



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

(11) PI 0913967-2 B1



(22) Data do Depósito: 01/07/2009

(45) Data de Concessão: 19/05/2020

(54) Título: FREIO E DISPOSITIVO DE FRENAGEM

(51) Int.Cl.: F16D 55/22; F16D 65/18.

(30) Prioridade Unionista: 29/09/2008 DE 10 2008 049 236.6.

(73) Titular(es): WABCO GMBH.

(72) Inventor(es): PETER BEIER; GERHARD BRUNS; OLAF JANTZ; HARTMUT ROSENDAHL.

(86) Pedido PCT: PCT EP2009004740 de 01/07/2009

(87) Publicação PCT: WO 2010/034366 de 01/04/2010

(85) Data do Início da Fase Nacional: 29/12/2010

(57) Resumo: FREIO E DISPOSITIVO DE FRENAGEM A presente invenção refere-se a um freio dotado de uma pastilha de freio (16), um elemento de acionamento que serve para pressionar a pastilha de freio (16) contra um disco de freio (18) e pelo menos uma alavanca que seja disposta de tal modo que aumente uma força de frenagem conferida pela pastilha de freio (16) ao disco de freio (18) desviando-se uma força tangencial que atua sobre a pastilha de freio (16) durante a frenagem. De acordo com a invenção, proporciona-se que o elemento de acionamento compreende pelo menos uma parte lateral do disco de freio, uma parte lateral do atuador e uma parte de acoplamento (22) dispostas entre a parte lateral do disco de freio e a parte lateral do atuador, sendo que a parte de acoplamento (22) é articulável em relação à parte lateral do disco de freio (24) e/ou em relação à parte lateral do atuador (20).

“FREIO E DISPOSITIVO DE FRENAGEM”

[001] A presente invenção refere-se a um freio dotado de uma pastilha de freio, um elemento de acionamento que serve para pressionar a pastilha de freio contra um disco de freio e pelo menos uma alavanca que seja disposta de tal modo que aumente uma força de frenagem conferida pela pastilha de freio ao disco de freio desviando-se uma força tangencial que atua sobre a pastilha de freio durante a frenagem.

[002] Um freio genérico é conhecido a partir do documento DE 10 2006 020 850 A1. Em um freio do dito tipo, uma força primária de frenagem ou força atuadora é conferida por um atuador ao elemento de acionamento de tal modo que a pastilha de freio seja pressionada contra o disco de freio. Quando a pastilha de freio entrar em contato com o disco de freio, gera-se uma força tangencial porque a rotação do disco de freio arrasta a pastilha de freio junto ao mesmo. A dita força tangencial é desviada pela alavanca ao elemento de acionamento e atua como uma força secundária de frenagem ou força auxiliar que pressiona a pastilha de freio contra o disco de freio em um grau adicional.

[003] Uma desvantagem do freio conhecido é que, no momento no qual a pastilha de freio entra em contato com o disco de freio, a força tangencial é gerada abruptamente, aumentando-se, abruptamente, a força primária de frenagem conferida pelo atuador. Se uma força de frenagem pequena precisar ser conferida, pode surgir uma situação na qual o atuador move inicialmente a pastilha de freio em direção ao disco de freio, a dita pastilha de freio se engata, então, ao disco de freio, a força tangencial é desviada pela alavanca e, então, aumenta a força de frenagem até um valor consideravelmente maior do que a força de frenagem desejada. Como resultado, o atuador deve afastar a pastilha de freio em relação ao disco de freio, a força tangencial reduz repentinamente e a força de frenagem conferida pela pastilha de freio ao disco de freio decai abruptamente até um valor consideravelmente menor do que a força de frenagem desejada. Este ciclo se repete e leva a uma força de frenagem flutuante.

[004] Em outras palavras, a função que se refere à força de frenagem (eixo geométrico x) conferida pela pastilha de freio ao disco de freio à força primária de frenagem confe-

rida pelo atuador ao elemento de acionamento (eixo geométrico y) tem uma descontinuidade. Se a força de frenagem precisar ser linearmente aumentada, o atuador deve aplicar, no momento certo, uma força primária de alteração abrupta ao elemento de acionamento. Na região da dita descontinuidade, isto apenas é possível com um grande grau de dificuldade para regular a frenagem de tal modo que o conforto de um veículo equipado com tal freio não seja prejudicado.

