



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

(11) PI 0802722-6 B1



(22) Data do Depósito: 10/06/2008

(45) Data de Concessão: 03/09/2019

(54) Título: TRUQUE DE INSCRIÇÃO RADIAL

(51) Int.Cl.: B61F 5/00; B61F 5/12; B61F 3/00.

(73) Titular(es): UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO - USP.

(72) Inventor(es): ROBERTO SPINOLA BARBOSA.

(57) Resumo: TRUQUE DE INSCRIÇÃO RADIAL. O invento proposto consiste em introduzir no truque ferroviário de carga um sistema de cunhas de atrito em posição angular e dupla e, ou apenas, um sanduíche de palmilhas com placas finas independentes de material de baixo atrito entre a parte superior da caixa de rolamento e o apoio na lateral, respeitando a folga entre a caixa de rolamento e os pedestais da lateral de truque ferroviário de carga. Tem a finalidade de manter a ortogonalidade do truque e permitir a inscrição radial dos rodeiros do truque ferroviário em curvas, e o alinhamento em retas, aumentando a segurança no tráfego e minimizando o desgaste das rodas e dos trilhos e, portanto reduzindo o consumo de combustível do trem.

TRUQUE DE INSCRIÇÃO RADIAL

CAMPO DE APLICAÇÃO

[001] O presente pedido refere-se aos vagões ferroviários de carga e mais particularmente aos truques ferroviários do tipo de três peças para os mencionados vagões.

FUNDAMENTOS DA INVENÇÃO

[002] O truque ferroviário de carga do tipo três peças, é composto por duas estruturas laterais e uma travessa estrutural central onde o peso próprio do vagão é apoiado. A travessa central e as laterais são interligadas por dois pacotes de molas que formam a suspensão e conjunto com sistema de amortecimento de atrito de contato. O sistema de atrito de contato tem molas e cunhas que pressionadas contra chapa de desgaste produz força de atrito contrária ao movimento. O truque possui dois eixos com rodas cônicas, formando os rodeiros, que são apoiados sobre mancais de rolamento nas laterais. Durante a inscrição em curvas é desejável que os eixos assumam uma posição radial em relação ao centro da curva para permitir o rolamento das rodas sobre os trilhos sem escorregamento para minimizar o desgaste. A folga entre a caixa de rolamento e o pedestal da lateral permite esta angulação desde que a força de atrito de contato entre a parte superior da caixa de rolamento e o apoio no lateral permita. Quando a força de atrito é grande há impedimento dos movimentos desejáveis para inscrição adequada sem escorregamento. Desta forma a perda de ortogonalidade entre as partes estruturais ocorre e a inscrição na curva torna-se inadequada produzindo o desgaste de rodas.

OBJETIVO DA INVENÇÃO

[003] O invento proposto consiste em introduzir no truque ferroviário de carga um sistema de cunhas de atrito duplo e sanduíche de palmilhas de material de baixo atrito entre a parte superior da caixa de rolamento e o suporte entre os pedestais da lateral de truque ferroviário de carga. Tem a finalidade de manter a ortogonalidade do truque e permitir a inscrição radial do truque ferroviário em curvas, aumentando a segurança no tráfego e minimizando o desgaste das rodas.

ESTADO DA TÉCNICA

[004] O estado da técnica atual pode ser representado pelos documentos abaixo descritos.

[005] Patente norte americana número US 7 143 700 (Forbes et al.) publicada em 03/02/2005 que revela um truque do tipo 3 peças e montagens executadas na fixação dos eixos das rodas nas laterais que compõe o truque ferroviário.

[006] Patente norte americana número US 6.142.081 (Long et al.) publicada em 07/11/2000 que revela também uma disposição construtiva da fixação do eixo às laterais do truque ferroviário.

[007] Patente norte-americana número 6.874.426 (Forbes) publicada em 05/02/2004, refere-se a um truque do tipo 3 peças (2 laterais e uma travessa) no qual as laterais possuem assentos para as molas. São providos amortecedores de fricção em pares internos e externos montados nas laterais. A força inclinada nos amortecedores atua de modo a interagir entre a travessa e as laterais para resistir à deflexão em paralelogramo do truque. Os adaptadores da caixa de rolamentos e os pedestais das laterais interagem num contato linear rolante que possui um raio de curvatura relativamente pequeno.

[008] Patente norte-americana numero US 7.004.079 (Forbes) publicada em 18/09/2003 que revela um truque de 3 peças. Os adaptadores da caixa de rolamentos e as laterais possuem partes associadas ou superfícies com curvaturas configuradas para permitir o balanço lateral das laterais. Uma travessa, suportada pelas laterais e são providos conjuntos de amortecedores arranjados lateralmente entre as mesmas para controlar a interação entre as laterais e a travessa.

[009] Patente norte-americana número US 5.243.920 (Larson et al.) publicada em 14/09/1993 mostra um truque com as laterais travadas por escoras diagonais que são fixas uma à outra na sua interseção. Tais escoras têm a finalidade de manter a ortogonalidade entre as laterais e a travessa.

BREVE DESCRIÇÃO DOS DESENHOS

[010] A Figura 1 mostra o desenho correspondente à Figura 3b da patente norte americana US 7.143.700;

[011] A Figura 2 mostra o desenho correspondente à Figura 3c da patente norte americana US 7.143.700;

[012] A Figura 3 mostra o desenho correspondente à figura 1 da patente US 6,142,081;

[013] A Figura 4 mostra o desenho correspondente à figura 4 da patente US 6,142,081;

[014] As Figuras 5, 6 e 7 correspondem respectivamente às figuras 6, 7 e 8 da patente US 6,142,081.

[015] A Figura 8 corresponde à figura 4 da patente US 6,874,426 e mostra uma montagem de um truque de 3 peças utilizando cunhas de duplo atrito atuando de forma paralela.

[016] A Figura 9 mostra a vista superior da montagem de cunhas de atrito duplo em ângulo numa travessa de um truque ferroviário de três peças, conforme a presente invenção.

