométricas entre as superfícies de contato.

A figura 2 ilustra uma meia seção longitudinal de uma modalidade preferida dos elementos macho e fêmea da conexão nivelada da figura 1 da invenção;

10 A figura 3 ilustra uma meia seção longitudinal de uma conexão nivelada da invenção que é submetida à pressão interna. A figura 3 destaca as interferências geométricas entre as superfícies em contato.

A figura 4 é um gráfico ilustrando as medições de pressão de contato relativas obtidas pela análise de elemento finito para diferentes tipos de conexões niveladas submetidas a vários modos de carga sucessivos.

20 A figura 1 ilustra uma modalidade preferida de uma conexão nivelada que compreende um elemento macho 1 disposto no final de um primeiro componente tubular 1' e um elemento fêmea 2 disposto no final de um segundo componente tubular 2'. O eixo geométrico da conexão é representado pelas linhas tracejadas XX'.

O elemento macho 1 compreende uma rosca macho 3 e uma virola macho 5 estendendo a rosca macho 3 até a extremidade livre do elemento macho 6.

25 A virola macho 5 compreende (vide figura 2b);  
uma primeira zona 7 localizada depois das roscas 3 com uma superfície periférica externa na qual uma primeira superfície de vedação 13 está localizada;

uma segunda zona 8 localizada na extremidade do elemento macho 1 possuindo uma superfície periférica externa virada para o elemento fêmea 2 no qual está localizada uma primeira superfície de suporte radial 14 que pode entrar em contato com uma segunda superfície de suporte radial correspondente 12 disposta no elemento fêmea 2;

uma terceira zona 9 localizada axialmente entre a primeira zona 7 e a segunda zona 8 com uma rigidez radial que é inferior à das primeira e segunda zonas 7, 8.

5 O elemento fêmea 2 compreende uma rosca fêmea 4 que corresponde à rosca macho 3 então, uma parte não rosqueada, formando um recesso 10 para corresponder com e cooperar com a virola 5 do elemento macho 1.

10 O recesso fêmea 10 possui uma superfície periférica voltada para dentro na qual uma segunda superfície de vedação 11 é formada e é adequada para ser encaixada radialmente por interferência contra a primeira superfície de vedação correspondente 13 do elemento macho 1 e uma segunda superfície de suporte radial 12 que pode entrar em contato com a primeira superfície de suporte radial 14 da virola 5; vide figura 2.

15 Essa superfície periférica é conectada em um lado à rosca fêmea 4 e no outro lado através de um ombro fêmea 15 à superfície periférica interna cilíndrica do corpo ou parte regular do segundo componente tubular 2'.

Um espaço é deixado livre entre o ombro do elemento fêmea 15 e a superfície dianteira da extremidade livre do elemento macho 6.

20 A extremidade livre do elemento fêmea constitui uma superfície de apoio axial anular disposta substancialmente de forma transversal 16. Esse apoio externo 16 permite que as superfícies de vedação externa 18, 19 e interna 13, 11 sejam posicionadas axialmente com relação uma à outra e para, dessa forma, definir seu encaixe por interferência radial.

25 A figura 1 ilustra a interferência geométrica entre as superfícies de vedação internas 13, 11 e externas 18, 19 e entre as superfícies de suporte radiais 14, 12. O termo "interferência geométrica" significa uma diferença em diâmetro entre as superfícies correspondentes dos elementos macho 1 e fêmea 2 em um desenho dos elementos da conexão ou medidos em  
30 cada elemento antes da criação.

A figura 2 ilustra uma modalidade preferida da invenção para a virola macho 5 (figura 2b) e o recesso fêmea 10 (figura 2a). O eixo geométri-



co de conexão é ilustrado pelos traços XX'.

A virola macho 5 ilustrada na figura 2b possui uma superfície periférica externa e uma superfície periférica interna que correspondem à zona de extremidade da superfície periférica interna do primeiro componente tubular 1'. A virola macho 5, dessa forma, possui uma espessura  $e_1$  que, medida logo após a rosca, é substancialmente igual a 30% da espessura  $e_i$  do componente tubular 1', por exemplo.