[005] A presente invenção se baseia no objetivo de propor um freio que possa ser regulado mais facilmente.

[006] A presente invenção alcança o objetivo por meio de um freio genérico no qual o elemento de acionamento compreende pelo menos uma parte lateral do disco de freio, uma parte lateral do atuador e uma parte de acoplamento disposta entre a parte lateral do disco de freio e a parte lateral do atuador, sendo que a parte de acoplamento é articulável em relação à parte lateral do disco de freio e/ou em relação à parte lateral do atuador.

[007] De modo vantajoso, o dito projeto torna possível que a alavanca se engate sobre a parte de acoplamento, de tal modo que quando a força tangencial atuar sobre a alavanca, a dita alavanca articule a parte de acoplamento em relação à parte lateral do disco de freio e/ou à parte lateral do atuador, de tal modo que o espaçamento entre a parte lateral do disco de freio e a parte lateral do atuador seja aumentado. Por causa do aumento do espaçamento, a parte lateral do disco de freio empurra a pastilha de freio adicionalmente na direção do disco de freio e, portanto, aumenta a força de frenagem.

[008] Devido ao fato de a parte de acoplamento ser articulável, o espaçamento entre a parte lateral do disco de freio e a parte lateral do atuador se altera apenas por uma quantidade bastante pequena mediante o início do engate entre a pastilha de freio e o disco de freio. Isto significa que a ação de intensificação da alavanca no início do engate é enfraquecida pela articulação da parte de acoplamento, e a ação de intensificação da força de frenagem da alavanca se torna, em primeiro lugar, efetiva gradualmente com o aumento da deflexão da alavanca. Portanto, a curva que representa graficamente a força primária de frenagem que o atuador deve aplicar à parte lateral do atuador versus a força de frenagem

desejada entre a pastilha de freio e a pastilha de freio não precisa mais ter uma descontinuidade. Como resultado, o freio pode ser controlado ou regulado mais facilmente.

[009] Da mesma forma, também é vantajoso que apenas um pequeno número de componentes adicionais seja necessário com a finalidade de obter a vantagem de uma regulabilidade aperfeiçoada.

[010] No contexto da presente descrição, as expressões “parte lateral do disco de freio” e “parte lateral do atuador” se referem à cadeia cinemática da transmissão da força de frenagem proveniente de um atuador, que exerce uma força sobre a parte lateral do atuador, à pastilha de freio. Em geral, este é o caso onde a parte lateral do disco de freio também fica situada mais próxima ao disco de freio do que a parte lateral do atuador, embora isto não seja fundamental.

[011] O recurso por meio do qual a parte lateral do disco de freio, a parte lateral do atuador e a parte de acoplamento são conectadas de modo articulado umas às outras deve ser compreendido por significar que o projeto permite um movimento de articulação correspondente. Por este propósito, é possível, porém, não fundamental, que as três partes sejam conectadas umas às outras por meio de mancais fixos. Além disso, é conveniente que as regiões externas da parte sejam contornadas de tal modo que as partes sejam montadas umas sobre as outras sem a necessidade por mancais adicionais, por exemplo, mancais esféricos. A parte lateral do disco de freio, a parte lateral do atuador e a parte de acoplamento podem ser compostas por dois ou mais sub-elementos.

[012] Em uma modalidade preferencial, a parte lateral do disco de freio, a parte lateral do atuador e a parte de acoplamento são conectadas umas às outras de tal modo que, quando a pastilha de freio entrar em contato com o disco de freio no início de uma operação de frenagem e a alavanca desviar a força tangencial com a finalidade de intensificar a força de frenagem, a parte de acoplamento se articule em um pequeno ângulo em relação à parte lateral do disco de freio e/ou em relação à parte lateral do atuador. A articulação leva a um aumento no espaçamento entre a parte lateral do disco de freio e a parte lateral do atuador.