[017] A Figura 10 ilustra numa vista em perspectiva a lateral do truque ferroviário de acordo com a presente invenção.

[018] A Figura 11 ilustra esquematicamente os elementos para o cálculo da metade da folga entre a caixa do mancal e o pedestal da lateral (2). $Folga = (e * b) / R$, onde “*e*” é a metade da distância entre os rodeiros do truque e “*b*” metade da bitola da via.

[019] A Figura 12 ilustra esquematicamente a mencionada Folga entre a caixa do mancal e o pedestal da lateral.

FUNDAMENTOS DA INVENÇÃO

[020] A Figura 1, que corresponde à Figura 3b da patente US 7.143.700 mostra em vista explodida a montagem da caixa de rolamento (152) com o pedestal (P) de uma lateral (L) do truque de 3 peças. Observa-se que existe um adaptador (160) que permite a fixação da caixa de rolamentos (152) com a lateral (L) do truque por meio de encaixe no pedestal (P). Entre o adaptador (160) e o pedestal (P) da lateral (L) temos um primeiro disco oscilante (162), um assento do pedestal (168) e elementos resilientes (156).

[021] A figura 2 que corresponde à Figura 3c da patente US 7,143,700 mostra este conjunto montado, numa vista em corte. De acordo com esta

configuração, há um movimento deslizante entre o disco oscilante (162) e o assento do pedestal (168) permitindo, deste modo, que haja um pequeno deslocamento do eixo do truque na direção longitudinal da lateral (L) do truque, principalmente em curvas. Este deslocamento permite a inscrição radial do eixo na direção do centro da curva de modo a evitar o escorregamento excessivo das rodas do truque com os trilhos, minimizando o desgaste das mesmas.

[022] De acordo com as figuras 3b e 3c da patente US 7.143.700 (Figura 1 e 2 do presente pedido) o adaptador (160) da caixa de rolamentos (152) possui uma cavidade (161) para receber um inserto denominado como primeiro membro oscilante (162). A cavidade (161) possui reentrâncias (163) na sua borda periférica para o encaixe das pontas (164) do membro oscilante (162). Este encaixe das pontas (164) nas reentrâncias (163) fixam a orientação angular do membro oscilante (162) de modo que um raio de curvatura apropriado pode ser apresentado em cada uma das direções laterais e longitudinais. O material para o membro oscilante (162) pode ser o aço ferramenta ou um aço empregado na manufatura de esferas de rolamentos. Além disso, a superfície superior (165) do membro oscilante (162) que inclui a porção que está em contato oscilante com o assento do pedestal (168), pode ser usinado ou conformado com um alto grau de polimento semelhante à superfície de esferas de rolamento e podem ser tratadas termicamente para se obter o acabamento de peças de rolamentos.

[023] Similarmente, o assento do pedestal (168) pode ser feito de um material endurecido, tal como um aço ferramenta ou aço empregado para a fabricação de rolamentos e usinados ou formados com alto grau de polimento e tratados termicamente de modo a serem apropriados com uma superfície formada para acoplar-se com a superfície (165) do membro oscilante (162). Alternativamente o assento do pedestal (168) pode ter uma superfície de acomodação indicada como (167) e um membro de inserto, identificado como membro oscilante superior (166).

[024] O membro oscilante superior (166) pode ser formado de um material duro de modo similar ao membro (162) e pode ter uma superfície oscilante (157) voltada para baixo que pode ser usinado ou formada com um alto grau de polimento como a superfície de uma esfera de rolamento e pode

ser termicamente tratada para se obter uma superfície de acabamento como a de um rolamento para acomodar-se de modo oscilante com a superfície (165). O membro oscilante (162) possui infinitos raios de curvatura macho e fêmea.

[025] Esta configuração acima descrita embora permita a inscrição radial dos eixos das rodas do truque durante as curvas, apresenta o inconveniente de limitar o tráfego do vagão sobre trilhos que não apresentem espaços nas suas emendas, pois, os choques transmitidos aos assentos do pedestal pelas rodas ao passar sobre as mencionadas emendas espaçadas entre os trilhos poderá causar a ruptura destes assentos.

[026] A patente US 6,142,081 refere-se a um truque ferroviário do tipo 3 peças compreendendo uma montagem de pedestal oscilante adaptado para uso na lateral do truque com um adaptador para a caixa de rolamentos.

[027] De acordo com a figura 3 (que corresponde à figura da patente US 6,142,081), é mostrada uma vista em corte longitudinal da montagem do assento do pedestal (30) instalado no truque ferroviário (32). O truque (32) compreende um par de laterais (34) conectados por uma travessa (não mostrada). Cada lateral (34) compreende um pedestal (36) em cada extremidade. O pedestal (36) inclui uma primeira mandíbula vertical (38) e uma segunda mandíbula vertical (40) e um teto de pedestal (42). O teto do pedestal (42) inclui uma cavidade do teto (44). A cavidade do teto do pedestal (44) é formada por uma parede de topo (46), um par de paredes laterais (48) espaçadas e um par de paredes laterais (50) espaçadas entre si. A lateral (34) contém um eixo longitudinal (52).

[028] O truque ferroviário (32) compreende um adaptador de caixa de rolamentos e um eixo (58) que é adaptado para ser disposto entre a primeira e segunda garras do pedestal (38) e (40), em cada pedestal (36). O adaptador da caixa de rolamentos e eixo (58) compreende um adaptador da caixa de rolamentos (60), um rolamento (62) e um eixo (64) com um par de rodas flangeadas (não mostradas) e um eixo central longitudinal (66) que está disposto perpendicularmente ao eixo longitudinal (52) da lateral (34). O adaptador da caixa de rolamentos (60) preferencialmente é um adaptador de coroa reversa. O lado superior do adaptador da caixa de rolamentos (60) compreende uma superfície curva (68) de formato côncavo

cilíndrico formado por um primeiro raio a partir de um eixo linear (70) que se estende paralelamente ao eixo longitudinal (52) da lateral (34). O lado inferior do adaptador (60) é adaptado para receber o rolamento (62) e o eixo (64) de modo que o eixo (64) seja acoplado ao adaptador da caixa de rolamento (60) para rotacionar em torno do eixo longitudinal (66).

