



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

(21) **PI 0614207-9 A2**

(22) Data de Depósito: 20/07/2006
(43) Data da Publicação: 21/11/2012
(RPI 2185)



(51) *Int.Cl.:*
E21B 43/10
B21D 39/20

(54) **Título:** EXPANSOR PARA EXPANDIR RADIALMENTE UM ELEMENTO TUBULAR

(30) **Prioridade Unionista:** 05/08/2005 EP 05107253.6

(73) **Titular(es):** SHELL INTERNATIONALE RESEARCH MAATSCHAPPIJ B.V.

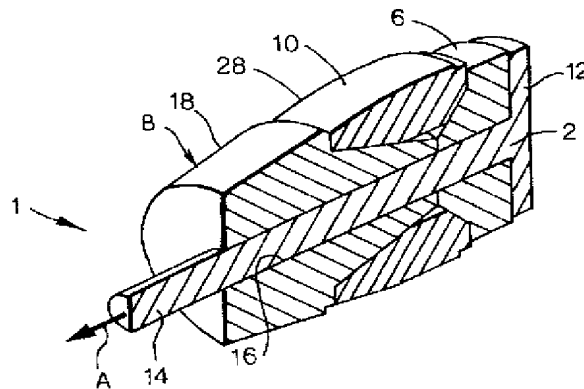
(72) **Inventor(es):** Antonius Leonardus Maria Wubben, Djurre Hans Zijsling, Serge Mathieu Roggeband

(74) **Procurador(es):** Momsen, Leonardos & CIA.

(86) **Pedido Internacional:** PCT EP2006064449 de 20/07/2006

(87) **Publicação Internacional:** WO 2007/017355de 15/02/2007

(57) **Resumo:** EXPANSOR PARA EXPANDIR RADIALMENTE UM ELEMENTO TUBULAR. Um expansor é previsto para expandir radialmente um elemento tubular, expansor dotado de uma direção axialmente dianteira e sendo munido de dispositivos de empuxo para exercer uma força de empuxo sobre o expansor para mover o expansor na direção axialmente para frente através do elemento tubular. O expansor compreende um cone ajustável tendo uma superfície expansora se afilando radialmente para dentro na direção axialmente dianteira, o cone ajustável sendo deslocável entre uma modalidade radialmente expandida e uma modalidade radialmente contraída. O expansor adicionalmente compreende dispositivos de ajuste para mover o cone ajustável da modalidade contraída para modalidade expandida pela ação da dita força de empuxo exercida sobre os dispositivos de empuxo.



“EXPANSOR PARA EXPANDIR RADIALMENTE UM ELEMENTO TUBULAR”

A presente invenção refere-se a um expansor para expandir radialmente um elemento tubular. Elementos tubulares expansíveis encontram crescente aplicação na construção de poços para a produção de petróleo e gás provenientes de uma formação geológica. Nas aplicações em causa, um elemento tubular expansível é baixado no interior do furo de poço e subsequentemente radialmente expandidos para formar uma parte estrutural do poço, por exemplo, um tubo de revestimento, um forro, ou um telado. Poços são tipicamente perfurados em seções, com isto após a perfuração de cada seção, um tubo adicional ou forro é baixado no interior da seção de poço recém perfurada e radialmente expandido no seu interior. Opcionalmente o tubo ou camisa expandida pode ser cimentado no poço bombeando uma camada de cimento entre o tubo de revestimento, ou camisa, e a superfície da parede do poço, quer antes quer após o processo de expansão.

Genericamente o elemento tubular é expandido no poço bombeando, puxar ou empurrar um expansor através do elemento tubular. O expansor tem uma superfície exterior se afilando a partir de um diâmetro ligeiramente menor que o diâmetro interno do tubo não expandido para um diâmetro correspondente ao diâmetro interno requerido do tubo após a expansão. Normalmente, existe folga suficiente entre o elemento tubular não expandido e a parede do furo, permitindo que o elemento tubular seja radialmente expandido sem forças de expansão excessivas. Todavia, a parede do furo pode ter irregularidades locais, por exemplo partes de parede salientes para dentro, que impedem o elemento tubular de ser plenamente expandido sem forças de expansão excessivas. Também, obstruções na forma de partes provenientes de desmoronamento, podem se apresentar entre o elemento tubular e a superfície da parede do poço, ou a parede do elemento tubular propriamente dita pode ter irregularidades, que previnem a expansão normal

do elemento tubular.

Verificou-se que as ditas obstruções e irregularidades podem levar a uma situação pela qual o expansor torna-se bloqueado no elemento tubular assim proibindo expansão adicional do elemento tubular. Constitui um dos objetivos da invenção apresentar um expansor aperfeiçoado que supera os problemas da técnica anterior, e que permite expansão adicional do elemento tubular mesmo se uma obstrução é encontrada no furo do poço.