[013] Em uma modalidade preferencial, a parte lateral do atuador é linearmente ori-

entada e a alavanca se engata à parte de acoplamento. Desta forma, a articulação da parte de acoplamento não leva a uma articulação da parte lateral do atuador, e preserva-se o atuador.

[014] Além disso, a parte lateral do disco de freio é preferencialmente montada de tal modo que a parte de acoplamento possa se articular substancialmente sem a parte lateral do disco de freio se articular em relação ao disco de freio. Portanto, a pastilha de freio é desgastada uniformemente e se evita, de modo confiável, o emperramento do freio.

[015] Em uma modalidade preferencial, a parte lateral do disco de freio, a parte lateral do atuador e o elemento de acoplamento são acoplados à alavanca de tal modo que uma deflexão da alavanca por um ângulo predefinido de articulação da alavanca, por exemplo, 1° , fora de uma posição zero leve a uma alteração menor em um espaçamento entre a parte lateral do disco de freio e a parte lateral do atuador do que uma deflexão pelo mesmo ângulo de articulação da alavanca quando a alavanca já estiver em uma posição deflexionada. Em outras palavras, a provisão da parte de acoplamento tem o efeito de que um movimento da alavanca intensifica a força de frenagem até um grau particularmente grande quando a alavanca já tiver sido deflexionada, enquanto que a força de frenagem é intensificada apenas em um pequeno grau quando a alavanca estiver situada próxima a sua posição zero. A posição zero é a posição suposta pela alavanca quando nenhuma força de frenagem for conferida.

[016] A parte lateral do disco de freio, a parte lateral do atuador e a parte de acoplamento são preferencialmente acopladas umas às outras de tal modo que sejam articuláveis em umas em relação às outras, em cada caso em menos de 10° . Isto resulta em um projeto particularmente rígido do freio.

[017] A parte lateral do disco de freio, a parte lateral do atuador e a parte de acoplamento são conectadas umas às outras de tal modo que sejam articuláveis umas em relação às outras em mais de $0,1^\circ$ na força máxima de frenagem. Desta forma, as tolerâncias de produção podem ser mantidas particularmente baixas.

[018] De preferência, a alavanca é projetada de tal modo que uma força primária de

frenagem aplicada à parte lateral do atuador, que também pode ser denominada como força atuadora, seja intensificada por uma força secundária de frenagem, sendo que a força primária de frenagem e a força secundária de frenagem se desenvolvem dada a força de frenagem. Então, a alavanca tem, por exemplo, uma razão de alavanca selecionada de tal modo que um coeficiente de atrito deslizante de 0,6 entre a pastilha de freio e o disco de freio leve a uma força secundária de frenagem que seja vinte vezes menor do que a força primária de frenagem. Desta forma, uma força primária de frenagem sempre deve ser conferida à parte lateral do atuador com a finalidade de gerar uma força de frenagem. Portanto, não pode surgir uma situação onde o freio emperra como resultado de uma retroalimentação excessiva.

[019] Em uma modalidade preferencial, a alavanca é disposta com o intuito de intensificar a força de frenagem desviando-se a força tangencial quando o disco de freio estiver girando em relação à pastilha de freio em uma primeira direção, sendo que o freio compreende uma segunda alavanca que é disposta com o intuito de intensificar uma força de frenagem conferida pela pastilha de freio ao disco de freio desviando-se a força tangencial quando o disco de freio estiver girando em relação à pastilha de freio em uma direção oposta à primeira direção. De preferência, a segunda alavanca tem o mesmo projeto da primeira alavanca, porém, isto não é fundamental.

[020] Obtém-se uma montagem particularmente simples se a alavanca ou as alavancas tiverem um contorno externo com formato de arco circular nas seções e se as mesmas forem montadas por meio do dito contorno em um compartimento do freio. É fundamental que o freio seja conectado a uma unidade elétrica de tal modo que o dito freio junto à unidade elétrica forme um dispositivo de frenagem eletromecânico.