[029] O assento oscilante do pedestal (30) inclui um coxim elastomérico (80) e um membro oscilante (82). As figuras 5, 6 e 7 mostram em detalhes o coxim elastomérico (80) que compreende uma base elastomérica retangular (84). A base (84) compreende uma superfície superior plana (86) e uma superfície inferior oposta (88). A base (84) também inclui um par de paredes laterais longitudinais paralelas opostas (92). Cada uma das paredes laterais longitudinais (90) incluem um par de ranhuras espaçadas (94). Cada uma das paredes laterais transversais (92) incluem um par de ranhuras espaçadas (96).

[030] O coxim elastomérico (80) também inclui uma projeção elastomérica (100) de formato piramidal que se estende para fora e para baixo da superfície inferior (88) da base (84). A projeção (100) inclui uma base retangular (102) localizada adjacente à superfície (88) tendo quatro arestas lineares. A projeção (100) é uma pirâmide retangular regular que é preferencialmente formada como um tronco de pirâmide. A projeção (100) inclui uma superfície planar ápice (104) no ápice da projeção (100). Uma superfície de formato piramidal (106) estende-se a partir da base (102) para o ápice da projeção (100). A superfície piramidal (106) inclui uma primeira face (108) plana de formato triangular tendo uma base (110) adjacente à superfície inferior (88) e uma crista truncada (112) juntando-se à superfície do ápice (104), e um segunda face (114) plana de formato triangular com uma base (116) adjacente à superfície inferior (88) e um cume truncado (118) juntando-se à superfície do ápice (104). A superfície (106) também inclui uma terceira face (120) plana de formato triangular com uma base (122) adjacente à superfície inferior (88) e um cume truncado (124) que se junta à superfície do ápice (104). A superfície (106) também inclui uma quarta face (126) plana e de formato triangular com uma base (128) adjacente à superfície inferior (88) e um cume truncado (130) que se junta à superfície do ápice (104).

[031] A base (110) e a base (122) da primeira e terceira faces (108) e (120) são espaçadas paralelas entre si. A base (116) e a base (128) da segunda e quarta faces (114) e (126) são espaçadas e paralelas entre si e perpendiculares à base (110) e base (122). A base (110) e a base (122) são aproximadamente do mesmo comprimento. A base (116) e a base (128) são aproximadamente do mesmo comprimento, mas ambas são mais curtas do que a base (110) e a base (122). Cada uma das faces (108, 114, 120 e 126) são formadas como um triângulo isósceles truncado de modo que cada lado do triângulo forme um ângulo igual com a base do triângulo e cada uma das faces seja inclinada com respeito à superfície inferior (88) e a superfície superior (86). A superfície do ápice (104) da projeção (100) está centrada com respeito à base retangular (102) como mostrado na figura 6. A superfície do ápice (104) é paralela à superfície superior (86) e superfície inferior (88) da base (84).

[032] O coxim elastomérico (80) tem um tamanho para encaixar dentro da cavidade do teto (44) do pedestal da lateral (34) de modo que a superfície superior (86) da base (84) encosta na parede de topo (46) do pedestal (36). As paredes laterais (90) e (92) da base (84) estão adaptadas para ficarem muito próximas dentro das paredes laterais (48) e (50) da cavidade do teto (44) do pedestal. O coxim elastomérico (80) preferencialmente é formado de um material tal como um composto de borracha natural ou sintética tendo uma rigidez total de 22000 a 35000 libras/polegada.

[033] A desvantagem desta montagem acima descrita reside no fato de que a vida útil do elastômero usado é baixa e o custo de reposição é elevado.

[034] A patente US 5,243,920 mostra um truque moderno que possui uma ligação diagonal pesada entre as laterais para manter a ortogonalidade entre as laterais e a travessa. Esta estrutura reduz o espaço para os componentes de freio além de dificultar a manutenção e aumentar o preço final do produto. Adicionalmente a estrutura mencionada é empregada sobre os mancais apoios elastoméricos de vida limitada e custo elevado.

[035] A deficiência do sistema em uso é o custo elevado, peso elevado e dificuldade de alinhamento na instalação e manutenção. A vida útil do elastômero usado é baixa e o custo de reposição elevado.

[036] Desta forma a eliminação desta estrutura melhora as características finais do truque sendo mais leve e mais barato.

[037] Conforme a Figura 8, o uso de cunhas de duplo atrito para manter a ortogonalidade do truque, já era conhecido do estado da técnica, entretanto a escolha adequada da sua posição angular facilita o alinhamento e reduz as forças para produzir o momento de ortogonalização.

FUNCIONAMENTO DO INVENTO

[038] O invento proposto consiste em introduzir no truque ferroviário de carga, composto por uma travessa (item 1) e duas laterais (2) um sistema de cunhas de atrito em duplas (7, 8, 9 e 10) segundo posição angular (β) no truque para manter a ortogonalidade do truque durante a sua operação em retas e curvas. A posição angular é determinada pela linha de ação entre cunhas opostas (itens 8 e 9 da Figura 9) em um dos lados da travessa, que forma o ângulo (β), mostrado na Figura 9. As outras cunhas (itens 7 e 10 da Figura 9) respeitam a mesma regra. As cunhas trabalham comprimidas contra a placa de desgaste (itens 5 e 6) que tem a mesma variação angular do par de cunhas de cada lado da travessa. Quando há tendência ao movimento angular relativo entre a travessa e a lateral, a cunha de fricção na posição angular produz momento restituidor com esforço mínimo para garantir a ortogonalidade. Desta forma o desgaste entre as partes em deslizamento é minimizado.

[039] O sanduíche de palmilhas com placas finas independentes de material de baixo atrito (item 3), instalado entre a parte superior da caixa de rolamento (11) e o suporte entre os pedestais da lateral (2) do truque ferroviário de carga, tem a finalidade de permitir a movimentação angular do rodeiro em relação ao truque, garantindo a inscrição radial do truque ferroviário em curvas e o alinhamento em retas, aumentando a segurança no tráfego e minimizando o desgaste das rodas.

