



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

(21) **PI0804465-1 A2**

(22) Data de Depósito: 20/10/2008
(43) Data da Publicação: 20/07/2010
(RPI 2063)



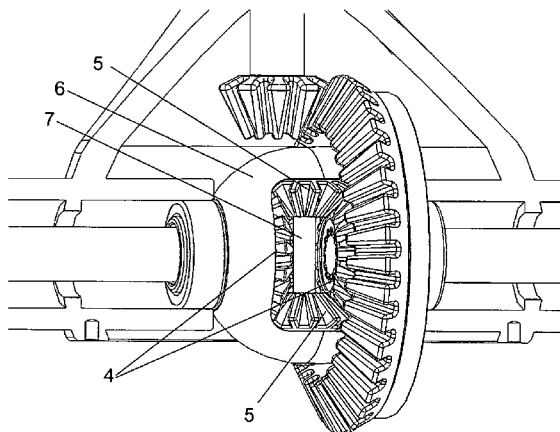
(51) *Int.Cl.:*
F16H 48/20

(54) Título: **CONJUNTO EIXO DIFERENCIAL COM SISTEMA ANTIESCORREGAMENTO**

(73) Titular(es): LUIZ CARLOS LEITE PROENÇA

(72) Inventor(es): LUIZ CARLOS LEITE PROENÇA

(57) Resumo: A presente invenção refere-se a um conjunto eixo diferencial tracionado com sistema antiescorregamento das rodas, que pode ser composto por elemento de ação elástica 9 ou elementos de ação hidráulica entre as engrenagens planetárias 4, sendo estes últimos de ação proporcional à diferença de rotação entre os semi-eixos 3. Seguindo o mesmo conceito inventivo dos elementos de ação hidráulica da presente invenção, pode-se obter sistema antiescorregamento entre eixos de um mesmo veículo ou composição.



Relatório Descritivo da Patente de Invenção para "**CONJUNTO EIXO DIFERENCIAL COM SISTEMA ANTIESCORREGAMENTO**".

A presente invenção refere-se a um conjunto eixo diferencial tracionado com sistema antiescorregamento das rodas.

5 Os sistemas tracionados diferenciais são empregados em aplicações automotivas para permitir com que, durante uma curva (Figura 1), as rodas interna 1 e externa 2 do eixo tracionado possam descrever trajetórias diferentes mantendo-se equilibrada a transmissão do torque para os semi-eixos 3. Isto é possível utilizando engrenagens planetárias 4 e satélites 5, conforme as
10 Figuras 2 e 3.

Entretanto, em condições adversas de terreno, o sistema diferencial pode prejudicar a dirigibilidade do veículo. Isto se deve ao fato de que, na configuração convencional chamada de tipo aberto, o equilíbrio de torque afeta o torque efetivo do eixo para um nível definido pelo dobro da força de tração
15 disponível na roda com menor coeficiente de atrito. Se o torque aplicado na entrada do eixo diferencial exceder este valor, a roda irá deslizar sobre o terreno, e o veículo não conseguirá prosseguir em sua jornada.

Para minimizar, ou até mesmo eliminar este efeito indesejável, existem alguns sistemas já disponíveis no mercado que podem ser adicionados ao
20 sistema diferencial ou no eixo tracionado.

Um deles é o bloqueio da ação diferencial, que é acionado pelo condutor através de um comando interno ou externo à carroceria, o qual força às rodas direita e esquerda a girarem na mesma rotação. O desbloqueio pode ser automático ou realizado pelo condutor, dependendo do sistema. Os elementos
25 de bloqueio podem ser mecânicos, hidráulicos, pneumáticos ou eletromagnéticos. O acionamento deve ser feito quando não há transmissão de torque no eixo, para evitar danos aos componentes e também desconforto.

Outro sistema disponível é o chamado escorregamento limitado (bloqueio positivo), onde são adicionados elementos que geram um torque
30 residual sobre os dois semi-eixos 3, que entra em ação sempre que houver uma diferença de rotação entre os mesmos. Estes elementos, via de regra, são discos de fricção à banho de óleo e mola de atuação para pressionar os discos

e gerar o torque residual pela força normal nas faces de atrito e pelo raio médio dos discos. Trata-se de sistema muito utilizado atualmente, por ser de baixo custo e boa performance. Porém, não são recomendados para eixos tracionados direcionais, porque afetam demasiadamente a manobrabilidade e dirigibilidade do veículo, pois atuam indiscriminadamente também durante as curvas. Outro ponto é que, mesmo em uma reta, sempre existe movimento relativo entre as rodas devido às variações dimensionais dos pneus, seja de fabricação, por desgaste assimétrico ou ainda calibração diferente da pressão interna dos pneus, o que gera desgaste contínuo e dissipação inútil de energia, que embora sejam pequenos, se acumulam durante a vida útil do veículo, reduzindo a sua eficiência mecânica e também reduzindo a ação antiescorregamento após algum tempo de uso.

Também existem os sistemas de ação variável, entre eles de acionamento hidráulico ou hidráulico-elétrico, que permitem melhor ação antiescorregamento e aplicabilidade em eixos tracionados direcionais, pois atuam efetivamente somente quando a diferença de rotação entre os semi-eixos 3 ultrapassa um determinado valor, sempre acima das condições verificadas em uma situação normal de curva. Contudo, o custo mais alto deste tipo de configuração torna-se obstáculo à introdução em massa nos veículos, sobretudo aos modelos de entrada de mercado.

Finalmente, existem os sistemas que atuam sobre o sistema de freios do veículo, em especial o controle de tração, que conferem ação antiescorregamento seletiva, porém, também esbarram na questão do custo, pois dependem de sistemas mecatrônicos para a sua operação.

O princípio inventivo aqui proposto se baseia na introdução de elementos na região entre as engrenagens planetárias, dentro da caixa diferencial 6. Embora o espaço seja reduzido, ele permite o uso de algumas configurações e conceitos construtivos, viabilizando assim a sua aplicação tanto em eixos tracionados novos bem como, em alguns casos, em veículos já em uso no campo, substituindo-se somente alguns componentes.

A primeira construção possível (Proposta "A") é a introdução de elemento de ação elástica 9 entre as engrenagens planetárias 4, que exerça

força constante sobre as engrenagens planetárias, forçando-as contra as paredes internas da caixa diferencial 6, gerando assim torque resistivo constante (Figura 4). O elemento de ação elástica pode ser formado por molas, borracha ou polímero. Em construção alternativa, pode-se reduzir a espessura do corpo das engrenagens planetárias 4 ou da parede da caixa diferencial 6 (ou de ambas) e introduzir no espaço gerado um disco de atrito 10 evitando assim o contato aço-aço (Figura 5). Para ambos os casos o eixo 7 das engrenagens satélites deve ser substituído por dois segmentos 8 com comprimento reduzido, de modo a permitir a montagem dos elementos adicionais. Ainda usando o mesmo princípio, pode-se alocar conjunto de discos múltiplos intercalados por placas de atrito solidárias ao giro das engrenagens planetárias para aumentar o torque residual do sistema.

A segunda construção proposta (Proposta "B") é a introdução de elemento de ação hidráulica entre as engrenagens planetárias 4 (Figura 6), que dependendo da diferença de rotação entre os semi-eixos 3, exerce força proporcional sobre as engrenagens planetárias 4, forçando-as contra as paredes internas 7 da caixa diferencial 6, gerando assim torque resistivo variável. A força sobre as engrenagens planetárias 4 é feita por um pistão 11, o qual é pressionado contra uma das engrenagens planetárias pelo óleo lubrificante que é bombeado por uma bomba hidráulica 13 e seus alojamentos 14, que é acionada pela diferença de rotação entre os semi-eixos. O óleo percorre canais e é devidamente direcionado por válvulas de retenção com mola 15, exemplificada na Figura 8 através de carcaça da válvula 16, mola 17 e esfera 18. Outro exemplo de válvula de retenção é demonstrado nas Figura 9a (montagem), 9b (vista explodida) e 9c (corte), representando o alojamento 14, palheta 19 e fixação 20. Entretanto, a presente invenção não se limita a estes dois exemplos, podendo ser empregados outras configurações de válvulas de retenção, conforme o Estado da Técnica. A bomba pode estar fisicamente conectada ao giro dos semi-eixos às pontas destes ou às engrenagens planetárias, por meio de estriados ou saliências e fendas. Alguns exemplos são demonstrados nas Figuras 10a, 10b e 10c. O esquema hidráulico deste sistema pode ser visto na Figura 11. Na Figura 6 está demonstrada uma

bomba do tipo Gerotor, mas outras bombas podem ser aplicadas, tais como bomba de engrenagem ou de palhetas, desde que trabalhem em ambas as direções de giro, invertendo a entrada e saída do fluido. Em construção alternativa, pode-se reduzir a espessura do corpo das engrenagens planetárias e introduzir no espaço gerado um disco de atrito, de forma análoga à apresentada na Figura 5, evitando assim o contato aço-aço. Semelhantemente à primeira construção apresentada, pode também recorrer ao uso de multi-discos para aumentar o torque residual do sistema. Nesta segunda construção o eixo 7 das engrenagens satélites deve ser substituído por dois segmentos com comprimento reduzido, de modo a permitir a montagem dos elementos adicionais.