[021] A presente invenção será explicada em maiores detalhes abaixo com base em uma modalidade exemplificadora e com referência aos desenhos em anexo, sendo que:

A Figura 1 mostra uma vista em perspectiva de um sistema de frenagem de acordo com a invenção dotado de um freio de acordo com a invenção;

A Figura 2 mostra o sistema de frenagem de acordo com a Figura 1 em uma vista

parcialmente cortada;

A Figura 3 mostra uma seção transversal através do freio de acordo com as Figuras 1 e 2; e

A Figura 4 mostra uma seção adicional através do freio.

[022] A Figura 1 mostra um dispositivo de frenagem 10 dotado de um freio 12 que é acionado por meio de um atuador sob a forma de uma unidade elétrica 14. O freio 12 tem uma pastilha de freio 16 que pode ser aplicada contra um disco de freio 18. Por este propósito, a unidade elétrica 14 confere uma força primária de frenagem F_A , que também pode ser denominada como força atuadora, a uma parte lateral do atuador 20. A parte lateral do atuador 20 transmite a força primária de frenagem a uma parte de acoplamento 22, que transmite, sucessivamente, a força primária de frenagem a uma parte lateral do disco de freio 24. A parte lateral do atuador 20, a parte de acoplamento 22 e a parte lateral do disco de freio 24 são partes constituintes de um elemento de acionamento 25.

[023] Se o disco de freio 18 estiver girando em uma velocidade rotativa ω e a pastilha de freio 16 entrar em contato com o disco de freio 18, então, gera-se uma força tangencial F_t . Como resultado, a pastilha de freio 16 é ligeiramente deslocada na direção da força tangencial F_t e exerce uma força sobre uma primeira alavanca 26, que, em seguida, se articula em um ângulo de articulação de alavanca ϕ .

[024] A Figura 2 mostra que a primeira alavanca 26 exerce uma força sobre a alavanca de acoplamento 22, de tal modo que uma força secundária de frenagem F_H , que também pode ser denominada como força auxiliar, seja gerada. A força secundária de frenagem F_H aponta para a mesma direção da força primária de frenagem F_A e se desenvolve com a última de modo a proporcionar a força de frenagem F . Portanto, aplica-se a relação a seguir: $F_A + F_H = F$.

[025] A Figura 3 mostra que a parte de acoplamento 22 é conectada através de um mancal externo 28 à parte lateral do atuador 20, de tal modo que a dita parte de acoplamento 22 possa se articular em relação à dita parte lateral do atuador 20. Se a primeira alavanca 26 se articular em um pequeno ângulo de articulação de alavanca ϕ fora de sua posição

zero, então, a parte de acoplamento 22 se articula em relação à parte lateral do atuador 20 em um pequeno ângulo de articulação da parte de acoplamento σ , por exemplo, menor que 10° . Como resultado, a parte de acoplamento 22 empurra a parte lateral do disco de freio 24 afastando-se dela mesma, de tal modo que a pastilha de freio 18 seja pressionada contra o disco de freio 18 em um grau adicional.

[026] A parte lateral do atuador 20 é orientada em um guia linear 30 em um compartimento 32 do freio 12, de tal modo que nenhum momento de inclinação atue sobre a unidade elétrica 14. O mancal externo 28 é formado por um cabeçote de junção que, por sua vez, é formada sobre a parte de acoplamento 22 e que interage com um soquete de junção da parte lateral do atuador 20.

[027] A parte de acoplamento 22 tem, em seu lado voltado afastando-se da parte lateral do atuador 20, um segundo cabeçote de junção 34 que interage com um soquete de junção 36 associado da parte lateral do disco de freio 24 e, com o último, forma um segundo mancal externo 38. Se a parte de acoplamento 22 se articular pelo ângulo de articulação da parte de acoplamento σ fora de sua posição zero, este tem o resultado de que um espaçamento A entre a parte lateral do atuador 20 e a parte lateral do disco de freio 24 é aumentado, e, como resultado, a pastilha de freio 16 é pressionada contra o disco de freio 18 em um grau adicional. Desse modo, a primeira alavanca 26, junto à parte de acoplamento, leva a uma intensificação da força primária de frenagem F_A .

