



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

(21) PI 1104172-2 A2

(22) Data do Depósito: 31/08/2011

(43) Data da Publicação: 13/10/2015

(RPI 2336)



**(54) Título:** COMPRESSOR LINEAR BASEADO EM MECANISMO OSCILATÓRIO RESSONANTE

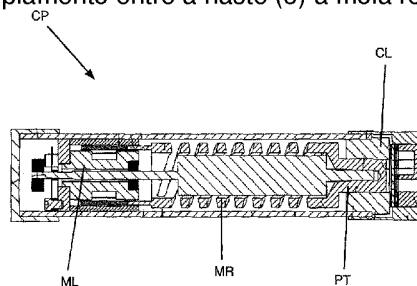
**(51) Int. Cl.:** F25B 1/02

**(73) Titular(es):** WHIRPOOL S.A.

**(72) Inventor(es):** WILFRED ROETTGER, INGWALD VOLLRATH, PAULO ROGÉRIO CARRARA COUTO, CELSO KENZO TAKEMORI

**(74) Procurador(es):** CARINA S RODRIGUES

**(57) Resumo:** COMPRESSOR LINEAR BASEADO EM MECANISMO OSCILATÓRIO RESSONANTE. A presente invenção refere-se a um compressor linear baseado em mecanismo oscilatório ressonante, o qual é compreendido por pelo menos uma mola ressonante (2), pelo menos um motor linear (3) composto por pelo menos uma porção fixa (31) e por pelo menos uma porção móvel (32), pelo menos um pistão (4) funcionalmente associado à pelo menos uma haste (5) e pelo menos um cilindro (6), sendo todos estes elementos dispostos no interior de uma carcaça (7), sendo que a porção móvel (32) motor linear (3) está fisicamente associada a uma das extremidades da mola ressonante (2) através de um primeiro conjunto de acoplamento e a haste (5) está fisicamente associada à extremidade oposta da mola ressonante (2) através de um segundo conjunto de acoplamento. O motor linear (3), o cilindro (6) e o pistão (4) encontram-se fisicamente dispostos no interior de uma mesma extremidade da carcaça (7). A haste (5) encontra-se disposta no interior da mola ressonante (2). O conjunto pistão(4)-cilindro(6) é hábil de atuação na extremidade distal à extremidade de acoplamento entre a haste (5) à mola res(...)



Relatório Descritivo de Patente de Invenção para “COMPRESSOR LINEAR BASEADO EM MECANISMO OSCILATÓRIO RESSONANTE”.

Campo da Invenção

A presente invenção refere-se a um compressor linear baseado em mecanismo oscilatório ressonante, em específico, baseado em um sistema massa-mola ressonante cujo motor elétrico e o conjunto cilindro-pistão encontram-se conectados às extremidades opostas de um elemento resiliente mas dispostos em uma mesma extremidade distal do compressor em questão.

Fundamentos da Invenção

Sistemas e mecanismos oscilatórios do tipo massa-mola compreendem o acoplamento de um corpo de massa mensurável à extremidade de uma mola passível de deformação resiliente, sendo a outra extremidade da mola acoplada a um ponto referencial normalmente fixo. Nestes tipos de sistema e mecanismos, a massa pode ser deslocada de sua posição de equilíbrio (por uma força externa), causando deformação na mola (na linha de seu comprimento). Uma vez que a força externa é removida, a massa tende a retornar para sua posição de equilíbrio (em função da força da mola), executando um movimento oscilatório.

Do ponto de vista funcional, uma das extremidades da mola pode ser acoplada à massa, e a outra extremidade da mola pode ser acoplada a uma fonte de força externa. Desta forma, a fonte de força externa passa a integrar o sistema/mecanismo, de modo que o movimento da massa passa a ser oscilatório e constante.

Em arranjos ressonantes, objetiva-se que o sistema/mecanismo funcione em máxima eficiência, onde a massa oscila em máxima amplitude a partir de uma força externa mínima, em certas frequências, as quais são conhecidas como “frequências de ressonância”.

O atual estado da técnica prevê a aplicação destes conceitos físicos na construção de compressores lineares.