De acordo coma invenção é apresentado um expansor para expandir radialmente um elemento tubular, o expansor tendo uma direção axialmente para frente e sendo munido de dispositivos de empuxo para exercer uma força de empuxo sobre o expansor para mover o expansor na direção axialmente para frente através do elemento tubular, o expansor compreendendo um cone ajustável tendo uma superfície de expansão se afilando radialmente para dentro na direção axialmente dianteira, o cone ajustável sendo deslocável entre uma modalidade radialmente expandida e uma modalidade radialmente retraída, o expansor adicionalmente compreendendo dispositivos de ajuste para mover o cone ajustável da modalidade retraída para a modalidade expandida pela ação da força de empuxo exercida pelos dispositivos de empuxo.

Com o expansor de acordo com a invenção é obtido que o cone ajustável se desloque radialmente para dentro da modalidade expandida para a modalidade retraída no caso de uma obstrução prevenir a plena expansão do elemento tubular. Além disso, constitui uma vantagem do expansor da invenção o fato de que a força restauradora requerida para manter o cone ajustável na modalidade expandida, ou para mover o cone ajustável de volta à modalidade expandida no caso de uma obstrução ser encontrada, é proporcionada ela força de empuxo que é requerida para mover o expansor através do elemento tubular. Assim, não há necessidade de submeter o expansor a uma alta pré-carga para manter o expansor na modalidade

expandida, ou para mover o expansor de volta da modalidade retraída para a modalidade expandida.

Deve ser entendido que o termo “força de empuxo” se refere tanto á força diretamente exercida para o expansor puxar, empurrar ou bombear o expansor através do elemento tubular, e a qualquer força de reação causada pela força diretamente exercida sobre o expansor, tal como a força de reação atuante pelo elemento tubular sobre o expansor como um resultado do processo de expansão, ou a força de reação entre os vários componentes do expansor como um resultado do processo de expansão.

Para permitir que o cone ajustável se desloque entre a modalidade expandida e a modalidade retraída, o cone ajustável convenientemente é formado de uma pluralidade de segmentos de cone nos quais, para cada par de segmentos de cone adjacentes, uma fenda se estende na direção radial entre os segmentos de cone do par. As fendas radiais permitem os segmentos de cone a se deslocarem radialmente para dentro e para fora enquanto ainda representando uma superfície de expansão semicontínua, com isto durante dito deslocamento a largura circunferente das fendas decresce (para movimento para dentro radial) ou aumenta (para movimento para fora radial). Cada fenda pode ser formada para separar plenamente os segmentos de cone, ou para somente separar parcialmente os segmentos de cone contanto que os segmentos de cone ainda sejam suscetíveis de se deslocarem radialmente para dentro e para fora.

De preferência o cone ajustável é um cone traseiro, o expansor adicionalmente compreendendo um cone dianteiro dotado de uma superfície expansora se afilando radialmente para dentro na direção axialmente dianteira e tendo um máximo diâmetro menor que o máximo diâmetro do cone traseiro.

Força restauradora adequada para o cone traseiro é provida se o cone dianteiro é axialmente deslocável em relação aos dispositivos de empuxo, e na qual os dispositivos de ajuste são dispostos para mover o cone

traseiro da modalidade retraída para a modalidade expandida mediante deslocamento axial do cone dianteiro em relação aos dispositivos de empuxo.

Convenientemente, os dispositivos de empuxo compreendem um membro de suporte localizado em uma parte extrema traseira do expansor, e nos quais os dispositivos de ajuste são dispostos para mover o cone traseiro da modalidade retraída para a modalidade expandida mediante o deslocamento axial do cone dianteiro no sentido do membro de suporte.

A invenção passa a ser descrita doravante em maior detalhe a título de exemplo, com referência aos desenhos apensos, de acordo com os quais:

A fig. 1 mostra esquematicamente uma seção longitudinal, vista em perspectiva, de uma modalidade do expansor de acordo com a invenção;

A fig. 2 mostra esquematicamente uma seção longitudinal de uma metade superior do expansor da fig.1 durante uma primeira modalidade de operação;

A fig. 3 mostra esquematicamente a seção transversal 3-3 da fig. 2;

A fig. 4 mostra esquematicamente uma seção longitudinal da metade superior do expansor da fig. 1 durante uma segunda modalidade de operação;

A fig. 5 mostra esquematicamente o expansor da fig. 1 durante um estágio inicial de operação;

A fig. 6 mostra esquematicamente o expansor da fig. 1 durante um subsequente estágio de operação;

A fig. 7 mostra esquematicamente o expansor da fig. 1 durante um estágio de operação adicional.