[040] O funcionamento deste sistema já foi testado e tem sua aplicação comprovada, reduzindo as forças laterais na inscrição em curvas e, portanto, aumentando a segurança no tráfego e conseqüentemente reduzindo o desgaste de roda e trilho.

VANTAGENS

[041] A vantagem do sistema de cunha de atrito duplo em posição angular (β) é manter a ortogonalidade entre as partes estruturais do truque (laterais e a travessa de carga) com a mínima força para produzir o momento de ortogonalização. Como ganho importante o sistema proposto dispensa o uso do sistema de barras cruzadas (*frame braced*), reduzindo peso total do truque, aumentando espaço para instalação do sistema de freio e outros sistemas auxiliares e reduz o custo do produto.

[042] A vantagem do sanduíche de palmilhas com placas finas independentes de baixo atrito (3) é permitir a movimentação angular do rodeiro em relação ao pedestal da lateral necessária para a inscrição em curvas e alinhamento em retas, com restrição mínima de movimento, dentro das limitações da largura do pedestal (4).

INOVAÇÕES

[043] A inovação que caracteriza o invento é a utilização no truque ferroviário de carga sistema de cunhas duplas em posição angular (β) determinada pela relação entre o afastamento entre as cunhas (A) e a largura da travessa (B) descrita pela expressão analítica: ângulo $\beta = \text{arc tang} (\text{cota A} / \text{cota B})$. Desta forma as forças para o alinhamento relativo entre travessa e lateral (ortogonalidade) ficam minimizadas evitando desgastes e aumentando a via útil do sistema. A outra inovação que caracteriza o invento é a utilização no truque ferroviário de carga de sanduíche de palmilhas de material de baixo atrito (3) para suportar adequadamente a carga vertical do vagão, garantindo a ortogonalidade entre as partes estruturais do truque e permitindo a inscrição dos rodeiros do truque de forma adequada em curvas de raio " R " segundo a relação que define a metade da folga entre a caixa do mancal e o pedestal da lateral (2) $\text{Folga} = (e * b) / R$, onde " e " é a metade da distância entre os rodeiros e " b " metade da bitola da via, garantindo desgaste reduzido de roda e trilho.

REIVINDICAÇÕES

1. "TRUQUE FERROVIÁRIO DE INSCRIÇÃO RADIAL" que compreende ao menos uma travessa (1), uma lateral (2), uma caixa de rolamento (11); compreendendo ainda dois pares de cunhas de atrito duplo na travessa (1); dito truque ferroviário caracterizado por compreender:

- um sanduíche de palmilhas (3) com placas independentes de material de baixo atrito, feitas em bronze, PTFE ou plástico de baixo atrito, instalado entre a parte superior da caixa de rolamento (11) e o suporte entre os pedestais da lateral (2) do truque ferroviário, apresentando uma folga entre a caixa de mancal e pedestal da lateral (2), em que a dita Folga é descrita por $Folga = (e * b) / R$, onde (e) é a metade da distância entre os rodeiros e (b), a metade da bitola da via e "R", o raio da curva.

2. "TRUQUE FERROVIÁRIO DE INSCRIÇÃO RADIAL" que compreende ao menos uma travessa (1), uma lateral (2), uma caixa de rolamento (11); compreendendo ainda dois pares de cunhas de atrito duplo na travessa (1); dito truque ferroviário caracterizado por compreender:

- dois pares de cunhas de atrito duplo opostas (8) e (9), e, (7) e (10) que apresentam posição angular (β), a qual é determinada pela relação entre o afastamento entre as cunhas (A) e a largura da travessa (B) conforme a expressão analítica $\text{angulo } \beta = \text{arc tang (cota A/cota B)}$.