A terceira construção proposta (Proposta "C") é a introdução de elemento de ação hidráulica entre as engrenagens planetárias 4, que dependendo da diferença de rotação entre os semi-eixos 3, gera torque resistivo proporcional nos semi-eixos 3 ou nas engrenagens planetárias 4, dependendo da geometria adotada para engastamento do sistema (alguns exemplos nas Figuras 10a, 10b e 10c). O torque resistivo é gerado pela restrição da passagem do fluido pressurizado pela bomba 13 por uma passagem restrita 21, conforme a Equação de Bernoulli, onde a resistência à passagem do fluido por uma restrição, e conseqüentemente a força de bombeamento, é diretamente proporcional ao quadrado da velocidade instantânea do fluido. A bomba pode utilizar sistema aberto (Figuras 12a e 12b), sendo o fluido neste caso o próprio óleo lubrificante da caixa diferencial, ou sistema fechado (Figura 13), sendo o fluido específico para esta finalidade. Para exemplificar, nas Figuras 14a e 14b temos uma construção que utiliza bomba de engrenagens concêntricas (Gerotor) com sistema aberto (esquema da Figura 12b), no qual o fluido retorna para o reservatório do eixo tracionado após passar pelas restrições 21, e nas Figuras 15a (montagem), 15b (vista explodida), 15c (corte) e 16 (detalhe) a construção com bomba de engrenagens concêntricas Gerotor com sistema fechado, no qual o fluido retorna para a câmara de baixa pressão 22 após passar pela restrição 23, determinada pela folga existente entre as paredes do rotor e do anel denteado (Figura 16).

Alternativamente, pode-se adicionar um canal no rotor ou no anel denteado da bomba 13, para se obter a restrição desejada, conforme demonstrado na Figura 17. Nestes casos, a eficiência de bombeamento da bomba não é o fator mais importante, e sim o projeto adequado da restrição para se atingir o efeito
5 desejado de torque resistivo. O sistema trabalha nos dois sentidos de giro, conforme demonstrado nos esquemas das Figuras 11, 12 e 13, o que pode ser obtido com outros tipos de bombas (por exemplo, bomba de engrenagens, bomba de palhetas etc), de acordo com o Estado da Técnica.

A quarta construção proposta (Proposta "D") é a introdução de elemento
10 amortecedor de ação hidráulica entre as engrenagens planetárias 4, que dependendo da diferença de rotação entre os semi-eixos 3, gera torque resistivo proporcional pulsante nos semi-eixos 3 ou nas engrenagens planetárias 4, dependendo da geometria adotada para engastamento do sistema (alguns exemplos nas Figuras 10a, 10b e 10c). O torque resistivo
15 pulsante é gerado pela restrição da passagem do fluido entre as paredes dos elementos internos do amortecedor, formado basicamente pela carcaça externa 24, pelo cilindro de acionamento 25, pelo anel rotativo 26, pela vedação 27 e pela tampa 28, conforme detalhado na Figura 18. A construção proposta se trata de circuito fechado (esquema na Figura 19), sendo o fluido
20 dedicado para este fim. Quando há diferença de rotação entre os semi-eixos 3, o fluido é forçado a passar pela restrição entre as câmaras de alta e de baixa pressão. O sistema trabalha nos dois sentidos de giro. Quando o cilindro de acionamento 25 se aproxima de suas posições máximas no anel rotativo 26, o volume de fluido bombeado para a câmara de baixa pressão tende a zero, o
25 que também acontece com o torque resistivo gerado. Quando a diferença de rotação aumenta entre os semi-eixos 3, a vazão do fluido pela restrição também aumenta, e proporcionalmente o torque resistivo. Desta maneira, o comportamento do torque resistivo em função da diferença de rotação entre os semi-eixos 3 é pulsante crescente, conforme demonstrado na Figura 20 (linha
30 contínua). Como o sistema de transmissão do torque do semi-eixo até o contato dos pneus no pavimento é composto por elementos mecânicos elásticos e viscosos (diagrama torsional na Figura 21), a pulsação do torque é

amortecida, traduzindo-se em torque crescente com a diferença de rotação entre os semi-eixos (linha pontilhada da Figura 20). Semelhantemente à terceira proposta, é possível introduzir um canal na parede do anel rotativo 26 ou no cilindro de acionamento 25 para definir a área da restrição, conforme demonstrado na figura 22.

- 5 Nas propostas que adotam sistema hidráulico aberto para o fluxo de óleo, os canais de captação 29 do óleo lubrificante giram ao redor do eixo da caixa diferencial 6. Assim, para que capturem continuamente o óleo lubrificante, o nível deste dentro do eixo nas diversas condições deve ficar acima do ponto máximo atingido pelos canais de captação. Caso contrário, os canais captarão
- 10 ciclicamente parte da atmosfera interna do eixo, o que reduzirá a eficiência do sistema antiescorregamento, mas não a eliminando, vindo ainda a ser uma configuração viável.

O conceito inventivo da terceira proposta construtiva (Proposta "C") pode ser aplicado não somente entre os semi-eixos ou entre as engrenagens planetárias, mas também em veículos com tração em mais de um eixo (por exemplo, 4x4), sendo alocado entre um dos semi-eixos 3 e a caixa diferencial 6, ou ainda em qualquer outro ponto entre os eixos (por exemplo, no pinhão), possibilitando a transferência de torque de um eixo para o outro dependendo da diferença de rotação entre os mesmos.

Analogamente, o conceito inventivo da quarta proposta (Proposta "D") pode ser também utilizado em veículos com tração em mais de um eixo, alocado em qualquer ponto entre os eixos, possibilitando a transferência de torque de um eixo para o outro dependendo da diferença de rotação entre os mesmos.

REIVINDICAÇÕES

1. Eixo tracionado com diferencial, caracterizado por conter:
engrenagens planetárias 4 e satélites 5; e
eixo segmentado 8 das satélites; e
5 elemento de ação elástica 9 posicionado entre as engrenagens planetárias 4; e
superfície de atrito entre as engrenagens planetárias 4 e a caixa diferencial 6; ou
disco de atrito 10 entre as engrenagens planetárias 4 e a caixa
10 diferencial 6; ou
discos múltiplos de atrito 10 entre as engrenagens planetárias 4 e a caixa diferencial 6.
2. Eixo tracionado com diferencial, caracterizado por conter:
engrenagens planetárias 4 e satélites 5; e
15 eixo segmentado 8 das satélites; e
elemento de ação hidráulica posicionado entre as engrenagens planetárias 4, composto por bomba bidirecional 13, canais de admissão 29 de fluido, válvulas de retenção 15 e pistão 11; e
superfície de atrito entre as engrenagens planetárias 4 e a caixa
20 diferencial 6; ou
disco de atrito 10 entre as engrenagens planetárias 4 e a caixa diferencial 6; ou
discos múltiplos de atrito 10 entre as engrenagens planetárias 4 e a caixa diferencial 6.
- 25 3. Eixo tracionado com diferencial, caracterizado por conter:
engrenagens planetárias 4 e satélites 5; e
eixo segmentado 8 das satélites; e
elemento de ação hidráulica de circuito aberto, posicionado entre as engrenagens planetárias 4, composto por bomba bidirecional 13, canais de
30 admissão 29 de fluido, válvulas de retenção 15 e canal(is) 21 de restrição à passagem do fluido; ou

elemento de ação hidráulica de circuito fechado, posicionado entre as engrenagens planetárias 4, composto por fluido, bomba bidirecional 13 e passagem de retorno 23 do fluido à câmara de baixa pressão 22 da bomba bidirecional;

- 5 4. Eixo tracionado com diferencial, caracterizado por conter:
engrenagens planetárias 4 e satélites 5; e
eixo segmentado 8 das satélites; e
elemento amortecedor de ação hidráulica de circuito fechado,
posicionado entre as engrenagens planetárias 4, composto por fluido, carcaça
10 externa 24, cilindro de acionamento 25, anel rotativo 26, vedação 27 e tampa
28.