A fig. 8 mostra esquematicamente uma seção transversal de uma parte de uma modalidade modificada do expansor de acordo com a

invenção; e

A fig. 9 mostra esquematicamente uma seção transversal de uma parte de outra modalidade modificada do expansor de acordo com a invenção;

5 Nas figuras numerais de referência idênticos relacionam-se com componentes idênticos.

Reportando-se às figs. 1-4 é mostrado um expansor 1 para expandir radialmente um elemento tubular, o expansor dotado de uma direção axialmente para frente 'A' definindo a direção de deslocamento do expansor1
10 durante a expansão do elemento tubular. O expansor 1 compreende um mandril 2, um membro de suporte 6 fixamente conectado com o mandril 2, um cone dianteiro 8 e um cone traseiro ajustável 10. O mandril 2 tem uma parte traseira 12 e uma haste 14 se estendendo na direção para frente a partir da parte traseira 12, a haste 14 sendo munida de um conector (não mostrado)
15 para conexão da haste 14 com uma coluna de tração (não mostrada).

O cone dianteiro 8 tem um diâmetro interno longitudinal 16 através do qual a haste 14 se estende de uma maneira permitindo o cone dianteiro 8 a deslizar na direção axial ao longo da haste 14. A parte de superfície dianteira troncônica 18 se afilando radialmente para dentro na
20 direção dianteira 'A', e uma parte de superfície traseira reentrante 20 se afilando radialmente para dentro na direção oposta à direção 'A'. A parte de superfície traseira 20 é algo reentrante em relação à parte de superfície dianteira troncônica 18.

O cone traseiro 10 é formado de uma pluralidade de segmentos
25 de cone 24 (fig. 3) circunferentemente espaçados entre si com isto uma fenda radial 26 se estende entre os segmentos de cone 24 de cada par de segmentos de cone adjacentes. Os segmentos de cone 24 são mantidos reunidos por quaisquer meios apropriados, por exemplo por uma mola circunferente (não mostrada) que permite os segmentos de cone 24 a se deslocarem entre uma

posição radialmente para o exterior definindo uma modalidade expandida do cone traseiro (fig. 2) e uma parte radialmente para dentro definindo uma modalidade retraída do cone traseiro (fig. 4). O cone traseiro 10, quando na modalidade expandida, tem um máximo diâmetro maior que o maior diâmetro do cone dianteiro 8.

O cone traseiro 10 tem uma superfície externa troncônica 28 se afilando radialmente para dentro na direção dianteira 'A'. Outrossim, o cone traseiro 10 tem uma parte de superfície interna 30 na sua extremidade dianteira, a dita parte de superfície interna 30 se afilando radialmente para o exterior na direção dianteira "A" e uma parte de superfície interna 32 na sua extremidade traseira, a parte de superfície interna 32 se afilando radialmente para dentro na direção dianteira 'A'.

O membro de suporte 6, que está posicionado entre a parte traseira 12 do mandril 2 e o cone traseiro 10, compreende uma superfície externa reentrante 34 se afilando radialmente para dentro na direção dianteira 'A'.

O ângulo cônico da parte de superfície interna dianteira 30 do cone traseiro 10 é igual ao ângulo cônico da parte de superfície traseira 20 do cone dianteiro 8. De maneira similar, o ângulo cônico da parte de superfície interna traseira 32 do cone traseiro 10 é igual ao ângulo cônico da superfície externa 34 do membro de suporte 6.

Assim, mediante o deslocamento do cone traseiro 10 da modalidade expandida para a modalidade retraída, a parte de superfície interna dianteira 30 do cone traseiro 10 desliza ao longo da parte de superfície traseira 20 do cone dianteiro 8 desse modo deslizando o cone dianteiro 8 ao longo da haste 14 na direção dianteira em relação ao cone traseiro 10. Simultaneamente, a parte de superfície interna traseira 32 do cone traseiro 10 desliza ao longo da superfície externa 34 do membro de suporte 6 desse modo movendo o cone traseiro 10 para frente em relação ao mandril 2 e

aumentando o curso deslizante para frente do cone dianteiro 8 ao longo da haste 14.

Referência é adicionalmente feita às figs. 5-7 mostrando o expensor 1 em seção longitudinal, durante diferentes estágios de expansão de um elemento tubular 40 se estendendo para o interior de um furo de poço 42 formado em uma formação geológica. Para facilidade de referência somente a metade superior do expensor é mostrada. A marca de referência 44 indica o eixo geométrico longitudinal central do elemento tubular 40.

Durante um estágio inicial de operação normal (fig. 5) o expensor 1 é puxado na direção para frente 'A' através do elemento tubular 40 usando uma coluna de tração (não mostrada) conectada com a haste 14 do mandril 2, com isto o cone traseiro 10 está na modalidade expandida. O cone dianteiro 8 expande o elemento tubular 40 a um primeiro diâmetro, e o cone traseiro 10 estando na modalidade expandida, expande o elemento tubular 40 do primeiro diâmetro para um segundo diâmetro maior que o primeiro diâmetro. O cone dianteiro 8 é submetido à forças de reação axiais compelindo o cone dianteiro 8 contra o cone traseiro 10. As forças de reação axial causam o cone traseiro 10 a se tornar comprimido entre o cone dianteiro 8 e o membro de suporte 6, de forma que os segmentos de cone 24 deslizam para cima das respectivas superfícies troncônicas 20, 34 do cone dianteiro 8 e do membro de suporte 6 dessa forma mantendo o cone traseiro 10 na modalidade expandida.