Alguns exemplos funcionais de compressores lineares baseados em mecanismos oscilatórios ressonantes são descritos no documento PI 0601645-6. Tais exemplos funcionais tratam-se de compressores onde o pistão (que desliza no interior de um cilindro, efetivando a compressão de um fluido de trabalho) compreende a “massa”, e o motor linear (fundamentalmente composto por um estator fixo e um magneto móvel) compreende a “fonte de força”. Já a “mola” (que compreende o elemento de acoplamento entre o pistão e o magneto do motor linear) pode compreender um corpo com características resilientes e passível de vibração linear ressonante. Neste documento são descritas diferentes modalidades de montagem de compressores lineares baseados no mesmo conceito/princípio funcional oscilatório ressonante. De todo modo, todos os exemplos

funcionais descritos no documento PI 0601645-6 prevêm construtividades nas quais o motor linear/pistão oscilam, de modo ressonante, nas extremidades opostas da mola (ou do corpo que tem a função da mola).

Uma construção detalhada (baseada em um dos exemplos funcionais descritos no documento PI 0601645-6) é melhor observada na figura 1, a qual ilustra um compressor linear (baseado em mecanismo oscilatório ressonante) pertencente ao atual estado da técnica.

Desta forma, o compressor CP ilustrado na figura 1 prevê um motor linear ML e um pistão PT (que desliza no interior de um cilindro CL), sendo ambos acoplados a uma mola ressonante MR. O magneto do motor linear ML encontra-se acoplado a uma das extremidades da mola ressonante MR e o pistão PT encontra-se acoplado à extremidade oposta da mola ressonante ML.

Todos os exemplos descritos no documento PI 0601645-6 (incluindo também o exemplo ilustrado na figura 1) são funcionais e alcancem os objetivos a que se propõem. Entretanto, estes mesmos exemplos têm uma relação de comprimento/capacidade passível de otimização.

Como é do conhecimento dos especialistas versados no assunto, um dos fatores que determina a capacidade de um compressor linear compreende o curso de deslocamento do pistão no interior do cilindro (volume útil para a compressão de um fluido de trabalho). No caso dos exemplos até agora citados e ilustrados (além de demais construções análogas e pertencentes ao atual estado da técnica), o curso de deslocamento do pistão é proporcional ao comprimento do compressor como um todo, portanto, a otimização da capacidade do compressor implica no aumento de seu comprimento. Sendo assim, nota-se que a relação de comprimento/capacidade dos compressores lineares pertencentes ao atual estado da técnica impede a construção de um compressor miniaturizado com grande capacidade de compressão.

O atual estado da técnica compreende ainda compressores lineares cujo motor linear encontra-se disposto no meio de um conjunto ressonante (molas associadas entre si que desempenham a função de uma única mola ressonante).

Um exemplo deste tipo de construtividade é descrita no documento WO 2007/098970. Neste documento, o compressor linear é também baseado em sistema/mecanismo oscilatório ressonante.

Nesta construção, é prevista uma unidade motora disposta entre duas molas ressonantes, sendo que apenas uma destas molas ressonantes é acoplada ao conjunto cilindro-pistão. Neste caso, o motor linear prevê uma espécie de embolo conectado a uma biela, a qual, por sua vez, encontra-se acoplada ao pistão.

De qualquer forma, a limitação anteriormente citada (limitação referente à relação

de comprimento/capacidade) é presente também nesta construtividade.

Com base em todo o contexto acima explanado, resta evidente observar a necessidade de desenvolvimento de um compressor linear livre da limitação imposta pela relação de comprimento/capacidade do mesmo.

#### 5            Objetivos da Invenção

Desta forma, é um dos objetivos da presente invenção apresentar um compressor linear baseado em mecanismo oscilatório ressonante passível de miniaturização dimensional e manutenção de capacidade funcional.

10           É outro objetivo da presente invenção revelar um compressor linear cujo curso de deslocamento do pistão (no interior do cilindro) não esteja totalmente atrelado ao comprimento do compressor como um todo.

            É ainda outro objetivo da presente invenção apresentar um compressor linear baseado em mecanismo oscilatório ressonante que possibilite a utilização de uma biela de maior comprimento e flexibilidade, e conseqüentemente, que minimize os esforços  
15           transversais existentes entre o pistão e cilindro.