[028] A parte de acoplamento 22 compreende um elemento 40 que é variável em comprimento e que pode ser acionado pela unidade elétrica 14 com a finalidade de aumentar o espaçamento A entre a parte lateral do atuador 20 e a parte lateral do disco de freio 24, de tal modo que o desgaste da pastilha de freio 16 possa ser compensado.

[029] A Figura 4 mostra uma seção transversal através do dispositivo de frenagem 10, sendo que tal seção transversal também mostre uma segunda pastilha de freio 42 que atua sobre o disco de freio 18 no lado voltado afastando-se da primeira pastilha de freio 16.

[030] A Figura 3 também mostra uma segunda alavanca 44 que é disposta oposta à primeira alavanca 26 e que, semelhante à primeira alavanca 26, interage com a parte de

acoplamento 22. A segunda alavanca 44 tem a mesma função da primeira alavanca 26 e atua quando o disco de freio 18 estiver girando com uma velocidade rotativa de $-\omega$ (cf. Figura 1). O freio 12 tem um projeto simétrico em relação ao plano de simetria mostrado na Figura 3.

[031] Pode-se observar que a parte de acoplamento 22 tem uma primeira perna 48.1 e uma segunda perna 48.2 que tem um desenho de simetria espelhada entre si e, com as respectivas partes principais, fazem parte do mancal principal 38. As duas pernas 48.1, 48.2 são dispostas em ambos os lados de um elemento de cunha 46 e pode se articular em relação ao elemento de cunha 46 por um ângulo, por exemplo, menor que 10° . As duas pernas 48.1, 48.2 e o elemento de cunha 46 formam um balancim que pode se articular em um pequeno ângulo em relação à parte lateral do atuador 20.

[032] O elemento de cunha 46 é disposto em relação às pernas 48.1, 48.2 de tal modo que uma força de pré-carregamento F_V que atua sobre a parte lateral do disco de freio 20 faça com que as duas pernas 48.1, 48.2 se articulem ligeiramente afastadas. Como resultado deste movimento de articulação, a primeira alavanca 26 e a segunda alavanca 44 se articulam contra o ângulo de articulação de alavanca ϕ indicado na Figura 3, de tal modo que possam tolerar sob o pré-carregamento contra a parte lateral do disco de freio 24.

[033] Não mostrado na Figura 3 se encontra um elemento de pré-carregamento que serve para pré-carregar a parte lateral do disco de freio 24 contra a parte de acoplamento 22 ou contra a parte lateral do atuador 20 através da parte de acoplamento 22. Esse elemento de pré-carregamento consiste, por exemplo, em uma mola. É suficiente que a mola confira uma força de pré-carregamento menor que 500 N, por exemplo, 100 N. Visto que a parte lateral do disco de freio 24, a parte de acoplamento 22 e a parte lateral do atuador 20 são pré-carregadas umas contra as outras e a parte de acoplamento 22 pré-carrega as alavancas 26, 44 contra a parte lateral do disco de freio 24, todos os componentes se encontram em um estado de livre.

[034] Se a parte lateral do atuador 20 for movida na direção do disco de freio 18 pelo atuador 14, um movimento do ar 50 esquematicamente indicado na Figura 3 por um círculo

é primeiramente superado. O movimento do ar equivale entre 0,7 mm e 1,5 mm, por exemplo. Quando a pastilha de freio 16 entrar em contato com o disco de freio 18, gera-se a força tangencial F_t , e devido à falta de movimento, uma pequena força secundária de frenagem F_H é gerada imediatamente. No entanto, a dita força secundária de frenagem F_H é pequena e aumenta constante e continuamente à medida que a força primária de frenagem F_A aumenta. Ao contrário dos freios conhecidos, portanto, não ocorrem intensificações abruptas da força primária de frenagem, de tal modo que o freio possa ser controlado ou regulado de maneira particularmente efetiva.