Durante um subseqüente estágio de operação normal (fig. 6) uma obstrução 48, por exemplo, na forma de um estrangulamento do furo de sonda, ou de uma conexão do elemento tubular, pode estar presente no furo de sonda 42. Ao passar ao longo da obstrução 48, o cone dianteiro 8 expande o elemento tubular 40 ao primeiro diâmetro. Todavia, a obstrução 48 previne expansão adicional pelo cone traseiro 10. Assim, mediante o deslocamento continuado do expensor 1 através do elemento tubular 40, a força de reação

axial atuando sobre o cone dianteiro 8 é insuficiente para manter o cone traseiro 10 na modalidade expandida, e os segmentos de cone 24 do cone traseiro 10 são compelidos radialmente para dentro em virtude das altas forças de reação radial exercidas pelo elemento tubular 40 sobre o cone traseiro 10 no nível da obstrução 48. O deslocamento para dentro dos segmentos 24 cessa quando o diâmetro do cone traseiro 10 é reduzido suficientemente para permitir o expansor 1 a expandir o elemento tubular 40 no interior da obstrução 48. Conforme precedentemente descrito, o dito deslocamento radial para dentro do cone traseiro 10 da modalidade expandida para a modalidade retraída causa o cone dianteiro 8 a se deslocar axialmente para frente em relação ao mandril 2. O cone dianteiro 8 desse modo temporariamente expande o elemento tubular 40 a uma velocidade aumentada. Será entendido que a força de reação axial atuando sobre o cone dianteiro 8 tende a compelir o cone traseiro 1 de volta à modalidade expandida. O expansor 1, com o cone traseiro 8 na modalidade retraída, passa ao longo da obstrução 48 com isto a parte do elemento tubular 40 oposta à obstrução 48 é expandida a um diâmetro reduzido em relação ao diâmetro de expansão da parte restante do elemento tubular 40.

Durante um estágio adicional de operação normal (fig. 7), o expansor 1 passou ao longo da obstrução 48. A força de reação axial atuando sobre o cone dianteiro 8 empurra o cone traseiro 10 na direção de recuo ou para trás, de forma que os segmentos de cone 24 deslizam para cima pelas respectivas superfícies decrescentes 20, 34 do cone dianteiro 8 e o membro de suporte 6 desse modo movendo o cone traseiro 10 de volta à modalidade expandida. O cone traseiro 10 a seguir mais uma vez expande o membro tubular 40 do primeiro diâmetro para o segundo diâmetro.

Reportando-se ainda à fig. 8, é mostrada uma seção transversal de um cone traseiro modificado tendo segmentos de cone 24 com superfícies internas decrescentes planas 50, conforme oposto às superfícies internas

decrecentes arredondadas 30, 32 do cone traseiro 10 das figs. 1-7. As correspondentes superfícies de contato do cone dianteiro 8 e do membro de suporte 6 são também modificadas pelo fato destas também serem planas.

Reportando-se adicionalmente à fig. 9, é mostrada uma seção transversal de um cone traseiro adicionalmente modificado tendo segmentos de cone 24 munidos de rolete 52 nas superfícies internas decrecentes planas. Os roletes reduzem adicionalmente a fricção e asseguram rolamento suave dos segmentos de cone 24 ao longo das respectivas superfícies decrecentes 20, 34 do cone dianteiro 8 e do membro de suporte 6.

Em vez de o expansor ser puxado através do elemento tubular, o expansor pode ser empurrado ou bombeado através do elemento tubular. Outrossim, de preferência meios redutores de fricção apropriados, tal como graxa ou um revestimento de baixa fricção é aplicado entre as superfícies em contato do cone dianteiro e do cone traseiro, entre as superfícies em contato entre o cone traseiro e o membro de suporte. Também elementos de rolete podem ser posicionados entre as respectivas superfícies em contato para reduzir a fricção.

De maneira a assegurar que os segmentos de cone permaneçam uniformemente espaçados na direção circunferente, o cone dianteiro e os segmentos cônicos do cone traseiro podem ser munidos de dispositivos guias cooperantes para prevenir deslocamento recíproco na direção circunferente entre o cone dianteiro e os segmentos cônicos. De maneira similar o membro de suporte e os segmentos cônicos do cone traseiro podem ser munidos de dispositivos guias cooperante para prevenir deslocamento recíproco na direção circunferente entre o membro de suporte e os segmentos cônicos. Por exemplo, os dispositivos guias podem ser munidos de uma ranhura em uma das superfícies de contato e um correspondente pino ou membro similar na superfície de contato oposta.

