



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

(21) PI 0720520-1 A2



(22) Data de Depósito: 26/10/2007
(43) Data da Publicação: 07/01/2014
(RPI 2244)

(51) *Int.Cl.*:
F16L 11/00

(54) Título: TUBULAÇÃO DE LIVRE VENTILAÇÃO E **(57) Resumo:**
MÉTODO DE FABRICAÇÃO

(30) Prioridade Unionista: 18/12/2006 US 11/640,340

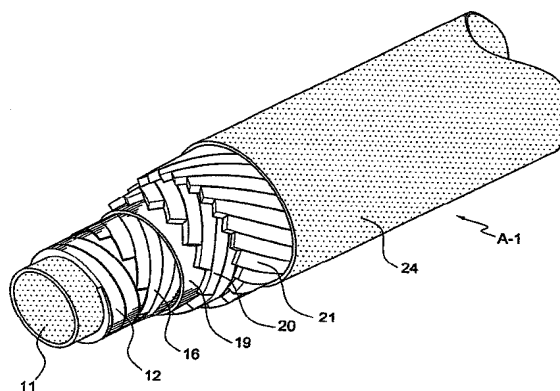
(73) Titular(es): Deepflex, Inc

(72) Inventor(es): Michael J. Bryant

(74) Procurador(es): Di Blasi, Parente, Vaz e Dias & Al

(86) Pedido Internacional: PCT US2007022707 de
26/10/2007

(87) Publicação Internacional: WO 2008/076173 de
26/06/2008



Relatório Descritivo da Patente de Invenção para:
"TUBULAÇÃO DE LIVRE VENTILAÇÃO E MÉTODO DE FABRICAÇÃO".

Campo da Invenção

O campo da invenção é tubulação de ventilação livre para conduzir petróleo e gás ou outros fluidos em operações offshore e submarinas e método de fabricação do tubuação.

Descrição da Técnica Relacionada

Esta é uma melhoria sobre a invenção divulgada na patente norte-americana número US 6,804,942, o que é aqui incorporada por referência. Quando a tubulação revelada ali é utilizada para o transporte de gás comprimido, ou fluidos contendo gás, um gás pode permear através do núcleo interno ou o tubo ao longo do tempo e recolher entre o núcleo interno e extrusões causando um aumento da pressão constante dentro do núcleo. A indústria de petróleo e gás e os que são hábeis na técnica, em geral, referem-se a espaços entre o núcleo e as extrusões como regiões anelares. Embora não seja em si um problema, em circunstâncias normais, a pressão que se acumula nas regiões anelares pode causar um problema se a pressão no furo do tubo é liberada mais rapidamente do que a pressão entre as camadas. Quando isso acontece, o núcleo interno pode entrar em colapso devido ao diferencial de pressão adverso e sua força de aro pobre. Esse problema pode se

tornar mais grave à medida que a profundidade da água, em que os tubos são usados para transportar petróleo e gás, aumenta juntamente com as crescentes pressões ambientais em águas mais profundas.

5 O colapso da tubulação que aconteceu no passado com os tubos de técnica anterior que têm tubos flexíveis baseados em aço e, portanto, os tubos da técnica anterior usados para o transporte de gás são normalmente construídos utilizando uma carcaça metálica de bloqueio central sob o
10 núcleo interno. A carcaça metálica proporciona força radial suficiente para resistir a todas as forças de colapso geradas pelo cenário descrito acima, mas o diâmetro total do tubo requer, necessariamente, um aumento de duas vezes a espessura da carcaça. Além disso, a inclusão de uma carcaça
15 aumenta a cada camada de reforço para o mesmo desempenho porque as camadas de reforço têm que ser enroladas em diâmetros maiores. Um exemplo de configuração é mostrado na Patente dos EUA US 6,978,806.

20 Alguns graus de proteção pode ser oferecida às tubulações, aliviando a pressão entre duas extrusões através de uma válvula ou válvulas nos ajustes finais, mas isso não é suficiente para todas as circunstâncias e o colapso do núcleo interno pode ainda ocorrer.