#### Sumário da Invenção

            Estes e outros objetivos da invenção ora revelada são totalmente alcançados por meio do compressor linear baseado em mecanismo oscilatório ressonante ora revelado, o qual compreende pelo menos uma mola ressonante, pelo menos um motor linear composto  
20           por pelo menos uma porção fixa e por pelo menos uma porção móvel, pelo menos um pistão funcionalmente associado à pelo menos uma haste e pelo menos um cilindro, sendo todos estes elementos disposto no interior de uma carcaça. A porção móvel do motor linear está fisicamente associada a uma das extremidades da mola ressonante através de um primeiro conjunto de acoplamento, e a haste está fisicamente associada à extremidade  
25           oposta da mola ressonante através de um segundo conjunto de acoplamento.

            O motor linear, o cilindro e o pistão encontram-se fisicamente dispostos no interior de uma mesma extremidade da carcaça, sendo que a haste encontra-se disposta no interior da mola ressonante, e o conjunto pistão-cilindro é hábil de atuação na extremidade distal à extremidade de acoplamento entre a haste à mola ressonante.

30           De acordo com os conceitos da presente invenção, a haste atravessa a mola ressonante.

            Também de acordo com os conceitos da presente invenção, a porção móvel do motor linear e o pistão oscilam reciprocamente em sentidos opostos. Preferencialmente, o conjunto pistão-cilindro encontra-se disposto no interior do perímetro definido pelo motor  
35           linear, em especial, no interior do perímetro definido pela porção móvel do motor linear.

            De forma preferencial, e ainda de acordo com os conceitos da presente invenção, cabe notar que o compressor linear compreende ainda pelo menos um dispositivo de

sensoriamento cooperantemente associado à haste flexível. Tal dispositivo de sensoriamento é fundamentalmente compreendido por pelo menos um componente fixo, pelo menos um componente móvel e pelo menos um corpo de ligação, sendo que pelo menos um dentre os componentes é passível de excitação eletromagnética proporcional a distância entre ambos.

Neste sentido, o componente móvel é fisicamente associado à haste flexível por intermédio de um corpo de ligação, isto é, o corpo de ligação conecta a extremidade da haste flexível ao componente móvel.

Preferencialmente, o dispositivo de sensoriamento é dimensionado de tal forma que gera uma máxima oscilação de um sinal mensurável quando da maior aproximação entre os componentes.

#### Breve Descrição das Figuras

A presente invenção será pormenorizadamente detalhada com base nas figuras abaixo listadas, as quais:

A figura 1 ilustra uma exemplificação de compressor linear pertencente ao estado da técnica;

A figura 2 ilustra um diagrama de blocos do mecanismo oscilatório ressonante do compressor linear da presente invenção;

A figura 3 ilustra um corte esquemático da concretização preferencial do compressor linear ora revelado.

#### Descrição Detalhada da Invenção

De acordo com os conceitos e objetivos da presente invenção, é descrito um compressor linear baseado em mecanismo oscilatório ressonante (em especial, baseado em um sistema/mecanismo massa-mola ressonante) onde o conjunto pistão-cilindro encontra-se espacialmente disposto na mesma extremidade onde o motor linear encontra-se alojado no interior do compressor (na mesma extremidade distal do compressor linear).

Estas características são alcançadas, principalmente, pelo fato da biela (ou haste, ou ainda, haste flexível) ser rebatida em relação à “sua” extremidade de oscilação (uma das extremidades da mola ressonante), ou seja, a biela é acoplada em uma das extremidades da mola ressonante, mas é disposta de modo a atravessar a citada mola ressonante (diferentemente do que ocorre nos compressores lineares pertencentes ao atual estado da técnica), sendo capaz de atuar o pistão (do conjunto pistão-cilindro) na extremidade oposta da mola ressonante.

Com isto, o “curso de deslocamento” do pistão (no interior do cilindro) pode ser otimizado sem que o compressor tenha suas dimensões (comprimento) alongadas.

Este arranjo permite ainda a utilização de uma biela (elemento responsável transmissão do movimento linear do motor linear para o pistão) de maior comprimento e,

conseqüentemente, maior flexibilidade transversal. Esta característica especial é responsável por minimizar os esforços transversais existentes entre o pistão e o cilindro, e com isto, gerar menor atrito entre os mesmos, culminando em uma maior durabilidade ao compressor linear como um todo.

5            Desta forma, é possível obter um compressor linear dimensionalmente menor do que os compressores lineares pertencentes ao atual estado da técnica, mas com capacidade equivalente entre ambos. Ou seja, a presente invenção apresenta um compressor linear passível de miniaturização funcional.