De forma a conferir capacidade de força restauradora crescente

ao cone dianteiro e ao cone traseiro, o cone dianteiro convenientemente é munido de um dispositivo restaurador adicional tal como um êmbolo hidráulico ou uma mola compelindo o cone dianteiro na direção para trás em relação ao mandril.

5 Na descrição precedente foi especificado que durante a operação o cone traseiro se desloca de uma modalidade expandida para uma modalidade contraída e vice versa. Deve ser entendido que o termo “modalidade contraída” indica uma situação pela qual o máximo diâmetro externo do cone é reduzido em relação ao máximo diâmetro externo do cone
10 traseiro quando na modalidade expandida. Assim, expansor é suscetível de expandir o elemento tubular a um diâmetro de expansão continuamente variável, dependendo da dimensão e da resiliência das várias obstruções enfrentadas. Por exemplo, se o elemento tubular é um forro que é expandido contra uma tubagem existente no furo de poço para formar uma camada
15 protetora, o máximo diâmetro ao qual o forro pode ser expandido depende das variações locais do diâmetro interno da tubagem existente. Em uma aplicação deste tipo, o expansor da invenção é suscetível de expandir o forro a um diâmetro continuamente variável acomodável com o diâmetro da tubagem existente.

20 À vista do precedentemente exposto, será entendido que o expansor de acordo com a invenção é suscetível de expandir um elemento tubular de uma maneira pela qual o expansor se acomoda às irregularidades ou obstruções presentes no elemento tubular ou na formação circundante. O risco de o expansor ficar emperrado no elemento tubular desse modo foi
25 grandemente reduzido.

REIVINDICAÇÕES

1. Expansor para expandir radialmente um elemento tubular, o expansor tendo uma direção axialmente para frente e sendo munido de dispositivos de empuxo para exercer uma força de empuxo sobre o expansor para mover o expansor na direção axialmente para frente através do elemento tubular, o expansor caracterizado pelo fato de que compreende um cone ajustável tendo uma superfície de expansor se afilando radialmente para dentro na direção axialmente dianteira, o cone ajustável sendo deslocável entre uma modalidade radialmente expandida e uma modalidade radialmente contraída, o expansor adicionalmente compreendendo um dispositivo de ajuste para mover o cone ajustável da modalidade contraída para a modalidade expandida pela ação da força de empuxo exercida pelo dispositivo de empuxo.

2. Expansor de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de que o cone ajustável é um cone traseiro, o expansor adicionalmente compreendendo um cone dianteiro dotado de uma superfície expansora se afilando radialmente para dentro na direção axialmente para frente e tendo um máximo diâmetro menor que o máximo diâmetro do cone traseiro.

3. Expansor de acordo com a reivindicação 2, caracterizado pelo fato de que o cone dianteiro é axialmente deslocável em relação aos dispositivos de empuxo, e em que os dispositivos de ajuste são dispostos para mover o cone traseiro da modalidade contraída para a modalidade expandida mediante deslocamento axial do cone dianteiro em relação aos dispositivos de empuxo.

4. Expansor de acordo com a reivindicação 2 ou 3, caracterizado pelo fato de que o dispositivo de empuxo compreende um membro de suporte localizado em uma parte extrema traseira do expansor, e no qual os dispositivos de ajuste são dispostos para mover o cone traseiro da

modalidade contraída para a modalidade expandida mediante o deslocamento axial do cone dianteiro no sentido do membro de suporte.

5 5. Expansor de acordo com a reivindicação 4, caracterizado pelo fato de que o cone traseiro é disposto entre o cone dianteiro e o membro de suporte.

10 6. Expansor de acordo com a reivindicação 4 ou 5, caracterizado pelo fato de que o dispositivo de ajuste compreende um par primário de superfícies de contato cooperantes incluindo uma primeira superfície de contato prevista no cone dianteiro e uma segunda superfície de contato prevista no cone traseiro, pelo menos uma das ditas primeira e segunda superfícies de contato se afilando a um menor diâmetro em uma direção oposta à direção axialmente dianteira.

15 7. Expansor de acordo com a reivindicação 6, caracterizado pelo fato de tanto a primeira quanto a segunda superfície de contato se afilam a um menor diâmetro na dita direção oposta à direção axialmente dianteira.

8. Expansor de acordo com a reivindicação 7, caracterizado pelo fato de que a primeira e segunda superfícies de contato têm ângulos cônicos substancialmente iguais.

20 9. Expansor de acordo com qualquer uma das reivindicações 5-8, caracterizado pelo fato de que o cone traseiro é axialmente deslocável em relação ao dispositivo de empuxo e o dispositivo de ajuste compreende um par secundário de superfícies de contato cooperantes incluindo uma terceira superfície de contato prevista no cone traseiro e uma quarta superfície de contato prevista no membro de suporte, pelo menos uma das ditas terceira e quarta superfícies de contato se afilando a um menor diâmetro na direção axialmente dianteira.