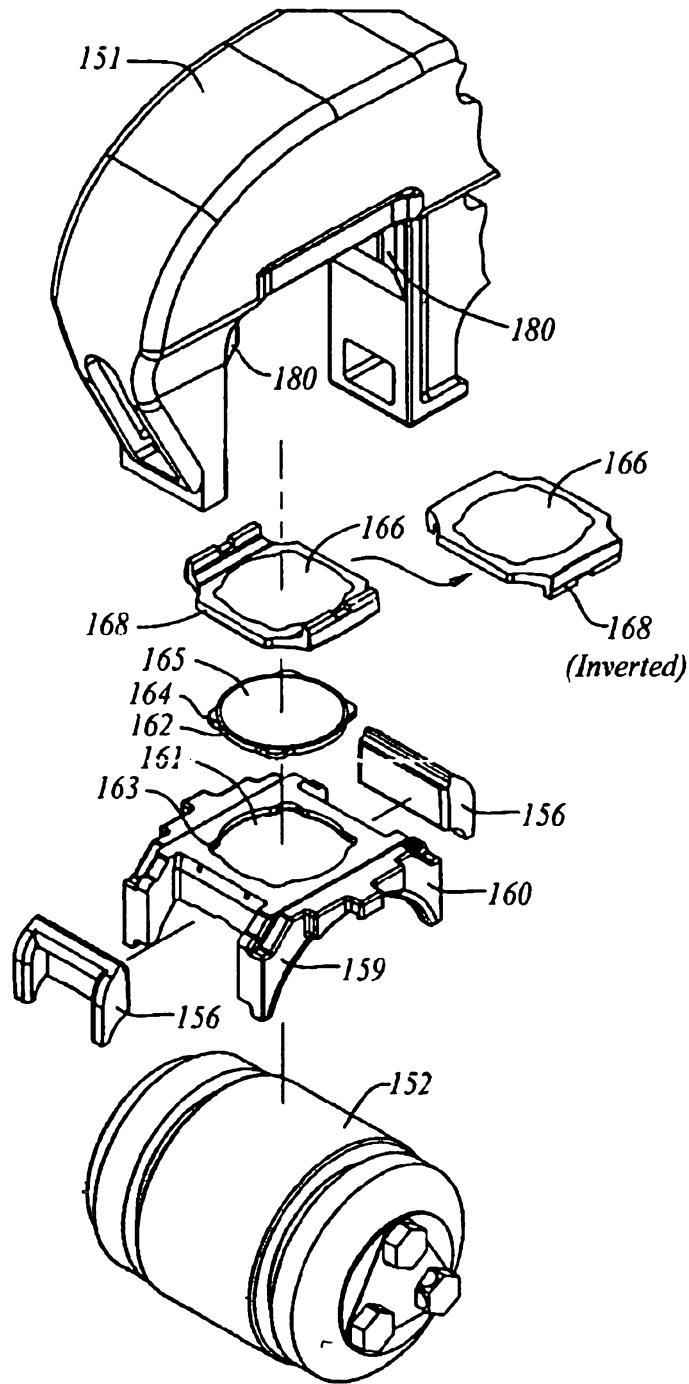


Figura 1
(Técnica anterior)

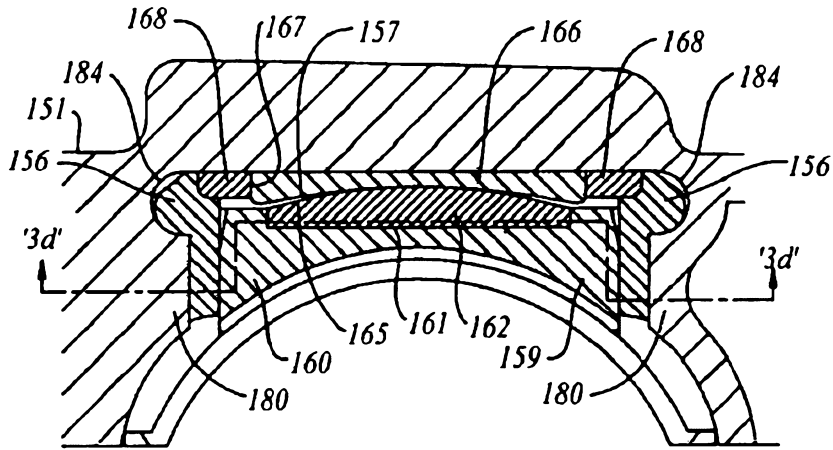


Figura 2
(Técnica anterior)

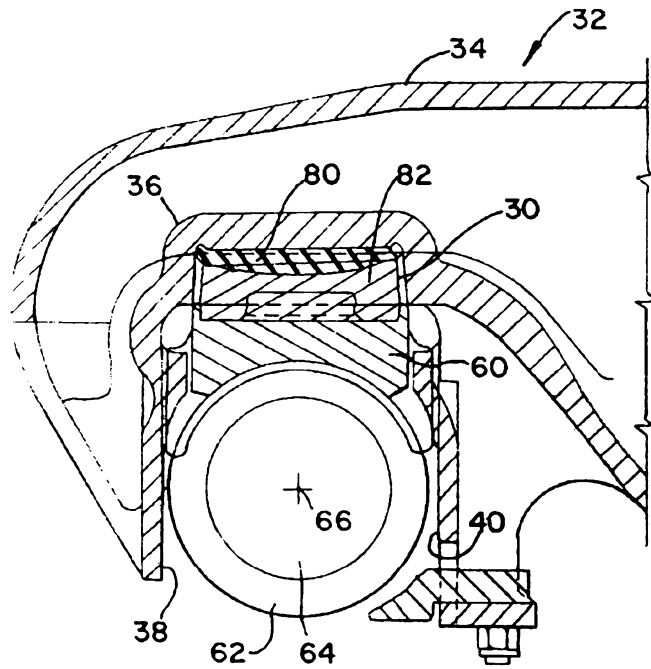


Figura 3
(Técnica anterior)

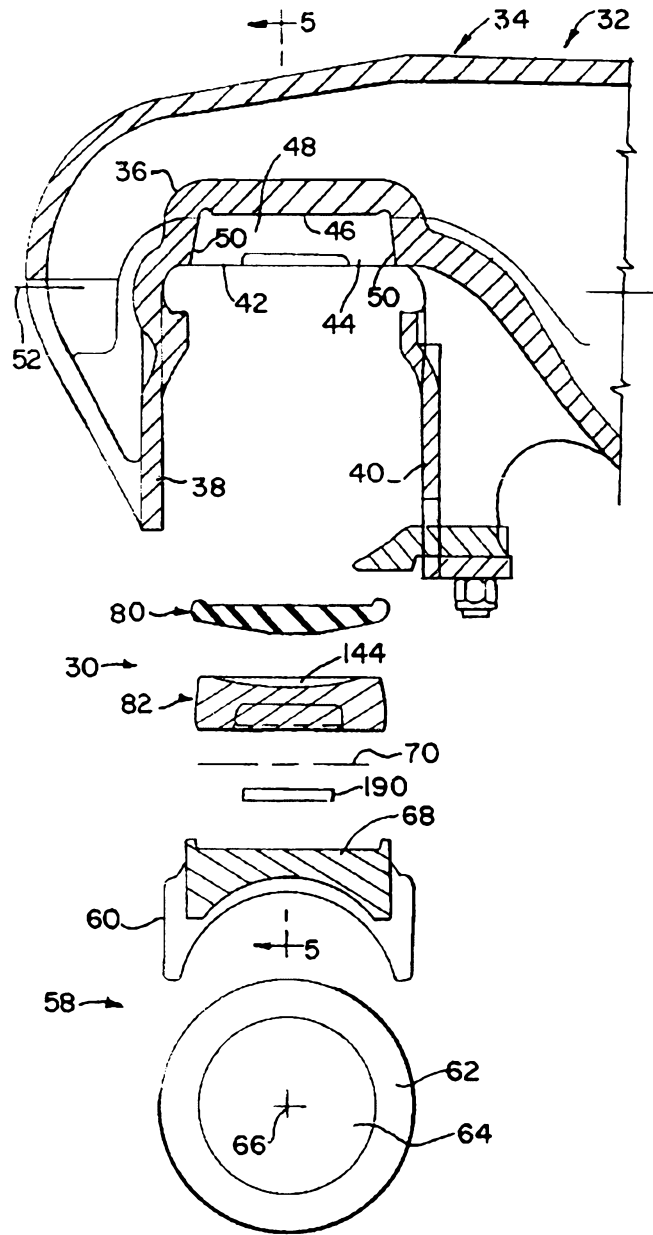


Figura 4
(Técnica anterior)