A superfície periférica interna da virola macho 5 compreende, começando com a rosca 3 e movendo na direção da extremidade livre do elemento macho 6, uma primeira zona 7 na qual uma primeira superfície de vedação 13 está localizada e pode ser radialmente encaixada por interferência contra uma segunda superfície de vedação correspondente 11 disposta no elemento fêmea 2 ilustrado na figura 2a.

Essas primeira e segunda superfícies de vedação 13, 11 são, por exemplo, partes de uma superfície afunilada que nesse caso possui um afunilamento de 10%.

Um afunilamento de menos de 5% é mais provável de causar problemas com atrito e um afunilamento de mais de 50% aumenta o risco de se necessitar de virolas que são muito espessas.

A superfície periférica interna da virola macho 5 compreende, na extremidade livre do elemento macho 6, uma segunda zona 8 na qual uma primeira superfície de suporte radial 14 está localizada sendo adequada para entrar em contato com uma segunda superfície de suporte radial 12 disposta no recesso correspondente 10 do elemento fêmea 2 ilustrado na figura 2a.

As primeira e segunda superfícies de suporte radial 14, 12 possuem preferivelmente uma interferência geométrica que é superior à das primeira e segunda superfícies de vedação 13, 11 por cerca de 5% a 20%, preferivelmente 5% a 15%.

Uma interferência entre as superfícies de suporte radiais 14, 12 que é inferior a ou igual à interferência entre as superfícies de vedação 13, 11 não pode garantir a vedação radial da segunda zona 8 da virola 5 contra o elemento fêmea 2 depois da criação. Muita interferência cria o risco de

degradação das características de vedação das superfícies de vedação 13, 11.

Se uma pressão de contato constante entre as superfícies de suporte radial for conservada a despeito das variações axiais conectadas às cargas de tensão e compressão às quais os elementos macho 1 e fêmea 2 são submetidos, a primeira superfície de suporte radial 14 pode ser uma parte de superfície tórica, o raio da qual é substancialmente inferior a ou igual a 5 mm e a segunda superfície de suporte radial correspondente 12 disposta no elemento fêmea 2 pode ser uma parte com uma superfície cilíndrica.

10 A superfície periférica interna da virola macho 5 compreende, entre a primeira zona 7 e a segunda zona 8, uma terceira zona 9 com uma rigidez radial inferior à das primeira e segunda zonas 7, 8.

Essa terceira zona 9 é definida aqui por um sulco anular na superfície periférica externa da virola 5.

15 A superfície periférica do sulco 9 compreende, por exemplo, uma superfície cilíndrica 17 conectada à primeira superfície de vedação 13 através de uma parte com uma superfície afunilada e à primeira superfície de suporte radial 14 através de uma parte com uma superfície tórica. A superfície cilíndrica 17 constitui uma parte de espessura mínima da terceira zona 9.

20 O comprimento axial  $l_r$  da parte de espessura mínima da terceira zona 9 é, nesse caso, igual a 0,5 mm. Esse comprimento axial  $l_r$  é medido entre a parte com uma superfície afunilada conectada à primeira superfície de vedação 13 e a parte com uma superfície tórica conectada à primeira superfície de suporte radial 14. Um comprimento axial  $l_r$  de menos de 0,25 mm resulta em rigidez radial insuficiente e um comprimento axial  $l_r$  de mais de 5 mm causa muito volume.

A espessura  $e_r$  da terceira zona 9, medida entre a superfície cilíndrica 17 e a superfície periférica externa da virola macho 5 é inferior à espessura da virola macho  $e_i$  medida pouco depois da rosca 3.

30 A espessura  $e_r$  está na faixa de 60% a 80% da espessura  $e_i$  da virola macho 5. Preferivelmente, a espessura  $e_r$  é 70% da espessura  $e_i$  da virola macho 5.