5. Elemento de ação hidráulica, posicionado entre eixos tracionados de um mesmo veículo ou composição, caracterizado por conter:
bomba bidirecional 13 de circuito aberto, canais de admissão 29 de
15 fluido, válvulas de retenção 15 e canal 21 de restrição à passagem do fluido; ou
bomba bidirecional 13 de circuito fechado, fluido e passagem de retorno 23 do fluido à câmara de baixa pressão 22 da bomba bidirecional; ou
elemento amortecedor de ação hidráulica de circuito fechado,
posicionado entre as engrenagens planetárias 4, composto por carcaça externa 24, fluido, cilindro de acionamento 25, anel rotativo 26, vedação 27 e tampa 28.

Fig. 1

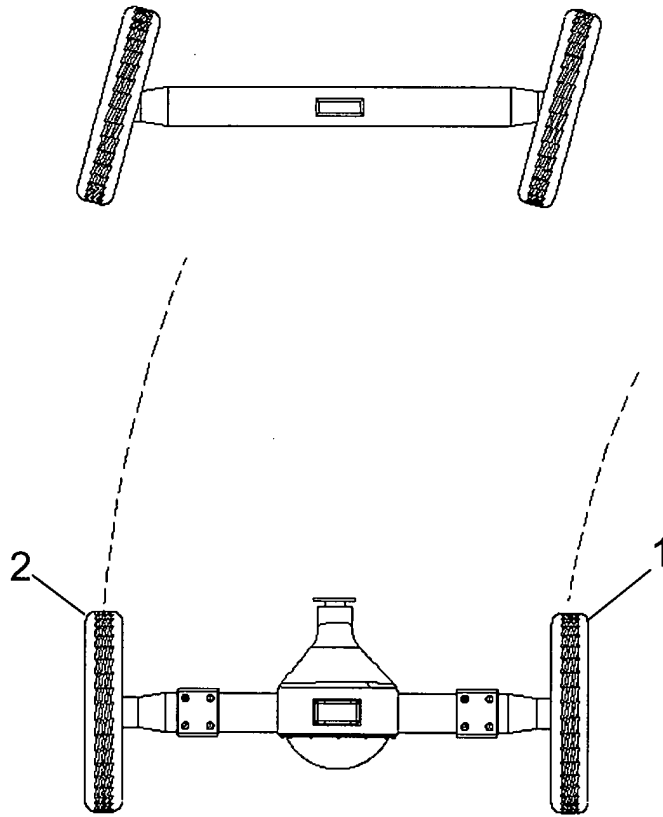


Fig. 2

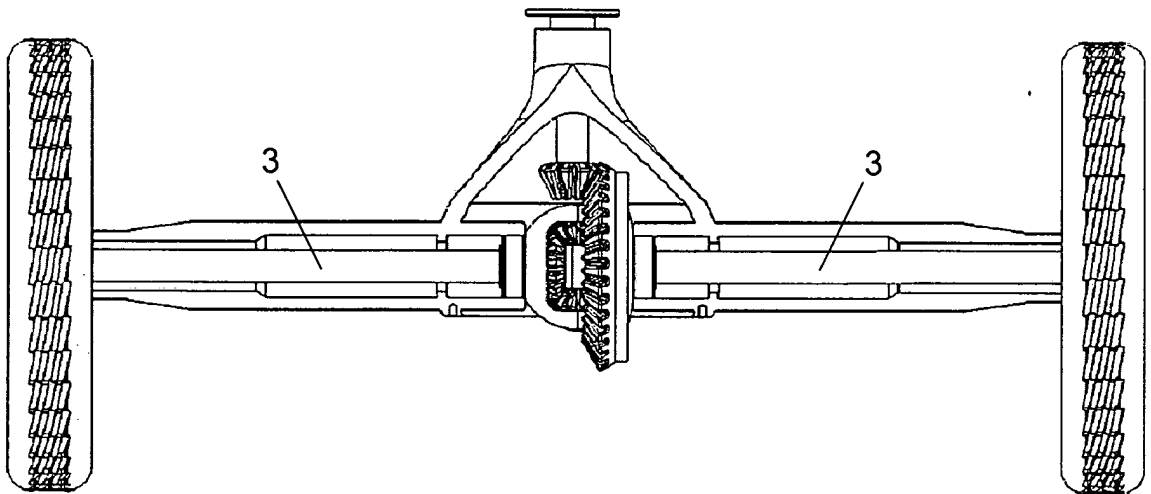


Fig. 3

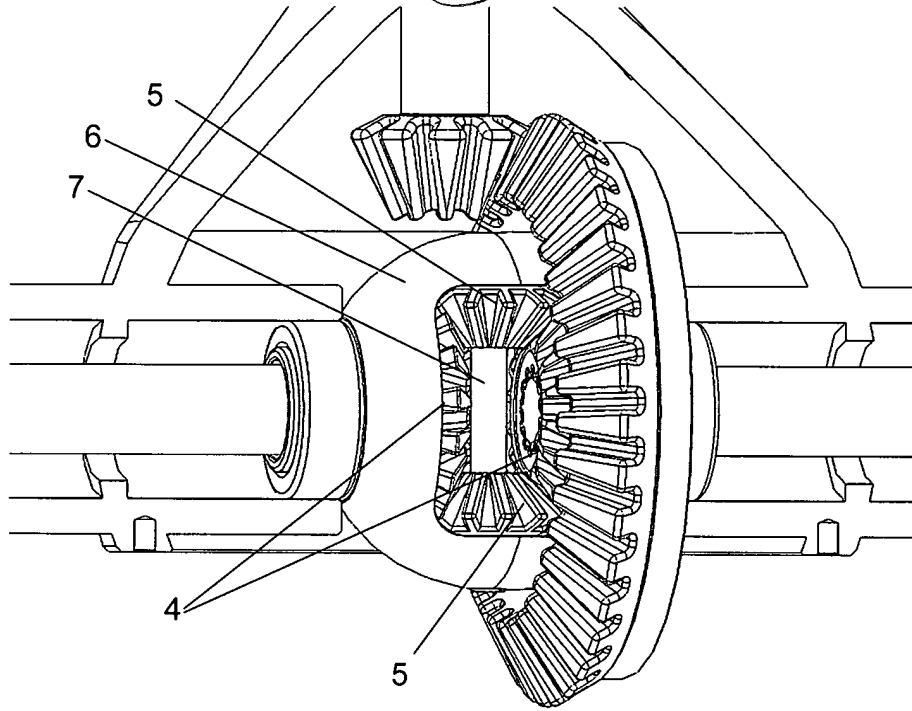


Fig. 4

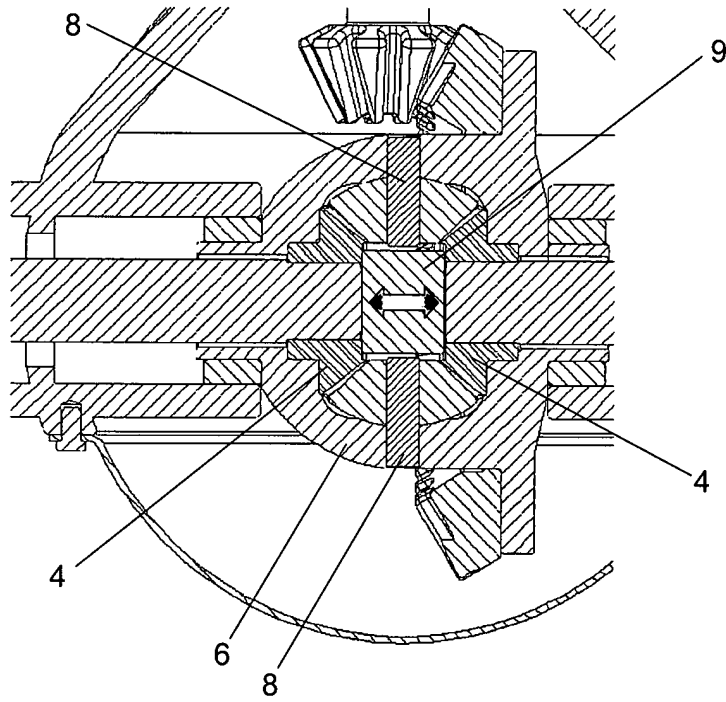


Fig. 5

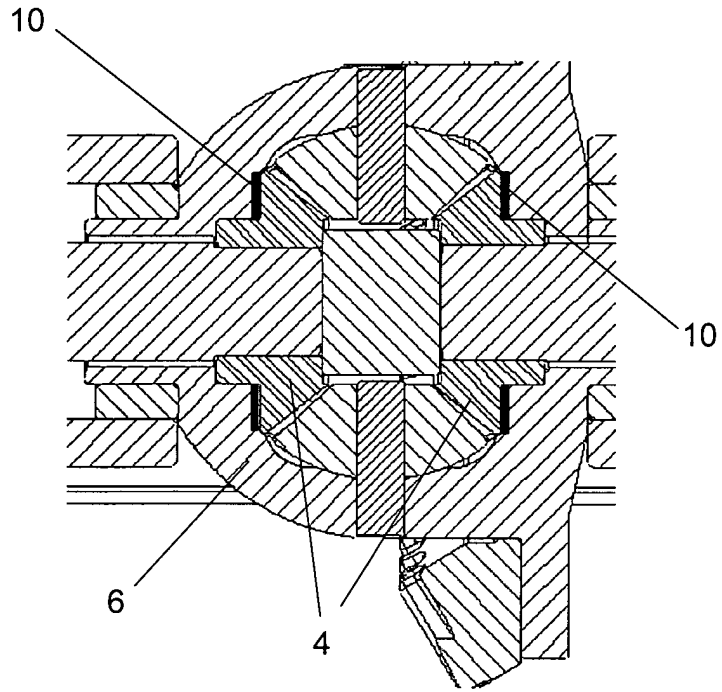


Fig. 6

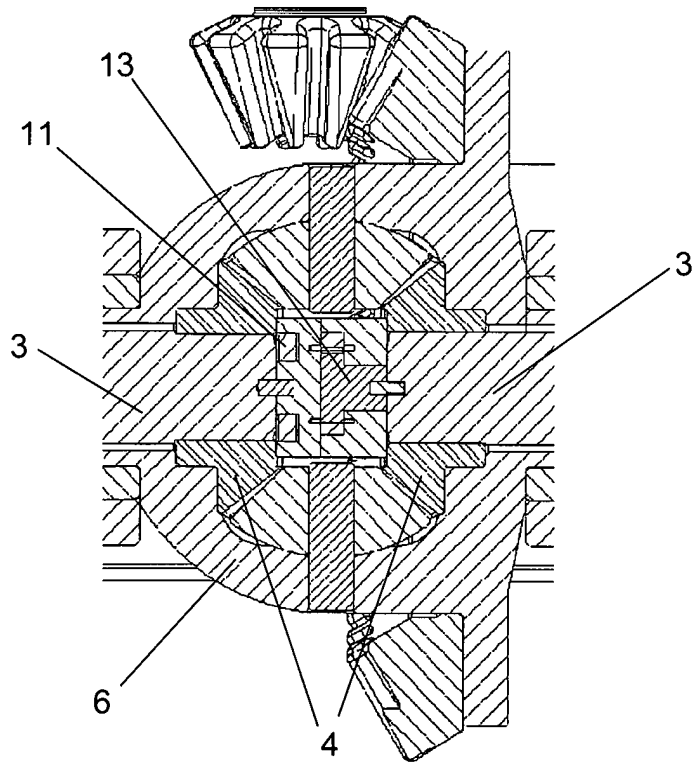