O problema também foi resolvido por J. Michael Bryant, o inventor da presente invenção, pendente, pedido de patente publicado sob Número US-2006-0249215-A1, onde se ensina um método para evitar o colapso do núcleo pela incorporação de um polímero em aberturas espaçadas lateralmente formadas em fitas de reforço que circundam o núcleo. O polímero incorporado é, então, ligado ao núcleo para reforçar a força de aro do núcleo para impedir seu colapso.

Breve Sumário da Invenção

O que é necessário é um aparelho que fornece uma estrutura que evita um aumento de pressão sobre o núcleo, eliminando, assim, a necessidade de adicionar elementos estruturais para aumentar a resistência à pressão do núcleo.

O dispositivo de acordo com esta invenção compreende um membro do núcleo permeável tubular com pelo menos uma camada de reforço de aro permeável em torno do membro do núcleo. Uma camada de membrana não permeável é posicionada fora da camada de reforço de aro e pelo menos uma camada de reforço de tensão permeável é posicionada fora da camada de membrana através da qual um volume livre não existe entre qualquer uma das camadas do tubo de ventilação livre.

Um revestimento de polímero permeável, extrudada, geralmente é feita fora da camada de reforço de tensão para proporcionar resistência à abrasão.

O reforço de aro e camadas de reforço de tensão, normalmente, compõem a construção laminada composto que inclui laminados empilhados com resina entre os laminados, como mostrado na Patente dos EUA 6,804,942. Os laminados empilhados podem ser envolvidos com um membro de fita em um padrão "z" pelo qual cada um dos laminados empilhados é impedido de ligar-se aos laminados empilhados laterais. Os laminados empilhados podem também ser envolvidos com uma fita com um padrão "s", resultando em que a orientação da fita que envolve é inversa à orientação em "z". A orientação oposta do "z" versus os padrões em "s" resulta nos laminados empilhados sendo envolvido em direções opostas durante a fabricação.

O método de construção da presente invenção compreende as etapas de envolver pelo menos um camada de reforço de aro sobre um núcleo polimérico, resistente à pressão, cobrindo a camada de reforço de aro com uma membrana impermeável e envolvendo a membrana impermeável, com pelo menos uma camada de reforço de tração. Normalmente, duas camadas de reforço de tração são fornecidas para equilibrar as forças de envolvimento criadas quando do envolvimento

das camadas. Um revestimento de polímero também pode ser aplicado ou extrusado sobre a camada de reforço de tração. Tanto o núcleo tubular e o revestimento de polímero, geralmente, são perfurados para que a pressão passe através da membrana impermeável.

Porque a pressão do fluido que é imposta de fora do tubo de ventilação livre, tal como a pressão do ambiente a partir da profundidade do oceano não é presa em camadas anelares fora do núcleo interno, o núcleo interno não está sujeito a pressões extremas, quando uma queda de pressão ocorre dentro do furo do núcleo interno. Uma queda repentina de pressão sobre o núcleo interno pode ocorrer, por exemplo, quando o tubo, que está no submerso, é ventilado a partir da superfície. A única membrana não permeável, que circunda um núcleo permeável interno e pelo menos uma camada de reforço de aro, é cercada por pelo menos uma camada elástica e pode ser cercada por um revestimento externo permeável. A pressão de fluido de fora do tubo de ventilação livre passa através do revestimento externo, e através de uma ou mais camadas de tração para a extrusão da membrana impermeável. Da mesma forma, a pressão no furo do núcleo interno, que é permeável a gás e fluido, passa pelo núcleo interno, através de uma ou mais camadas de reforço de aro, e através de todas as camadas anti-

extrusão para a extrusão da membrana impermeável. Como a pressão é permitida passar através das camadas externas da extrusão da membrana impermeável e a pressão também é permitida passar através das camadas no interior da extrusão da membrana impermeável, há uma ausência de regiões anulares entre camadas que podem causar pressão indesejável a ser aplicada no núcleo interno.