10           Para tanto, e de acordo com uma construção preferencial da presente invenção (a qual é ilustrada na figura 3), o compressor linear (doravante referenciado apenas como compressor 1) é fundamentalmente composto por uma mola ressonante 2, por um motor linear 3, por um pistão 4 e por um cilindro 6, sendo todos estes elementos dispostos no interior de uma carcaça 7, a qual é fundamentalmente tubular.

15           A mola ressonante 2 compreende um corpo metálico helicoidal, com características de resiliência mecânica. A citada mola ressonante 2 é preferencialmente fixada a um suporte axial elástico 7' (o qual é fixo à carcaça 7 do compressor) através de sua região neutra 21 (região, geralmente central, que não apresenta movimento oscilatório).

20           O motor linear 3 é fundamentalmente composto por uma porção fixa 31 (conjunto estator-bobina) e por uma porção móvel 32 (cursor). A porção fixa 31 encontra-se fixada ao interior da carcaça 7, enquanto a porção móvel encontra-se fixada a uma das extremidades da mola ressonante 2. Em especial, a porção móvel 32 do motor linear 3 é fixada a uma das extremidades da mola ressonante 2 através de um anel de acoplamento, um corpo de suporte e um conjunto de molas planas.

25           O cilindro 6 encontra-se fixado à carcaça 7, sendo disposto no interior da área definida pela porção móvel 32 do motor linear 3.

30           O pistão 4 é hábil de ser reciprocamente deslocado no interior do cilindro 6. O pistão 4 compreende um corpo fundamentalmente cilíndrico e tubular, tendo uma de suas extremidades (extremidade de trabalho) fechada. É prevista uma haste flexível 5 funcionalmente conectada ao pistão 4.

35           A haste flexível 5 (a qual compreende um corpo delgado provido de duas extremidades de conexão 51 e 52) conecta o pistão 4 a uma das extremidades da mola ressonante 2, em especial, à extremidade oposta à extremidade de acoplamento da porção móvel 32 do motor linear 3. Neste sentido, observa-se também que a haste flexível 5 tem sua extremidade 52 conectada a um corpo de acoplamento 53, o qual encontra-se centralizadamente fixo a um corpo de suporte, o qual, por sua vez, é fixo a um conjunto de molas planas. O citado conjunto de molas planas é também fixado a uma das extremidades

da mola ressonante 2.

O grande aspecto inventivo da presente invenção, frente ao atual estado da técnica, consiste no fato de que a haste flexível 5, ao invés de ser estendida no sentido do movimento oscilatório ressonante da mola ressonante 2 (sentido distalmente oposto à posição do motor linear 3) é “rebatida” para a mesma extremidade onde encontra-se localizado o motor linear 3, ou seja, a haste flexível 5 é estendida no sentido oposto ao sentido do movimento oscilatório ressonante da mola ressonante 2.

Para tanto, a haste flexível 5 atravessa o interior da citada mola ressonante 2. Desta forma, e conforme anteriormente descrito, a haste flexível 5 tem sua extremidade 52 acoplada (mesmo que indiretamente) a uma das extremidades da mola ressonante 2, e tem sua outra extremidade 51 conectada ao pistão 4, o qual está disposto na mesma extremidade em que o motor linear 3 encontra-se disposto (no interior da carcaça 7 do compressor linear em questão).

O compressor linear baseado em mecanismo oscilatório ressonante ora tratado compreende ainda, de forma preferencial, um dispositivo de sensoramento cooperantemente associado à haste flexível 5.

O citado dispositivo de sensoramento é fundamentalmente responsável pela mensuração do posicionamento (ao longo do curso de atuação) da citada haste flexível 5, e conseqüentemente, pela mensuração do posicionamento e/ou velocidade do pistão 4 no interior do cilindro 6. Para tanto, o dispositivo de sensoramento é compreendido por um componente fixo 8A, por um componente móvel 8B e por um corpo de ligação 9.

Pelo menos um dentre os componentes 8A e 8B é passível de excitação eletromagnética proporcional a distância entre ambos. Neste sentido, o dispositivo de sensoramento ora tratado trata-se de um dispositivo de sensoramento baseado em eletromagnetismo.

Ainda preferencialmente, o componente fixo 8A compreende um sensor Hall (componente eletroeletrônico já descrito em bibliografias técnicas), ou ainda, uma bobina metálica. Também preferencialmente, o componente móvel 8B compreende um ímã ou um corpo metálico magnetizado.