Essa redução na espessura causa uma redução na rigidez radial da terceira zona 9 e, dessa forma, permite a deformação radial da mesma na direção do elemento fêmea 2 quando a pressão interna (IP) é exercida na mesma. Uma espessura de menos de 60% ou mais de 80% da espessura e da virola macho 5 é menos suscetível a garantir o contato entre a primeira e segunda superfícies de suporte radial 14, 12 no momento do segundo ciclo de pressão interna (IP) aplicado durante os testes de qualificação permitindo a definição do desempenho de vedação da conexão.

Esses testes de qualificação são, em particular, definidos no Padrão Internacional ISO 13679 (procedimentos de teste para conexões para envoltórios e cordões de tubulação) em que os ciclos de várias combinações de cargas às quais a conexão pode ser submetida durante o uso em um poço são aplicados para testar se a vedação da conexão está boa.

A noção de "rigidez radial", nesse caso, inclui as características inerentes ao material e características dimensionais.

A figura 3 descreve uma conexão de acordo com a invenção no estado criado compreendendo um elemento macho 1 e um elemento fêmea 2 ao qual uma pressão interna (IP) é aplicada. O elemento macho 1 compreende, depois da rosca 3 e na direção da extremidade livre, uma virola macho 5, a superfície periférica externa da qual compreende uma primeira superfície de vedação 13, uma primeira superfície de suporte radial 14 e um sulco anular 9 com uma superfície periférica cilíndrica 17 localizada entre a primeira superfície de vedação 13 e a primeira superfície de suporte radial 14. O elemento fêmea 2 compreende um recesso 10 correspondente à virola macho 5 na qual uma segunda superfície de vedação 11 e uma segunda superfície de suporte radial 12 são localizadas. A geometria dessas várias superfícies 13, 14, 11, 12 e 17 é como descrito nas figuras 2a e 2b. No estado criado, a superfície dianteira da extremidade livre 6 do elemento macho 1 não entra em contato com o elemento fêmea 2 e, dessa forma, existe espaço livre entre os dois elementos.

A aplicação da pressão interna (IP) à conexão produz uma deformação radial da terceira zona 9, esquematicamente ilustrada na figura 3

por linhas curvas.

Essa deformação radial geral, na zona de contato das primeira e segunda superfícies de vedação (13, 11) e zona de suporte das primeira e segunda superfícies de suporte radial 14, 12, um excesso de energia de contato por interferência elástica que permitirá que a pressão de contato aumente, em particular na zona de contato das primeira e segunda superfícies de vedação 13, 11.

A energia excessiva também é gerada nas primeira e segunda superfícies de suporte radial 14, 12, mas a pressão de contato entre essas primeira e segunda superfícies de suporte radial 14, 12 é inferior à que ocorre entre as primeira e segunda superfícies de vedação 13, 11 devido à posição das superfícies de suporte radial 14, 12 na extremidade e a interferência geométrica relativa entre as superfícies de vedação 13, 11 e as superfícies de suporte radial 14, 12.

O papel das primeira e segunda superfícies de suporte radial 14, 12 é garantir não apenas um segundo ponto de contato entre o elemento macho 1 e o elemento fêmea 2 para permitir o aumento da pressão de contato entre as primeira e segunda superfícies de vedação 13, 11 quando a pressão interna (IP) é aplicada, mas também no presente caso para manter um encaixe por interferência constante entre as primeira e segunda superfícies de suporte radial 14, 12 independentemente dos deslocamentos axiais entre o elemento macho 1 e o elemento fêmea 2 causados pelas cargas de tensão e/ou compressão às quais a conexão é submetida durante o serviço.

O gráfico da figura 4 permite que a área de contato, doravante chamada de pressão de contato integral, seja comparada entre as primeira e segunda superfícies de vedação de várias conexões passando por um ciclo de carga. A abscissa representa as várias cargas aplicadas e a ordenada representa a pressão de contato integral obtida ao longo do contato das primeira e segunda superfícies de vedação (área de contato). Essa pressão de contato integral é medida por análise de elemento finito. Os valores obtidos são valores relativos expressos como um percentual e normalizados com relação as primeira e segunda superfícies de vedação de referência, isso é,

as da conexão da invenção sem as segundas superfícies de suporte radial e sem a terceira zona.