Perfurar todas as camadas da extrusão ao invés da extrusão da membrana garante que não existem regiões anulares de volume livre em que a pressão pode se acumular. Em tubo reforçado de fibra flexível convencional e alternativas de aço desenhadas de acordo com API-17, o anel pode criar pressão ao longo do tempo.

O reforço adicional de tração, o reforço da aro, anti-extrusão, lubrificação, ou camada de extrusão podem ser adicionadas como desejado, desde que todas as outras camadas diferentes da camada de extrusão de membranas são permeáveis. O desenho do tubo de ventilação livre também pode incluir camadas ponderadas, de acordo com as exigências ambientais do ambiente subaquático e offshore.

Descrição Sumária Das Desenhos

A figura 1 é uma vista isométrica de uma modalidade da invenção mostrando o exterior das camadas do tubo de ventilação livre com uma camada anti-extrusão suplementar.

A figura 2 é uma vista transversal da figura 1.

A figura 3 é uma vista transversal das fitas empilhadas formando laminados compósitos, e separados por fitas em z.

A figura 3 é uma vista transversal das fitas empilhadas formando laminados compósitos, e separados por fitas em s.

A figura 4 é um conjunto de gráficos que mostram uma comparação entre a pressão anelar potencial agindo sobre o núcleo interno de um tubo flexível convencional, sem a tubulação livre inventiva atual de ventilação e a pressão diferencial máxima agindo sobre um núcleo interno da tubulação de ventilação livre da invenção.

Descrição da Invenção

Referindo-se agora à figura 1, a letra A-1 geralmente se refere a um tubo de ventilação livre da presente invenção. O núcleo tubular 11 é tipicamente embrulhado com uma camada de reforço de aro 12. A camada de reforço de aro 12 é mostrada coberta com uma camada anti-extrusão 16. A camada anti-extrusão-16 ajuda a ligar as lacunas formadas na camada de reforço de aro 12, quando o tubo de ventilação livre A-1 é dobrado, evitando, assim, que uma camada da membrana 19 seja extrudada através dos buracos formados na camada de reforço de aro 12. A camada anti-extrusão é

geralmente formada a partir de uma única camada de fita de vidro reforçado, mas várias camadas ou materiais alternativos podem ser usados, contanto que eles são resistentes à pressão para impedir que a membrana impermeável 19 seja forçada entre os hiatos que podem ser formados na camada de reforço de aro 12. Por exemplo, em uma modalidade, uma camada de fita de vidro reforçado pode ser alternada com uma camada de poliéster (como Mylar ®), poliamida ou outros polímeros. Uma membrana impermeável 19 é mostrada extrudada fora da camada anti-extrusão 16. As camadas de reforço elásticas 20,21 são tipicamente envolvidas, de forma helicoidal, em torno da membrana 19. Um revestimento de extrusão 24 é, em seguida, extrudado fora das camadas de reforço de tensão 20,21. A extrusão do revestimento 24 é perfurada para permitir que a pressão do fluido ou gás percorra o revestimento de extrusão 24, e através das camadas de reforço de tensão 20,21. O núcleo tubular 11 e o revestimento de extrusão 24 são perfurados para permitir que a pressão do gás penetre as camadas da membrana 19. Em uma modalidade preferida, conjuntos de quatro buracos de 1 / 8" são fornecidos, circunferencialmente, espaçados uniformemente em torno do núcleo tubular 11 e do revestimento de extrusão 24. Os conjuntos são espaçados aproximadamente 6" ao longo do

comprimento do núcleo tubular 11 e revestimento de extrusão 24. Outros tamanhos de perfurações e uma quantidade diferente de perfurações e espaços também podem ser fornecidos.