De acordo com a construção preferencial do compressor linear baseado em mecanismo oscilatório ressonante, o componente móvel 8B é fisicamente associado à haste flexível 5 por intermédio de um corpo de ligação 9, o qual é preferencialmente compreendido por uma haste de perfil análogo à letra “U”. Neste sentido, o corpo de ligação 9 é conectado à extremidade 52 da haste flexível 5 (extremidade oposta à extremidade onde o pistão 4 é disposto).

Ainda neste sentido, o componente fixo 8A encontra-se fixamente disposto a uma porção estática, ou suporte estático, existente no interior do compressor 1, sendo esta

porção estática, ou suporte estático, distalmente oposta à extremidade onde está localizado o conjunto cilindro-pistão.

5 Sendo assim, à medida que o pistão 4 (impulsionado pela haste flexível 5) adentra o cilindro 6, os componentes 8A e 8B tendem a se aproximar, sendo que pelo menos um destes elementos gera um sinal (preferencialmente elétrico) mensurável e de intensidade (amplitude) proporcional à distância entre ambos. O mesmo ocorre quando os componentes 8A e 8B se afastam, ou seja, também é gerado um sinal mensurável e de intensidade proporcional à distância entre ambos os componentes.

10 Preferencialmente, o dispositivo de sensoriamento é dimensionado de modo a gerar uma máxima oscilação de um sinal mensurável quando da maior aproximação entre os componentes 8A e 8B.

15 Tendo sido descrito um exemplo de concretização preferencial do conceito ora revelado, deve ser entendido que o escopo da presente invenção abrange outras possíveis variações, as quais são limitadas tão somente pelo teor das reivindicações, aí incluídos os possíveis meios equivalentes.



REIVINDICAÇÕES

1. Compressor linear baseado em mecanismo oscilatório ressonante, compreendendo:

5 pelo menos uma mola ressonante (2), pelo menos um motor linear (3) composto por pelo menos uma porção fixa (31) e por pelo menos uma porção móvel (32), pelo menos um pistão (4) funcionalmente associado à pelo menos uma haste (5) e pelo menos um cilindro (6), sendo todos estes elementos dispostos no interior de uma carcaça (7);

a porção móvel (32) motor linear (3) estando fisicamente associada a uma das extremidades da mola ressonante (2) através de um primeiro conjunto de acoplamento;

10 a haste (5) estando fisicamente associada à extremidade oposta da mola ressonante (2) através de um segundo conjunto de acoplamento;

o compressor linear (1) sendo **CARACTERIZADO** pelo fato de que:

o motor linear (3), o cilindro (6) e o pistão (4) encontram-se fisicamente dispostos no interior de uma mesma extremidade da carcaça (7);

15 a haste (5) encontra-se disposta no interior da mola ressonante (2); e

o conjunto pistão(4)-cilindro(6) é hábil de atuação na extremidade distal à extremidade de acoplamento entre a haste (5) à mola ressonante (2).

2. Compressor linear, de acordo com a reivindicação 1, **CARACTERIZADO** pelo fato de que a haste (5) atravessa a mola ressonante (2).

20 3. Compressor linear, de acordo com a reivindicação 1, **CARACTERIZADO** pelo fato de que a porção móvel (32) do motor linear (3) e o pistão (4) oscilam reciprocamente em sentidos opostos.

25 4. Compressor linear, de acordo com a reivindicação 1, **CARACTERIZADO** pelo fato de que o conjunto pistão(4)-cilindro(6) encontra-se disposto no interior do perímetro definido pelo motor linear (3).

5. Compressor linear, de acordo com a reivindicação 4, **CARACTERIZADO** pelo fato de que o conjunto pistão(4)-cilindro(6) encontra-se disposto no interior do perímetro definido pela porção móvel (32) do motor linear (3).

30 6. Compressor linear, de acordo com a reivindicação 1, **CARACTERIZADO** pelo fato de compreender ainda pelo menos um dispositivo de sensoriamento cooperantemente associado à haste flexível (5).