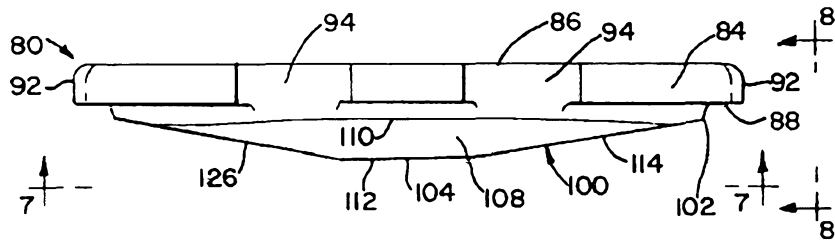


Figura 5
(Técnica anterior)

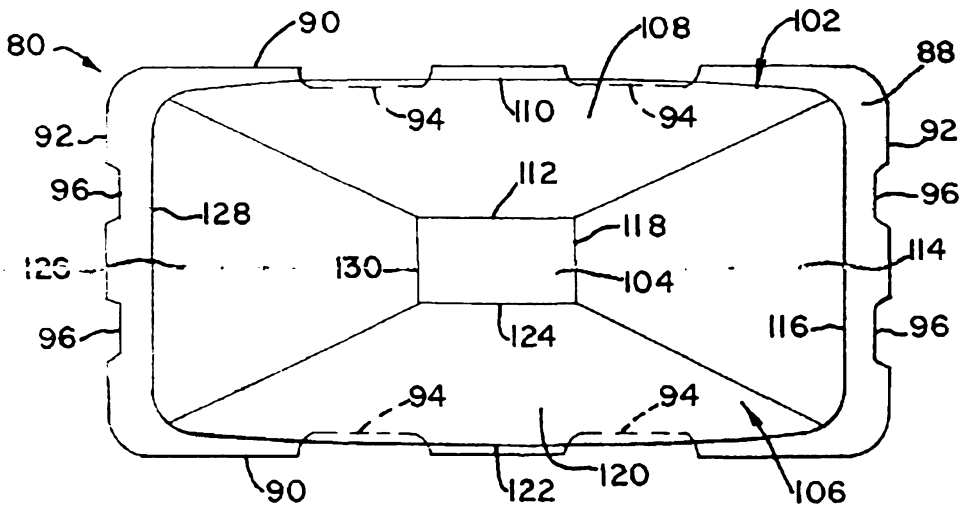


Figura 6
(Técnica anterior)

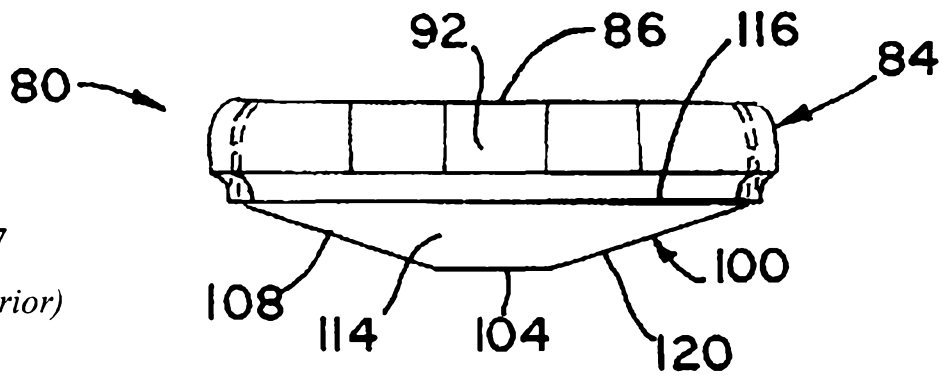


Figura 7
(Técnica anterior)

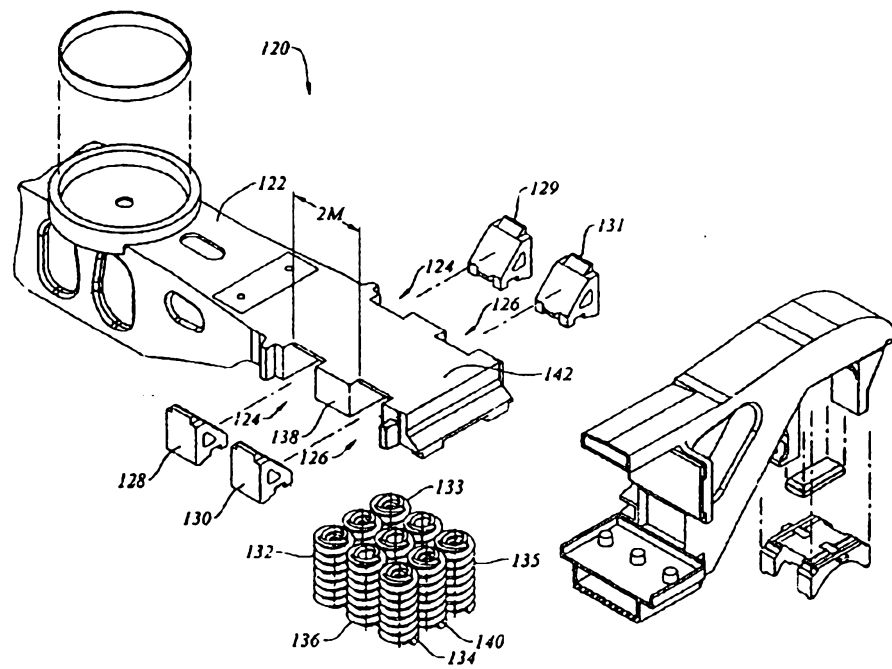


Figura 8
(Técnica anterior)