REIVINDICAÇÕES

1. Freio, compreendendo:

(a) uma pastilha de freio (16),

(b) um elemento de acionamento que serve para pressionar a pastilha de freio (16) contra um disco de freio (18), e

(c) pelo menos uma alavanca que é disposta de tal modo que aumente uma força de frenagem conferida pela pastilha de freio (16) ao disco de freio (18) desviando-se uma força tangencial que atua sobre a pastilha de freio (16) durante a frenagem,

CARACTERIZADO pelo fato de que

(d) o elemento de acionamento compreende pelo menos uma parte lateral do disco de freio, uma parte lateral do atuador e uma parte de acoplamento (22) disposta entre a parte lateral do disco de freio e a parte lateral do atuador,

(e) sendo que a parte de acoplamento (22) é articulável em relação à parte lateral do disco de freio (24) e/ou em relação à parte lateral do atuador (20).

2. Freio, de acordo com a reivindicação 1, **CARACTERIZADO** pelo fato de que a parte lateral do disco de freio (24), a parte lateral do atuador (20) e a parte de acoplamento (22) são conectadas umas às outras de tal modo que, quando a pastilha de freio (16) entrar em contato com o disco de freio (18) no início de uma operação de frenagem e a alavanca desviar a força tangencial (F_t) com a finalidade de intensificar a força de frenagem (F), a parte de acoplamento (22) se articule em um pequeno ângulo em relação à parte lateral do disco de freio (24) e/ou em relação à parte lateral do atuador (20).

3. Freio, de acordo com a reivindicação 1 ou 2, **CARACTERIZADO** pelo fato de que a parte lateral do atuador (20) é linearmente orientada e a alavanca se engata sobre a parte de acoplamento (22).

4. Freio, de acordo com a reivindicação 3, **CARACTERIZADO** pelo fato de que a parte lateral do disco de freio (24), a parte lateral do atuador (20) e o elemento de acoplamento são acoplados à alavanca de tal modo que uma deflexão da alavanca por um ângulo predeterminado de articulação de alavanca (φ) fora de uma posição zero leve a uma alteração menor

em um espaçamento (A) entre a parte lateral do disco de freio (24) e a parte lateral do atuador (20) do que uma deflexão pelo mesmo ângulo de articulação de alavanca (φ) quando a alavanca já estiver em uma posição defletida.

5. Freio, de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 4, **CHARACTERIZADO** pelo fato de que a parte lateral do disco de freio (24), a parte lateral do atuador (20) e a parte de acoplamento (22) são conectadas umas às outras de tal modo que sejam articuláveis umas em relação às outras em menos de 10° .

6. Freio, de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 5, **CHARACTERIZADO** pelo fato de que a parte lateral do disco de freio (24), a parte lateral do atuador (20) e a parte de acoplamento (22) são conectadas entre si de tal modo que sejam articuláveis umas em relação às outras em mais de $0,1^\circ$.

7. Freio, de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 6, **CHARACTERIZADO** pelo fato de que:

- a alavanca é disposta com a finalidade de intensificar a força de frenagem (F) desviando-se a força tangencial (F_t) quando o disco de freio (18) estiver se movendo em relação à pastilha de freio (16) em uma primeira direção, e

- o freio compreende uma segunda alavanca (44) que é disposta com a finalidade de intensificar uma força de frenagem (F) conferida pela pastilha de freio (16) ao disco de freio (18) desviando-se a força tangencial (F_t) quando o disco de freio (18) estiver se movendo em relação à pastilha de freio (16) em uma direção oposta à primeira direção.

8. Freio, de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 7, **CHARACTERIZADO** pelo fato de que a alavanca (26) ou as alavancas (26, 44) tem um contorno externo com formato de arco circular em seções e são montadas por meio do dito contorno em um compartimento.