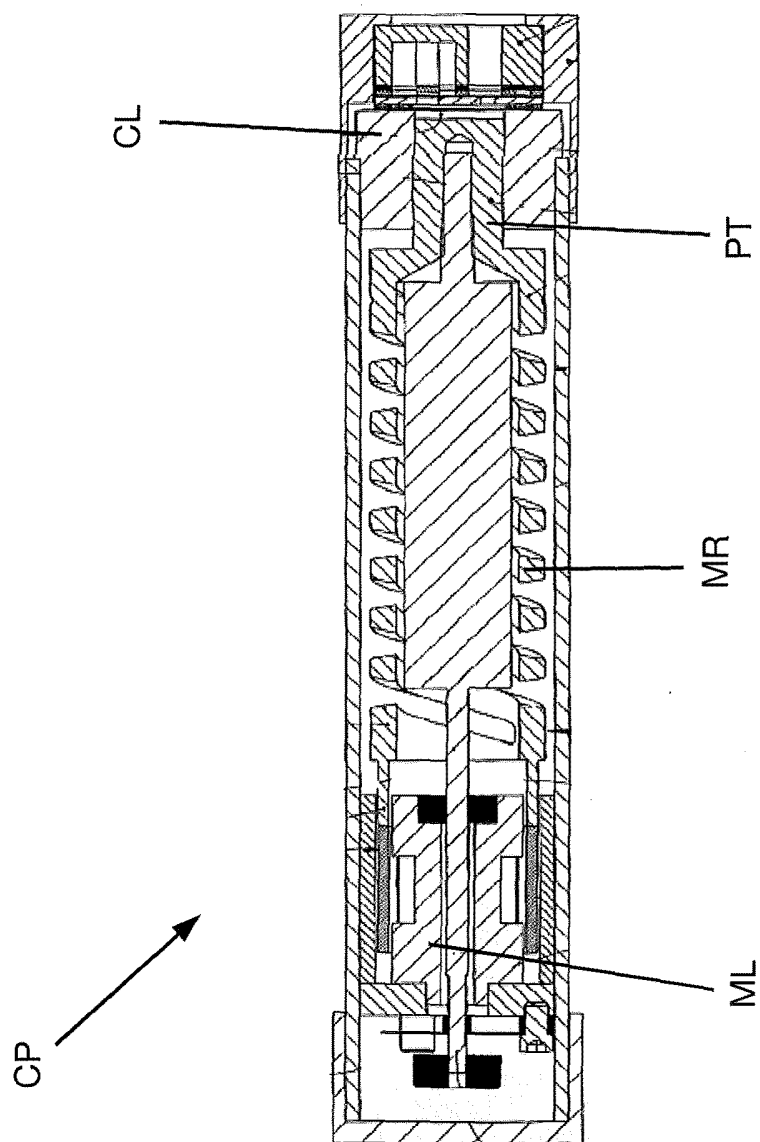
35 7. Compressor linear, de acordo com a reivindicação 6, **CARACTERIZADO** pelo fato de que o dispositivo de sensoriamento é fundamentalmente compreendido por pelo menos um componente fixo (8A), pelo menos um componente móvel (8B) e pelo menos um corpo de ligação (9).

8. Compressor linear, de acordo com a reivindicação 7, **CARACTERIZADO** pelo

fato de que pelo menos um dentre os componentes (8A) e (8B) é passível de excitação eletromagnética proporcional a distância entre ambos.

5 9. Compressor linear, de acordo com a reivindicação 6 ou 7, **CARACTERIZADO** pelo fato de que o componente móvel (8B) é fisicamente associado à haste flexível (5) por intermédio de um corpo de ligação (9); o corpo de ligação (9) conecta a extremidade (52) da haste flexível (5) ao componente móvel (8B).

10 10. Compressor linear, de acordo com qualquer uma das reivindicações de 6 a 9, **CARACTERIZADO** pelo fato de que o dispositivo de sensoriamento é dimensionado gera um pico máximo superior de sinal mensurável quando da maior aproximação entre os componentes (8A) e (8B).