5 A camada anti-extrusão 16 pode ser omitida. Uma camada de lubrificação que é tipicamente uma fita de envolvimento feita de polietileno tensializado ou poliamida ou de outro polímero pode ser enrolada ao redor da camada de aro 12 no lugar da camada anti-extrusão 16. A camada de lubrificação
10 ajuda a evitar que as camadas que estão sendo separadas pela camada lubrificada grudem umas às outras. A camada de lubrificação pode também incluir um revestimento extrudado construído de poliamida ou outros materiais de atrito
15 reduzido. Uma camada de lubrificação também pode ser usada entre outras camadas do tubo de ventilação livre A-1, como desejado, para fornecer uma separação e uma camada anti-aderente.

Na figura 1, a camada de reforço de aro 12 e as camadas de reforço de tensão 20,21 são compostas de uma
20 construção de laminados compósitos como é divulgado nas patentes dos EUA 6,804,942 e 6,491,779. Referindo-se à figura 3, tiras de fita individuais 32 são empilhadas juntas e cada laminado composto resultante B é separado do outro laminado compósito por uma fita em z 34. O laminado

compósito resultante também pode ser separado de outro laminado composto B por uma fita em s 34, conforme mostrado na figura 3a. O uso de uma fita em z 34 ou uma fita em s 34a depende da direção do envolvimento da camada de laminado compósito. Geralmente, a fita em z 34 será utilizada quando do envolvimento em uma direção, enquanto a fita em s 34 será usada quando do envolvimento no sentido oposto. As tiras de fita são normalmente coladas com epóxi ou resina e a fita em z ou a fita em s mantém os laminados compostos 32 de ligarem-se um ao outro à medida que curam. As tiras de fita 32 também podem ser não aderentes.

Os laminados compósitos B não são resistentes à pressão, e permitem que a pressão passe em torno dos laminados compostos B através das aberturas 35 (figura 3) e 35a (figura 3a) para a membrana impermeável 19.

É preciso entender que várias camadas de tensão, camadas múltiplas de e / ou múltiplas camadas de anti-extrusão, ou extrusão podem também ser fornecidas, desde que cada uma das camadas previstas é permeável ao gás e uma única membrana impermeável é fornecida fora de um núcleo permeável. A única membrana impermeável pode ser de uma construção de múltipla camadas co-extrudadas ou pode ser outra forma tal que uma camada impermeável unitária é fornecida. Além disso, uma camada pode ser adicionada para

fornece ponderação para um comprimento desejado ou comprimento do tubo de ventilação livre A-1. Por exemplo, a ponderação pode ser adicionada ao tubo da invenção para formar uma catenária, como mostra a Patente dos EUA 7,073,978 de Michael J. Bryant.

A figura 4 fornece gráficos que mostram uma comparação entre a pressão anelar potencial agindo sobre o núcleo interno de um tubo flexível convencional, sem a atual tubulação de ventilação livre da invenção e a pressão diferencial máxima agindo sobre um núcleo interno do tubo de ventilação livre atual da invenção A-1. Na figura 4, a pressão anelar é mostrada no eixo-y e o tempo é mostrado no eixo-x. A pressão anelar é aquela pressão que se acumula entre as camadas não-permeáveis ou semipermeáveis do tubo convencional, flexível. A curva 44 mostra a pressão relativa do furo de um tubo convencional flexível ou o tubo de ventilação livre inventivo A-1. A curva 45 mostra graficamente a pressão anelar relativamente elevada que potencialmente pode se desenvolver em um tubo, convencional flexível. A pressão anelar relativamente elevada mostrada na curva 45 estará atuando no exterior do núcleo interno do tubo convencional, flexível e, portanto, a alta pressão deve ser combatida com uma carcaça de metal interna ou o outro reforço de aro deve ser fornecido para evitar o

colapso do núcleo interior. A curva 42 mostra graficamente a pressão relativamente baixa fora do núcleo 11 do tubo de ventilação livre inventivo A-1. A pressão diferencial 46 é a diferença entre a pressão no furo do tubo de ventilação livre inventivo A-1 e a pressão fora do núcleo 11. A diferença de pressão 48 mostra graficamente o potencial relativo entre o anel de um tubo convencional, flexível e a pressão do tubo de ventilação livre inventivo A-1. É evidente a partir da pressão anular versus tempo na figura 4 que o tubo de ventilação livre inventivo A-1 reduz a pressão anular resultante ou potencial no núcleo 11, reduzindo, assim, a necessidade de camadas de aro adicionais ou outros reforços de aro para adicionar força para o núcleo interno de um tubo convencional, flexível.