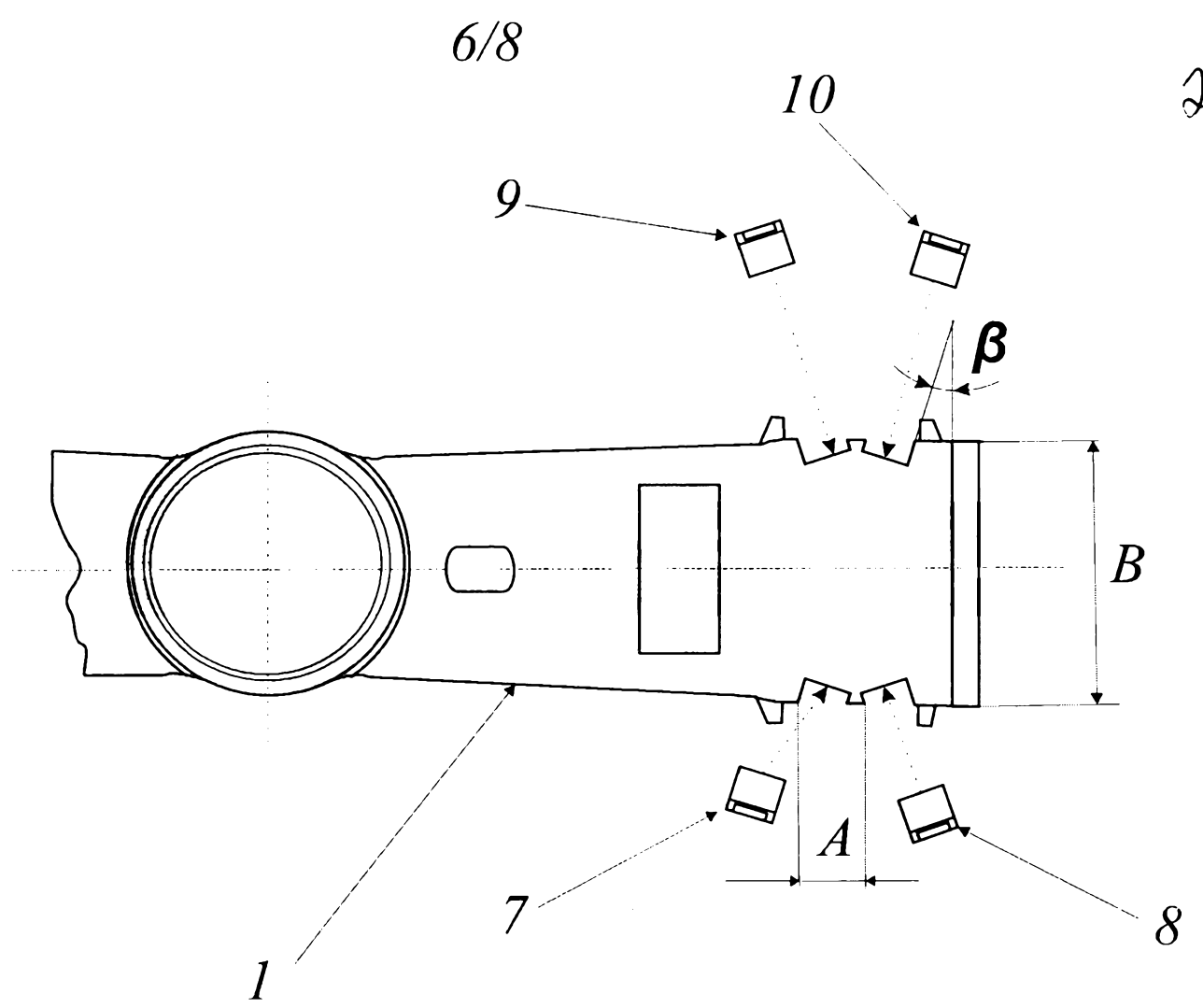
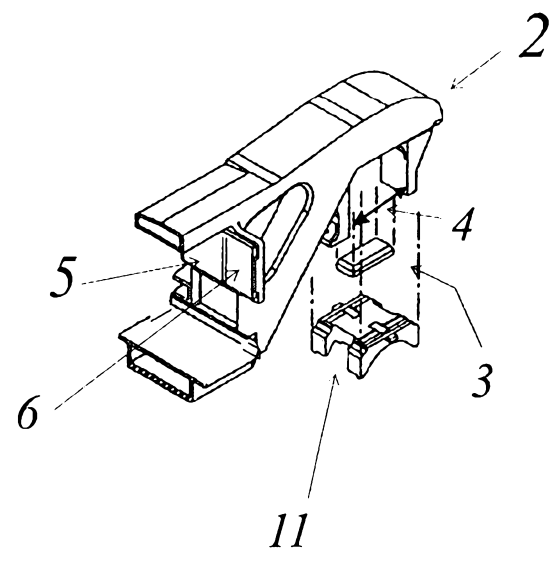