Fig. 7

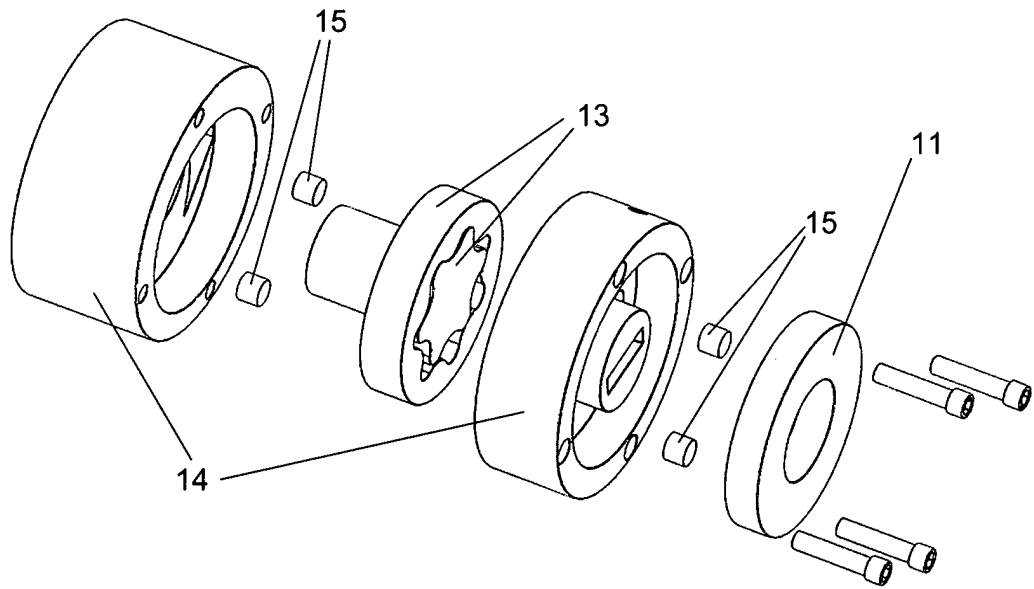


Fig. 8

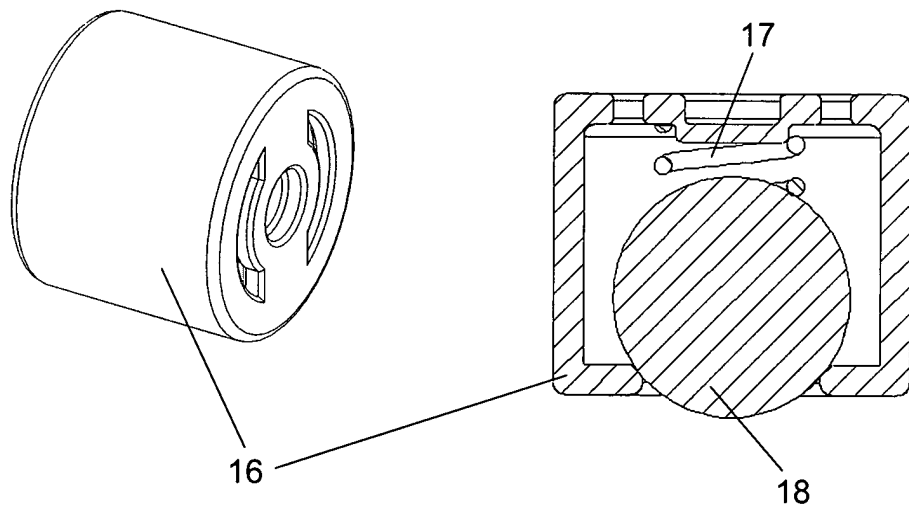


Fig. 9a

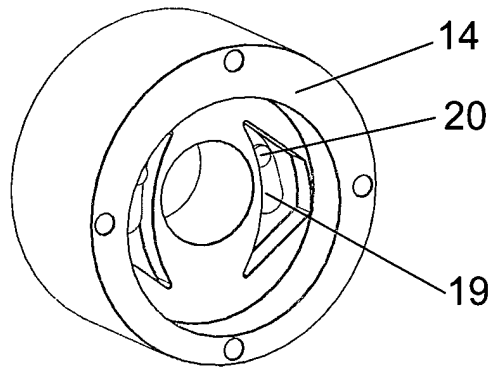


Fig. 9b

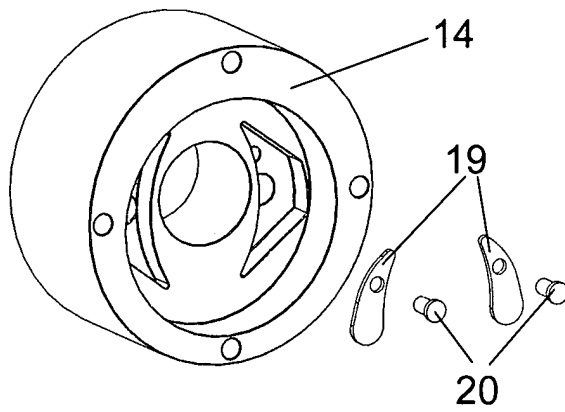


Fig. 9c

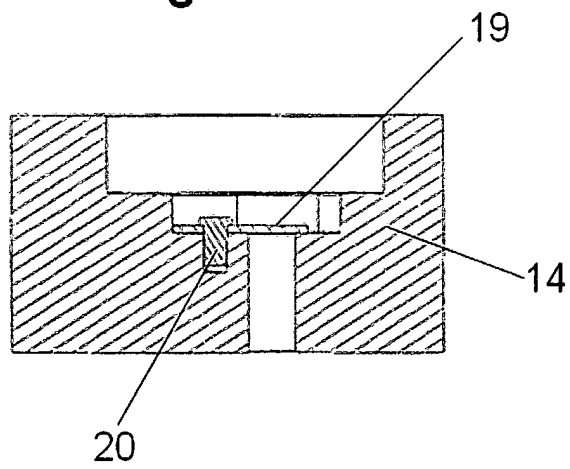


Fig. 10a

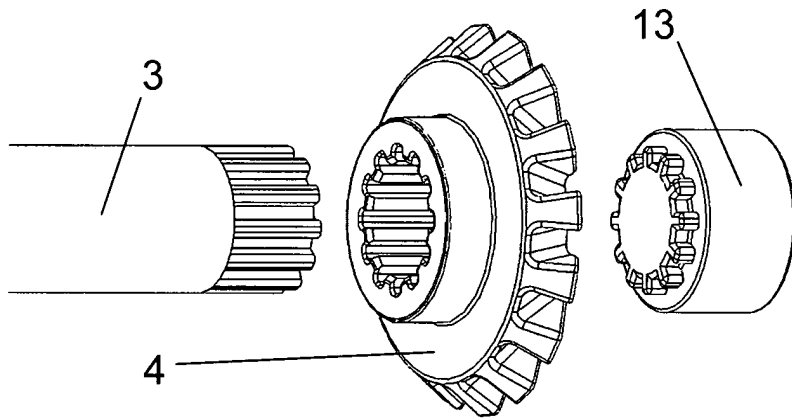


Fig. 10b

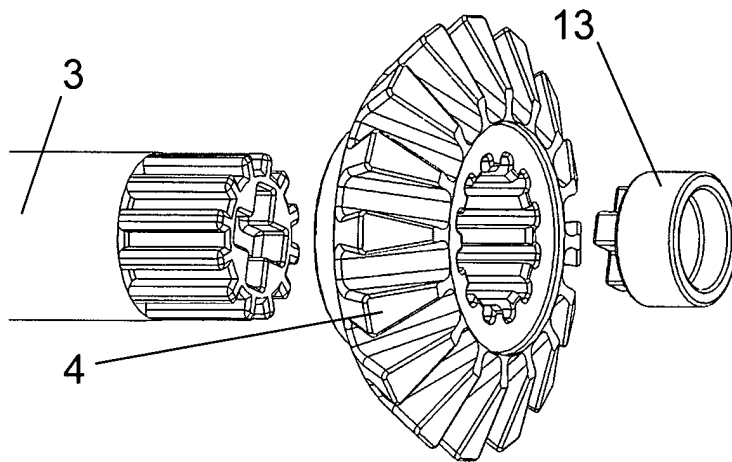


Fig. 10c

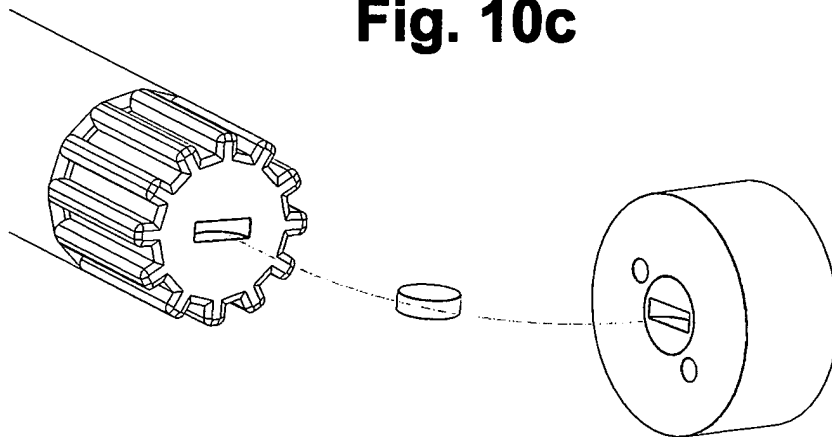


Fig. 11