ESTADO DA TÉCNICA

FIGURA 1

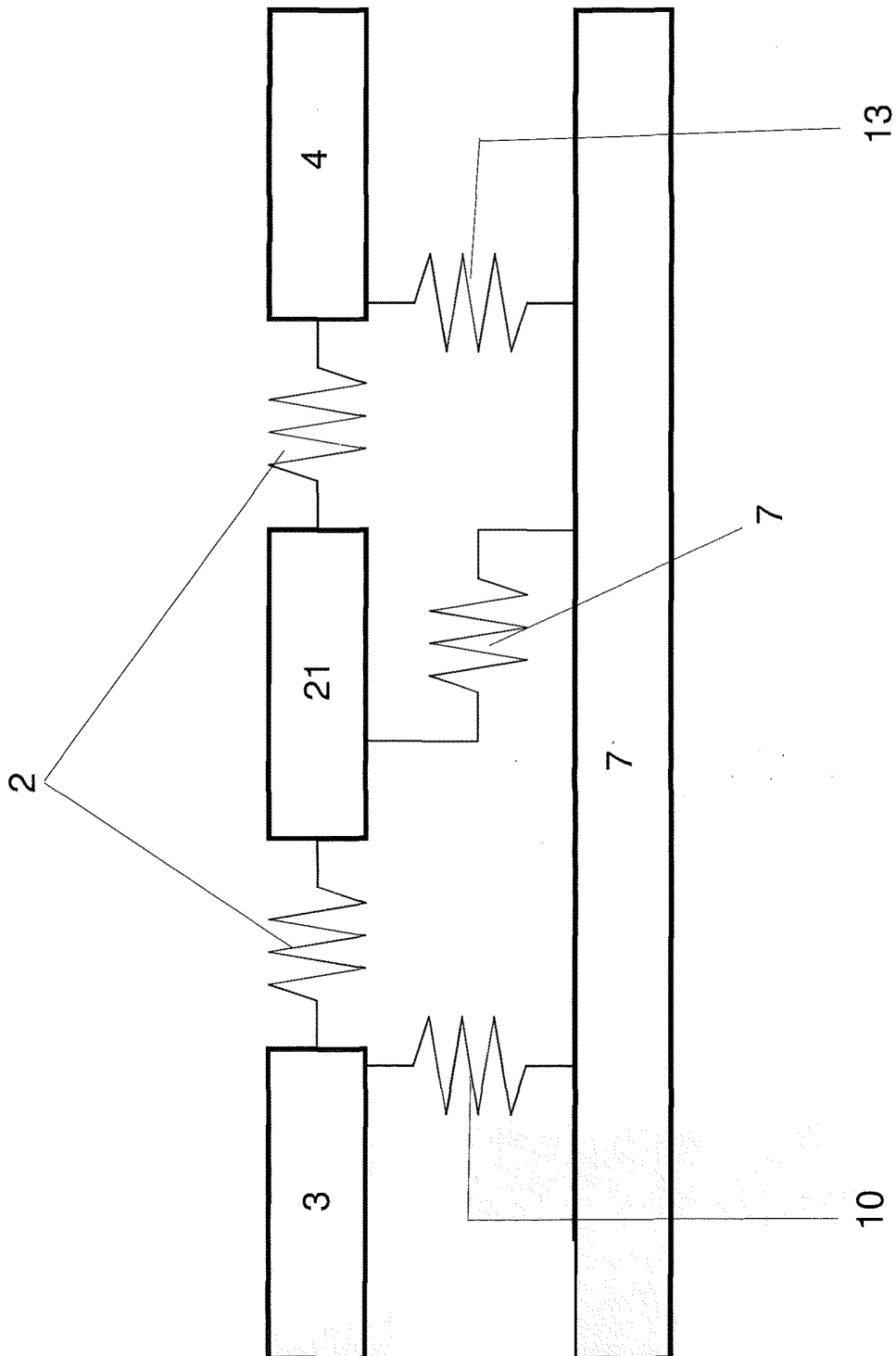


FIGURA 2

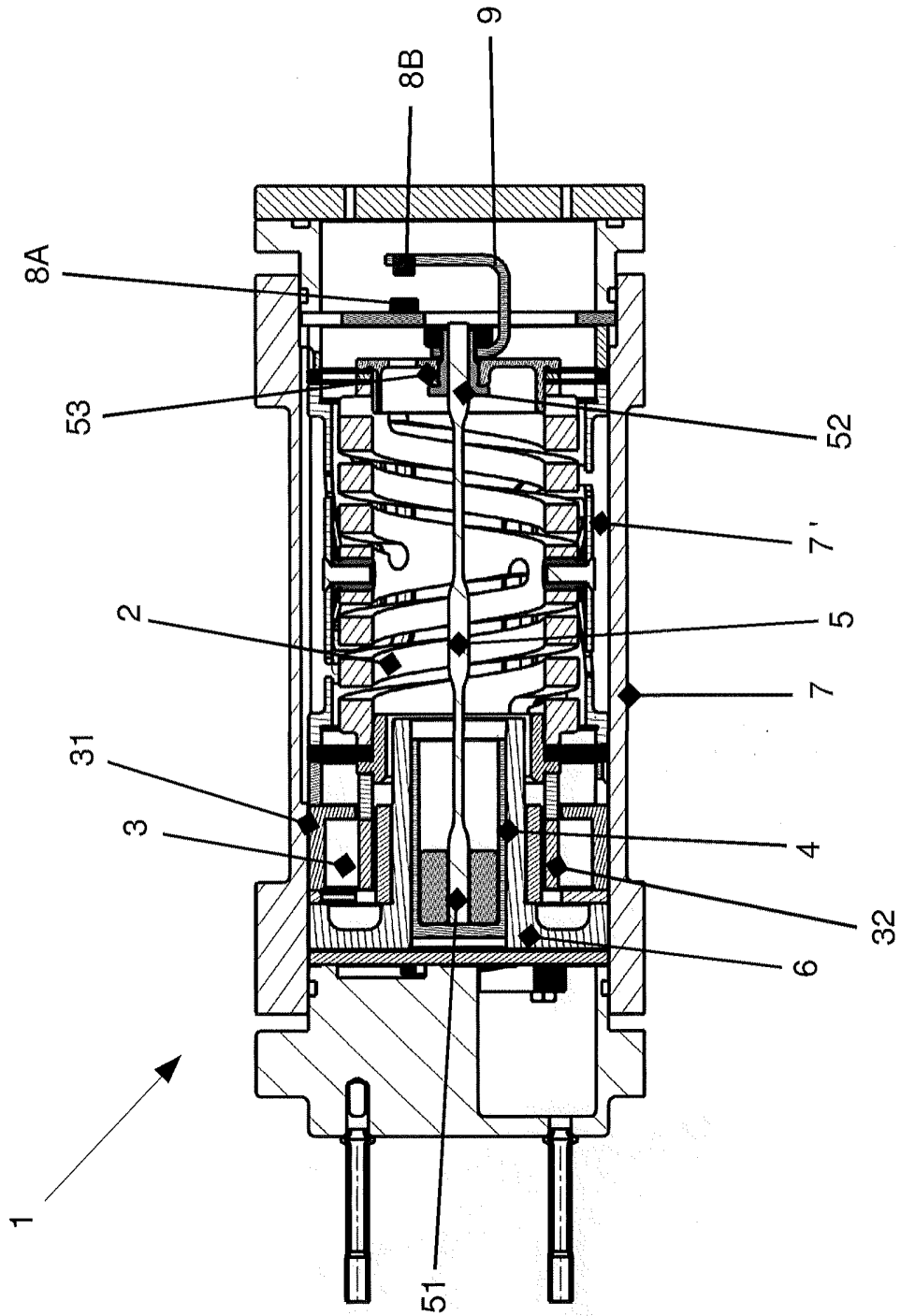


FIGURA 3

RESUMO

Patente de Invenção: "COMPRESSOR LINEAR BASEADO EM MECANISMO OSCILATÓRIO RESSONANTE".

5 A presente invenção refere-se a um compressor linear baseado em mecanismo oscilatório ressonante, o qual é compreendido por pelo menos uma mola ressonante (2), pelo menos um motor linear (3) composto por pelo menos uma porção fixa (31) e por pelo menos uma porção móvel (32), pelo menos um pistão (4) funcionalmente associado à pelo menos uma haste (5) e pelo menos um cilindro (6), sendo todos estes elementos dispostos no interior de uma carcaça (7), sendo que a porção móvel (32) motor linear (3) está  
10 fisicamente associada a uma das extremidades da mola ressonante (2) através de um primeiro conjunto de acoplamento e a haste (5) está fisicamente associada à extremidade oposta da mola ressonante (2) através de um segundo conjunto de acoplamento. O motor linear (3), o cilindro (6) e o pistão (4) encontram-se fisicamente dispostos no interior de uma mesma extremidade da carcaça (7). A haste (5) encontra-se disposta no interior da mola  
15 ressonante (2). O conjunto pistão(4)-cilindro(6) é hábil de atuação na extremidade distal à extremidade de acoplamento entre a haste (5) à mola ressonante (2).