A Tabela 1 abaixo define os significados dos sinais de referência na abscissa do gráfico da figura 4.

5 Tabela 1: significado dos sinais de referência da figura 4

Sinal de referência na abscissa	Cargas(s) aplicada(s)
1	tensão
2	tensão + pressão interna
3	pressão de extremidade tampada
4	pressão interna
5	compressão + pressão interna
6	compressão
7	nada
8	compressão + pressão externa
9	pressão externa
10	tensão + pressão externa

As pressões de contato integrais para as conexões a seguir foram então simuladas:

Exemplo A: conexão de referência sem qualquer superfície de  
10 suporte radial;

Exemplo B: conexão de acordo com a modalidade da invenção da figura 1

Em comparação com a conexão de referência (exemplo A), pode ser observado que os desempenhos de vedação das conexão da figura 1  
15 (Exemplo B) são substancialmente melhores quando a pressão interna é aplicada.

O efeito vantajoso das primeira e segunda superfícies de suporte radial (14, 12) e da terceira zona 9 com a qual a conexão da figura 1 da invenção é fornecida foi demonstrado.

20 Uma vantagem da presente invenção é a produção na virola macho 5 de uma zona que é deformável sob o efeito da pressão interna (IP)

em que a energia obtida pela deformação é utilizada para gerar uma pressão de contato suplementar nas primeira e segunda superfícies de vedação 13, 11.

5 Outra vantagem da modalidade da presente invenção ilustrada na figura 2 é que a pressão interna (IP) pode ser bloqueada ou pelo menos limitada pelas primeira e segunda superfícies de suporte radial 14, 12. Como resultado, as primeira e segunda superfícies de vedação 13, 11 são preservadas de quaisquer danos.

10 No entanto, será notado que não é necessário que as primeira e segunda superfícies de suporte radial sejam superfícies que estão em contato perfeitamente justo depois da criação.

Uma vantagem adicional da modalidade preferida da presente invenção ilustrada na figura 2 é que a geometria das superfícies de suporte radial 14, 12 permite a manutenção de um encaixe de interferência constante a despeito dos movimentos axiais nos elementos macho 1 e fêmea 2 ge-  
15 rados pelas cargas de tensão e/ou compressão às quais a conexão é submetida em serviço.

Apesar de não ser descrito, o sulco anular 9 pode ser localizado na superfície interna da virola.

20 As primeira e segunda superfícies de vedação 13, 11 podem ser tórica em um elemento e afunilada no outro elemento, ou ambas as superfícies tóricas, ou uma combinação de superfície tórica e afunilada em um elemento e uma superfície afunilada no outro elemento, como descrito na Patente Francesa FR 2 833 335.

25 A invenção, obviamente, é aplicável às primeira, segunda e terceira zonas dispostas em uma virola do elemento fêmea.

Dessa forma, a invenção pode ser aplicada a tipos de conexões além de conexões tipo nivelada, tal como conexões que são conhecidas como conexões "seminiveladas" (onde o diâmetro externo do elemento fêmea  
30 é apenas minimamente maior do que o do elemento macho), conexões com um apoio central ou sem um apoio, ou conexões acopladas.