25 10. Expansor de acordo com a reivindicação 9, caracterizado pelo fato de que tanto a terceira quanto a quarta superfícies de contato se afilam a um menor diâmetro na direção axialmente dianteira.

11. Expansor de acordo com a reivindicação 10, caracterizado pelo fato de que a terceira e quarta superfícies de contato têm ângulos cônicos substancialmente iguais.

5 12. Expansor de acordo com qualquer uma das reivindicações 2-11, caracterizado pelo fato de que o dispositivo de empuxo compreende um mandril munido de uma haste se estendendo na direção axialmente dianteira, e no qual o cone dianteiro e o cone traseiro são deslizantemente montados sobre a dita haste.

10 13. Expansor de acordo com qualquer uma das reivindicações 1-12, caracterizado pelo fato de que o cone ajustável é formado de uma pluralidade de segmentos cônicos, e no qual, para cada par de segmentos cônicos adjacente, uma fenda se estender na direção radial entre os segmentos cônicos do par.

15 14. Expansor caracterizado pelo fato de que é substancialmente conforme precedentemente descrito com referência aos desenhos apensos.

Fig. 1.

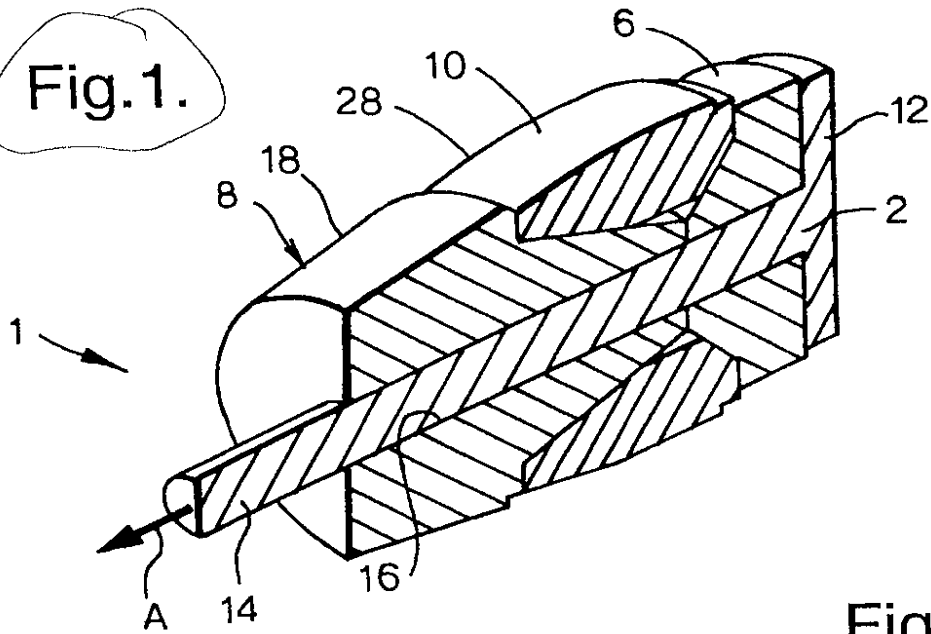


Fig. 2.