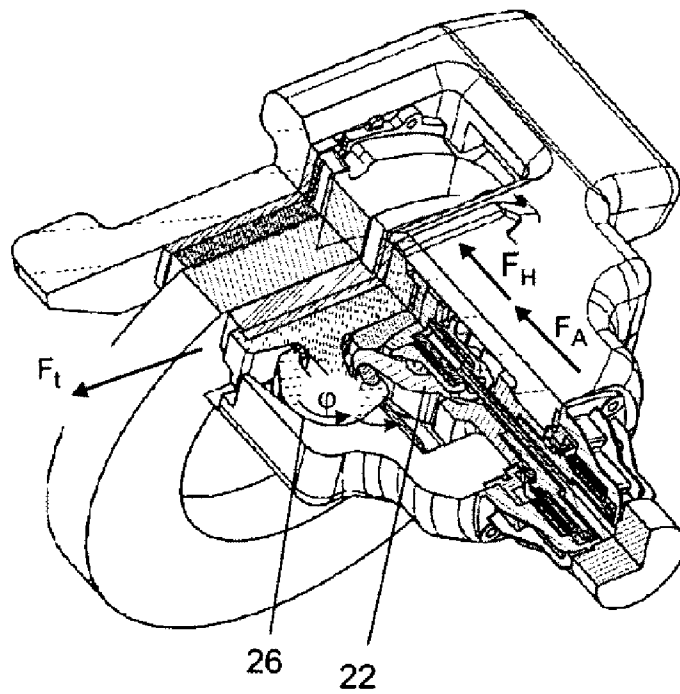
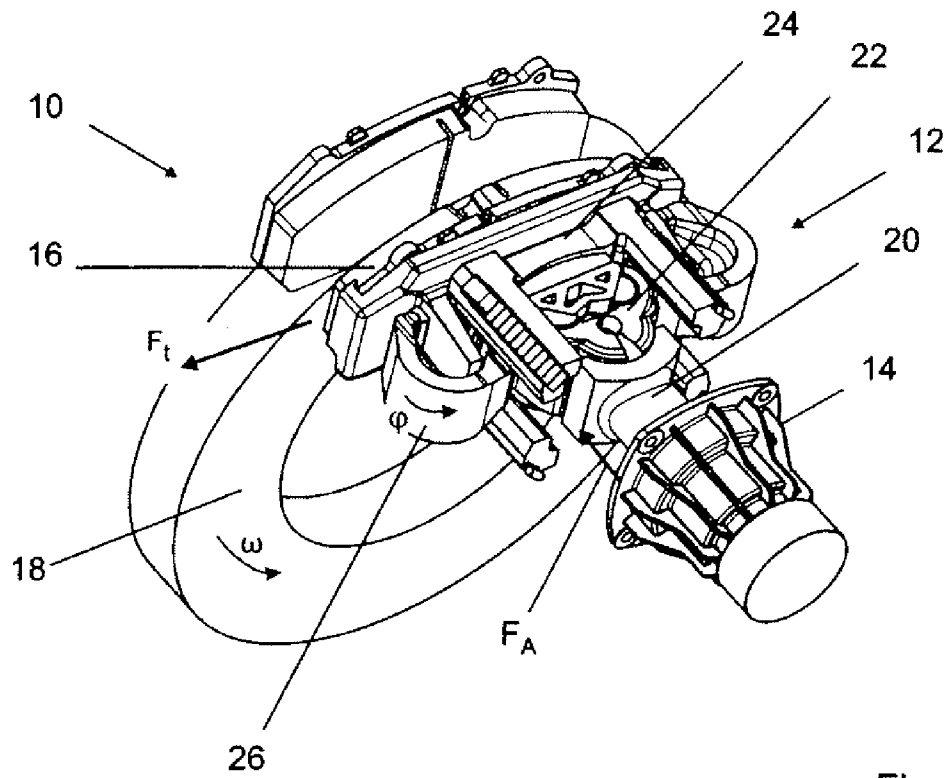
9. Freio, de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 8, **CHARACTERIZADO** pelo fato de que:

- a parte lateral do disco de freio (24) é pré-carregada contra a parte lateral do atuador (20) com uma força de pré-carregamento (F_v), e

- a parte de acoplamento (22) compreende um elemento de cunha (46) e pelo menos uma perna (48.1, 48.2), em particular uma primeira perna (48.1) e uma segunda perna (48.2), sendo que o elemento de cunha (46) é disposto com a finalidade de desviar a força de pré-carregamento (F_v) de tal modo que pelo menos uma alavanca (26, 44) tolere sem um movimento contra a parte de acoplamento (22).

10. Freio, de acordo com a reivindicação 9, **CHARACTERIZADO** pelo fato de que o elemento de cunha (46) é disposto de tal modo que pelo menos uma alavanca (26, 44) tolere sem um movimento contra a parte lateral do disco de freio (24).