## REIVINDICAÇÕES

1. Conexão tubular rosqueada vedada compreendendo um elemento macho (1) disposto na extremidade de um primeiro componente tubular (1') incluindo uma rosca macho (3) e um elemento fêmea (2) disposto na extremidade de um segundo componente tubular (2') incluindo uma rosca fêmea (4) correspondendo à rosca macho (3), pelo menos um dos elementos compreendendo uma virola (5) se estendendo além da rosca (3) até a extremidade livre do elemento (6) e o outro elemento compreendendo um recesso (10) para a dita virola (5), a dita virola (5) compreendendo uma primeira zona (7) com uma superfície periférica voltada na direção do outro elemento no qual uma primeira superfície de vedação (13) é disposta que pode ser encaixada radialmente por interferência contra uma segunda superfície de vedação correspondente (11) disposta na superfície periférica do recesso (10) do outro elemento, a dita virola (5) possuindo uma segunda zona localizada axialmente (8) entre a dita primeira zona (7) e a extremidade livre do elemento (6) compreendendo uma primeira superfície de suporte radial (14) voltada na direção do outro elemento e em contato com uma segunda superfície de suporte radial correspondente (12) disposta na superfície periférica do recesso (10) do outro elemento, caracterizada pelo fato de que as ditas primeira e segunda zonas (7, 8) são axialmente separadas por uma terceira zona (9) com uma rigidez radial que é inferior à das ditas primeira e segunda zonas (7, 8) e capaz de serem radialmente deformadas na direção do outro elemento por uma pressão exercida nas mesmas.

2 Conexão tubular rosqueada, de acordo com a reivindicação 1, caracterizada pelo fato de que a espessura da dita terceira zona (9) é inferior à espessura da dita primeira zona (7) e à espessura da dita segunda zona (8).

3. Conexão tubular rosqueada, de acordo com a reivindicação 2, caracterizada pelo fato de que a espessura mínima da dita terceira zona (9) está na faixa de 60% a 80% da espessura da dita virola (5).

4. Conexão tubular rosqueada, de acordo com a reivindicação 2, caracterizada pelo fato de que a espessura mínima da dita terceira zona (9)

é 70% da espessura da dita virola (5).

5 5. Conexão tubular rosqueada, de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 4, caracterizada pelo fato de que o comprimento axial da dita terceira zona (9), onde a espessura é um mínima, está na faixa de 0,25 a 5 mm.

6. Conexão tubular rosqueada, de acordo com a reivindicação 5, caracterizada pelo fato de que o comprimento axial da dita terceira zona (9), onde a espessura é mínima, é de 0,5 mm.

10 7. Conexão tubular rosqueada, de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 6, caracterizada pelo fato de que a dita segunda zona (8) está localizada na extremidade livre do elemento (6).

15 8. Conexão tubular rosqueada, de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 7, caracterizada pelo fato de que a dita superfície de suporte radial (14) compreende uma parte com uma superfície tórica em sua superfície periférica voltada na direção do outro elemento.

9. Conexão tubular rosqueada, de acordo com a reivindicação 8, caracterizada pelo fato de que o raio da dita parte de superfície tórica é 5 mm ou menos.

20 10. Conexão tubular rosqueada, de acordo com qualquer uma das reivindicações anteriores, caracterizada pelo fato de que a dita superfície de suporte radial (12) é uma parte com uma superfície cilíndrica.

25 11. Conexão tubular rosqueada, de acordo com qualquer uma das reivindicações anteriores, caracterizada pelo fato de que as primeira e segunda superfícies de suporte radial (14, 12) possuem uma interferência geométrica que é 5% a 20% maior do que a que ocorre entre as primeira e segunda superfícies de vedação (13, 11).

30 12. Conexão tubular rosqueada, de acordo com qualquer uma das reivindicações anteriores, caracterizada pelo fato de que as ditas primeira e segunda superfícies de vedação (13, 11) são partes de superfície afuniladas com um afunilamento substancialmente igual.

13. Conexão tubular rosqueada, de acordo com a reivindicação 12, caracterizada pelo fato de que as ditas partes de superfície afuniladas