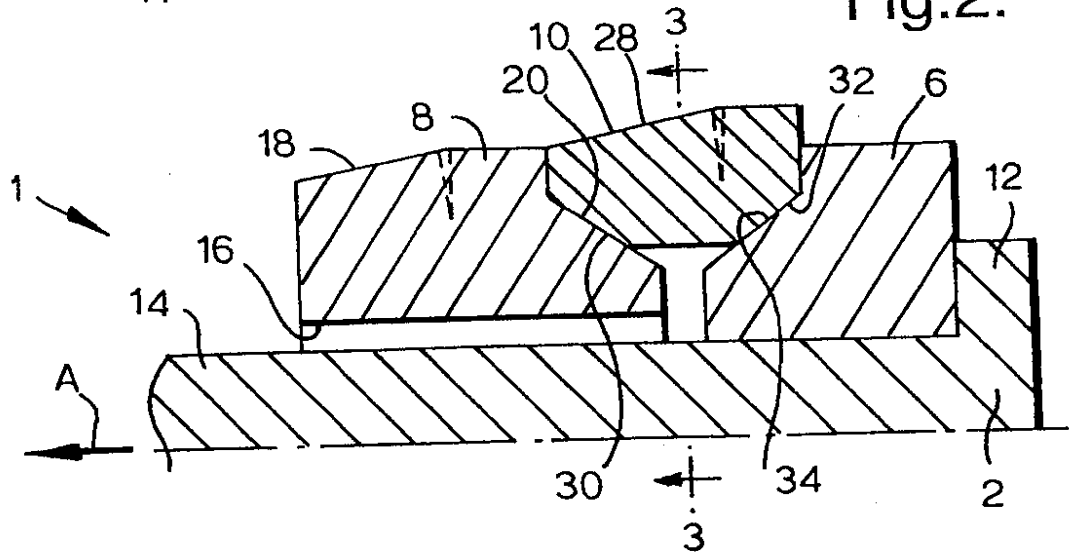
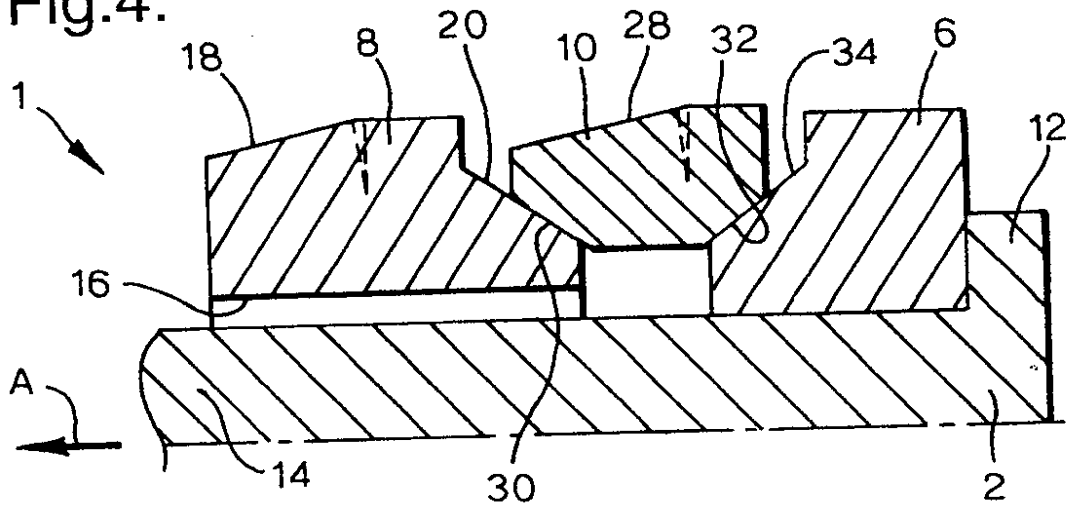


Fig. 4.



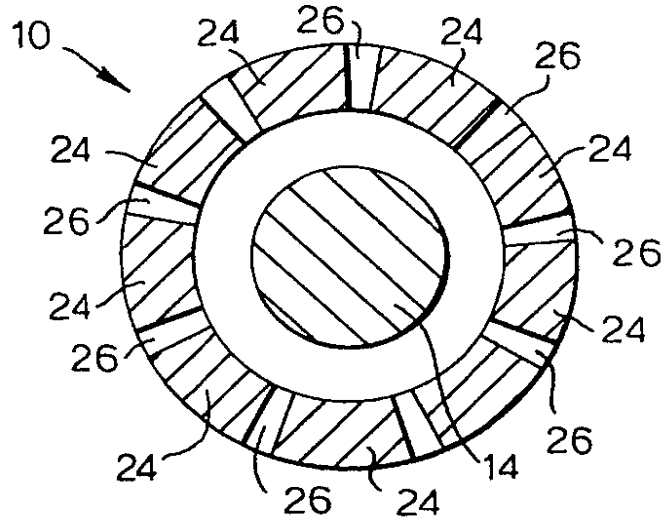


Fig.3.

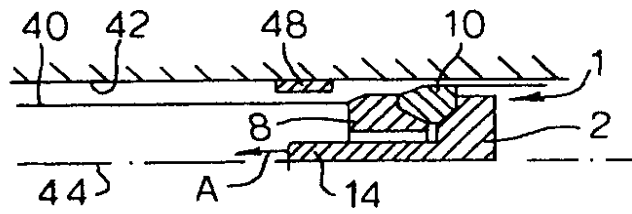


Fig.5.

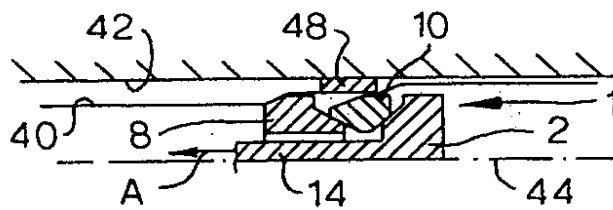


Fig.6.

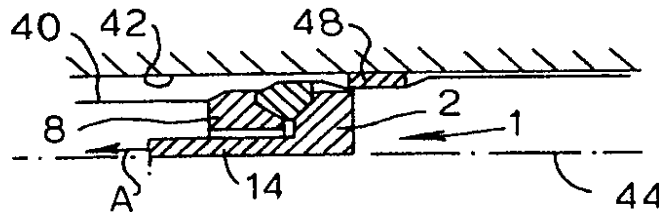


Fig.7.

Fig.8.