A divulgação anterior e a descrição da invenção são ilustrativas e explicativas da mesma, e vários detalhes do aparelho ilustrado e de construção e método de operação podem ser feitos sem se afastar do espírito da invenção.

REIVINDICAÇÕES

1. Tubulação de ventilação livre **caracterizada pelo** fato de que compreende:

a. um membro de núcleo tubular permeável;

5 b. uma camada de reforço de arco fora do referido membro de núcleo;

c. uma camada de membrana substancialmente não permeável fora da referida camada de reforço de arco; e

d. uma camada de reforço de tração permeável fora da
10 referida camada de membrana, na qual um anel de volume livre não existe entre qualquer uma das camadas da tubulação de ventilação livre.

2. Tubulação de ventilação livre, de acordo com a reivindicação 1, **caracterizada pelo** fato de que uma camisa
15 polimérica permeável é fornecida fora da referida camada de reforço de tração.

3. Tubulação de ventilação livre, de acordo com a reivindicação 1, **caracterizada pelo** fato de que a referida camada de reforço de arco compreende uma construção de
20 laminado compósita.

4. Tubulação de ventilação livre, de acordo com a reivindicação 1, **caracterizada pelo** fato de que a referida camada de reforço de tração compreende uma

5. Tubulação de ventilação livre, de acordo com a reivindicação 3, **caracterizada pelo** fato de que a referida construção de laminado compósita compreende laminados empilhados com resina entre os laminados.

5 6. Tubulação de ventilação livre, de acordo com a reivindicação 5, **caracterizada pelo** fato de que os referidos laminados empilhados são embalados em um padrão em formato de "z", em que cada um dos referidos laminados empilhados é impedido de colagem aos laminados empilhados
10 adjacentes.

7. Tubulação de ventilação livre, de acordo com a reivindicação 1, **caracterizada pelo** fato de que a referida construção de laminados compósitos compreende laminados empilhados com resina entre as camadas e onde os laminados
15 empilhados são embalados em um padrão em forma de "z", em que cada um dos referidos laminados empilhados não cola aos laminados empilhados adjacentes.

8. Tubulação de ventilação livre, de acordo com a reivindicação 1, **caracterizada pelo** fato de que a referida
20 construção de laminados compósitos compreende laminados empilhados com resina entre as camadas e onde os laminados empilhados são enrolados em um padrão em forma de "s", em que cada um dos referidos laminados empilhados não cola aos laminados empilhados adjacentes.

9. Tubulação de ventilação livre, de acordo com a reivindicação 1, **caracterizada pelo** fato de que uma camada de anti-extrusão está entre a referida camada de reforço de arco e a referida membrana substancialmente não-permeável, na qual a pressão aplicada fora da referida membrana substancialmente impermeável é impedida de ser extrudada entre as lacunas formadas na referida camada de reforço de arco.

10. Tubulação de ventilação livre, de acordo com a reivindicação 1, **caracterizada pelo** fato de que uma camada lubrificada está entre a referida camada de reforço de arco e a referida membrana substancialmente não permeável, em que a referida camada de reforço de arco e a referida membrana substancialmente não permeável não grudam uma na outra.

11. Método de formar um tubo de ventilação livre, **caracterizado pelo** fato de que compreende as etapas de:

a. formar um núcleo tubular polimérico que está sujeito à pressão de fluido interna durante o transporte de petróleo e gás, enquanto, em um ambiente submarino;

b. embalar pelo menos uma camada de reforço de arco em torno do núcleo;

c. cobrir a camada de reforço de arco com uma membrana substancialmente não permeável, e

b. embalar a membrana substancialmente não permeável com pelo menos uma camada de reforço de tração.