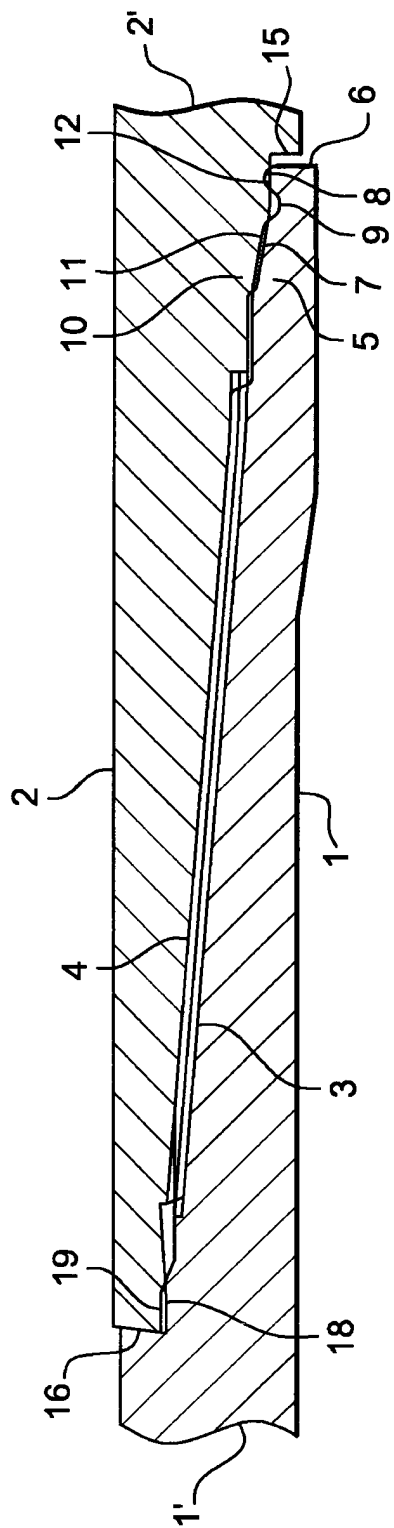


possuem um afunilamento na faixa de 5% a 50%.

14. Conexão tubular rosqueada, de acordo com qualquer uma das reivindicações anteriores, caracterizada pelo fato de que existe um espaço entre uma superfície dianteira da extremidade livre (6) da virola (5) e o  
5 outro elemento.

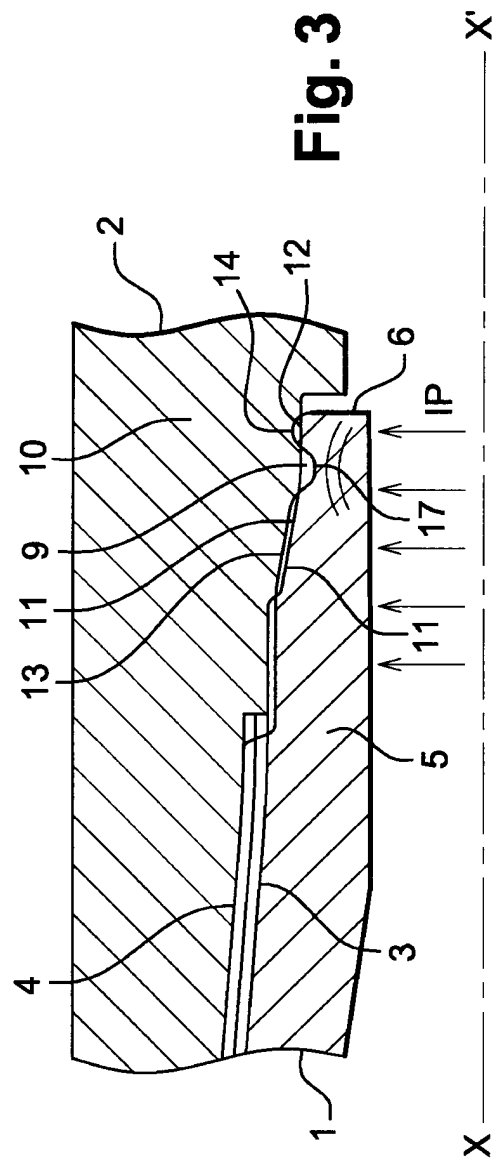
15. Conexão tubular rosqueada, de acordo com qualquer uma das reivindicações anteriores, caracterizada pelo fato de que a dita virola (5) está localizada no elemento macho (1).

16. Conexão tubular rosqueada, de acordo com qualquer uma  
10 das reivindicações anteriores, caracterizada pelo fato de que a dita terceira zona (9) está definida por um sulco anular na periferia externa da virola (5).