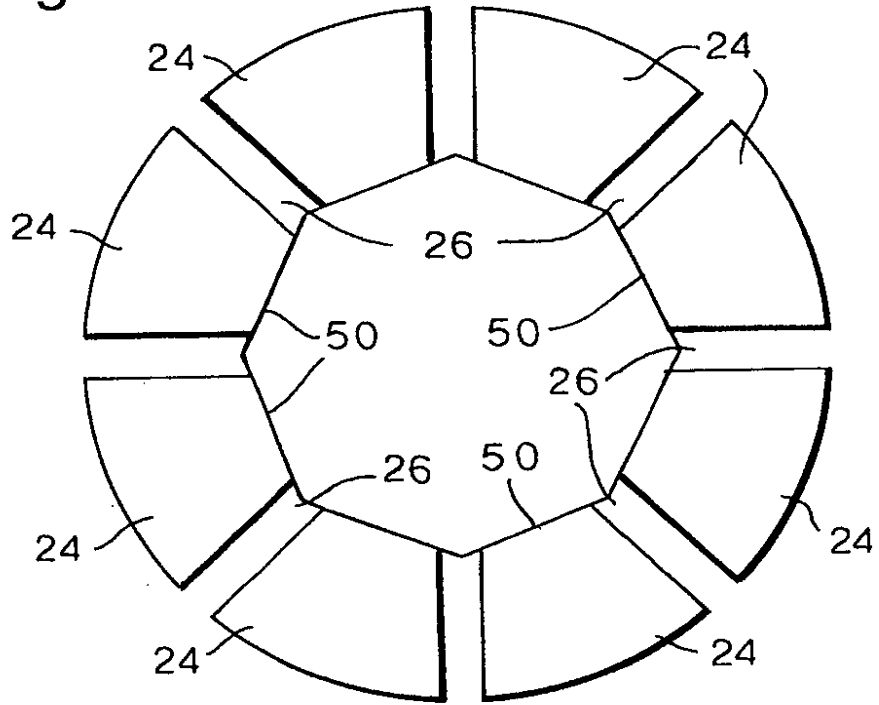
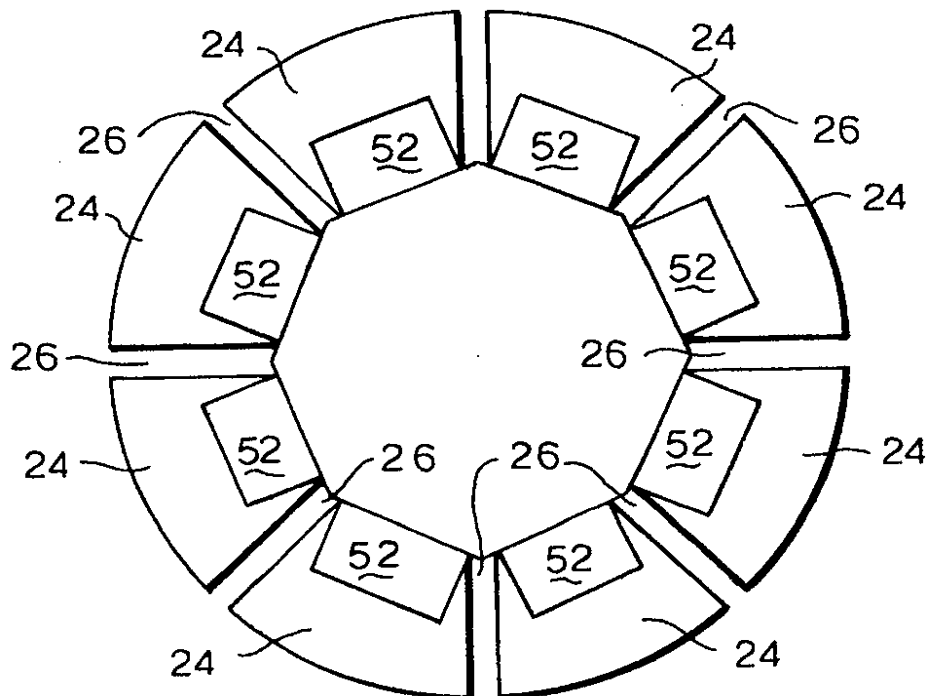


Fig.9.



RESUMO

“EXPANSOR PARA EXPANDIR RADIALMENTE UM ELEMENTO TUBULAR”

Um expansor é previsto para expandir radialmente um elemento tubular, expansor dotado de uma direção axialmente dianteira e sendo munido de dispositivos de empuxo para exercer uma força de empuxo sobre o expansor para mover o expansor na direção axialmente para frente através do elemento tubular. O expansor compreende um cone ajustável tendo uma superfície expansora se afilando radialmente para dentro na direção axialmente dianteira, o cone ajustável sendo deslocável entre uma modalidade radialmente expandida e uma modalidade radialmente contraída. O expansor adicionalmente compreende dispositivos de ajuste para mover o cone ajustável da modalidade contraída para a modalidade expandida pela ação da dita força de empuxo exercida sobre os dispositivos de empuxo.