11. Dispositivo de frenagem, **CHARACTERIZADO** pelo fato de possuir um freio, conforme definido em qualquer uma das reivindicações 1 a 10, e dotado de uma unidade elétrica (14) que seja conectada ao elemento de acionamento com a finalidade de acionar o freio (12).



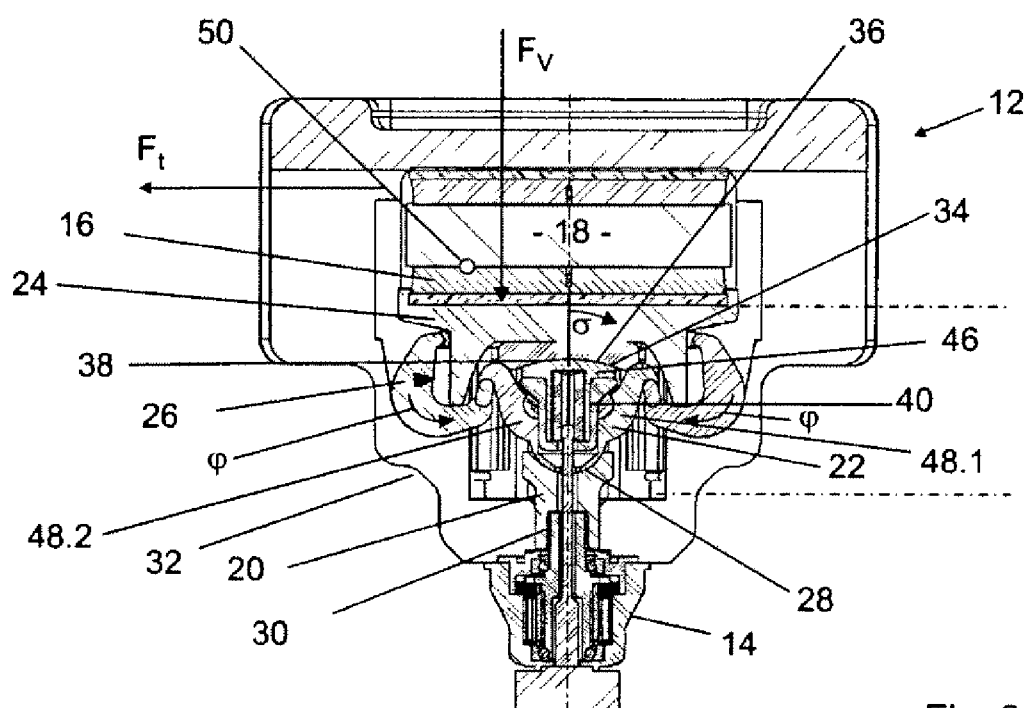


Fig. 3

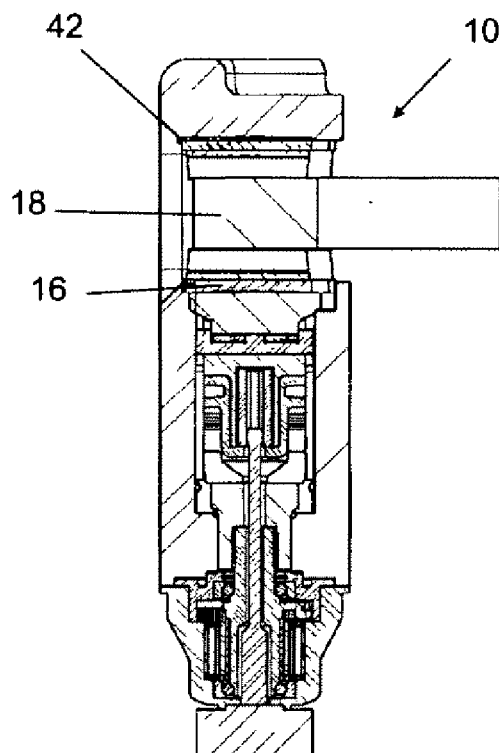


Fig. 4