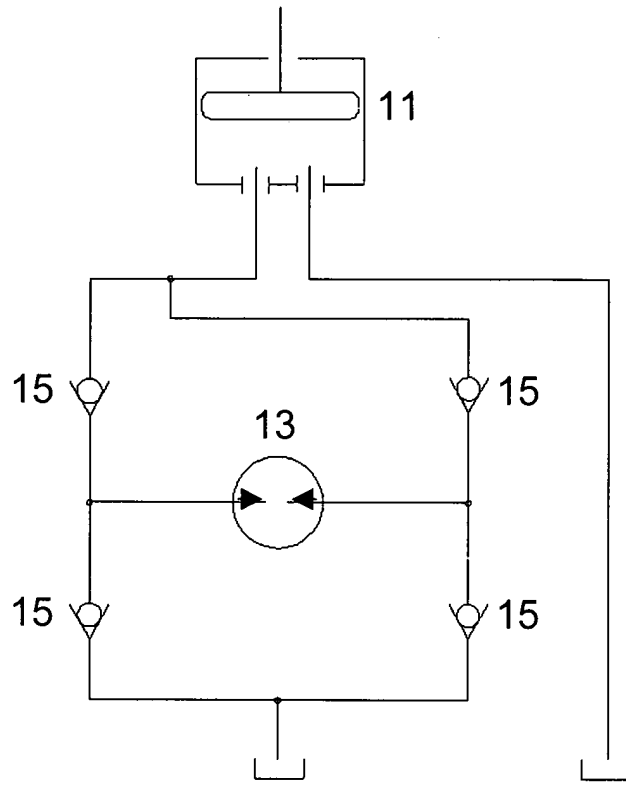


Fig. 12a

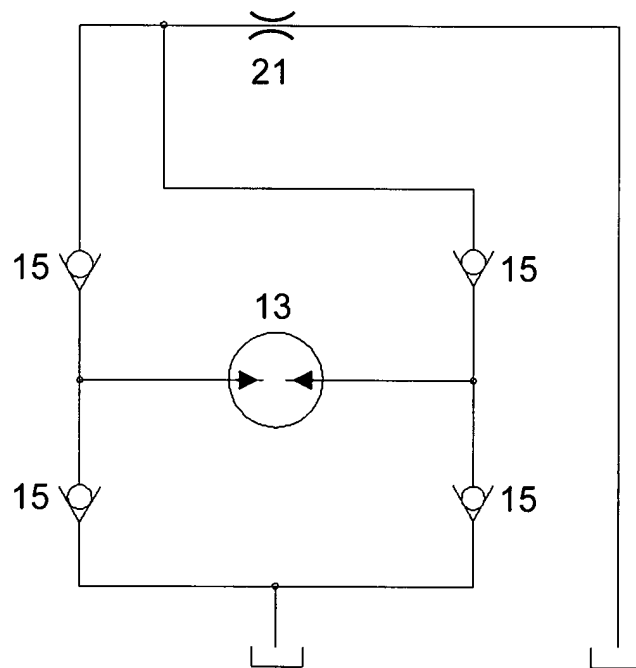


Fig. 12b

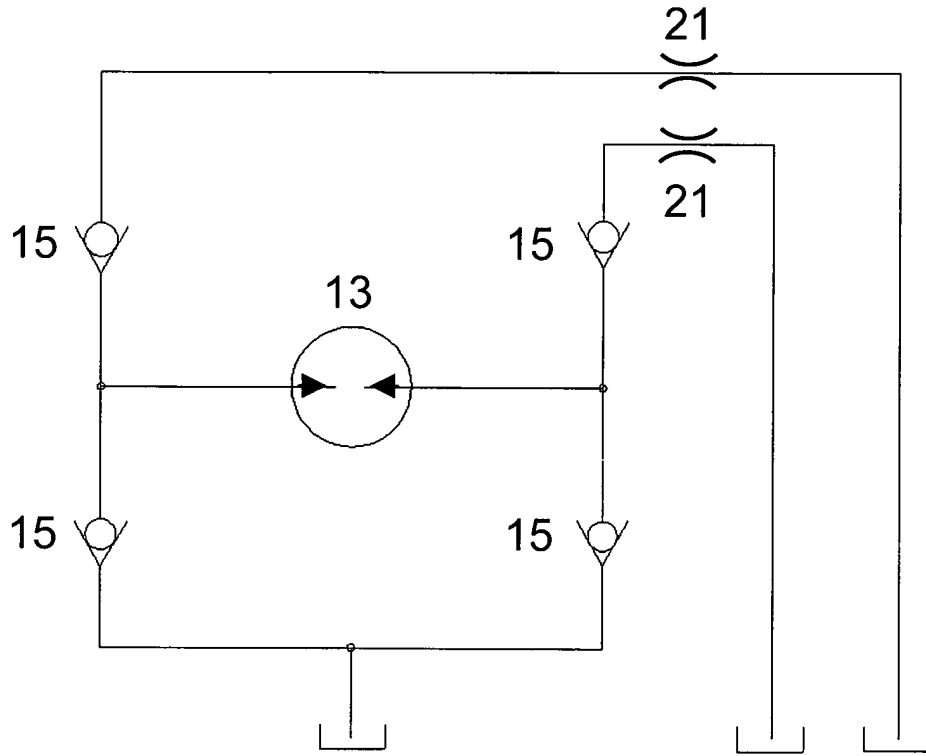


Fig. 13

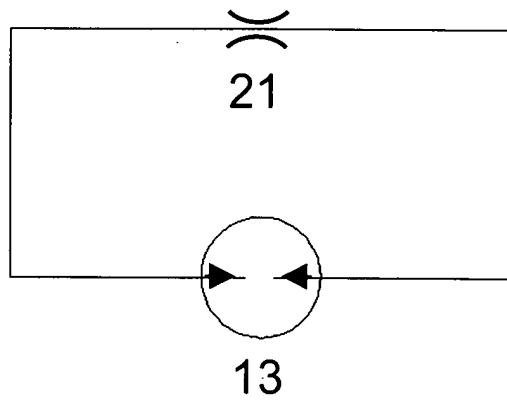


Fig. 14a

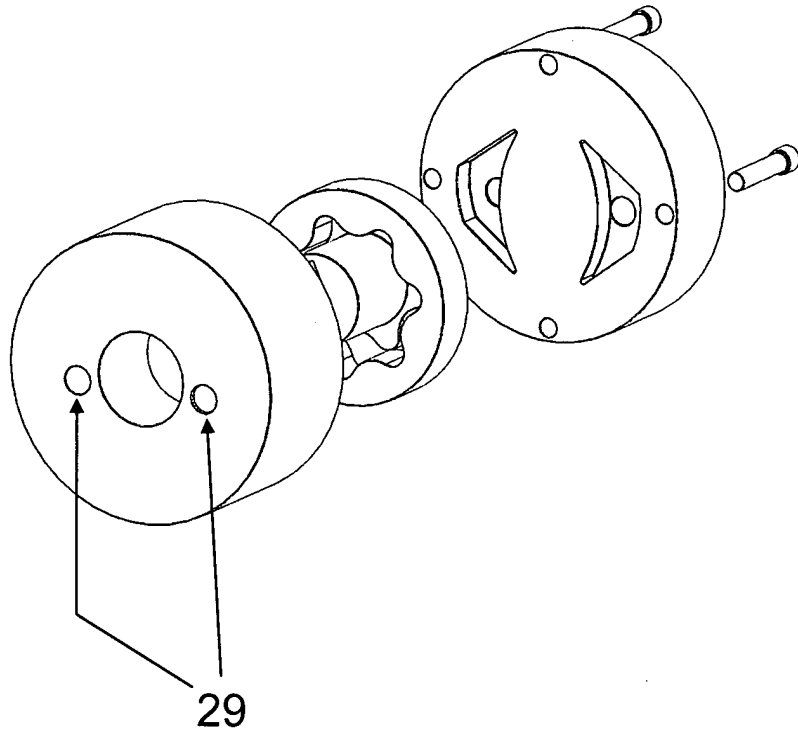


Fig. 14b

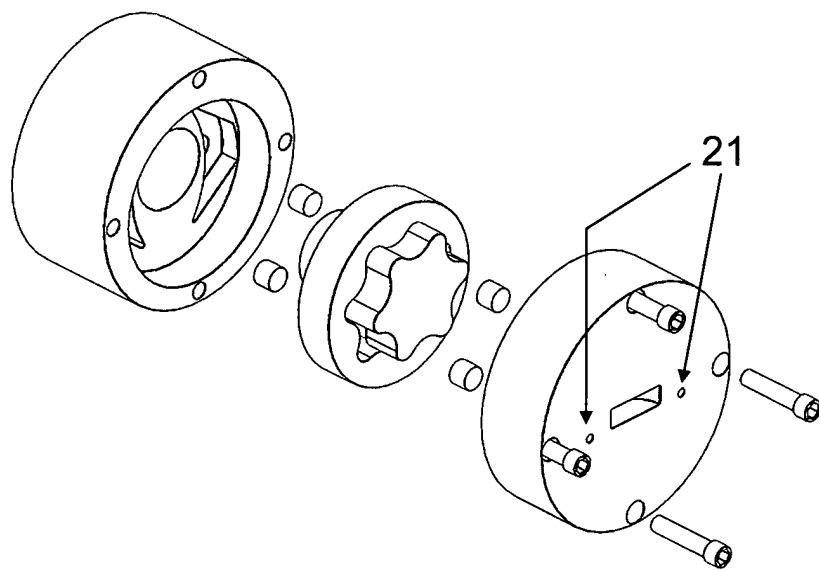


Fig. 15a

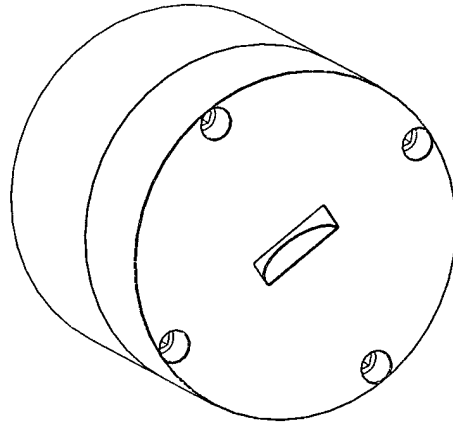


Fig. 15b

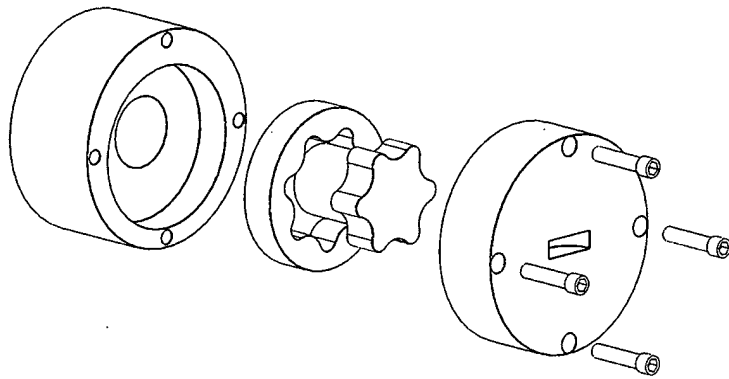


Fig. 15c

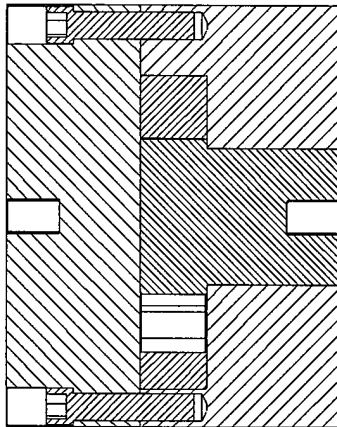


Fig. 16