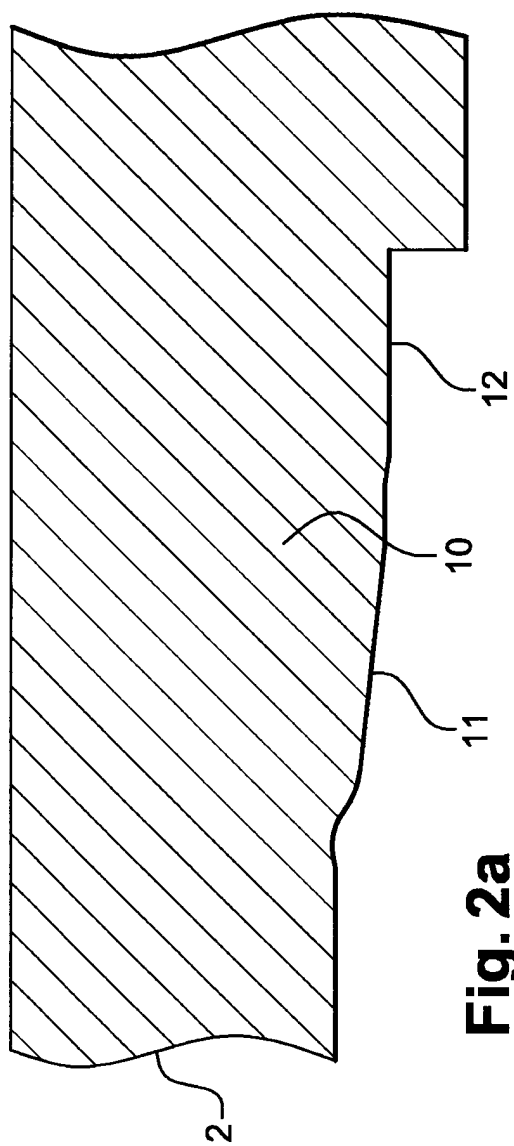
X ——— X'

**Fig. 1**

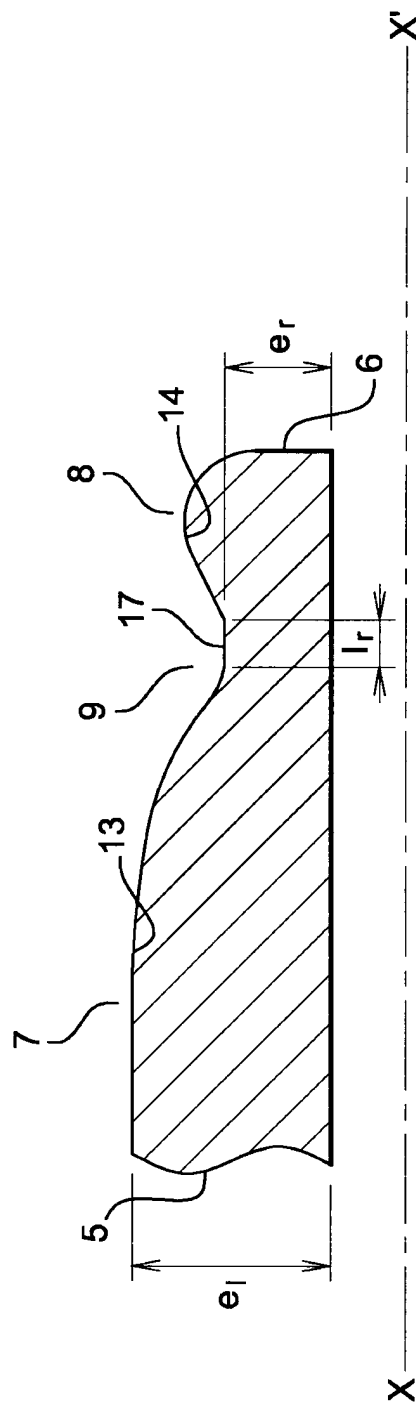


**Fig. 3**

X ——— X'



**Fig. 2a**



**Fig. 2b**

Fig. 4