12. Método, de acordo com a reivindicação 8, **caracterizada pelo** fato de que compreende a etapa adicional
5 de aplicar uma camisa perfurada, polimérica sobre a camada de reforço de tração.

13. Método, de acordo com a reivindicação 9, **caracterizada pelo** fato de que compreende a etapa adicional perfurar o núcleo tubular.

FIG. 1

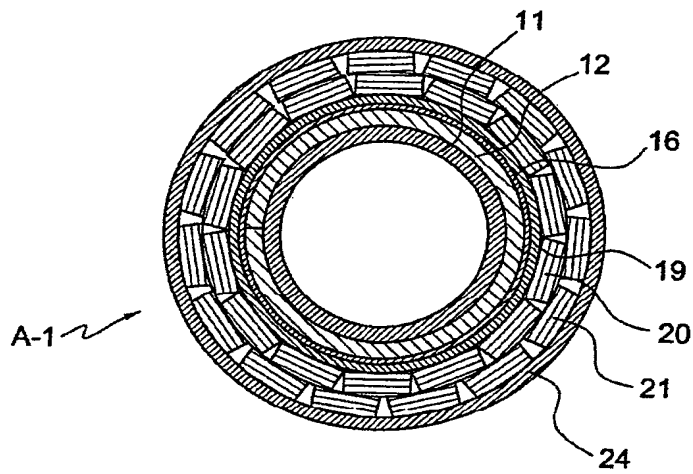
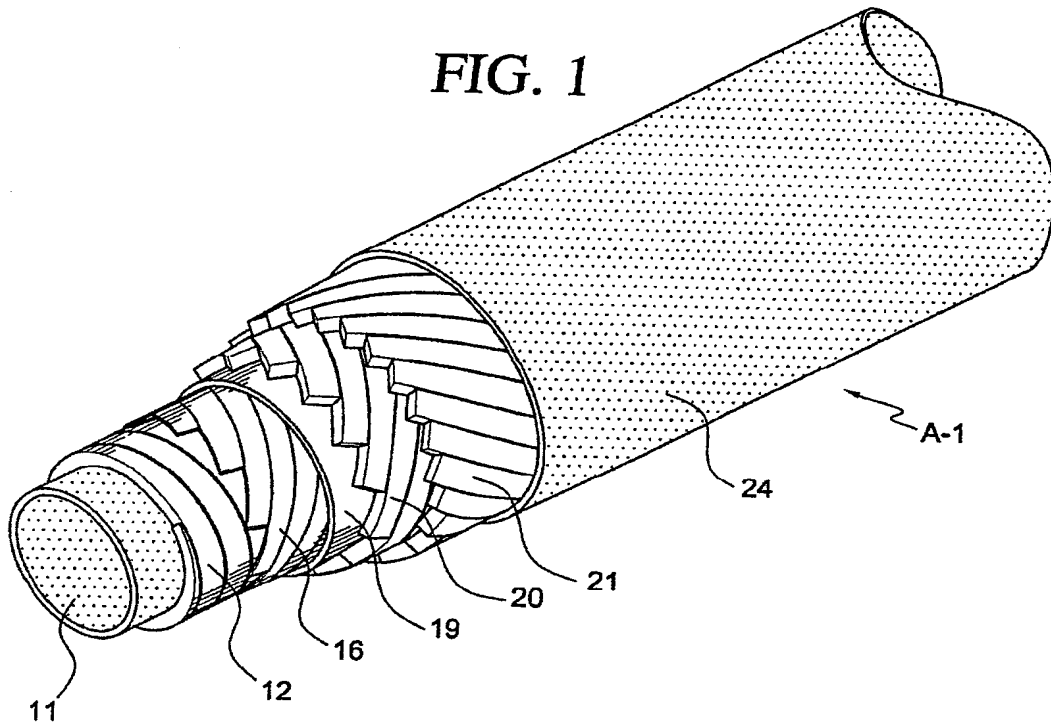