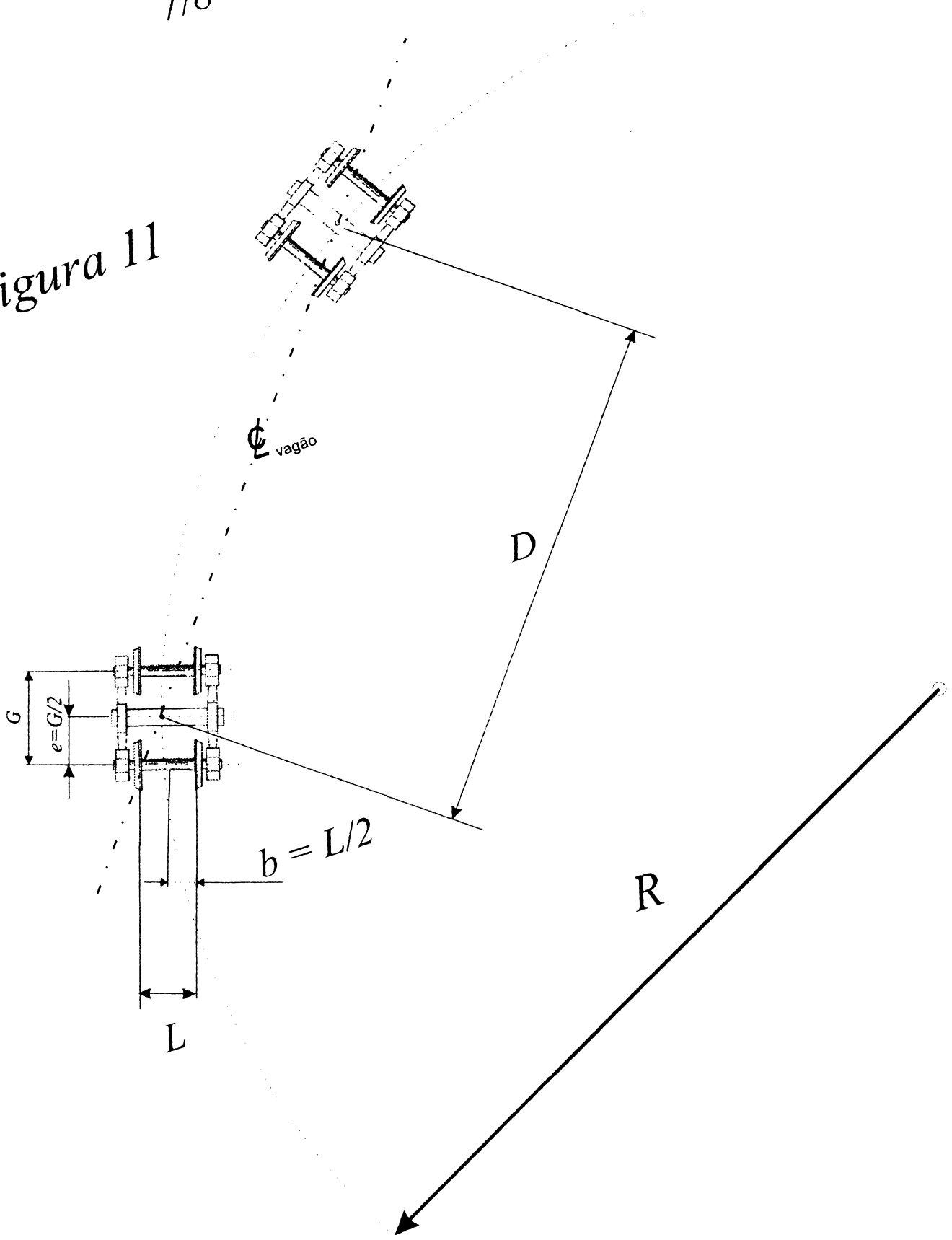
Figura 9

Figura 10



7/8

Figura 11



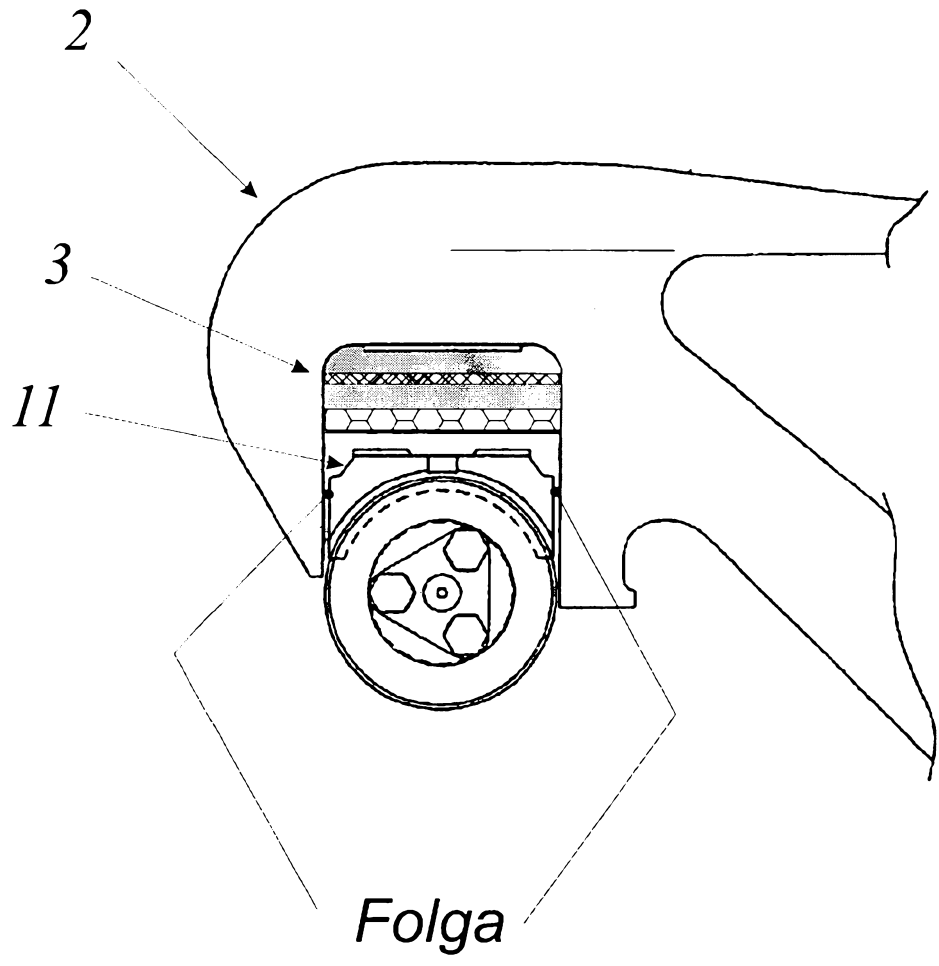


Figura 12