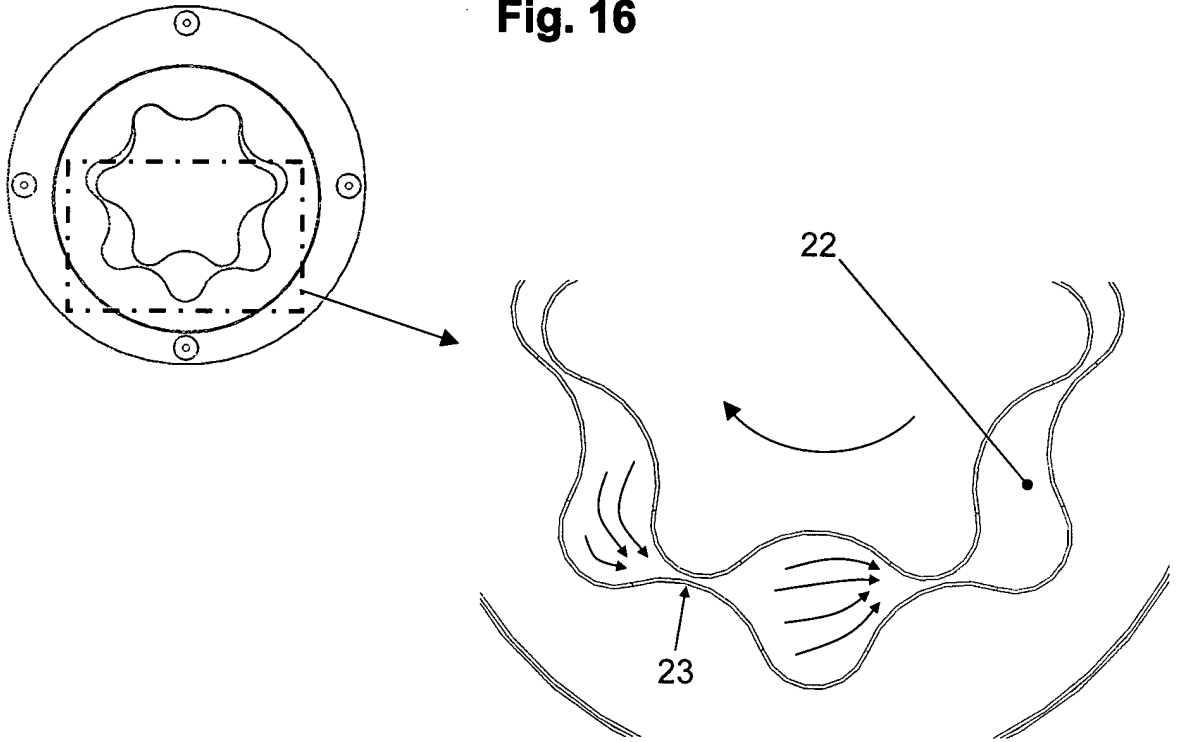


Fig. 17

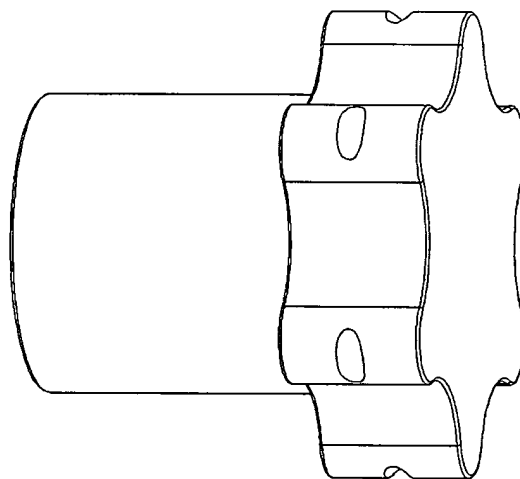


Fig. 18

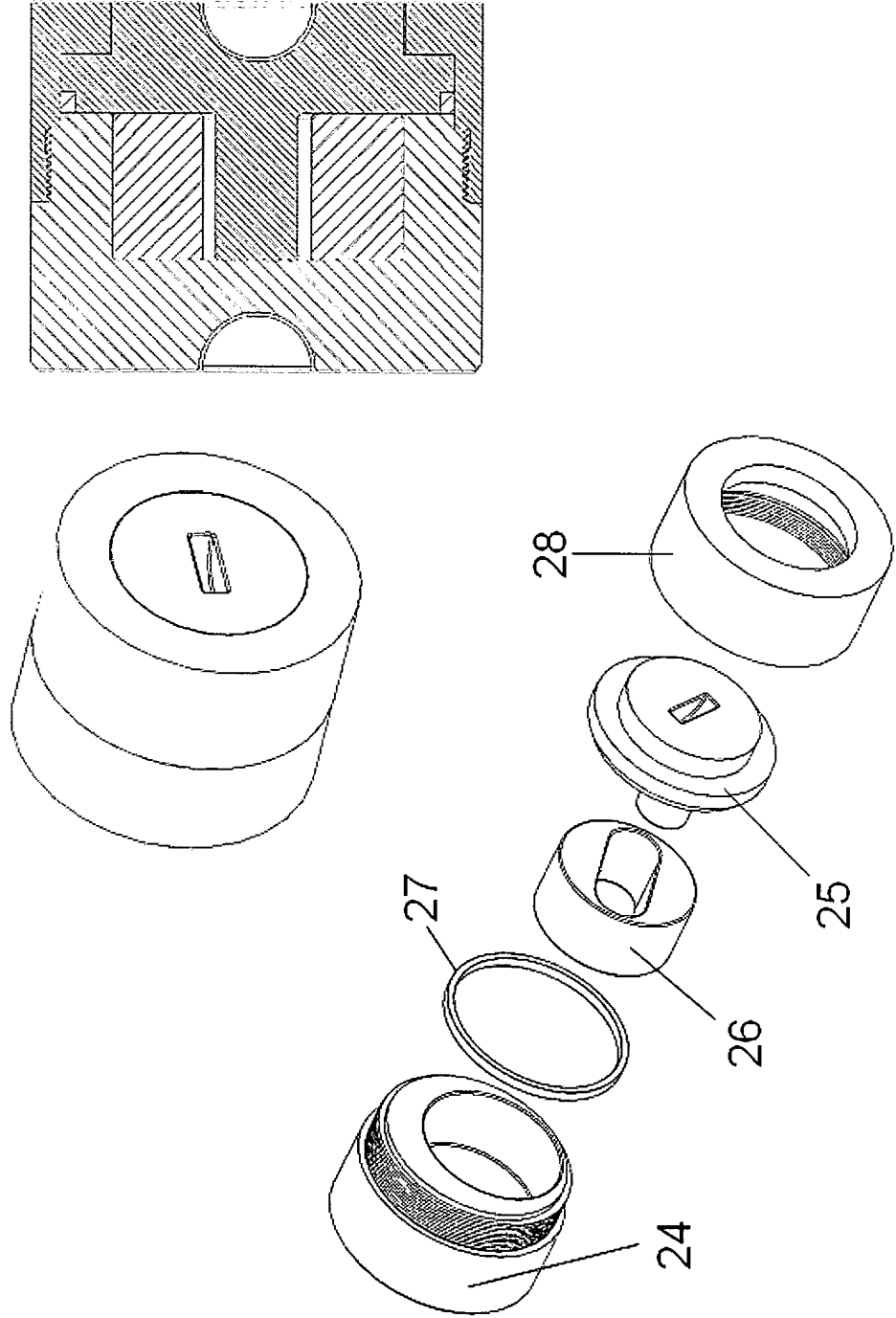


Fig. 19

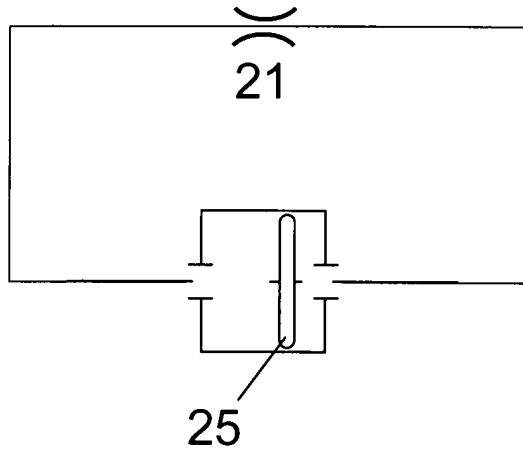


Fig. 20

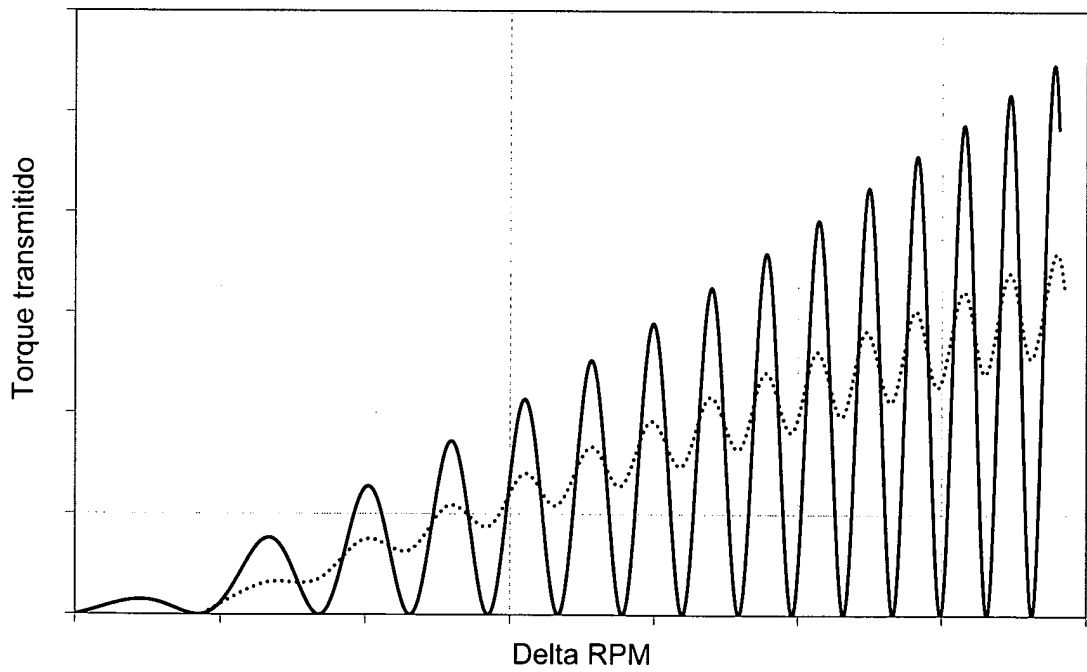


Fig. 21

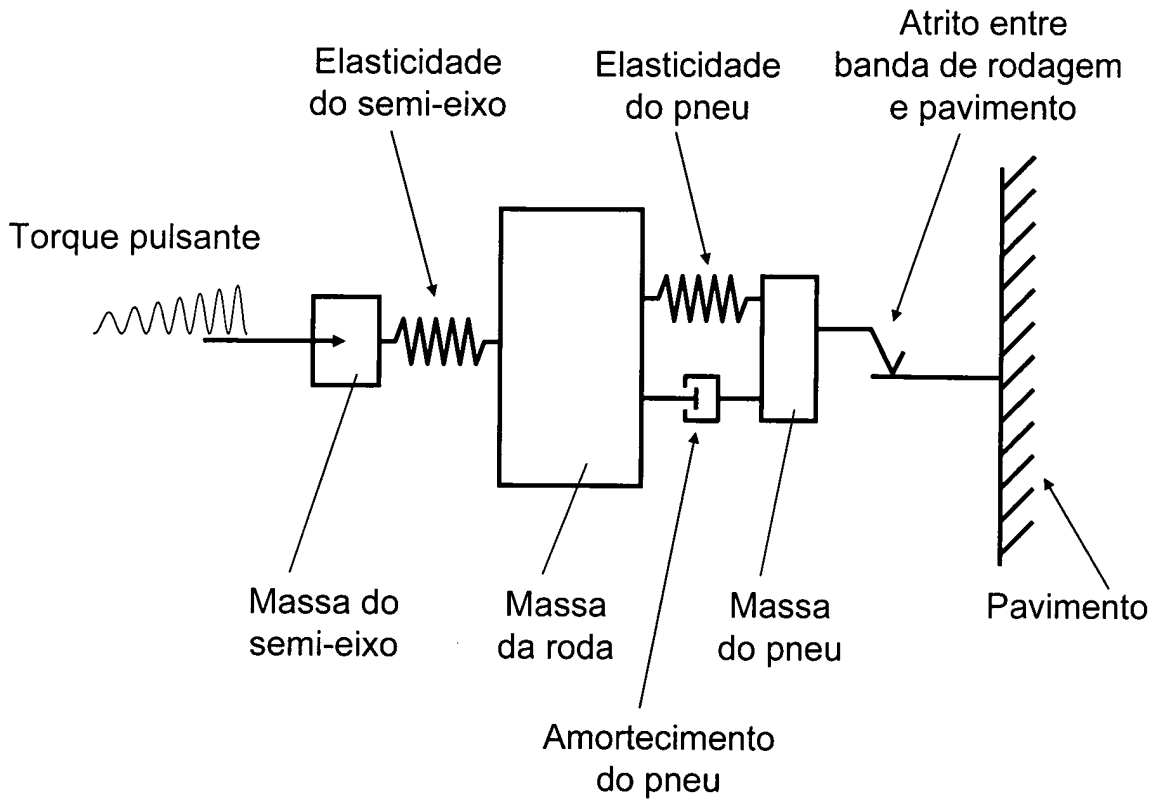
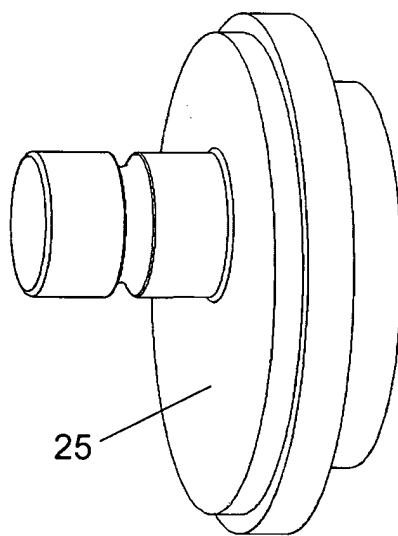


Fig. 22



Resumo

Conjunto eixo diferencial com sistema antiescorregamento.

A presente invenção refere-se a um conjunto eixo diferencial tracionado com sistema antiescorregamento das rodas, que pode ser composto por elemento de ação elástica 9 ou elementos de ação hidráulica entre as 5 engrenagens planetárias 4, sendo estes últimos de ação proporcional à diferença de rotação entre os semi-eixos 3. Seguindo o mesmo conceito inventivo dos elementos de ação hidráulica da presente invenção, pode-se obter sistema antiescorregamento entre eixos de um mesmo veículo ou 10 composição.