FIG. 2

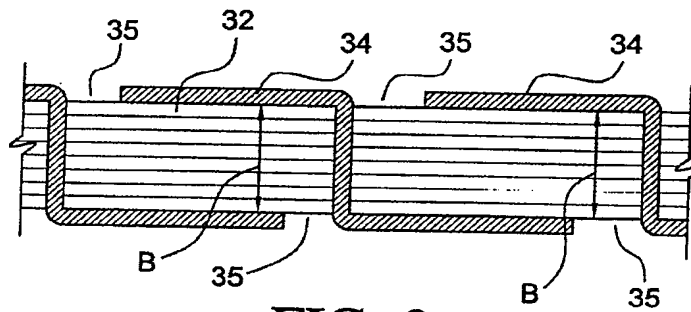


FIG. 3

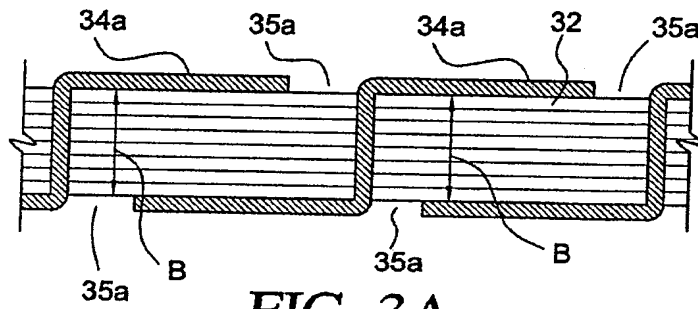


FIG. 3A

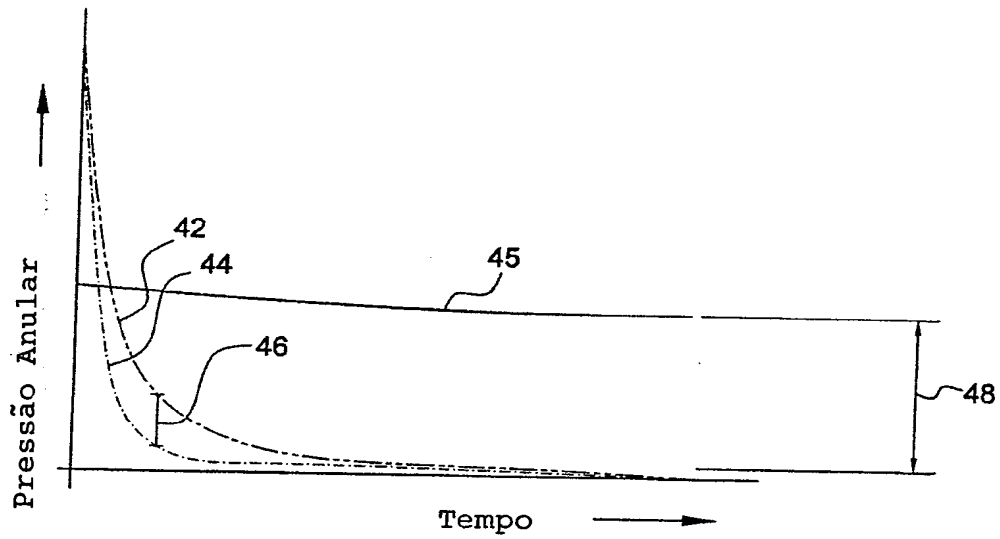


FIG. 4

Resumo da Patente de Invenção para: **"TUBULAÇÃO DE LIVRE VENTILAÇÃO E MÉTODO DE FABRICAÇÃO"**.

Uma tubulação de ventilação livre e método de formação da mesma, compreendendo um membro de núcleo tubular permeável com pelo menos uma camada de reforço de arco em
5 torno do referido membro de núcleo; uma camada de membrana substancialmente não permeável posicionada fora da referida camada de reforço de arco e pelo menos uma camada de reforço de tração permeável posicionada fora da referida
10 camada de membrana, na qual um anel de volume livre não existe entre qualquer uma das camadas da tubulação de ventilação livre. As camadas de reforço de tração e de arco são compreendidas por uma construção de laminados.